

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA NOS ATRIBUTOS  
DO SOLO E PRODUTIVIDADES DA SOJA E DO MILHO**

**DHIEGO PAGANINI BORTOLO  
HIGOR HENRIQUE OLIVEIRA SANTOS**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016**

**ÁGUA RESIDUARIA DE SUINOCULTURA NOS ATRIBUTOS DO  
SOLO E PRODUTIVIDADES DA SOJA E DO MILHO**

**DHIEGO PAGANINI BORTOLO  
HIGOR HENRIQUE OLIVEIRA SANTOS**

Orientador: Alexsandro Claudio dos Santos Almeida

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Universidade Federal da Grande Dourados,  
como parte das exigências para conclusão do  
curso de Engenharia Agrícola.

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S237ã Santos, Higor Henrique Oliveira

ÁGUA RESIDUARIA DE SUINOCULTURA NOS ATRIBUTOS DO SOLO E PRODUTIVIDADES DA SOJA E DO MILHO / Higor Henrique Oliveira Santos, Dhiego Paganini Bortolo -- Dourados: UFGD, 2016.  
39f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Alexsandro Claudio dos Santos Almeida

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Adubação orgânica. 2. dejetos suínos. 3. agricultura sustentável. I Dhiego Paganini Bortolo II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**

# **ÁGUA RESIDUARIA DE SUINOCULTURA NOS ATRIBUTOS DO SOLO E PRODUTIVIDADES DA SOJA E DO MILHO**

Por

**DHIEGO PAGANINI BORTOLO  
HIGOR HENRIQUE OLIVEIRA SANTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

---

Prof. Dr. Alexsandro Claudio dos Santos Almeida  
Orientador – UFGD/FCA

---

Prof. Dra. Elaine Reis Pinheiro Lourente  
Membro da Banca – UFGD/FCA

---

Prof. Dra. Elisangela  
Membro da Banca – UFGD/FCA

## **AGRADECIMENTOS – Dhiego Paganini Bortolo**

Agradecer primeiramente a Deus, por me iluminar e abençoar minha trajetória.

Ao meu pai Pedro, e minha mãe Sirlene, pelo apoio e por tudo que sempre fizeram por mim, pela simplicidade, exemplo, amizade, e carinho, fundamentais na construção do meu caráter.

Ao meu parceiro Higor, pela ajuda e companheirismo em todo período como acadêmico e o empenho na condução do experimento.

Ao orientador professor Dr<sup>o</sup>. Alexsandro Claudio dos Santos Almeida, pela orientação bem conduzida, pela ajuda em todos os momentos das atividades e principalmente pela amizade construída.

A todos os amigos que sempre se dispuseram a ajudar em todos os momentos do trabalho.

A UFGD pelo período de aprendizado proporcionado.

## **AGRADECIMENTOS – Higor Henrique Oliveira Santos**

Agradecer primeiramente a Deus, por me iluminar e abençoar toda minha trajetória, acadêmica e pessoal.

Ao meu pai Cicero, e minha mãe Janice, pelo apoio e por tudo que sempre fizeram por mim, pela simplicidade, exemplo, amizade, e carinho, fundamentais na construção do meu caráter e os inúmeros esforços para que minha formação fosse uma realidade.

Ao minha avó materna Eunice, que teve papel fundamental para que isso se tornasse realidade, minha avó paterna Eunilde, que sempre ajudou do seu jeito e carinho incondicional e ao meu avô paterno Helvécio (in memoriam), que sempre foi meu companheiro durante a vida, buscando meu bem e torcendo para me ver formado e alcançar o sucesso.

A minha namorada Karla, pela paciência e companheirismo em todo período de condução do experimento e redação do TCC.

Ao meu parceiro Dhiego, pela ajuda, companheirismo e amizade em todo período acadêmico e o empenho na condução do experimento.

Ao orientador professor Dr<sup>o</sup>. Alexsandro Claudio dos Santos Almeida, pela orientação bem conduzida, pela ajuda em todos os momentos das atividades e principalmente pela amizade construída, sem medir esforços para que tudo saísse da melhor forma possível.

A todos os amigos que sempre se dispuseram a ajudar em todos os momentos do trabalho.

A UFGD pelo período de aprendizado proporcionado.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>8</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Águas Residuária da Suinocultura.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1 Geração de ARS .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2 Uso de Dejetos Suínos na Agricultura.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.3 Efeitos da Aplicação da Água Residuária da Suinocultura no Solo.....</b>	<b>12</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Descrições do Projeto.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Amostragem de Solo .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.1 Amostragem e Análise Química do Solo .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Semeadura e Controle de Pragas .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Água Residuária de Suinocultura .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.1 Aplicação das Doses de Água Residuária de Suinocultura.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5 Variáveis Avaliadas .....</b>	<b>18</b>
<b>4. RESULTADO E DISCUSSÕES.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Parâmetros Físicos do Solo .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3 Parâmetros Produtivos das Plantas .....</b>	<b>34</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>37</b>

BORTOLO, Dhiego Paganini; SANTOS, Higor Henrique Oliveira. **ÁGUA RESIDUARIA DE SUINOCULTURA NOS ATRIBUTOS DO SOLO E PRODUTIVIDADES DA SOJA E DO MILHO**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

## RESUMO

Em função da necessidade do desenvolvimento de técnicas de minimização, tratamento e destino final de resíduos de confinamento suíno, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos e físicos do solo e as produtividades das culturas de soja (*Glycine max*) e do milho (*Zea mays*) sob doses de água residuária de suinocultura (ARS). O experimento de campo foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos foram as diferentes doses de fertilização orgânica com ARS. Sendo T1 (adubação química), T2, T3 e T4 (adubação orgânica, com doses de 1280, 170 e 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ARS) e T5 (adubação química mais orgânica com dose 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ARS). Foram realizadas duas adubações, uma na semeadura da soja e outra na semeadura do milho. As amostragens e análises de solo foram realizadas antes do cultivo da soja e após a colheita do milho. Quanto aos atributos químicos do solo, observou-se aumento nos teores de magnésio (mg), Cálcio (Ca), soma de bases (SB) e saturação por bases (V%) e ocorreu diminuição nos teores de alumínio (Al), fósforo (P) e potássio (K), após as duas aplicações e dos dois cultivos (sucessão soja-milho). Sendo que, a maior dose de ARS conseguiu manter o mesmo nível P. Para os atributos físicos do solo não houve alterações significativas, pois em solos bem estruturados as mudanças em sua estrutura são lentas. A aplicação de ARS permitiu a obtenção de bons níveis de produtividade de grãos. Na cultura da soja a produtividade dos tratamentos com aplicação de ARS foi similar ao adubado com fertilização química. Enquanto a produtividade da cultura do milho foi maior nos tratamentos com aplicação de ARS quando comparado com a adubação química. A ARS pode ser utilizada como fertilizante substituindo ou complementando a adubação química nas culturas da soja e do milho, mas com acompanhamento constante do acúmulo de nutrientes no solo, para que não haja um desbalanceamento dos mesmos.

**Palavras-chave:** Adubação orgânica, dejetos suínos, agricultura sustentável.

## ABSTRACT

Due to the need to develop minimization techniques, final treatment and disposal of swine confinement of waste, the objective of this study was to evaluate the chemical and physical attributes of a solo and productivity of soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*) in wastewater doses of swine (WDS). The field experiment was conducted in a randomized block design with five treatments and four replications, totaling 20 installments. Treatments were different levels of organic fertilization ARS. And T1 (chemical fertilizer), T2, T3 and T4 (organic fertilizer with doses of 1280, 170 and 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ARS) and T5 (more organic chemical fertilization with dose 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> WDS). There were two fertilizations, one in soybean sowing and another at sowing corn. Sampling and soil analyzes were performed before the cultivation of soybeans and after the corn harvest. As for the soil chemical properties, there was an increase in magnesium levels (mg), calcium (Ca), bases Sum (SB) and base saturation (V%) and there was a decrease in aluminum content (Al), phosphorus (P) and potassium (K), after the two applications and two crops (soybeans, corn succession). And, the highest dose of WDS managed to maintain the same level Q. soil physical attributes were no significant changes, as in well-structured soils changes in its structure are slow. The application of ARS allowed to obtain good seed yield levels. In soybean productivity treatments WDS application was similar to fertilized with chemical fertilization. While the productivity of corn was higher in the treatments with WDS application compared to chemical fertilizer. WDS can be used as fertilizer replace or supplement chemical fertilizer on crops of soybeans and corn, but with constant monitoring of nutrient accumulation in the soil, so that there is an imbalance of the same.



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de proteína animal do mundo, com destaque para a produção de carne suína. A produtividade no setor de suinocultura em sistemas de confinamento aumentou consideravelmente, e é reflexo do grande melhoramento tecnológico, tanto animal quanto em instalações. Atualmente é possível manter grande número de animais por área dentro das granjas, possibilitando maior produção de carne dentro de uma granja. O volume significativo de dejetos produzido por grandes plantéis de suínos implica acúmulo do material na propriedade, demandando o desenvolvimento de técnicas de minimização, tratamento e destino final dos resíduos gerados. A suinocultura é considerada, por órgãos de controle ambiental, a atividade agropecuária que ocasiona maior impacto ambiental (RIZZONI, 2012).

Pode ocorrer contaminação do solo e das águas subterrâneas e superficiais em áreas próximas das granjas. Portanto, é obrigatório que os produtores façam uma destinação adequada desses dejetos. Uma dessas técnicas consiste no tratamento dos dejetos em biodigestores e a consequente aplicação da água residuária em solo agricultável, que, de acordo com Ceretta *et al.* (2005) e Caovilla *et al.* (2005), é uma forma de ciclar e disponibilizar nutrientes às plantas. Para (PERDOMO, 2001), uma alternativa para a destinação adequada e benéfica deste tipo de resíduo agrícola é a utilização dos mesmos na fertilização de lavouras, trazendo ganhos econômicos ao produtor rural, sem comprometer a qualidade do solo e do meio ambiente. Apesar do alto potencial poluidor da ARS, ela é rica em nutrientes, tais como fósforo, potássio, cálcio, magnésio e outros, que são essenciais para o crescimento das plantas. Com isso, a aplicação adequada desse subproduto, se bem planejada, pode trazer benefícios, tais como: fonte de nutrientes e água para as plantas, redução do uso de fertilizantes químicos e de seu potencial poluidor (ERTHAL *et al.*, 2010).

A utilização da ARS como biofertilizante nas lavouras se mostra uma opção eficaz, tanto economicamente quanto ambientalmente, quando realizada de maneira correta, melhorando os aspectos produtivos das culturas e os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, como destaca (FACTOR *et al.*, 2008). A utilização de ARS como fertilizante agrícola

é mais comum no cultivo de culturas anuais. Mas sua aplicação em pastagens perenes surge como alternativa de maximização do seu uso (VIELMO, 2008). A utilização da ARS como fertilizante em hortaliças, se mostra boa opção para sua destinação. (BAUMGARTNER, DIRCEU *et al.*, 2007) destacam a aplicação de ARS como fertilizante na produção de alface, melhorando os aspectos produtivos da cultura. O uso da água residuária de suinocultura na produção de *Eucalyptus grandis*, pode ser viável na adubação dessa cultura (RODRIGO *et al.*, 2009).

A aplicação de ARS como fertilizante no solo, deve ser realizada de forma criteriosa, pois caso contrário, pode ocorrer contaminação. Além do que, pode acarretar alterações indesejáveis nas propriedades físicas e químicas do solo como, obstrução dos macros e micros poros, diminuição da taxa de infiltração de água do solo, salinização e poluição do solo, absorção de metais pesados pelas plantas e contaminação do homem e animais por agentes patogênicos provenientes dos dejetos, como destaca (MATOS *et al.*, 1997). O que pode causar escoamento superficial, formação de crosta, devido o acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, e a concentração de determinados nutrientes, que pode se tornar tóxico para as plantas.

Com isso é necessário estudo prévio da ARS para definir sua composição. Freitas *et al.* (2004) destacaram que os dejetos de suínos apresentam cobre e zinco em sua composição, e, assim, sua aplicação em doses elevadas pode resultar em excesso desses elementos no solo. Esse acúmulo pode acarretar intoxicação não só às plantas, mas também aos integrantes dos demais níveis da cadeia alimentar. A definição da dose de ARS a ser aplicada numa área depende de vários fatores (demanda nutricional da cultura, capacidade de retenção de solutos do solo, legislação ambiental local, etc). Porém é necessário, a realização de estudos para definir as doses mais aplicadas levando em conta as alterações que podem ocorrer nos atributos do solo e as respostas das produtividades das culturas.

A região de Dourados é uma das grandes produtoras de grãos do Mato Grosso do Sul, produzindo em sua maior quantidade soja e milho, assim como as demais regiões do estado. Como a região é uma das maiores produtoras de suínos no estado, a utilização da ARS como fertilizante nas lavouras pode ser uma opção vantajosa, diminuindo o descarte desses resíduos nos mananciais e elevando os lucros da produção.

Considerando-se a importância da utilização das águas residuárias de suinocultura como fertilizante agrícola em áreas de produção de grãos. Objetivou – se com este trabalho

avaliar o efeito da aplicação da ARS nos atributos químicos e físicos do solo e nos parâmetros produtivos das culturas de soja e milho em uma propriedade da região de Dourados, MS.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 Águas Residuária da Suinocultura**

#### **2.1.1 Geração de ARS**

A suinocultura representa para o Brasil importante atividade econômica, sendo o Estado de Mato Grosso do Sul responsável pelo abate de cerca de 1.189.384 milhões de cabeças de suínos em 2012 (FAMASUL, 2012). A preocupação com a contaminação do ambiente é o maior empecilho à expansão da suinocultura nos grandes centros produtores, devido a grande quantidade de dejetos gerados.

Em uma granja de suínos, a quantidade diária de água residuária produzida depende, dentre outros fatores, do número e da idade dos animais, da quantidade de água utilizada na higienização das baias e bebedouros, resíduos de ração, pelos, poeira e outros materiais decorrentes do processo criatório (CORRÊA e CORRÊA, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2000). Os suínos em fase de terminação geram cerca de 12 a 15 litros de água residuária dia<sup>-1</sup> por animal (KONZEN e ALVARENGA, 2005).

A capacidade poluente dos dejetos de suínos, em termos comparativos, é muito superior à de outras fontes. (DIESEL *et al.*, 2002) segundo os autores, o conceito de equivalência populacional, em quantidade, um suíno, em média, equivale a 3,5 pessoas.

As águas residuais da suinocultura podem apresentar nutrientes em quantidades suficientes para serem aproveitadas na fertirrigação de culturas agrícolas, levando aumento da produção e produtividade, sendo que aproximadamente dois terços do nitrogênio, um terço do fósforo e quase 100 % do potássio, encontram-se na água residuária na forma mineral, isto é, numa forma prontamente assimilável pelas culturas (GOMES FILHO *et al.*, 2001)

#### **2.1.2 Uso de Dejetos Suínos na Agricultura**

Até a década de 70, os resíduos oriundos da produção de suínos no Brasil não constituíam fato preocupante, pois a concentração de animais por unidade de área era pequena. Entretanto, com a adoção de sistemas confinados de criação, o quadro modificou-se

e a suinocultura passou a ser considerada pelos órgãos de fiscalização ambiental, quando conduzida sem os devidos cuidados com a água residuária gerada, como uma das principais atividades degradadoras do ambiente (CORRÊA e CORRÊA., 2003).

Ao suprir as necessidades nutricionais de determinada cultura com a aplicação de fertirrigação usando água residuária como fonte de nutrientes, há a preocupação com a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas pela movimentação dos íons, tendo-se em conta que um fator maior de retardamento significa menor mobilidade do íon no solo e, conseqüentemente, menor probabilidade de contaminação de águas freáticas (MELO *et al.*, 2006).

### **2.1.3 Efeitos da Aplicação da Água Residuária da Suinocultura no Solo**

A água residuária de suinocultura possui características que possibilitam sua aplicação no solo como fertilizante. Esta é uma alternativa para o não acúmulo desse material na propriedade, além de proporcionar redução de custos com fertilizantes químicos (JUAREZ R. CABRAL *et al.*, 2011).

A incorporação da matéria orgânica nos solos, na forma de esterco animal ou de compostos orgânicos, aumenta a capacidade de troca catiônica e proporciona a melhoria na estrutura, caracterizada pela diminuição da densidade aparente, aumento da porosidade e da taxa de infiltração da água. Além disso, promove o aumento do armazenamento de água e diminui os riscos de encrostamento superficial pelo solo (KIEHL., 1985).

A possibilidade de alteração no pH do solo com aplicação de esterco líquido de suínos é mínima, principalmente tratando-se de solos altamente tamponados (SCHERER *et al.*, 1984).

Estudos em colunas de solo utilizando-se água residuária da suinocultura, realizados por Anami (2003), mostraram melhoria significativa nas propriedades químicas, considerando-se a fertilidade do solo após a aplicação da ARS.

Avaliando o efeito da aplicação de quatro lâminas de água e águas residuárias de suinocultura, bruta e peneirada, sobre os componentes de produção da cultura do milho (*Zea mays* L.) para silagem, com concentrações de demanda biológica de oxigênio de 1111 mg L<sup>-1</sup> para a água residuária bruta e 1072 para água residuária peneirada, (FREITAS *et al.*, 2004) constataram que o uso das águas residuárias de suinocultura aumentou significativamente os valores de produtividade, altura de plantas, índice de espigas, e peso de espigas, sendo que a

maior produtividade foi verificada para a água residuária bruta, sendo 57,8% e 57,6% superiores à testemunha para os tratamentos que receberam água residuária bruta e água residuária peneirada.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Descrições do Projeto

O experimento foi desenvolvido no período de safra 2014/2015 na Fazenda Santa Clara, BR 163, km 20 no município de Dourados, no estado de Mato Grosso do Sul. Na propriedade o sistema de plantio utilizado é o de semeadura direta, realizado a mais de dez anos. Foram realizados dois cultivos, um cultivo de soja, cultivar BMX Potência da Brasmax, no período de 22 de outubro de 2014 (plantio) a 12 de fevereiro de 2015 (colheita), e um cultivo subsequente de milho, cultivar Fórmula da Syngenta, de 15 de fevereiro a 15 de julho de 2015, conduzidas sob sistema de semeadura direta. O solo da região é classificado como um Latossolo Vermelho Distroférrico com alto teor de argila.

O projeto foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas, com área de 120 m<sup>2</sup> (10m x 12m). Os tratamentos foram as diferentes doses de água residuária de suinocultura (ARS) e também adubação química (AQ) na produção de soja e milho. Os tratamentos foram divididos da seguinte maneira: T1) AQ, utilizando fertilizantes Yara, na dosagem de NPK de 02-20-20 para soja e 12-15-15 para o milho, em uma quantidade de 210 kg ha<sup>-1</sup>; T2) dose de ARS de 1280 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, segundo a necessidade da planta em relação ao potássio; T3) dose de ARS de 170 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, segundo à necessidade da planta em relação ao fósforo; T4) dose de ARS de 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> determinada pela lei estadual, Instrução Normativa n.11 da Fundação do Meio Ambiente de SC Instrução Normativa (FATMA, 2004a); T5) dose de ARS de 50 m<sup>3</sup>/ha mais AQ.

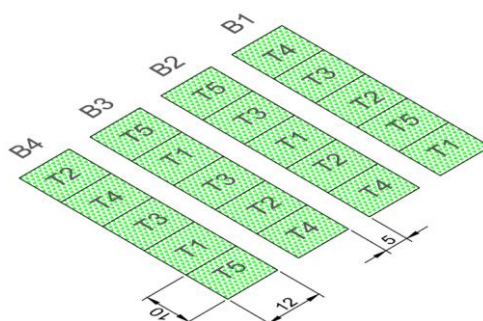


Figura 1. Modelo de disposição dos tratamentos

### 3.2 AMOSTRAGENS DE SOLO

As amostragens foram realizadas em todas as parcelas do experimento, antes do cultivo e após a colheita de cada cultura, com a finalidade de monitorar possíveis alterações nos atributos físicos e químicos do solo.

As amostras para as análises físicas do solo foram retiradas em trincheiras, com dimensões de 50 x 50 x 50 cm de largura, comprimento e profundidade, respectivamente, em todas as parcelas do experimento. Foi aberta uma trincheira por parcela, tendo sido retirados dois tipos distintos de amostras dentro das trincheiras. As primeiras amostras foram retiradas utilizando anéis volumétricos em três profundidades (0 – 5 cm, 5 – 15 cm e 15 – 30 cm) para quantificação da macro e microporosidade do solo e sua densidade. Também foram retirados blocos indeformados nas mesmas profundidades, com a finalidade de analisar a estabilidade dos agregados via úmido, posteriormente.



Figura 2. Amostragem física do solo.

A quantificação da macro e micro porosidade do solo utilizando as amostras coletadas nos anéis foi realizada na mesa de tensão. No laboratório, inicialmente, a parte inferior das amostras de solo no anel volumétrico foram protegidas um disco de pano permeável e são colocadas em uma bandeja com água até a metade da altura do anel para saturar durante um período. Em seguida, as amostras foram retiradas da água, deixando-se escorrer um pouco, e pesadas (P1) e colocadas sobre a mesa de tensão (abaixando-se o frasco de nível para o nível

de sucção correspondente a 60 cm de altura de coluna d'água, onde permanecem por 24 horas). A mesa de tensão retira a água dos macroporos (poros com diâmetro  $\varnothing \geq 0,05$  mm). Após esse período, as amostras foram novamente submetidas à pesagem (P2) e depois levadas à estufa a 105°C por 24 h e pesadas novamente (P3). Com os pesos, procede-se com os cálculos, obtendo-se o volume de macro e microporos contidos nas amostras.

$$\text{MACROPOROSIDADE} = (P1 - P2) \times 100/V$$

e

$$\text{MICROPOROSIDADE} = (P2 - P3) \times 100/V$$

Onde:

P1 = peso do solo saturado com água (em g);

P2 = peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna d'água (em g);

P3 = peso da amostra seca em estufa a 105°C (em g);

V = volume do cilindro.

Para as análises de estabilidade de agregados, os blocos indeformados passaram por peneiramento em um conjunto de peneiras agitadas por vibrador mecânico por 15 minutos, para separar os diferentes tamanhos de agregados. Após esse tempo, as amostras retidas na peneira de 2 mm foram utilizadas para as análises via úmido.

De cada amostra peneirada, foi retirada uma sub – amostra, de 30 g com determinação da umidade residual, para correção dos resultados. Para as análises da estabilidade dos agregados via úmido, foram utilizados os agregados que passaram pela peneira de 4,74 mm e ficaram retidos na peneira de 2 mm, cada amostra foi dividida em duas repetições, A e B, de 30 g cada e umidificadas lentamente, com auxílio de um borrifador. Após isso as amostras foram levadas para o peneiramento, em jogo de peneiras de 2,1, 0,50 e 0,10 mm em água por 15 minutos, através do aparelho oscilador mecânico “Yoder”. Os agregados contidos em cada peneira foram transferidos para latas de alumínio e levadas para estufa em 105 °C durante 24 horas (EMBRAPA., 1997).

### **3.2.1 Amostragem e Análise Química do Solo**

As amostras para as análises químicas do solo foram retiradas com o auxílio de um trado amostrador. As amostras foram retiradas em duas profundidades diferentes (0 – 20 cm e 20 a 40 cm), sendo que cada amostra foi composta de cinco sub - amostras retiradas aleatoriamente dentro de cada parcela. Após as coletas, as amostras foram colocadas para secar à sombra durante 15 dias, para reduzir ao máximo a umidade das amostras de solo para realizar as análises

As análises realizadas tiveram como finalidade a obtenção de valores de algumas variáveis químicas do solo como: Cálcio, Magnésio, Fósforo, Potássio, Alumínio e pH do solo, antes e após a aplicação das diferentes doses da ARS.

Os teores de Cálcio e Magnésio foram determinados por espectroscopia de absorção atômica, e o Potássio por fotometria de emissão de chama e os teores de Fósforo foram determinados por calorimetria, pelo método azul-molibdato (CLAESSEN., 1997).

### **3.3 Semeadura e Controle de Pragas**

As semeaduras dos dois cultivos foram realizadas mecanicamente utilizando semeadora pantográfica Victória 4500 da Stara<sup>®</sup> de 11 linhas para soja no espaçamento de 45 cm e 9 linhas para o milho no espaçamento de 90 cm. As culturas foram conduzidas sob sistema de semeadura direta.

O controle de pragas e plantas daninhas foi realizado da forma convencional, com a aplicação de fungicidas e herbicidas, quando necessário, aplicados com o auxílio de um pulverizador auto propelido Gladiador da Stara.

### **3.4 Água Residuária de Suinocultura**

A água residuária de suinocultura utilizada no experimento foi proveniente de uma criação de suínos na fase de terminação da própria fazenda onde o experimento foi conduzido. Na propriedade existe um sistema de tratamento dos resíduos que constam de 3 tanques de decantação. A ARS foi coletada do último tanque. Uma amostra dessa ARS foi analisada em laboratório para determinação das propriedades físico químicas (Tabela 1).



**Tabela 1.** Análise da água residuária coletada no ultimo tanque dos três tanques de decantação da fazenda.

Análise de Dejeito Líquido de Suíno													
	$NO_3^-$	$NH_4^+$	P	K	Na	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	SDI	PH
Amostra	$Mg.L^{-1}$												
1	85	577	230	74	442	94	89	9	39	9	8	2137	7,5
2	81	566	229	62	421	86	81	9	35	8	8	2097	7,5
3	89	589	237	81	433	97	92	9	38	9	9	2144	7,5

**Tabela 2.** Quantidade de nutriente proveniente de dejeito suíno disponibilizada por tratamento.

Tratamentos	P (g)	K (g)	Na (g)	Ca (g)	Mg (g)
T2	3564	979	6636	1418	1341
T3	473	148	881	188	178
T4 e T5	139	43	259	55	52

### 3.4.1 Aplicação das Doses de Água Residuária de Suinocultura

As aplicações das diferentes doses de ARS foram realizadas manualmente com o auxílio de recipientes plásticos de 20 litros (Figura 4). Os tratamentos com menores doses foram feitas em uma única aplicação (T3, T4 e T5). O tratamento que teve dose elevada de ARS (T2) teve sua aplicação dividida em três etapas. A primeira aplicação ocorreu após o plantio, a segunda uma semana após e a terceira aplicação foi realizada uma semana após a segunda aplicação.



Figura 4. Aplicação da ARS.

### 3.5 Variáveis Avaliadas

Para determinação da produtividade final de grãos da soja foram colhidas todas as plantas de uma área útil de 9 m<sup>2</sup>, que corresponde a quatro ruas com 0,45 m de espaçamento e 5 m de comprimento, no meio de cada parcela.

Para avaliação das demais variáveis (altura de planta, número de vagens, altura de inserção da primeira vagem) foram colhidas 10 plantas aleatoriamente em cada parcela.

A colheita foi realizada manualmente em uma área de 10 m<sup>2</sup> a fim de não obter nenhum tipo de perda mecânica. Depois de realizada a colheita, a soja com a finalidade de análise de produtividade, foi conduzida ao processo de trilha. A trilhagem foi realizada com o auxílio de uma trilhadeira mecânica, acoplada a tomada de potência do trator. Após a trilha e limpeza dos grãos, foi feita a obtenção da massa de grãos colhidos com o auxílio de uma balança eletrônica e a umidade em que os mesmos se encontravam através do determinador de umidade. Determinado o teor de água do grão, foi feito um ajuste na massa de grão para um teor de água de 14%.

Para a avaliação da produtividade do milho a área útil colhida foi de 10 m<sup>2</sup>, no meio de cada parcela, e para as variáveis morfológicas (altura de planta e relação palha/grão), foram colhidas 5 plantas aleatoriamente em todas as parcelas.

Os resultados foram avaliados estatisticamente pelo programa ASSISTAT (Assistência Estatística), o teste realizado foi o de tukey a 5% de probabilidade.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÕES

### 4.1 Atributos Químicos do Solo

Em todos os tratamentos observou-se redução do pH depois dos dois cultivos (soja e milho).Entretanto, somente os tratamentos com maiores doses de ARS, apresentaram diferenças significativas, comparando antes e depois das aplicações. No perfil mais superficial (0-20) o pH diminuiu em torno de 0,30, em média (Figura 3 A). O mesmo foi observado para a camada mais profunda, com valores um pouco maiores (Figura 3 B). A testemunha (aplicação química apenas) observou-se menor variação no pH. Esses resultados indicam que a aplicação de ARS não afeta o pH do solo nas doses utilizadas nessa pesquisa. Resultados obtidos neste trabalho corroboram com os obtidos por Peles (2007) e Caviolla et al. (2016) que não observaram variações significativas nos valores de pH do solo para doses de ARS (0, 30, 60 e 90 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Porém Lourenzi et al. (2016) observaram aumento do pH do solo após sucessivas aplicações de composto orgânico de dejetos líquido de suíno nas camadas mais superficiais.

**Tabela 03.** Comparação dos atributos químicos do solo, antes e depois da aplicação de ARS para a profundidade de 0 – 20 cm.

Tratamentos	pH	Ca	Mg	P	K	Al	SB	T	V%	
T1	Antes	4,83aA	2,56aB	1,54aB	23,95aA	0,32aA	0,30aA	4,40aB	7,70aB	57,53aB
	Depois	4,57aA	8,77aA	2,32aA	8,75 aB	0,19aB	0,18 aA	11,28aA	13,50aA	83,26aA
T2	Antes	4,76aA	3,17aB	1,52 aA	27,13 aA	0,41aA	0,39 aA	4,88aB	8,41aB	57,20aB
	Depois	4,37aB	7,93aA	2,13 aA	10,36 aB	0,42aA	0,27 aA	10,45 aA	12,80aA	81,76aA
T3	Antes	4,91aA	4,21aA	1,20 aB	25,63 aA	0,36aA	0,21 aA	5,77 aA	8,89aA	62,75aB
	Depois	4,40aB	8,10aB	2,10 aA	21,43 aA	0,42aA	0,24 aA	10,53 aA	13,03aA	81,23aA
T4	Antes	4,79aA	2,93aB	1,32 aB	22,90 aA	0,32aA	0,39 aA	4,97aB	8,19aB	60,23aB
	Depois	4,58aA	8,91aA	2,36 aA	15,21 aA	0,28aA	0,15 aB	11,53aA	13,83aA	83,31aA
T5	Antes	4,81aA	2,80aB	1,43 aA	29,33 aA	0,40aA	0,48 aA	4,63aB	7,68aB	60,03aB
	Depois	4,49aA	7,10aA	2,10 aA	8,52 aB	0,21aA	0,21 aA	9,30aA	11,60aA	80,22aA

Ca, Mg, K, Al, SB e T – Unidade de medida em (cmolc/dm<sup>3</sup>)

P – Unidade de medida em (mg/dm<sup>3</sup>)

Minúscula – Comparação na linha da tabela entre os tratamentos

Maiúscula – Comparação dentro do mesmo tratamento, antes e após a aplicação.

**Tabela 04.** Comparação dos atributos químicos do solo, antes e depois da aplicação de ARS para a profundidade de 20 - 40 cm.

Tratamentos		pH (CaCl)	Ca	Mg	P	K	Al	SB	T	V%
T1	Antes	4,94aA	2,63aB	1,52aA	12,4aA	0,27aA	0,24 aA	4,42aB	7,39aB	59,80aB
	Depois	5,01aA	6,64aA	1,77aA	0,91aB	0,11aA	0,10aB	8,53aA	10,55aA	80,79aA
T2	Antes	5,00aA	2,81aB	1,44aA	19,88aA	0,37aA	0,24aA	4,62aB	7,85aA	58,68aB
	Depois	4,84aA	6,31aA	1,79aA	1,84aB	0,14aB	0,10aB	8,25aA	10,33aA	79,58aA
T3	Antes	5,13aA	2,46aB	1,39aA	17,38aA	0,33aA	0,27aA	4,18aB	7,08aB	59,23aB
	Depois	4,81aA	6,10aA	1,73aA	1,37aB	0,10aB	0,12aA	7,93aA	10,05aA	78,73aA
T4	Antes	5,16aA	3,01aB	1,53aA	16,53aA	0,27aA	0,24aA	4,76aB	7,46aB	63,75aB
	Depois	4,92aB	6,54aA	1,88aA	1,37aB	0,06aB	0,10aB	8,48aA	10,63aA	79,59aA
T5	Antes	5,06aA	4,57aA	1,47aA	14,53aA	0,30aA	0,27aA	6,20aA	8,99aA	66,40aA
	Depois	4,71aB	6,53aA	1,87aA	3,22aB	0,12aB	0,18aA	8,53aA	10,78aA	78,46aA

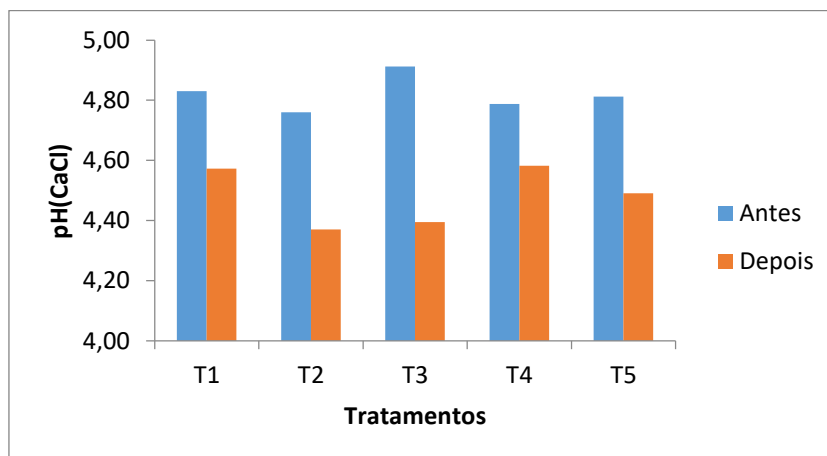
Ca, Mg, K, Al, SB e T – Unidade de medida em (cmolc/dm<sup>3</sup>)

P – Unidade de medida em (mg/dm<sup>3</sup>)

Minúscula – Comparação na linha da tabela entre os tratamentos

Maiúscula – Comparação dentro do mesmo tratamento, antes e após a aplicação.

A



B

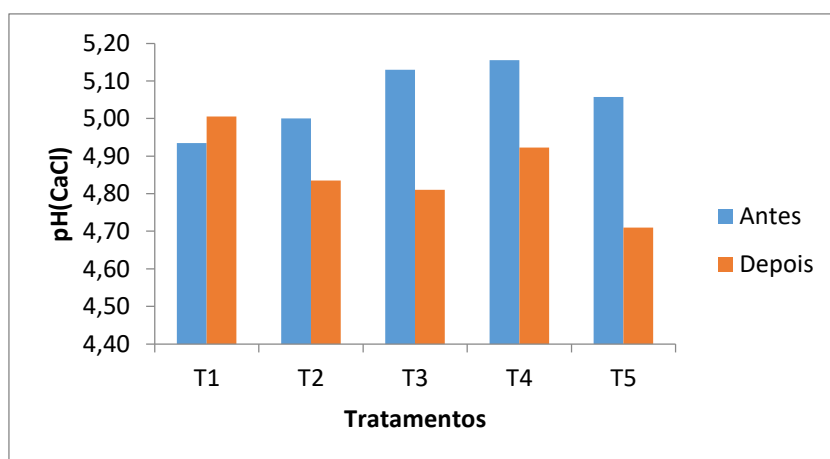
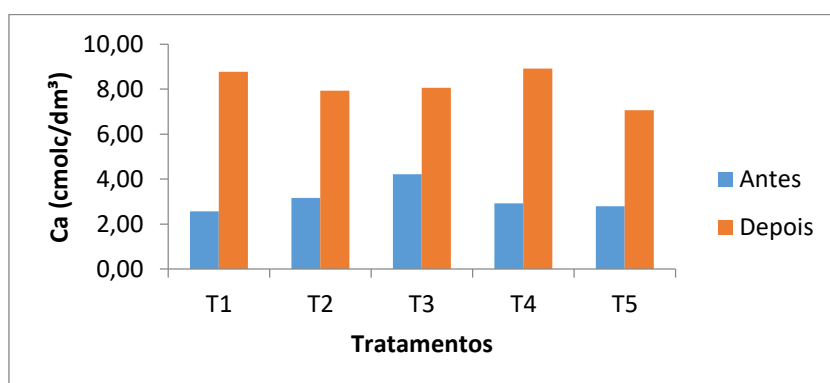


Figura 3 – pH na profundidade 0 – 20 cm (A) e pH na profundidade 20 – 40 cm (B)

Observou-se aumento nos teores de cálcio após os dois cultivos em todos os tratamentos, nas duas profundidades analisadas. Como não se observou diferenças entre os tratamentos, indica que as aplicações de ARS não tiveram efeito sobre esse aumento. Os resultados observados corroboram com pesquisas que constataam aumento dos teores de cálcio com a aplicação de ARS. Bosco et al. (2008) constataram aumento nos teores de 288 mg L<sup>-1</sup> para 558 mg L<sup>-1</sup> na camada de 0-30 cm, em um Latossolo Roxo distroférrico na região oeste do Paraná, que recebeu aplicação durante oito anos consecutivos, de ARS, a uma taxa de 99 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; neste solo eram cultivados milho na safra de verão e trigo e milho safrinha, na safra de inverno. Maior retenção do elemento Ca<sup>2+</sup> no solo também foi observada por Melo *et al.* (2006). Entretanto, os resultados discordam das pesquisas ao não encontrar diferenças nos tratamentos com aplicação de ARS e com adubação química.

A



B

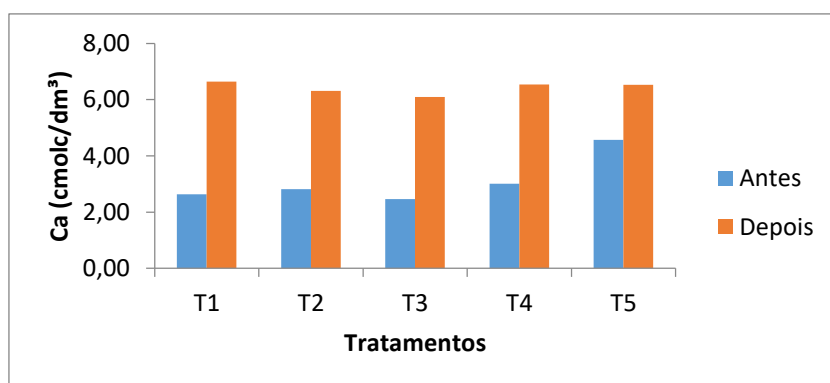
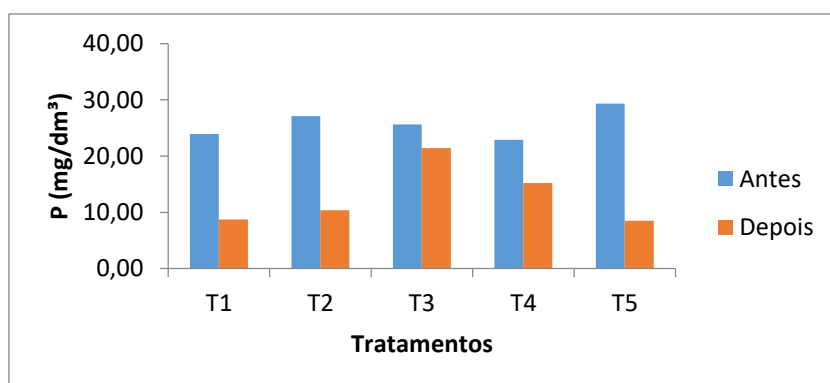


Figura 4. (A) Cálcio no perfil do solo na profundidade de 0 – 20 cm. (B) Cálcio no perfil do solo na profundidade de 20 – 40 cm.

Os teores de fósforo diminuiram após os dois cultivos nas duas profundidades em todos os tratamentos. Sendo que, não se observou diferenças entre os tratamentos. Porém, em comparação entre antes e após as aplicações de ARS, os tratamentos T1, T2 e T5 apresentaram diferenças significativas a 0 – 20 cm de profundidade, T3 e T4 não diferiram estatisticamente na mesma profundidade, já na maior profundidade, todos os tratamentos diferiram estatisticamente, quando comparando antes e após as aplicações. O teor médio de P diminuiu de 25,79 para 12,85 mg/dm<sup>3</sup>, após os dois cultivos, na camada 0-20 cm (Figura 05) e 16,14 para 1,74 mg/dm<sup>3</sup>, para a camada de 20-40 cm (Figura 06). Vale ressaltar, que nos tratamentos com aplicação de ARS, a redução foi menor, embora não significativa. Os resultados encontrados neste trabalho não estão de acordo com Prior (2008) e Berwanger (2006), que verificaram aumento na concentração de fósforo no solo em função do aumento da aplicação de taxas de ARS. Os resultado também divergem do encontrados por Cabral et al (2011), que observou o aumento nos teores do P com a aplicação da ARS.

A



B

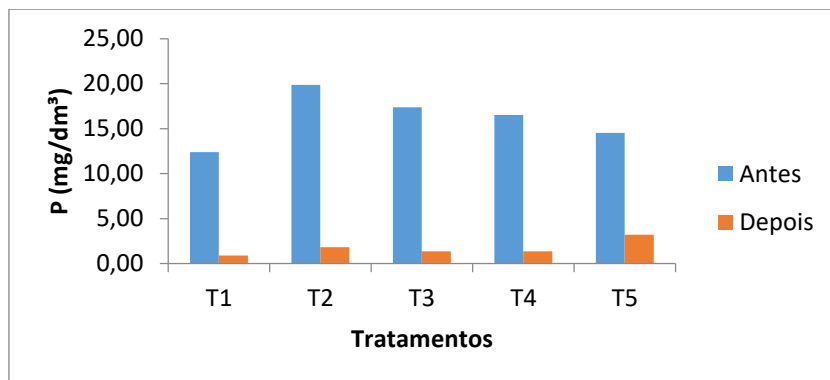
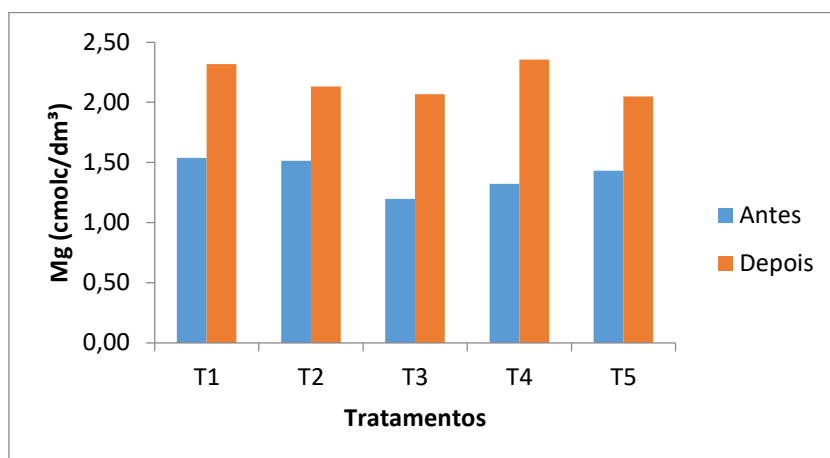


Figura 5. (A) Fósforo no perfil do solo na profundidade de 0 – 20 cm. (B) Fósforo no perfil do solo na profundidade de 20 – 40 cm.

Observou-se aumento significativo no teor de  $Mg^{2+}$  nas duas camadas de solo após os dois cultivos. Entretanto, não se verificou diferenças estatísticas entre os tratamentos. Comparando antes e depois da aplicação, dentro de cada tratamento, observou diferenças estáticas somente nos tratamentos T1, T3 e T4 na camada mais superficial, os demais não apresentaram diferenças estatísticas, em ambas as profundidades estudadas.

O aumento dos teores de  $Mg^{2+}$  após a aplicação corrobora com os obtidos por Freitas *et al.* (2004). Mas são discordantes dos obtidos por Queiroz *et al.* (2004). Os autores verificaram em cultivo de quatro espécies forrageiras, utilizando ARS que os teores de magnésio no solo diminuiram com após o cultivo das forrageiras, indicando que as extrações desses elementos pelas plantas foram em quantidades maiores que as adicionadas pela ARS.

A



B

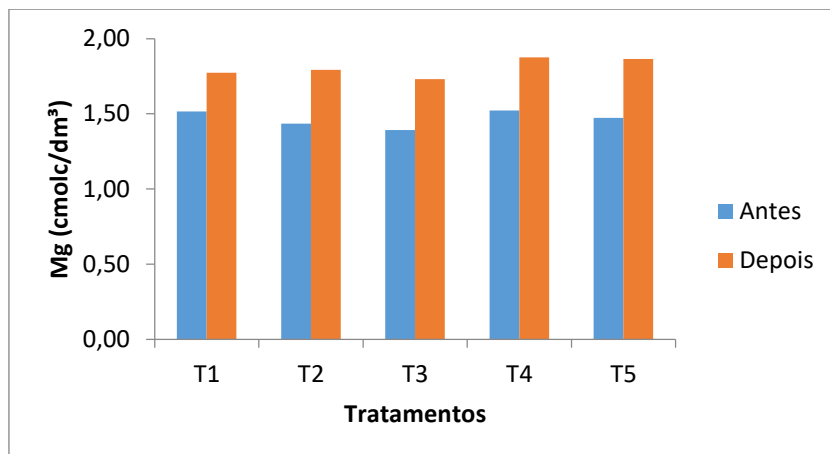
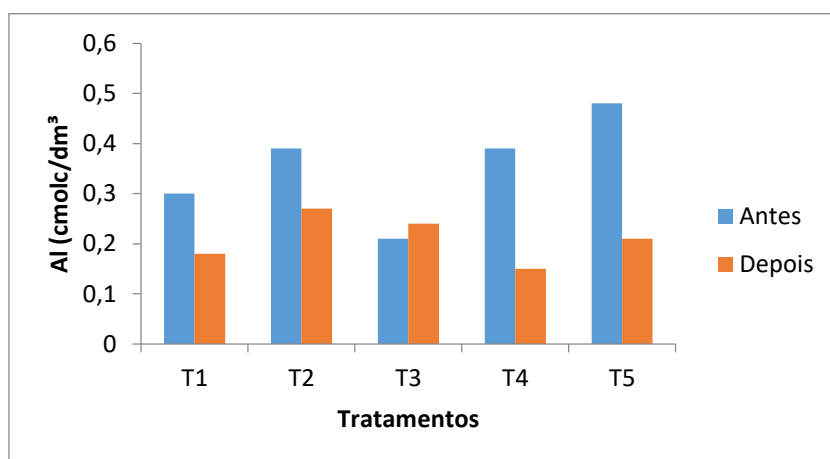


Figura 6. (A) Magnésio no perfil do solo na profundidade de 0 -20 cm. (B) Magnésio no perfil do solo na profundidade de 20 – 40 cm.

Observou-se diminuição do alumínio no solo após os cultivos. Mas não houve diferenças entre os tratamentos. Entretanto, os tratamentos T1, T2 e T4, na maior profundidade, apresentaram diferenças significativas, comparando o antes e depois das aplicações, dentro dos tratamentos, o mesmo ocorreu para o tratamento T4, na camada mais superficial. Os resultados que corroboram com os obtidos por Bosco et al. (2008), que observaram diminuição da concentração de alumínio nas camadas de 0-30 e 30-60 cm, quando foi aplicada ARS.

A





B

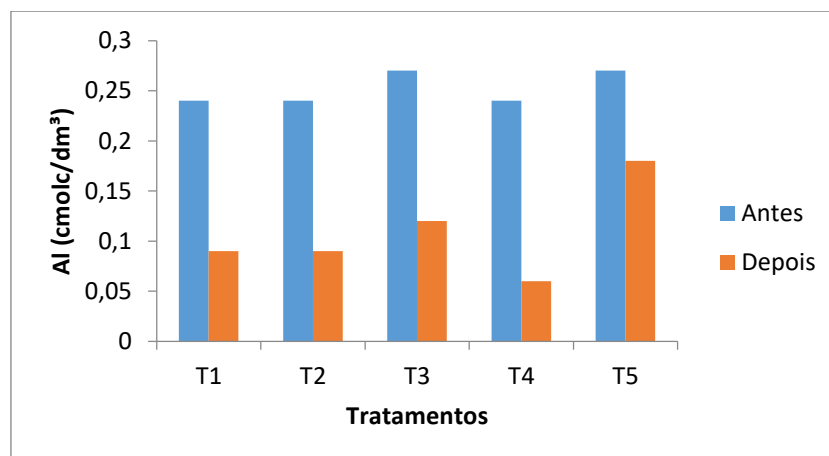
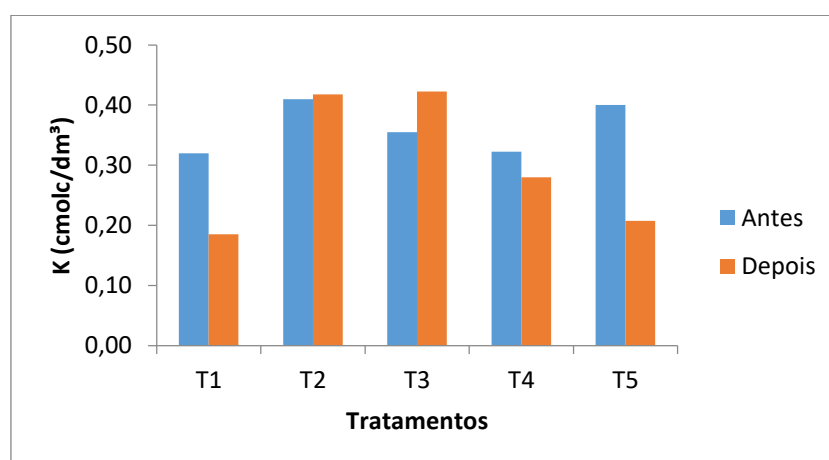


Figura 7. (A) Alumínio no perfil do solo na profundidade de 0 – 20 cm. (B) Alumínio no perfil do solo na profundidade 20 – 40 cm.

Com relação ao potássio, não houve alterações significativas entre os tratamentos. Entretanto, comparando – se o antes e depois das aplicações, o tratamento T1 apresentou diferença significativa, na camada mais superficial, o mesmo foi observado para os T2, T3, T4 e T5, na camada mais profunda, houve diferenças significativas na diminuição do elemento. Essa tendência provavelmente não se deva a aplicação da ARS, pois no tratamento testemunha também ocorreu essa diminuição. Isso se deve a lixiviação desse elemento que é facilmente carregado para as camadas mais profundas. Resultado discordante do observado por Freitas et al. (2004), que registraram aumento na concentração de K na camada de 0-50 cm de 5,1 para 143,1 mg L<sup>-1</sup> após aplicação de ARS.

A



B

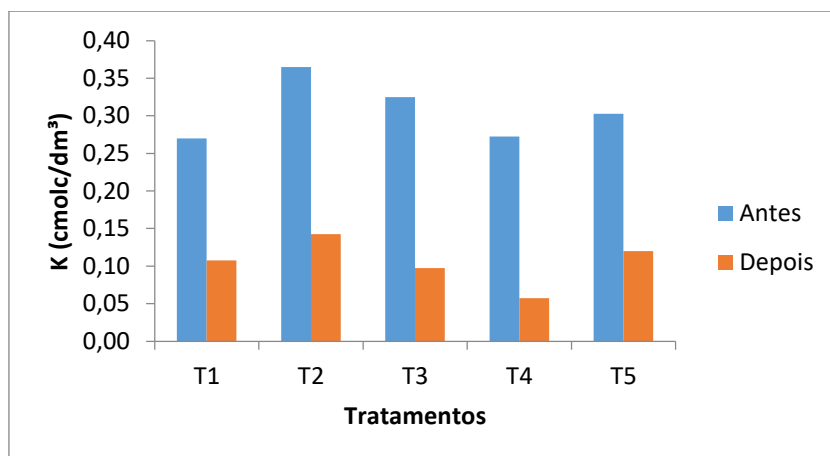
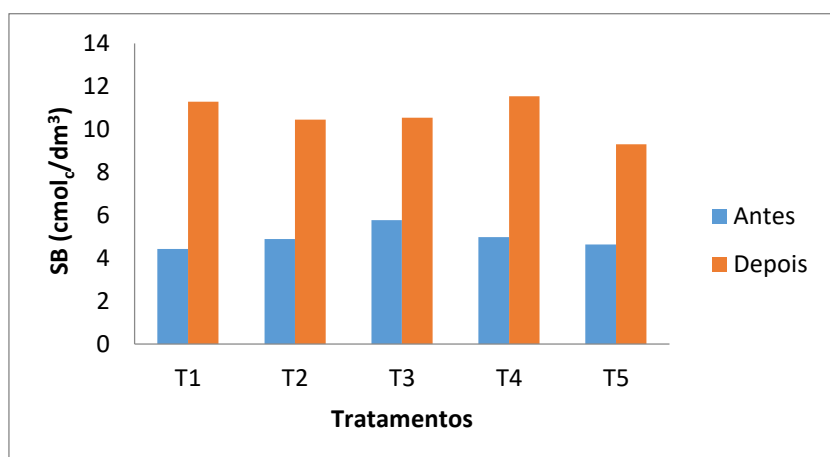


Figura 8. (A) Potássio no perfil do solo na profundidade de 0 – 20 cm. (B) Potássio no perfil do solo na profundidade de 20 – 40 cm.

Com bases nas análises estatísticas, não houve diferenças significativas, comparado – se os tratamentos, antes e depois da aplicação da ARS, para as SB e V%. Mas comparando os resultados das análises, antes e após as aplicações de ARS, nota – se melhora nos resultados desses elementos. Resultados que estão de acordo com os encontrados por (SARAIVA et al., 2007), que observou - se aumento nesses atributos, indicando que os efeitos de ARS podem ser positivos e acumulativos ao longo do tempo. Resultados semelhantes também foram encontrados por (PRIOR et al., 2015), que observaram melhora nos parâmetros químicos do solo, cultivados com soja e milho.

A



B

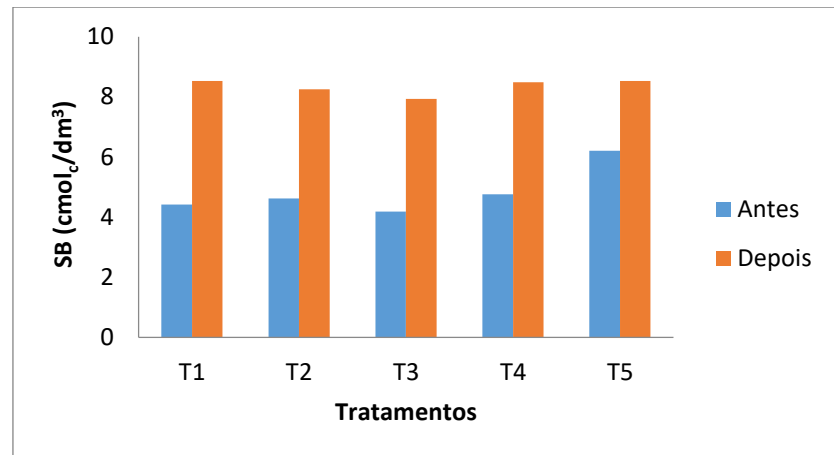
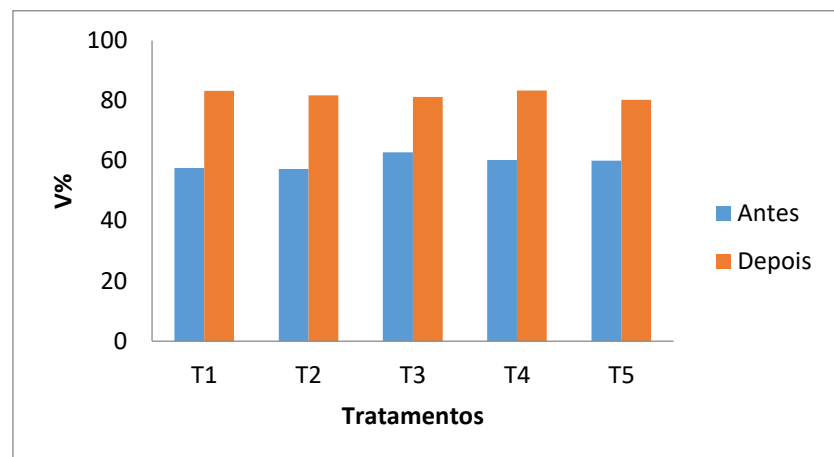


Figura 9. (A) Soma de Bases no perfil do solo na profundidade de 0 – 20 cm. (B) Soma de Bases no perfil do solo na profundidade de 20 – 40 cm.

A



B

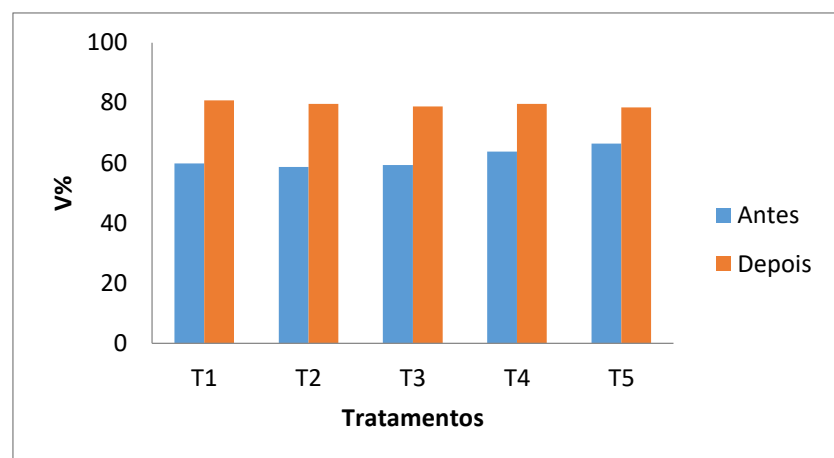


Figura 10. (A) Saturação por Bases no perfil do solo na profundidade de 0 – 20 cm. (B) Saturação por Bases no perfil do solo na profundidade de 20 – 40 cm.

## 4.2 Parâmetros Físicos do Solo

Antes e após a aplicação dos tratamentos os valores do Diâmetro Médio Geométrico (DMG) no perfil do solo não foram diferentes estatisticamente, para todas as profundidades estudadas, demonstrando que a agregação do solo não foi influenciada pelas doses de ARS. Resultados corroboram como os apresentados por Sandra A. A. Agne & Vilson A. Klein (2014), que não encontraram diferenças significativas no DMG do solo, após quatro anos de aplicação de dejetos líquidos de suínos. Arruda et al. (2010), observaram redução da estabilidade de agregados em experimento quando da aplicação de doses crescentes de efluentes ( $50$  e  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), em sistema de plantio direto.

**Tabela 05.** Comparação dos parâmetros físicos do solo, antes e depois da aplicação de ARS para a profundidade de 0 – 5 cm.

Tratamentos	DMG (mm)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Macroporosidade %	Microporosidade %	
T1	Antes	1,95 ab A	1,41 a A	10,43 a A	46,02 a A
	Depois	2,05 a A	1,36 a A	8,62 a A	40,72 a B
T2	Antes	2,17 ab A	1,50 a A	12,10 a A	41,67 a A
	Depois	2,40 a A	1,51 a A	6,75 a A	44,15 a A
T3	Antes	2,60 a A	1,46 a A	11,02 a A	44,94 a A
	Depois	2,15 a A	1,45 a A	7,25 a A	42,30 a A
T4	Antes	2,14 ab A	1,40 a A	11,83 a A	45,53 a A
	Depois	2,28 a A	1,46 a A	6,15 a A	42,44 a A
T5	Antes	1,81 b A	1,35 a A	11,06 a A	35,62 a A
	Depois	2,06 a A	1,55 a A	6,35 a A	45,22 a A

Minúscula – Comparação na linha da tabela entre os tratamentos

Maiúscula – Comparação dentro do mesmo tratamento, antes e após a aplicação.

**Tabela 06.** Comparação dos parâmetros físicos do solo, antes e depois da aplicação de ARS para a profundidade de 5-15 cm.

Tratamentos	DMG (mm)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Macroporosidade %	Microporosidade %	
T1	Antes	1,86 a A	1,51 a A	5,40 a A	41,69 a A
	Depois	1,92 ab A	1,49 a A	7,34 a A	43,75 a A
T2	Antes	1,70 a A	1,52 a A	8,73 a A	44,23 a A
	Depois	2,09 a A	1,36 a A	8,02 a A	42,36 a A
T3	Antes	1,90 a A	1,60 a A	4,93 a A	47,32 a A
	Depois	1,84 ab A	1,32 a A	5,86 a A	40,59 a A
T4	Antes	1,91 a A	1,51 a A	14,79 a A	41,17 a A

T5	Depois	1,84 ab A	1,38 a A	9,20 a A	41,85 a A
	Antes	1,62 a A	1,41 a A	6,53 a A	47,58 a A
	Depois	1,66 b A	1,41 a A	9,07 a A	42,66 a A

Minúscula – Comparação na linha da tabela entre os tratamentos

Maiúscula – Comparação dentro do mesmo tratamento, antes e após a aplicação.

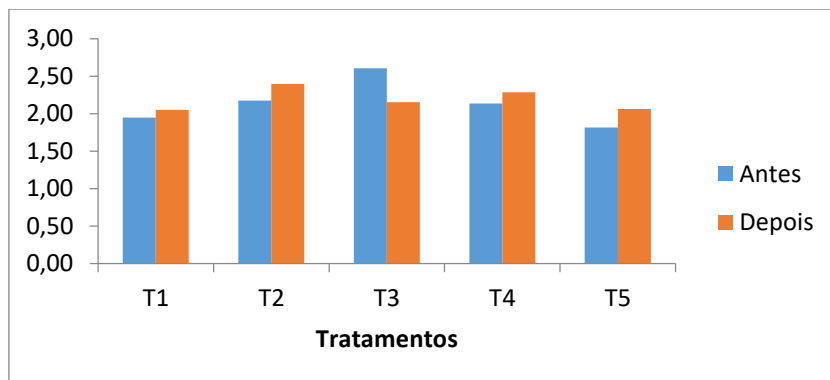
**Tabela 07.** Comparação dos parâmetros físicos do solo, antes e depois da aplicação de ARS para a profundidade de 15-30 cm.

Tratamentos		DMG (mm)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Macroporosidade %	Microporosidade %
T1	Antes	1,70 a A	1,45 a A	9,42 a A	46,08 a A
	Depois	1,74 a A	1,26 a A	11,06 a A	42,93 a A
T2	Antes	1,71 a A	1,40 a A	7,94 a A	48,85 a A
	Depois	1,78 a A	1,33 a A	9,13 a A	44,70 a A
T3	Antes	1,74 a A	1,36 a A	11,24 a A	45,90 a A
	Depois	1,96 a A	1,36 a A	10,12 a A	44,34 a A
T4	Antes	1,89 a A	1,38 a A	9,67 a A	44,63 a A
	Depois	1,53 a A	1,29 a A	9,83 a A	42,90 a A
T5	Antes	1,68 a A	1,39 a A	9,66 a A	45,53 a A
	Depois	1,92 a A	1,25 a A	8,76 a A	42,65 a A

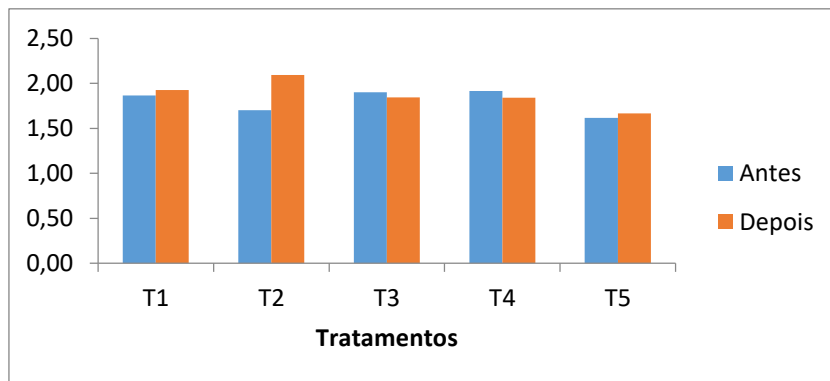
Minúscula – Comparação na linha da tabela entre os tratamentos

Maiúscula – Comparação dentro do mesmo tratamento, antes e após a aplicação.

A



B



C

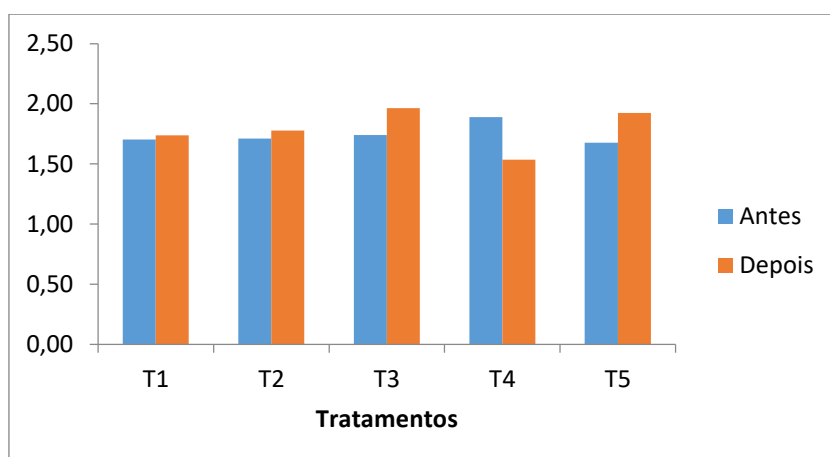
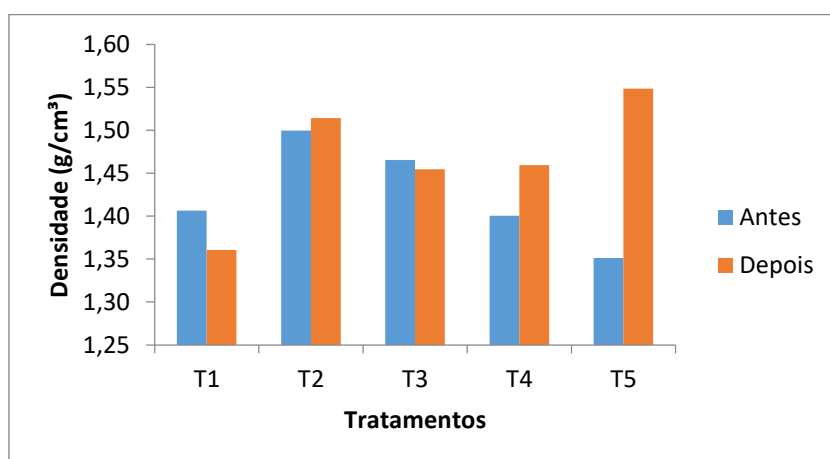


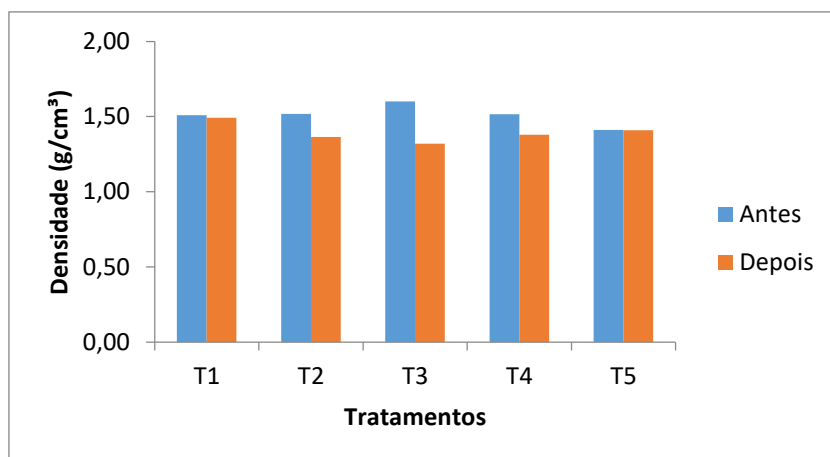
Figura 11. (A) Diâmetro médio geométrico dos agregados na profundidade de 0 – 5 cm. (B) Diâmetro médio geométrico dos agregados na profundidade de 5 – 15 cm. (C) Diâmetro médio geométrico dos agregados na profundidade de 15 – 30 cm.

A densidade do solo não apresentou diferenças, para todas as profundidades acompanhadas após as duas aplicações de ARS. Resultados estão de acordo com os entrados por Dortzbach (2009) e (AGNE et al., 2014), que não observaram influencia da ARS na densidade do solo.

A



B



C

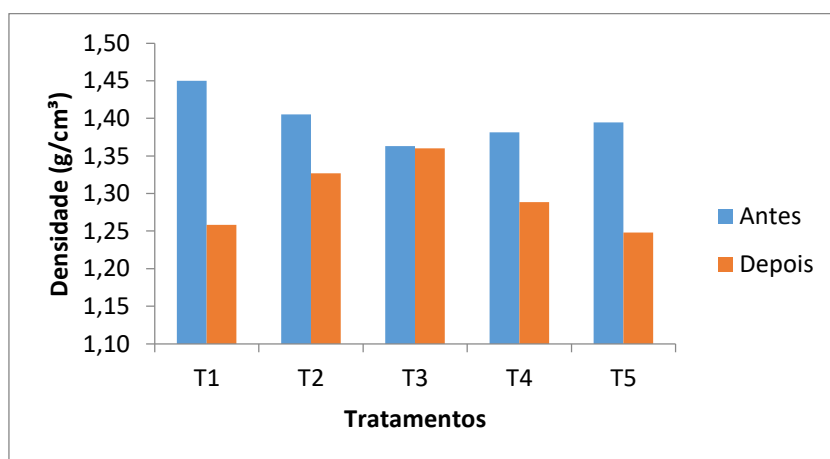
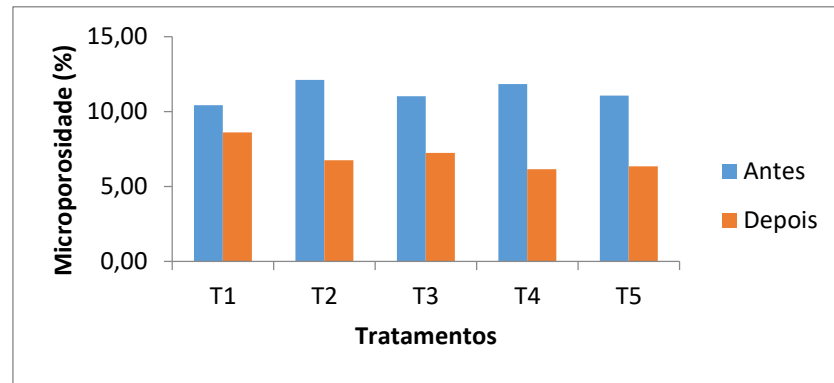


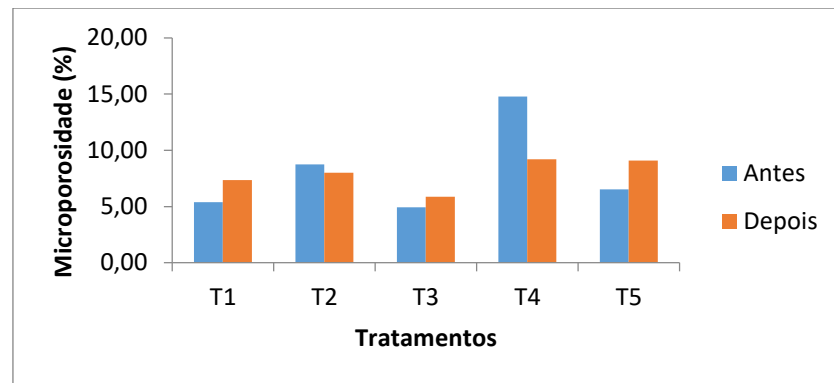
Figura 11. (A) Densidade do solo na profundidade de 0 – 5 cm. (B) Densidade do solo na profundidade de 5 – 15 cm. (C) Densidade do solo na profundidade de 15 – 20 cm.

Não foram encontradas diferenças estatísticas na macroporosidade do solo, antes e após a aplicação da ARS, comparando as diferentes doses de água residuária aplicadas. Houve uma diminuição na macroporosidade do solo na camada mais superficial, comparando – se o antes e depois da aplicação, mas na média geral, não houve variação significativa na porcentagem de macroporos após as duas aplicações. Resultados estão de acordo com os encontrados por Arruda et al. (2010), que não observaram alterações na macroporosidade de um Latossolo Vermelho distroférico, com aplicação das laminas 50, 100 e 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

A



B



C

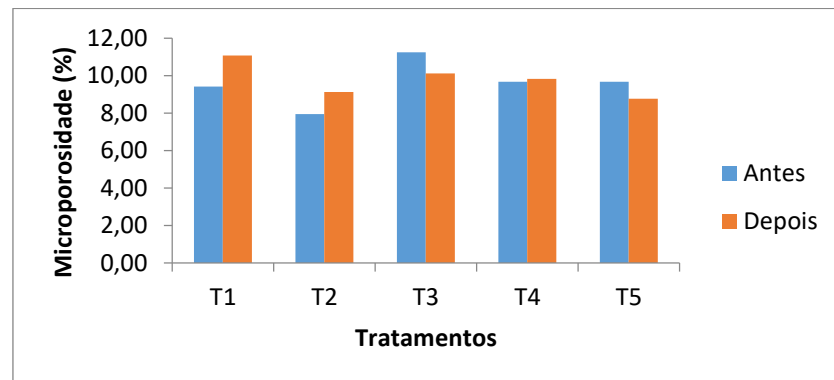


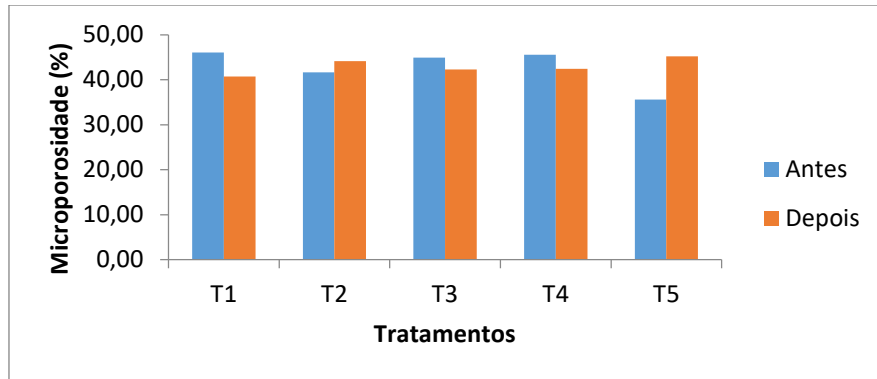
Figura 12. (A) Microporosidade na camada de 0 – 5 cm. (B) Microporosidade na camada de 5 – 15cm. (C) Microporosidade na camada de 15 – 30 cm.

Os valores da microporosidade não diferiram entre os tratamentos antes e após a aplicação da ARS. Comparando antes e depois das aplicações de ARS, as variações observadas foram de pequena magnitude. Arruda et al. (2010) não constataram alterações

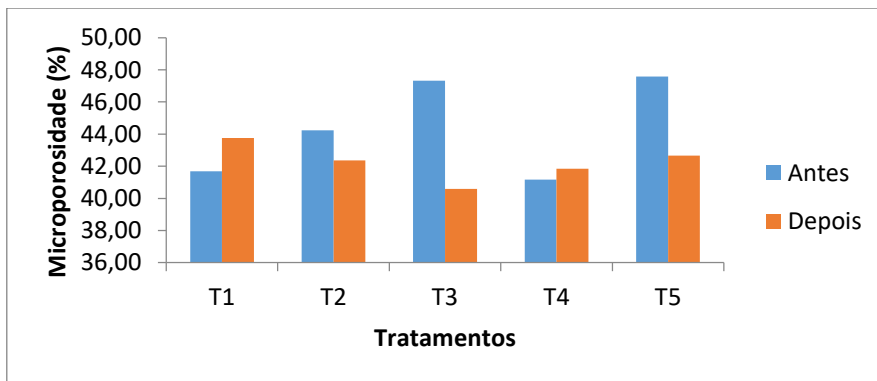


significativas nos volumes de microporos de um Latossolo Vermelho Distroférico, após a aplicação das doses de 50, 100 e 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

A



B



C

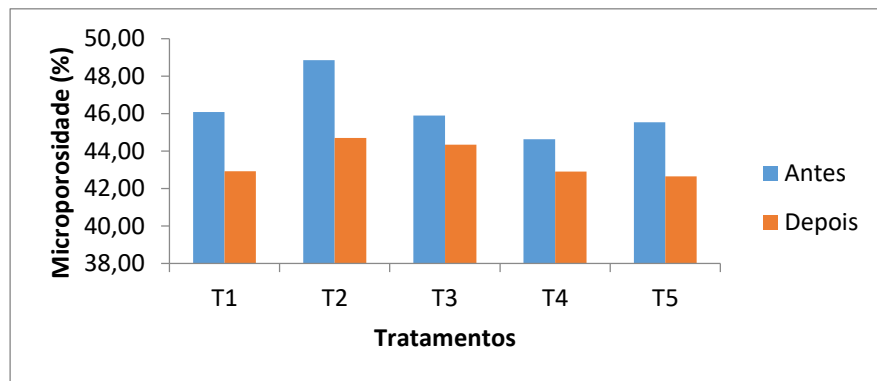


Figura 13. Microporosidade na camada de 0 – 5 cm. (B) Microporosidade na camada de 5 – 15 cm. (C) Microporosidade na camada de 15 – 30 cm.

### 4.3 Parâmetros Produtivos das Plantas

Para cultura da soja, não se observou diferenças quanto a produtividade de grãos entre os tratamentos. Mostrando assim que todas as doses de ARS aplicadas foram adequadas para fornecer nutrientes suficientes para a obtenção de boas produtividades de grãos. Resultados semelhantes foram obtidos para os demais parâmetros avaliados na colheita (altura de planta, altura da inserção da primeira vagem e número de vagens). Resultados parecidos foram encontrados por Kessler (2012), que mostrou que a adubação com ARS na cultura da soja, pode ser uma forma de fertilização alternativa, mantendo a produtividade.

**Tabela 08.** Produtividade, altura de planta, altura da primeira vagem, número de vagens para a soja em relação aos tratamentos.

Tratamentos	Produtividade (kg/ha)	Altura de Planta (m)	Altura da Primeira Vagem (cm)	Nº de Vagens
T1	3061,9 a	1,04 b	17,3 a	48,9 a
T2	3024,4 a	1,16 a	18,3 a	55,0 a
T3	2916,6 a	1,10 ab	18,5 a	45,7 a
T4	3067,7 a	1,05 b	19,5 a	47,4 a
T5	2883,7 a	1,07 b	16,9 a	53,0 a
<b>Média</b>	2990,87	1,08	18,08	50,00
<b>CV%</b>	5,70	3,56	7,75	12,05
<b>DMS</b>	384,12	0,09	3,16	13,58

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem.

Para a produtividade da cultura do milho, observou-se diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade. As maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos que receberam aplicação de ARS. Tendo maior destaque para os resultados obtidos em T2, que foi aplicado a maior dose de ARS com produtividade 8,3% superior ao tratamento testemunha. Resultados estão de acordo com os encontrados por Prior (2008), que observou aumento na produtividade do milho, com a aplicação da maior dose de ARS estudada. O mesmo foi observado por Freitas (2001), que trabalhando com a cultura do milho, em formas de aplicação de ARS, verificou que a maior produtividade foi para a maior aplicação de ARS.

Para a altura de plantas, não diferiram estatisticamente, a nível de 5% de probabilidade, através do teste de Tukey. Resultados discordantes dos encontrados por Cesarino (2006), que encontrou maiores valores para altura de planta em milho fertirrigado com água residuária de suinocultura.

**Tabela 09. Parâmetros Produtivos do Milho**

<b>Tratamentos</b>	<b>Produtividade (Kg/ha)</b>	<b>Altura de Planta (m)</b>	<b>Relação Palha/Grão</b>
<b>T1</b>	6526,000 b	1,8250 a	2,9100 a
<b>T2</b>	7126,500 a	1,8625 a	3,2525 a
<b>T3</b>	6525,500 b	1,7175 a	3,4600 a
<b>T4</b>	6661,250 ab	1,7500 a	3,1575 a
<b>T5</b>	6670,000 ab	1,8425 a	2,8820 a
<b>Média</b>	6703,25	1,80	3,13
<b>CV%</b>	3,86	11,23	14,88
<b>DMS</b>	583,05	0,45	1,05

## 5 CONCLUSÃO

1. Quanto aos atributos químicos do solo, as duas aplicações de ARS, havendo aumento positivo no teor de Mg e Ca, e houve diminuição nos teores de Al, P, K, após as aplicações, e uma melhora na SB e V% e CTC.
2. Para os atributos físicos, conclui – se que para mudanças significativas na estrutura do perfil do solo, é necessário maior tempo de aplicação de ARS, pois em solos bem estruturados, as mudanças são lentas.
3. A aplicação de ARS como substituto da fertilização química foi adequada para a obtenção de bons níveis de produtividades de grãos. Na cultura da soja a produtividade dos tratamentos com aplicação de ARS foi similar ao adubado com fertilização química. Enquanto a produtividade da cultura do milho foi até maior nos tratamentos com aplicação de ARS quando comparado com a adubação química.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAMI, M. H. **Transporte de nitrato e fosfato provenientes de águas residuárias em latossolo**. 2003. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)–Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2003.

ARRUDA, C. A. O.; ALVES, M. V.; MAFRA, A. L.; CASSOL, P. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; SANTOS, J. C. P. **Aplicação de dejetos suíno e estrutura de um Latossolo Vermelho sob semeadura direta**. Ciência e Agrotecnologia, v.34, p.804-809, 2010.

BAUMGARTNER, D.; SAMPAIO, S.C.; SILVA, T.R.; VILAS BOAS, M.A. **Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v.27, n.1, p.152-163, 2007.

BELING, R. R. **Anuário brasileiro do milho**. Santa Cruz do sul: Gazeta Santa Cruz, 2007. 136 p.

BERWANGER, A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejetos líquidos de suínos**. Santa Maria: UFSM, 2006. 102p. Dissertação Mestrado

BOSCO; T. C.; IOST; C.; SILVA; L. N.; CARNELLOSI, C. F.; EBERT, D .C.; SCHREINER; J. S.; SAMPAIO, S. C. **Utilização de água residuária de suinocultura em propriedade agrícola - Estudo de caso**. Irriga, v.13, p.139-144, 2008.

CAOVILLA, F.A.; SAMPAIO, S.C.; PEREIRA, J.O.; VILAS BOAS, M.A.; GOMES, B.M.; FIGUEIREDO, A.C. **Lixiviação de nutrientes provenientes de águas residuárias em colunas de solo cultivado com soja**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, p.283-7, 2005. Suplemento.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; VIEIRA, F.C.B.; HERBES, M.G.; MOREIRA, I.C.L.; BERWANGER, A.L. **Dejetos líquidos de suínos: I - perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto**. Ciência Rural, Santa Maria, v.35, n.6, p.1.2961.304, 2005.

CESARINO, R. de O. **Milho fertirrigado com dejetos de suínos para ensilagem**. 2006. Dissertação de Mestrado, Universidade José do Rosário Vellano – UNIFERNAS.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p.

COELHO, A. M.. **Cultivo do milho: Nutrição e adubação**. Comunicado Técnico. Sete Lagoas, n. 44., 2002. Encarte.

CORRÊA, L. B.; CORRÊA, E. K. **Estudo das fontes poluidoras em uma granja produtora de suínos: uma perspectiva de educação ambiental: estudo de caso**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALIZADOS EM SUÍNOS, 11., 2003, Goiânia. Anais... Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2003. p. 447-448.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura.** Química Nova, v.23, p. 4, 2000.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos.** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves e Extensão, 2002. 31 p. (Boletim informativo de pesquisa, 14).

DORTZBACH, D. **Dinâmica de atributos físicos e químicos em solo sob plantio direto adubado com dejetos suínos e uréia.** Florianópolis: UFSC, 2009. 127p. Dissertação Mestrado

EMBRAPA SOLOS **Manual de métodos de análise de solo** 2.a ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de solos, 1997. 212p.

ERTHAL, V.J.T.; FERREIRA, P.A.; MATOS, A.T. *et al.* **Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.5, p.467-477, 2010.

FAMASUL, Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul, **Projeção do Valor Bruto da Produção (VBP) do Setor de Carne para 2012 em Mato Grosso do Sul.**

FATMA - Fundação do Meio Ambiente. Instrução Normativa IN-11. **Portaria Intersetorial nº01/04, de 24.03.2004.** Florianópolis: FATMA, 2004a. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/instrucoes-normativas>. Acesso em: 30-08-2016,

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FANCELLI, A. L.; LIMA, U. A. **Milho: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial.** São Paulo: SICCI; PROMOCET; FEALQ, 1982. 112 p. (Série extensão agroindustrial, 5).

FACTOR, T.L.; Araújo, 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.

FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A. ; PINTO, F. A. ; CECOM, P. R. ; GALVÃO, J. C. C. . **Efeito da aplicação de cinco lâminas de água residuária de suinocultura sobre os parâmetros de produção do milho (Zea mays L.).** In: XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2001, Foz do Iguaçu. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2001.

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

JUAREZ R. CABRAL. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.823–831, 2011.

KIEHL, E. L. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

LOURENZI, CLEDIMAR ROGÉRIO ; SCHERER, ELOI ERHARD ; CERETTA, CARLOS ALBERTO ; TIECHER, Tadeu Luis ; CANCIAN, ADRIANA ; FERREIRA, PAULO ADEMAR AVELAR ; BRUNETTO, Gustavo . **Atributos químicos de Latossolo após sucessivas aplicações de composto orgânico de dejetos líquidos de suínos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Online), v. 51, p. 233-242, 2016.

MARCIANO, C. R; MORAES. S. O; OLIVEIRA. F. C; MATTIAZZO. M. E. **Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo Amarelo saturado e não saturado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 1-9, 2001.

MELO, R. F. **Deslocamento de cátions básicos provenientes a água residuária de mandioca em colunas de solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 456–465, 2006.

KESSLER, N. C. H. **Água residuária de suinocultura associada a adubação mineral em culturas de milho, aveia e soja**. Cascavel, PR: UNIOESTE, 2012. 64p. Dissertação Mestrado

OLIVEIRA, R. A. *et al.* **Influência da aplicação de águas residuárias de suinocultura na capacidade de infiltração de um solo podzólico vermelho-amarelo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 263-267, 2000.

PELES, D. **Perdas de solo, água e nutrientes sob aplicação de gesso e dejetos líquidos de suínos**. Curitiba: UFPR, 2007. 97p. Dissertação Mestrado

PELLISSARI, R. A. Z., SAMPAIO, Sílvia C, GOMES, Simone D. *et al.* **Lodo têxtil e água residuária da suinocultura na produção de mudas de Eucalyptus grandis (W, Hill ex Maiden)**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.29, n.2, p.288-300, abr./jun. 2009.

PERDOMO, C. C. **Alternativas para o manejo e tratamento de dejetos de suínos**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/?/artigos/2001/artigo-2001-n019.html;ano=2001>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

PRIOR, M. **Efeito da água residuária de suinocultura no solo na cultura do milho**. Botucatu: UNESP, 2008. 120p. Tese Doutorado

PRIOR, MARITANE; SAMPAIO, S.C ; NÓBREGA, L. H. P. ; DIETER, J. ; COSTA, M. S. S. de M. . **Estudo da associação de água residuária de suinocultura e adubação mineral na cultura do milho e no solo.** Engenharia Agrícola., Jaboticabal, v. 35, p. 744-755, 2015.

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

RIZZONI , L.B. **Biodigestão Anaeróbia No Tratamento De Dejetos De Suínos.** Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, Garça, Jan 2012.

SANDRA A. A. AGNE & VILSON A. KLEIN. **Matéria orgânica e atributos físicos de um Latossolo Vermelho após aplicações de dejetos de suínos.** Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.7, p.720–726, 2014.

SARAIVA, F. Z.; SAMPAIO, S. C. ; SILVESTRO, M. G ; QUEIROZ, M. M. F. de; NÓBREGA, L. H. P.; GOMES, B. M. **Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, p. 30-36, 2007.

SCHERER, E. E. *et al.* **Efeito da adubação com esterco de suínos, nitrogênio e fósforo em milho.** Florianópolis: EMPASC, 1984. 26 p. (Boletim técnico, 24).

VELMO, H. **Dejetos líquidos de suínos na adubação de pastagem de Tifton 85.** Curitiba: UFPR, 2008. 125p. Tese Doutorado