



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

IGOR ESTEVÃO SOUZA MEDEIROS

**USO DA ÁGUA CINZA TRATADA NA PRODUÇÃO DO CAPIM TANZÂNIA NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

MOSSORÓ
2017

IGOR ESTEVÃO SOUZA MEDEIROS

**USO DA ÁGUA CINZA TRATADA NA PRODUÇÃO DO CAPIM TANZÂNIA NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

Orientador: Prof. D. Sc. Rafael Oliveira Batista

MOSSORÓ

2017

E79u Estevão Souza Medeiros, Igor .
 USO DA ÁGUA CINZA TRATADA NA PRODUÇÃO DO CAPIM
 TANZÂNIA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO / Igor Estevão
 Souza Medeiros. - 2017.
 40 f. : il.

 Orientador: Rafael Oliveira Batista.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
 Agrícola e Ambiental, 2017.

 1. Efluente. 2. Reúso. 3. Forragem. 4.
 Biomassa. I. Oliveira Batista, Rafael , orient.
 II. Título.

IGOR ESTEVÃO SOUZA MEDEIROS

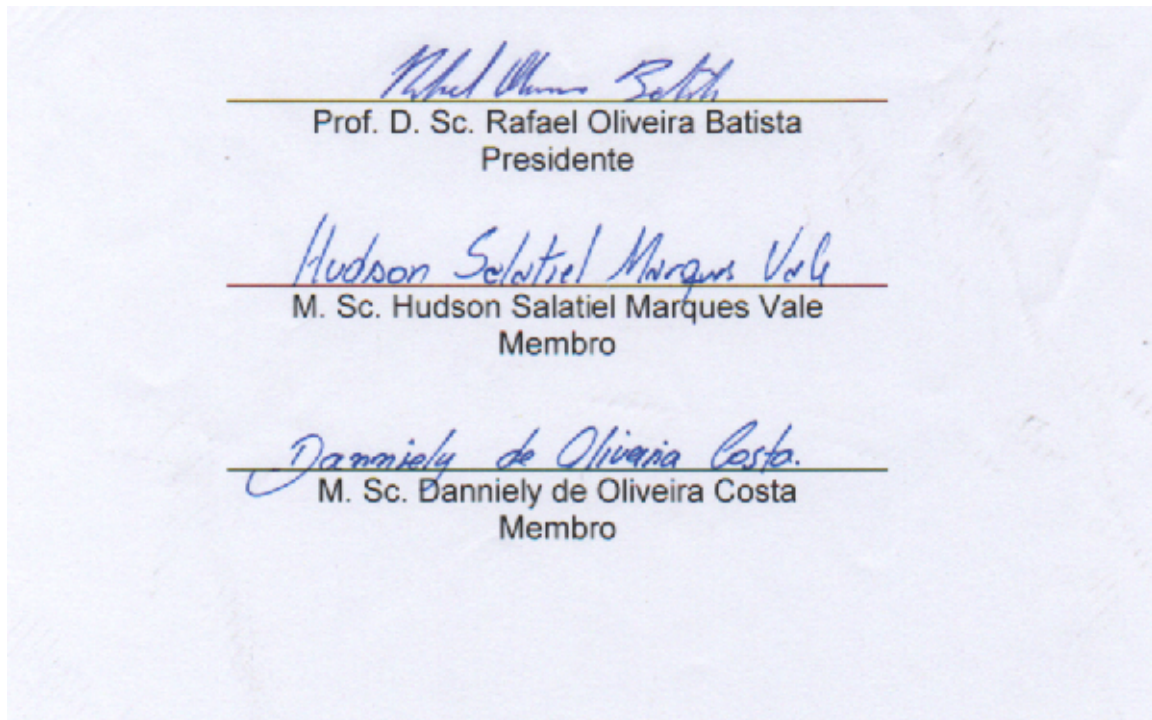
IGOR ESTEVÃO SOUZA MEDEIROS

**USO DA ÁGUA CINZA NA PRODUÇÃO DO CAPIM TANZÂNIA NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

APROVADO EM: 20/05/2017

BANCA EXAMINADORA



Ao meu pai Francisco Josimar Pereira de Medeiros, por ser um pai atencioso, prestativo, amoroso e que sempre me incentivou para que tudo desse certo na minha vida.

A minha mãe Zenilda Diniz Souza, por ser essa mulher de caráter, guerreira, amorosa, prestativa e que me incentiva sempre a cada momento.

Aos meus demais familiares que se fazem presentes nessa jornada e que me apoiam constantemente.

Aos meus amigos que sempre estão presentes comigo nos momentos bons e ruins. Guardo comigo a amizade de vocês para sempre.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Francisco Josimar Pereira de Medeiros, por ser um homem prestativo e de caráter, além de um pai muito amoroso e exemplo de homem; por sempre estar me apoiando e me recebendo com muito amor e carinho em todas as vezes que estava em sua presença. Amo o senhor.

À minha mãe, Zenilda Diniz Souza , por ser essa mulher guerreira e amorosa com todos, que sempre me apoiou em minhas decisões e acompanhou toda a minha jornada com um grande sorriso no rosto e sempre agradecendo por todas as coisas boas que me vem acontecendo. Amo a senhora.

Aos meus irmãos, Iara Maria Souza Medeiros e Iago Souza Medeiros, por serem pessoas maravilhosas e que sempre estão presentes em minha vida, além de me apoiarem com grande entusiasmo. Amo vocês.

Aos meus familiares que sempre estiveram comigo quando precisei e pelo grande apoio e alegria que me recebiam sempre quando voltava para casa. Amo todos vocês.

Aos meus amigos, Jessica Souza, Victor Afonso, Sayonara Vanessa, Luana Nobrega, Clara Karinna, Iane Maia, Tamara, Hérick Claudino, Rutilene, Elidayane, Jessica Lange, Peterson, Valécia, por serem esses grandes amigos (as) de jornada e que estiveram presentes nos momentos bons e ruins.

Ao meu professor e orientador Rafael Oliveira Batista pelo incentivo, apoio e disponibilidade para que esse trabalho fosse realizado.

Sou eternamente grato por todos que fizeram e fazem parte da minha vida acadêmica e pessoal.

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar a viabilidade do aproveitamento de água cinza tratada para produção de capim Tanzânia. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN. A água cinza utilizada foi proveniente de uma residência localizada no assentamento P. A. Monte Alegre I, município de Upanema-RN. Para o tratamento e aproveitamento agrícola da água cinza, foi montado um sistema composto por uma caixa de inspeção, tanque séptico, filtro orgânico e reservatório. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis repetições e seis tratamentos, totalizando 36 parcelas. O experimento foi conduzido em vasos com capacidade para 40L, contendo quatro plantas por vaso. Os tratamentos foram constituídos por água de abastecimento (AA), água cinza tratada (ACT), sendo assim distribuídos: Tratamento 1: 100% AA e 0% de ACT; Tratamento 2: 75% AA e 25% de ACT; Tratamento 3: 50% AA e 50% de ACT; Tratamento 4: 25% AA e 75% de ACT; Tratamento 5: 0% AA e 100% de ACT, e Tratamento 6: 100% AA e esterco bovino curtido na proporção de 10%. Ao longo do período experimental foram analisadas as características físico-químico (pH, CE, SS, SD, Na, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni e Cd) e microbiológica (coliformes termotolerantes) através de amostras do efluente coletadas em diferentes pontos do sistema de tratamento. Após cada corte foram analisados os parâmetros agrônômicos (número de folhas, altura das plantas, produção de biomassa e área foliar). Os resultados indicaram que o tratamento T6 acarretou valores de número de folhas e área foliar superiores aos demais tratamentos, no primeiro e segundo corte. No terceiro corte, os maiores valores de número de folhas e área foliar foi observado no T5. Em relação a produtividade, não houve diferença significativa entre os tratamentos T6, T3, T4 e T5, no terceiro corte. Entretanto, o tratamento T1 proporcionou a menor produtividade.

Palavras Chave: Efluente. Reúso. Forragem. Biomassa.

ABSTRACT

The present work aimed to analyze the viability of the use of gray water for Tanzania grass production. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Rural Semiarid University, Mossoró-RN. The gray water used came from a residence located in the settlement P. Monte Alegre I, in the municipality of Upanema-RN. For the treatment and agricultural use of gray water, a system was set up consisting of an inspection box, septic tank, organic filter and reservoir. The experimental design was a randomized block with six replicates and six treatments, totaling 36 plots. The experiment was conducted in pots with 40L capacity, containing four plants per pot. The treatments were constituted by water supply (AA), treated gray water (ACT), and distributed as follows: Treatment 1: 100% AA and 0% ACT; Treatment 2: 75% AA and 25% ACT; Treatment 3: 50% AA and 50% ACT; Treatment 4: 25% AA and 75% ACT; Treatment 5: 0% AA and 100% ACT, and Treatment 6: 100% AA and bovine manure tanned at the rate of 10%. During the experimental period, the physical-chemical characteristics (pH, EC, SS, SD, Na, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni and Cd) and microbiological (thermotolerant coliforms) Of the effluent collected at different points in the treatment system. After each cut, the agronomic parameters (number of leaves, height of the plants, biomass production and leaf area) were analyzed. The results indicated that the T6 treatment had values of leaf number and leaf area superior to the other treatments, in the first and second cuts. In the third cut, the highest values of leaf number and leaf area were observed in T5. Regarding productivity, there was no significant difference between T6 treatments. T3, T4 and T5, in the third cut. However, T1 treatment provided the lowest productivity.

Keywords: Effluent; Reuse; Fodder; Biomass.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas do solo antes do experimento.	21
Tabela 2 - Valor médio e desvio padrão das características físico-químicas e microbiológicas da água cinza tratada coletada ao longo do período experimental.	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delimitação da região semiárida brasileira.....	13
Figura 2 - Sistema sem reúso.....	17
Figura 3 - Sistema com reúso.	17
Figura 4 - Localização da casa de vegetação utilizada no experimento, Centro de Ciências Agrárias. UFERSA, campus Oeste, Mossoró-RN.....	20
Figura 5 – Imagem da aérea do local de construção da estação de tratamento.	22
Figura 6 - Layout dos componentes do sistema de tratamento.	22
Figura 7 - Ilustração da caixa de inspeção.....	23
Figura 8 - Ilustração do tanque séptico.....	24
Figura 9 - Ilustração do filtro orgânico.....	25
Figura 10 - Ilustração do reservatório.	25
Figura 11 - Vista geral da distribuição das plantas no momento de corte e avaliação.....	27
Figura 12 - Número de folhas ao longo do ciclo (A-corte 1, B-corte 2 e C-corte 3) e no momento dos cortes (D) do capim Tanzânia em função da irrigação com água cinza.	31
Figura 13 - Altura de plantas ao longo do ciclo (A-corte 1, B-corte 2 e C-corte 3) e no momento dos cortes (D) de capim Tanzânia em função da irrigação com água cinza.	32
Figura 14 - Área foliar do capim Tanzânia em função da irrigação com água cinza.	33
Figura 15 - Produção de massa fresca (A), massa seca (B) produtividade de massa seca (C) do capim Tanzânia em função da irrigação com água cinza.	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	13
3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO LANÇAMENTO DE ESGOTOS SEM TRATAMENTO NO AMBIENTE	14
3.3 REÚSO.....	15
3.4 ÁGUA CINZA	16
3.5 O USO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DOMÉSTICAS NA PRODUÇÃO DE GRAMÍNEAS.....	18
3.6 CULTIVAR TANZÂNIA.....	19
4 METODOLOGIA.....	20
4.1 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	20
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	21
4.3 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO E APROVEITAMENTO AGRÍCOLA DE ÁGUA CINZA	21
4.4 MONITORAMENTO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE TRATAMENTO.....	26
4.5 MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CAPIM TANZÂNIA	26
4.6 VARIÁVEIS ANALISADAS	27
5 RESULTADOS	28
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CINZA	28
5.2 PARÂMETROS AGRONÔMICOS	30
5.2.1 Número de folhas.....	30
5.2.2 Altura das plantas.....	31
5.2.3 Área foliar.....	32
5.2.4 Produção de biomassa	33
6 CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Segundo Chanakya e Khuntia (2014), a água cinza é um componente das águas residuárias domésticas sem a presença de fezes humanas.

O tratamento anaeróbio de águas cinza para residências se apresenta como uma opção de baixo custo, reduzido consumo de energia e baixa produção de lodo, constituindo uma alternativa eficaz na adoção da prática do reúso de água e que atenda aos critérios de custo, simplicidade, e tem grande aceitabilidade cultural (CHANAKYA & KHUNTIA, 2014).

O uso agrícola das águas cinza reflete, diretamente, na economia de água potável, de fertilizantes minerais, de energia elétrica e na redução do volume de águas residuárias domésticas lançadas no ambiente.

A produção de gramíneas com águas cinza pode gerar biomassa para alimentação de animais (bovinos, caprinos, ovinos e muares), contribuindo para a redução do custo de produção na pecuária.

O cultivar Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia), têm demonstrado um alto potencial de produção de massa seca de forragem com valor nutritivo satisfatório, além de sua alta capacidade de adaptação à diferentes ambientes (BARBOSA et al., 2006).

Diante o exposto, estudos com água cinza para a produção de gramíneas são imprescindíveis para a convivência com o semiárido, tendo em vista que possibilita a minimização da poluição ambiental e fornecimento de alimento para as criações de animais nos períodos de estiagem.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo geral analisar os efeitos de diferentes proporções de água cinza tratada e água de abastecimento na produção do capim Tanzânia em Mossoró-RN. Com objetivos específicos apresentam-se:

- Avaliar a qualidade da água cinza tratada para fins de reúso agrícola; e
- Analisar o desempenho agrônômico do capim Tanzânia com água cinza.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

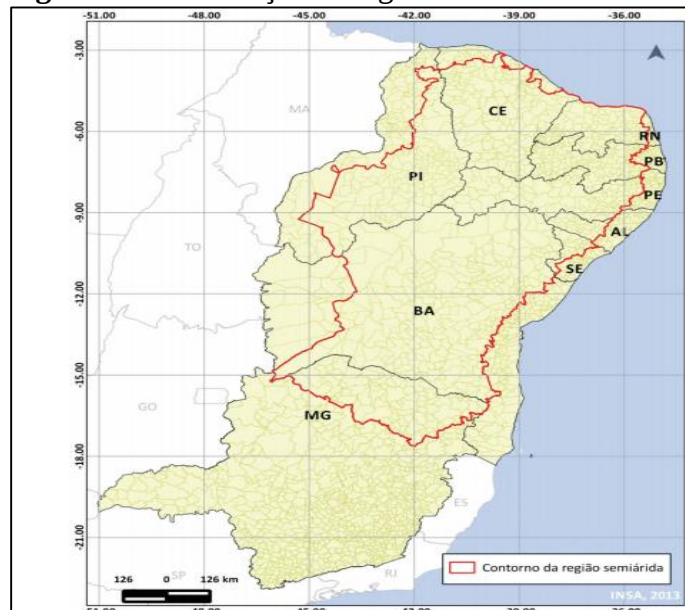
3.1 ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O Semiárido brasileiro é composto por oito estados da região do nordeste do país, Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, que abrangem uma extensão territorial de 980.133,079 km² e que são divididos em 1.135 municípios, possuindo assim uma população de 22.598.318 habitantes (MEDEIROS et al., 2012).

Na região do semiárido brasileiro, o número de municípios que coletam esgotos sanitários são de apenas 243, entendendo que a existência do serviço de esgotamento sanitário não abrange o atendimento a toda a população urbana dos municípios, que possui uma população de 7.376.477 habitantes, onde apenas 43,7% desta população possuem este serviço (MEDEIROS et al, 2014).

De acordo com MEDEIROS et al. (2014), o tipo de rede coletora de esgotos que foi evidenciado na região do semiárido brasileiro foi a rede separadora, que capta e transporta, exclusivamente esgoto sanitário e água pluvial, mas ainda se utiliza, em 15,6% das sedes a rede unitária ou mista, que coleta tanto esgoto como água pluvial. Assim tem-se abaixo a delimitação da região semiárida brasileira (Figura 1).

Figura 1 - Delimitação da região semiárida brasileira.



Fonte: MEDEIROS et al (2014).

Fazendo-se uma análise dos sistemas de coleta de esgotos nos estados, constatou-se que nos estados cearense, mineiro e potiguar, os percentuais de sedes atendidas, são superiores as medias do semiárido, enquanto as menores médias de atendimento urbano de esgoto foram observadas nas regiões, piauiense, cearense e pernambucana. Podendo se constatar que nos 243 municípios que constam com esgotamento sanitário, apenas 20,6% das sedes, possuem valores maiores que 80% dos municípios saneados (MEDEIROS et al, 2014).

3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO LANÇAMENTO DE ESGOTOS SEM TRATAMENTO NO AMBIENTE

A experiência de incorporar resíduos de esgotos no brasil, não se é difundida, devido ainda ser pouco o número de cidades que possuem estações de tratamento de esgotos. Menos de 10% do esgoto urbano produzido são tratados antes de serem lançados nos rios, estima o ministério do meio ambiente (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

Apesar de possuir várias vantagens, o lodo do esgoto quando lançado ao solo, pode apresentar em sua composição elementos tóxicos e agentes patogênicos ao homem. Assim, existe a necessidade de se conhecer os efeitos desse poluente no solo, quando se é utilizado na agricultura (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

Com o descobrimento dos grandes danos ambientais resultantes das atividades inadequadas da disposição dos resíduos, vem aumentando o conhecimento e a preocupação da população mundial sobre tais questões. Nos últimos anos, tais preocupações tem sido manifestadas e aplicadas, em forma de decretos através de uma série de leis (MAZZER e CAVALCANTE, 2004).

A vida aquática tem sido alterada de modo importante, por causa dos impactos ambientais resultantes de várias atividades, tais como, atividades mineradoras, construção de barragens, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundações e em regiões de exploração de recursos pesqueiro (GOULART e CALLISTO, 2003).

Nos ecossistemas aquáticos, os impactos ambientais possuem diferentes origens e formas, muitas vezes, o lançamento de compostos químicos nas águas em altas concentrações, tem como consequência, a modificação no curso e composição físico-química natural dos rios, nas margens, cobertura vegetal, na cor da água e na biota existente (CALLISTO et al., 2005).

Os impactos ambientais de natureza química e biológica tem origem da poluição difusa, que são mobilizados por eventos de precipitação e poluição, que é causada principalmente por lançamentos indevidos de esgotos sanitários sem tratamento ou com tratamento insuficiente, nos sistemas de drenagem pluvial ou diretamente nos corpos receptores (NASCIMENTO, 2005).

3.3 REÚSO

A água disposta na natureza é essencial a vida no planeta terra, porém, a quantidade dessa água encontra-se cada vez menor, devido ao crescimento populacional. Mas contudo isso, existem formas de controlar este volume de água, em países onde se incentivam a conservação de água potável existem sistemas de uso de águas cinza, devido a sua falta, como a Alemanha, Estados Unidos e o Japão (MAY & HESPANHOL, 2008).

Na região Nordeste do Brasil, onde a população convive com escassez de recursos hídricos e o período chuvoso dura, geralmente, cerca de três meses do ano, exige e necessita de técnicas de convivência com a seca, acarretando assim falta da existência de políticas públicas eficientes e continuadas de gestão de recursos hídricos e de geração de empregos e renda entre outras vem consubstanciar a manutenção da pobreza na região Nordeste (SOUSA et al., 2006).

A falta de água estimula o êxodo rural da população nordestina economicamente ativa e constitui uma das principais razões para que essa região seja considerada uma das mais pobres do país (SOUSA et al., 2006).

Atualmente, águas com um menor nível de qualidade, que podem ser constituídas a partir de águas de esgotos, principalmente de esgotos domésticos, de drenagem agrícola e águas salobras, devem ser consideradas fontes alternativas para usos que necessitem de uma menor qualidade das águas. A utilização de tecnologias apropriadas para a utilização dessas fontes e também a melhoria na eficiência no controle e no uso dessas águas, constitui a ideia básica para solucionar a problemática da falta universal de água (HESPANHOL, 2002).

Partindo da impossibilidade de ser identificado a grande quantidade de compostos que a água de reuso pode conter e seus riscos, como os micro-poluentes orgânicos, que estão presentes nos efluentes líquidos industriais, nos mananciais que os recebem, ou já receberam, durante um longo período de tempo, esses efluentes podem ser tidos como inapropriados para a prática do reuso para finalidades de potabilidade (HESPANHOL, 2002).

Devido a importância do reúso da água na agricultura, que envolve a aplicação de esgoto no solo, fazendo com que ocorra assim o aumento da disponibilidade hídrica, para a irrigação e também o aumento da qualidade do solo (MANCUSO e DOS SANTOS, 2003).

As melhorias econômicas são verificadas começando pelo aumento da área cultivada e com isso o aumento da produtividade agrícola, onde se verifica sua importância em áreas onde se utiliza apenas de irrigação natural, advinda de chuvas. Um dos grandes exemplos, está na região do Vale de Mesquital, no México, onde o capital advindo da renda agrícola aumentou de quase zero no início do século, até aproximadamente quatro milhões de dólares americanos por hectare, em 1990, apenas colocando os esgotos da cidade do México a disposição da região (HESPANHOL, 2002).

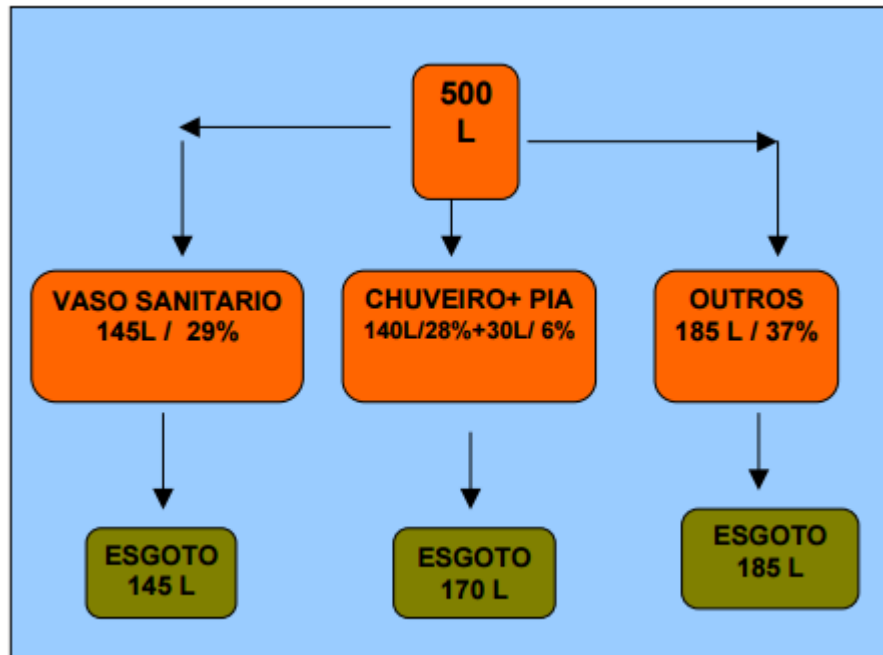
3.4 ÁGUA CINZA

Na definição de águas cinza, temos que são aquelas que não possuem contribuição de vasos sanitários, por isso, são advindas das mais diversas atividades de uma residência. Segundo Rapoport (2004), as águas que são consideradas cinzas advindas da cozinha de uma residência, são mais poluentes do que as águas negras.

A água cinza precisa passar por diversos tipos de tratamentos que variam de acordo com a necessidade de reúso e também de acordo com o volume necessário (REVITT et al., 2011).

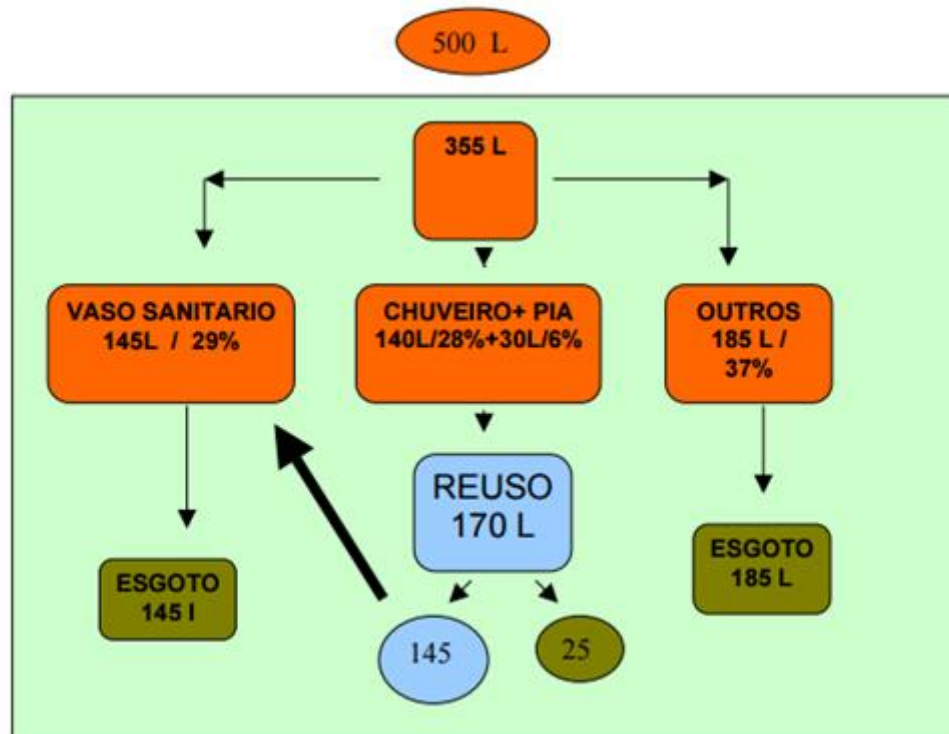
Como uma forma de incentivar o reúso da água cinza, um fato típico do sistema de tarifação brasileira para o consumo de água nas grandes cidades, é que o consumo se dá multiplicado por dois, uma vez que o esgoto também é tarifado. Assim além de se economizar água, também economiza-se na tarifa (ver Figuras 2 e 3) (RAPOPORT, 2004).

Figura 2 - Sistema sem reúso.



Fonte: Rapoport (2004).

Figura 3 - Sistema com reúso.



Fonte: Rapoport (2004).

Existe em países desenvolvidos e em desenvolvimento um interesse crescente no reúso de águas cinzas. A explicação para tal fato, é que por ser uma água menos poluída que o esgoto municipal, por não conter águas negras, além de sua caracterização ser de grande importância para verificar sua finalidade para reúso, incluindo a possibilidade de pré-tratamento (ERIKSSON et al., 2001).

A utilização na agricultura de águas residuárias é uma alternativa para diminuir os impactos ambientais, ocasionado pelo lançamento do efluente em cursos d'água, que ainda pode contribuir com o incremento da produção agrícola e são dependentes de fatores adversos, tais como, a cultura, a disponibilidade de nutrientes do efluente, nutrição e manejo das plantas, porém o uso de águas residuárias ainda necessita de estudos que visem minimizar os riscos de contaminação do solo, da produção e do agricultor (SOUZA et al., 2011).

No Arizona, os órgãos que regulam as águas recomendam que se evite qualquer contato entre as pessoas e a água cinza, por isso no uso da irrigação, deve ser feito por sistemas de irrigação por gotejamento e subsuperficial (ORON et al., 2014).

3.5 O USO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DOMÉSTICAS NA PRODUÇÃO DE GRAMÍNEAS

A eficácia de um sistema que trabalha com o controle de águas residuárias no solo, depende do controle e da forma de construção, mas somente o sistema solo-planta pode conferir ao tratamento os aspectos de renovação, que evita os desgastes do solo (PAGANINI, 2003).

Em diversos países, foram feitos estudos que demonstraram que o aumento da produtividade agrícola é significativo em áreas fertirrigadas com águas residuárias de origem domésticas, a partir do manejo correto (MEDEIROS et al., 2008).

A porção de N que o solo recebe por meio da aplicação de água residuária de origem doméstica, pode ser similar, ou mesmo ultrapassar, a porção que é aplicada a partir da fertilização nitrogenada que se é recomendada durante certos períodos (FEIGIN et al., 1978).

Quando se foi avaliado o desempenho de algumas forrageiras de verão com água residuária, a partir de rampas de tratamento por escoamento superficial, constatou-se que ocorreu um maior desenvolvimento agrônômico do capim Tifton 85, que teve uma produtividade de matéria seca acumulada de 17,77 T ha⁻¹ (QUEIROZ et al., 2001).

3.6 CULTIVAR TANZÂNIA

De acordo com Barbosa et al. (2006), umas das mais importantes forrageiras para a pastagem no Brasil é a cultivar Tanzânia pertencente ao gênero *Panicum*, por possuir alta produção de massa de forragem e um adequado valor nutritivo, tem-se observado um valor nutritivo satisfatório e uma alta produção de massa seca.

A cultivar Tanzânia da espécie *Panicum maximum* foi lançada comercialmente em 1990 e 1993, respectivamente, pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) da EMBRAPA.

O potencial forrageiro dessa cultivar pode ser observado por meio dos resultados obtidos durante a avaliação dos acessos no CNPGC, a cultivar Tanzânia produziu 33 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de massa seca e teve, em média, 80% de folhas, 12,7% de proteína bruta nas folhas e 9% nos colmos (JANK, 1995).

4 METODOLOGIA

4.1 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, em Mossoró-RN, Brasil (05 12' 03,9" LS; -37 19' 37,98" LO). A casa de vegetação utilizada apresenta cobertura de polietileno de baixa densidade transparente, com 0,10 mm de espessura, tratada contra a ação de raios ultravioleta e em formato tipo arco, com 7,0 m de largura e 21 m de comprimento. As paredes laterais e frontais são confeccionadas com telas antiafídeos e rodapé de 0,30 m em concreto armado (Destaque em vermelho na Figura 4).

Figura 4 - Localização da casa de vegetação utilizada no experimento, Centro de Ciências Agrárias. UFERSA, campus Oeste, Mossoró-RN.



Fonte: Google Earth (2017).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw_h' (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, com média anual de 673,9 mm; temperatura média de 27,4 °C e umidade relativa do ar média de 68,9%. Insolação média diária de 7,83 horas e anual de 2771,27 horas de brilho solar durante um período histórico de 30 anos. Velocidade média do vento é de 3 km h⁻¹ (ALVARES et al., 2013). O solo da área experimental

é classificado como Argissolo Vermelho amarelo (SANTOS et al., 2006). As características químicas do solo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas do solo antes do experimento.

pH	CE	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	CTC	V	PST
(água)	dS m ⁻¹	----mg dm ⁻³ ----					cmo _c dm ⁻³				----- % -----	
6,18	0,06	5,2	44,5	8,6	1,62	1,88	0	1,32	3,65	4,79	73	1

Fonte: Autoria própria (2017).

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 6 repetições e 6 tratamentos, totalizando 36 parcelas. Cada unidade experimental foi representada por um vaso com capacidade para 40 L, contendo quatro plantas por vaso. Os tratamentos foram constituídos por diferentes proporções de água de abastecimento (AA), água cinza tratada (ACT), sendo assim distribuídos: Tratamento 1: 100% AA; Tratamento 2: 75% AA e 25% de ACT; Tratamento 3: 50% AA e 50% de ACT; Tratamento 4: 25% AA e 75% de ACT; Tratamento 5: 100% de ACT, e Tratamento 6: 100% AA e esterco bovino curtido na proporção de 10% (v/v).

4.3 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO E APROVEITAMENTO AGRÍCOLA DE ÁGUA CINZA

O sistema de tratamento de água residuária foi construído no assentamento P. A. Monte Alegre I, sob coordenadas de 5° 30'13,06" LS e 37°27'23,27" LO, localizado no município de Upanema-RN, microrregião médio oeste potiguar (Figura 5).

Figura 5 – Imagem da aérea do local de construção da estação de tratamento.

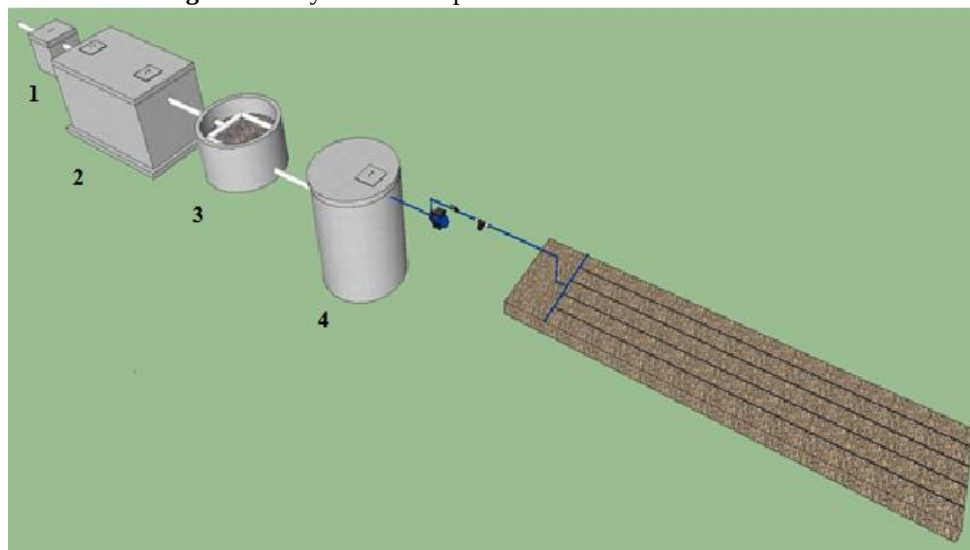


Fonte: Google Earth (2017).

A água cinza gerada na residência é composta pela água do chuveiro, da pia do banheiro e dos tanques de lavagem de roupas. A residência é habitada por cinco pessoas, gerando uma vazão média de $0,55 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$.

A estação de tratamento e aproveitamento agrícola de água cinza foi montada contendo os seguintes componentes e seu layout é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Layout dos componentes do sistema de tratamento.



Fonte: Autoria própria (2017).

Nota: 1 – Caixa de inspeção; 2 – Tanque séptico; 3 – Filtro orgânico; 4 – Reservatório.

A caixa de inspeção foi construída em alvenaria de tijolos, dotado de revestimento interno impermeabilizante, nas dimensões internas 0,50 m de largura, 0,50 m de comprimento e 0,50 m de profundidade, como apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Ilustração da caixa de inspeção.



Fonte: Autoria própria (2017).

O tanque séptico foi construído em alvenaria de tijolos com reboco impermeabilizado nas dimensões de 0,80 m de largura por 1,32 m de profundidade por 1,98 m de comprimento (Figura 8). A divisória entre as câmaras do tanque séptico foi implantada a $\frac{2}{3}$ do seu comprimento interno. Para a passagem do efluente de uma câmara para outra foram inseridas na divisória, três aberturas na metade da profundidade do tanque, cada uma nas dimensões de 0,10 m de largura por 0,30 m de altura .

Figura 8 - Ilustração do tanque séptico.



Fonte: Autoria própria (2017).

O filtro orgânico foi construído em alvenaria de tijolos com revestimento interno impermeabilizado, apresentando dimensões internas de 1,46 m de diâmetro e 0,70 m de profundidade. No fundo do filtro foi colocada uma camada de brita n.1 de 0,20 m para drenagem do efluente, sobre esta foi colocada uma camada de 0,10 m de carvão vegetal para minimizar os odores desagradáveis e uma camada de fibra de coco mais palha de carnaúba, as quais receberam uma compressão de $0,167 \text{ kgf cm}^{-2}$ ($16,35 \text{ kN m}^{-2}$), pressão exercida por um homem, de 50 kgf de peso, até ser atingida a altura de 0,30 m. Na parte superior do filtro instalou-se um dispositivo confeccionado em tubos de PVC de 100 e 40 mm para distribuição uniforme do efluente (Figura 9).

Figura 9 - Ilustração do filtro orgânico.



Fonte: Autoria própria (2017).

O reservatório de armazenamento foi confeccionado em alvenaria de tijolos com revestimento interno impermeabilizado, nas dimensões internas de 1,47 m de diâmetro e 1,63 m de profundidade (Figura 10).

Figura 10 - Ilustração do reservatório.



Fonte: Autoria própria (2017).

4.4 MONITORAMENTO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE TRATAMENTO

Foram realizadas quatro amostragens de efluentes nos seguintes pontos do sistema de tratamento de água cinza: Ponto 1 - efluente coletado a montante do tanque séptico; Ponto 2 - efluente do gotejador.

Na caracterização físico-química dos efluentes, 20 amostras compostas foram obtidas coletadas em três horários do dia (às 8:00; 11:00; e 14:00 horas) nos pontos 1, 2, 3, 4 e 5 do sistema. No processo de coleta as amostras serão preservadas em caixas isotérmicas com gelo à temperatura de 4°C até a entrada das mesmas nos laboratórios. Estas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Diagnóstico Físico-Químico da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN) para análises físico-químicas (pH, condutividade elétrica, turbidez, Demanda Química de Oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio, sólidos totais, sólidos suspensos, nitrogênio total, fósforo total, óleos e graxas e nitrato); e ao Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal da UFERSA para identificação e quantificação dos níveis populacionais de coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTe).

No monitoramento do reator ultravioleta será utilizado uma lâmina de água cinza de 0,20 m e tempo de exposição à radiação ultravioleta artificial de 25 minutos, conforme recomendado por Batista et al. (2012).

4.5 MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CAPIM TANZÂNIA

Para cada tipo de água foi utilizado um sistema de irrigação, composto por um reservatório de PVC (60 L), uma eletrobomba de circulação Metalcorte/Eberle, autoventilada, modelo EBD250076, linhas laterais de 16 mm, e emissores do tipo microtubos, com vazão média de 1,5 L h⁻¹. O manejo da irrigação foi realizado através da tensiometria utilizando tensiômetros de punção, instalados na profundidade de 0,20 m. Foi realizado o monitoramento diariamente e o volume de água será determinado a partir da tensão matricial do solo e da curva característica de retenção de água no solo.

As irrigações eram realizadas para repor o volume de água necessário para elevar a umidade do solo à umidade da máxima capacidade de retenção.

A semeadura do capim Tanzânia foi realizada utilizando-se sementes adquiridos no mercado local, semeando-se em quatro covas distribuídas equidistantes em 0,20 m do centro do vaso (Figura 11).

Figura 11 - Vista geral da distribuição das plantas no momento de corte e avaliação.



Fonte: Autoria própria (2017).

4.6 VARIÁVEIS ANALISADAS

Após cada corte foram realizadas avaliações das seguintes variáveis: número de folhas, contabilizando as folhas que se apresentam fotossinteticamente ativas; a área foliar, determinada com integrador de área foliar LI-COR® modelo LI 3100; altura das plantas, medindo-as com auxílio de uma trena métrica, a partir do colo ao ápice do maior perfilho. As plantas foram cortadas em altura de 0,05 m acima do solo, retirando todas as folhas das plantas. A massa fresca da parte aérea foi obtida logo após o corte, quando todo o material foi colocado em sacos de papel e pesado; em seguida, o material foi encaminhado para estufa de circulação forçada de ar para secagem a 65 °C, até atingir peso constante, quando foi novamente pesado para obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA).

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CINZA

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros referentes às características físico-químicas e microbiológicas da água cinza tratada, após o tratamento. Pode-se verificar que ocorreu diferença significativa para as características DBO, QDO, SS, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu, Pb, Ni, Zn, Cd e CT, sendo os maiores valores obtidos na água residuária antes do tratamento, demonstrando a eficiência do processo utilizado. Também houve diferença significativa para a característica pH da água, no entanto, neste caso o tratamento reduziu o pH. Para as demais características, não houve diferença significativa entre as duas águas, antes e após o tratamento.

Tabela 2 - Valor médio e desvio padrão das características físico-químicas e microbiológicas da água cinza tratada coletada ao longo do período experimental.

Característica	F	Entrada	Saída	Remoção (%)
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg L ⁻¹)	7,60**	784,7a	101,5b	87,1
DQO - Demanda Química de Oxigênio (mg L ⁻¹)	12,2**	1509,2a	465,7b	69,1
pH - – Potencial Hidrogeniônico	8,61**	5,85b	7,34a	-25,5
CE - Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	0,33 ^{n.s.}	1,44a	1,52a	-5,50
SS - Sólidos suspensos (mg L ⁻¹)	64,69**	170,00a	25,00b	85,3
SD - Sólidos dissolvidos totais (mg L ⁻¹)	0,14 ^{n.s.}	1458,00a	1321,00a	9,4
Na - Sódio (mg L ⁻¹)	0,002 ^{n.s.}	11,05a	10,9a	1,4
Mg - Magnésio (mmolc L ⁻¹)	3,29*	8,78a	5,93b	32,5
Ca - Cálcio (mmolc L ⁻¹)	3,52*	8,88a	6,25b	29,6
Fe - Ferro total (mg L ⁻¹)	10,32**	1,64a	0,53b	67,7
Mn - Manganês total (mg L ⁻¹)	4,75*	0,50a	0,09b	82,0
Zn - Zinco (mg L ⁻¹)	5,33*	0,07a	0,04b	42,9
Cu - Cobre (mg L ⁻¹)	4,26*	0,05a	0,02b	60,0
Pb - Chumbo (mg L ⁻¹)	6,72**	0,003a	0,001b	66,7
Ni - Níquel (mg L ⁻¹)	0,65 ^{n.s.}	0,08a	0,076a	5,0
Cd - Cádmio (mg L ⁻¹)	8,36**	0,035a	0,02b	42,9
CT - Coliformes termotolerantes (NMP 100 mL ⁻¹)	40,39**	7,62a	5,72b	25,0

Fonte: Autoria própria (2017). ** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Pela Tabela 2 constatou-se que, o valor médio da DBO está acima do estabelecido de 60 mg L⁻¹ para reuso agrícola (CEARÁ, 2017), o mesmo observa-se para o valor da DQO, em que o limite é de 200 mg L⁻¹. Entretanto, Bertoncini (2008) observou que em experiências

controladas de reuso agrícola, houve uma redução de 99% nos valores de DQO e DBO na água coletada no solo, indicando que os solos são bons depuradores de carga orgânica.

O valor médio do potencial hidrogeniônico (pH) da água cinza tratada encontra-se dentro da faixa de 5 a 9 proposta pela Resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011b), que define os padrões de lançamento de esgoto sanitário tratado em corpos hídricos. Este resultado foi superior ao valor médio de pH de 6,94 obtido por Feitosa et al. (2011) com água cinza tratada.

Com relação à condutividade elétrica da água cinza tratada, o valor médio foi inferior ao limite de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ proposto para uso agrícola de água residuária (CEARÁ, 2017). Este resultado foi inferior ao valor médio de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ obtido por Feitosa et al. (2011) em água cinza tratada.

De acordo com a Portaria nº 154 do Estado do Ceará (CEARÁ, 2017), a concentração média dos sólidos suspensos da água cinza tratada foi inferior ao limite de 50 mg L^{-1} estabelecido para lançamento de efluentes tratados em corpo hídrico receptor. Para os sólidos dissolvidos totais, o valor médio de 1321 mg L^{-1} , está fora da faixa recomendada por Trani (2001), que estabelece valores entre $32 - 325 \text{ mg L}^{-1}$ como intervalo recomendado para irrigação de hortaliças, uma possível explicação para esse fato pode estar associada ao desprendimento de parte do material utilizado no filtro orgânico.

Observa-se que o valor médio do Sódio está dentro do estabelecido por Trani (2001), que propõe como valor máximo uma concentração de 70 mg L^{-1} para irrigação de hortaliças. Utilizando o mesmo autor para a comparação do valor médio encontrado para o Magnésio, foi constatado que o mesmo encontra-se dentro do limite estabelecido que corresponda a $12,5 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$.

O valor médio do cálcio, na água cinza tratada, foi maior que $0,80 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ obtido por Vale et al. (2013) em experimento com água residuária doméstica tratada. A concentração média do magnésio na água cinza tratada foi superior ao valor de $0,70 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ obtido por Vale et al. (2013) com água residuária doméstica tratada. Este valor médio atende aos padrões de lançamento de água residuária tratada em corpo hídrico, onde o limite máximo é de $15,0 \text{ mg L}^{-1}$ (BRASIL, 2011b).

Com relação aos valores de concentração média do grupo dos metais pesados formado por Ferro, Manganês, Zinco, Cobre, Chumbo, Níquel e Cádmio observou-se que estão todos dentro dos seus limites que correspondem a 15 mg L^{-1} , $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, $5,0 \text{ mg L}^{-1}$, $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ respectivamente, de acordo com o estabelecido para o lançamento de águas residuárias em corpo hídrico receptor (BRASIL, 2011a). Além disso, a

concentração média dos mesmos não representam riscos de toxicidade para cultivos agrícolas em solos ácidos pois estão dentro dos limites estabelecidos por (ALMEIDA, 2010).

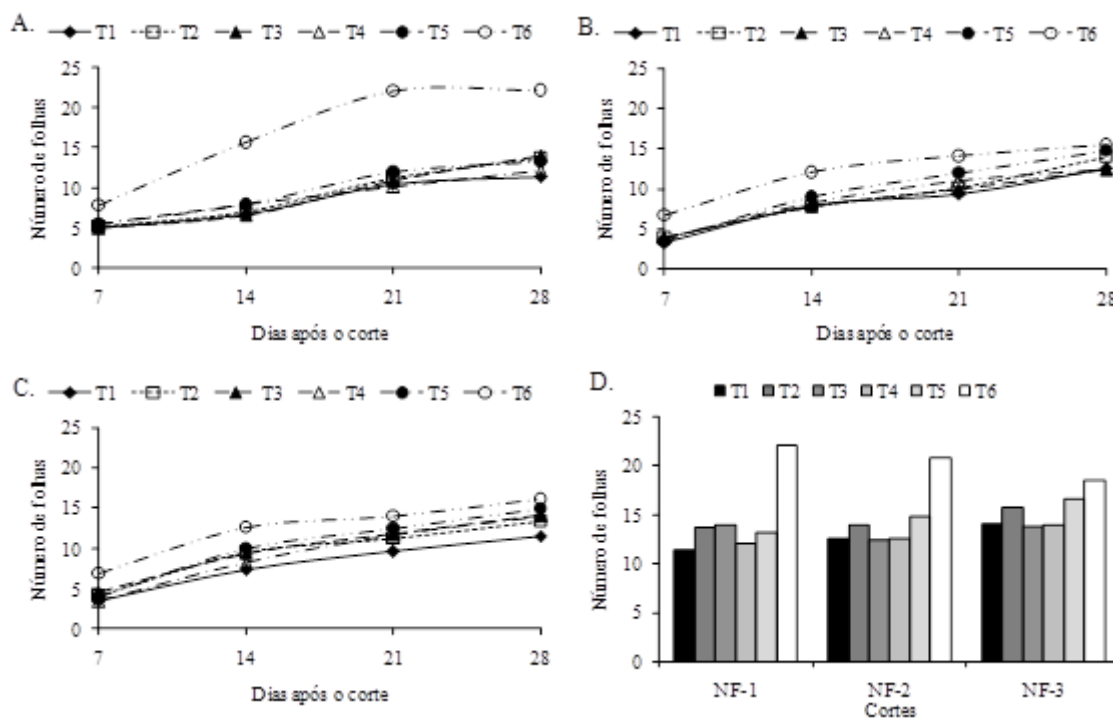
Na água cinza tratada o nível médio populacional de coliformes termotolerantes foi de $6,35 \times 10^3$ bactérias por 100 mL. De acordo com os limites estabelecidos pela NBR 13969 (ABNT 1997), o efluente tratado não atende as exigências para reuso em ambiente domiciliar (classes 1, 2, 3 e 4), cujos níveis populacionais mínimos de coliformes termotolerantes oscilam de 200 a 5000 NMP 100 mL⁻¹. Este resultado indica que a água cinza tratada, tem que ser exposta a um processo de desinfecção, com vistas ao atendimento dos padrões para reuso agrícola.

5.2 PARÂMETROS AGRONÔMICOS

5.2.1 Número de folhas

Na Figura 12 é apresentado o número de folhas em função dos tratamentos aplicados, avaliado semanalmente e no momento do corte. O tratamento contendo esterco bovino apresentou maior número de folhas durante todo o experimento, com destaque no primeiro corte (Figura 12A), no entanto, a diferença para os demais tratamentos foram menores nos demais cortes (Figura 12B e 12C).

Figura 12 - Número de folhas ao longo do ciclo (A-corte 1, B-corte 2 e C-corte 3) e no momento dos cortes (D) do capim Tanzânia em função da irrigação com água cinza.



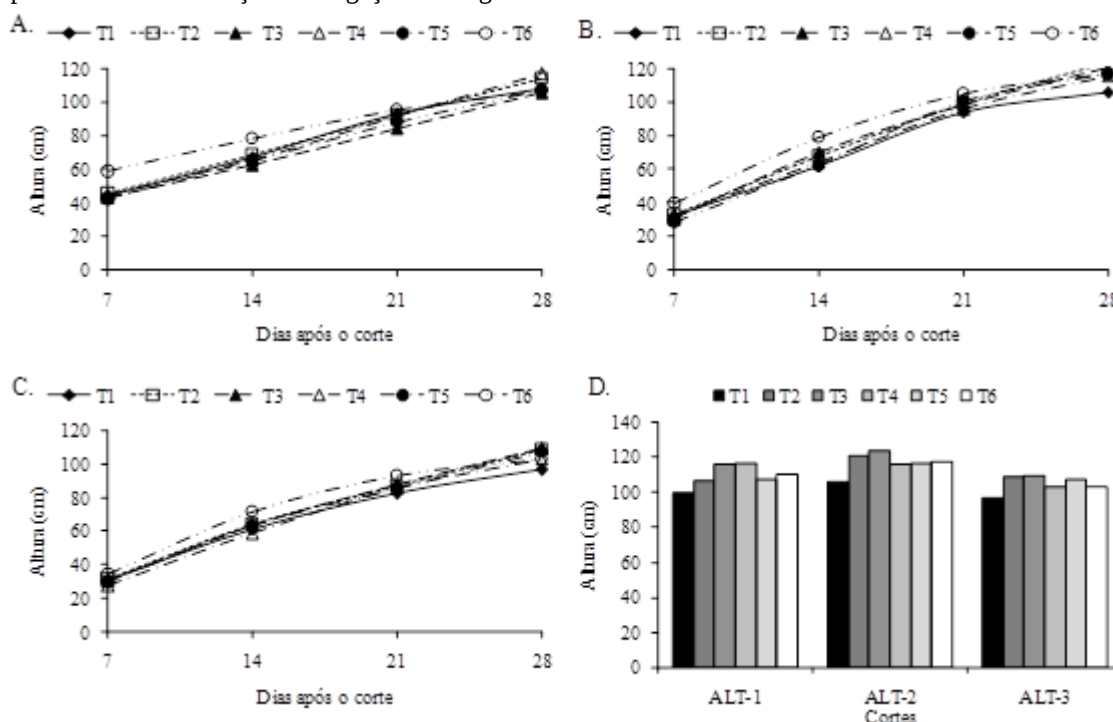
Fonte: Autoria própria (2017).

No momento de cada corte, o uso de água cinza afetou altura das plantas de capim Tanzânia nos três cortes realizados, sendo os maiores valores obtidos com a aplicação da água produzida e do uso de esterco bovino curtido, enquanto as plantas com menor altura foram obtidas quando foram irrigadas apenas com água de abastecimento. Analisando os tratamentos com uso de água cinza, verificaram-se os maiores valores nas concentrações de 75% AC (T4), 50% AC (T3) e 25% AC (T2), sendo estes superiores ao tratamento T1, respectivamente, em aproximadamente 17% no primeiro e segundo corte, e 13% no terceiro corte (Figura 12D).

5.2.2 Altura das plantas

O crescimento em altura foi pouco influenciado pelos tratamentos aplicados, não sendo observadas diferenças expressivas entre os tratamentos nas avaliações semanais (Figuras 13A, 13B e 13C).

Figura 13 - Altura de plantas ao longo do ciclo (A-corte 1, B-corte 2 e C-corte 3) e no momento dos cortes (D) de capim Tanzânia em função da irrigação com água cinza.



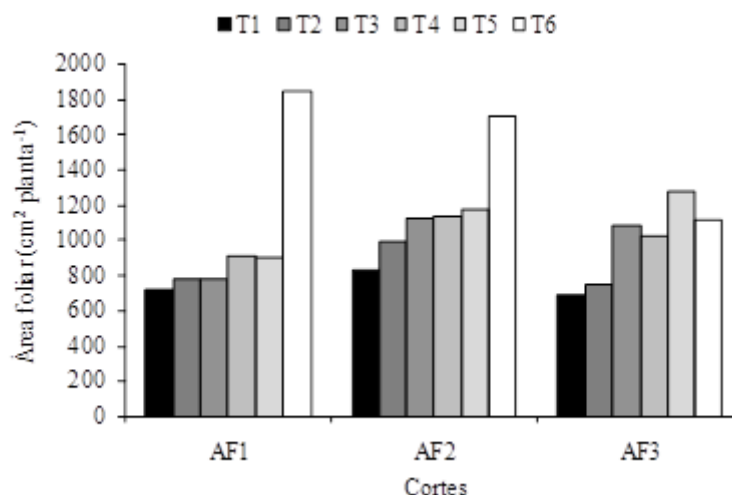
Fonte: Autoria própria (2017).

Na Figura 13D são apresentados os resultados obtidos para altura no momento de cada corte, na qual pode-se observar que para os três cortes os maiores valores ocorreram no tratamento contendo esterco bovino curtido, porém, a superioridade deste tratamento foi reduzindo durante o período experimental, o que pode ser explicado pela extração de nutrientes provenientes do esterco bovino e pela acumulação de nutrientes no solo pela aplicação de água cinza. Avaliando o efeito isolado da água cinza, os maiores valores ocorrem nos tratamentos T2 (25% AC) e T5 (100% AC).

5.2.3 Área foliar

Assim como observado para a variável número de folhas, a área foliar (Figura 14) também foi afetada pelos tratamentos aplicados, sendo os maiores valores obtidos no tratamento contendo esterco bovino curtido no primeiro e segundo corte, no entanto, no terceiro corte o maior valor de área foliar foi observado no tratamento T5 (100% AC).

Figura 14 - Área foliar do capim Tanzânia em função da irrigação com água cinza.



Fonte: Autoria própria (2017).

A área foliar de uma planta é determinada em função do número de tamanho das folhas, entretanto, o efeito dos tratamentos na emissão de folhas não foi semelhante ao observado para expansão do limbo foliar. Desta forma, apesar do tratamento utilizando esterco bovino (T6) ter proporcionado maior número de folhas no terceiro corte (Figura 10), os tratamentos utilizando maiores concentrações de água cinza (T3, T4 e T5) proporcionaram folhas com maior limbo foliar, o que resultou em maior área foliar (Figura 14).

5.2.4 Produção de biomassa

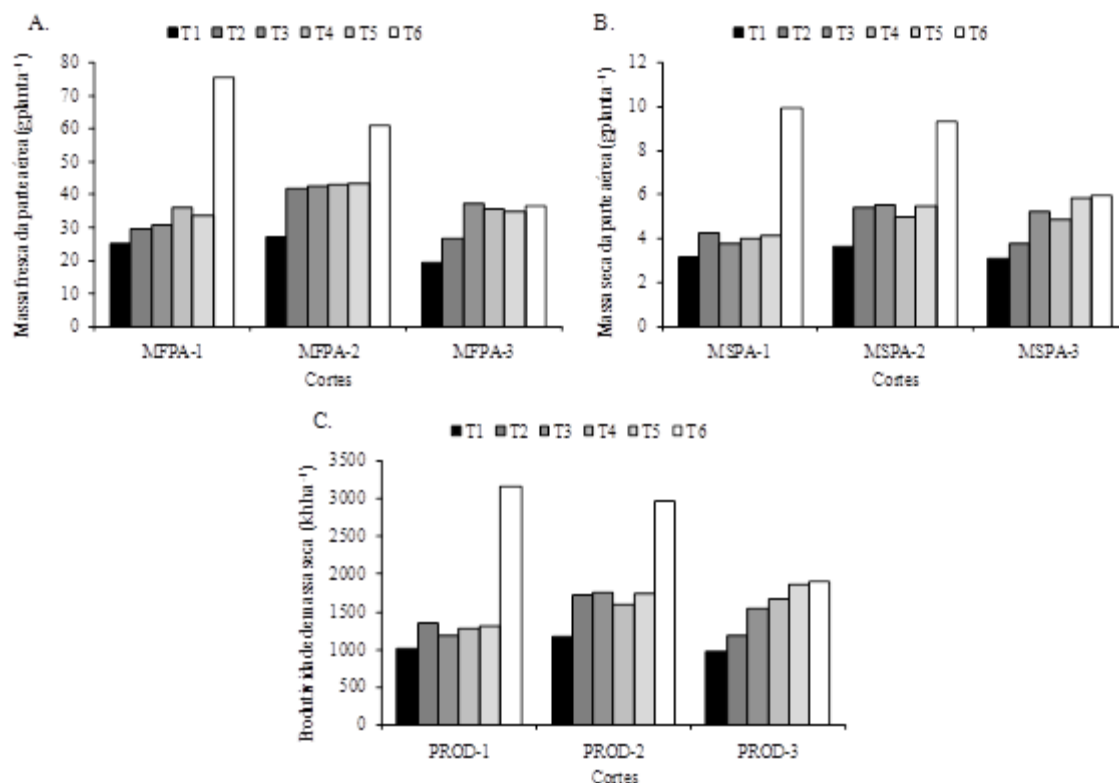
Nas Figuras 15A, 15B e 15C são apresentados para os resultados obtidos para a produção de biomassa, na qual se verifica que o uso de água cinza proporcionou aumento na produção de massa fresca (Figura 15A) e massa seca (Figura 15B) por planta, bem como para a produtividade de massa seca por hectare (Figura 15C). No entanto, verifica-se que nos dois primeiros cortes os maiores valores foram obtidos no tratamento T6, no qual continha esterco bovino.

Pode-se verificar ainda que a diferença entre o tratamento T6 e os demais tratamentos foi reduzindo ao longo do experimento, de forma que no terceiro corte não houve diferença significativa entre o T6 e os tratamentos T3 (50% AC), T4 (75% AC) e T5 (100% AC) (Figura 15C).

De forma geral, verifica-se que o efeito benéfico do esterco bovino foi reduzido ao longo do experimento, o que pode ser explicado pela extração de nutrientes pelas plantas nos

primeiros cortes, evidenciando a necessidade da adubação orgânica de cobertura após cada corte, caso a irrigação seja realizada apenas com água de abastecimento.

Figura 15 - Produção de massa fresca (A), massa seca (B) produtividade de massa seca (C) do capim Tanzânia em função da irrigação com água cinza.



Fonte: Autoria própria (2017).

Na literatura são escassos relatos sobre o uso de água cinza doméstica na produção de forragem, entretanto, podem ser encontrados diversos estudos utilizando águas residuárias de outras fontes, como águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro (MATOS et al., 2003; FIA et al., 2010), da pecuária (PICCOLO et al., 2013), percolado de aterro sanitário (COELHO et al., 2015), entre outros. De modo geral, os resultados apresentados por estes pesquisadores comprovaram a viabilidade do uso de água residuária na produção de espécies forrageiras.

Os resultados apresentados neste projeto demonstram a importância do uso de água residuária tratada na produção de forragem, pois proporcionou desenvolvimento das plantas e produção de biomassa semelhante à obtida com a aplicação de água de boa qualidade (T1) ou complementada com adubação orgânica (T6), o que torna a aplicação da água cinza no solo opção interessante sob o ponto de vista econômico e ambiental.

6 CONCLUSÕES

A água cinza submetida ao tratamento com tranque séptico e filtro orgânico demanda implementação de unidade de desinfecção para redução do nível populacional de *E. Coli*.

As características físico-químicas da água cinza tratada possibilitaram o crescimento e a produção do capim Tanzânia estável ao longo do tempo, possibilitando a economia de água e de fertilizantes minerais na obtenção de biomassa para alimentação dos animais da pecuária do semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. G. Aspectos legais para água de reúso. **Vértices**, v. 13, n.1, p. 37-47, 2010.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.27, p. 109-119, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.969. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997, 60p.
- BARBOSA, M. A. A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CECATO, U. Dinamica da pastagem e desempenho de novilhos em pastagem de capim Tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1594-1600, 2006.
- BATISTA, R. O.; GOMES, S. L. M.; SILVA, J. B. A. DA; COSTA, M. S.; COSTA, A. K. DA. USO DA radiação ultravioleta no tratamento de esgoto doméstico para fertirrigação agrícola por gotejamento. **Global science And Technology**, v. 5, n. 03, p.23-35, 2012.
- BERTONCINI, E.I.; MARANGON, R.C.; AREVALO, R.A.; AMBROSANO, E.J. *Moringa oleifera* Lam. **Tratamento de água e efluentes**. In: 2º Seminários do Programa Estratégico da APTA Sustentabilidade Ambiental. Barra Bonita, SP, 13 e 14 de março de 2008. CD-ROM
- BETTIOL, Wagner; CAMARGO, Otávio A. A disposição de lodo de esgoto em solo agrícola. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**, v. 1, 2006.
- BRASIL. (2011a) Ministério da Saúde. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Brasília: Ministério da Saúde.
- BRASIL. (2011b) Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde.

CALLISTO, M., FERREIRA, W., MORENO, P., GOULART, M. D. C., PETRUCIO, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**. v.13, n.1, p. 91-98.

CALLISTO, Marcos; GONÇALVES JR, José Francisco; MORENO, Pablo. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**, v. 1, p. 1-12, 2005.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1989 a dezembro de 1990)**. Mossoró: FGD, 1991, 110p. (Coleção Mossoroense, Série C, 630).

CEARÁ. Resolução COEMA nº 2 de 2 de fevereiro de 2017. **Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras**, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 21 de fevereiro de 2017. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, 2002. Disponível em: < <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=337973>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

CHANAKYA, H. N.; KHUNTIA, H. K. Treatment of gray water using anaerobic biofilms created on synthetic and natural fibers. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 92, n. 2, p. 186-92, 2014.

COELHO, D. C. L.; BATISTA, R. O.; SILVA, P. C. M.; MESQUITA, F. O. Produção de capim elefante utilizando percolado de aterro sanitário. **Bioscience Journal**, v.31, n.3, p.830-840, 2015.

CORREA, L. A.; SANTOS, P. M. **Manejo de utilização de plantas forrageiras dos gêneros Panicum, Brachiaria e Cynodon**. São Carlos: Embrapa, 2003. 36p. (Documentos n. 34)

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.

ERIKSSON, E. et al., 2001. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water* 4 (2002) 85-104

FEIGIN, A.; BIELORAI, H.; DAG, Y.; KIPNIS, T.; GISKIN, M. **The nitrogen factor in the management of effluent- irrigated soils**. *Soil Science*, v.125, n.4, p.248-254, 1978.

FEITOSA, A. P.; LOPES, H. S. S.; BATISTA, R. O.; COSTA, M. S. ; MOURA, F. N. Avaliação do desempenho de sistema para tratamento e aproveitamento de água cinza em áreas rurais do semiárido brasileiro. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 196-206, 2011.

FIA, R.; MATOS, A. T.; FIA, F. R. L.; MATOS, M. P.; LAMBERT, T. F.; NARCIMENTO, F. S. Desempenho de forrageiras em sistemas alagados de tratamento de águas residuárias do processamento do café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.842-847, 2010.

HESPANHOL, Ivanildo et al. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum* . In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba, 1995. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1995. p.21-58.

MANCUSO, P. C. S., SANTOS, H. F. (ed). **Reúso de água**. São Paulo: Manole, 2003

MATOS, A. T.; PINTO, A. B.; PEREIRA, O. G.; SOARES, A.. A.; LO MONACO, P. A. Produtividade de forrageiras utilizadas em rampas de tratamento de águas residuárias rampas de tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.154-158, 2003.

MAY, S.; HESPANHOL, I. Tratamento de águas cinzas claras para reúso não potável em edificações. **REGA**, v.5, n.2, p.15-24, 2008.

MAZZER, Cassiana; CAVALCANTI, Osvaldo Albuquerque. Introdução à gestão ambiental de resíduos. **Infarma, Brasília**, v. 8, p. 73-77, 2004.

MEDEIROS, S. S.; REIS, F. C.; SALCEDO, I. H.; PEREZ-MARIN, A. M.; SANTOS, D. B.; BATISTA, R. O.; SANTOS JÚNIOR, J. A. **Abastecimento Urbano de Água: Panorama para o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2012. 93p.

MEDEIROS, Salomão de Sousa et al. **ESGOTAMENTO SANITÁRIO: PANORAMA PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO**. Campina Grande: Insa, 2014. 63 p.

MEDEIROS, SS de et al. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 109-115, 2008.

NASCIMENTO, Nilo de Oliveira; HELLER, Léo. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 10, n. 1, p. 36-48, 2005.

ORON, Gideon et al. Greywater use in Israel and worldwide: Standards and prospects. **Water Research**, v. 58, n. 3, p.92-101, 2014.

PAGANINI, Wanderley da Silva; SANTOS, Hilton Felício dos. Reúso de água na agricultura. In: **Reúso de água**. Manole, 2003. p. 339-401.

PICCOLO, M. A.; COELHO, F. C.; GRAVINA, G. A.; MARCIANO, C. R.; RANGEL, O. J. P. Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos. **Revista Ceres**, v.1, n.4, p.544-551, 2013.

Queiroz, F.M.; Matos, A.T.; Pereira, O.G.; Oliveira, R.A. The dry matter yield of forage-grass species in overland flow. In: **Soares, A.A.; Saturnino, H.M. Environmental water: Competitive use and conservation strategies for water and natural resources**. Brasília: ABID, 2001. p.166-172.

RAPOPORT, Beatriz. **Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reúso domiciliar e condominial**. 2004. Tese de Doutorado.

REVITT, D. M.; ERIKSSON, E.; DONNER, E. The implications of household greywater treatment and reuse for municipal wastewater flows and micropollutant loads. **Water Research**, v.45, p. 1549-1560, 2011.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBREBAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306p.

SOUSA, J. T. de.; HENRIQUE, I. N.; LEITE, V. D.; LOPES, W. S.; Tratamento de águas residuárias: uma proposta para a sustentabilidade ambiental. **Revista de biologia e Ciências da Terra**, Cruz das Almas, n. 1, p.90-97, 2006.

SOUZA, José Alberto Alves et al. Contaminação microbiológica do perfil do solo com esgoto sanitário-doi: 10.4025/actascitechnol. v33i1. 5350. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 33, n. 1, p. 5-8, 2011.

TRANI, P. E. Hortaliças folhosas e condimentos. In: PEREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. VAN; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/ POTAFOS, p.293-310, 2001.

VALE, H. S. M.; ARRUDA, L. V. A.; COSTA, D. O.; COSTA, F. G. B.; BATISTA, R. O. Potencial de entupimento de um sistema de irrigação por gotejamento operando com esgoto doméstico tratado. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 2, n. 1, p. 63-70, 2013.