

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE
GRAXARIA EM ELEMENTOS QUÍMICOS DO SOLO E NA
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE DUAS
ESPÉCIES FORRAGEIRAS**

Mayra Carolina de Oliveira
Engenheira Agrônoma

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE
GRAXARIA EM ELEMENTOS QUÍMICOS DO SOLO E NA
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE DUAS
ESPÉCIES FORRAGEIRAS**

Mayra Carolina de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. José Renato Zanini

Coorientador: Prof. Dr. Luís César Dias Drumond

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo)

2014

Oliveira, Mayra Carolina de
O48e Efeito da aplicação de água residuária de graxaria em elementos químicos do solo e na produção e composição mineral de duas espécies forrageiras / Mayra Carolina de Oliveira. – – Jaboticabal, 2014
xi, 48 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: José Renato Zanini
Coorientador: Luís César Dias Drumond
Banca examinadora: Alberto Carvalho Filho, Alexandre Dalri Barcellos
Bibliografia

1. Efluente 2. Fertirrigação. 3. Produção de Forragem. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.879:633.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO: EFEITO DA APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE GRAXARIA EM ELEMENTOS QUÍMICOS DO SOLO E NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE DUAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS

AUTORA: MAYRA CAROLINA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSE RENATO ZANINI

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. LUÍS CESAR DIAS DRUMOND

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO) , pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JOSE RENATO ZANINI
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ALEXANDRE BARCELLOS DALRI
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ALBERTO CARVALHO FILHO
Universidade Federal de Viçosa / Rio Paranaíba/MG

Data da realização: 25 de julho de 2014.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Mayra Carolina de Oliveira – filha de Mauro Sergio Rosa de Oliveira e Magda de Lourdes Faria Oliveira nasceu em Ibiá, MG, em 18 de dezembro de 1988. Em agosto de 2007, iniciou o Curso de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba, graduou-se em julho de 2012. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica do CNPq, de julho de 2008 a agosto de 2010. Foi fundadora do Grupo de Pesquisa em Forrageiras (GEPFOR) juntamente com o Prof. Dr. Luís César Dias Drumond. Recebeu aprovação no curso de mestrado em Agronomia (Ciência do Solo), da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho – Câmpus de Jaboticabal” em maio de 2012 e em agosto do mesmo ano iniciou os estudos na referida instituição, sob orientação do Prof. Dr. José Renato Zanini. Receberá o título de mestre em Agronomia (Ciência do Solo) em julho de 2014. Em junho de 2014 foi aprovada no processo seletivo do programa de pós-graduação/Doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas na Universidade Federal de Lavras.

"Na vida, não vale tanto o que temos, nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós!"

Francisco Cândido Xavier

"... os que se voltam para a prática sem a ciência são como os marinheiros que embarcam sem timão e sem bússola e nunca sabem para onde vão."

Leonardo da Vinci

Dedico

Aos meus pais, MAURO e MAGDA e a minha TIA ELINA pelo apoio, conselhos, e exemplo de vontade, determinação, superação e honestidade. Ao meu companheiro FLÁVIO que apesar das divergências normais da vida, torna possível um sentimento de amor e alegria.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Senhor Supremo, a quem agradeço sempre, pela saúde, inteligência e oportunidades que sempre me proporcionou e por estar ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus pais, Mauro e Magda e Tia Elina, que não mediram esforços para me proporcionar o melhor que podiam, por me formarem com caráter e humildade para aceitar minhas derrotas e não me tornar onipotente pelas conquistas. Ao meu grande companheiro Flávio por sempre estar ao meu lado e nunca mediu esforços para me acompanhar em minha jornada.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/FCAV, que através do programa de Agronomia (Ciência do Solo) me proporcionou estudar nesta renomada instituição a qual sentirei sempre orgulho por fazer parte de minha carreira.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

À Indústria Rações Patense por ter cedido a área e a infraestrutura necessária para a condução dos experimentos.

Aos meus orientadores Professores Doutores José Renato Zanini e Luís César Dias Drumond, pela confiança no meu trabalho, pelos sábios e valiosos conselhos e por me proporcionarem um crescimento pessoal e profissional imensurável.

Aos membros da banca Prof. Alberto Carvalho Filho e Prof. Alexandre Dalri pelas críticas cuidadosas e contribuições pertinentes para o aprimoramento deste trabalho.

A todos os amigos que fiz na FCAV, que de forma singular fizeram este tempo inesquecível e as boas lembranças.

Aos amigos pessoais do GEPFOR e da GAPPI e professores da Universidade Federal de Viçosa-Campus Rio Paranaíba, que sempre torceram para que esta etapa fosse concluída.

A todos MUITO OBRIGADO !!

SUMÁRIO

Página

LISTAS DE ABREVIATURAS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Reaproveitamento agrícola de resíduos orgânicos	3
2.2 Fertirrigação.....	4
2.3 Graxarias.....	6
2.4 Forrageiras	7
2.5 Composição mineral	11
2.6 Disposição final de água residuária de graxaria no solo.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÃO	30
6. REFERÊNCIAS	30

EFEITO DA APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE GRAXARIA EM ELEMENTOS QUÍMICOS DO SOLO E NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE DUAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS

RESUMO – Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de água residuária de graxaria no solo como destinação final desse efluente e na produção e composição mineral do capim Tangola (*Brachiaria mutica* x *Brachiaria arrecta*) e do capim Vaquero (*Cynodon dactylon*), em 12 ciclos, no período de maio de 2013 a abril de 2014. O experimento foi realizado em Patos de Minas-MG, com três tratamentos representados pelas doses do efluente, com quatro repetições, totalizando 12 parcelas cultivadas com capim Vaquero e 12 parcelas cultivadas com capim Tangola, cada parcela com 3 m². Os tratamentos diferiram-se quanto à dose de água residuária aplicada, sendo: tratamento 1: aplicação somente de água (Testemunha); tratamento 2: 1000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; tratamento 3: 2000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. A aplicação de água residuária aumentou a taxa de acúmulo e massa de forragem dos capins Vaquero e Tangola. A água residuária não aumentou os valores de pH, matéria orgânica, P, Ca, Mg, K, S, Al, Na, Cu, Fe, Zn, Mn e B do solo. A fertirrigação em forrageiras é uma boa alternativa para disposição de água residuária de graxaria, dispensando tratamento final desse efluente. A extração de nutrientes no solo pelas forrageiras, provenientes da água residuária contribui para a produção de forragem e preservação ambiental.

Palavras-chave: efluente, fertirrigação, produção de forragem

EFFECT OF APPLICATION OF AGROINDUSTRY WASTEWATER IN ELEMENTS IN SOIL AND MINERAL COMPOSITION AND PRODUCTION OF TWO FORAGES SPECIES

Abstract- This work aimed to evaluate the effect of agroindustry wastewater in the oxisoil as disposal of this effluent, mineral composition and production of Tangola grasses (*Brachiaria mutica* x *Brachiaria arrecta*) and Vaquero grasses (*Cynodon dactylon*), 12 cycles, from May 2013 to April 2014. The experiment was conducted in Patos de Minas-MG (Brazil) with three treatments represented by the levels of the effluent, with four replications, totaling 12 parcels cultivated with grass Vaquero and 12 parcels cultivated with grass Tangola, each plot with 3 m². The treatments differ as to the amount of wastewater applied, as follows: Treatment 1: application of water only (control); Treatment 2: 1000 m³ ha⁻¹ yr⁻¹; Treatment 3: 2000 m³ ha⁻¹ yr⁻¹. The application of wastewater increased the rate of accumulation and forage mass of Tangola and Vaquero grasses. The wastewater did not increase the pH, organic matter, P, Ca, Mg, K, S, Al, Na, Cu, Fe, Zn, Mn and B in the soil. Fertigation in forages is a good alternative for disposal of wastewater from agrindustry dispensing final treatment of the effluent. The extraction of soil nutrients by forage from wastewater, contributes to forage production and environmental preservation.

Keywords: effluent, fertigation, forage production

LISTAS DE ABREVIATURAS

APC - Altura após o corte

API - Altura ponto ideal de pastejo

AR - Água residuária

ARA - Água residuária agroindústria

ARS - Água residuária de suinocultura

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DMF - Densidade de massa de forragem

IPEACS - Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Sul

MF - Massa de forragem

MS - Matéria seca

MV - Massa verde

ND - Número de dias de crescimento

ROA - Resíduo de origem animal

TAF - Taxa de acúmulo de forragem

UA - Unidade animal

1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico implica no incremento da exploração de várias atividades no setor agrícola e industrial, resultando no aumento de todo tipo de resíduo. Água é fator limitante e é requerida na maioria dos setores durante todo processo de produção e é inevitável que se torne fonte de acúmulo de resíduos. Águas com esses resíduos passam a ser denominadas de águas residuárias. Na maioria dos casos não há planejamento para o tratamento e reaproveitamento dos resíduos, e quando existe, é inadequado, causando danos muitas vezes irreparáveis ao meio ambiente.

A água residuária (AR) oriunda do processo de ordenha, suinocultura e laticínios normalmente possui elementos como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e micronutrientes essenciais para a produção agrícola. Dentre os sistemas de tratamento da água residuária, destaca-se o tratamento biológico e a disposição na forma de fertirrigação.

Estudos comprovam que a aplicação de águas residuárias no solo tem potencial para promover grande melhoria nas suas propriedades físicas, biológicas e químicas. Portanto, sua utilização favorece tanto o produtor, quanto o meio ambiente. O tratamento biológico avançado é de extrema complexidade e alto custo, sendo ainda passível de problemas operacionais, podendo não ter a eficiência necessária constante, o que pode gerar efluente final ainda em desacordo com as exigências preconizadas pelas normas ambientais vigentes.

O reúso da água na irrigação é uma alternativa que vem se mostrando viável por várias razões: onde as culturas mais necessitam de irrigação a água é, via de regra, escassa; a agricultura irrigada requer grandes volumes de água, que representam a maior demanda de água nas regiões áridas; as plantas podem ser beneficiadas não somente pela água, mas também pelos minerais dissolvidos nos efluentes, tais como substâncias húmicas, nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes (PESCOD, 1992). Para reduzir possíveis problemas de contaminação por microrganismos de águas residuárias, o uso de culturas que não

sejam diretamente consumidas pode ser uma alternativa para o incremento da produção, como é o caso de forrageiras.

Segundo Andrade e Drumond (2012), quando se tem uma área restrita para a distribuição dessa água residuária, deve-se usar predominantemente plantas forrageiras, devido a sua alta produção de massa, podendo atingir valores superiores a 60 toneladas de matéria seca por hectare por ano ($t\ MS\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), visto que, nas condições tropicais, plantas forrageiras C4, chegam a extrair mais de $900\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de N em sistemas de pastejo e mais de $1.800\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de N em sistemas de produção de forragem para corte, constituindo excelente dreno desse nutriente. A utilização de água residuária de agroindústria (ARA) em pastagens apresenta potencial de solução para o problema de degradação de pastagens.

Embora existam diferenças entre os números oficiais e as diversas estimativas direcionadas à pecuária, acredita-se que algo entre 165 a 185 milhões de hectares estejam ocupados por pastagens que estão degradadas ou estão em algum estágio de degradação. Tais condições fazem com que a produtividade da pecuária nacional seja muito baixa e aquém do potencial. Atualmente, a taxa de lotação média é da ordem de uma unidade animal (UA) por hectare por ano ($1\ UA\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) (IBGE, 2010), enquanto que há potencial para atingir valores superiores a $8\ UA\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, para a maioria das regiões brasileiras, desde que a pastagem seja intensificada com adequadas tecnologias (AGUIAR et al., 2006).

A ARA tem sido utilizada no processo de fertirrigação de pastagem e quando bem manejada constitui alternativa econômica sem comprometimento da qualidade ambiental, pois os nutrientes são extraídos pelas plantas e são exportados pela colheita ou pastejo (ANDRADE; DRUMOND, 2012). Porém, o não comprometimento ambiental depende da constituição química do efluente e do manejo da fertirrigação.

O maior benefício desta prática é a prevenção do risco de eutrofização dos recursos hídricos destinados ao consumo humano, garantia da disponibilidade permanente de água para a produção agrícola, e economia de fertilizantes inorgânicos. Desta forma, há estímulo à atividade agrícola, incrementando o abastecimento alimentar dos centros urbanos e promovendo a recarga de aquíferos (GHEYI et al., 2007).

Graxarias são agroindústrias que processam subprodutos e/ou resíduos dos abatedouros ou frigoríficos e de casas de comercialização de carnes (açougues), como sangue, ossos, cascos, chifres, gorduras, aparas de carne, animais ou suas partes condenadas pela inspeção sanitária e vísceras não comestíveis. As graxarias surgiram com a finalidade de promover o aproveitamento dos subprodutos gerados no abate de aves, suínos e bovinos, que antes eram jogados nos rios ou enterrados, assim a farinha fabricada na graxaria é incorporada nas fábricas de ração aos demais farelos (milho, soja, etc.).

Análise dos atributos químicos do solo, assim como níveis de fertirrigação e composição mineral de forragem precisam ser determinados, pois somente desta forma ter-se-á boa correlação entre produção vegetal, produção animal e proteção do meio ambiente. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da aplicação de água residuária de graxaria no solo e na produção de duas forrageiras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Reaproveitamento agrícola de resíduos orgânicos

Todas as atividades humanas têm sempre como consequência a geração de resíduos que irão promover modificações no ambiente. O crescimento da população humana e o crescimento econômico mundial vêm aumentando cada vez mais essas atividades, o que aumenta a produção de resíduos e a consequente poluição ambiental. É crescente a preocupação com a gestão de resíduos urbanos, agropecuários e industriais pela humanidade, sendo esse um dos maiores desafios a ser enfrentado pelo homem no século XXI (ABREU JUNIOR et al., 2005).

Durante o processo de tratamento de dejetos urbanos, agrícolas e industriais são produzidas frações de resíduos inorgânicos e orgânicos. Os resíduos orgânicos recebem essa denominação em função das elevadas quantidades de carbono, hidrogênio e oxigênio (SILVA, 2008). Esses resíduos são produzidos em diferentes atividades e podem ser classificados como sendo de origem animal, vegetal, agroindustrial e industrial. As características físico-químicas dos resíduos orgânicos

são inerentes à composição das matérias-primas, das águas de abastecimento e do processo industrial.

Os principais resíduos orgânicos derivados da atividade humana encontram-se nas formas sólida, pastosa ou líquida, como por exemplo, vinhaça, resíduo de curtume, esterco ou estrume, efluentes, lodos, composto de lixo urbano, tortas, etc. O acúmulo e as práticas inadequadas de descarte desses resíduos podem causar problemas sérios de poluição ambiental. Contudo, o descarte no solo, mediante análise técnica criteriosa de suas características e avaliação do potencial de uso agrícola com ou sem pré-tratamento, surge como possibilidade de reaproveitamento desse material para melhorar as condições do solo e a fertilidade do mesmo (SILVA NETO, 2009).

O interesse do uso agrícola de resíduos orgânicos está fundamentado nos elevados teores de carbono de compostos orgânicos e de nutrientes neles contidos, no aumento da capacidade de troca de cátions e na neutralização da acidez do solo (ABREU JUNIOR. et al., 2005). Atualmente, existe forte demanda por adubos alternativos, devido o elevado custo dos fertilizantes minerais e pela procura crescente desses produtos orgânicos (ROSCOE et al., 2006).

2.2 Fertirrigação

Segundo Drumond e Aguiar (2005) a água é um dos principais fatores do desenvolvimento das culturas e a irregularidade do regime pluviométrico de algumas regiões pode tornar-se uma restrição ao desenvolvimento agrícola. A irrigação tem sido uma das técnicas mais utilizadas na agricultura, visando acréscimo consideráveis nas produtividades. A irrigação mais indicada para pastagens é a por aspersão, devido à possibilidade de elevada uniformidade de distribuição, à adaptabilidade a diversas culturas e solos, ao fácil controle do volume de água aplicado e a possibilidade de aplicação de fertilizantes químicos e águas residuárias através da água de irrigação (fertirrigação).

A fertirrigação tem sido o método mais acessível e eficiente no tratamento/disposição final de águas residuárias, particularmente nos países em desenvolvimento (LO MÔNACO, 2005). A fertirrigação com água residuária é uma

técnica que desde que seja devidamente monitorada, não traz risco para o meio ambiente, e em que se prioriza o aproveitamento dos nutrientes presentes na água residuária para substituição de parte da adubação química em áreas agrícolas cultivadas, razão suficiente para que esta técnica seja altamente recomendável para o tratamento/disposição dessas águas.

Nutrientes como nitrogênio, potássio e fósforo são fundamentais no cultivo de solos pobres, como os que ocorrem na maior parte do Brasil. Acredita-se que métodos de tratamento que não contemplem a reciclagem de nutrientes estão condenados a desaparecerem em futuro próximo (LO MÔNACO, 2005). O aproveitamento de águas residuárias ricas em nutrientes na fertirrigação de culturas agrícolas possibilita o aumento da produtividade e qualidade dos produtos colhidos, redução da poluição ambiental, além de promover melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo (LO MONACO et al., 2003).

De acordo com Matos (2002), o uso de águas residuárias na fertirrigação de espécies vegetais perenes ou que proporcione, em sucessão, constante remoção de nutrientes durante todo o ano é desejável. Assim, algumas forrageiras de sistema radicular abundante e profundo podem ser muito úteis sob o ponto de vista ambiental, uma vez que são capazes de retirar grande quantidade de macro e micronutrientes do solo, diminuindo os riscos de contaminação de águas superficiais e subterrâneas. Caso os teores dos elementos atinjam valores superiores há o comprometimento da produtividade da cultura, além de provocar poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas. As plantas são as grandes responsáveis pela remoção de nutrientes, como fósforo e nitrogênio dos dejetos, cabendo aos microrganismos do solo à remoção das substâncias orgânicas.

A principal vantagem da aplicação de água residuária como fertirrigação de culturas agrícolas é ser um método de tratamento e aplicação final combinado, já que proporciona, ao mesmo tempo, a fertilização e o condicionamento do solo, com retorno financeiro advindo da venda de produtos agrícolas em maior quantidade e com melhor qualidade. As maiores desvantagens são os elevados requisitos de área, ser dependente do clima e dos requerimentos de nutrientes dos vegetais, possibilidade de contaminação dos agricultores (na aplicação por aspersão) e possibilidade de ocorrência de alterações físicas e químicas no solo com metais

pesados. A fertirrigação com águas residuárias pode ser feita por sulco, por aspersão, gotejamento ou com uso de “chorumeiras”. A escolha do método de aplicação deve ser feita, principalmente, em função da cultura, da suscetibilidade às doenças e da capacidade de infiltração de água no solo (MATOS, 2002).

2.3 Graxarias

Graxarias são indústrias que processam subprodutos e/ou resíduos dos abatedouros ou frigoríficos e de casas de comercialização de carnes (açougues), como sangue, ossos, cascos, chifres, gorduras, aparas de carne, animais ou suas partes condenadas pela inspeção sanitária e vísceras não comestíveis. Seus produtos principais são o sebo ou gordura animal (para a indústria de sabões/sabonetes, de rações animais e para a indústria química) e farinhas de carne e ossos (para rações animais monogástricos). Há graxarias que também produzem sebo ou gordura e/ou o chamado adubo organo-mineral somente a partir de ossos. Podem ser anexas aos abatedouros e frigoríficos ou unidades de negócio independentes (PACHECO, 2006).

Como salientam Iwamizum et al. (1983) citados por Barros (2007), o processamento dos resíduos animais nestas unidades é uma atividade de grande potencial poluidor em virtude dos odores e efluentes líquidos gerados. Contudo, Milher (1975) argumenta que apesar de emitirem odores desagradáveis, estas unidades são necessárias, pois, proporcionam um método de disposição final para os restos animais, que poderiam apresentar riscos ao meio ambiente e à saúde, caso fossem dispostos livremente na natureza.

Como qualquer processo industrial, a graxaria demanda cuidados operacionais, uma vez que trabalha com matéria-prima putrescível de origem animal. Na transformação dos resíduos de origem animal (ROA) em sebo industrial e farinhas utilizam-se processos de digestão, que consistem basicamente no rompimento dos tecidos cárneos por meio de energia térmica e pressão. O processamento pode ser realizado por duas vias: a úmida e a seca. O processo por via úmida gera efluente líquido com alta carga orgânica, tornando-se um caminho não muito interessante (Sell, 1992). Gustone e Norris (1983) apontam que pelo

processo a seco, o material graxo é aquecido sozinho liberando a umidade natural e a gordura. Os principais poluentes gerados pela via seca são os gases e vapores não condensáveis, com odores indesejáveis. Não há, porém, essencialmente problemas com poluição de efluentes líquidos tampouco sólidos, já que quase todo material sólido proteico é recuperado sob a forma de farinhas (SELL, 1992).

A água residuária oriunda do processo de fabricação de farinha de carne é rica em elementos como nitrogênio e fósforo, dentre outros, que são elementos essenciais para produção agrícola de uma maneira geral. Segundo Pacheco (2006), esses efluentes das graxarias são gerados durante as operações de lavagem de pisos e equipamentos, de eventuais derramamentos durante a descarga de digestores, de lançamento das águas dos condensadores, de separação da fase aquosa do sebo (da decantação do sebo), de drenagem de soluções aquosas de lavadores de gases e de drenagem de águas pluviais de pátios abertos onde haja estocagem de matérias-primas. Esses despejos apresentam elevadas concentrações de matéria orgânica, óleos, graxas e sólidos em geral.

Efluentes de graxarias caracterizam-se principalmente por: alta carga orgânica; alto conteúdo de gordura; flutuações de pH em função do uso de agentes de limpeza ácidos e básicos; variação da matéria prima; altos conteúdos de nitrogênio e fósforo e flutuações de temperatura, com uso de água quente e fria (PACHECO, 2006).

2.4 Forrageiras

As pastagens brasileiras são tipicamente formadas por plantas forrageiras da família *Poaceae*, com destaque para os gêneros *Pennisetum*, *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon*. De acordo com Taiz e Zeiger (2004) essas plantas possuem metabolismo fotossintético C4, adaptado para alta assimilação de carbono, produção de biomassa e eficiência de uso da água em ambientes tropicais, consumindo em média 300 g de água por g de MS produzida, enquanto que plantas C3 (forrageiras temperadas) consomem em torno de 500-600 g.

Em geral, a maioria das pastagens não atinge o seu potencial de produção por limitação de água e nutrientes no solo. No entanto, quando esses fatores não

são limitantes, como no caso de pastagens fertirrigadas, o potencial de produção é em função da disponibilidade de luz e temperatura. Nessas condições, a produção é tanto maior quanto maior for a temperatura, variando de 50 a 70 toneladas de matéria seca por hectare por ano ($t\ MS\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) no estado de Minas Gerais (AGUIAR, 2006). Obviamente, esses níveis implicam em manejo intensivo do sistema

Neste contexto, destaca-se que pastos manejados para produções elevadas de forragem precisam ser encarados como culturas tão ou mais exigentes que qualquer outra. As plantas forrageiras têm capacidade de produzir 2,5 a 10,0 vezes mais MS por área do que outras culturas. Quando a biomassa gerada é utilizada para queima, há ainda outro ganho econômico e ambiental: a economia de lenha (ANDRADE; DRUMOND, 2012). As gramíneas tropicais possuem grande capacidade de extração de nutrientes, desta forma seu uso em áreas submetidas à aplicação de ARA é recomendado.

Com produção de 60 a 70 $t\ MS\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, as espécies forrageiras exportam de 1.700 a 3.300 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de nutrientes minerais em condição de pastagem rotacionada ou corte para fenação ou silagem, em condição de corte a extração é maior, devido a menor ciclagem de nutriente e maior eficiência de colheita da forragem (ANDRADE; DRUMOND, 2012).

Nos últimos 30 anos significativos avanços ocorreram na produção de pastagens no Brasil, com destaque para o aumento nas áreas de pastagens cultivadas, redução nas áreas de pastagens nativas, avanços no conhecimento relativo aos processos de melhoramento de plantas forrageiras, introdução de novas cultivares, aumento no uso de corretivos e fertilizantes e irrigação (SILVA, 2008).

Ao se pensar na intensificação da produção a pasto, a pesquisa tem buscado o uso racional de tecnologias relacionadas com o manejo do solo, do ambiente, da planta e do animal, e dentre essas tecnologias destaca-se o uso da irrigação, o método de pastejo rotacionado e o uso de adubações compatíveis com altas produções de forragem. Neste contexto, é fundamental que a pesquisa forneça informações referentes à capacidade produtiva e a qualidade das principais forrageiras manejadas nesses sistemas produtivos. Dentre essas, destacam-se as forrageiras do gênero *Cynodon*, conhecidas como capins bermuda, que se constitui

de espécies e cultivares de ampla adaptação às diferentes condições edafoclimáticas (OLIVEIRA et al., 2000). Apesar da necessidade dessas informações, poucos trabalhos relatam o comportamento dessas forrageiras no campo em situações intensivas no Brasil, principalmente para novas cultivares (AGUIAR, 2006), como é o caso da cultivar Vaquero, da espécie *Cynodon dactylon* oriunda do melhoramento dos capins conhecidos como “Pyramid”, “Mirage” e “CD 90160”, que apesar de já ter sido estudada nos Estados Unidos, ela foi recentemente introduzida no Brasil, onde apresenta poucos estudos que relatam seu comportamento nas condições brasileiras. Diferentemente do capim Vaquero, o Tifton 85 (*C. dactylon* x *C. nlenfuensis*), desenvolvido por Burton et al. (1993) na Coastal Plain Experiment Station (USDA - University of Georgia), a partir de uma introdução sul-africana (PI 290884) e do Tifton 68, é mais conhecido no Brasil, principalmente pelas suas altas produções e qualidade da forragem, sendo uma boa forrageira para ser usada em avaliações comparativas com novas introduções.

As principais informações a serem obtidas pela pesquisa referentes à produção e manejo de gramíneas forrageiras são a produção de matéria seca em termos do acúmulo de forragem, a composição química da forragem e a estrutura do pasto, esta última caracterizada pela quantificação das massas de folha, colmo e material morto na forragem (SANTOS et al., 2006).

O capim Tangola é um híbrido natural entre o capim Tannergrass (*Brachiaria arrecta*) e o capim Angola (*Brachiaria mutica*). De acordo com Andrade (2009), o capim Tangola foi descoberto em 1968, pelo pecuarista Cristóvão Lemos, em uma pastagem constituída pelos capins Angola e Tannergrass, em sua propriedade localizada no norte do Estado do Rio de Janeiro, destacando-se por apresentar características morfológicas intermediárias entre as duas forrageiras. Em 1972, amostras do capim Tangola foram enviadas para a Seção de Agrostologia da Estação Experimental de Itaguaí, no Rio de Janeiro, antigo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Sul (IPEACS). Exames citológicos confirmaram que se tratava de um híbrido interespecífico, originário de cruzamento espontâneo entre o capim-angola e o capim Tannergrass, recebendo posteriormente o nome de capim Tangola.

O capim Angola é uma espécie perene, nativa da África (SENDULSKY, 1977) e foi introduzida no Brasil há mais de 100 anos, sendo o representante mais antigo do gênero *Brachiaria* no Brasil. Encontrado em todo o território nacional, é também conhecido pelos nomes de “capim-fino”, “bengo”, “angolinha”, “capim-da-colônia”, “capim-de-planta” e “capim-branco” (ARONOVICH; ROCHA, 1985). O capim Tannergrass, também conhecido como “capim- braquiária-do-brejo”, é originário da África tropical, onde ocorre em locais encharcados e às margens de lagos e rios (SOARES FILHO, 1996). Pode também ser encontrado com o nome de *Brachiaria radicans*, conforme sua denominação anterior. Como resultado do cruzamento natural entre essas duas espécies, o capim Tangola é uma gramínea perene, estolonífera e prostrada, que enraíza fortemente quando seus nós entram em contato com o solo (ANDRADE, 2009).

Das variáveis de crescimento e produtividade de uma pastagem, a taxa de acúmulo de forragem é uma das mais relevantes porque determina a capacidade de suporte e a forragem acumulada. A taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) é uma ferramenta muito utilizada no manejo da pastagem, e assegura o correto monitoramento da taxa de lotação (UA ha^{-1}) de uma determinada área, uma vez que, em função da quantidade de massa seca acumulada diariamente, o produtor poderá ajustar a carga animal para consumir tal produção. A taxa de acúmulo de forragem (TAF) subsidia o manejo da pastagem vislumbrando a intensificação da pressão de pastejo, e pode ser usada para assegurar que não ocorram situações de sub ou superpastejo, ou seja, uma taxa de lotação acima da capacidade de suporte da pastagem.

Quando existe o cuidado de se explorar a área de forma racional, inserindo no ambiente pastoril a carga animal compatível à massa de forragem produzida por dia, torna-se mais fácil adequar o manejo da pastagem em função da disponibilidade de alimento ofertado diariamente aos animais em pastejo, e conseqüentemente há uma garantia de preservação da área.

O manejo da pastagem deve considerar os efeitos da adubação e da cultivar utilizada, principalmente na fase de alta TAF, objetivando evitar queda acentuada do valor nutritivo da forragem (SERAFIM, 2010).

Os resultados apresentados para a taxa de acúmulo permitem, ao produtor rural, manejar a pastagem nos meses de maior disponibilidade hídrica com maior pressão de pastejo, de modo que a pastagem apresente produção de massa seca compatível com a taxa de lotação da área.

2.5 Composição mineral

FORAGEIS de alta qualidade devem fornecer energia, proteína, minerais e vitaminas, para atender as exigências dos animais em pastoreio. A composição química pode ser utilizada como parâmetro de qualidade das espécies forrageiras, contudo deve-se ter em mente, que tal composição é dependente de aspectos de natureza genética e ambiental, e, além disso, não deve ser utilizado como único determinante da qualidade de uma pastagem (NORTON, 1984).

Embora os elementos minerais não forneçam energia para os animais, desequilíbrio dos minerais nas composição das forrageiras, em qualquer um dos 17 elementos considerados essenciais para os animais podem limitar a digestão, absorção e utilização dos componentes da dieta, assim como, sob algumas circunstâncias, poderá provocar toxidez para os animais (NORTON, 1984).

A composição mineral das forrageiras varia em função de uma série de fatores interdependentes, dentre os quais se destacam: a idade da planta, o solo e as adubações feitas, diferenças entre espécies e variedades, estações do ano e sucessão de cortes (GOMIDE, 1976).

A baixa concentração de nutrientes minerais nas plantas forrageiras pode ser decorrência da baixa disponibilidade do mineral no solo, reduzida capacidade genética da planta em acumular o elemento, ou ser indicativo da baixa exigência do elemento mineral para o crescimento da planta. Da mesma forma, elevadas concentrações ou níveis tóxicos de alguns minerais, na composição das forragens, são indicativos de excessos de disponibilidade no solo, capacidade genética ou fisiológica da planta para altas taxas de acumulação, ou indicativo de elevados requerimentos para crescimento (UNDERWOOD, 1983).

As plantas exigem para os seus requerimentos, elevadas proporções de potássio, cálcio, fósforo, magnésio, enxofre e nitrogênio (macronutrientes), e

pequenas quantidades de ferro, cobre, manganês, molibdênio, zinco, cloro e boro (micronutrientes). As plantas e os animais diferem em seus requerimentos de minerais específicos. Os animais não exigem boro, mas necessitam de elevadas quantidades de sódio e cloro, e ainda pequenas proporções de cobalto, selênio, iodo, níquel e cromo, em adição a aqueles minerais exigidos pelas plantas (HEATH et al., 1985).

Os teores de cálcio nas gramíneas de clima tropical são mais reduzidos que nas leguminosas e em ambas as espécies verificam-se aumentos relativos nas concentrações de cálcio com o avançar da maturidade das plantas forrageiras, entretanto, admite-se que o cálcio nos tecidos destas plantas, presta-se à formação de sais insolúveis como o ácido oxálico, o que reduz drasticamente a sua disponibilidade para os animais.

As gramíneas e leguminosas de clima tropical são reconhecidamente pobres em fósforo, e as concentrações deste mineral declinam com o avanço da maturidade a um grau que depende da espécie forrageira (NORTON, 1984). A deficiência de fósforo para as espécies forrageiras de clima tropical, não se deve apenas às características intrínsecas das plantas, mas também à pobreza neste elemento mineral observada na maioria dos solos das regiões tropicais, com reflexos marcadamente negativos sobre a produtividade dos animais em pastejo.

2.6 Disposição final de água residuária de graxaria no solo

Segundo Matos e Sedyama (1995) o solo é considerado um sistema disperso, polifásico e heterogêneo o qual possui propriedades que possibilitam sua utilização como meio de tratamento de águas residuárias. Este filtro natural constituído pela matriz solo com suas propriedades de adsorção química e física, bem como a atividade de plantas e microrganismos, pode atuar como depurador de águas residuárias por meio da interceptação dos sólidos em suspensão, remoção de nutrientes, além da oxidação do material orgânico promovido por bactérias, que se estabelecem no colo das plantas e no próprio solo.

Nestes sistemas, o N, P, K e demais elementos presente na ARA deverão ser consumidos como nutrientes para o crescimento e produção vegetal (plantas

fORAGEIRAS e similares), não havendo residual de nutrientes e nem de água no solo, reduzindo ao máximo a probabilidade de lixiviação para compartimentos sub superficiais do ambiente, garantindo proteção à água e ao solo subterrâneo.

O maior benefício desta prática é a prevenção do risco de eutrofização dos recursos hídricos destinados ao consumo humano. O uso de águas residuárias pode garantir a disponibilidade permanente de água para a produção agrícola e contribuir para a economia de fertilizantes inorgânicos, pois estes contêm nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas, aumentando o rendimento dos cultivos, melhorando a estrutura do solo e ampliando as fronteiras agrícolas (GHEYI et al. 2007).

Atualmente, na América Latina existe cerca de 550.000 hectares irrigados com águas residuárias sem tratamento. Destaca-se o México, onde $110 \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1}$ são aproveitados na irrigação de extensas áreas com cultivos diversos. Grande parte desse volume não recebe nenhum tratamento (91,8%) e são utilizados em 26 distritos de irrigação. O Peru é outro país que adotou o reúso como parte de sua política de recursos hídricos, com cerca de 4.000 hectares irrigados (ANDRADE; DRUMOND, 2012).

Estudos têm mostrado que a fertirrigação com ARA não gera estresse para as plantas, nem há problemas sanitários. Erthal et al. (2010) avaliaram a taxa fotossintética, taxa transpiratória, condutância estomática, teor de clorofila na folha, rendimento forrageiro, teor de proteína bruta (PB) e teor de nutrientes na matéria seca (P, K, Ca, Mg, Na, Zn e Cu) em plantas forrageiras submetidas a aplicação de água residuária e verificaram que não houve estresse osmótico nem toxicidade pelos elementos químicos analisados, mas propiciou absorção de nutrientes e rendimento forrageiro em valores próximos aos recomendados.

Bevilacqua e Bastos (2009) avaliaram a qualidade sanitária de bovinos alimentados com forrageira irrigada com esgotos sanitários. Segundo os autores, os animais alimentados com a forrageira não apresentaram alterações no perfil sanitário, tampouco foram identificados nas fezes, *Salmonellae* spp. e *Cryptosporidium* sp. A análise microbiológica das carcaças não revelou amostras com presença de indicadores acima dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira e os resultados da pesquisa sorológica para *Cisticercus bovis* foram

negativos para todos os soros bovinos testados. Foi observado que é possível a produção de forrageira fertirrigada com efluente e a utilização desta para alimentação animal, não oferecendo comprometimento do perfil sanitário e da qualidade microbiológica da carcaça dos animais.

O reúso planejado de águas residuárias na agricultura é, antes de tudo, uma forma de controlar a poluição e gerir uma alternativa de recursos hídricos. O princípio é que o resíduo de um sistema produtivo pode constituir-se em insumo para outro sistema (Konzen, 2002). A busca de alternativas para a disposição desses materiais, oriundos de qualquer tipo de tratamento de águas residuárias, enquadra-se na preocupação mundial da Agenda 21 (2010), que visa à maximização da produção e da reciclagem, a promoção de tecnologias para a disposição e tratamento adequados.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 01/86 estabeleceu as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Posteriormente, a Resolução CONAMA 430/2011 estabeleceu as condições e padrões de lançamento de efluentes e em seu Artigo 2º, deixando claro que, em se tratando de lançamento em solo, não se aplicam os parâmetros e padrões de lançamento em corpo hídrico (CONAMA, 2011). A não aplicação dos parâmetros do Artigo 2º da Resolução do CONAMA 430/2011 para o lançamento de efluentes é devido a inúmeros fatores, que são claros principalmente pelo fato de que no solo há oxigênio livre para a respiração biológica. A matéria orgânica particulada filtrada no solo e a dissolvida são parcialmente degradadas por microrganismos (CONAMA, 2011). De acordo com Paganini (1997), o solo contém uma quantidade de microrganismos heterotróficos que conferem ao sistema como um todo, a habilidade de utilizar e degradar a maior parte dos compostos orgânicos sob as mais diversas condições. Assim, a água residuária que se infiltra no solo sofre tratamento no seu perfil, que se comporta como camada filtrante, possibilitando ações de adsorção e as atividades dos microrganismos, os quais usam a matéria orgânica contida nos despejos como substrato energético. A velocidade do processo depende da atividade biológica do

solo e é mais intensa com adequado manejo nutricional e de irrigação (COURACCI et al., 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa de campo foi conduzida na área da Indústria de Rações Patense, localizada geograficamente nas coordenadas de 18°37'13" de latitude sul, 46°33'55" de longitude oeste, a 804 m de altitude, no município de Patos de Minas, Minas Gerais.

A região é típica de clima do tipo Cwa, de zona tropical semiúmida, com temperatura média anual de 22 °C caracterizado pela presença de duas estações bem definidas, uma fria/seca, abrangendo abril a setembro e outra quente/chuvosa, de outubro a março. A precipitação pluviométrica é em média 1.600 mm ano⁻¹, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Precipitação e temperatura média mensal durante a avaliação do experimento.

Mês/Ano	Temperatura Média (°C)	Precipitação Total (mm)	Temperatura Mínima média (°C)	Temperatura Máxima média (°C)
05/2013	21	34	14	27
06/2013	20	7	14	26
07/2013	19	0	13	27
08/2013	20	1	14	28
09/2013	22	40	16	30
10/2013	22	130	17	29
11/2013	23	169	18	29
12/2013	23	293	19	29
01/2014	23	227	19	29
02/2014	24	73	18	28
03/2014	23	79	18	30
04/2014	22	187	17	29

Dados obtidos na EPAMIG Patos de Minas (2014).

A Indústria de Rações Patense, possui um sistema de tratamento para a água residuária gerada em seu processo industrial composto pelas seguintes unidades: grade, tanque de resfriamento, lagoa anaeróbica e lagoa facultativa. Ou seja, há o tratamento preliminar para remoção de sólidos grosseiros, suspensos sedimentáveis e flotáveis, com grades e peneiras. Em sequência, o efluente é direcionado para as lagoas de estabilização para então ser utilizado no sistema de fertirrigação, com isso, nada é despejado no corpo hídrico. Os teores dos elementos analisados após

tratamento da água residuária são apresentados na Tabela 2, podendo-se observar que a água residuária de graxaria é livre de elementos químicos potencialmente tóxicos, evidenciando boa característica para disposição final no solo. Em função dos teores apresentados na Tabela 2, as quantidades de totais aplicados de N, K, P, Ca e Mg, do início ao final do experimento, foram 938,0, 218,0, 41,2, 31,2 9,0 kg ano⁻¹ respectivamente, para a dose máxima (2.000 m⁻³ ha⁻¹ ano⁻¹).

Tabela 2: Valores obtidos (mg L⁻¹) na análise da água residuária de agroindústria (graxaria) utilizada no experimento.

Parâmetro	Valor	Metodologia
DBO	490,8	Refluxo fechado
DQO	1088	Titulométrico
Óleos e Graxas	Não detectado	Gravimetria
pH	8	Potenciométrico
Alumínio total	Não detectado	Espectrofotometria de absorção atômica
Boro total (UW)	0,3	Espectrometria ultravioleta
Cálcio	15,6	Espectrofotometria de absorção atômica
Fósforo total	20,6	Espectrofotometria de absorção atômica
Magnésio	4,5	Espectrofotometria de absorção atômica
Manganês total (AA)	0,1	Espectrofotometria de absorção atômica
Nitrogênio total	469	Colorimétrico
Potássio total	109	Espectrofotometria de absorção atômica
Enxofre	0,07	Colorimétrico
Cobre total (AA)	0,02	Espectrofotometria de absorção atômica
Ferro total (AA)	Não detectado	Espectrofotometria de absorção atômica

Análise realizada conforme metodologia descrita por Standard Methods (APHA, 2006)

O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO (EMBRAPA, 2013) textura média. A análise química foi realizada em maio de 2013, antes da implantação do experimento. Foram coletadas amostras de solos em três profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm em cada parcela para caracterização da área (época 1) e depois de um ano para fim comparativo (época 2). Após a coleta as amostras foram enviadas ao laboratório Nitrossolo em Uberaba - MG, para realização de análise química (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3: Análise química inicial do solo cultivado com capim Tangola.

Tratamentos	Profundidades cm	pH	M.O.	V	CTC	N	H+Al
		CaCl ₂	g dm ⁻³	%	-----mmol _c dm ⁻³ -----		
T1	0-20	6,4	29	49,0	94,0	1,5	48,0
	20-40	5,9	27	67,2	125,5	1,4	39,0
	40-60	5,5	24	59,7	115,5	1,2	45,0
T2	0-20	6,3	29	75,7	117,7	1,5	26,2
	20-40	5,8	27	64,7	106,0	1,4	34,7
	40-60	5,4	24	57,2	108,0	1,2	43,2
T3	0-20	5,9	29	71,0	111,0	1,5	29,0
	20-40	5,0	26	49,7	90,5	1,3	45,2
	40-60	4,3	22	35,5	97,2	1,1	66,2
		P	K	Ca	Mg	Al	Na
		mg dm ⁻³			-----mmol _c dm ⁻³ -----		
T1	0-20	28,0	2,3	34,0	10,0	4,0	0,6
	20-40	38,7	3,9	64,5	18,0	7,5	1,2
	40-60	35,5	3,0	54,2	13,2	8,5	0,8
T2	0-20	44,5	5,0	63,0	23,2	5,2	1,6
	20-40	41,5	4,2	52,7	14,2	7,5	1,0
	40-60	33,7	3,1	48,7	12,7	11,7	0,9
T3	0-20	36,2	4,5	59,7	17,7	6,7	1,3
	20-40	33,0	3,2	33,5	8,5	13,0	0,8
	40-60	25,5	1,7	24,7	4,7	21,5	0,4
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	S
		-----mg dm ⁻³ -----					
T1	0-20	0,4	0,6	7,9	5,9	0,9	3,0
	20-40	0,4	0,4	6,7	5,4	0,7	4,0
	40-60	0,2	0,2	5,4	4,1	0,4	5,0
T2	0-20	0,5	0,7	8,7	6,4	1,0	3,0
	20-40	0,4	0,4	7,0	5,0	0,7	4,0
	40-60	0,3	0,3	5,7	4,1	0,4	5,0
T3	0-20	0,5	0,7	10,1	7,6	0,9	3,0
	20-40	0,4	0,4	8,1	6,4	0,6	3,7
	40-60	0,2	0,1	5,7	4,1	0,3	5,0

Método: Fósforo - Resina; Boro - BaCl₂; Cu, Mn, Fe, Zn - DTPA; pH - CaCl₂. M.O. = Matéria Orgânica; V= Saturação por Bases; CTC= Capacidade de Troca Catiônica.

O experimento foi conduzido no período de maio de 2013 a abril de 2014. A área experimental foi constituída de 24 parcelas de 3 m² sendo 12 parcelas para o capim Vaquero e 12 para o capim Tangola, conforme Figura 1.

Tabela 4: Análise química inicial do solo cultivado com capim Vaquero.

Tratamentos	Profundidades Cm	pH	M.O.	V	CTC	N	H+Al	
		CaCl ₂	g dm ⁻³	%	mmol _c dm ⁻³			
T1	0-20	5,9	30,0	68,5	131,5	1,5	42,0	
	20-40	4,8	27,0	47,7	101,5	1,4	53,2	
	40-60	4,5	25,0	40,7	82,5	1,3	48,5	
T2	0-20	6,2	29,2	72,2	127,0	1,5	39,2	
	20-40	4,4	27,0	37,0	101,5	1,4	63,5	
	40-60	4,3	24,2	31,2	94,5	1,2	66,7	
T3	0-20	5,9	29,0	67,5	124,0	1,5	40,5	
	20-40	4,4	27,0	36,2	86,7	1,4	60,7	
	40-60	4,2	24,0	26,2	100,7	1,2	76,0	
		P	K	Ca	Mg	Al	Na	
		mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³			
T1	0-20	45,0	4,3	67,0	18,0	0,5	1,4	
	20-40	35,2	3,2	37,7	7,2	15,7	0,7	
	40-60	28,0	1,8	27,2	4,7	21,2	0,5	
T2	0-20	40,7	2,6	62,5	22,5	9,7	2,0	
	20-40	26,7	1,7	29,0	7,2	28,5	0,6	
	40-60	19,5	1,2	22,5	4,0	35,2	0,5	
T3	0-20	41,2	3,2	63,5	16,5	0,7	1,5	
	20-40	20,2	1,4	23,7	6,7	28,7	0,6	
	40-60	9,75	0,8	20,5	3,2	42,5	0,5	
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	S	
		mg dm ⁻³						
T1	0-20	0,6	0,7	10,7	7,6	1,0	3	
	20-40	0,3	0,4	7,3	5,9	0,6	4	
	40-60	0,2	0,1	6,0	3,9	1,9	5	
T2	0-20	0,5	0,8	11,3	8,2	1,0	3	
	20-40	0,3	0,3	7,3	5,9	0,6	4	
	40-60	0,2	0,1	6,0	4,1	0,3	5	
T3	0-20	0,5	0,7	14,7	12,3	0,9	3	
	20-40	0,3	0,4	12,0	9,5	0,6	4	
	40-60	0,2	0,1	9,5	7,6	0,3	5	

Método: Fósforo - Resina; Boro - BaCl₂; Cu, Mn, Fe, Zn - DTPA; pH - CaCl₂. M.O. = Matéria Orgânica; V= Saturação por Bases; CTC= Capacidade de Troca Catiônica.

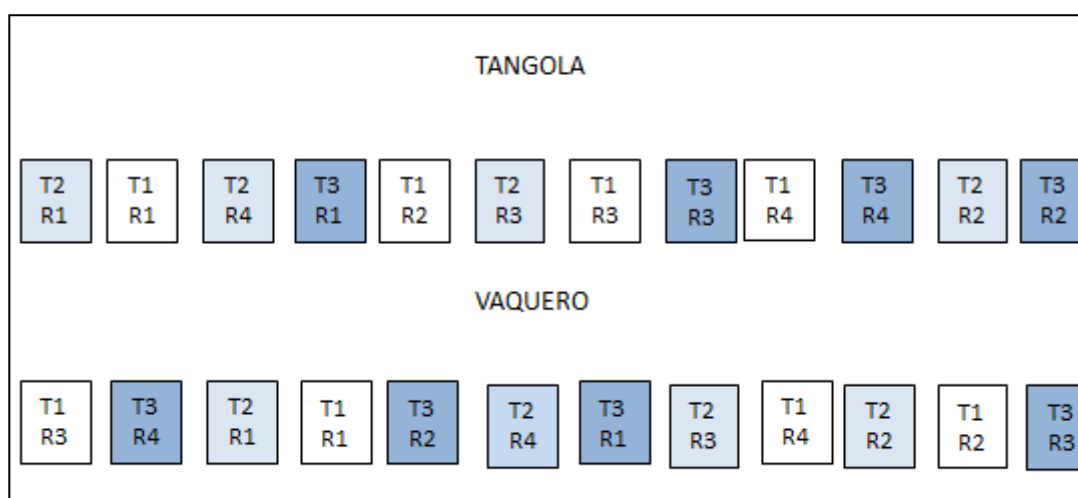


Figura 1. Esquema da área experimental (T= tratamento; R= repetição).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema de parcelas sub-subdivididas, sendo os três tratamentos representados pelas doses com quatro repetições, as subparcelas representadas pelas três profundidades avaliadas e as sub-subparcelas representadas pelas diferentes épocas de amostragem. Os tratamentos principais diferiram-se quanto à dose de ARA aplicada, sendo: o tratamento 1: aplicação somente de água (Testemunha); o tratamento 2: 1.000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARA; o tratamento 3: 2.000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. As aplicações de água e ARA foram realizadas utilizando regador de jardim de 20 litros. Para o tratamento 2, a dose de 1.000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ foi dividida em duas aplicações semanais de 2,9 litros, totalizando 104 aplicações durante 12 meses. Para o tratamento 3 a dose de 2.000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ foi dividida em 4 aplicações semanais de 2,9 litros, totalizando 208 aplicações durante 12 meses.

Os parâmetros avaliados das forrageiras durante os doze ciclos (Tabela 5) foram taxa de acúmulo de forragem (TAF) e massa de forragem (MF). Para obter a MF, utilizou-se o método direto, mais especificamente o do quadrado, procedendo-se o corte de toda a forragem na altura de resíduo, que para o capim Vaquero é de 10 cm e para o capim Tangola é de 15 cm, utilizando moldura quadrada de 0,25 m² (DRUMOND; AGUIAR, 2005). A forragem obtida foi levada ao laboratório, onde se fez a pesagem da massa verde, e retiradas amostras de 100 g para secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C por 72 horas, obtendo a porcentagem de MS (AGUIAR, 2006). A MF foi obtida multiplicando a porcentagem de MS obtida pela massa verde em um hectare (Equação 1).

$$MF = MV \times 4 \times 1000 \times MS \quad (1)$$

Em que: MV - Massa verde obtida após o corte do quadrado (kg em 0,25 m²);

4 - Fator de conversão para metro quadrado;

1000 - Fator de conversão para hectare;

MS - porcentagem de matéria seca (%).

Tabela 5: Época de avaliação dos ciclos das forrageiras

Mês/Ano	Ciclos	Data dos cortes	Período de descanso (dias)
05/2013	1	13/05/2013	-
06/2013	2	10/06/2013	32
07/2013	3	08/07/2013	37
08/2013	4	05/08/2013	32
09/2013	5	02/09/2013	17
10/2013	6	30/09/2013	21
11/2013	7	28/10/2013	18
12/2013	8	25/11/2013	30
01/2014	9	23/12/2013	27
02/2014	10	29/01/2014	26
03/2014	11	17/02/2014	33
04/2014	12	17/03/2014	28

A taxa de acúmulo de forragem foi estimada de acordo com a Equação 2. Considerou-se como altura do relvado no ponto ideal de pastejo a altura de 30 cm para o capim Tangola e 25 cm para o capim Vaquero. O número de dias de crescimento das forrageiras foi determinado pelo período de descanso, ou seja, é o período de dias que as forrageiras depois do corte levam para atingir a altura do relvado no ponto ideal de pastejo. A densidade da massa de forragem média ao longo do crescimento foi calculada dividindo-se a massa seca total de forragem por hectare disponível pela altura do relvado em cada dia de avaliação.

$$\text{TAF} = \text{DMF} \frac{(\text{API} - \text{APC})}{\text{ND}} \quad (2)$$

em que: TAF - taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de MS);
 DMF - densidade da massa de forragem ($\text{kg ha}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ de MS);
 API - altura do relvado no ponto ideal de pastejo (cm);
 APC - altura do relvado após o corte (cm);
 ND - número de dias de crescimento (dias).

As amostras para a determinação da composição bromatológica da forragem foram coletadas durante as estações do ano: outono (13/05/2013), inverno (08/07/2013), primavera (30/09/2013) e verão (29/01/2014). Nas amostras moídas do capim, foram quantificadas as concentrações de P, K, Ca e Mg, segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002), e os micronutrientes Fe, Mn e Cu e metais potencialmente tóxicos Pb, Zn, Cd e Ni foram obtidos por espectrometria de

absorção atômica (APHA, 2006). Para a determinação da concentração de N foi utilizado o método de combustão de Dumas, com o auxílio do analisador automático de nitrogênio (LECO FP-528) e o conteúdo de proteína bruta (PB) foi obtido, multiplicando-se o teor de nitrogênio por 6,25.

Os dados foram analisados no programa AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2014). Todos os dados referentes ao período de um ano foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com o Teste F a 1 e 5% e ao Teste de Tukey a 5% para comparar as médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de ARA aplicadas ao solo não ocasionaram efeitos significativos no valor do pH, M.O., P, Ca, Mg, K, S, Al, Na, Cu, Fe, Zn, Mn e B do solo ($p > 0,05$), tanto para o solo cultivado com capim Tangola tanto com o capim Vaquero (Tabela 6). Os resultados estão de acordo com Oliveira (2012), que estudando o efeito de doses água residuária de graxaria em solo cultivado com capim Braquiária não encontrou efeitos significativos para pH, P, K, Ca, Mg, Cu, B, Zn e Fe, e efeito significativo apenas para M.O. Silva (2010) estudando o efeito da fertirrigação de efluente de tratamento primário de esgoto sanitário em capim Mombaça também não encontrou diferenças significativas em seus tratamentos. Este fato pode ser explicado devido a zona ativa da raiz ser uma região com processo muito efetivo de remoção, pois os processos químicos e bioquímicos inativam ou removem a maioria dos poluentes e, como consequência, os nutrientes são absorvidos pelas plantas por difusão e fluxo de massa (CAMPOS, 1999).

Segundo Drumond e Aguiar (2005), a quantidade de nutrientes extraídos do solo pela planta forrageira será maior, quanto maior for à produção da pastagem.

Mattias (2006) estudando possíveis fontes de contaminação dos solos com metais pesados nas micro bacias hidrográficas dos rios Coruja/Bonito e Lajeado Fragosos em Santa Catarina, encontrou situação similar, pois o pH variou de 5,3 a 5,5 em áreas sob aplicação de dejetos e pH de 5,0 a 5,1 onde não foi aplicado dejetos. Normalmente, o pH da água de irrigação não tem afetado significativamente o pH do solo, por causa de seu poder tampão. Assim, não é de se esperar efeito

direto do efluente no pH do solo, mesmo com a ocorrência generalizada de HCO_3^- (uma das formas presentes de alcalinidade) nas água residuárias. Esse mesmo autor também não observou incremento de matéria orgânica com a aplicação de dejetos de suíno. Este fato foi justificado pelo baixo teor de matéria seca presente nos dejetos e pela própria característica do carbono sobre a forma de polissacarídeos, proteínas, lipídeos e outros compostos que são considerados de rápida degradação.

Em relação às médias dos tratamentos nas profundidades avaliadas, com exceção do Zn cultivado com capim Vaquero, todas as profundidades ocasionaram efeitos significativos nos atributos químicos do solo ($p < 0,05$), ou seja, a maioria dos elementos avaliados tiveram maior concentração na camada superior de 0-20 cm. Esse comportamento está de acordo com Bosco et al. (2008) que estudando a aplicação de água residuária de suinocultura (ARS) em solo cultivado com soja, sob condição de chuva simulada em Toledo – PR verificaram que o pH do solo foi maior na profundidade de 0-20 cm do que na profundidade de 20-40 cm. A concentração de M.O apresentada na profundidade de 0-20 cm foi maior e apresentou diferença significativa em relação à camada de 20-40 cm, o que pode estar relacionado ao maior acúmulo de resíduo vegetal nessa camada.

A concentração de P diminuiu com o aumento da profundidade. Segundo Cerretta et al. (2005) as baixas concentrações de P disponíveis nas camadas inferiores deve-se a baixa mobilidade desse nutriente no solo, sendo adsorvido pelas partículas do solo, absorvido pelas plantas e o restante precipitado. Para Tomé Júnior (1997), o teor de P disponível tende, normalmente, a diminuir com a profundidade, acompanhando o teor de matéria orgânica do solo. Queiroz et al. (2004) e Berwanger (2006) estudando os efeitos de diferentes lâminas de ARS em solo cultivados com forrageiras, observaram acréscimo na concentração de fósforo disponível nas camadas superficiais, obtendo maiores valores, quando se aplicaram as maiores lâminas. O estudo de Oliveira (2012) verificou que os maiores valores de pH, M.O, P, K, Ca e Mg foram observados na camada de 0-20 cm, quando submetidos a aplicação de água residuária de graxaria.

Tabela 6: Valores de atributos químicos avaliados no solo com aplicação de água residuária de graxaria cultivado com capim Tangola e Vaquero.

Capim Tangola														
F. V.	MO g/dm ³	pH	P mg dm ⁻³	Ca -----mmol _c dm ⁻³ -----	Mg -----mmol _c dm ⁻³ -----	K mgdm ⁻³	S mgdm ⁻³	Al -----mmol _c dm ⁻³ -----	Na -----mmol _c dm ⁻³ -----	Cu -----mmol _c dm ⁻³ -----	Fe -----mmol _c dm ⁻³ -----	Zn mgdm ⁻³	Mn -----mmol _c dm ⁻³ -----	B -----mmol _c dm ⁻³ -----
T1	25,8 a	5,3 a	31,4 a	47,9 a	13,0 a	2,6 a	3,9 a	9,9 a	0,9 a	0,4 a	7,6 a	0,6 a	5,8 a	0,4 a
T2	25,7 a	5,3 a	31,6 a	44,3 a	12,8 a	2,7 a	3,7 a	7,8 a	0,9 a	0,4 a	7,5 a	0,6 a	5,5 a	0,3 a
T3	25,4 a	4,9 a	25,7 a	38,0 a	9,7 a	2,2 a	3,7 a	7,4 a	0,7 a	0,4 a	7,6 a	0,5 a	5,7 a	0,3 a
DMS (5%)	0,6	1,5	21,7	30,7	10,6	2,0	0,4	17,7	0,6	0,1	1,2	0,2	1,2	0,1
P1	29,0 a	5,8 a	39,3 a	57,0 a	17,6 a	3,4 a	2,8 c	3,8 b	1,2 a	0,6 a	9,3 a	0,9 a	7,1 a	0,5 a
P2	25,5 b	5,0 b	28,2 b	40,2 b	10,1 b	2,4 b	3,7 b	8,9 a	0,7 b	0,3 b	7,5 b	0,6 b	5,6 b	0,3 b
P3	22,4 c	4,7 b	21,2 c	32,9 c	7,8 b	1,6 c	4,7 a	12,4 a	0,5 c	0,2 c	5,9 c	0,3 c	4,2 c	0,2 c
DMS (5%)	0,6	0,3	4,3	7,2	3,2	0,4	0,2	4,0	0,1	0,07	0,5	0,08	0,6	0,04
E1	26,4 a	5,6 a	37,0 a	52,9 a	15,2 a	3,7 a	3,9 a	9,1 a	1,1 a	0,4 a	7,3 b	0,7 a	5,5 a	0,4 a
E2	24,9 b	4,7 b	22,1 b	33,9 b	8,5 b	1,2 b	3,6 b	7,6 a	0,6 b	0,3 b	7,8 a	0,5 b	5,7 a	0,3 b
DMS (5%)	0,3	0,3	3,5	8,7	3,1	0,4	0,1	4,16	0,2	0,05	0,4	0,05	0,3	0,02
Capim Vaquero														
T1	25,8 a	4,9 a	27,9 a	38,8 a	9,0 a	2,2 a	3,9 a	9,5 a	0,6 a	0,4 a	8,0 a	0,8 a	5,9 a	0,3 a
T2	25,6 a	4,7 a	23,0 a	36,0 a	9,9 a	1,5 a	4,1 a	17,3 a	0,7 a	0,4 a	7,9 a	0,6 a	5,8 a	0,3 a
T3	25,9 a	4,8 a	20,5 a	36,5 a	7,7 a	1,4 a	3,8 a	15,7 a	0,6 a	0,3 a	9,7 a	0,5 a	7,5 a	0,3 a
DMS (5%)	0,67	0,78	12,54	13,1	7,4	0,8	0,3	14,5	0,3	0,1	2,0	0,6	1,8	0,1
P1	28,9 a	5,8 a	41,1 a	58,4 a	16,9 a	2,8 a	2,95 c	2,2 b	1,1 a	0,6 a	10,7 a	0,9 a	8,3 a	0,5 a
P2	25,6 b	4,4 b	18,1 b	29,4 b	6,0 b	1,5 b	4,0 b	17,4 a	0,5 b	0,3 b	8,22 b	0,5 a	6,3 b	0,3 b
P3	22,8 c	4,2 b	12,1 c	23,6 b	3,7 c	0,9 c	4,8 a	22,9 a	0,4 b	0,1 c	6,6 c	0,5 a	4,7 c	0,2 c
DMS (5%)	0,49	0,43	4,4	7,3	5,0	0,5	0,2	6,0	0,2	0,09	0,6	0,5	0,6	0,04
E1	27,0 a	4,9 a	29,6 a	39,3 a	10,0 a	2,2 a	4,0 a	20,3 a	0,9 a	0,4 a	9,4 a	0,8 a	7,2 a	0,3 a
E2	24,6 b	4,7 a	18,0 b	35,0 b	7,8 a	1,2 b	3,9 a	8,0 b	0,4 b	0,3 b	7,6 b	0,5 a	5,6 b	0,3 a
DMS (5%)	0,23	0,19	3,9	3,9	2,2	0,3	0,1	5,0	0,1	0,04	0,7	0,3	0,6	0,03

T (Tratamento); P (Profundidade); E (Épocas). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao Al e ao S as concentrações nas profundidades de 20-40 e 40-60 cm foram superiores às concentrações na profundidade de 0-20 cm, porém todos os valores para S são classificados com baixo segundo Raij (2001), estando entre 0 e 4 (mg dm^{-3}). Segundo Souza et al. (2008) o Al é classificado alto, quando apresenta valores entre 13,5 e 10,0 ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), médio, entre 10 e 5,5 e baixo com valores entre 5,5 e 0,0. Segundo o mesmo autor, solos ácidos, com alto teor de alumínio, são comuns em várias partes do mundo; os solos brasileiros, em sua maioria, são velhos e intemperizados, apresentando acidez e elevados teores de alumínio. O alumínio é o terceiro elemento em abundância na litosfera, devido a sua participação nos minerais primários, não sendo necessário para o crescimento da planta.

Em relação ao tempo de condução do experimento houve alteração significativa para os atributos químicos estudados ($p < 0,05$). As concentrações da maioria dos elementos químicos diminuíram com o tempo, exceto para o Al, Mn e Fe em solo cultivado com capim Tangola e para pH, Mg, S, Zn e B com capim Vaquero que não tiveram alteração significativa.

Elementos tais como Fe, Cu, Mn, Zn e Al tornam-se menos disponíveis com a elevação de pH, enquanto N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mo, Cl têm suas disponibilidades aumentadas, em diferentes graus de intensidade. Os nutrientes, em suas diferentes formas, estão ligados à fase sólida do solo com diferentes intensidades energéticas; o NO_3^- e o Cl^- estão praticamente livres de adsorção na maioria dos solos; o K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e NH_4^+ estão adsorvidos fortemente; o Fe^{3+} e Cu^{2+} podem formar complexos ou quelatos; o P pode formar complexos de alta insolubilidade com os óxidos de Al e Fe. Para que seja absorvido pela planta, um nutriente deve se encontrar na solução do solo, em contato com a superfície ativa do sistema radicular, em uma forma possível de absorção e utilização pela planta, na forma disponível. O fósforo é fortemente adsorvido na grande maioria dos solos, sua concentração é maior nas camadas mais superficiais do solo e pequena em maiores profundidades (SILVA, 2010).

Kouraa et al. (2002) fertirrigaram batatinha e alface com esgoto bruto e água residuária tratada e irrigaram com água potável, constatando que em um ano de cultivo não houve alterações químicas no solo. Quando se aplicam águas

residuárias com baixas concentrações de sólidos solúveis, mudanças nas características químicas do solo apenas ocorrem após vários anos de aplicação.

Em relação aos diferentes tratamentos na produção de massa de forragem e taxa de acúmulo as doses de ARA aplicadas nas parcelas cultivadas com Capim Vaquero e Tangola ocasionaram efeitos significativos para os parâmetros avaliados ($p < 0,05$), conforme Tabela 7.

A taxa de acúmulo (TAF) e massa de forragem (MF) dos capins Tangola e Vaquero também foram influenciadas pelos ciclos (Tabela 7), provavelmente como consequência das condições climáticas. Observando-se as médias, percebe-se que no inverno (ciclo 3) houve baixos valores tanto para MF, como para TAF, resultantes da disponibilidade de fatores de crescimento (luz e temperatura). O ciclo 10 também apresentou baixos valores de produção.

O ciclo 1 e 12 foram os que tiveram maior média para MF, o ciclo 1 devido aos nutrientes presentes no solo durante o primeiro corte e o 12 devido os nutrientes presente na água residuária. O efeito dos tratamentos 2 e 3 na produção de forragem foi um resultado vantajoso que justifica a utilização de água residuária de graxaria e pode ser explicado pelos teores de N, K, P, Ca e Mg na água residuária que na dose de $2.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ representam 938,0, 218,0, 41,2, 31,2 e 9,0 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente.

O capim Tangola teve média de produção de massa de forragem ($3.488,3 \text{ kg MS ha}^{-1}$) superior ao do capim Vaquero ($2.374,4 \text{ kg MS ha}^{-1}$) conforme Tabela 8. As menores produções de MF para o capim Tangola ocorreram durante o ciclo 3 e 10 e as maiores produções para o mesmo foram nos ciclos 1 e 12. Estes resultados estão em conformidade com Aguiar et al. (2003), que avaliaram as características de crescimento de pastagens irrigadas e não irrigadas em Uberaba - MG, verificando que a cultivar Tifton 85 em condição irrigada, ou não irrigada produziu massa de forragem por ciclo superior a $4.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$. Lupinacci (2002) obteve valores próximos a esses em pastagem de capim Braquiarião, manejado entre as alturas de 20 e 40 cm.

Tabela 7: Valores de massa de forragem e taxa de acúmulo de forragem (médias dos capins Tangola e Vaquero)

MF (kg matéria seca ha ⁻¹)						
Ciclos	Data dos cortes	Período de descanso	T1	T2	T3	Média
1	13/05/2013	-	2966,3aB	5162,1aA	4635,9 aA	4254,7 a
2	10/06/2013	32	2334,4 abB	3384,2 bcdA	3331,2 abcdA	3016,65 bcd
3	08/07/2013	37	967,2cA	1258,8fA	1573,8eA	1266,6f
4	05/08/2013	32	3165,7aB	3767,7bcAB	4205,0abcA	3712,8ab
5	02/09/2013	17	2822,4abA	3392,5bcdA	3523,5abcA	3246,1bc
6	30/09/2013	21	2466,7abA	2395,1dfA	1992,5deA	2284,8de
7	28/10/2013	18	2614,2abA	2872,9bcdA	2523,2cdeA	2670,1cd
8	25/11/2013	30	2596,5abB	3681,2bcdA	3736,9abcA	3338,2bc
9	23/12/2013	27	2422,4abB	3428,6bcdA	3857,6abcA	3236,2bc
10	29/01/2014	26	1469,2bcA	1966,1efA	1699,8eA	1711,7ef
11	17/02/2014	33	2423,8cdA	2535,2cdefA	3116,4bcdA	2691,8cd
12	17/03/2014	28	3195,3aB	4206,2abAB	3838,2abcA	3446,5ab
Média			2453,6B	3170,9A	3169,5A	
TAF(kg de matéria seca ha ⁻¹ dia ⁻¹)						
Ciclos	Data dos cortes	Período de descanso	T1	T2	T3	Média
1	13/05/2013	-	41,5	86,1	82,4	70,0 bcd
2	10/06/2013	32	42,4	63,4	66,0	56,3 cde
3	08/07/2013	37	14,5	18,1	22,8	18,4 f
4	05/08/2013	32	46,8	60,5	69,8	59,0 cde
5	02/09/2013	17	78,3	109,6	122,5	103,5 a
6	30/09/2013	21	75,4	70,6	58,3	68,1 cd
7	28/10/2013	18	73,4	89,3	73,5	78,7 bc
8	25/11/2013	30	45,3	68,8	67,3	60,4 cde
9	23/12/2013	27	45,2	71,8	77,35	64,8 cd
10	29/01/2014	26	31,9	46,5	39,6	39,3 ef
11	17/02/2014	33	49,5	50,7	64,1	54,7 de
12	17/03/2014	28	75,5	106,8	58,2	92,7 ab
Média			51,6 B	70,2 A	69,7 A	

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De modo geral, a produção encontrada no presente trabalho foi superior à maioria dos trabalhos encontrados na literatura, fato inerente à fertirrigação de pastagem realizada neste trabalho no que se refere a maiores níveis de nutrientes disponíveis na água durante todo o período experimental (DRUMOND; AGUIAR, 2005).

A média para a TAF do capim Tangola também foi superior a do capim Vaquero (70,9 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS e 56,8 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS), respectivamente (Tabela 8) e não houve diferenças significativas entre as médias de TAF para o capim Tangola. Fagundes et al. (1999) avaliaram a taxa de acúmulo de forragem da forrageira Tifton 85 em Piracicaba-SP com doses de adubação equivalente a 310 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N em condição de sequeiro e obtiveram média de 104 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS em dezembro. Aguiar et al. (2006) avaliaram a taxa de acúmulo de forragem da

forrageira Tifton 85, em sistema irrigado e fertilizado com aplicação de 380 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio e encontraram médias de 111,7 e 67,3 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS no verão e outono, respectivamente.

Tabela 8: Valores para massa de forragem e taxa de acúmulo de forragem (médias dos tratamentos)

MF (kg matéria seca ha ⁻¹)					
Ciclos	Data dos cortes	Período de descanso	Vaquero	Tangola	Média
1	13/05/2013	-	3651,3aB	4858,1abA	4254,7 ^a
2	10/06/2013	32	3651,3aA	2381,9efB	3016,6bcd
3	08/07/2013	37	1769,0cdA	764,3gB	1266,6f
4	05/08/2013	32	3220,5abB	4205,1bcdA	3712,8ab
5	02/09/2013	17	3312,7abA	3179,6deA	3246,1bc
6	30/09/2013	21	1153,5dB	3416,1cdeA	2284,8de
7	28/10/2013	18	1897,6cdB	3442,5cdeA	2670,1cd
8	25/11/2013	30	2350,4bcB	4342,5bcA	3338,2bc
9	23/12/2013	27	2315,3bcB	4157,0bcdA	3236,2bc
10	29/01/2014	26	1638,2cdA	1785,1fgA	1711,7ef
11	17/02/2014	33	1611,5cdB	3772,1bcdA	2691,8cd
12	17/03/2014	28	1921,5cdB	5571,6aA	3446,5ab
Média			2374,4B	3488,3A	
TAF (kg de matéria seca ha ⁻¹ dia ⁻¹)					
Ciclos	Data dos cortes	Período de descanso	Vaquero	Tangola	Média
1	13/05/2013	-	74,0bA	66,1bcdA	70,0 bcd
2	10/06/2013	32	66,1bA	46,5deA	56,3 cde
3	08/07/2013	37	29,3dB	7,65fA	18,4 f
4	05/08/2013	32	64,9bcA	53,1cdeA	59,0 cde
5	02/09/2013	17	127,8aB	79,1bcA	103,5 a
6	30/09/2013	21	35,3bcdB	100,8bA	68,1 cd
7	28/10/2013	18	64,0bcB	93,4bA	78,7 bc
8	25/11/2013	30	50,5bcdA	70,4bcdA	60,4 cde
9	23/12/2013	27	54,9bcdA	74,7bcdA	64,8 cd
10	29/01/2014	26	43,0bcdA	35,6efA	39,3 ef
11	17/02/2014	33	32,8cdB	76,6bcdA	54,7 de
12	17/03/2014	28	46,7bcdB	138,7aA	92,7 ab
Média			56,8B	70,9A	70,0 bcd

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As forrageiras necessitam basicamente de cinco fatores para garantir altas produções: temperaturas altas, fotoperíodo acima de 12 horas, luminosidade intensa, elevada fertilidade do solo e água em quantidade, sendo que, dois desses fatores podem sofrer influência da ação do homem (fertilidade do solo e água) e três independentem (temperatura, fotoperíodo e luminosidade).

As maiores vantagens do aproveitamento da água residuária, são: conservação da água disponível, sua grande disponibilidade, possibilitar o aporte e a reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos),

concorrer para a preservação do meio ambiente e aumentar a produtividade de forrageiras.

Observa-se, na Tabela 9, que houve diferença significativa nos teores de nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e zinco para os tratamentos avaliados, para magnésio, cobre e ferro a alteração não foi significativa. Verifica-se que o tratamento 3 apresentou teores maiores em relação a testemunha para a maioria dos nutrientes avaliados. E não foram detectados na análise química foliar das forrageiras teores de Pb, Cd e Ni.

Na literatura, tem-se a indicação dos teores foliares adequados dos macronutrientes para algumas culturas do grupo I, a exemplo do colômbio, Napier, Coast-cross e Tifton (WERNER et al., 1997) que seria para nitrogênio 20 a 26 g kg⁻¹, fósforo 1,5 a 3 g kg⁻¹, potássio 15 a 30 g kg⁻¹, cálcio 3 a 8 g kg⁻¹ e magnésio 1,5 a 4 g kg⁻¹. Para cobre seria 4 a 20 mg kg⁻¹, ferro 50 a 200 mg kg⁻¹ e zinco 15 a 70 mg kg⁻¹. De um modo geral os valores obtidos estão acima dos encontrados na literatura, mostrando que as forrageiras extraíram os nutrientes dos efluentes.

Tabela 9: Valores médios de composição mineral para o capim Tangola e Vaquero

	PB -----%-----	N	K	P -----g kg ⁻¹ -----	Ca	Mg	Cu -----mg kg ⁻¹ -----	Fe	Zn
T1	24,3 b	39 b	27,6 b	3,7 b	2,4 b	3,3 a	60 a	900 a	100 b
T2	26,2 ab	42 ab	30,5 a	4,1 a	2,6 ab	3,5 a	60 a	900 a	120 a
T3	26,2 a	42 a	30,3 a	4,1 a	2,8 a	3,4 a	80 a	800 a	100 b
Vaquero	24,3 b	39 b	24,3 b	3,5 b	3,0 a	2,8 b	50 b	800 a	100 b
Tangola	26,8 a	43 a	34,6 a	4,4 a	2,2 b	4,1 a	80 a	900 a	120 a
Outono	29,3 a	47 a	34,2 a	4,8 a	2,7 b	3,7 a	90 a	400 b	120 a
Primavera	23,7 b	38 b	29,0 b	3,9 b	3,3 a	4,0 a	60 b	900 a	130 a
Verão	27,5 a	44 a	29,6 b	3,7 bc	1,9 c	3,1 b	60 b	600 b	90 b
Inverno	21,8 b	35 b	25,1 c	3,4 c	2,6 b	2,9 b	60 b	400 b	90 b

PB: Proteína Bruta. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A forrageira que apresentou maiores teores de minerais foi o capim Tangola em comparação com o capim Vaquero para a maioria dos minerais exceto para Ca e Fe. Benevides (2007), trabalhando com capim Tanzânia irrigado com esgoto tratado, concluiu que, independentemente da irrigação com esgoto, adubado ou não adubado, há uma tendência de melhor qualidade do capim, apenas com utilização da irrigação, contribuindo, assim, para um bom desenvolvimento da forrageira. Esse

aumento na composição mineral de forragem é um efeito vantajoso que justifica a utilização de água residuária de graxaria.

A estação que obteve melhores teores de minerais foi o outono, podendo ser justificado pela extração dos nutrientes já existentes no solo somados aos existentes no efluente no primeiro corte e conseqüentemente o primeiro ciclo obteve maior produção de forragem. De forma geral, os teores indicam que as forrageiras extraíram os nutrientes contidos na água residuária contribuindo para a produção de forragem e eliminando o risco de contaminação ambiental, conforme pode ser verificado pela redução dos nutrientes no solo após um ano de extração (Tabela 6).

A avaliação da composição química da forrageira fertirrigada com água residuária é fundamental para o controle da eficiência do tratamento, pela remoção de macro e micronutrientes pela cultura e seu uso na alimentação de animais (FONSECA et al., 2001).

Em relação a PB os valores encontrados estão acima da maioria dos trabalhos encontrados na literatura que se referem ao estudo da composição bromatológica da forragem produzida em condições tropicais. Produções de forragem com menores teores de PB são frequentes com forrageiras submetidas a adubações inferiores a $600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N (AGUIAR et al., 2006). Um dos poucos trabalhos encontrados com doses de adubações superiores a esses valores com forrageiras do gênero *Cynodon* é o trabalho de Alvim et al. (1998), com o capim Coast-cross (*Cynodon dactylon*) em Juiz de Fora – MG. Os autores avaliaram diferentes doses de fertilização nitrogenada e intervalos de corte e encontraram média de 23% de PB com fertilização de $750 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e intervalo de corte de duas semanas. Observa-se que esses valores são semelhantes aos obtidos no presente trabalho, onde também se verificaram teores médios de PB superiores a 21,8%.

5. CONCLUSÃO

1. A aplicação de água residuária de agroindústria de graxaria em pastagem não alterou os atributos químicos do solo;
2. Utilizando-se $1.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $2.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de água residuária de graxaria aumentou a produção e a taxa de acúmulo de forragem dos capins Tangola e Vaquero;
3. A fertirrigação em forrageiras é uma boa alternativa para disposição de água residuária de graxaria, dispensando tratamento final desse efluente;
4. A extração de nutrientes no solo pelas forrageiras, provenientes da água residuária de graxaria contribui para a produção de forragem e preservação ambiental.

6. REFERÊNCIAS

ABREU JUNIOR, C. H.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J. C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v .4, p. 392-408, 2005.

AGENDA 21. 2010. Disponível: <<http://www.eventos.uepg.br/seminariointernacional/agenda21parana/>> Acesso em: 23 de junho de 2014.

AGUIAR, A. P. A.; MORAES NETO A. R.; PAIXÃO J. B.; RESENDE J. R.; BORGES, L. F. C.; MELO JUNIOR, L. A.; SILVA, V. F. Taxa de acúmulo de forragem em pastagens dos capins Mombaça, Tanzânia e Tifton 85 submetidas a manejo intensivo do pastejo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL E NACIONAL DE ZOOTECNIA, Uberaba. **Anais...**Uberaba: ABCZ:ABZ:FAZU, 2003.

AGUIAR, A. P. A. **Medição de forragem e planejamento alimentar em sistemas de pastejo**. Uberaba: FAZU, 2006. 67 p. - (Curso de Pós-graduação "lato sensu" em Manejo da Pastagem, Módulo 13).

AGUIAR, A. P. A.; DRUMOND, L. C. D.; MORAES NETO, A. R.; PAIXÃO, J. B.; RESENDE, J. R.; BORGES, L. F. C.; MELO JUNIOR, L. A.; SILVA, V. F.; PONTE, J. E. E. Composição química e taxa de acúmulo dos capins Mombaça, Tanzânia ("*Panicum maximum*" Jacq. cv. Mombaça e Tanzânia) e Tifton 85 ("*Cynodon dactylon*" x "*Cynodon nlemfuensis*" cv. Tifton 68) em pastagens intensivas. **FAZU em Revista**, Uberaba. n. 3, p.15-19, 2006.

ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; BOTREL, M. A.; MARTINS, C. E. Resposta do coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) a diferentes doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília. v. 27, p. 833-840, 1998.

ANDRADE, C. M. S. **Capim-Tangola: gramínea forrageira recomendada para solos de baixa permeabilidade do Acre** – Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2009. 63 p.

ANDRADE, A. S.; DRUMOND, L. C. D. Adubação de pastagens irrigadas: princípios e recomendações. **Revista Cerrado Agrociências**, p. 13. 2012.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION 2006. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Standard Methods on line. 2006. Section 9060. Samples. Disponível em <http://www.standardmethods.org/store/BrowseSM.cfm?PartID=9> . Acesso em 3 de maio de 2013.

ARONOVICH, S.; ROCHA, G. L. **Gramíneas e leguminosas forrageiras de importância no Brasil Central Pecuário**. Informe Agropecuário, v. 11, n. 132, p. 3-13, 1985.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat** - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Versão 1.1.0.711, 2014. Departamento de Ciências Exatas, UNESP/JABOTCABAL-SP. 2014.

BARROS, F. D. **Reciclagem de resíduos de origem animal: um estudo qualitativo entre processos contínuos e descontínuos e a geração de odores fugitivos**. 136 f. (Dissertação de Mestrado) São Caetano do Sul:CENTRO UNIVERSITÁRIO DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA IMT-CEUN, 2007.

BENEVIDES, R. M. **Aspectos sanitários e agronômicos do uso de esgotos tratados na irrigação do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia)** – Aquiraz, Ceará. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

BERWANGER, A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejetos líquidos de suínos**. Santa Maria, RS. 2006. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X. Utilização de esgotos sanitários para produção de alimentos para animais: aspectos sanitários e produtivos. **Revista Ceres**, Viçosa. v. 56, p. 480 - 487, 2009.

BOSCO T. C.; SAMPAIO S. C.; OPAZO M. A. U.; GOMES S. D.; NÓBREGA L. H. P. Aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja: cobre e zinco no material escoado e no solo. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, Jaboticabal, 2008.

BURTON, G.W., GATES, R.N., HILL, G.M. Registration of „Tifton 85“ Bermuda grass. **Crop Science**, v. 33, p. 644 - 645, 1993.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 464 p.

CERRETTA C. A.; BASSO, C. J.; VIEIRA F. C. B.; HERBES M. G.; MOREIRA I. C. L.; BERWANGER A. L. Dejeito líquido de suínos: I- perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 35, p. 1296 - 1304, 2005.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - nº 430 - Ministério do Meio Ambiente - MMA. Resolução nº 430 – Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA de 13 de maio de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 01 junho 2014.

COURACCI, B.; CHERNICHARO C. A. L.; ANDRADE NETO, C. O.; NOUR, E. A. Bases conceituais da disposição controlada de águas residuárias no solo. In: Campos, J.R. (ed.) **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999. 435 p.

DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. P. A. **Irrigação de pastagem**. Uberaba: Ed. L. C. D. DRUMOND, 2005. 210 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.

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

FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SBRISSIA, A. F.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon spp.* sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 1141 - 1150, 1999.

FONSECA, S. P. P.; SOARES, A. A.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.. Avaliação do valor nutritivo e contaminação fecal do capim coastcross cultivado nas faixas de tratamento de esgoto doméstico pelo método do escoamento superficial. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v. 21, n. 3, p. 293 - 301, 2001.

GHEYI, H. R.; MEDEIROS, S.S.; SOARES F.A.L.; FERNANDES P.D. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérberras: efeito nos componentes de produção. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. , v. 27, p. 569 - 578, 2007.

GOMIDE, J. A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. **Anais...Simpósio Latino Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens**, Belo Horizonte, 1976, 20 - 33 p.

GUSTONE, F. D.; NORRIS, F. A. Lipids in foods - Chemistry, Biochemistry and Technology. **Pergamon Press**, 1983. p. 105 - 107.

HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. **Forrage - The science of grassland agriculture**. Iowa, 1985, 643 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (2010)**. Disponível em: http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1>. Acesso em 19 de maio de 2014.

KOURAA, A.; FETHI, F.; LAHLOU, A.; OUAZZANI, I. N. Reuse of urban wastewater by combined stabilization pond system em Benslimane (Morocco). **Urban Water**, v. 4, p. 373 - 378, 2002.

KONZEN, E. A. Aproveitamento do adubo líquido da suinocultura na produção agropecuária. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: ABID, 2002.

LO MÔNACO, P. A. **Fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos**. / Paola Alfonso Lo Mônaco. - Viçosa: UFV, 2005. xii, 96 f. : il. ; 29cm.

LO MÔNACO, P. A.; GARCIA, G. O.; MATOS, A. T. Caracterização da água residuária da lavagem e despolpa dos frutos dos cafeeiros *Arábica* e *Conilon*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3, 2003, Porto Seguro, BA. **Anais...** Porto Seguro, BA: [s.n.], 2003.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. Piracicaba, 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

MATOS, A. T.; SEDIYAMA, M. A. N. Riscos potenciais ao ambiente pela aplicação de esterco líquido de suínos ou compostos orgânicos no solo. In: Seminário Mineiro sobre manejo e utilização de esterco líquido de suínos, 1., 1995, Ponte Nova. **Anais...** Viçosa, MG: EPAMIG, 1995. p. 45 - 54.

MATOS, A. T. Tratamento de resíduos agroindustriais. In: ENCONTRO DE PRESERVAÇÃO DE MANANCIAS DA ZONA DA MATA MINEIRA, 2, Viçosa, 2002. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.105 - 157.

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

MILHER T. L. **Control lingre dering plant odors**. In: Noll K.E., Davis W.T. & Ducan J.R. (ed). Air pollution control and industrial energy production. Michigan: Ann Arbor Publishers, 1975. p. 247 - 267.

NASCIMENTO, M. do P. S. C. B.; NASCIMENTO, H. T. S. do; LEAL, J. A. **Comportamento de cultivares de *Cynodon* no Piauí**. Comunicado técnico, 146, EMBRAPA Meio-Norte, Piauí, dezembro, 3 p. 2002.

NORTON, B. W. Differences between species in forage quality. In: HACKER, J. B. (Ed.). Nutritional limits to animal production from pastures, Santa Lucia, Queensland. Farnham Royal: CSIRO, 1984. p. 89 - 110.

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M.; GARCIA, R.; CECON, P. R. Análise de Crescimento do Capim-Bermuda „Tifton 85” (*Cynodon* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília. v. 29, p. 1930 - 1938, 2000.

OLIVEIRA, M. C. **Níveis de elementos químicos de interesse agrônômico em solo submetido à aplicação de água residuária de graxaria**. 2012. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba. Minas Gerais.

PACHECO, J. W. **Guia técnico ambiental de graxarias**. São Paulo: CETESB, 2006. 76 p. (1 CD) : il. ; 21 cm. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 Maio 2014.

PAGANINI, W. S. **Disposição de esgoto no solo** (Escoamento à superfície). São Paulo: AESABESP, 1997. 232 p.

PESCOD, M. B. **Wastewater treatment and use in agriculture**. Rome: FAO, 1992. 125 p. (Irrigation and Drainage Paper).

QUEIROZ, F. M.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. A.; LEMOS, A. L. Características químicas do solo e absorção de nutrientes por gramíneas em rampas de tratamento de águas residuárias da suinocultura. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**. v. 12, n. 2, 2004, p. 77 - 90.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.

ROSCOE, R.; NUNES, W. A. G. A; SAGRILO, E.; ORSUBA, A. A. Aproveitamento agrícola de resíduos de frigorífico como fertilizante orgânico sólido. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, n. 35, p. 7 - 10, 2006.

SANTOS, K. D.; HENRIQUE, I. N.; SOUSA, J. T.; LEITE, V. D. Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, suplemento especial, n. 1, 2006. <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/fertirrigacaoagricola.pdf>>. 15 de maio 2014.

SELL, N. J. **Industrial pollution control: issues and techniques**. 2 nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. p. 303 - 312.

SERAFIM, R. S. **Produção e composição química da Brachiaria brizantha cv Marandu adubada com água residuária de suinocultura**. 2010. 96 f. Tese Doutorado em Produção Vegetal. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, Brasil.

SENDULSKY, T. Chave para identificação de *Brachiaria*. **Jornal Agroceres**, v. 56, n. 5, p. 4 - 5, 1977.

SILVA, C. A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª Ed. Porto Alegre: Metrópole, p. 597 - 620, 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa - MG: UFV, 2002. 235 p.

SILVA NETO, S. P. **Uso de resíduo líquido de frigorífico como alternativa para adubação de pastagem: produção vegetal e propriedades químicas do solo** (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Tocantins, 2009.

SILVA, J. G. D. **Fertirrigação do capim-mombaça com diferentes lâminas de efluente de tratamento primário de esgoto sanitário estabelecidas com base na dose aplicada de sódio**. 2010. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa. 64 p.

SOARES FILHO, C. V. **Brachiaria – espécies e variedades recomendadas para diferentes condições**. Campinas: CATI, 1996. 26 p. (CATI. Boletim Técnico, 226).

SOUZA, M. C. M. R.; MONTEIRO, R. N. F.; SANTOS, F. R. M.; CAMELO, F. M. B.; SALES, L. M.; NUNES, P. J. F. Avaliação dos teores de alumínio encontrados em análises de solo do município de Ibiapina – CE. **Resumos...I** Workshop Internacional de inovações Tecnológicas na Irrigação e I Simpósio Brasileiro Sobre o Uso Múltiplo da Água. Fortaleza - CE. 2008.

TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 449 - 484.

TOMÉ JUNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

UNDERWOOD, E. J. **Los minerales en la nutrición del ganado**. Zaragoza, 1983, 209 p.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2: ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 263-273.(Boletim Técnico, 100).