

**RAFAEL LUIZ DA SILVA**

**UTILIZAÇÃO DO LODO DE ESGOTO COMO FERTILIZANTE NA  
CULTURA DO TRIGO**

Assis  
2012

RAFAEL LUIZ DA SILVA

UTILIZAÇÃO DO LODO DE ESGOTO COMO FERTILIZANTE NA  
CULTURA DO TRIGO

Projeto de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como Requisito do Curso de Graduação.

ORIENTADOR: Ms. Patrícia Cavani Martins De Mello

Área de Concentração: Química

Assis  
2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Rafael Luiz da.

Utilização do lodo de esgoto como fertilizante na cultura do trigo /  
Rafael Luiz da silva. Fundação Educacional do Município de Assis -  
FEMA -- Assis, 2012.

53p.

Orientador: Patrícia Cavani Martins de Mello.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de  
Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Lodo de Esgoto. 2.Fertilizante.

CDD:660  
Biblioteca da FEMA

# UTILIZAÇÃO DO LODO DE ESGOTO COMO FERTILIZANTE NA CULTURA DO TRIGO

RAFAEL LUIZ DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Municipal  
de Ensino Superior de Assis, como  
requisito do Curso de Graduação,  
analisado pela seguinte comissão  
examinadora:

Orientadora: Ms. Patrícia Cavani Martins de Mello

Analisador: Dr. Idécio Nogueira da Silva

Assis  
2012

## DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus por todas as minhas conquistas até aqui e por estar sempre junto de mim e da minha família. A meus pais que sempre me incentivaram no estudo, e me deram esta oportunidade de estar aqui neste momento. Aos amigos que sempre estiveram do meu lado, a aqueles com quem criei amizade nestes quatro anos e aqueles que não tive contato nesses últimos anos por causa do estudo. Aos professores por seus conhecimentos e minha grande orientadora Patrícia Cavani que com seu imenso conhecimento me ajudou a desenvolver este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

A professora Patrícia Cavani pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho.

Aos amigos de faculdade, Alexandre Ramos, Eduardo Garcia, Lorena Souza, Mauro Fernando, Lucas Martins, Helen Cristiane, Marcelo Bovolenta, Marcos Domingues, Erick Rafael, Raphael Mota e Simone Manzoni e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Aos familiares, meu pai Seu José Luiz e minha mãe Dona Marisa por todo aprendizado que me deram em toda minha vida e meus avôs maternos Antonio e Nanci que até hoje me dão conselhos sobre a vida e avôs paternos José e Delfina (*in memoriam*) que não estão aqui na terra junto de mim mais estão em meu coração e olhando por mim de onde estiverem.

Ao Aleixo e Higor e todo pessoal do CEPECI da Fema que me ajudaram com a realização das análises e com as sementes do experimento, também ao Luiz Zardetto e seu filho Jefferson que também me auxiliaram com a metodologia deste trabalho.

E mais uma vez, agradeço a Deus por mais esta conquista na minha vida e que sem ele eu não seria nada.

*You'll Never Walk Alone*

(Você Nunca Andará Sozinho)

Quando você andar através da tempestade  
Mantenha sua cabeça erguida  
E não tenha medo da escuridão  
No final da tempestade  
Existe um céu dourado  
E o doce canto de uma cotovia

E você nunca caminhará sozinho...

You'll never walk alone...

Alone...

Richards Rodgers e Oscar  
Hammertean.

## RESUMO

O lodo de esgoto, um subproduto de sistemas de tratamento de efluentes industriais e domésticos chamados de ETE, apresenta altos índices de matéria orgânica e nutrientes como N e P. Dadas suas características químicas, o lodo de esgoto pode ser utilizado na agricultura, para sua disposição final. Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da aplicação do lodo de esgoto como fertilizante para a cultura de trigo, em substituição da adubação convencional. Amostras de lodo cru e calcado foram analisadas segundo parâmetros físico-químicos, mostrando um lodo rico em macronutrientes e micronutrientes, exceto para o potássio onde se verifica necessidade de suplementação. O lodo cru apresentou concentrações de metais pesados Cu e Zn, abaixo dos parâmetros permitidos pela Resolução CONAMA 375/06. O experimento se conduziu em caixas de vegetação onde continham amostras de lodo nas seguintes proporções 5 ton/ha, 10 ton/ha e 20 ton/ha. Ao ser utilizado como fertilizante nesta pesquisa, pode-se notar que os índices de nutrientes contidos no lodo foram bem consumidos pela planta, que teve bom crescimento durante os primeiros vinte dias até quando se pode fazer medições quanto ao seu tamanho e quantidades de brotamentos. Após este período houveram interferências climáticas, como precipitação excessiva e dias de temperatura ambiente elevada, que comprometeram o crescimento da planta. Ao final do experimento os níveis de P em g/kg foram de: 0,029, 0,030, 0,030 e 0,043 para as amostras 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Para K os resultados em g/kg foram: 0,14, 0,11, 0,10 e 0,074 respectivamente para as amostras 1, 2, 3 e 4. Esses resultados mostram que para se utilizar o lodo como fertilizante deve se acrescentar uma adubação a base de P e K.

**Palavras-chave:** lodo de esgoto; fertilizante; agricultura.



## ABSTRACT

Sewage sludge, a byproduct of processing systems from industrial and domestic effluents called ETE, shows high rates of organic matter and nutrients like N and P. Given their chemical characteristics, sewage sludge can be used in agriculture to its final disposition. This study aimed to evaluate the response of the application of sewage sludge as fertilizer for the wheat crop, replacing the conventional fertilization. Samples of raw and limed sludge were analyzed using physicochemical parameters, showing a sludge rich in micronutrients and macronutrients, except for potassium where there is need for supplementation. Raw sludge showed concentrations of heavy metals Cu and Zn, below the parameters allowed by CONAMA Resolution 375/06. The experiment was conducted in boxes of vegetation where sludge samples contained the following proportions 5 ton / ha, 10 t / ha and 20 t / ha. When used as fertilizer in this study, it can be seen that rates of nutrients contained in the sludge are well consumed by the plants had good growth during the first twenty days even when they can make measurements on the size and quantity of sprouts. After this period there were interferences climate, such as excessive precipitation and days of high temperature, which compromise the growth of the plant. At the end of the experiment, the levels of P in g / kg were: 0.029, 0.030, 0.030 and 0.043 for samples 1, 2, 3 and 4 respectively. For K results as g / kg were: 0.14, 0.11, 0.10 and 0.074 respectively for samples 1, 2, 3 and 4. These results show that for using the sludge as fertilizer should be added to a fertilizer base of P and K.

**Keywords:** sewage sludge; Fertilizer; agriculture.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Cultura do Milho.....	21
Figura 2	– Cultura do Sorgo.....	22
Figura 3	– Cultura do Eucalipto.....	23
Figura 4	– Cultura da Cana-de-Açúcar.....	24
Figura 5	– Cultura do Trigo.....	25
Figura 6	– Medidas das caixas de vegetação utilizadas no experimento e exemplificação das conversões.....	31
Figura 7	– Lodo depois de Caleando.....	33
Figura 8	– Lodo Caleado após 30 dias.....	33
Figura 9	–Equação matemática para o cálculo do teor de $P_2O_5$ (%).....	34
Figura 10	– Estágios de desenvolvimento da cultura de trigo submetida a fertilização com lodo de esgoto .....	44
Figura 11	– Cultura do trigo após 120 dias.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Dosagens de lodo utilizados nas caixas de vegetação.....	32
Tabela 2	- Comparação das concentrações (mg/Kg) dos macronutrientes do lodo da ETE de Andirá e das amostras de solos.....	37
Tabela 3	- Comparação das concentrações (mg/Kg) dos macronutrientes do lodo da ETE de Andirá e das amostras de solos antes do plantio e após 120 dias de cultivo.....	37
Tabela 4	- Concentrações de metais pesados (mg/kg) antes do plantio da cultura e após o 120 dias.....	39
Tabela 5	- Concentrações de metais pesados (mg/Kg) presentes no lodo cru e lodo caçado da ETE de Andirá e das amostras de solo.....	40
Tabela 6	- Comparação das concentrações (mg/Kg) dos macronutrientes da ETE de Andirá e das amostras de solos.....	40
Tabela 7	- Monitoramento do crescimento da planta.....	42
Tabela 8	- Resultados das Análises das Amostras de Solo laboratório.....	46

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1	LODO DE ESGOTO.....	16
2.2	TRATAMENTO DE ESGOTO NA ETE DE BARUERI.....	17
2.3	METAIS PESADOS.....	18
<b>3.</b>	<b>LODO DE ESGOTO NA AGRICULTURA.....</b>	<b>19</b>
<b>4.</b>	<b>CULTURA EM QUE O LODO PODE SER EMPREGADO COMO FERTILIZANTE.....</b>	<b>21</b>
4.1	MILHO.....	21
4.2	SORGO.....	22
4.3	EUCALIPTO.....	23
4.4	CANA-DE-AÇÚCAR.....	24
4.5	TRIGO.....	25
4.6	INCINERAÇÃO.....	26
<b>5.</b>	<b>CONCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO.....</b>	<b>27</b>
<b>6.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
6.1	MATERIAIS E REAGENTES.....	29
6.2	EQUIPAMENTOS.....	29
6.3	LOCAL DE ESTUDO.....	30
6.4	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	30
6.5	DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO.....	32
6.6	AVALIAÇÃO DO LODO DE ESGOTO COMO FERTILIZANTE..	32
<b>6.6.1</b>	<b>Determinação de Fósforo nas Amostras de Lodo de Esgoto e Solo.....</b>	<b>33</b>
<b>6.6.2</b>	<b>Procedimento das análises de metais Cu, Zn, Fe, Mg, Ca e K.....</b>	<b>34</b>
6.7	MONITORAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	
7.1	AVALIAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE SOLO E DO	

<b>7.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
7.1	AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE SOLO E DO LODO.....	36
7.2	DESENVOLVIMENTO DA PLANTA.....	41
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil os despejos domésticos e industriais são dois dos principais responsáveis pela contaminação dos solos e lençóis freáticos, acarretando grandes problemas como a escassez de água potável para o abastecimento público (MARTINS, et al 2003). Provenientes de banheiros, lavanderias e cozinhas, o esgoto doméstico segue pela rede coletora para uma estação de tratamento (ETE) com o intuito de transformar esses resíduos através de reações enzimáticas em substâncias simples para seu descarte. Após este tratamento, há a formação do lodo, cuja destinação são os aterros sanitários, a agricultura e a fabricação de cerâmicas, como tijolos (BETTIOL; CAMARGO, 2000).

O biossólido, como é chamado o lodo após o tratamento, é um produto orgânico, (LEMAINSKI; SILVA, 2003), que possui em média 40% de matéria orgânica, 4% de nitrogênio e 2% de fósforo (BETTIOL; CAMARGO, 2000). Outros micronutrientes como zinco e cobre, estão presentes no lodo (GOMES; GOMES, 2011) assim como alguns elementos patogênicos, (GALDOS; MARIA; CAMARGO, 2004). As características microbiológicas, químicas e físicas do lodo vão variar com o tipo de tratamento empregado pela estação de tratamento (LIMA, 2009.), entretanto é um ganho para o meio ambiente a sua reciclagem, sendo uma alternativa a sua utilização na agricultura como fertilizante (GOMES; GOMES, 2011).

A utilização do lodo de esgoto como fertilizante na agricultura, contribui com o aumento da produtividade, redução do uso de adubos químicos, do custo de produção e poupa o meio ambiente pela da reciclagem da matéria orgânica e inorgânica (GOMES; GOMES, 2011).

A Resolução CONAMA 375/06 vigente no Brasil, que estabelece parâmetros de qualidade de lodo de esgoto limita apenas metais pesados (CORREIA, 2009). De acordo com a legislação do Paraná e dos Estados Unidos, critérios biológicos de qualidade classificam o lodo em classe A e B e são levados em consideração para a sua aplicação em alguns tipos de culturas agrícolas (ARAÚJO, 2008).

A aplicação do lodo de esgoto tem sido recomendada em culturas perenes e anuais, em que as partes comestíveis dos alimentos não entrem em contato com o lodo, sendo usadas em reflorestamento e pastagens. Alguns critérios para a escolha das áreas aptas à recepção de lodo de esgoto devem ser levados em consideração para se reduzir ao mínimo os riscos associados ao seu uso agrícola e obtenção de boas respostas agronômicas. A área ideal a receber o lodo deve ser aquela em que, o lodo pode ser utilizado pelas plantas de maneira satisfatória, em que não há perda dos componentes por lixiviação ou escoamento superficial (CHAGAS, 2000).

Segundo pesquisas do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP), verificou-se que com a aplicação do lodo doméstico tratado nas lavouras de cana-de-açúcar, tem suprido em 100% o uso do adubo mineral nitrogenado e em 30% o adubo fosfatado mineral. Cabe ao produtor complementar a adubação com potássio. Com base nos critérios agronômicos, percebe-se que a aplicação do lodo tratado aumentou 23% a produtividade comparada a área que recebeu adubação convencional (MORGAN, 2011).

Pelo fato de nossa região ser uma grande produtora agrícola, principalmente das culturas de soja, milho e cana-de-açúcar é interessante a pesquisa de alternativas para a fertilização agrícola e a busca de práticas sustentáveis no manejo do lodo de esgoto. Desta maneira este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da aplicação o lodo de esgoto como fertilizante para a cultura do trigo em substituição da adubação convencional.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 LODO DE ESGOTO

No mundo de hoje, uma das principais preocupações está relacionada quanto ao futuro de meio ambiente, sendo o esgoto doméstico um dos principais poluentes. O esgoto tratado gera um produto heterogêneo e semi-sólido chamado lodo de esgoto, tendo sua composição proveniente do local de onde veio esse esgoto (BROSSI, 2008). Formado por 99,9% de água e uma parcela de aproximadamente 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos, dissolvidos em suspensão (SANTOS 2003). O lodo de esgoto de maneira geral é constituído de macronutrientes, micronutrientes e compostos tóxicos ao homem (BROSSI, 2008).

Na atualidade, há grandes expectativas no desenvolvimento, para um incremento na produção de lodo através da ampliação de sua rede coletora, o que caracteriza a questão no Brasil como um dos mais graves passivos ambientais (BARBOSA; FILHO, 2006).

Os resíduos de esgoto gerados são normalmente classificados em esgotos domésticos e industriais. O esgoto doméstico provém de residências, apartamentos, edifícios comerciais e instituições como escolas, e são constituídos por infiltrações, despejos domésticos e águas pluviais. Os despejos industriais são constituídos, conforme a finalidade da indústria, onde a água é utilizada para diversas finalidades e de várias maneiras (REZENDE, 2005).

O tratamento dos efluentes gerados pela população ainda ficam a quem de sua totalidade. Um dos métodos empregados para o tratamento do esgoto são as lagoas de estabilização, sendo utilizada em cidades de pequeno e médio porte, e considerada barata. Hoje nenhum outro método é mais vantajoso na questão de remoção de agentes patogênicos, somente onde são dosados produtos químicos pode-se obter melhores resultados, mas com uma considerável elevação do custo



de manutenção do sistema de tratamento (FONSCECA, 2001).

Uma pessoa gera diariamente uma média de 0,15 litros de lodo centrifugado, sendo desse total 20% de sólidos (GOMES; GOMES, 2011), uma cidade como São Paulo, gera toneladas de lodo por dia, visto que somente em sua região metropolitana tem uma estimativa de produção de 711 toneladas de lodo de esgoto por dia (REZENDE, 2005).

Um dos maiores problemas encontrados pelas cidades, é a questão da disposição final do lodo proveniente das estações de tratamento de esgoto. A destinação mais comum no Brasil são os aterros sanitários, entretanto já há pesquisas mostrando que a disposição do lodo em solos para fins agrícolas e de reflorestamento, são hoje as mais adequadas (FARIA 2007).

## 2.2 TRATAMENTO DE ESGOTO

Segundo Lira (2006), na cidade de Barueri, a sua estação de tratamento funciona da seguinte maneira: o esgoto proveniente das residências passa por três etapas.

- a) Etapa preliminar: consiste na remoção das sujeiras grosseiras.
- b) Etapa primária: consiste na remoção de sólidos sedimentáveis, sendo esta etapa ocorrendo por gravidade em decantadores primários.
- c) Etapa secundária: esta etapa é composta por tanques decantadores secundários e tanques de aeração, ocorrendo a conversão biológica de sólidos orgânicos que não conseguiram ser removidos nos decantadores primários da etapa anterior.

Depois disso, o resíduo proveniente das etapas anteriores passa por um adensamento para remoção dos sólidos em suspensão, passando para a fase de estabilização, em reatores anaeróbicos para efetivação do processo de digestão da matéria orgânica. (LIRA, 2006).

O próximo passo é o encaminhamento do resíduo para a etapa de condicionamento, que tem a finalidade de facilitar o desaguamento, adicionando um polímero bipolar ou polieletrólito, assim facilitando a etapa seguinte que é o desaguamento mecânico

através de um filtro prensa que trabalha basicamente através da pressão gerada utilizando uma bomba de alimentação. Assim, o resíduo proveniente destas etapas é chamado de lodo de esgoto (LIRA, 2006).

### 2.3 METAIS PESADOS

A maior preocupação em relação ao lodo de esgoto ser utilizados como fertilizante, é a questão dos metais pesados presentes em sua composição (OLIVEIRA; MATTIAZZO, 2001), pois os metais pesados podem interferir no crescimento das plantas, principalmente nas plantas com estado avançado de crescimento ( ANJOS; MATTIAZZO, 2000).

Nos EUA, desde a década de 1970 já havia grandes estudos para a determinação do teor de metais pesados oriundos do lodo presente no solo (OLIVEIRA; MATTIAZZO, 2001), esses metais pesados contidos no lodo são proveniente de esgotos domésticos e industriais (SANTOS, 2011). Os principais metais presentes são: Pb; Ni; Cr; Cu; Zn e Cd, entre outros em menores concentrações (SANTOS, 2011), sendo Cd, Pb e Hg muito prejudiciais a saúde humana ( GALDOS, 2003).

### 3. LODO DE ESGOTO NA AGRICULTURA

A agricultura aparece como uma opção para a disposição final do lodo, pois em sua composição existe uma grande presença de matéria orgânica, aumentando a quantidade e o poder do húmus já existente no solo, assim melhorando a retenção de umidade pelo solo. Segundo a Resolução 375/2006 do CONAMA, para uso do lodo de esgoto devem-se respeitar alguns parâmetros quanto ao seu uso na agricultura, sendo vetado em culturas em que o solo estiver em contato com a parte comestível da planta (BROSSI, 2008).

Uma das maiores preocupações em se adicionar lodo nos solo é a possibilidade que o lodo tem em acumular no solo teores tóxicos de metais pesados (REZENDE, 2005), pois em sua composição, contem alguns dos metais pesados como Pb, Fe, Mn, Hg e Cu, compostos orgânicos tóxicos e microrganismos patogênicos, onde que se deve ter cuidado para a sua utilização e aplicação no solo (GALDOS; MARIA; CAMARGO, 2004), este fator pode trazer grandes riscos a saúde humana e aumenta o risco potencial de contaminação do solo (FIA; MATOS; AGUIRRE, 2005).

Segundo Faria (2007), há um controle rigoroso por órgãos governamentais, que estabelecem regras quanto à aplicação do lodo de esgoto no solo. Com uma fonte eficiente de nitrogênio, e em menores quantidades fósforo e potássio, o biossólido sendo um produto reciclado não esgotando suas fontes não renováveis, pois estão na forma de matéria orgânica, sendo seus nutrientes menos solúveis que os adubos químicos tradicionais, deste modo evitando a lixiviação no solo.

Outro controle rigoroso na aplicação do lodo de esgoto no solo se dá pela presença de agentes patogênicos, sendo minimizado por meio de uma técnica de higienização, assim eliminando estes agentes presentes no lodo (FIA; MATOS; AGUIRRE, 2005).

O uso do esgoto como fertilizante, mostra ser uma grande opção em termos econômicos para o agricultor, desde o ponto de vista financeiro, como no ponto de vista da produtividade, sendo também um grande ganho para o meio ambiente

(LIRA, 2006), sendo hoje uma alternativa viável, pois além do aumento da produtividade, há uma melhora na capacidade de retenção de água pelo solo e na capacidade de troca catiônica (FIA; MATOS; AGUIRRE, 2005). Para sua utilização, o agricultor deve ter consciência no quanto vai aplicar de lodo no solo, pois uma carga muito grande pode trazer danos, é importante que o agricultor aplique uma quantidade adequada, para minimizar danos ao solo (LIRA, 2006).

Desde muito tempo, a disposição do lodo na agricultura vem sendo utilizada na Europa, a fim de evitar grandes epidemias. O resultado foi uma redução na taxa de mortalidade proveniente de epidemias (BARBOSA; FILHO, 2006).

## 4. CULTURAS EM QUE O LODO PODE SER EMPREGADO COMO FERTILIZANTE

A principal economia das cidades que compõem o Médio Vale Paranapanema baseia-se na produção agrícola. Dentre as culturas mais produzidas estão: milho, soja, cana-de-açúcar, trigo e mandioca.

O lodo de esgoto pode ser empregado em diversas destas culturas, substituindo parcialmente os fertilizantes químicos e reduzindo os custos de produção, como nos casos da cultura do milho, cana-de-açúcar, trigo, sorgo e também em culturas de reflorestamentos como o eucalipto.

### 4.1 MILHO

O milho é um dos principais cereais produzidos pelo Brasil, sendo cultivado em todo território nacional, considerado muito importante tanto para a população, quanto para a economia brasileira. No cenário sul-americano, o Brasil ocupa a liderança em termos de produtividade, já em nível mundial nosso país ocupa a terceira posição no ranking de produção atrás apenas dos EUA e da China (PALHARES, 2003).



Figura 1: Cultura de Milho (GOOGLE IMAGES, 2012).

Pertencente a família das gramíneas, sendo *Miliu* seu nome em latim, cujo nome científico é *Zea Mays*, com sua altura variando de um a três metros de altura, possuindo flores dos dois sexos, assim chamadas de monóico. Rico em proteínas e amidos, o milho é proveniente do México (BOTELLHO, 2011).

O milho é constituído, por um como ereto, não havendo ramificações, tendo folhas de formato lanceolado e de natureza esponjosa, e sua espiga é parte feminina das flores (SANTOS 2010). Entre os cereais produzidos no Brasil, o milho é um dos mais eficientes em termo de produtividade, mais é uma das culturas que requer cuidados, por se tratar de uma cultura muito sensível (PALHARES, 2003).

Em nível de importância mundial, o milho só perde para o trigo, tendo o arroz em terceiro lugar, sendo o estado do Paraná o maior produtor em nosso país (ROMANO, 2005). Hoje o milho tem grande importância na fabricação de ração para animais bovinos, suínos e aves, bem como também na fabricação de etanol (COELHO, 2010).

## 4.2 SORGO

O sorgo pode ser cultivado em área de clima seco e quente, onde outros cereais têm seu plantio restrito por causa do clima. Seu nome científico é *Sorghum Bicolor* (CORTEZ, et al 2006) e seu valor nutricional é semelhante ao do milho (QUEIROZ, et al 2009).



**Figura 2: Cultura de Sorgo (GOOGLE IMAGES, 2012).**

No mundo, em nível de cereais mais produzidos, o sorgo aparece na quinta posição, tendo sido domesticado para consumo animal e humano a cerca de 3.000 a 5.000 anos atrás. A Ásia e a África aparecem como os maiores continentes produtores, sendo mais de 95% da produção mundial (QUEIROZ, et al 2009).

Em nosso país a principal utilização do sorgo é na forma de silagem para o gado. Hoje são inúmeras as variedades de sorgo existentes no mercado, assim atendendo a demanda para essa cultura. (SILVA; BARROS; TEIXEIRA, 2005).

Hoje um tipo de sorgo que está chamando a atenção é o sorgo sacarino, destinado para a produção de etanol. A principal diferença é que esta variedade vem com seu colmo cheio de açúcar assim como na cana-de-açúcar, o que está gerando grandes pesquisas nesta área, pois esta variedade pode ser incluída na safra canavieira após o término da moagem da cana-de-açúcar (GLOBO RURAL, 2011).

### 4.3 EUCALIPTO

Pertencente a família das mirtáceas, o eucalipto é a designação vulgar do *eucalyptus*, seu plantio em grande escala foi a partir do século XIX, sendo hoje a espécie florestal mais plantada do mundo, sendo mais de 700 espécies catalogadas (VITAL 2007).



**Figura 3: Cultura de Eucalipto (GOOGLE IMAGES, 2012).**

Em nosso país, o eucalipto teve seu plantio a partir do século XIX por volta do ano de 1868 no Rio Grande do Sul (SILVEIRA 2011), sendo primeiramente utilizado para a confecção de dormentes para a linha férrea combustível para fornos no fim de 1930 (VITAL 2007).

A área de eucalipto plantada no Brasil já ultrapassa os 5 milhões de hectares (SILVEIRA 2011) . Os principais estados brasileiros produtores são: São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo (VITAL 2007), sendo o estado mineiro o maior deles, tendo aproximadamente 2% de seu território ocupado pela cultura do eucalipto (SILVEIRA 2011).

Hoje o eucalipto é utilizado em larga escala para a produção de celulose, tendo em 2006 uma produção 11,2 milhões de toneladas de celulose, assim resultando em 8,7 milhões de toneladas de papel (VITAL 2007). Somando todas as cadeias produtivas do eucalipto, a estimativa do PIB é de 24 milhões de dólares, assim sendo uma fatia de 4% do PIB do país (SILVEIRA 2011).

#### 4.4 CANA-DE-AÇÚCAR

Vinda do sudoeste da Ásia, a cana-de-açúcar pertence ao gênero *Sacharem L.*, sendo principal fonte de matéria-prima para a produção de etanol e açúcar (NASCIMENTO, 2009).



**Figura 4: Cultura de Cana-de-Açúcar (GOOGLE IMAGES, 2012).**



A cultura chegou ao Brasil nos tempos da colônia portuguesa em nosso país, (FERRO, et al2007), tendo apoio do Rei Dom João III, que as primeiras mudas de cana-de-açúcar chegou ao Brasil, sendo trazidas da Ilha da Madeira em 1532 (FILHO, 2009), deste modo, há vários séculos gerando riquezas, pois nosso país é o maior produtor desta cultura. A região Centro-Sul brasileira é a maior produtora de cana, num total de mais 70% da produção nacional está plantada nesta região. O estado de São Paulo é o maior produtor entre os estados (FERRO, et al2007).

Segundo a Conab (2011), para a safra 2011/2012 a previsão de colheita gira em torno de 571 milhões de toneladas, ou seja, menos do que anos anteriores devido ao envelhecimento dos canaviais e ao clima.

#### 4.5 TRIGO

O trigo procedente do sudoeste da Ásia, tem como nome científico *Triticum sativun L.* e pertence a família *Gramineae*, seus frutos são conhecidos como grãos de trigo e é contituido por colmos eretos, folhas planas e compridas (SANTOS, 2010).



**Figura 5: Cultura deTrigo (GOOGLE IMAGES, 2012).**

Hoje o trigo é a segunda cultura mais produzida em grãos no mundo, mais no Brasil ainda não é uma cultura de produção intensa. Sendo que o trigo, o milho e o arroz são as culturas que consomem um total aproximadamente de 60% de fertilizantes

nitrogenados utilizados no mundo (SALA, 2006).

#### 4.6 INCINERAÇÃO

Além dessas culturas acima, podemos citar que a incineração do lodo pode ser feita em caldeiras de usinas da região, deste modo a incineração consiste num processo de oxidação a alta temperatura, deste modo reduzindo ou destruindo totalmente o material a ser incinerado. No caso do lodo de esgoto, seu volume pode ser reduzido em até cinco vezes, mas essa alternativa só é empregada quando a contaminação do lodo está muito alta, ou não há áreas apropriadas para seu descarte (FARIA, 2007).

Segundo o mesmo Faria (2007) ao ser incinerado, o lodo consome muita energia, assim encarecendo está pratica, além de ser muito poluidora a atmosfera por causa dos gases liberados com a sua queima.

## 5. CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO

Com o objetivo de uma atividade interdisciplinar, para mostrar aos alunos de que hoje, acima de tudo, temos que preservar o meio ambiente, que é nosso, será mostrado a eles a importância da reciclagem de materiais industrializados e daqueles materiais produzidos por nós, como os resíduos de esgoto, que após seu tratamento pode virar um potente adubo orgânico através da compostagem.

Esta atividade vai mostrar ao alunos que com a conscientização ambiental o nosso planeta vai conseguir sobreviver.

O principal objetivo é mostrar a eles como os dejetos de animais, vegetais e os dejetos oriundos das cidades como o lodo de esgoto tratado, podem ser utilizados depois de tratados corretamente como fertilizantes naturais em hortas e plantio de árvores e principalmente em projetos governamentais auxiliando programas voltados para a agricultura familiar.

Além de aprenderem mais sobre a utilização dos dejetos animais como fertilizantes e a produção de compostagem para a utilização em hortas e em culturas de grãos em pequenas áreas. Uma forma de mostrar os conhecimentos adquiridos é levar os alunos a propriedades rurais de pequeno porte para conscientizar e ensinar esses pequenos agricultores a utilizar a compostagem em seu dia-dia deste modo reduzindo o consumo de fertilizantes químicos.

Esses pequenos produtores estão no grupo de agricultores familiar, representando mais da metade das propriedades rurais em nosso país, principalmente no nordeste, que as vezes nem produzem para venda comercialmente e sim para sua própria sobrevivência. Esses produtores diversificam suas culturas para diminuir seus custos, os principais produtos são o feijão, milho, arroz e hortaliças ( PORTUGAL, 2004).

A importância do gerenciamento dos resíduos urbanos tem nos mostrado ser um dos principais desafios para este século, deste modo poderemos conscientizar a

todos os alunos a grande importância de se preservar o que resta do nosso meio ambiente (NASCIMENTO, 2010).

A produção da compostagem através de dejetos animais e de plantas pode ser produzida pelos próprios alunos através de coletas em propriedades do município e levada a escola ou pode ser feita em alguma propriedade agrícola com o monitoramento do professor.

O processo de compostagem ocorre naturalmente. Galhos e troncos secos, folhas, flores, dejetos e restos de animais mortos caem no solo e, através da ação da chuva, do oxigênio presente no ar e dos agentes “decompositores”, deste modo viram húmus e são absorvidos pela terra. Quem mora em sítio sabe que as sobras podem ser simplesmente jogadas num buraco na terra, este processo de compostagem é conhecido por “leira” e a natureza cuida do resto. Já para o morador da cidade foram criados os composteiros (ou decomposteiros), é uma pequena “usina” que acelera o ciclo natural de decomposição da matéria orgânica, que fornece umidade e oxigênio aos microrganismos para transformar matéria orgânica em húmus.

Um exemplo muito simples é a pilha de compostagem. Para escolas que tenham espaço é só colocar algumas varas de bambu ou galhos secos, formando no chão um xadrez. A largura gira em torno de 1,5 m e 2 m. Deposite uma camada de folhas secas, restos orgânicos e terra, e cubra com palha ou serragem.

Se não chover, regue a pilha. Sempre que for depositar mais lixo orgânico, repita o processo de cobertura. O uso dos bambus ou galhos é fundamental para aerar. Comece uma pilha nova quando essa chegar a 1,5 m de altura. O composto estará pronto quando a temperatura interna baixar e não tiver mais resto de comida. Peneire e use o adubo o material orgânico que ainda não virou húmus vai para a nova pilha.

Deste modo os alunos poderão absorver uma imensidão de conhecimentos, não só para eles, mais também para ser repassado a futuras gerações. Assim o professor poderá colocar os alunos trabalhando em prol da comunidade e mostrar a eles a grande importância da responsabilidade social e ambiental neste mundo de hoje (NASCIMENTO, 2010).

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1. MATERIAIS E REAGENTES

- Ácido Nítrico p.a
- Ácido Perclórico p.a
- Água Destilada
- Balão Volumétrico 100 ml
- Cal Hidrato do tipo III [ $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Mg(OH)}_2$  e  $\text{MgO}_2$ ]
- Bastão de Vidro
- Béquer 250 ml
- Béquer 1litro
- Cadinho de Porcelana
- Espátula
- Funil
- Pipeta Graduada 5 ml
- Pêra de Segurança
- Proveta 100 ml

### 6.2. EQUIPAMENTOS

- Agitador magnético (Fisatom 702)
- Autoclave (Pnoenin Ruterio)
- Balança Análítica (Marte AY – 220)

- Balança de Bancada (Radwag)
- Bloco Digestor
- Bomba a vácuo (TECNAL TE – 058)
- Capela
- Chapa Elétrica de 350°C
- Espectrofotômetro de absorção atômica (Varian AA -1275)
- Estufa Bacteriológica (MA – 032)
- Estufa de secagem 105°C (JIIICA)
- Mufla (EDG Equipamentos EDG 3P – 5)
- pHmetro (Marconi MA – 522)

### 6.3. LOCAL DE ESTUDO

O trigo foi plantado em caixas de vegetação adequada para a cultura, sendo uma com ausência de lodo, uma com a presença de lodo de esgoto devidamente tratado em uma proporção para 5 ton/ha, uma com lodo na proporção para 10 ton/ ha e a última na proporção de 20 ton/ ha de lodo. O solo onde o trigo foi plantado é composto por uma parte de terra de barranco e duas partes de areia lavada. O experimento foi feito em triplicata, totalizando doze caixas.

### 6.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi feito em caixas, em triplicata para diferentes quantidades de lodo de esgoto. O experimento foi realizado com três diferentes quantidades de lodo e mais um experimento sem a adição de lodo. Visto que este experimento foi feito em caixas de vegetação, houve a necessidade de se converter as medidas utilizadas numa área agrícola (toneladas por hectare) para os

recipientes utilizados no experimento. Na figura 5 estão descritos as medidas das caixas de vegetação e um exemplo que ilustra a forma como foram feitas estas conversões.

Medidas da caixa: 19x12,5cm  $\Rightarrow$  Área da caixa: 237,5 cm<sup>2</sup> ou 0,02375 m<sup>2</sup>

Exemplo para a conversão: adubação com 5 ton/ha

$$\begin{array}{r} 5 \text{ ton} \text{ — } 10000\text{m}^2 \text{ (ha)} \\ X \text{ — } 0,0234\text{m}^2 \\ X = 0,000117 \text{ ton/ha.} \end{array}$$

Exemplo para a conversão: ton/ha para g/cm<sup>2</sup>

$$\begin{array}{r} 0,000117 \times 1000 = 0,117 \text{ Kg/m}^2 \\ 0,117 \times 100 = 11,7 \text{ g/cm}^2 \end{array}$$

**Figura 6: Medidas das caixas de vegetação utilizadas no experimento e exemplificação das conversões utilizadas na adubação (ton/ha para g/cm<sup>2</sup>).**

Nas 12 caixas, foi colocada uma mistura de terra de barranco e areia lavada, com uma proporção de duas partes de areia lavada (3,0L) com uma parte de terra de barranco (1,5L) totalizando 4,5L desta mistura em cada caixa.

O lodo de esgoto foi homogeneizado a 5cm da mistura de solo descrita acima.

Para avaliar a dosagem adequada, foram escolhidos 3 valores de concentração de lodo por área experimental, conforme o que está descrito na tabela 1.

Caixa	Dosagem (ton/ ha)	Dosagem (gramas)
1 a 3	0	0
4 a 6	5	12

<b>7 a 9</b>	10	24
<b>10 a 12</b>	20	48

**Tabela 1: Dosagens de lodo utilizados nas caixas de vegetação.**

## 6.5. DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO

As amostras de solos contidas nas caixas de vegetação junto com a mistura de areia e terra foram analisadas após o final do cultivo, para assim saber a quantidade de nutrientes que permaneceram no solo e o quanto foi absorvido pela planta.

Foram feitas análises para determinar a quantidade de macronutrientes, tais como fósforo e potássio contidos no solo e metais como zinco e cobre.

Para fins de comparação

## 6.6. AVALIAÇÃO DO LODO DE ESGOTO COMO FERTILIZANTE

Foi feita uma higienização do lodo com cal hidratado a 30% para destruição dos microrganismos patogênicos. Foram pesados 2 Kg de lodo e adicionados 480g de cal hidratado e adicionado 1,4 L de água destilada, seguido de homogeneização vigorosa. Esta mistura ficou em descanso por 30 dias em local protegido em recipiente fechado para retenção do calor e absorção de umidade (atmosférica ou por chuvas), assim como de retenção de amônia. Este método objetiva a desinfecção do lodo e a elevação do pH, já que os solos brasileiros são muito ácidos (SANTOS, 2011). As figuras 6 e 7 ilustram o lodo antes e após o processo de higienização.





**Figura 7 – Lodo depois de caleado.**



**Figura 8 – Lodo caleado após de 30 dias.**

Após 30 dias de descanso, o lodo caleado e maturado, foi submetido a digestão nitroperclórica, como objetivo de se determinar os seus conteúdos nutricionais

#### **6.6.1 Determinação de Fósforo nas Amostras de Lodo de Esgoto e Solo**

O fósforo foi analisado através do método gravimétrico do Quimociac, que consiste na sua solubilização a partir da amostra, por extração fortemente ácida e posterior precipitação do íon ortofosfato como fosfomolibdato de quinolina –  $(C_9H_7N)_3H_3[PO_4 \cdot 12MoO_3]$ , o qual é filtrado, secado e pesado.

Uma grama da amostra de lodo e de solo (1,0g), foi misturada a 100mL com  $H_2O$  destilada. Desta solução, 15 mL foram transferidos para um béquer e submetido a aquecimento até fervura por 15 minutos e por mais 1 minuto com a adição do

reagente Quimociac que precipita o fosfomolibdato de quinolina. O precipitado foi transferido para um cadinho sinterizado de 50 mL limpo e seco previamente pesado e filtrado sob vácuo, com lavagens sucessivas com H<sub>2</sub>O destilada. Após secagem (105°C/4h) o cadinho foi pesado novamente e a quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> então foi determinada através da equação que está ilustrada na figura 9 .

$$\%P_2O_5 = \frac{[P_{\text{final(g)}} - P_{\text{inicial(g)}}] \times 3,207 \times 100}{\frac{V_{\text{alíquota (mL)}}}{P_{\text{amostra (g)}}}}$$

Onde:

P<sub>final</sub> = Peso da amostra final

P<sub>inicial</sub> = Peso da amostra inicial

V<sub>alíquota</sub> = Volume da alíquota

P<sub>amostra</sub> = Peso da amostra

**Figura 9: Equação matemática para o cálculo do teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%).**

### 6.6.2. Procedimento das análises de metais Cu, Zn, Fe, Mg, Ca e K

Para realização das análises de Cu, Zn, Fe, Mg, Ca e K, contidos no lodo e solo por espectrometria de absorção atômica, foi feita a digestão nitroperclórica de 2g de cada amostra, com 30ml de ácido nítrico 65% e 5ml de ácido perclórico p.a. A mistura foi levada ao bloco digestor, até redução do volume e produção de fumos brancos, que evidenciam todo o consumo da matéria orgânica contida no material.

Como fontes de radiação do espectrômetro de absorção atômica, foram utilizadas lâmpadas de catodo oco: de cobre ( $\lambda = 324,7$  nm, i = 5 mA, fenda = 0,5 nm), de zinco ( $\lambda = 213,1$  nm, i = 5 mA, fenda = 0,2 nm), de ferro ( $\lambda = 372$  nm, i = 5 mA, fenda = 0,2 nm), de potássio ( $\lambda = 766,5$  nm, fenda = 1 nm), de magnésio ( $\lambda = 285,2$  nm, i = 5 mA, fenda = 0,5 nm), de cálcio ( $\lambda = 422,9$  nm, i = 5 mA, fenda = 0,5 nm) .Em todos os casos foi utilizada chama oxidante ar-acetileno.

A calibração do equipamento foi feita com soluções intermediárias de cobre ( $20,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), ferro ( $20,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), zinco ( $10,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), cálcio ( $50,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), manganês ( $20,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), magnésio ( $10,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), sódio ( $100,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) e potássio ( $100,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) preparadas por diluições das respectivas soluções estoque do padrão ( $1000 \mu\text{g mL}^{-1}$  em  $\text{HNO}_3$ ) (SANTOS, 2011).

## 6.7. MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DA PLANTA

O monitoramento da planta foi feito desde seu plantio, onde foram coletados dados como medidas das folhas, medidas dos colmos.

O monitoramento foi diário no primeiro mês para acompanhar o seu desenvolvimento inicial.

## 7. RESULTADOS

O lodo de esgoto analisado foi cedido pela empresa do SAAE do município de Andirá – PR, passado por caleação para elevação do seu pH e controle de agentes patogênicos. Posteriormente este lodo foi utilizado como fertilizante para a cultura de trigo pelo período de 120 dias. É importante salientar que a cultura foi exposta as condições climáticas da época.

Amostras de solo onde as plantas foram cultivadas foram coletadas e submetidas a análises laboratoriais de macro e micronutrientes. O desenvolvimento da planta foi monitorado em todo o período do cultivo.

### 7.1 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE SOLO E DO LODO

As tabelas 2 e 3 expressam os valores das análises de macro e micronutrientes do lodo cru, do lodo caleado e das amostras de solo após o período da cultura do trigo. As amostras 1, 2, 3 e 4, se referem as amostras de solo das caixas de vegetação 1, 2, 3 e 4 respectivamente, após o cultivo do trigo, sendo que o lodo esteve presente nas caixas de vegetação 2, 3 e 4 e ausente na caixa 1.

Os parâmetros médios de P presente no lodo cru foi de 6,79 g/Kg, que estão próximos ao citado por GALDOS (2003) e após caleado sua concentração elevou-se pois houve a sua fixação, e estes valores estão próximos aos citados por CORREIA (2009). Após o cultivo, as concentrações de P foram inferiores ao citado por OLIVEIRA (1995), mas essa diferença se dá ao tipo de cultura empregada.

As diferenças encontradas nas concentrações de P entre os autores estudados e o lodo da ETE de Andirá, estão relacionadas à origem do esgoto, devido aos diferentes sistemas de tratamento de esgoto empregados, ainda segundo CORREIA (2009) a prolongação da aeração leva a um aumento da concentração de elemento na massa seca do lodo.

Macro-nutrientes		Lodo Cru g/kg	Lodo Caleado g/kg	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
P	Fósforo	6,79	10,99	0,029	0,030	0,030	0,043
K	Potássio	0,33	0,44	0,14	0,11	0,10	0,074
Ca	Cálcio	59,04	144,79	0,40	0,96	2,08	3,00
Mg	Magnésio	0,08	143,01	0,12	0,48	0,92	0,92
	pH	3,53	11,85	6,60	7,20	7,80	7,80

**Tabela 2 – Comparação das concentrações (mg/Kg) dos macronutrientes do lodo da ETE de Andirá e das amostras de solos.**

A próxima tabela mostra o valores que cada nutriente tinha antes de ser adicionado ao solo, e os valores finais após o periodo de cultivo que foi de 120 dias.

Elemento	Lodo cru (g.Kg <sup>-1</sup> )	Lodo caleado (g.Kg <sup>-1</sup> )	Amostra 1 (g.Kg <sup>-1</sup> )		Amostra 2 (g.Kg <sup>-1</sup> )		Amostra 3 (g.Kg <sup>-1</sup> )		Amostra 4 (g.Kg <sup>-1</sup> )	
			Tempo zero (0)	Após 120 dias	Tempo zero (0)	Após 120 dias	Tempo zero (0)	Após 120 dias	Tempo zero (0)	Após 120 dias
Fósforo (P)	6,79	10,99	0,00	0,038	0,13	0,04	0,26	0,04	0,52	0,056
Potássio (K)	0,33	0,44	0,00	0,188	0,005	0,144	0,10	0,132	0,20	0,096
Cálcio (Ca)	59,04	144,79	0,00	0,52	1,74	1,248	3,48	2,704	6,98	3,90
Magnésio (Mg)	0,08	143,01	0,00	0,158	1,72	0,57	3,44	1,20	6,88	1,20
pH	3,53	11,85		6,60		7,20		7,80		7,80

**Tabela 3 – Comparação das concentrações (mg/Kg) dos macronutrientes do lodo da ETE de Andirá e das amostras de solos antes do plantio e após 120 dias de cultivo.**

A tabela acima mostra que a absorção de P pela planta esteve perto de 70% na amostra 2, perto de 85% na amostra 3 e uma absorção de quase 90% na amostra 4. Deste modo, a absorção de P teve um aumento significativo proporcional ao aumento da dosagem de lodo nas caixas de vegetação. Houve um erro analítico nas amostras 1, 2 e 3 para determinação de potássio, e novos testes devem ser realizados para determinar as quantidades exatas deste nutriente.

A concentração do Ca no lodo cru foi de 59 g/Kg, já após a calagem o teor de Ca se elevou para 144,79 g/Kg, devido à adição de cal hidratado, rico em  $\text{Ca(OH)}_2$ .

A concentração de Mg, no lodo Cru da ETE Andirá, foi de 0,08g/Kg e após ser caleado a concentração elevou-se à 143,01 g/kg. A elevação de Mg é devido a adição de cal, pois é um produto rico em hidróxido de magnésio e óxido de magnésio (SANTOS, 2011).

Para se utilizar na agricultura, o lodo no presente estudo necessita de suplementação de K, para atender a demanda nutricional exigida pela planta (CORREIA, 2009). Os valores para o lodo cru para K estão abaixo aos valores citados por GALDOS (2003). As quantidades encontradas desse elemento estão próximas nas primeiras três amostras, 0,14 g/kg, 0,11 g/kg, 0,11g/kg respectivamente e 0,074g/kg na última amostra analisada. Atribui-se este valor mais alto à maior concentração de lodo utilizada. Os resultados expressos para K estão perto do esperado, pois a partir dos resultados podemos ver que o lodo é um material pobre neste referido nutriente, e já se sabia que tais resultados seriam baixos.

Os valores expressos na tabela 2 e 3 mostram que a partir do aumento das doses de lodo em cada caixa, houve um aumento significativo na absorção destes nutrientes pela planta, deste modo as caixas onde foram colocados lodo na proporção de 20 ton/ha teve os melhores resultados no que se diz respeito a absorção de nutrientes pela planta.

A quantidade de matéria orgânica restante no solo variou de 4,0 g/kg nas primeiras três amostras para 6,0 g/kg na amostra quatro, o que mostra que onde a aplicação de lodo foi maior, a quantidade de matéria orgânica foi maior do que os demais, esses valores para matéria orgânica estão acima dos valores encontrados por OLIVEIRA (1995).

Após a calagem o pH passou de 3,53 para 11,85. Após o tempo da cultura esses valores diminuíram para 6,60 na amostra 1 que não continha lodo de esgoto, para 7,20 na amostra 2 e 7,80 nas amostras 3 e 4. A queda de pH para essa região em torno de 6,60 a 7,20 é desejável por proporcionar uma maior disponibilização de macro e micronutrientes, além de reduzir possíveis excessos de metais pesados (FIA, 2005).

Os valores de metais pesados encontrados no lodo estão abaixo das especificações da Resolução CONAMA 375/06. Os metais Cu e Zn, no lodo cru estão acima aos valores encontrados por FIA (2005). Em comparação aos valores citados por Galdos (2003) tais valores para Zn estão acima ao encontrado nas amostras de lodo cru da ETE de andirá e valores próximos aos encontrados para o elemento Cu. E após a calagem houve diminuição de suas concentrações. A elevação do pH aumenta a mineralização da matéria orgânica, deste modo disponibiliza mais micronutrientes como Fe e Mn (CORREIA, 2009).

As tabelas 4 e 5, mostra os valores de metais pesados contidos no lodo antes do plantio do trigo e os valores desses metais restantes no solo após o tempo da cultura em mg/kg.

Elemento	Lodo cru	Lodo caledado	Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4	
			Tempo zero	Após 120 dias	Tempo zero	Após 120 dias	Tempo zero	Após 120 dias	Tempo zero	Após 120 dias
			(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Cobre	230	194	0	3,10	2,330	0,0336	4,66	0,06960	9,3120	0,15
Ferro	27592	42752	0	18,0	513,024	0,2040	1.026,05	0,2880	2.052,10	0,3600
Manganês	110	189	0	6,80	2,27	0,0552	4,54	0,0468	9,1	0,041
Zinco	519	382	0	0,30	4,60	0,004	9,17	0,0084	18,34	0,016

**Tabela 4 – Concentrações de metais pesados (mg.kg<sup>-1</sup>) antes do plantio da cultura e após o 120 dias..**

Metal	Lodo Cru	Lodo Caleado	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	
<b>Cu</b>	Cobre	230	194	3,10	2,80	2,90	3,10
<b>Fe</b>	Ferro	27592	42752	18,0	17,0	24,0	30,0
<b>Mn</b>	Manganês	110	189	6,80	4,60	3,90	3,40
<b>Zn</b>	Zinco	519	382	0,30	0,30	0,70	1,30

**Tabela 5 – Concentrações de metais pesados (mg/Kg) presentes no lodo cru e lodo caleado da ETE de Andirá e das amostras de solo.**

Os resultados expressos acima nas tabelas 4 e 5, mostram que houve uma queda significativa nos níveis de metais pesados no solo em comparação ao que foi adicionado no início do experimento, mas na comparação entre as amostras, a diminuição dos metais pesados foi proporcionalmente iguais umas as outras, tanto nas caixas com lodo 5 ton/ha quanto nas caixas com lodo na proporção de 20 ton/ha.

A tabela 6 mostra a comparação dos valores de Cu e Zn, entre o permitido pelo CONAMA e os valores encontrados nas amostras de lodo da ETE de Andirá, nas amostras de solos e valores de outros estudos.

Referências	Concentrações de Metais Pesados no Lodo em mg/kg	
	Cu	Zn
Conama 375/06	1500	2800
Correia (2009)	4,6	5,9
Fia (2005)*	41	102
Lodo Cru	230	519
Lodo Caleado	194	382
Amostra 1	3,10	0,30
Amostra 2	2,80	0,30



<b>Amostra 3</b>	2,90	0,70
<b>Amostra 4</b>	3,10	1,30

**Tabela 6 – Comparação das concentrações (mg/Kg) de metais pesados da ETE de Andirá e das amostras de solo com estudos feitos no Brasil (\*Lodo Cru).**

Apesar de estar em concentrações maiores do que CORREIA (2009) e FIA (2005), os valores de Cu e Zn encontrados nas amostras de lodo e nas de solo estão dentro dos parâmetros de conformidades exigido pelo CONAMA, deste modo o lodo está apto a ser empregado na agricultura. Tais comparações entre lodo cru e calcado é válida, para comprovar a necessidade de ser feita a calcinação do lodo de esgoto cru, para que a concentração desses metais pesados possa ser diminuída e deste modo o lodo possa ser adicionado ao solo.

## 7.2 DESENVOLVIMENTO DA PLANTA

As plantas foram semeadas no dia 20 de maio de 2012. Os primeiros indícios de crescimento se deram no dia 24 de maio de 2012 e o nascimento de todas as sementes se deu em 25 de maio de 2012.

A tabela 7 e a figura 8 mostra o monitoramento do crescimento da planta que foi feito pela observação da quantidade de pés crescidos e altura média das unidades nos primeiros dias de cultivo do trigo.

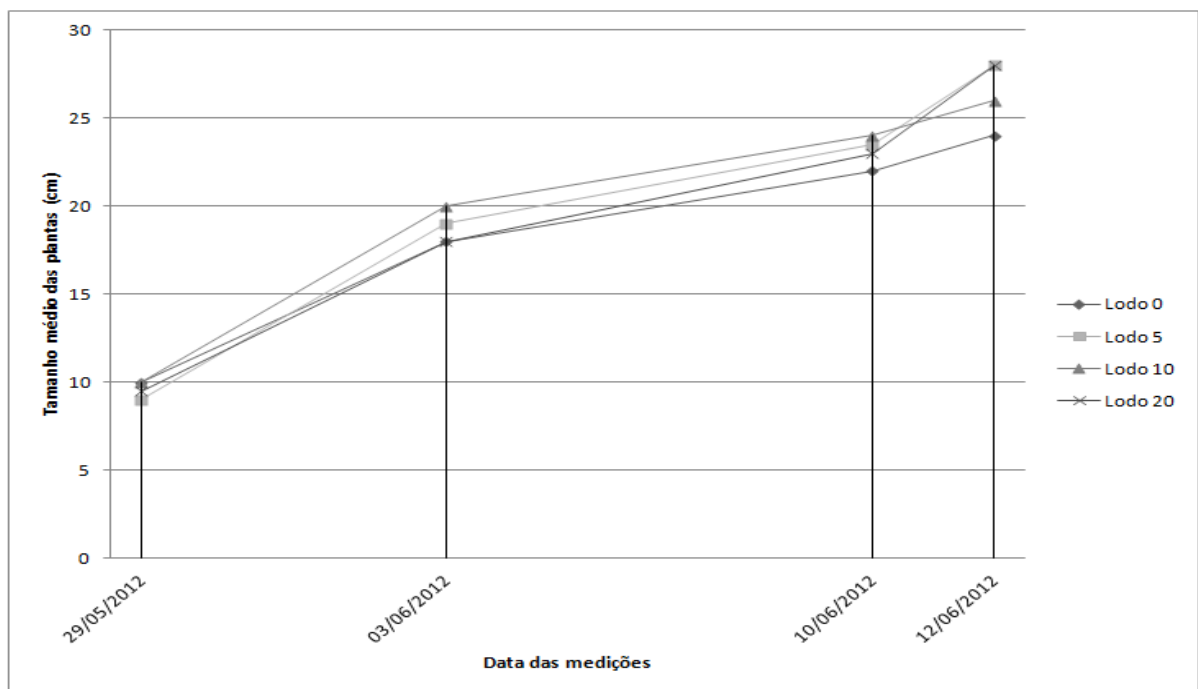
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Total de pés	Tamanho médio
<b>29/05</b>					
Lodo 0	10	05	05	20	10 cm
Lodo 5	06	03	04	13	9 cm
Lodo 10	05	06	06	17	10 cm
Lodo 20	03	05	08	16	9,5 cm
<b>03/06</b>					
Lodo 0	14	05	05	24	18 cm
Lodo 5	07	04	04	15	19 cm
Lodo 10	05	06	06	17	20 cm
Lodo 20	03	06	08	17	18 cm
<b>10/06</b>					
Lodo 0	13	05	05	23	22 cm
Lodo 5	07	04	04	15	23,5 cm
Lodo 10	05	06	06	17	24 cm
Lodo 20	03	06	08	17	23 cm
<b>12/06</b>					
Lodo 0	13	05	05	23	24 cm
Lodo 5	07	04	04	15	28 cm
Lodo 10	05	06	06	17	26
Lodo 20	03	07	06	16	28

**Tabela 7: Monitoramento do crescimento da planta.**

Os valores expressos na tabela 7, mostra que apesar do bom começo, as caixas de vegetação que estavam sem lodo de esgoto como fertilizante, não mantiveram o rendimento ao passar dos dias. As caixas com lodo na proporção de 5 ton/ha e 10 ton/ha tiveram um bom começo e mantiveram um ritmo aceitável de crescimento, e dentro do esperado. Apesar de no começo do experimento não apresentar valores dentro do esperado, mas perto das demais caixas de vegetação, onde se empregava a proporção de 20 ton/ha, seu desempenho teve ótima melhora após os

primeiros 10 dias, já ficando evidente uma melhora no último dia em que se pode ser feito o monitoramento, no que se diz respeito ao tamanho da planta.

O gráfico abaixo mostra o desenvolvimento da planta em centímetros em função do tempo em dias, durante o período de monitoramento. Este gráfico evidencia, que as caixas onde havia a ausência de lodo, o crescimento da planta começa a diminuir após os primeiros 10 dias e mostra que as caixas que continham lodo de esgoto na proporção de 20 ton/ha começa a ganhar ritmo de crescimento ao mesmo tempo que as amostras de lodo 0 diminuem, este crescimento poderia ser maior e os resultados melhores no final do experimento, se não fosse as interferências climáticas ocorridas no período de cultivo do trigo. Com relação as caixas com lodo de esgoto na proporção de 5 ton/ha e 10 ton/ha, o que já foi dito acima, no que se diz respeito ao crescimento, é comprovado pelo gráfico abaixo mostrado.



A figura 10 mostra o desenvolvimento da cultura nos primeiros 20 dias.



**Figura 10: Estágios de desenvolvimento da cultura de trigo submetida a fertilização com lodo de esgoto (1: plantio da cultura de trigo em 20 de maio de 2012; 2: início do crescimento; 3: aproximadamente 1 semana após o surgimento dos primeiros brotos; 4: aproximadamente 20 dias após o crescimento.**

Após os primeiros 20 dias de cultivo, houve variáveis mudanças climáticas, prejudicando o desenvolvimento das plantas, o que foi observado também pelo surgimento de fungos na cultura, o que fez com que as folhas ficassem fracas e secas antes de sua fase final. A figura 9 mostra como a planta ficou após o término do período da cultura, nota-se que, mesmo com as interferências do clima já citadas, alguns pés de trigo ainda restaram nas caixas de vegetação durante os 120 dias de cultivo.



**Figura 11: Cultura do trigo após 120 dias de cultivo.**

Depois dos 120 dias de cultivo, foram retiradas todos os pés que ficaram nas caixas, para serem coletadas amostras de solo pra determinação de macro e micronutrientes.

Como já citado acima os resultados expressos na tabela 7, nas figuras acima e na curva de crescimento, mostram que o desenvolvimento da planta ao longo dos 20 dias pode-se notar que os melhores resultados estavam nos caixas de vegetação com lodo na proporção de 5 ton/ha e lodo na proporção de 10 ton/ha, tanto no número de pés quanto em seu tamanho médio.

Os caixas com lodo para proporção de 20 ton/ha tiveram rendimento abaixo do esperado no inicio do experimento, mas dias depois seus resultados já estavam perto das demais caixas de vegetação. Apesar do alto índice de brotamento, os caixas de vegetação onde não havia a presença de lodo começaram a dar sinais de diminuição no crescimento á partir do dia 10 de junho de 2012 .

A alta absorção dos nutrientes ocorrido no experimento demonstrado nas análises, mostra que o lodo foi bem aceito pela planta no período de cultivo e que a mesma o consumiu bem principalmente nos primeiros dias de cultivo. A quantidade de pés presentes nos caixas de vegetação, não sofreu interferência do lodo para sua brotação, mas sim da qualidade das sementes usadas e sua adaptação ao solo em que ela foi empregada.

As amostras de solo das caixas foram retiradas de maneira aleatória e levadas ao laboratório para realização de análises de macro e micronutrientes. Os resultados das análises feitas nas amostras de solo estão expressos abaixo na tabela 8.

	Vaso 1	Vaso 2	Vaso 3	Vaso 4
<b>Fósforo (mg. Kg<sup>-1</sup>)</b>	0,029	0,030	0,030	0,043
<b>Matéria Orgânica (mg. Kg<sup>-1</sup>)</b>	4,0	4,0	4,0	6,0
<b>Potássio (mg. Kg<sup>-1</sup>)</b>	0,14	0,11	0,10	0,074
<b>Cálcio (mg. Kg<sup>-1</sup>)</b>	0,40	0,96	2,08	3,0
<b>Magnésio (mg. Kg<sup>-1</sup>)</b>	0,12	0,44	0,92	0,92
<b>Cobre (mg. Kg<sup>-1</sup>)</b>	0,0031	0,0028	0,0029	0,0031
<b>Zinco (mg. Kg<sup>-1</sup>)</b>	0,0003	0,0003	0,0007	0,0013
<b>Ferro (mg. Kg<sup>-1</sup>)</b>	0,0018	0,0017	0,0024	0,0030
<b>Manganês (mg. Kg<sup>-1</sup>)</b>	0,00068	0,00046	0,00039	0,00034

**Tabela 8: Resultados das Análises das Amostras de Solo laboratório.**

## 8. CONCLUSÃO

Como citado por SANTOS (2011), o lodo proveniente da ETE de Andirá tem grande potencial para uso agrícola, onde seus resultados mostram conformidade com os parâmetros da Resolução 375/06 do CONAMA. Os valores encontrados de P, K, Ca, Fe e Mg mostram que o lodo está apto para esta prática.

Para os teores de P e K, onde mostraram ótima absorção, há necessidade de se fazer uma complementação de adubação química, deste modo atendendo as necessidades da planta.

No que se diz respeito a metais pesados, os valores encontrados estão abaixo daqueles permitidos por lei, sendo que após a caleação os níveis de Cu e Zn diminuíram.

A absorção de nutrientes pela planta esteve dentro do desejado para esse tipo de cultura utilizada no experimento.

Apesar de ter ocorrido interferências climáticas em que o experimento ficou exposto após os primeiros dias, o desenvolvimento da planta ao longo dos primeiros 20 dias de monitoramento foram bons. Nas caixas de vegetação com a proporção de 5 ton/ha e 10 ton/ha, tanto na quantidade de pés que brotaram quanto no tamanho médio, o crescimento ficou dentro do esperado, como foi mostrado no gráfico e na tabela 7.

As caixas de vegetação com lodo na proporção para 20 ton/ha não tiveram um grande rendimento nos primeiros dias do experimento, mas ao passar de duas semanas seu rendimento já proporcionava resultados parecidos com os demais tratamentos, e teve uma ótima absorção de P, girando em torno de 90% do nutriente que foi adicionado ao solo.

## 9. REFERÊNCIAS

AGRONOMIA. **Sorgo sacarino pode reforçar produção de etanol**. Disponível em < <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2011/06/sorgo-sacarino-pode-reforcar-producao-de-etanol-no-brasil.html>>. Acesso em 27 de fev. de 2012.

ARAÚJO, Francioli Silva Dantas. **Influência do Lodo de ETE na Massa para Fabricação de Cerâmica Vermelha**. 2008. 76p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e da Terra – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

BARBOSA, Graziela Moraes de Cesare; FILHO, João Tavares. Uso agrícola de lodo de esgoto: influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, n° 4, v. 27, outubro/dezembro 2006, p. 565-80.

BETTIOL, Wagner; CAMARGO, Otávio A. de. Agricultura: opção animadora para utilização do lodo de esgoto. **O Agrônomo**, n° 2/3, 2000. p. 14.

BOTELHO, Izildinha. **O milho e sua história**. Sociedade digital. Disponível em <<http://www.sociedadedigital.com.br/artigo.php?artigo=67&item=2>>. Acesso em: 12 out. 2011.

BROSSI, Maria Julia de Lima. **Ecotoxicologia de um sistema florestal de eucalipto tratado com lodo de esgoto**. 2008. 85p. Dissertação (Mestrado)- Centro de Energia Nuclear na Agricultura- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CHAGAS, Welington Ferreira. **Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgotos da ilha do governador e da Penha no estado do Rio de Janeiro**. 2000. 89p. Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública; Rio de Janeiro, 2000.



CONAB, **Acompanhamento da Safra Brasileira**, Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_12\\_08\\_11\\_00\\_54\\_08.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_11_00_54_08.pdf)> acesso 05 de março de 2012 as 12:45 horas.

COELHO, Ângela Mello. **Comparação de métodos de estimação de componentes de variância e parâmetros genéticos considerando o delineamento III aplicado a caracteres quantitativos em milho**. 2010. 101p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

CORREIA, Joelande Esquivel. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO LODO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONTORNO FEIRA DE SANTANA, BA**. 2009. 82p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2009.

CORTEZ, Jorge W.; FILHO, Alberto Carvalho; SILVA, Rouverson P.; FURLANI, Carlos E. A.; SIMONIS, Daniel B. Comportamento da Cultura do Sorgo em Função do Tipo de Rodas Compactadoras e Cargas Verticais Impostas na Operação de Semeadura. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.26, n°2, maio/agosto 2006, p. 461-469.

FARIA Luiz Carlos de. **Uso do lodo de esgoto (biossólido) como fertilizante em eucaliptos: demanda potencial, produção e crescimento das árvores e viabilidade econômica**. 2007. 105p. Tese (Doutorado)- Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FERRO, Maria Inês; BARROS, Neli Martins de.; DABBAS, Karina Maria; LAIA, Marcelo Luiz de.; KUPPER, Kátia Cristina; MORAES, Vicente Alberto de.; OLIVEIRA, Julio Cezar Franco de.; FERRO, Jesus Aparecido; ZINGARETTI, Sonia Maria. Análise do perfil de expressão dos genes da cana-de-açúcar envolvidos na interação com *Leifsonia xyli* subsp. *Xyli*. **Summa Phytopathol**, Botucatu, n°2, v.33, abril/junho 2007.

FIA, Ronaldo; MATOS, Antonio Teixeira de; AGUIRRE, Carmen Iribarren. Características Químicas de Solo Adubado com Doses Crescentes de Lodo de

Esgoto Caleado. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, nº4, v. 13, outubro/dezembro 2005, p.297-99.

FILHO, José Rubens Almeida Leme. **Desenvolvimento da Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) sob diferentes formas de colheita e de manejo de palhço.** 2009.111p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

FONSCECA, Adriel Ferreira da. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado.** 2001. 110p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

GALDOS, Marcelo Valadares. **Perdas de Fósforo e Metais pesados por Enxurrada em solo com aplicação de Lodo de Esgoto e Cultivado com Milho.** 2003. 53p. Dissertação (Mestrado)-Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2003.

GALDOS, M. V.; MARIA, I. C. de; CAMARGO, O. A.. Atributos químicos e produção de milho em latossolo vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, nº 03, junho 2004. p. 569-77.

GOMES, Aline Renée Coscione; GOMES, Carla. Uso Agrícola de Lodo de Esgoto e o Papel dos Profissionais da Química. **Informativo CRQ-IV**, ano 20, n.107, janeiro/fevereiro, 2011. p. 14-5.

LEMAINSKI, Jorge; SILVA, José Eurípedes da. Utilização do biossólido da CAESB na produção de milho no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.30, n. 4, agosto 2006, p.741-50.

LIRA, Ana Cláudia Silva de. **Lodo de esgoto em plantações de eucalipto: carbono, nitrogênio e aspectos da fotossíntese.** 2006. 123p. Tese (Doutorado)-

Escola de Engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

LIMA, Maria Regina Pereira. **Uso de Estufa Agrícola para Secagem e Higienização do Lodo de Esgoto**. 2009, 284p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MARTINS, A. L. C.; BATAGLIA, O. C.; CAMARGO, O. A.; CANTARELLA, H.. Produção de grãos e absorção de Cu, Fe, Mn, e Zn pelo milho em solo adubado com lodo de esgoto com e sem calcário. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, nº03, junho 2003, p.563-74.

MORGAN, Ariádne. **Lodo de esgoto doméstico é o novo componente na adubação das lavouras**. Centro de Produções Técnicas e Capacitação Profissional. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/noticias/lodo-de-esgoto-domestico-e-o-novo-componente-na-adubacao-das-lavouras>>. Acesso em: 27 mar. 2011.

NASCIMENTO, Rafael Silva Vieira do. **Gestão da Qualidade na Cultura da Cana-de-açúcar**. 2009. 89p. Trabalho de Conclusão de Curso (Administração)- Fundação Educacional do Município de Assis- FEMA/ Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis- IMESA, ASSIS, 2009.

OLIVEIRA, F.C.; MARQUES, M.O.; BELLINGIERI, P.A.; PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de Macronutrientes para a cultura do Sorgo Granífero. **Scientia Agrícola**, v. 52, nº2, maio/agosto 1995, p. 360-367.

OLIVEIRA, Fernando Carvalho; MATTIAZZO, Maria Emilia. Metais pesados em Latossolo tratado com Lodo de esgoto e em plantas de Cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v. 58, nº3, julho/setembro 2001, p. 581-593.

PALHARES, Marcos. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 90p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

QUEIROZ, Valéria Aparecida Vieira; VIZZOTTO, Márcia; CARVALHO, Carlos Wanderlei Piler de; MARTYINO, Hercia Stampini Duarte. O sorgo na Alimentação Humana. **Embrapa Circular Técnica 133**, Sete Lagoas, dezembro 2009.

REZENDE, Claudia Irene de Oliveira. **Influência da aplicação do lodo de esgoto (biossólido) sobre a concentração e o estoque de nutrientes na biomassa do sub-bosque, na seripilheira e no solo de um talhão de *E.grandis***. 2005.81p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ROMANO, Marcelo Ribeiro. **Desempenho fisiológico da cultura de milho com plantas de arquitetura contrastante: parâmetros para modelos de crescimento**. 2005. 100p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SANTOS, Ailton Dias dos. **Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos de tratamento de esgoto da região metropolitana de São Paulo**. 2003.265p. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SANTOS, Erick Rafael dos. **Caracterização Química e Microbiológica do Lodo de Esgoto pra fins de Fertilização**. 2011. 59p. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial)- Fundação Educacional do Município de Assis- FEMA/ Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis- IMESA, ASSIS, 2011.

SALA, Valéria Mariano Rodrigues. **Resposta da cultura do trigo aos novos endófitos, *Achromobacter* e *Zoogloea*, em condições de campo**. 2006. 139p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SILVA, Alessandro Guerra; BARROS, Alexandre Stremel; TEIXEIRA, Itamar Rosa. Avaliação Agronômica de Cultivares de Sorgo Forrageiro no Sudoeste do Estado de Goiás em 2005. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 2007, v.6, n°1, p. 116-127.

SILVEIRA, Luana Gasparino. **Ação dos Aleloquímicos presente no Eucalipto e sua Influência no Plantio de Alface**. 2011. 42p. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial)- Fundação Educacional do Município de Assis- FEMA/ Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis- IMESA, ASSIS, 2011.

VIEIRA, Rosana Faria. Lodo de Esgoto na agricultura: estudo do caso. In: **BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 20**. Embrapa, Departamento Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, São Paulo, 2004, 18 p.

VITAL, Marcos H. F., Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, nº28, v. 14, Dezembro 2007, p. 235-76.