

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO**  
**CAPIM TIFTON CULTIVADO EM**  
**LATOSSOLO ADUBADO COM LODO DE**  
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**Ana Carolina de Souza Ferreira**

**Juiz de Fora**  
**2016**

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO  
CAPIM TIFTON CULTIVADO EM  
LATOSSOLO ADUBADO COM LODO DE  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**Ana Carolina de Souza Ferreira**

**Ana Carolina de Souza Ferreira**

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO  
CAPIM TIFTON CULTIVADO EM  
LATOSSOLO ADUBADO COM LODO DE  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Área de concentração: Meio Ambiente

Linha de pesquisa: Coleta, tratamento e disposição de resíduos; recuperação de materiais

Orientador: Jonathas Batista Gonçalves Silva

Coorientadora: Renata de Oliveira Pereira

Juiz de Fora

Faculdade de Engenharia da UFJF

2016

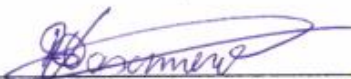
# “AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO CAPIM TIFTON CULTIVADO EM LATOSSOLO ADUBADO COM LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA”

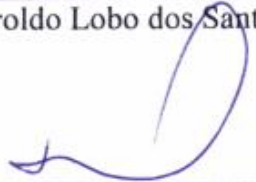
**Ana Carolina de Souza Ferreira**


Trabalho Final de Curso submetido à banca examinadora constituída de acordo com o artigo 9º da Resolução CCESA 4, de 9 de abril de 2012, estabelecida pelo Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 05 de agosto de 2016.

Por:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. *DSc.* Haroldo Lobo dos Santos Nascimento

  
\_\_\_\_\_  
Prof. *MSc.* Fabiano César Tosetti Leal

  
\_\_\_\_\_  
Prof. *DSc.* Jonathas Batista Gonçalves Silva  
(Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. *DSc.* Renata de Oliveira Pereira  
(Coorientadora)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por ser meu refúgio e meu guia no decorrer desta minha caminhada.

Agradeço a minha mãe Marta, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço. Ao meu pai José, que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e incentivou. Ao irmão, que nos momentos da minha ausência, dedicados aos estudos, sempre fez entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Ao Leonardo, que com seu companheirismo, paciência e dedicação total a mim foi peça fundamental nesta conquista.

Aos meus orientadores, Dr. Jonathas Silva e Dr<sup>a</sup>. Renata Pereira, agradeço pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho, pelo paciente trabalho de revisão da redação e principalmente pelo apoio e confiança.

À colega Adriana que com seu trabalho contribuiu e tornou oportuno a criação do meu.

À técnica Iramaia que não mediu esforços para me auxiliar nas análises

À Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora (CESAMA) por permitir a coleta do lodo.

Meus agradecimentos aos meus amigos de faculdade, de bolsas e de república, pelo companheirismo nos bons e maus momentos, e que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida.

Agradeço a todos os professores do departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, por me proporcionarem muito além dos conhecimentos técnicos, mas também manifestação do caráter e afetividade no processo da formação profissional. Meus eternos agradecimentos.

A todos que de alguma forma contribuíram, para este trabalho.

## RESUMO

O tratamento da água gera grandes quantidades de lodo, que se origina nos decantadores e filtros das ETAs. Dentre algumas alternativas de disposição final deste resíduo, destacam-se o aterro sanitário, aplicação em áreas agrícolas, fabricação de cimento e tijolos e compostagem. Diante do exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento do capim Tifton (*Cynodon spp cv*) cultivado em um Latossolo Vermelho- Amarelo adubado com lodo de ETA. A pesquisa foi conduzida no município de Juiz de fora – MG e avaliou a aplicação de distintas doses de lodo de ETA com características de crescimento, produção de massa seca e acúmulo de nutrientes da parte aérea e radicular de dois ciclos consecutivos de 45 dias cada. Os tratamentos avaliados foram T0, T1, T2, T3e T4 que receberam 0; 1,36; 2,73; 4,09 e 5,45 Kg m<sup>2</sup>, respectivamente, de lodo de ETA. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, cada tratamento com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. A aplicação dos tratamentos resultou em uma baixa produtividade e sintomas de toxicidade por manganês e ferro. Concluiu-se com base nos resultados que o lodo de ETA não apresentou potencial agrônômico.

Palavra-chave: resíduo sólido, disposição final e potencial agrônômico.

## ABSTRACT

The water treatment generates large amounts of sludge, which originates in the clarifiers and filters at the WTS. Among some alternative final disposal of this waste, it stands out the landfill, application in agriculture, cement and bricks manufacturing and composting. In the view of what has been exposed, this study aimed to evaluate the development of grass Tifton (*Cynodon spp cv*) grown in an red-yellow latosol fertilized with WTS sludge. The study was conducted in Juiz de Fora - MG and assessed the application of different WTS sludge doses with growth characteristics, dry matter yield and nutrients accumulation of the roof and above the ground parts of two consecutive cycles, having 45 days each. The treatments assessed were T0, T1, T2, T3 and T4 receiving WTS sludge 0; 1.36; 2.73; 4.09 and 5.45 kg m<sup>2</sup>, respectively. The experiment was conducted in a completely randomized design, each treatment with four replications, totalling 20 experimental units. The application of the treatments resulted

in low productivity and symptoms of toxicity due to manganese and iron. It was concluded, based on the results that the sludge did not present agronomic potential.

Key word: Solid Waste, final disposal and agronomic potential

## Sumário

LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE TABELAS .....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1- Caracterização do Experimento .....	13
2.2- Caracterização dos Tratamentos.....	14
2.3- Condução do experimento.....	16
2.4- Manejo de Irrigação .....	17
2.5- Características avaliadas .....	19
3- RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	20
3.1 Crescimento e produção do capim Tifton 85.....	20
3.2 Acúmulos de metais .....	22
4-CONCLUSÃO .....	28
5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28



## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1:** Disposição ao acaso dos vasos.

**Figura2:** Temperatura média diária e precipitação diária da cidade de Juiz de Fora, no período de 45 dias referente ao 1º e 2º ciclo do plantio.

**Figura 3:** Lâmina d'água irrigação diariamente do capim Tifton 85, referente 1ºciclo (31/10/15 a 15/12/15) e 2º (15/12/15 a 29/01/16) ciclo do plantio.

**Figura 4:** Curva de ajuste de modelo da variação de massa seca e produtividade do 2º ciclo em função aos distintos tratamentos

**Figura 5:** Curva de ajuste de modelo da variação de teor de manganês no sistema radicular do capim Tifton 85 em função aos distintos tratamentos.

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1:** Caracterização do lodo de decantador da ETA convencional (CDI) do município de Juiz de Fora, MG

**Tabela2:** Tratamentos em função da dose de aplicação do lodo

**Tabela 3:** Caracterização do solo após adubação para os diferentes tratamentos

**Tabela 4:** Esquemática das etapas do experimento

**Tabela 5:** Crescimento, produção de massa seca e produtividade da parte aérea do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e o segundo ciclo de cultivo

**Tabela 6:** Teores de cobre (Cu) da parte aérea e radicular do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e segundo ciclo de cultivo

**Tabela 7:** Concentração de micronutrientes nas folhas de determinada cultura

**Tabela 8:** Teores de zinco (Zn) da parte aérea radicular do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e/ou segundo ciclo de cultivo

**Tabela 9:** Teores de ferro (Fe) da parte aérea e radicular do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e segundo ciclo de cultivo

**Tabela 10:** Teores de manganês (Mn) da parte aérea e radicular do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e segundo ciclo de cultivo

# 1 INTRODUÇÃO

O constante processo de urbanização ocasiona mudanças nos hábitos dos indivíduos gerando crescente consumo de água per capita e industrial, além da degradação da qualidade da mesma. O tratamento da água gera grandes quantidades de resíduos, com destaque, o lodo de estação de tratamento de água (LETA), que se origina nos decantadores e filtros das estações de tratamento de água (ETA) (PROSAB, 2015).

No Brasil, 62 % dos resíduos das ETAs são frequentemente dispostos em cursos d'água sem qualquer tratamento e apenas 5,9% tem algum tipo de destinação adequada como aterro sanitário, reaproveitamento e incineração (IBGE, 2010).

Este método de disposição em curso d'água sem tratamento tem sido restringido e até proibido pelas regulamentações sobre prevenção ou recuperação da qualidade do meio ambiente. Uma vez que, o LETA é classificado como resíduos sólidos, de acordo com a norma técnica NBR-10004 (2004), portanto deve ser tratado e disposto adequadamente (DI BERNADO, 2008). Esta disposição inadequada em corpos hídricos pode alterar as características do corpo receptor como assoreamento ao corpo d'água, produção odores, crescimento excessivo de algas e morte de peixes, além de causar danos à vida aquática e à saúde público (TSUTIYA & HIRATA, 2001; RAMALHO, 2015).

As restrições legais e os altos custos associados ao tratamento e transporte do LETA, visando a sua disposição final, têm levado a busca de soluções mais econômicas e com responsabilidades ambientais (TSUTIYA & HIRATA 2001; RICHTER, 2001).

Algumas alternativas de disposição final adequadas para LETA são descritas por diversos autores, Tsutiya e Hirata (2001) referenciam a disposição em aterro sanitário, cultivo de grama comercial e plantas cítricas, fabricação de cimento e tijolos, compostagem e utilização em indústrias cerâmicas. O uso como aditivo no setor agrícola e de construção civil, além de aplicação em indústrias diversas, é sugerido por Richter (2001) e Botero (2009). Além dessas, o LETA possui potencial agrícola, uma vez que apresenta em sua composição substâncias similares às encontradas no solo e de baixo risco de contaminação ambiental (RAMALHO, 2015). Para tal, devem-se determinar as características do LETA e exigência nutricional das culturas a serem cultivadas.

O lodo de estações de tratamento de água tem características variáveis de acordo com as características da água antes do tratamento e da sequência dos processos de tratamento (LIBÂNIO, 2008; TSUTIYA & HIRATA, 2001). De forma geral o lodo de ETA é composto dos resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta, elementos químicos dissolvidos como cálcio, magnésio, ferro e manganês acrescido dos produtos químicos utilizados no tratamento da água, principalmente os coagulantes (RICHTER, 2001). As ETAs que utilizam sulfato de alumínio como coagulante geram lodos com menor potencial agrícola, uma vez que o alumínio além de ser tóxico, não apresenta nenhuma função para o desenvolvimento das plantas. Assim para que o lodo seja utilizado como aditivo agrícola é interessante utilização de outro coagulante, tal como o cloreto férrico.

A disposição do lodo em pastagem torna-se uma alternativa interessante. Segundo Guimarães (2012) a pastagem é o principal alimento de rebanho, no Brasil. Assim, pastagem plantada ocupa grande parte das áreas agricultáveis. O capim Tifton 85 é uma gramínea forrageira de clima tropical e subtropical. O Tifton 85 constitui uma alternativa bastante viável na alimentação animal, dado ao seu alto potencial de produção, fácil cultivo, baixo custo e por ser fonte de nutrientes para os animais em pastejo (SARMENTO *et al.*, 2006).

Seguindo tais pressupostos, objetivou-se neste trabalho avaliar o uso ambientalmente correto da disposição do lodo de ETA no solo e seu potencial agrônômico no cultivo do capim Tifton 85.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa da continuidade ao trabalho realizado por Oliveira *et al.* (2015) que objetivou avaliar as propriedades químicas e físicas de um latossolo após aplicação do lodo originado nos decantadores de uma estação de tratamento de água.

Este trabalho foi realizado, na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), em um ambiente protegido, situada no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, entre março de 2015 e março de 2016. O município está situado à 21° 41' 20" Sul e 43° 20' 40" Oeste, com uma área territorial de 1435 km<sup>2</sup> e uma população de 555 mil habitantes (IBGE, 2015). Segundo os dados da Normal Climatológica do Brasil, 1961-1990, o município

apresenta temperatura média 19,3 °C, temperatura mínima 15,4 °C, temperatura máxima 25,1 °C e precipitação total 1597,00 mm (INMET, 1992). O clima da região é o Clima Tropical de Altitude, de acordo com a classificação de W. Köppen, a região possui um clima Cwa, ou seja, um clima mesotérmico com verões quentes e chuvosos.

## 2.1- Caracterização do Experimento

O lodo de ETA foi obtido de decantadores da Estação de Tratamento de Água localizada no Distrito Industrial (ETA – CDI) do município de Juiz de Fora/MG. A ETA – CDI possui tratamento convencional e trata a água do Ribeirão do Espírito Santo usando cal para correção de pH e FLOCULAN (sulfato ferroso clorado [FeCl<sub>3</sub>xFe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]), como coagulante, produzindo aproximadamente 620 L s<sup>-1</sup> de água tratada e abastecendo 40% da população do município (CESAMA, 2014; ASSIS, 2015). Segundo Oliveira *et al.* (2015) a ETA-CDI opera com dois decantadores de aproximadamente 1.609 m<sup>3</sup> cada, que são lavados manualmente aproximadamente a cada 60 dias.

O lodo de ETA do trabalho foi mesmo caracterizado por Oliveira *et al.* (2015), coletado em agosto de 2014, em pontos variados dos decantadores da ETA- CDI. A caracterização, na Tabela 1, consistiu da análise da determinação de nutrientes como Cálcio, Fósforo, Potássio, Enxofre e de metais como Manganês, Ferro, Zinco, Cromo, Níquel, Cádmo, Chumbo, Boro além de parâmetros como matéria orgânica e o poder neutralizante, conforme método estabelecido por EMBRAPA (2011).

**Tabela 1:** Caracterização do lodo de decantador da ETA convencional (CDI) do município de Juiz de Fora, MG

Parâmetros (g kg <sup>-1</sup> )		Parâmetros (g kg <sup>-1</sup> )		Parâmetros (g kg <sup>-1</sup> )	
Ca	51,9	Fe	321,1	Pb	6,4
Mg	32,1	Zn	155,3	Ni	71,5
N	21	Mn	525,9	B	3,1
P	22,9	Cu	37,5	S	2,5
K	14,6	Cd	11,2	PN <sup>(2)</sup>	1,2
MO <sup>(1)</sup>	401	Cr	105,5		

(1) Matéria Orgânica;

(2) Poder Neutralizante (%).

Fonte: Oliveira *et al.* 2015.

## 2.2- Caracterização dos Tratamentos

Embalagens de muda de polietileno de 3L foram preenchidas com brita zero no fundo e solo previamente misturados com LETA. As doses de LETA foram definidas considerando o nitrogênio como elemento de referencia. Assim, adotaram-se as seguintes proporções de LETA: 0%, 50%, 100%, 150% e 200% em relação à dose calculada por Oliveira *et al.* (2015) com nitrogênio como referencia. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo coletado em uma área de plantio de Eucalipto no município de Silveirânia, Minas Gerais (MAPA DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2010).

Estabeleceu-se desta forma os tratamentos adotados em relação às distintas doses de aplicação do lodo de cada parcela experimental, observado na Tabela 2.

**Tabela 2:** Tratamentos em função da dose de aplicação do lodo

Tratamentos	Proporção da $D_{res}^{(1)}$	Taxa de Aplicação de N
	(%)	(Kg m <sup>2</sup> )
T0	0	0
T1	50	1,36
T2	100	2,73
T3	150	4,09
T4	200	5,45

<sup>(1)</sup> $D_{res}$  refere-se a dose de resíduo.

Fonte: Oliveira *et al.* 2015.

Na Tabela 3 apresentam-se as características do solo após a incorporação e incubação do LETA 60 dias.

**Tabela 3:** Caracterização do solo após adubação para os diferentes tratamentos

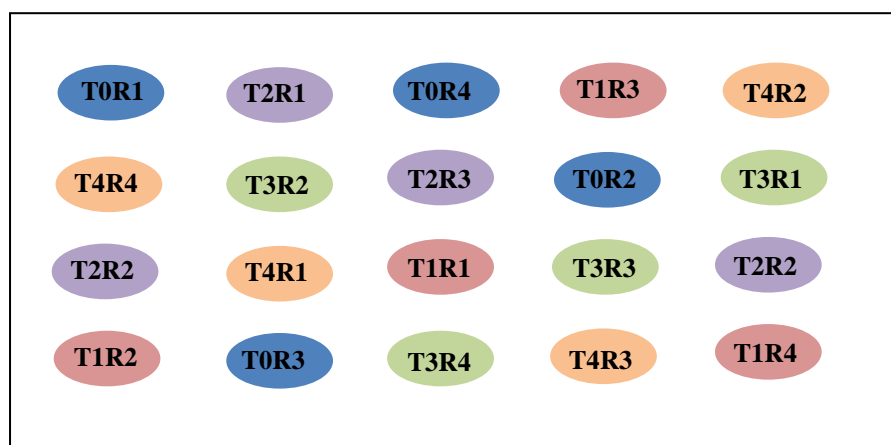
Parâmetro	Unidade	T0	T1	T2	T3	T4
pH	em H <sub>2</sub> O	5,16	5	4,79	4,81	4,67
P	mg dm <sup>-3</sup>	1,13	0,98	1,13	1,03	1,03
K	mg dm <sup>-3</sup>	19,75	19,25	19	20	19,5
Al <sup>3+</sup>	cmol dm <sup>-3</sup>	0,88	1	1,05	0,9	0,86
H+AL <sup>(1)</sup>	cmol dm <sup>-3</sup>	7,93	7,08	6,6	6,28	6,95
T <sup>(2)</sup>	cmol dm <sup>-3</sup>	8,26	7,54	7,14	6,93	7,71
MO <sup>(3)</sup>	dagkg <sup>-1</sup>	3,36	3,4	3,26	3,43	3,49
Cu	mg dm <sup>-3</sup>	1,73	1,69	1,78	1,99	1,98

Ni	mg dm <sup>-3</sup>	0,03	0,31	0,01	0,39	0,25
Cd	mg dm <sup>-3</sup>	0,03	0,03	0,04	0,01	0,06
Pb	mg dm <sup>-3</sup>	0,68	0,56	0,69	0,56	0,58
Ca <sup>2+</sup>	cmol dm <sup>-3</sup>	0,21	0,33	0,4	0,5	0,59
Mg <sup>2+</sup>	cmol dm <sup>-3</sup>	0,07	0,08	0,1	0,11	0,13
SB <sup>(4)</sup>	cmol dm <sup>-3</sup>	0,33	0,46	0,54	0,66	0,76
t <sup>(5)</sup>	cmol dm <sup>-3</sup>	1,21	1,46	1,59	1,56	1,62
V <sup>(6)</sup>	%	4,03	6,13	7,63	9,93	9,85
m <sup>(7)</sup>	%	72,03	68,38	65,43	57,1	52,78
Mn	mg dm <sup>-3</sup>	8,15	9,98	11,35	15,23	16,45
Zn	mg dm <sup>-3</sup>	0,52	0,95	1,16	1,35	1,5
Fe	mg dm <sup>-3</sup>	227,5	247,33	280,48	415,53	479,75
Cr	mg dm <sup>-3</sup>	0,74	1,35	1,09	2,17	2,64

- (1) Acidez potencial;  
(2) Capacidade de troca de cátions a pH 7;  
(3) Matéria Orgânica;  
(4) Soma de bases ;  
(5) Capacidade de troca de cátions efetiva;  
(6) Saturação por bases;  
(7) Saturação por alumínio.

Fonte: Oliveira *et al.* 2015.

O experimento foi montado seguindo um delineamento inteiramente casualizado (DIC), visto que a fonte de variação é apenas as doses do lodo. As 20 unidades experimentais foram subdivididas em cinco tratamentos (T0, T1, T2, T3 e T4) e cada um desses tratamentos com quatro repetições (R1, R2, R3 e R4). Na Figura 1 apresenta-se a forma aleatória de disposição das unidades experimentais, DIC instalado.



**Figura 1:** Disposição ao acaso dos vasos.

### 2.3- Condução do experimento

Com intuito de avaliar o potencial agrônômico do LETA foram plantadas duas mudas de capim da espécie *Cynodon sp.* Tifton 85 por embalagens, cada muda padronizada quanto ao comprimento e espessura.

Para uniformizar as unidades experimentais, após os primeiro 21 dias de plantio fez-se uma poda do capim a 10 cm de altura em relação ao nível do solo. Posteriormente a esta uniformização, o primeiro ciclo teve seu início em outubro de 2015 (31/10/2015), seguindo a recomendação de Malavolta (1992), quanto à época padronizada (primavera e/ou verão) para amostragem das folhas de gramíneas, que favorece o melhor desenvolvimento das plantas, devido condições adequadas de temperatura e luminosidade neste período (MATOS *et al.*, 2013). Nos quarenta e cinco dias ao final do ciclo, as plantas foram cortadas novamente a 10 cm de altura em relação ao nível do solo. Após este corte, em dezembro de 2015 (15/12/2015), o capim passou por outro sucessivo ciclo de crescimento, com a mesma duração de 45 dias. A condução do experimento foi esquematizada conforme a Tabela 4.

**Tabela 4:** Esquematização das etapas do experimento

Etapa	Características	Data
Plantio	Plantio das mudas padronizadas quanto ao comprimento e espessura.	10/10/2015
1º Poda	Corte a 10 cm do solo para uniformização	31/10/2015
1º Ciclo	Início do primeiro ciclo	31/10/2015
2º Poda	Término do primeiro ciclo e início do segundo ciclo	15/12/2015
1º Análise	Medida do comprimento da parte aérea, do primeiro ciclo.	15/12/2015
	As amostras foram conduzidas para o Laboratório de Qualidade (LAQUA) Ambiental do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-UFJF para secagem e análise de produção da parte aérea do Capim Tifton 85	16/12/2015
	As amostras secas foram conduzidas para o Laboratório de Análise de Solo, Tecido vegetal e fertilizante - UFV para determinação dos teores de Cobre, Ferro, Zinco e Manganês parte aérea do Capim Tifton 85.	21/12/2015
3º Poda	Término do segundo ciclo	29/01/2016



2º Análise	Medida do comprimento da parte aérea, do segundo ciclo.	29/01/2016
	As amostras foram conduzidas para o LAQUA para secagem e análise de produção de massa seca da parte aérea do Capim Tifton 85.	29/01/2016
	As amostras foram conduzidas para o Laboratório da UFV para determinação dos teores dos micronutrientes da parte aérea e radicular do Capim Tifton 85.	04/02/2016

## 2.4- Manejo de Irrigação

O manejo da irrigação seguiu o turno de rega diário e as lâminas d'água foram determinadas utilizando-se a equação Penman Monteith adaptado de Allen *et al.* (1998), Equação 1.

$$ET_{pc} = K_c \frac{0,408 \Delta (Rn - G) \gamma \left( \frac{900}{T + 273} \right) U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

$ET_{PC}$  = Evapotranspiração potencial da cultura;

$K_c$  = Coeficiente da cultura;

$\gamma$  = Constante psicrométrica, em  $KPa^\circ C^{-1}$

$\Delta$  = Declividade da curva de pressão de vapor de saturação, em  $Kpa^\circ C^{-1}$  ;

$e_s$  = Pressão de saturação de vapor, em KPa;

$e_a$  = Pressão de vapor em vapor atual, em KPa;

$(e_s - e_a)$  = Déficit de pressão de vapor ,em KPa;

$U_2$  = Velocidade de vento à altura de 2m, em  $^\circ C$ ;

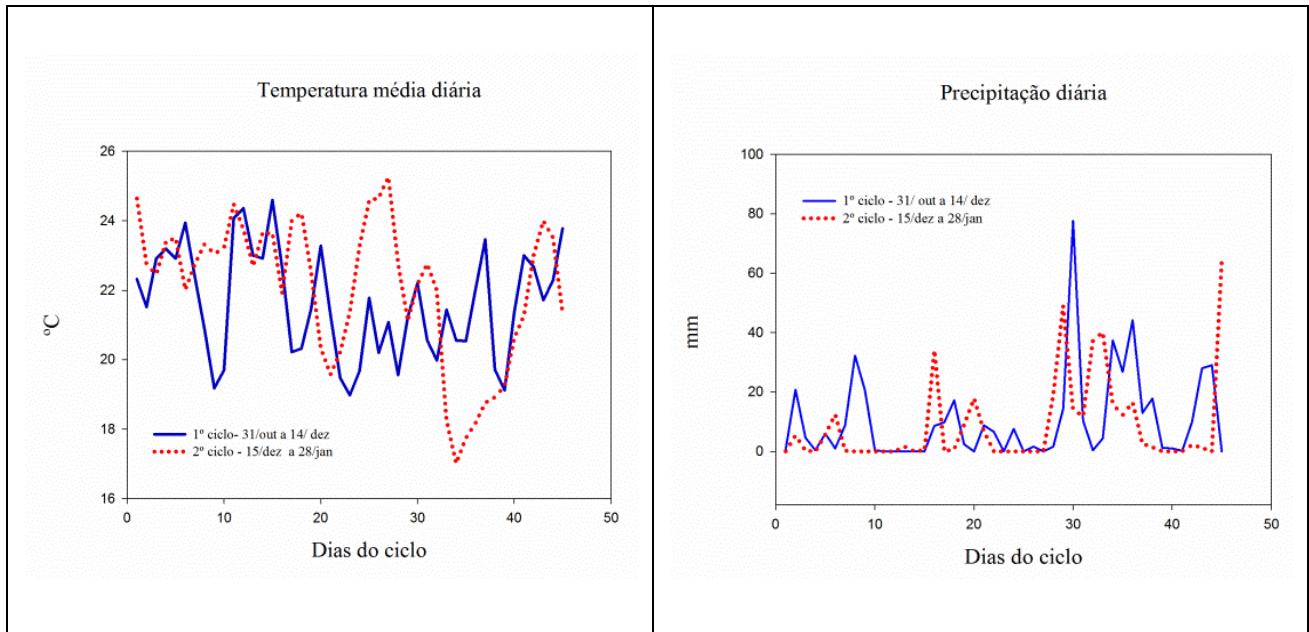
$T$  = Temperatura do ar a 2 m de altura;

$G$ : Fluxo de calor no solo, em  $MJ m^{-2}d^{-1}$ ;

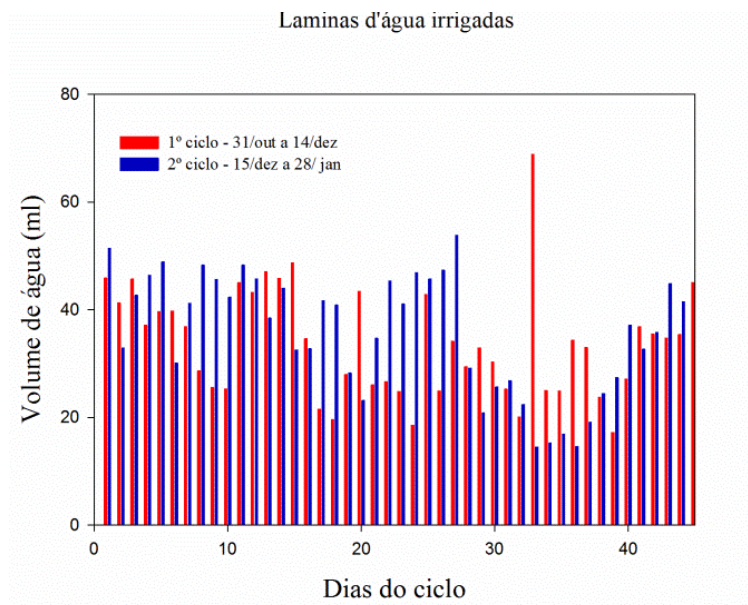
$Rn$ : Saldo de radiação à superfície, em  $MJ m^{-2}d^{-1}$ .

Os parâmetros meteorológicos foram coletados diariamente da estação automática do INMET, referente a cidade de Juiz de Fora no período de interesse e foram manipulados

a fim de garantir o cálculo de  $ET_{PC}$  e a lâmina d'água requerida pela cultura a cada dia. Na Figura 2, esta representada dois desses parâmetros meteorológicos. Já na Figura 3 esta representada lâmina d'água de irrigação diariamente do capim Tifton 85, calculada referente os parâmetros meteorológicos de Juiz de Fora entre os dias que sucederam o 1º e 2º ciclo do plantio.



**Figura2:** Temperatura média diária e precipitação diária da cidade de Juiz de Fora, no período de 45 dias referente ao 1º e 2º ciclo do plantio.



**Figura 3:** Lâmina d'água irrigação diariamente do capim Tifton 85, referente 1ºciclo (31/10/15 a 15/12/15) e 2º (15/12/15 a 29/01/16) ciclo do plantio.

## 2.5- Características avaliadas

Foram avaliadas características de crescimento, produção de massa seca e acúmulo de nutrientes para cada ciclo.

### a- Crescimento

Logo após o corte, em cada ciclo, foi realizada medida do comprimento da parte aérea das plantas de cada unidade experimental, com auxílio de uma trena.

### b- Produção

A análise de rendimento foi realizada no LAQUA Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade Federal de Juiz de Fora para determinar a massa seca. A determinação da massa seca foi obtida após o vegetal ter sido colocado na estufa por 5 dias à 40°C. Para o primeiro ciclo foi analisado o rendimento apenas da parte aérea da cultura.

### c- Acúmulo de metais

O acúmulo de metais foi estudado através de análises do solo e vegetal. Estas análises se complementam para proporcionar informações que permitam a adubação adequada para o melhor desenvolvimento do Capim Tifton 85 (MALAVOLTA, 1992). A análise vegetal retrata o estado nutricional da cultura e este conhecimento da deficiência ou excesso dos nutrientes limitantes ao desenvolvimento vegetal é essencial para maximizar o seu potencial produtivo (SARMENTO *et al.*, 2006).

Posterior à secagem, as amostras foram conduzidas para o Laboratório de Análise de Solo, Tecido vegetal e fertilizante da Universidade Federal de Viçosa, para a determinação dos teores de Cobre, Ferro, Zinco e Manganês, conforme a método apresentada pela EMBRAPA (1999). Designou-se a análise de tais metais, baseada nos valores encontrados por Oliveira *et al* (2015), uma vez que estes apresentaram teores discrepantes no solo adubado com LETA e por se tratarem de elementos com potencial de toxicidade.

Assim como para a análise de produção, no primeiro ciclo a quantificação dos teores dos metais foi realizada apenas da parte aérea da planta, enquanto que no segundo ciclo foi avaliado tanto na raiz quanto na porção aérea.

#### d- Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias dos resultados foram comparadas pelo método de Tukey considerando o nível de significância de 5%. Para a análises foram usados o programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, SISVAR versão 5.3, e o *software* SIGMAPLOT para ajuste do modelo.

### 3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Crescimento e produção do capim Tifton 85

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados do crescimento, produção de massa seca e produtividade da parte aérea do capim Tifton 85.

**Tabela 5:** Crescimento, produção de massa seca e produtividade da parte aérea do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e o segundo ciclo de cultivo

Sistema Aéreo						
Trat. <sup>(1)</sup>	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Comp. <sup>(2)</sup>	Massa seca	Produtiv. <sup>(3)</sup>	Comp. <sup>(2)</sup>	Massa seca	Produtiv. <sup>(3)</sup>
	(cm)	(g)	(Mg ha <sup>-1</sup> )	(cm)	(g)	(Mg ha <sup>-1</sup> )
T0	29,02(±11,30)a	0,70(±0,67)a	0,34(±0,33)a	24,54(±4,40)a	0,83(±0,34)ab	0,41(0,17)ab
T1	30,02(±4,15)a	0,65(±0,64)a	0,32(±0,24)a	28,87(±3,04)a	0,59(±0,08)a	0,29(±0,03)a
T2	25,06(±2,58)a	1,27(±0,40)a	0,62(±0,14)a	28,08(±5,75)a	1,38(±0,42)bc	0,68(±0,18)bc
T3	33,7(±7,54)a	0,90(±0,24)a	0,44(0,12)a	36,00(±7,81)a	0,94(±0,18)abc	0,46(±0,09)abc
T4	34,95(±3,15)a	1,50(±0,06)a	0,74(±0,03)a	33,61(±1,88)a	1,44(±0,18)c	0,71(±0,09)c

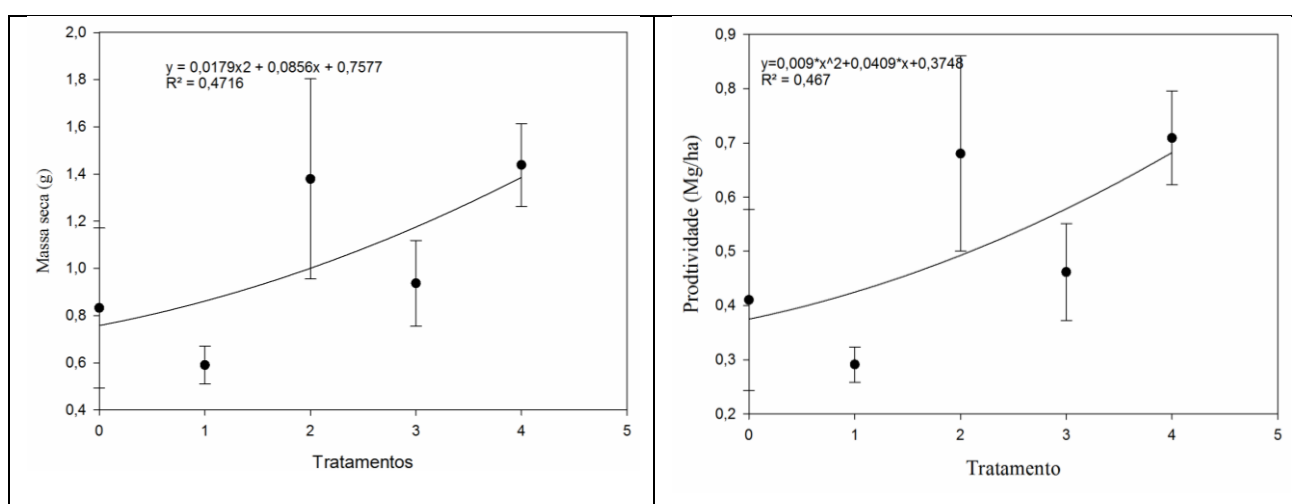
Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Tratamento;

<sup>(2)</sup> Comprimento;

<sup>(3)</sup> Produtividade.

Verificou-se que as médias da massa seca, da produtividade e comprimento do capim Tifton 85 não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de significância, com exceção da massa seca e a produtividade do segundo ciclo. Pelo método de ajuste de curva, representado na Figura 4, considerando que a curva mantenha o mesmo comportamento, pode se considerar que a massa seca do capim Tifton 85 tende a aumentar com o aumento de taxa de aplicação de LETA ao solo. A curva de ajuste de modelo da produção de massa seca, seguiu o mesmo comportamento da curva de massa seca, o que é coerente uma vez que, uma é variável dependente da outra.



**Figura 4:** Curva de ajuste de modelo da variação de massa seca e produtividade do 2º ciclo em função aos distintos tratamentos.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, a produtividade de massa seca (MS) foi maior no segundo corte para a maioria dos tratamentos, tal como também observado no trabalho de FIA *et al.*(2011) que estudaram o comportamento do capim Tifton 85 no tratamento das águas residuárias da suinocultura.

Na Tabela 5 pode-se analisar ainda que os valores de produtividade de MS obtidos foram inferiores aos reportados por Matos *et al.* (2013) que teve a maior produtividade acumulada de MS próximo a  $2600 \text{ Kg ha}^{-1}$  ( $2,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) ao adubar o solo com uma taxa de  $750 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$  de DBO de percolado de resíduo sólido urbano. Da mesma forma, a produtividade encontrada neste trabalho, foi inferior aos relatado por FIA *et al.* (2011), que obtiveram produtividades de 4,73 a  $6,26 \text{ Mg ha}^{-1}$ , no primeiro e segundo cortes, respectivamente, aplicando carga de  $327 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$  de DBO de água residuária de

suinocultura. Assim, Fia *et al.* (2011) encontraram aproximadamente 12% à mais de produtividade, se comparado com tratamento de maior produtividade deste trabalho, T4 do 1º ciclo (740 kg ha<sup>-1</sup>). A baixa produtividade do Capim Tifton 85, neste trabalho, pode ser em resposta ao baixo potencial do LETA de trazer melhoria a um solo agronomicamente pobre, demonstrado pelo índice saturação de base (V) inferior a 50%, a acidez potencial (H+AL) alta e capacidade de troca de cátions efetiva (t) baixa, conforme apresentado na Tabela 3.

### 3.2 Acúmulo de metais

#### Cobre (Cu)

Diante do resultado apresentado pela Tabela 6, às médias do teor de cobre não variaram significativamente entre os teores de Cu, pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

**Tabela 6:** Teores de cobre (Cu) da parte aérea e radicular do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e segundo ciclo de cultivo

Tratamento	Sistema Aéreo		Sistema radicular
	1º Ciclo	2º Ciclo	2º Ciclo
	Cobre (Cu)		
	(mg Kg <sup>-1</sup> )		
T0	9,124(±2,59)a	10,463(±2,21)a	40,138(±18,59)a
T1	9,070(±1,27)a	12,463(±2,11)a	30,525(±7,78)a
T2	8,188(±1,49)a	11,563(±2,06)a	33,500(±10,08)a
T3	7,700(±0,83)a	9,388(±1,03)a	26,713(±17,18)a
T4	9,955(±2,67)a	10,888(±1,96)a	34,863(±5,27)a

Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O cobre desempenha funções nas plantas como de ativação de enzimas, síntese de proteína, metabolismo de carboidratos, fixação simbiótica de N<sub>2</sub> (MALAVOLTA, 1980).

Nota-se que não houve um significativo aumento do teor de cobre entre o tratamento (T0) sem adubação de LETA e os com adubação (T1, T2, T3 e T4). Observa-se também que houve uma maior absorção pelo capim Tifton 85 de cobre pelas raízes em relação a parte aérea. Resultado semelhante foi relatado por Malavolta (1997), o cobre tende a

acumular-se nas raízes onde, em casos de toxicidade, é o primeiro órgão que manifesta os sintomas de mau funcionamento, de escurecimento e perda de elementos previamente absorvidos.

A concentração ótima de cobre na maioria das plantas, geralmente, está entre 5-20 mg kg<sup>-1</sup> na matéria seca foliar (DECHEN e NACHTIGALL, 2006). Deficiências são prováveis quando seu teor na matéria seca foliar encontra-se em níveis inferiores a 4 mg kg<sup>-1</sup> enquanto que acima de 20 mg kg<sup>-1</sup> pode-se observar sintomas de toxicidade (FAQUIN, 2005). Em comparação com os valores de referência dos teores de micronutrientes nas folhas dos autores citado acima e Malavolta (1992), na Tabela 7, observou-se que o cobre encontra dentro da faixa adequada para o crescimento normal das plantas.

Para Dechen e Nachtigall (2006), entre todos os micronutrientes, a deficiência de cobre é a mais difícil de diagnosticar devido à interferência de outros elementos (P, Fe, Mo, Zn e S), além da deficiência de cobre apresentar-se raramente nas plantas, uma vez que este elemento se encontra disponível em quase todos os solos.

Observa-se ainda na Tabela 6, que o aumento das taxas de aplicação de LETA, entre os tratamentos, não foram suficientes para que houvesse uma tendência de aumento dos teores de cobre no capim Tifton 85 assim como, relatado por Fia *et al* (2011) que estudaram o comportamento do capim Tifton 85 no tratamento das águas residuárias da suinocultura (ARS). Em comparação aos dados de cobre relatados pelo mesmo autor (75 e 164 mg Kg<sup>-1</sup> de cobre), pode-se constatar que os teores de cobre encontradas na parte aérea do capim Tifton 85, neste trabalho estão relativamente inferiores, provavelmente devido a menor quantidade de biomassa produzida.

**Tabela 7:** Concentração de micronutrientes nas folhas de determinada cultura.

Cultura	Classificação	Cobre (Cu)	Ferro (Fe)	Manganês (Mn)	Zinco (Zn)
		(mg kg <sup>-1</sup> )			
Gramíneas (geral)	Baixa	<2	<80	<60	<10
	Média	2- 4	80-99	60-79	10-19
	Adequado	5-15	100-200	80-300	20-50

Fonte: Adaptado de Malavolta, 1992.

## Zinco (Zn)

Observa-se na Tabela 8 que não ocorreu diferença do valor de zinco na planta entre os cinco tratamentos pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

**Tabela 8:** Teores de zinco (Zn) da parte aérea radicular do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e/ou segundo ciclo de cultivo

Tratamento	Sistema Aéreo		Sistema radicular
	1º Ciclo	2º Ciclo	2º Ciclo
	Zinco (Zn)		
	(mg Kg <sup>-1</sup> )		
T0	40,404(±14,70)a	29,675(±592)a	34,513(±8,05)a
T1	39,201(±2,44)a	43,763(±8,92)a	40,350(±12,90)a
T2	41,113(±2,39)a	32,488(±5,81)a	41,163(±1,59)a
T3	43,300(±6,62)a	37,125(±2,40)a	31,275(±3,15)a
T4	59,275(±18,54)a	39,600(±4,50)a	37,225 (±16,29)a

Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As concentrações de Zn nas plantas variam entre 3 e 150 mg kg<sup>-1</sup> de massa seca da planta (DECHEN e NACHTIGALL, 2006). Considera-se que concentrações entre 20 a 50 mg kg<sup>-1</sup>, Tabela 7, valores adequados ao crescimento normal de gramíneas (MALAVOLTA, 1992),

Segundo Malavolta (1980) a presença de cobre e ferro pode inibir a absorção de Zn, mesmo a mistura solo-lodo ter apresentado a presença desses metais, o capim Tifton 85 apresentou teores de Zn no limite de adequação, de acordo com o resultado acima, isso pode ser justificado pelo fato de que gramíneas forrageiras têm alta eficiência na absorção de zinco (MALAVOLTA, 1980).

Em comparação com valores de zinco extraído pelo capim Tifton adubado com água residuária de suinocultura encontrados por Fia *et al.* (2011) (1,21-3,68 kg ha<sup>-1</sup>), o teor de zinco (0,01 -0,04 kg ha<sup>-1</sup>) extraído pelo Tifton 85, neste trabalho, foi inferiores. Provavelmente, devido a menor quantidade de biomassa produzida.



## Ferro (Fe)

Diante do resultado exposto na Tabela 9, verificou-se que não ocorreu diferença dos teores de ferro na planta entre os cinco tratamentos, pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

**Tabela 9:** Teores de ferro (Fe) da parte aérea e radicular do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e segundo ciclo de cultivo

Tratamento	Sistema Aéreo		Sistema radicular
	1º Ciclo	2º Ciclo	2º Ciclo
	Ferro (Fe)		
	(mg Kg <sup>-1</sup> )		
T0	161,346(±8,95)a	314,513(±59,25)a	24589,750(±8279,51)a
T1	194,150(±49,78)a	507,138(±404,81)a	23585,750(±6115,25)a
T2	226,788(±52,76)a	351,213(±316,64)a	18678,197(±10257,80)a
T3	178,063(±37,18)a	239,088(±129,76)a	19032,250(±3276,18)a
T4	260,819(±257,51)a	208,838(±68,60)a	25509,750(±8383,53)a

Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O Ferro é componente de uma série de enzimas que desempenha funções nas plantas como síntese de proteínas, síntese de clorofila entre outras (FAQUIN, 2005).

Segundo aos teores recomendados por Malavolta (1992), na Tabela 8, verifica-se que pelos dados da Tabela 9 para o capim Tifton 85, o tratamento T2, T4 do primeiro ciclo e todos os tratamentos do segundo ciclo excederam o limite máximo de 200 mg kg<sup>-1</sup>, adequado para o crescimento normal das gramíneas. O sistema radicular também apresentou grandezas maiores que este limite. Para Dechen e Nachtigall (2006) as concentrações de ferro nas plantas variam, dependendo da parte da planta e da espécie.

Em geral, os teores de ferro encontrado neste trabalho estão relativamente abaixo dos teores de ferro encontrado por MATOS *et al* (2013), no 1º corte do capim adubado com percolado de resíduo sólido, onde o teor de ferro chegou a 1419 mg Kg<sup>-1</sup>, que referenciava a tratamentos em que foram aplicadas taxas mais altas de percolado de resíduos urbano (1.000 kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> de DBO)

O alto teor de ferro observado no capim Tifton 85, neste trabalho, é proveniente da alta concentração de ferro já presente no solo *in natura* e a incorporação do LETA

contribuiu para elevar ainda mais essa concentração. O que pode ser atestado pelo fato do tratamento T0 (sem incorporação de lodo) já apresenta nas Tabelas 3 e 4 valores elevados de ferro. Segundo Malavolta (1980) o ferro é o micronutriente que se apresenta em maior teor no solo brasileiro.

A possível toxicidade por ferro pode ser notado, através do aparecimento manchas necróticas e o amarelamento-pardo das folhas da maioria dos tratamentos, que são sintomas de toxicidade por ferro que foram notados visivelmente capim Tifton 85 (MALAVOLTA,1997).

### Manganês (Mn)

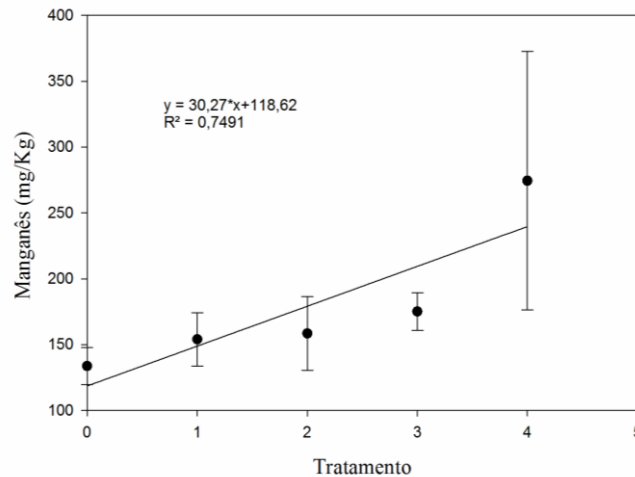
De acordo com o resultado da média de Manganês, nota-se que não ocorreu diferença do valor de manganês no sistema aéreo entre os cinco tratamentos, pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Mas, no sistema radicular, o T4 apresentou uma diferença significativa entre os tratamentos T0, T1 e T2 segundo teste de Tukey.

**Tabela 10:** Teores de manganês (Mn) da parte aérea e radicular do capim Tifton 85 cultivado em um Latossolo adubado com LETA, referente ao primeiro e segundo ciclo de cultivo

Tratamento	Sistema Aéreo		Sistema radicular
	1º Ciclo	2º Ciclo	2º Ciclo
	Manganês (Mn)		
	(mg Kg <sup>-1</sup> )		
T0	436,698(±73,56)a	268,025(±62,87)a	133,738(±14,12)a
T1	396,024(±125,89)a	349,125(±71,40)a	153,938(±20,21)a
T2	549,325(±110,07)a	338,763(±72,86)a	158,500(±27,85)a
T3	524,375(±71,06)a	345,550(±52,47)a	175,113(14,28)ab
T4	494,549(±141,50)a	277,638(±53,37)a	274,500(±98,06)b

Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nota-se na Figura 5, a apresentação da curva que melhor se ajustou o modelo. Observa-se que houve uma tendência de aumento de teores de manganês nas raízes do capim Tifton 85 com o aumento de incorporação do LETA.



**Figura 5:** Curva de ajuste de modelo da variação de teor de manganês no sistema radicular do capim Tifton 85 em função aos distintos tratamentos.

Na Tabela 10, verificou-se uma tendência de diminuição do teor de manganês da parte aérea do capim Tifton 85, com o aumento número de cortes da planta, pois os maiores valores foram encontrados no 1º ciclo, este comportamento também foi relatado por MATOS *et al.*(2013).

Conforme Faquin (2005) a acidez do solo, predominante na região subtropical e tropical, favorece a disponibilidade de manganês, tornando mais ocorrente a toxicidade do que a deficiência deste micronutriente nas plantas. O solo usado neste trabalho apresentava pH ácido ,entre 4 e 5,e valores elevado de manganês, Tabela 3.Observa-se também, na Tabela 1, que o manganês é o elemento de maior teor no LETA.

Para Dechen e Nachtigall (2006) as concentrações de manganês nas plantas variam entre 5 e 1500 mg kg<sup>-1</sup> de massa seca da planta, dependendo da parte da planta e da espécie. Já para Malavolta (1992), para cultura de gramíneas essa faixa é mais restrita, 80-300 mg kg<sup>-1</sup> representa valores para uma produção adequada. De acordo com os resultados, da Tabela 10, pode se verificar conforme Malavolta (1992) na Tabela 8, que os teores de manganês presente no capim Tifton 85 excederam o limite adequado para um crescimento normal de gramíneas.

A concentração de manganês nas folhas do Tifton 85, obtidas em todos os tratamentos neste trabalho, superou as concentrações encontradas por MATOS *et al.* (2013) que teve o valor máximo de manganês igual a 276 mg kg<sup>-1</sup>,encontrado no 1º ciclo do tratamento que recebeu maior taxa de percolado de resíduo urbano (1000 kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> de DBO ).

Dada a interação do manganês com outros nutrientes, o seu excesso pode manifestar-se como deficiência induzida de cálcio, magnésio e, em especial, de ferro e, só posteriormente, como toxidez, o que pode ter inibido uma parcela de absorção de ferro pelo capim Tifton e diminuindo os efeitos da toxidade de ferro na planta (FAQUIN, 2005).

Segundo Faquin (2005) a toxidade de manganês pode ocasionar até 10% de redução da produção de matéria seca da planta, o que pode ter influenciado também na baixa produtividade de matéria seca do capim Tifton 85. O mesmo autor relata que a toxidade por manganês é manifestada em muitas culturas e pode ser compensada por meio de calagem.

A função desempenhada pelo Mn é a na síntese de proteína e multiplicação de células e síntese de clorofila (MALAVOLTA,1980).

#### **4-CONCLUSÃO**

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que este lodo de estação de tratamento de água não apresenta potencial agrônômico. O capim Tifton 85 cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo adubado com lodo de ETA apresentou uma tendência de aumento de produtividade e massa seca, entretanto a adubação não supriu as exigências para um adequado desenvolvimento do capim, ocasionando uma baixa produtividade e sintomas de toxidade por manganês e ferro.

Recomenda-se para estudos futuros que concomitante a adubação com lodo de ETA realize calagem e adubação complementar para corrigir o manganês e favorecer a produtividade do Capim Tifton 85.

#### **5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ASSIS, L. R. *Avaliação do impacto gerado nos corpos d'água devido ao lançamento de lodos provenientes de uma Estação de Tratamento de Água de Juiz de Fora - MG*. Trabalho de conclusão de curso (Tratamento de Águas). Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014. 61p

2. ALLEN, R. G et al. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
3. BOTERO, W. G.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, L. C.; ROCHA, J. C. Caracterização de lodo gerado em estações de tratamento de água: perspectivas de aplicação agrícola. *Quim. Nova*, v. 32, n. 8, p. 2018-2022, 2009. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n8/v32n8a07.pdf>> Acessado em : 12 jun. 2015
4. Companhia de Saneamento Municipal – CESAMA. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/>> Acesso em 14 de fev. 2016.
5. DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354
6. DI BERNARDO, L.; SABOGAL PAZ, L.P. *Seleção de Tecnologia de Tratamento de Água*. Editora LDiBe LTDA. 2008. 878p.
7. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 2º edição Revista. Rio de Janeiro, 2011. 225p.
8. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Informática Agropecuária. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
9. FANQUIN, V. *Nutrição Mineral de Plantas*, Lavras, v. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. 186p.
10. FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
11. FIA, F. R. L.; Matos, A. T.; FIA, R.; LAMBERT, T. F.; MATOS, M. P. , Remoção de nutrientes por *Typha latifolia* e *Cynodon* spp. Cultivadas em sistemas alagados construídos. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 6, n. 1, 2011.

12. GUIMARÃES, M. S. *Desempenho produtivo, análise de crescimento e características estruturais do dossel de dois capins do gênero Cynodon sob duas estratégias de pastejo intermitentes*. Trabalho de Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2012, 83 p
13. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos Demográficos de 2008. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2010. disponível em < <http://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/>> Acessado em 19 abr. 2015.
14. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos Demográficos de 2000. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2015. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313670&search=minas-gerais|juiz-de-fora>> Acessado em 17 jan. 2016
15. INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas. Brasília – DF, 1992.
16. LIBÂNIO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. Editora Átomo, 2º edição. Campinas 2008. 444p.
17. MALAVOLTA, E. *ABC da análise de solo e folhas: amostragem, interpretação e sugestão de adubação*. São Paulo: Editora Agrômica CERES Ltda. 1992. 124p.
18. MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319 p.
19. MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Editora Agrônoma CERES, 1980. 251p.
20. MAPA DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS: legenda expandida. Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49
21. MATOS, A. T; SILVA, D. F; MONACO, P. A. V; PEREIRA, O. G. Produtividade e composição química do capim-tifton 85 submetido a diferentes taxas de aplicação do percolado de resíduo sólido urbano. *Engenharia. Agrícola, Jaboticabal*, v.33, n.1, p.188-200, jan./fev. 2013
22. PROSAB, *Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água*, Rio de Janeiro - RJ, 1999

<<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabrealifinal.pdf>> Acessado em : 12 jun. 2015

23. RAMALHO, R. P. R.S. *Avaliação do uso de resíduo de estação de tratamento de água na produção de espécies vegetais com ocorrência no cerrado*. Trabalho de Dissertação de Mestrado.Universidade Federal de Goiás,2015, 96 p
24. RICHTER, C. A. *Tratamento de lodos de estações de tratamento de água*. São Paulo: Editora Edgard BlucherLtda, 2001, 102 p.
25. Sarmiento, P.; Nascimento, R. C.; Martins, A. T.; Cruz, M. C. P.; Ferreira, M. E. Nutrientes limitantes ao desenvolvimento do capim tifton 85 em argissolo vermelho-amarelo. **B. Industr. Anim.**, N.Odessa, v.63, n.1, p.11-18, 2006
26. TSUTIYA, M. T.; HIRATA, A.Y. Aproveitamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21.,2001, João Pessoa. Anais. João Pessoa: ABES [CDROM],2001. Disponível em< <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/brasil/i-025.pdf> >. Acessado em: 19 abr. 2015.
27. OLIVEIRA, A. P. S; SILVA, J. B. G. S; PEREIRA, R. O; SANTOS, A . S. P. Avaliação dos atributos de um latossolo adubado com lodo de estação de tratamento de água. *Revista Internacional de Ciências*. V .5, n.2, jul./dez. 2015, 19p.