



ROSA HELENA AGUIAR

**“UTILIZAÇÃO DE ESGOTOS TRATADOS EM REATORES
ANAERÓBIOS NO CULTIVO DE GIRASSOL”**

CAMPINAS-SP

2013



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ROSA HELENA AGUIAR

**“UTILIZAÇÃO DE ESGOTOS TRATADOS EM REATORES
ANAERÓBIOS NO CULTIVO DE GIRASSOL”**

Orientador: Prof. Dr. Durval Rodrigues de Paula Junior

Co-orientador: Prof. Dr. Sylvio Luis Honório

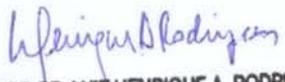
Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA ROSA HELENA AGUIAR E ORIENTADA PELO PROF. DR. DURVAL RODRIGUES DE PAULA JUNIOR

Assinatura do Orientador

Errata- onde se lê: "...obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola."

Leia-se: "...obtenção do Título de Doutora em Engenharia Agrícola, na área de concentração de Água e Solo."


PROF. DR. LUIZ HENRIQUE A. RODRIGUES
Matrícula 13038-9
Coordenador de Pós-Graduação
FEAGRI / UNICAMP

CAMPINAS-SP

2013

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

Ag93u Aguiar, Rosa Helena, 1952-
Utilização de esgotos tratados em reatores anaeróbios no cultivo de girassol. /
Rosa Helena Aguiar. – Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Durval Rodrigues de Paula Junior.
Coorientador: Sylvio Luis Honório.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Engenharia Agrícola.

1. saneamento. 2. Águas residuais como fertilizantes. 3. Águas residuais no
solo. 4. Girassol. 5. Tratamento anaeróbio. I. Paula Junior, Durval Rodrigues
de, 1953-. II. Honório, Sylvio Luis, 1950-. III. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Agrícola. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Use of treated wastewater in anaerobic reactors in sunflower cultivation.

Palavras-chave em inglês:

Sanitation

Sewage sludge as fertilizer

Sewage disposal in the ground

Sunflower

Anaerobic treatment

Área de concentração: Água e Solo

Titulação: Doutora em Engenharia Agrícola

Banca examinadora:

Durval Rodrigues de Paula Junior [Orientador]

Marcio Gomes Barbosa

Alexandre Batista Ricci

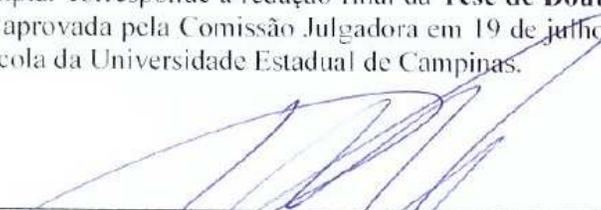
Túlio Assunção Pires Ribeiro

Ariovaldo José da Silva

Data de defesa: 19-07-2013

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Agrícola

Este exemplar corresponde à redação final da **Tese de Doutorado** defendida por **Rosa Helena Aguiar**, aprovada pela Comissão Julgadora em 19 de julho de 2013, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



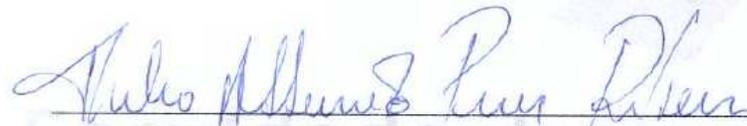
**Prof. Dr. Durval Rodrigues de Paula Junior – Presidente e Orientador
Feagri/Unicamp**



**Prof. Dr. Marcio Gomes Barboza - Membro Titular
UFAL**



**Dr. Alexandre Batista Ricci – Membro Titular
Prof. Mún. Mogi Guaçu**



**Dr. Túlio Assunção Pires Ribeiro - Membro Titular
Feagri/Unicamp**



**Prof. Dr. Ariovaldo José da Silva - Membro Titular
Feagri/Unicamp**

DEDICO

Aos meus pais Suzano Aguiar e Francisca Delghingaro Aguiar (em memória), que com muito amor souberam passar valores inesquecíveis para a minha formação, por ter me deixado o legado de tentar assumir o referencial de vida para a minha família e por me ensinar que com esforço, perseverança e honestidade tudo se conquista.

OFEREÇO

*As minhas filhas Suzana e Andréia,
Sempre amigas e companheiras.*

AGRADECIMENTOS

A Deus

Considero que a elaboração de uma tese é fruto de um esforço coletivo embora sua redação, responsabilidade e stress seja predominantemente individual, por isso primeiramente agradeço a Deus por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente, mesmo com muitos obstáculos, dificuldades e limitações encontradas pela minha pessoa.

Ao Professor Doutor Durval Rodrigues de Paula Junior, pela orientação, compreensão, confiança, paciência e força que tem me motivado ao longo desta obra na realização desse trabalho, e principalmente amizade.

As minhas filhas, pelo apoio e pela compreensão por meu distanciamento da convivência diária substituída pela minha entrega a essa missão.

À Faculdade de Engenharia Agrícola, pela oportunidade única através de seus componentes por facilitar e patrocinar o meu tão almejado crescimento profissional.

A todos os professores dessa instituição que de certa forma contribuíram para minha formação facilitando o meu desenvolvimento nesse trabalho.

Aos filhos e filhas do coração e eternamente queridos.

Aos funcionários por tantos anos de convívio e amizade, quero deixar aqui o meu **MUITO OBRIGADA**.

A todos os **GRANDES** amigos que acreditando no meu potencial me fizeram acreditar em mim, e ao longo da minha jornada pude conhecer e jamais esquecerei todas as ajuda que me deram sem medir esforços e sempre com o mesmo carinho, meu **MUITO OBRIGADA**, pois entendi que as minhas limitações fizeram nossas aproximações ser um motivo de eterna gratidão e amizade.

Não quero citar nomes, pois corre-se o risco de esquecer alguém e esse alguém jamais será esquecido.

MUITO OBRIGADA.

EPÍGRAFE

“Quem caminha sozinho, pode até chegar mais rápido.

Mas aquele que vai acompanhado, com certeza,
chegara mais longe, e terá indescritível alegria de
compartilhar alegria.....alegria esta, que a
solidão nega a todos que a possuem”

LISTA DE SÍMBOLOS

Al	Símbolo químico do alumínio
Ca	Símbolo químico do cálcio
CaCO ₃	Carbonato de cálcio
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DAS	Dias após a semeadura
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
DCp	Diâmetro de capítulos
DQO	Demanda química de oxigênio
dS.m ⁻¹	DeciSiemens por metro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FA	Filtro anaeróbio
FAO	Organização de Alimentos e Agricultura das Nações Unidas
FEAGRI	Faculdade de Engenharia Agrícola
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
g.dm ⁻³	Grama por decímetro cúbico
g.kg ⁻¹	Grama por quilograma
H ⁺ Al	Acidez potencial do solo
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Kg.m ⁻³	Kilograma por metro cúbico
mg	Símbolo químico do magnésio
mg.dm ⁻¹	Miligrama por decímetro cúbico
mg.L ⁻¹	Miligrama por litro
ml.L ⁻¹	Mililitro por litro
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria seca

N	Símbolo químico do nitrogênio
NH	Nitrogênio amoniacal
NMP	Número mais provável
NO ₃	Nitrato
NPK	Adubo químico formulado com nitrogênio, fósforo e potássio
O ₂	Oxigênio
OMS	Organização Mundial da Saúde
P	Símbolo químico do fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico, onde $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PROSAB	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
RAC	Reator anaeróbio compartimentado
S	Soma das bases (Ca, K, Mg)
SANASA	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
SITRAE	Sistema Integrado de Tratamento e Reuso Agrícola de Esgoto
SS	Sólidos suspensos
SSed	Sólidos sedimentáveis
SSV	Sólido suspensos voláteis
ST	Sólidos totais
SV	Sólidos voláteis
CTC	Capacidade de troca catiônica
TDH	Tempo de detenção hidráulica
UASB	Do inglês Upflow Anaerobic Sludge Blanket
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
V%	Saturação do solo por base

RESUMO

O saneamento além de ser importante para a preservação dos recursos naturais representa uma ação preventiva eficaz para a melhoria do bem estar e da qualidade de vida da população nas questões relacionadas à saúde pública. A prática do uso de água residuária tem grandes vantagens, sobretudo no aporte de nutrientes às plantas, fator que contribui para um crescimento mais rápido. Nesta pesquisa optou-se por utilizar o girassol (*Helianthus annuus* L.) ornamental que foi irrigado com águas residuárias. Objetivou-se a viabilidade do uso da área com disposição de esgoto tratado em reatores anaeróbios, por meio da avaliação do seu desenvolvimento e da sua produtividade durante três diferentes épocas de semeadura, visando reduzir os custos com nutrientes. Realizou-se esse experimento na área experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola FEAGRI/UNICAMP, e foram avaliados cinco diferentes experimentos, dois deles por meio de reuso de efluentes de reatores - Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) e Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) associado a filtros anaeróbios, enquanto que os outros foram constituídos de: Testemunha, sem qualquer tipo de irrigação; com irrigação, utilizando somente água tratada, e com água tratada em área fertilizada com NPK. Foram avaliados respostas fitomorfológicas da cultura, assim como: diâmetro dos caules (DC); altura das plantas (HP); diâmetro dos capítulos (DCp); massa seca dos caules e das folhas (MS); número de folhas (NF) e sua produtividade. Os sistemas modulares (UASB e RAC) de tratamento de esgoto apresentaram um bom desempenho, com elevados valores de remoção de SSed (98,72; 98,36%), e DQO (72,37; 75,79%) não havendo diferença significativa entre os sistemas de tratamento. Constatou-se também que os canteiros com tratamentos com reuso de efluentes promoveram alteração na fertilidade do solo, com o aumento nos valores de saturação por bases (V%) na profundidade de 0 – 20 cm. Analisando os efeitos sobre a cultura nos três plantios, verificou-se um melhor desenvolvimento nos canteiros com os tratamentos do efluente, quando comparado com os demais tratamentos principalmente no segundo e terceiro plantio. Sistemas modulares de tratamento de esgotos associados ao reuso agrícola de seus efluentes podem agregar valores à produção agrícola, podendo ser utilizado inclusive no período de chuvas e em locais onde há escassez de água pluvial.

ABSTRACT

Sanitation is also important for the preservation of natural resources, represents an effective preventive action to improve the well-being and quality of life of the population on issues related to public health. The practice of using wastewater has great advantages, particularly in the supply of nutrients to plants, factor that contributes to a faster growth. In this research we decided to use the Sunflower (*Helianthus annuus* L.) ornamental that was irrigated with wastewater. The viability of the use of the area with provision of treated sewage in anaerobic reactors, by assessing their development and their productivity during three different periods of sowing to reduce costs with nutrients. This research was developed in the experimental area of the Faculty of agricultural engineering FEAGRI/UNICAMP, and evaluated five different treatments, two of them by means of Upflow Anaerobic Sludge Blanket reactors (UASB) and Anaerobic Reactor Chambered (ARC) associated with anaerobic filters, while the others were made up of: witness, without any kind of irrigation; with irrigation, using only treated water and treated water in the area fertilized with NPK. Fitomorfológicas culture responses were evaluated as: diameter of stems (DS); plant height (HP); diameter of the chapters (DCp); dry mass of stems and leaves (DM); number of leaves (NF) and your productivity. Modular systems (UASB and ARC) sewage treatment showed a good performance, with high values of removing SSed (98.72; 98.36), and COD (72.37; 75.79) with no significant difference between the treatment systems. It was noted also that the flower beds with wastewater reuse treatments promoted change in the fertility of the soil, with the increase in base saturation values (V%) at the depth of 0-20 cm. Analyzing the effects on culture in three plantations, there was a better development in the flower beds with the effluent treatments, when compared with the other treatments mainly in the second and third planting. Modular wastewater treatment system associated with the agricultural reuse of wastewater can add value to their agricultural production, and can be used throughout the year even in places where there is scarcity of rainwater.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista do Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP. (Destaque para a área de girassol cultivado com efluente).	27
Figura 2. Fluxograma geral das instalações de tratamento, disposição e reuso agrícola de esgoto (JAVAREZ JR., 2005).	30
Figura 3. Unidades que compõem o Sistema Integrado de Tratamento e Reuso Agrícola de Esgoto. (Fonte: JAVAREZ JR. 2005).	31
Figura 4. Detalhes da construção dos sistemas modulares de tratamento de esgoto no campo experimental da FEAGRI/UNICAMP.	32
Figura 5. Representação esquemática em corte e planta dos canteiros (sem escala).	33
Figura 6. Vista lateral (A) e frontal(B) dos módulos dos canteiros em alvenaria de blocos para plantio de girassol.	34
Figura 7. Esquema da montagem dos reatores anaeróbios (RAC e UASB), filtros anaeróbios (FA), caixas de água, sistemas de armazenamento e distribuição do efluente nos canteiros.	35
Figura 8. Esquema da montagem dos reatores anaeróbios (RAC e UASB), filtros anaeróbios (FA), caixas de água, sistemas de armazenamento.	36
Figura 9. Esquema da montagem do sistema de irrigação nos canteiros, para o plantio da cultura de girassol.	37
Figura 10. Esquema das distribuições de água e efluente nos canteiros da cultura de girassol.	39
Figura 11. Vista dos módulos dos canteiros da cultura de girassol com o sistema de irrigação.	39
Figura 12. Visão geral dos pontos de amostragem da coleta de solos em cada uma das parcelas.	41
Figura 13. Aspectos da cultura do girassol durante seu desenvolvimento até o final do ciclo (<i>Helianthus annuus</i> L.)	42
Figura 14. Plantio da cultura de girassol sendo executado com o auxílio de semeador manual.	44
Figura 15. Esquema ilustrativo da distribuição de plantas de girassol nas quatro linhas de cada canteiro.	45
Figura 16. Variação da concentração de DQO (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta do UASB e dois FA, ao longo do experimento.	48
Figura 17. Variação da concentração de DQO (mg.L^{-1}) na linha do Fluxo B composta do RAC e dois FA, ao longo do experimento.	48
Figura 18. Variação da concentração de DBO (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta do UASB e dois FA, ao longo do experimento.	49
Figura 19. Variação da concentração de DBO (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta do RAC e dois FA, ao longo do experimento.	49

Figura 20. Variação da concentração de sólidos sedimentáveis (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta de RAC e dois FA, ao longo do experimento.	50
Figura 21. Variação da concentração de sólidos sedimentáveis (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta de UASB e dois FA, ao longo do experimento.	51
Figura 22. Variação da concentração de sólidos totais (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta de UASB e dois FA, ao longo do experimento.	52
Figura 23. Variação da concentração de sólidos totais (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta de RAC e dois FA, ao longo do experimento.	52
Figura 24. Variação da concentração de sólidos totais fixos (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta de UASB e dois FA, ao longo do experimento.	53
Figura 25. Variação da concentração de sólidos totais fixos (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta de RAC e dois FA, ao longo do experimento.	53
Figura 26. Variação da concentração de sólidos totais voláteis (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta de UASB e dois FA, ao longo do experimento.	54
Figura 27. Variação da concentração de sólidos totais voláteis (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta de RAC e dois FA, ao longo do experimento.	54
Figura 28. Porcentagem de remoção dos parâmetros analisados no reator UASB e RAC.	55
Figura 29. Balanço hídrico da região de Campinas, de 2009 a 2012 segundo normas climatológicas da seção de Climatologia Agrícola do CEPAGRI/UNICAMP.	63
Figura 30. Análise do perfil dos tratamentos ao longo do ciclo para as variáveis do número de folhas.	65
Figura 31. Análise do perfil dos tratamentos ao longo do ciclo para a variável altura das plantas.	67
Figura 32. Espessura do caule do cultivar de girassol durante os três períodos plantios.	69
Figura 33. Diâmetro dos capítulos do cultivar de girassol durante os três períodos de plantio.	70
Figura 34. Peso de matéria seca da cultura de girassol durante os três períodos dos plantios.	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área cultivada com oleaginosas no Estado de São Paulo e sua produtividade.	20
Tabela 2. Valores de alguns atributos físicos e químicos do solo da área experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP.	28
Tabela 3. Caracterização da água residuária da FEAGRI/UNICAMP.....	29
Tabela 4. Resultados médios das amostras de afluente (A1), intermediário (A2) e efluente (A3) dos reatores UASB + FA e RAC + FA obtidos para as análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO [mg/L]), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO [mg/L]) e Sólidos Sedimentáveis (SSed [ml/L]); Sólidos Totais (ST [mg/L]), Sólidos Totais Fixos (STF [mg/L]), Sólidos Totais Voláteis (STV [mg/L]) obtidos durante a pesquisa.	46
Tabela 5. Valores obtidos em porcentagem da remoção dos parâmetros analisados.	55
Tabela 6. Análise de macronutrientes do solo efetuado na profundidade de 0-20 cm antes e depois da cultura de girassol.....	57
Tabela 7. Análise de macronutrientes do solo efetuado na profundidade de 20-40 cm antes e depois da cultura de girassol.....	58
Tabela 8. Resultado das análises de condutividade do solo antes e depois do plantio, coletado na profundidade de 0 - 20 cm e de 20 - 40 cm.	60
Tabela 9. Resultados médios do teor foliar de N, P, K, Ca, Mg e S em folhas diagnóstico na cultura de girassol.	61
Tabela 10. Resultados das médias do número de folhas (NF), diâmetro do capítulo (DCp), altura da planta (HP), diâmetro do caule (DC) e matéria seca (MS) dos cinco canteiros e das três épocas de plantios do girassol ornamental do cultivar BRS Oásis.	64
Tabela 11. Valores encontrados das somatórias de peso de MS de cada canteiro nos três ciclos de plantio.	71
Tabela 12. Valores e resultados médios das análises de DQO e DBO, observados nas avaliações do Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) durante a realização do experimento.	86
Tabela 13. Valores e resultados médios das análises de ST e STF, observados nas avaliações do Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) durante a realização do experimento.	87
Tabela 14. Valores e resultados médios das análises de STV e SSed, observados nas avaliações do Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) durante a realização do experimento.	88
Tabela 15. Valores e resultados médios das análises de DQO e DBO observados nas avaliações Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) durante a realização do experimento.	89
Tabela 16. Valores e resultados médios das análises de ST e STF observados nas avaliações Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) durante a realização do experimento.	90
Tabela 17. Valores e resultados médios das análises de STV e Seed observados nas avaliações Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) durante a realização do experimento.	91

Tabela 18. Médias e análise estatística dos parâmetros de avaliações Número de folhas (NF), Diâmetro dos capítulos (DCp), Altura das plantas (HP), e Diâmetro dos caules (DC).....	92
Tabela 19. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).	93
Tabela 20. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 2 (Água).	94
Tabela 21. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).....	95
Tabela 22. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).	96
Tabela 23. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 5 (RAC + Filtro Anaeróbio).	97
Tabela 24. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).	98
Tabela 25. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 2 (Água).	99
Tabela 26. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).....	100
Tabela 27. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).	101
Tabela 28. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 5 (UASB + Filtro Anaeróbio).	102
Tabela 29. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).	103
Tabela 30. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 2 (Água).	104
Tabela 31. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).....	105
Tabela 32. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).	106
Tabela 33. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 5 (RAC + Filtro Anaeróbio).	107
Tabela 34. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro	108
Tabela 35. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 2 (Água).....	109
Tabela 36. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).	110

Tabela 37. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).....	111
Tabela 38. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 5 (RAC + Filtro Anaeróbio).	112
Tabela 39. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).....	113
Tabela 40. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 2 (Água).....	114
Tabela 41. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).	115
Tabela 42. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 4 (RAC + Filtro Anaeróbio).	116
Tabela 43. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 5 (UASB + Filtro Anaeróbio).....	117
Tabela 44. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).	118
Tabela 45. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 2 (Água).	119
Tabela 46. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).....	120
Tabela 47. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).	121
Tabela 48. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 5 (RAC + Filtro Anaeróbio).	122

SUMÁRIO

LISTA DE SÍMBOLOS	ix
RESUMO.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABELAS	xv
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo geral	4
2.2 Objetivos específicos:.....	4
3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	5
3.1 Reuso de água.....	5
3.2 Qualidade da Água na Agricultura	9
3.3 Aspectos Sanitários do Uso da Água na Agricultura	10
3.4 Tratamento de Esgoto.....	12
3.5 Sistema de Disposição de Efluentes no Solo.....	13
3.6 Aplicação de Esgotos no Solo	13
3.7 Reatores Anaeróbios no Tratamento de Esgotos Sanitários.....	14
3.8 Uso de esgotos tratados na agricultura	17
3.9 A cultura do girassol e sua importância.....	18
3.9.1 Cultura do girassol.....	18
3.9.2 Importância Econômica da Produção	19
3.9.3 Adubação para cultivo do Girassol.....	20
3.10 Potencial hidrogeniônico – pH do solo	22
3.11 Condutividade elétrica do solo	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1 Localização e caracterização da área em estudo	27
4.2 Uso da água e caracterização do esgoto	28
4.3 Descrição do sistema de tratamento	29
4.4 Concepção dos sistemas modulares de tratamento de esgotos.....	30
4.5 Aplicação do Efluente Tratado nos Canteiros	32
4.6 Distribuição do efluente tratado nos canteiros	34

4.7	Coleta de Amostras e Análises Químicas de Solos	40
4.8	Cultura	41
4.9	Plantio.....	43
4.10	Adubação.....	45
4.11	Delineamento Estatístico	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1	Caracterização dos Sistemas de Tratamento de Esgoto.....	46
5.1.1	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	47
5.1.2	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	49
5.1.3	Sólidos Sedimentáveis (SSed).....	50
5.1.4	Sólidos Totais (ST).....	51
5.1.5	Sólidos Totais Fixos (STF).....	53
5.1.6	Sólidos Totais Voláteis (STV).....	54
5.2	Efeitos da Disposição do Efluente no Solo para a Cultura de Girassol.....	55
5.2.1	Matéria Orgânica (MO).....	56
5.2.2	Condutividade Elétrica (CE).....	59
5.2.3	Análise Foliar.....	61
5.3	Desenvolvimento da Cultura do Plantio de Girassol.....	62
5.3.1	Número de Folhas (NF).....	64
5.3.2	Altura das Plantas (HP)	66
5.3.3	Diâmetro de Caule (DC).....	67
5.3.4	Diâmetro de Capítulo (DC)	69
5.3.5	Matéria Seca (MS).....	71
6	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	74
7	CONCLUSÕES.....	75
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
9	APÊNDICE	86

1 INTRODUÇÃO

O conceito de Promoção de Saúde proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS), desde a Conferência de Ottawa, em 1986, é visto como o princípio orientador das ações de saúde em todo o mundo. Assim sendo, parte-se do pressuposto de que um dos mais importantes fatores determinantes da saúde são as condições ambientais.

O saneamento, além da sua grande importância para a preservação dos recursos naturais, representa uma ação preventiva eficaz para a melhoria do bem estar e da qualidade de vida da população nas questões relacionadas à saúde pública. Entretanto, a realidade brasileira é de recursos financeiros escassos para os investimentos necessários às diversas áreas de saneamento, entre elas sistemas de coleta, tratamento e disposição de esgotos. Uma alternativa é a implantação de sistemas economicamente viáveis, tanto na construção como na operação e manutenção, que permitam investimentos em curto prazo.

Apesar de a população mundial estar quase igualmente dividida entre habitantes urbanos e rurais, a grande maioria dos que não têm acesso a saneamento básico, cerca de 75% dessa população, vive nas áreas rurais. Sete em cada dez pessoas sem acesso ao saneamento básico são habitantes rurais e mais de oito em cada dez pessoas sem acesso a fontes melhoradas de água potável vivem em áreas rurais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2006).

O déficit na área de saneamento básico em nosso país tem propiciado a volta de inúmeras doenças consideradas erradicadas e contribuído para a poluição dos nossos mananciais. No meio urbano esta situação é identificada pela população com mais facilidade e frequência devido à proximidade dos focos de contaminação das moradias e à constante divulgação destes problemas pela mídia. Ações efetivas para a resolução deste problema são demoradas e onerosas, pois dependem da construção de grandes sistemas de coleta e tratamento de águas residuárias.

Também na área rural ocorre a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas devido ao não tratamento dos efluentes domiciliares, bem como dos gerados em atividades zootécnicas e agroindustriais. São necessárias alternativas para o tratamento de esgotos de forma descentralizada – sistemas compactos de tratamento com baixo custo de instalação e manutenção, e de fácil operação.

A busca por tecnologias de baixo custo e descentralizadoras para o tratamento de esgotos gerados pela população urbana e rural vem preencher uma lacuna criada pela política empregada nas Companhias de Saneamento ao longo do território nacional. Dentro desta perspectiva, torna-se atrativa a alternativa do tratamento individual (unifamiliar e/ou pequenas coletividades), de esgotos domésticos por meio de sistemas com baixo custo de instalação e manutenção e, ainda, simplificados no modo de operá-los, seguidos de disposição no solo.

Nas últimas décadas, o reuso de efluentes tem recebido atenção graças a fatores como; escassez de fontes de água; alto custo de fertilizantes e presença de nutrientes no esgoto doméstico; melhor aceitação sociocultural e ao reconhecimento do valor desta prática como responsável pelo uso mais racional da água e avanço tecnológico, o qual permite diminuir a contaminação dos cursos de água. No entanto, é importante estabelecer programas de monitoramento, não somente para identificar e quantificar os potenciais problemas ambientais, mas também para corrigir a quantidade de suprimento de nutrientes.

A crescente escassez de recursos hídricos nas regiões mais desenvolvidas causa a necessidade de uma nova postura em relação à eficiência na sua utilização. Dentre as formas de se minimizar a pressão sobre o consumo de água está a utilização do efluente de esgoto tratado. Ele pode ser utilizado, por exemplo, na irrigação de áreas verdes, e essa técnica permite o pós-tratamento desse efluente através de processos naturais como insolação, infiltração, decomposição, absorção pelas plantas e adsorção pelo solo, entre outros. Dessa forma, além de não se destinar os efluentes aos mananciais, evitando impactos negativos, o reuso reduz a captação de água, liberando-a para usos mais nobres.

O uso de água residuária é uma prática com grandes vantagens, sobremaneira no aporte de nutrientes às plantas, fator que contribui para um crescimento mais rápido. O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta de interesse ornamental e decorativo e, por sua beleza incomparável, optou-se por utilizar nesta pesquisa o girassol ornamental irrigado com águas residuárias.

Atualmente, o girassol é cultivado em nível mundial com o objetivo principal de obtenção de óleo, sendo importante não só pelo seu alto teor de óleo nos aquênios, mas principalmente, pela sua baixa concentração em ácidos graxos. O girassol é uma cultura que apresenta perspectivas promissoras para a produção agrícola, mostrando possibilidades de ser cultivada em amplas áreas do país.

O girassol como flor de corte, oferece muitas tonalidades de flor, harmonizando bem com outras espécies e folhagens e daí a sua grande procura no mercado de arranjos florais. Com as técnicas de arte floral sempre em mudança devido às tendências de mercado, o gosto requintado do consumidor, não se prende às flores mais tradicionais e mais divulgadas, devendo o floricultor apresentar novas espécies como culturas alternativas, para manter-se na vanguarda do conhecimento e da oferta.

O girassol ornamental pode ser cultivado em qualquer região do País, apresentando-se como alternativa para o setor da floricultura, por se tratar de uma cultura sem grandes dificuldades de manejo. A cultura tem ampla adaptabilidade climática, alta tolerância à seca, ao frio e ao calor, tornando-se pouco influenciada pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo (ZOBIOLE *et al.*, 2010).

Além das flores de corte, a comercialização de flores envasadas representa uma das mais interessantes e promissoras opções do setor de floricultura, sendo frequentemente selecionadas novas espécies, variedades ou híbridos para o mercado.

A utilização de água proveniente de reuso é diferenciada para irrigação de plantas não comestíveis (silvicultura, pastagens, fibras e sementes) e comestíveis (nas formas cruas e cozidas), necessitando estas de um nível maior de qualidade. Porém, segundo BEEKMAN (1996), grandes volumes de águas servidas podem ser utilizados em categorias de reuso, como agricultura irrigada e recarga de aquíferos, devendo-se atentar para suas limitações sanitárias e ambientais de aplicação.

Dentro deste contexto propõe-se, neste trabalho, a utilização de esgotos tratados em reatores anaeróbios no cultivo de girassol, por esta cultura apresentar características desejáveis agronomicamente, com ciclo curto, alta qualidade e quantidade de óleo, antevendo-se uma boa e nova opção de renda aos produtores brasileiros; e essa possibilidade poderá ser aumentada com a recente decisão do governo Federal em se utilizar o biodiesel na matriz energética nacional, por meio de sua adição ao óleo diesel comercial. O girassol permite a obtenção de grãos para produção de óleo na entressafra, diminuindo a capacidade ociosa das indústrias, otimizando a utilização da terra, máquinas e mão de obra. (SILVA *et al.*, 2007).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Testar a viabilidade do uso do solo para a disposição de esgoto tratado em reatores anaeróbios para o cultivo de girassol, por meio da avaliação do seu desenvolvimento e da sua produtividade durante três diferentes épocas de semeadura durante o ano, avaliando o potencial de reuso destes na irrigação, garantindo ao solo, o teor de umidade necessário ao desenvolvimento da cultura, visando reduzir os custos com nutrientes, uma vez que ambas as práticas, adubação e irrigação, são executadas simultaneamente.

2.2 Objetivos específicos:

- Avaliar os sistemas de tratamento de esgoto através da análise de laboratório em amostras do afluente e do efluente através da determinação de sólidos sedimentáveis (SSed), sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio); DQO (Demanda Química de Oxigênio); N (nitrato); P (fósforo total); K (potássio).

- Avaliar os efeitos da disposição do efluente no solo para a cultura do girassol, através da determinação de propriedades químicas e fertilidade do solo (pH, Matéria Orgânica, P, K, Ca, Mg, Acidez Potencial, Capacidade de troca de cátions, Saturação por Bases e Condutividade Elétrica) e de análise foliar de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, Na, B) na cultura de girassol.

- Avaliar o desenvolvimento da cultura de girassol sujeita aos diferentes manejos, através da determinação de Diâmetro dos Caules (DC), Altura das Plantas (AP), Massa seca dos Caules e das folhas (MS), Número de Folhas (NF) e Produtividade.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Reuso de água

A partir da década de 90, houve um aumento no interesse da implantação do reuso de água no mundo, para diferentes usos (agrícola, industrial e público), o que levou ao aumento da pressão por uma maior qualidade da água (ASANO e LEVINE, 1996).

No Brasil, não existe registro oficial de projetos de reuso de esgotos na irrigação, embora ele ocorra de maneira descontrolada. ANDRADE NETO (1997) apud BASTOS (1992) apresentou exemplos de utilização de esgotos (tratados ou não) em irrigação de milho, melancia, abóbora e capim para alimentação animal no Nordeste. Além disto, o uso indireto de esgotos é realizado através da captação de água para irrigação em mananciais contaminados com despejos não tratados de cidades. Atualmente, existe um interesse muito grande no desenvolvimento do conhecimento científico que permita utilizar os esgotos em projetos de irrigação, hidroponia e piscicultura.

Pesquisas nessa área têm sido suportadas pela Financiadora de Estudos e Pesquisas (FINEP), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Caixa Econômica Federal, através do programa de pesquisa e saneamento básico (PROSAB).

Foi publicado um livro divulgando as pesquisas nesta área realizada por uma rede de cooperativa constituída por onze instituições brasileira de ensino superior (BASTOS, 2003).

Cerca de três quartos da superfície terrestre é coberta por água. Entretanto, do total da água existente no planeta, 97% corresponde à água salgada, imprópria para a maioria das necessidades humanas. Sobre as planícies das regiões próximas aos pólos se encontra (2,2%) e assim, apenas 0,8% correspondem à água doce. Dos 0,8% de água doce existente no planeta, 97% são águas subterrâneas e somente 3% correspondem à água superficial (REBOUÇAS *et al.*, 2002).

Dessa forma, as águas doces existentes no planeta podem ser fontes renováveis desde que haja planejamento e gerenciamento criteriosos para tornar esse ciclo sustentável. Caso contrário, essa fonte finita de recursos hídricos pode não suportar a pressão de exploração e poluição, como diversos exemplos já amplamente conhecidos.

Uma política racional definida de reuso de águas residuária tratadas poderá ser um fator de redução da contaminação das águas superficiais, e, por conseguinte, da poluição ambiental e das doenças de veiculação hídrica (que correspondem 65% das internações no

Brasil). Pode, também, aumentar a produção de alimentos em regiões com déficit hídrico e melhorar a qualidade de vida da população ampliando áreas verdes urbanas, por exemplo. Atualmente, a demanda de água utilizada na agricultura é de cerca de 70% do consumo mundial, sendo os 30% restantes distribuídos entre uso industrial, doméstico e abastecimento público. Diariamente, cerca de 10 bilhões de litros de esgoto são jogados diretamente nos cursos d'água brasileiros, sem nenhum tipo de tratamento (REBOUÇAS *et al.*, 2002).

A utilização de água proveniente de reuso é diferenciada para irrigação de plantas não comestíveis (silvicultura, pastagens, fibras e sementes) e comestíveis (nas formas cruas e cozidas), necessitando essas de um nível maior de qualidade.

Segundo BEEKMAN (1996), grandes volumes de águas servidas podem ser utilizados em categorias de reuso, como agricultura irrigada e recarga de aquíferos, devendo-se atentar para as limitações sanitárias e ambientais de aplicação. Assim, o reuso de água para diversos fins, incluindo o da irrigação, surge então como alternativa para aumentar a oferta de água, garantindo economia do recurso e racionalização do uso desse bem. Diversos países já utilizam essa tecnologia e possuem regulamentação específica na temática. Porém o Brasil ainda está em fase embrionária na efetivação e regulamentação da técnica, com grande potencial de crescimento.

Segundo MANCUSO e SANTOS (2003), os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas e de irrigação, entre outros. Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, o uso de esgotos contribui para a conservação dos recursos hídricos e acrescenta uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos. Também o teor de nutrientes presentes em águas residuárias pode promover economia no uso de fertilizantes. Além disso, o reuso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Essa prática, atualmente muito discutida, já é utilizada em alguns países, como Austrália e Israel, sendo baseada no conceito de substituição de mananciais. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para um uso específico. Dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reuso quando se utiliza água de qualidade inferior (geralmente efluentes pós-tratados) para

atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de potabilidade.

Dado seus inegáveis atrativos de ordem ecológica, (reciclagem de nutrientes, controle de poluição) e econômica (economia de fertilizantes, fonte alternativa de água), a reutilização das águas residuárias tem despertado cada vez mais a atenção das autoridades sanitárias e dos agricultores, ao mesmo tempo em que está aumentando o interesse e conhecimento sobre a necessidade de tratamento destas águas, antes de se voltar a utilizá-las (LUCAS FILHO *et al.*, 2000).

O desequilíbrio dos recursos hídricos e o crescimento explosivo das grandes cidades obrigam a priorização do uso das águas superficiais para o abastecimento público e a geração de energia elétrica. Em conseqüência, surge à idéia do reuso de águas residuárias (LEON e CAVALLINI, 1999).

O reuso planejado de água faz parte da Estratégia Global para a Administração da Qualidade da Água proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Mundial da Saúde. Nela se prevê o alcance simultâneo de três importantes elementos:

- Proteção da saúde pública
- Manutenção da integridade dos ecossistemas
- Uso sustentável da água

Em linhas gerais, são três os obstáculos básicos para qualquer sistema de reuso de efluentes líquidos (MANCUSO e SANTOS, 2003).

- Obstáculo Técnico: Refere-se à necessidade de se conhecer a tecnologia adequada ao tratamento nos níveis desejados para a destinação do reuso.

- Obstáculo Econômico: Relaciona a viabilidade econômica do reuso frente a outras alternativas de abastecimento, levando em conta seus custos de implementação, custos de operação, retorno do capital aplicado e rentabilidade.

- Obstáculo Psicológico: Apesar de subjetivo, não é menos importante que os anteriores, já que uma rejeição dos usuários e consumidores, mesmo que tecnicamente infundada, pode resultar na inviabilidade do reuso.

Segundo REBOUÇAS *et al.* (2002), diversos tipos de reuso de água, relacionados a seguir, têm sido empregados em países industrializados, excluindo-se o reuso potável direto

em que a água residuária tratada é disponibilizada em um sistema público de abastecimento, tais como:

- Irrigação paisagística: parques, cemitérios, campos de golfe, faixas de domínio de auto-estradas, campi universitários, cinturões verdes, gramados residenciais.
- Irrigação de campos para cultivos: plantio de forrageiras, plantas fibrosas e de grãos, plantas alimentícias, viveiros de plantas ornamentais, proteção contra geadas.
- Usos industriais: refrigeração, alimentação de caldeiras, lavagem de gases, água de processamento.
- Recarga de aquíferos: recarga de aquíferos, controle de intrusão marinha, controle de recalques de subsolo.
- Usos urbanos não-potáveis: irrigação paisagística, combate ao fogo, descarga de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado, lavagem de veículos, lavagem de ruas e pontos de ônibus, etc.
- Finalidades ambientais: aumento de vazão em cursos de água, aplicação em pântanos, terras alagadas, indústrias de pesca.
- Usos diversos: aquíicultura, fabricação de neve, construções, controle de poeira, dessedentação de animais.

Dentre as formas de reuso descritas anteriormente, são de interesse deste trabalho as de irrigação paisagística e de campos para cultivos.

No âmbito nacional, destaca-se como experiência de disposição de esgotos no solo, o caso do município de Populina, no Estado de São Paulo. O sistema foi implantado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, em 1984, com a finalidade de dispor esgotos domésticos brutos no solo, por meio de escoamento superficial, para o suprimento de áreas de vegetação destinada à alimentação de bovinos. O desempenho alcançado pelo sistema durante um período de doze anos de operação forneceu resultados satisfatórios e representativos. Com relação ao solo utilizado, por exemplo, constatou-se que não houve modificações em suas características. Outro aspecto constatado foi a não contaminação do lençol freático por elementos químicos e microrganismos patogênicos (PAGANINI, 1997).

CHATEAUBRIAND (1988) verificou que a aplicação de esgotos de suinocultura por meio de sistema de irrigação por sulcos, em terreno de baixada com solo de textura argilo-

arenosa, na região de Ponte Nova, MG, propiciou produtividade de até 8.766 kg/ha de milho, alcançada com dosagem de 149 m³/ha., produtividade cerca de 40% superior à obtida com a testemunha. A aplicação de águas residuárias de suinocultura também aumentou a altura de plantas em 19% e o peso de espigas em 65%, comparativamente à testemunha. As águas residuárias foram aplicadas em dez irrigações efetuadas durante o ciclo da cultura.

O uso do lodo de esgoto e da água residuária tratada para a agricultura é uma alternativa viável e interessante, pois além da água são fontes de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas (ROS *et al.*, 1991), agindo em alguns casos como corretivo da acidez do solo através da alcalinidade (DIAS, 1994). O nitrogênio e o fósforo podem ser encontrados nas águas residuárias em formas orgânicas e inorgânicas. Sabe-se que o Nitrogênio inorgânico pode estar presente na forma de amônio, nitrito ou nitrato, e o Fósforo inorgânico pode se apresentar como ortofosfato ou como polifosfato (VON SPERLING, 1997).

3.2 Qualidade da Água na Agricultura

A água na agricultura sempre tem sido avaliada segundo o aspecto quantitativo, porém, com a intensificação da utilização dos recursos hídricos existentes, passou a ser importante não apenas a quantidade, mas também a qualidade dessa água, pois a água utilizada em irrigação pode vir junto com nutrientes ou poluentes indesejados para determinada cultura, dificultando o pleno desenvolvimento dessas culturas irrigadas.

Para cada uso da água existem diferentes parâmetros para a avaliação de sua qualidade, variando segundo o tipo e a concentração dos sais dissolvidos originados na dissolução ou intemperização de rochas e solos. Uma água de melhor qualidade na irrigação produz melhores resultados ou causa menores problemas que outra de qualidade inferior.

A qualidade deve ser relacionada aos parâmetros que provocam efeitos tanto nos solos, quanto nas culturas e no manejo de irrigação. Para que um sistema de irrigação seja eficaz é necessário que sejam avaliados aspectos físicos, químicos, biológicos e sanitários relacionados à cultura, solo, água e método de irrigação utilizado (TELLES, 2003).

A água utilizada na agricultura irrigada, em geral, necessita de um tratamento físico e/ou químico a fim de melhorar sua qualidade. Os problemas mais comuns relacionados à qualidade da água verificados são a salinidade, a diminuição da velocidade de infiltração de água no solo, a toxicidade de íons específicos e quanto ao aspecto sanitário (TELLES, 2003).

A água de irrigação transporta os sais dissolvidos para o solo. A água evapora e os sais permanecem. Se não forem adotados cuidados especiais no manejo da água, os teores de sais no solo podem atingir níveis prejudiciais às plantas. A salinidade do solo é provavelmente o maior problema causado pela irrigação. Os sais presentes no solo, e também na água, reduzem a disponibilidade de água às plantas e o rendimento da cultura. A salinidade pode ser expressa como uma concentração dos sais em ppm (partes por milhões), ou medindo-se a condutividade elétrica (CE) da água. Este segundo método apresenta maior rapidez de determinação e maior praticidade. Altos teores de sódio ou baixos de cálcio no solo reduzem a velocidade de infiltração da água no solo, a ponto de não abastecer as raízes. Certos íons como o sódio, cloreto e boro, acumulam-se nas plantas e podem atingir magnitudes que acabam por afetar o rendimento das mesmas. O boro é um elemento que pode ser encontrado em concentrações tóxicas em águas não poluídas pelo homem (TELLES, 2003).

3.3 Aspectos Sanitários do Uso da Água na Agricultura

Quanto ao aspecto sanitário, deve-se levar em conta tanto a contaminação do irrigante, quanto dos consumidores. A doença mais comum que atinge os irrigantes é a esquistossomose, enquanto que os consumidores de produtos hortifrutigranjeiros são atingidos por verminoses. No caso de gramados públicos e privados, deve-se observar as possíveis influências nos usuários (VON SPERLING, 1995).

Vale ressaltar que o excesso de determinados nutrientes também traz problemas não só de produtividade das plantas, mas também de qualidade, tais como manchas nos frutos e nas folhas, ou ainda problemas aos equipamentos, tal como a corrosão.

Segundo BERNARDO (1984), a análise da água para irrigação deve conter os seguintes parâmetros:

- Concentração total de sais (salinidade);
- Proporção relativa de sódio em relação aos outros cátions tais como o Ca^2 e o Mg^2 (infiltração da água);
- Concentração dos elementos tóxicos;
- Concentração de bicarbonatos;
- Aspecto sanitário;
- Concentração de partículas minerais e orgânicas em suspensão;

No Brasil, a prática do uso de esgotos, principalmente para a irrigação de hortaliças e de algumas culturas forrageiras, é de certa forma usual. Entretanto, constitui-se em um procedimento não institucionalizado e tem se desenvolvido até agora sem nenhuma forma de planejamento ou controle. Na maioria das vezes é totalmente inconsciente por parte do usuário, que utiliza águas altamente poluídas de córregos e rios adjacentes para irrigação de hortaliças e outros vegetais, ignorando que esteja exercendo uma prática danosa à saúde pública dos consumidores e provocando impactos ambientais negativos.

A lei No. 9.433 de 8 de janeiro de 1997, em seu Capítulo II, Artigo 20, Inciso 1, estabelece, entre os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, a necessidade de “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (REBOUÇAS, 2002). De acordo com VON SPERLING (1995), merecem destaque especial, face à sua importância como parâmetros de projeto e operação de Estação de Tratamento de Esgotos (ETEs), os seguintes parâmetros de caracterização qualitativa dos esgotos sanitários:

- sólidos;
- indicadores de matéria orgânica carbonácea (DBO e DQO);
- nitrogênio;
- fósforo;
- indicadores de contaminação fecal.

Concentrações de nitrato acima de 10mg/L tornam os corpos d’água impróprios para o consumo humano. O fósforo não é considerado um contaminante para o ser humano, porém o excesso desse nutriente é uma das causas da reprodução exacerbada de algas denominada eutrofização; de acordo com CHERNICHARO (1997), a descarga de 1,0 mg/L de fósforo pode resultar na reconstrução de 111,0 kg de biomassa, ou o equivalente a 138,0 kg de DQO e a descarga de 1,0 kg de nitrogênio, o equivalente a 20,0 kg de DQO.

A qualidade bacteriológica da água de esgoto tratada deve ser adequada ao seu uso. Para irrigação irrestrita este padrão é de 1000 coliformes fecais para 100 ml de água residuária. Quando a área irrigada é sujeita ao contato humano o padrão é mais rígido: 200 coliformes fecais para 100 ml de água residuária. Em ambos os casos devem se observar também o limite máximo de um ovo de helminto por litro de água residuária, sendo que não

existe nenhuma recomendação quanto aos limites bacteriológicos da água de irrigação para forrageiras, desde que os agricultores e a população não sejam expostos a riscos sanitários.

3.4 Tratamento de Esgoto

Na sociedade atual o tratamento dos esgotos é de fundamental importância a fim de se evitar problemas de contaminação ambiental e de saúde pública. Porém, tratar esgotos é uma prática que a humanidade vem praticando há menos de cem anos, e com o desenvolvimento de uma grande variedade de processos.

Os objetivos dos sistemas de tratamento de esgotos estão relacionados com a adequação de suas características à sua destinação, de forma que se enquadrem nos parâmetros definidos pela legislação ambiental. Os sistemas de tratamento visam à redução de material biodegradável, nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) e organismos patogênicos.

Os primeiros sistemas de tratamento de esgoto desenvolvidos foram projetados visando apenas à remoção de sólidos sedimentáveis que corresponde ao atual tratamento primário. Para o lançamento nos cursos d'água, é um tratamento insuficiente, já que é necessária a remoção de matéria orgânica dissolvida. Para isso, podem ser utilizados diversos tipos de sistemas baseados em processos biológicos (aeróbios e anaeróbios) denominados tratamentos secundários.

A remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), objetivando evitar excessiva proliferação de algas e o processo de eutrofização dos corpos receptores, é feita através de sistemas de tratamento terciário.

O processo de eliminação de organismos patogênicos (vírus, bactérias, protozoários e ovos de helmintos) é denominado desinfecção, entre os quais destacam-se: químicos (cloração, ozonização), físico-químicos (ultravioleta), e físicos (filtração, osmose reversa).

A disposição de esgotos brutos no solo dependendo da carga orgânica provoca a total degradação do ambiente ou, o meio demonstra ter condições de receber e de decompor os contaminantes até alcançar um nível que não cause problemas ou alterações acentuadas que prejudiquem o ecossistema.

Assim sendo, mesmo a disposição no solo pode constituir-se em uma excelente forma de tratamento, desde que se respeite a capacidade natural do meio e dos microrganismos decompositores presentes (ANDRADE NETO, 1997).

3.5 Sistema de Disposição de Efluentes no Solo

É o sistema onde o efluente tratado é aplicado em tabuleiros, normalmente plano e delimitado por diques. É muito simples e largamente difundido. Tem como principais vantagens a facilidade de manejo, economia de mão-de-obra, pouca ou nenhuma perda de água por escoamento superficial, com boa eficiência de irrigação e armazenamento de águas pluviais, tudo isso com utilização somente de energia gravitacional para distribuição de água na área sistematizada. Dentre as limitações, destaca-se: os diques dificultam tratos mecanizados bem como reduzem a área útil ao cultivo; em caso de acúmulo de águas, facilita o surgimento de mosquitos e doenças como esquistossomose; não deve ser utilizado com plantas com baixa resistência à saturação do solo nem em solos com alta permeabilidade (BERNARDO, 1984).

3.6 Aplicação de Esgotos no Solo

Segundo PAGANINI (2003), durante as duas últimas décadas do século XX, o uso de esgoto bruto ou tratado para irrigação ou recuperação de solos aumentou significativamente devido a fatores como:

- Diminuição de disponibilidade hídrica em determinadas regiões;
- Custo elevado de fertilizantes; conhecimento de que os riscos para a saúde pública e os impactos sobre o solo são mínimos se as precauções e técnicas adequadas forem efetivamente utilizadas;
- Custos elevados dos sistemas de tratamento adequados à descarga dos efluentes dentro dos padrões da legislação ambiental nos corpos receptores;
- Início da aceitação sócio-cultural do reuso agrícola de esgotos;
- Reconhecimento, pelos órgãos gestores de recursos hídricos, do valor intrínseco dessa prática.

O solo é um meio físico formado por substâncias minerais e orgânicas cujas formas, predominantemente granulares, conferem-lhe propriedades características como a porosidade, a permeabilidade, a textura e outras que o tornam o habitat natural de um grande número de microrganismos vegetais e animais. Em conjunto com a vegetação, a energia solar e a água, promovem a transformação da matéria orgânica em energia renovável. É o que acontece

também com o esgoto bruto ou tratado disposto no solo, que tem sua carga poluidora diminuída por processos físicos, químicos e biológicos.

Dentre as propriedades do solo, quatro se destacam em relação à sua utilização para disposição de esgotos:

- Capacidade de troca iônica
- Poder tampão
- Filtrabilidade
- Microbiologia

As taxas de aplicação do esgoto devem permitir condições alternadas de umidade e seca necessárias à adequada aeração do solo, bem como ao desenvolvimento da vegetação.

A estrutura do solo é responsável pela sua macroporosidade e microporosidade, a qual deve ser adequadamente distribuída. No espaço dos macroporos ocorre a movimentação mais intensa de água e circula o ar para respiração de raízes e microrganismos. Os microporos, por sua vez, são responsáveis pela retenção da solução do solo onde se encontram os nutrientes vegetais (MOTA *et al*, 2009).

Pesquisa de doutorado utilizando o efluente do SITRAE para o cultivo de milho foi desenvolvida por JAVAREZ JR. (2005), que concluiu ser uma forma adequada e interessante de se promover o tratamento sanitário do esgoto produzido em pequenas comunidades, em especial as comunidades rurais, proporcionando a possibilidade de agregar valor à produção agrícola, produzindo durante todo ano, inclusive nos períodos de entressafra.

As águas residuárias da FEAGRI tiveram parte de seu volume tratado por sistemas RAC associados aos leitos cultivados, os quais foram estudados por VALENTIM (1999) e MAZZOLA (2003). Diversas pesquisas têm sido realizadas, utilizando esses sistemas (RAC associado aos leitos cultivados) os quais tem complementado o tratamento de esgotos da FEAGRI, alcançando níveis próximos a 100% de esgoto tratado, constituindo-se em referencia para as outras unidades da UNICAMP.

3.7 Reatores Anaeróbios no Tratamento de Esgotos Sanitários

Além da simples disposição sobre o solo têm sido desenvolvidos também métodos para melhorar a forma do tratamento dos efluentes visando sua posterior utilização no solo tais como os reatores anaeróbios.

Nos últimos anos tem-se buscado um maior conhecimento sobre a utilização e o potencial econômico do processo anaeróbico no tratamento de esgoto sanitário. Segundo IZA (1991), o conceito dos reatores anaeróbios para tratamento de esgotos é baseado em três aspectos fundamentais:

- Acumulação, no interior do reator, de biomassa por meio de sedimentação, aderência de sólidos (fixos ou móveis) ou por recirculação. Tais sistemas permitem a retenção dos microrganismos e asseguram um tempo de retenção dos sólidos superior ao tempo de detenção hidráulico;

- Desenvolver contato entre a biomassa e o efluente, superando problemas de difusão de substratos e produtos do meio líquido para o biofilme ou grânulos;

- Intensificar a atividade da biomassa, com sua adaptação e crescimento.

Com o desenvolvimento de sistemas de alta taxa de biomassa dentro do reator obtiveram-se reatores compactos, bem menores que os digestores anaeróbios convencionais, mas com grande eficiência na estabilização de lodo. Eles têm por característica o tempo de retenção de sólidos maior que o tempo de detenção hidráulica, com grande quantidade de biomassa de elevada atividade (CHERNICHARO, 1997).

Entre as vantagens e desvantagens CHERNICHARO (1997), relata que o processo anaeróbico de tratamento de esgotos oferece uma série de vantagens em relação a outros processos biológicos como:

- Custo reduzido;
- Menor área de implantação;
- Operação simples;
- Baixa produção de lodo – 5 a 10 vezes menos que processos aeróbios;
- Eficiência a temperaturas elevadas;
- Produção de metano utilizável energeticamente.

E entre as desvantagens citadas por CHERNICHARO (1997), a mais importante para o presente trabalho é a insuficiente remoção de nutrientes como nitrogênio e fósforo, bem como de agentes patogênicos, para o lançamento em corpos d'água nos padrões estabelecidos pela legislação ambiental.

LETTINGA (1980) propôs um modelo de reator anaeróbico de fluxo ascendente, sendo seu princípio operacional básico a retenção de grande parte dos microrganismos no reator,

impedindo sua eliminação com o efluente por meio de um sistema separador de fases líquido/gás/sólidos. Segundo CAMPOS (1990), vários centros de pesquisa no Brasil, como a CETESB - Companhia de Saneamento Ambiental, o - Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT e a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo EESC vêm estudando exaustivamente este tipo de reator. É um sistema de alta taxa com crescimento bacteriano disperso conhecido como reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo ou reator (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) UASB.

Os UASB são reatores de manta de lodo no qual o esgoto afluente entra no fundo do reator e em seu movimento ascendente, atravessa uma camada de lodo biológico que se encontra em sua parte inferior, e passa por um separador de fases enquanto escoar em direção à superfície.

O UASB que no Brasil inicialmente foi nomeado como digestor anaeróbio de fluxo ascendente (DAFA) foi desenvolvido na década de 70 pelo Prof. Lettinga e sua equipe, na Universidade de Wageningen - Holanda. Saliente-se aqui, que a Holanda tem se destacado a partir do final dos anos 60 pelo substancial avanço no campo da tecnologia de tratamento de águas residuárias.

Nos reatores tipo UASB, o controle do fluxo ascendente é essencial, pois, a mistura e retenção da biomassa adequada, permitem que o lodo permaneça em suspensão com uma mobilidade limitada em um espaço na vertical do interior do reator. A mistura do afluente com essa biomassa é favorecida pela agitação hidráulica promovida pelo fluxo ascensional, por efeitos de convecção térmica e do movimento permanente de bolhas de gases produzidos no processo digestivo da atividade bacteriana. É provável que ocorram situações em que o movimento ascensional das bolhas gasosas seja o mais importante no processo de mistura.

Essa dinâmica é essencial para que o processo anaeróbio por meio desse tipo de reator de manta de lodo se desenvolva e se mantenha em elevada atividade e com ótima capacidade de sedimentação.

Outro tipo também sendo muito estudado é o reator anaeróbio compartimentado (RAC). Este sistema baseia-se na introdução do efluente junto ao fundo do reator para explorar o efeito favorável dos reatores anaeróbios de manta de lodo e, na compartimentação do reator, podendo-se explorar a separação das fases da digestão anaeróbia (BARROS & CAMPOS, 1992).

3.8 Uso de esgotos tratados na agricultura

O incentivo do uso, na irrigação, de águas de péssima qualidade, como as de esgoto doméstico, de drenagem agrícola e águas salinas, as quais podem ser subterrâneas, residual bruta ou tratada, devem ser consideradas como fontes alternativas de uso somente após um tratamento adequado. Além do mais, são práticas antigas mundialmente utilizadas e, de acordo com Associação Nacional Brasileira de Normas Técnicas (2007), no Brasil a prática de reuso de águas, principalmente na irrigação, está sendo bastante difundida, contudo, é um procedimento não institucionalizado e vem se desenvolvendo sem nenhuma forma de planejamento ou controle. A Organização Mundial da Saúde assegura que o tratamento primário de esgotos domésticos já é suficiente para torná-los adequados à irrigação de culturas de consumo indireto. No entanto, recomendam-se tratamentos secundário e terciário quando estas águas forem utilizadas na irrigação das culturas para consumo direto (METCALF & EDDY, 2003).

Estudos realizados em outros países têm demonstrado a eficiência do uso das águas residuárias na fertirrigação de culturas agrícolas, com a obtenção de excelentes resultados, uma vez que são geralmente ricas em nutrientes (BASTOS, 1999). Observa-se que as taxas potenciais de aplicação de nutrientes podem superar, por vezes em muito, a demanda de teores de macro e micronutrientes da grande maioria das culturas e as doses recomendadas de fertilização, especialmente em relação ao nitrogênio e fósforo. No entanto, a aplicação de nitrogênio em excesso pode provocar à queda na produção e/ou à queda da qualidade do produto. Pode ainda mostrar-se problemática em vista dos riscos de lixiviação de nitratos e contaminação do lençol freático (BASTOS, 2003).

Desta forma se faz necessário conhecer a origem do N que há nos efluentes domésticos. Enquanto que a maioria dos fertilizantes nitrogenados é formulada a base de amônia e nitratos, a composição dos esgotos sanitários pode variar bastante em função do processo de tratamento utilizado. Por exemplo, observa-se que alguns efluentes podem apresentar até cerca de 50% do total de nitrogênio na forma de N-orgânico, o restante basicamente na forma de N-NH₄, sendo os nitratos virtualmente ausentes. Nesses casos, o nitrogênio orgânico representaria uma reserva de nitrogênio inorgânico, liberada gradualmente a partir das transformações a ocorrer no solo ou substrato. SHENDE (1985) comparou o rendimento anual de algumas culturas e comprovou que os cultivos fertirrigados com águas

residuárias apresentaram maior rendimento do que os cultivos irrigados com água limpa e fertilizados com adubos químicos.

Segundo BASTOS *et al.*(1991),embora as primeiras experiências tivessem por objetivo o tratamento de esgotos, a irrigação, por meio de reciclagem de água e produção agrícola, também constitui em pratica centenária

A irrigação com esgoto contribui com o aporte de nutrientes, cujas demandas são variáveis em função das características dos solos e das culturas, podendo complementar com parcela significativa, e de forma contínua, a fertilização mineral convencional. Administrar o aporte de nutrientes advindos do esgoto é fundamental, pois quantidades excessivas podem trazer problemas para as culturas e para o meio ambiente (MOTA *et al*, 2009).

3.9 A cultura do girassol e sua importância

3.9.1 Cultura do girassol

O girassol é uma planta que apresenta características agronômicas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor, do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, pela altitude e pelo fotoperíodo. Graças a essas características, apresenta-se como uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos (AEASA, 2008).

No Brasil, essa atividade teve início no começo do século vinte através dos imigrantes portugueses, italianos, alemães e, principalmente, os japoneses, os quais, de acordo com MIRANDA (1970), foram responsáveis por cerca de 60% de toda a exploração econômica da floricultura nacional. Porém, de acordo com CASTRO (1988), o crescimento do setor no Brasil como atividade econômica, deveu-se à fundação da Cooperativa Agropecuária Holambra em 1957, através de imigrantes holandeses que introduziram em nossas terras sementes de gladiolo em larga escala.

Apesar da pequena participação no mercado mundial, o país possui um grande potencial para competir internacionalmente, principalmente por sua grandeza física e pelas variadas condições climáticas e diversos tipos de solos encontrados pelos quatro cantos do país, o que possibilita a exploração dessa atividade em todo o território nacional (LEME, 2004).

O cultivo de flores de corte pode ser uma alternativa de renda aos pequenos produtores, por não demandar grandes áreas, proporcionar um maior retorno econômico, além de fixar a mão-de-obra no campo. Grande parte das flores de corte, utilizadas na maioria dos Estados brasileiros, origina-se de São Paulo. O girassol ornamental é uma alternativa de cultivo, como flor de corte, para uso em arranjos e ornamentações em geral, principalmente para os pequenos produtores que fazem parte da agricultura familiar, justificando assim estudos em alternativas de cultivo, com grande valor agregado.

Na floricultura comercial, o comprimento comercializável como flor de corte da haste floral do girassol é de cerca de 0,5 m; é também importante que os cultivos estejam próximos aos centros consumidores, para diminuir o tempo entre a colheita e a comercialização. É importante que além disso, técnicas adequadas de pós-colheita possibilitem uma menor perda, melhor qualidade e maior durabilidade das hastes florais.

O girassol tem grande durabilidade pós-colheita, possibilitando que as hastes florais mantenham-se por maiores períodos em ornamentações segundo o DPAgr, (2008). Em relação à conservação do girassol ornamental e de outras flores de corte, tornam-se necessários ainda mais estudos de pós-colheita na busca de alternativas que possibilitem um maior período de vida destas flores.

3.9.2 Importância Econômica da Produção

O custo de produção é um importante indicador para que o produtor possa inferir sobre a competitividade de seu processo produtivo. Índices de lucratividade são medidas de avaliação econômica e que influenciam a taxa de retorno, o preço médio do feixe com seis hastes de girassol ornamental é de R\$ 15,00 (US\$ 7) resultando num valor bruto de aproximadamente R\$ 375000,00 (US\$180mil) por hectare, os valores dependem muito da época do ano, podendo variar para mais e ou para menos, valor estimado na época da pesquisa. Para o girassol ornamental além do maior lucro por haste vendida, outra vantagem, é a possível programação de semeadura para obtenção das hastes para uso em ornamentação em curto espaço de tempo sendo que o cultivo pode ser efetuado mais vezes durante o ano já que o período de corte das hastes florais pode variar entre 59 a 81 dias (CURTI, 2010).

A altura média das plantas no plantio das águas é 182 cm e no plantio da seca é de 150 cm. O diâmetro médio dos capítulos no plantio das águas é 180 cm e no plantio da seca de 148

cm (LASCA, 1990). Informações sobre áreas cultivadas e produtividade do girassol e outras culturas oleaginosas, no Estado de São Paulo, são ilustradas na Tabela 1.

Tabela 1. Área cultivada com oleaginosas no Estado de São Paulo e sua produtividade.

Oleaginosa	Produção (2004, em t)	Área plantada (2004, em ha)	Teor de óleo (%)	Possibilidade de produção de óleo bruto (10 ³ L)
Soja	49.549.941	21.601.340	18	8.918,9
Algodão	3.798.480	1.159.677	15	569,7
Palma	909.285	87.553	20	181,8
Amendoim	236.488	105.434	39	92,2
Mamona	138.745	176.090	50	69,3
Girassol	66.000	45.600	42	27,7
Babaçu	118.723	-	6	7,1

Fonte: IBGE, 2006. Elaboração: STCP, 2006

3.9.3 Adubação para cultivo do Girassol

Segundo SOUZA *et al.* (2004), a modernização da agricultura tem como ênfase o desenvolvimento sustentado, em que a otimização dos recursos de produção, minimização dos efeitos indesejáveis ao meio ambiente e aumento de produtividade são os objetivos finais deste processo. Assim, a convencional aplicação de insumos é baseada em teores médios da fertilidade do solo, podendo-se subestimar ou superestimar esses teores no solo, acarretando excessos ou déficit nutricionais em determinadas áreas. Portanto, o conhecimento detalhado da variabilidade espacial dos atributos da fertilidade pode otimizar a aplicação localizada de corretivos e fertilizantes, melhorando, dessa maneira, o controle do sistema de produção das culturas.

BONACIN *et al.* (2008) estudaram o efeito de doses de boro sobre as características morfofisiológicas de sementes e a produção de girassol (cultivar EMBRAPA V122-2000) em Latossolo Vermelho eutrófico de textura média. A adubação foi realizada aplicando-se 10 kg N ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 30 kg K₂O ha⁻¹, nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada aos 30 dias após a emergência (20 kg N ha⁻¹ de na forma de uréia) e os demais tratamentos culturais constaram de duas capinas manuais durante o ciclo. Pelos resultados obtidos não se constatou efeito significativo da aplicação de boro nas características das sementes avaliadas aos 49 dias após o florescimento pleno da cultura, que foi atribuído ao teor inicial de boro no solo, 0,22 mg dm⁻³

(extraído com solução de BaCl_2 1,25 g.L^{-1}) que, além de considerado médio, deve ter sido suficiente para o crescimento e desenvolvimento das sementes de girassol. A produtividade média foi de 2.559 kg ha^{-1} .

BALBINOT Jr *et al.* (2009) avaliaram o desempenho de dez cultivares de girassol, semeadas em três épocas na região do Planalto Norte Catarinense. As cultivares testadas foram: Aguará 3, Aguará 4, Catissol, Charrua, Dow MG2, Dow M734, Embrapa 122, Helio 358, Helio 360 e IAC Iarama. Os experimentos foram implantados manualmente sob sistema de plantio direto, em palha de aveia preta e ervilhaca. A adubação de base nos três experimentos foi realizada com 200 kg ha^{-1} do fertilizante 4-20-20, da fórmula $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$, aplicado no sulco e 8 kg.ha^{-1} de bórax, aplicados em mistura com glyphosate e óleo mineral por ocasião da dessecação da cobertura vegetal. A densidade utilizada foi 40 mil plantas ha^{-1} , obtida pelo raleio realizado aos 15 dias após a emergência. Houve variação entre cultivares quanto ao ciclo de desenvolvimento, produtividade de grãos e outras características agronômicas. Cinco cultivares produziram mais de 2.500 kg.ha^{-1} de grãos.

CASTRO *et al.* (2006) estudaram sob condições de casa-de-vegetação, o efeito da interação de doses de boro e estresse hídrico na produção de matéria seca total, produção de aquênios e conteúdo de óleo em girassol cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura média. Foram estudadas quatro doses de B: 0; 0,25; 0,5 e 2,0 mg.kg^{-1} , aplicado na forma de ácido bórico. Os resultados mostraram que independentemente da fase de aplicação ou não de estresse hídrico, a melhor dose de Boro para maior produção de matéria seca total, produção de aquênios e rendimento de óleo foi 0,5 mg dm^{-3} . O teor de Boro na folha apresentou correlação linear significativa com a produção de aquênios em plantas com ou sem estresse hídrico.

Pesquisadores têm constatado em suas experimentações, que as melhores respostas obtidas de produtividade dos girassóis se associam à irrigação e adubação adequada, com ênfase ao fato de que a cultura é particularmente sensível a deficiência de boro (UNGARO, 1990). Com base nessas informações e dentre as várias tecnologias de produção de girassol, a escolha adequada de cultivares também é fundamental para garantir o sucesso de cultura.

SINGH & SINGH (2000) observaram o impacto do estresse hídrico em diferentes fases de desenvolvimento de girassol para identificar os estágios críticos de irrigação, durante a primavera de 1993 a 1995. A primeira irrigação foi aplicada 30 dias depois da semeadura.

Concluíram que o estresse hídrico, nos estágios de florescimento e enchimento de grãos, é muito crítico e que a plantação não deveria sofrer falta de umidade nestes estágios.

Apesar do seu cultivo no Brasil ter-se iniciado já há muito tempo (as primeiras referências sobre esta cultura datam de 1924), até o momento a cultura de girassol não ocupou a posição de importância econômica que deveria ter. Vem sendo encarada como cultura secundária, cultivada nos meses em que a terra encontra-se ociosa, isto é, na época da seca. Tal cultivo é possível graças à sua adaptabilidade a essas condições climáticas, pois o girassol, diferindo da maioria das plantas oleaginosas, desenvolve-se bem tanto em clima temperado como em subtropical e tropical. A silagem de girassol possui em média 30% de matéria seca e 11,7% de proteína bruta (teor superior em 35% ao do milho).

Conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação - FAO (2002), em média a porcentagem total de água usada nos diferentes estádios de crescimento da cultura do girassol, é de aproximadamente 20% no estágio vegetativo, de 55% no florescimento e de 25% no estágio de enchimento de grãos.

Segundo AGUIAR (2001), o girassol é uma planta resistente à seca, que se adapta facilmente às condições variáveis de temperatura, podendo ser semeada durante o ano todo, desde que haja disponibilidade de água. Essa planta requer solos férteis, com boa drenagem, com boas provisões de nitrogênio, fósforo e potássio. A produção de grãos de girassol é bem menos sensível à seca do que a produção de grãos de sorgo e de milho. O rendimento dessa cultura depende da variedade, assim como das condições ambientais. Em regiões de clima temperado, o girassol produz mais óleo por hectare do que qualquer outra espécie oleaginosa. Em geral, o rendimento médio das sementes por unidade de área é menor que 1500 kg.ha^{-1} , em virtude da falta de controle adequado das práticas de cultivo. Contudo, existem variedades cujos rendimentos de sementes ultrapassam 3000 kg.ha^{-1} .

3.10 Potencial hidrogeniônico – pH do solo

Os solos com pH muito acima de 7,0 podem causar falhas no cultivo, devidas à deficiência em cálcio que bloqueia outros nutrientes ou porque os microorganismos no solo se tornaram inativos, a maioria dos cultivadores prefere um solo com pH em torno de 6,5. Nos solos ácidos, que requerem calagem, a quantidade de calcário recomendada tem com base na análise de terra que deve ser usada. Essa quantidade é calculada para elevar o índice de

saturação por bases para 70%. Quanto maior o pH, maior será a saturação por bases no solo, e esta correlação é mais exata com o pH em CaCl_2 do que com o pH em água, devido à menor variabilidade das leituras de pH em CaCl_2 .

O pH do solo ou acidez ativa fornece o grau de acidez ou alcalinidade de um extrato aquoso do solo, ou seja, é um indicativo das condições gerais de fertilidade do solo. Segundo BRANDÃO e LIMA (2002) o pH é um importante indicador das condições químicas do solo, por possuir capacidade de interferir na disposição de vários elementos químicos essenciais ao desenvolvimento vegetal, favorecendo ou não suas liberações.

A calagem é essencial na agricultura moderna para aumentar a produtividade das culturas e a eficiência do uso de adubos. Além disso, a adição de calcário normalmente altera atributos químicos do solo. Segundo RAMOS *et al.* (2006), o calcário é o corretivo mais utilizado, porém tem lenta mobilidade no perfil do solo, sendo lenta a correção além da camada de incorporação. Por isso, outros produtos têm sido testados para a correção da acidez, como os silicatos, ou para a amenização de seus efeitos em camadas de solo mais profundas, como o gesso.

A aplicação de calcário eleva os teores de Ca e Mg, diminui ou elimina o Al trocável e aumenta as cargas negativas nesses solos que têm predomínio de cargas variáveis. Essas alterações químicas podem, entretanto, influenciar alguns atributos físicos do solo, por alterar o comportamento eletroquímico dos colóides (ALBUQUERQUE *et al.*, 2003).

Os solos podem ser naturalmente ácidos devido à própria pobreza em bases do material de origem, ou a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos como K, Ca, Mg, Na, etc. Além disso, os solos podem ter sua acidez aumentada por cultivos e adubações que levam a tal processo. Em qualquer caso, a acidificação se inicia, ou se acentua, devido à remoção de bases da superfície dos colóides do solo (LOPES *et al.*, 2001).

Um dos principais problemas induzidos pela aplicação do estrume de suínos no solo é a presença de micronutrientes com características de metais pesados. O zinco e o cobre, quando adicionados à alimentação dos suínos com o objetivo de prevenir doenças e melhorar a digestão, são eliminados pelas fezes e, se colocados no solo, são absorvidos em pequenas quantidades pelas plantas enquanto quantidades significativas podem ficar retidas no solo. Nos processos de infiltração e percolação, tais elementos são retidos pela maioria dos solos, principalmente quando ricos em matéria orgânica e com $\text{pH} > 7$. Quando o pH é muito

reduzido, o solo não tem capacidade de retê-los e, por lixiviação, esses acabam sendo encaminhados aos corpos d'água (SOARES e BARROS *et al.*, 2003).

Segundo SAMBATTI *et al.* (2003), uma das propriedades mais importantes do solo é a de reter íons na interface sólido/solução do solo. Esta propriedade, quando se trata da troca de cátions, é denominada capacidade de troca catiônica (CTC). O conhecimento de sua magnitude é de grande relevância tanto do ponto de vista agrícola quanto ambiental. Vários métodos, diretos e indiretos, têm sido utilizados para a determinação da CTC; contudo, o procedimento freqüentemente utilizado nos laboratórios brasileiros de análises de solo para fins de fertilidade é o da soma de bases, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , mais a acidez potencial (H^+ + Al^{3+}), extraídos por diferentes métodos químicos.

Segundo CAMARGOS (2005) existem diversos fatores para explicar o pH muito ácido ou alcalino dos solos. Para solos com pH muito ácido os fatores podem ser: Deficiência de P e alta fixação do P aplicado, por íons Fe e Al; Baixos teores de Ca, de Mg e de K; Toxidez por alumínio (Al^{3+}); Boa disponibilidade dos micronutrientes (exceto Mo); e toxidez por Fe e por Mn; Baixa CTC efetiva ocasionando alta lixiviação de cátions; Baixa saturação por bases (V%); Como pode ocorrer Al trocável e baixa CTC efetiva, deve-se esperar alta saturação por Alumínio; Em condições de extrema acidez, pode ocorrer limitação na decomposição da matéria orgânica. Para solos com pH Alcalino os fatores podem ser: Deficiência de P devido à formação de compostos insolúveis com Ca; Altos teores de Ca, de Mg e de K; Deficiência de micronutrientes (todos, exceto Mo e Cl); Alta saturação por bases (V%), com valores próximos a 90-100%; ausência de Al^{3+} (trocável); Alta CTC efetiva (exceto em solos arenosos); pode ser um solo salino ou sódico; perda de N por volatilização.

BRANDÃO e LIMA (2002) verificaram o comportamento do pH e da condutividade elétrica (Ec) em solução do solo, em amostras coletadas a 15, 30, 80, 120 e 200 centímetros de profundidade, em áreas sob vegetação de Cerrado e sob floresta de Pinus. Os resultados demonstraram que a ocupação das áreas de cerrado pelo plantio de Pinus tem provocado alterações significativas nas condições de acidez do solo, pelo menos até dois metros de profundidade. Nas áreas de Cerrado tiveram valores de pH no intervalo de 5,0 a 6,0, enquanto que, nas áreas de Pinus o pH variou de 4,0 a 5,0, sendo portanto, consideravelmente mais ácido. Atribuímos essa maior acidez das áreas de Pinus a influência da biomassa

(serrapilheira) produzida pela floresta, que em seu processo de decomposição, produz compostos orgânicos mais ácidos.

3.11 Condutividade elétrica do solo

A condutividade elétrica decorre do movimento de elétrons ou íons em resposta a um campo elétrico, obedecendo à lei de Ohm. Para a agricultura de precisão a condutividade elétrica vem se configurando como uma grande ferramenta e uma aliada importante na avaliação da variabilidade espacial do solo e na definição das unidades de gerenciamento de uma área. Segundo BRANDÃO e LIMA (2002), a condutividade elétrica (CE) é usada para medir a quantidade de sais presente em solução do solo. Quanto maior a quantidade de sais presente na solução, maior será o valor de CE obtido.

No ramo da floricultura, segundo HUANG (1995), a cultura do girassol vem se despontando por ser uma alternativa de oferta de produto de ciclo curto, cores contrastantes e fácil identificação pelo consumidor. Apesar de não informar limites específicos de salinidade limiar, AYERS & WESTCOT (1999) classificam o girassol como planta moderadamente sensível à salinidade. KATERJI *et al.* (1996; 2000), trabalhando em lisímetros com três níveis de salinidade da água (0,9; 2,3 e 3,6 dS m⁻¹) obtidos com NaCl e CaCl₂, associados à lâmina de lixiviação de 20%, corroboram com a classificação de AYERS & WESTCOT (1991), acrescentando que, quando utilizaram o índice diário de estresse hídrico, o girassol é classificado como tolerante à salinidade. Posteriormente, FRANÇOIS (1996) conduziu um experimento com quatro híbridos de girassol, com águas de 1,4 a 8,0 dS m⁻¹, classificando a cultura como moderadamente tolerante à salinidade, com base na salinidade do solo. Recentemente, CHEN *et al.* (2009) reportaram diminuição linear de 4,5 a 5,5% na produção do girassol para cada acréscimo unitário na salinidade do solo (em dS m⁻¹), mesma magnitude de valor encontrado por FRANÇOIS (1996).

ALBUQUERQUE *et al.*, (2003) avaliaram o efeito da aplicação de calcário e fósforo sobre o comportamento estrutural de um solo ácido com altos teores de argila e matéria orgânica, típico do planalto sul brasileiro. O solo foi um Latossolo argiloso álico (Haplohumox), derivado de basalto, e com a altitude do local de 937 m. Os tratamentos consistiram de três doses de calcário dolomítico (0, 4,5 e 9,0 Mg ha⁻¹) correspondentes a 100 % de poder relativo de neutralização. Determinaram-se o grau de floculação da argila, a

estabilidade de agregados, a condutividade elétrica, o ponto de efeito salino nulo e a composição química do solo. A correção da acidez do solo elevou o ponto de efeito salino nulo e o potencial elétrico superficial negativo, pelo aumento da carga líquida negativa das partículas.

BERTOL *et al.*, (2007) avaliaram as perdas de solo e água, a demanda química de oxigênio, a condutividade elétrica e o pH da enxurrada, associados à erosão entre sulcos, sob chuva simulada, em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. Os valores mais elevados de demanda química de oxigênio, condutividade elétrica e pH da enxurrada foram observados no tratamento adubação orgânica (dejetos líquidos de suíno), enquanto os mais baixos ocorreram no tratamento sem adubação ou testemunha (exceto a demanda química de oxigênio no tratamento NPK, que também foi baixa), independentemente das chuvas simuladas.

Seguindo a tendência de ser um processo simples e de baixo custo, a prática de tratamento de águas residuárias pela disposição de esgotos no solo tem se afigurado, atualmente, como uma das principais alternativas para o pós-tratamento de efluentes. É um método natural de tratamento bastante eficiente, envolvendo mecanismos físicos, químicos e biológicos de remoção da carga poluidora. (JAVAREZ JÚNIOR, A, 2010).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área em estudo

Este experimento foi realizado durante o período de 18/11/2009 à 03/09/2010, na área experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI), Universidade Estadual de Campinas, (UNICAMP), localizada no município de Campinas/SP, com uma área construída de 4100 m², dispendo também de um Campo Experimental com área de 12,4 hectares, Campinas, São Paulo, Brasil, na latitude S22048'57" e longitude W47003'33', a 640 metros de altitude como ilustrado na Figura 1, situada no terço médio de uma encosta com 9% de declive, com altitude média de 640 m e identificado como Latossolo ímicos Vermelho distroférico, pelos critérios da EMBRAPA (1997), sendo alguns de seus atributos físicos e químicos apresentados na Tabela 2.



Figura 1. Vista do Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP. (Destaque para a área de girassol cultivado com efluente).

A FEAGRI é servida pela Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. de Campinas (SANASA) e também por poços artesianos localizados na universidade; as quais são utilizadas para abastecimento dos laboratórios e dos prédios da área administrativa.

Tabela 2. Valores de alguns atributos físicos e químicos do solo da área experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP.

Atributos Físicos									
Profundidade (cm)	Textura (g.kg ⁻¹)			Densidade (kg.m ⁻³)			Porosidade (m ³ . m ⁻³)		
	Areia Grossa	Areia fina	Argila	Silte	Solo	Partícula	Total	Macro	Micro
0 - 10	86,0	126,5	585,3	202,2	1173	2520	0,67	0,29	0,38
10 - 20	97,0	138,0	589,5	175,5	1337	2670	0,63	0,21	0,42
20 - 40	81,5	121,0	621,3	176,2	1245	2830	0,64	0,24	0,40

Atributos Químicos (Fertilidade)									
Profundidade (cm)	M.O. (g.L ⁻¹)	pH	P	K	Mg	Ca	H+Al	T	V(%)
			(mmol _c .dm ⁻³)						
0 - 10	29	4,7	36	3,1	19	5	52	79,3	34
10 - 20	32	4,7	29	2,2	19	5	52	78,4	33
20 - 40	25	4,7	18	1,3	18	4	52	75,5	31

M.O. – Matéria Orgânica; T – Capacidade de Troca Catiônica – Acidez Potencial V% - Saturação por bases
 Fonte: JAVAREZ JR. (2005).

Conforme a classificação climática de Köppen, a região de estudo é definida como uma transição entre os tipos Cwa (clima temperado úmido com inverno seco e verão quente) e Cfa (clima temperado úmido com verão quente), o que indica um clima tropical de altitude com inverno seco e verão úmido. As temperaturas médias anuais são superiores a 22°C (fevereiro) e menores que 18°C (junho). A precipitação média anual é de 1.382 mm, com período chuvoso entre outubro e março (1.048mm), o que representa 75% da chuva anual.

4.2 Uso da água e caracterização do esgoto

A população média diária da Feagri no período de aulas é de 250 pessoas, produzindo cerca de 20 m³ de esgoto por dia, metade desse volume, cerca de 10m³, é tratado por dois sistemas compostos por Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) e Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) associado a filtros anaeróbios que constituem o SITRAE (Sistema Integrado de Tratamento e Reuso Agrícola de Esgoto). A água usada para a irrigação das culturas no Campo Experimental provém de um reservatório superficial localizado na própria faculdade, sendo abastecido pelo bombeamento de água de outro reservatório localizado próximo ao Parque Ecológico na Universidade.

A caracterização das águas residuária da FEAGRI, composta, basicamente, de esgotos sanitários está ilustrada na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização da água residuária da FEAGRI/UNICAMP.

Parâmetros de controle	Valores típicos	Valores Máximo e Mínimo
Sólidos suspensos (mg/l)	84	10 – 700
Sólidos sedimentáveis (mg/l)	44	40 – 70
DQO (mg O ₂ /l)	316	125 – 450
Coliformes totais (NMP/100 ml)	2,4 x10 ⁹	
Nitrogênio total (mg/l)	42,50	
Potássio Total (mg/l)	2,72	
Fósforo (mg/l)	8,31	
pH	7,93	7,2 – 8,1

Fonte: VALENTIM (1999)

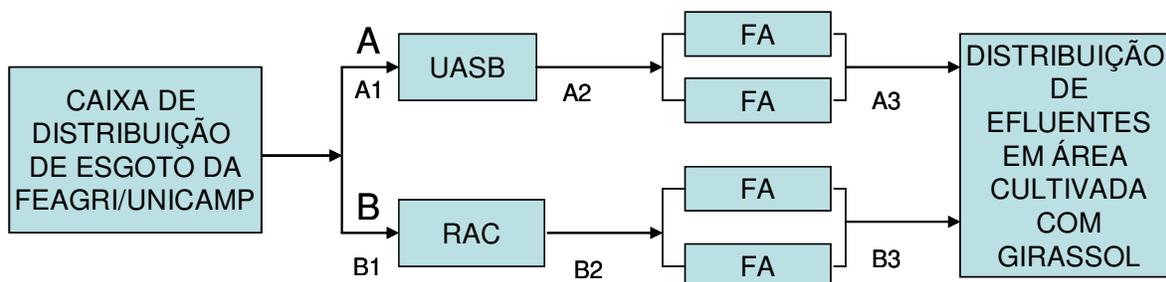
4.3 Descrição do sistema de tratamento

A Figura 2 ilustra um fluxograma dos sistemas experimentais de tratamento de esgoto instalados no Campo Experimental da FEAGRI/UNICAMP, projetado para tratar todo o esgoto da Faculdade de Engenharia Agrícola, o qual possui uma vazão média de 20 m³.dia⁻¹.

Neste caso, não são produzidos efluentes, pois a concepção desses dois sistemas envolve, além do tratamento, a disposição controlada dos efluentes no solo e o uso agrícola desta área com o cultivo de girassol ou outras culturas.

Do esgoto produzido na FEAGRI, cerca de 10 m³.dia⁻¹, passou a ser tratado pelo SITRAE (Sistema Integrado de Tratamento e Reuso Agrícola de Esgoto), constituído por dois sistemas modulares distintos, mostrados na Figura 2, como Linha de Fluxo “A” e Linha de Fluxo “B”. Estas linhas de tratamento são os objetos de estudo deste projeto, operando em condições reais de sazonalidade e sobrecarga do sistema.

Tanto na linha de fluxo “A” de afluente quanto na linha de fluxo “B”, do protótipo experimental instalado na FEAGRI, a quantidade de esgoto a ser tratada corresponde a uma vazão de cerca de 5 m³.dia⁻¹, equivalente a 25% da vazão média total estimada para todo o esgoto produzido na FEAGRI, sendo operados com Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) total de aproximadamente 48 horas, correspondendo ao volume útil total de cerca de 10.000 L para cada sistema, sendo o RAC constituído de três reservatórios com capacidade de 2500, 1500 e 1000L, e o reator UASB de um reservatório de 5000L equipado com separador de fases acrescido do volume útil dos dois Filtros Anaeróbios (FA) de cerca de 5.000L, constituídos de reservatórios de 5000L preenchidos com elementos plásticos vazados.



A1, A2, A3, B1, B2 e B3 Pontos de coleta das águas residuárias.

UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket

RAC – Reator Anaeróbio Compartimentado

FA – Filtro Anaeróbio

Figura 2. Fluxograma geral das instalações de tratamento, disposição e reúso agrícola de esgoto (JAVAREZ JR., 2005).

Os sistemas são submetidos à situação real, existente na FEAGRI, de variação temporal (ao longo do dia, semana, mês etc.) da vazão dos esgotos produzidos, simulando-se a utilização de cada um dos “Sistemas Integrados de Tratamento e Reuso Agrícola de Esgotos” (SITRAE) como um “Módulo” com capacidade de atender a uma comunidade rural com cerca de 40 habitantes (considerando uma produção média diária de 120 L de esgoto por habitante, no meio rural).

4.4 Concepção dos sistemas modulares de tratamento de esgotos

A Figura 3 ilustra a concepção das unidades que compõem o SITRAE, utilizando materiais comerciais de baixo custo e fácil instalação, como reservatórios de fibra de vidro e tubos e conexões de PVC e calhas de latão, adaptados para comunidades rurais.

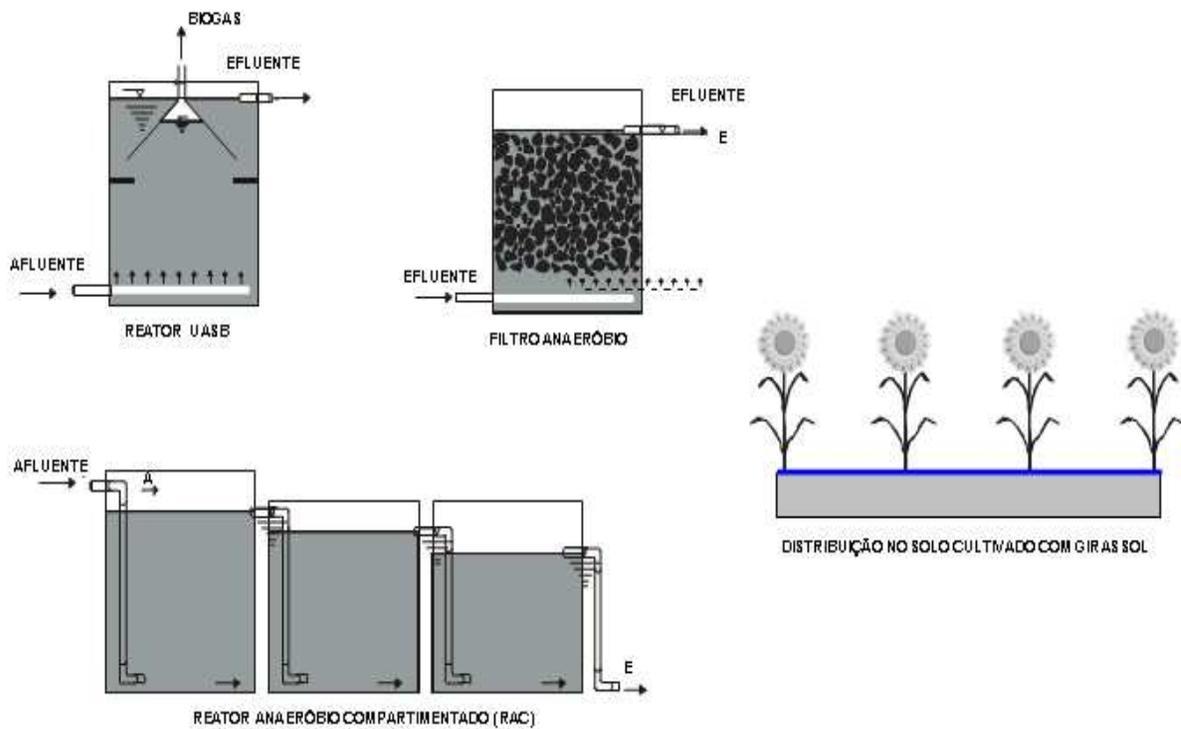


Figura 3. Unidades que compõem o Sistema Integrado de Tratamento e Reuso Agrícola de Esgoto. (Fonte: JAVAREZ JR. 2005).

Seguindo a proposta de concepção de sistemas modulares para tratamento de esgoto de fácil construção e operação, sem a necessidade de bombeamento, construíram-se suportes para os reatores (Figura 4A) com diferentes alturas (Figura 4B), foram construído entradas em forma de estrelas (Figura 4C), colocado no fundo das caixas por serem reatores de configurações circular e de forma a manter o fluxo do esgoto uniformemente distribuído dentro destes, também foi usado anéis plásticos (“Orings”) (Figura 4F), como meio suporte do biofilme nos Filtros Anaeróbios, conforme ilustrado na Figura 4. Detalhes da construção dos reatores, como o sistema de distribuição do afluente nos reatores e o decantador e separador de fases (sólido-líquido-gás) do UASB (Figura 4E), também são mostrados nesta figura. Por serem reatores de configuração circular, os sistemas foram adaptados para as dimensões da caixa de fibra de vidro, porém de forma a manter as exigências técnicas construtivas para este tipo de reator anaeróbio.



4.5 Aplicação do Efluente Tratado nos Canteiros

Neste trabalho parte dos efluentes dos dois sistemas (A e B) utilizados no SITRAE foi encaminhada para reservatórios de armazenamento e rega dos canteiros plantados com girassol.

A distribuição dos efluentes tratados pelos sistemas foi feita em canteiros de 20,0m x 4,0m, construídos com blocos de concreto e com altura livre interna de 0,20m. Os canteiros se localizam ao lado dos reatores anaeróbios no campo experimental da FEAGRI.

São cinco módulos idênticos, em desnível de 0,40m entre cada um, e dispostos como mostram as Figuras 5 e 6, cada módulo (canteiros C1, C2, C3, C4, C5) com a cultura foi submetido a um dos seguintes manejos em ordem decrescente do nível do terreno:

- C1 - Tratamento sem irrigação (Testemunha).

- C2 – Tratamento com irrigação utilizando água do Campo Experimental (SANASA);
- C3 – Tratamento com irrigação utilizando água do Campo Experimental (SANASA) em solo fertilizado com NPK; adubação química de acordo com o Boletim Técnico 100.
- C4 – Tratamento com irrigação utilizando o efluente da linha B (RAC+ Filtro Anaeróbio);
- C5 – Tratamento com irrigação utilizando o efluente da linha A (UASB+ Filtro Anaeróbio).

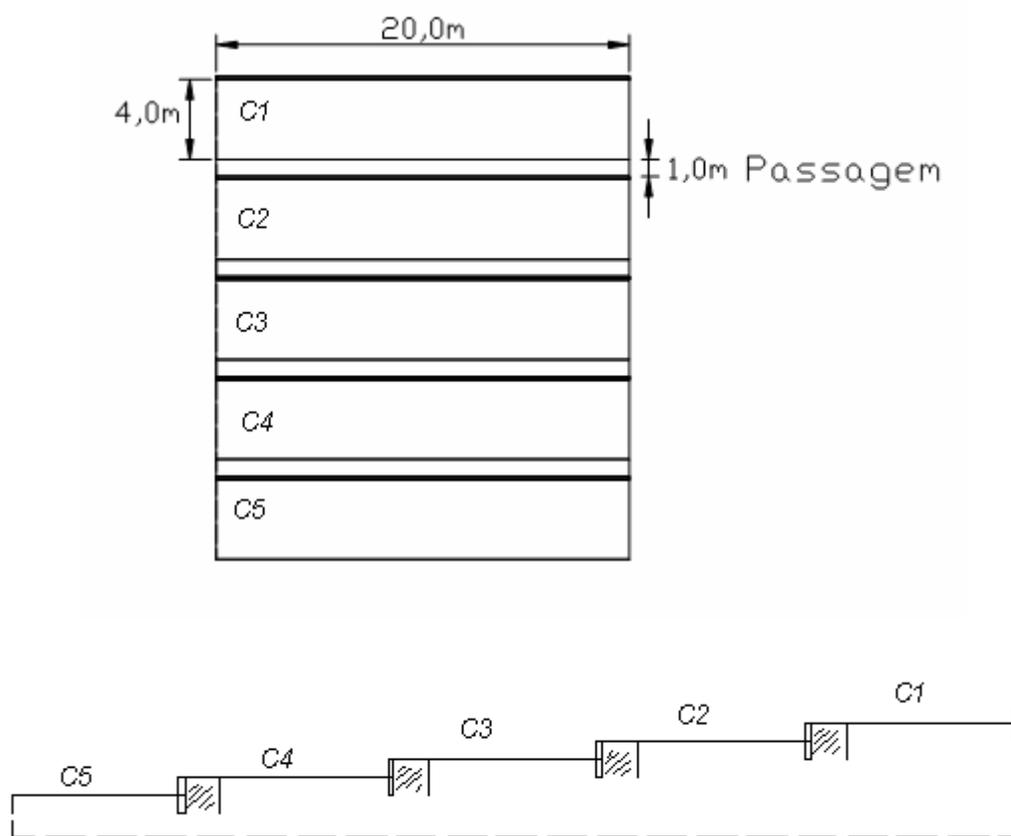


Figura 5. Representação esquemática em corte e planta dos canteiros (sem escala).



Figura 6. Vista lateral (A) e frontal(B) dos módulos dos canteiros em alvenaria de blocos para plantio de girassol.

4.6 Distribuição do efluente tratado nos canteiros

A distribuição do efluente do sistema de tratamento de esgoto, nos canteiros, foi feita por gravidade a partir de sistemas de armazenamento composto de dois reservatórios com capacidade de 1000 litros cada (volume total = 2000 litros), conforme esquematizado na Figura 7 e 8, e ilustrado na Figura 9.

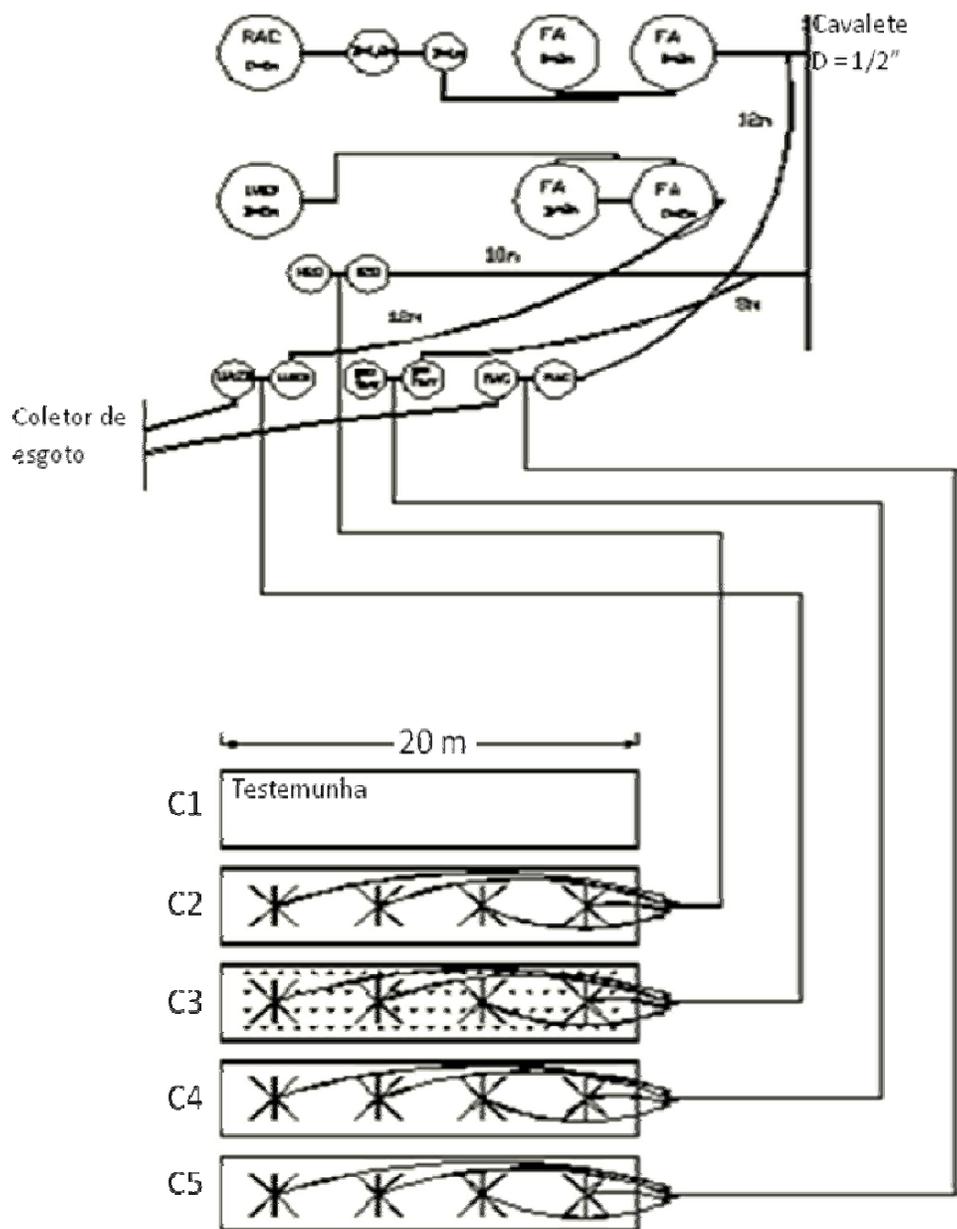


Figura 7. Esquema da montagem dos reatores anaeróbios (RAC e UASB), filtros anaeróbios (FA), caixas de água, sistemas de armazenamento e distribuição do efluente nos canteiros.

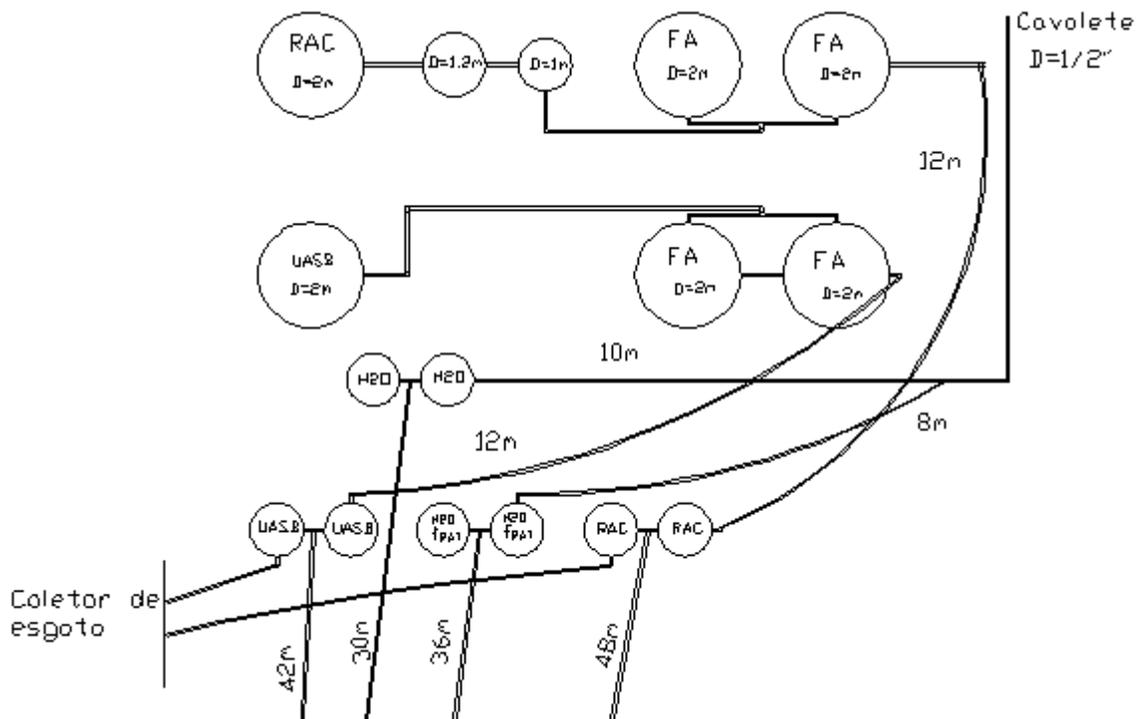


Figura 8. Esquema da montagem dos reatores anaeróbios (RAC e UASB), filtros anaeróbios (FA), caixas de água, sistemas de armazenamento.

Um esquema da montagem do sistema de irrigação nos canteiro esta ilustrado na Figura 9. A distribuição do efluente foi operada manualmente da seguinte forma: cada módulo com dois registros (Figuras 9 C e 9 D), sendo um registro normalmente aberto, e o outro normalmente fechado na saída do reservatório (Figura 9 D). Cada par de válvulas corresponde a um módulo de distribuição do efluente, sendo o efluente em excesso (proveniente dos sistemas de tratamento de esgoto) destinado para a rede de coleta já existente, através de “extravadores” instalados na parte superior dos respectivos reservatórios, precedendo as válvulas de entrada. Esses “extravadores” estão posicionados em um nível abaixo da saída dos sistemas de tratamento, de modo a não haver refluxo para os mesmos, e em um nível acima da entrada dos reservatórios de irrigação, de modo a não haver derivação no fluxo de efluentes antes que os reservatórios estejam cheios. A alimentação com água do campo experimental foi controlada por bóia de superfície de fechamento mecânico instalada nas caixas reservatório (Figura 9 A).

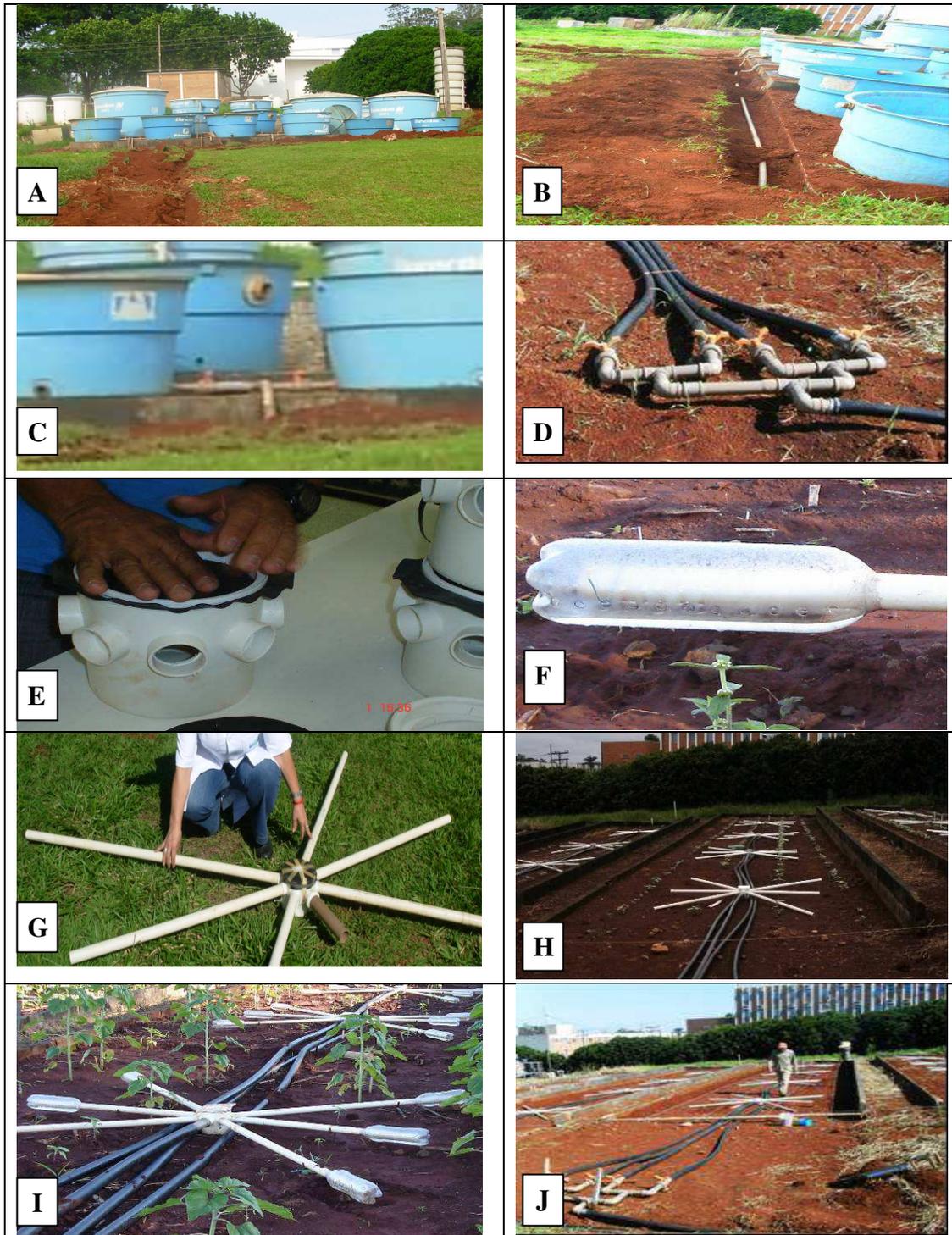


Figura 9. Esquema da montagem do sistema de irrigação nos canteiros, para o plantio da cultura de girassol.

A distribuição de água nos canteiros foi feita da seguinte forma: quatro linhas adutoras feitas com mangotes reciclável percorreram lateralmente os canteiros (Figura 10), e foi subdividida em quatro regiões de distribuição, uma para cada região do canteiro (Figura 9 D) com registro individual para cada região; a partir das derivações da linha adutora foi feito um módulo de distribuição do efluente no canteiro de forma a se reduzir a velocidade do mesmo, minimizando o possível feito erosivo e monitorando-se para que fosse fornecida uma lâmina líquida de cerca de 0,05mm, distribuída por turno de rega em dias alternados, esse módulos foram construídos com caixas sifonados invertidas e coberta com pedaço de borracha reciclada de pneu (Figura 9 E), garrafas PET de 2,0 litros, perfuradas com bastão diâmetro 1,0 cm de vidro quente a uma distância de 3,0 cm de cada furo em ambos os lados e na mesma altura para o nivelamento necessário; foi retirada a parte do gargalo da garrafa e colada nos tubos de PVC (Figura 9 F e I), formando assim a distribuição do efluente em forma de estrela, feita com tubos de PVC, (Figura 9 G),. Um esquema de distribuição de água nos canteiros é mostrado na Figura 10 e Figura 9 H e ilustrado na Figura 11.

O sistema foi acompanhado com coleta de amostras no afluente, nas saídas do reator UASB e RAC e dos filtros anaeróbios, a cada 15 dias, no período de agosto de 2010 a junho de 2011, e as avaliações foram realizadas por meio de comparação entre as épocas de plantio e entre canteiros com e sem disposição de efluente.

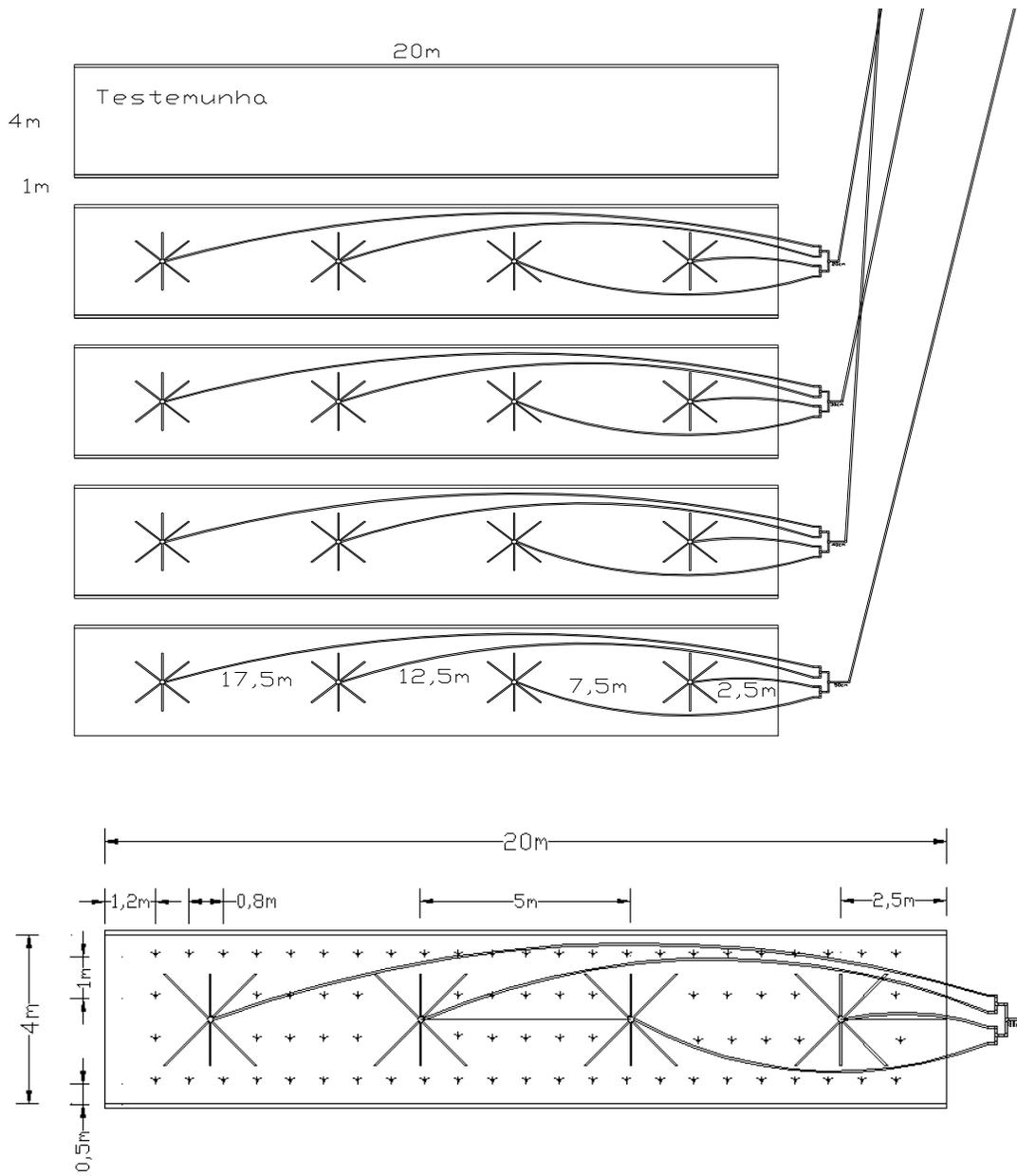


Figura 10. Esquema das distribuições de água e efluente nos canteiros da cultura de girassol.



Figura 11. Vista dos módulos dos canteiros da cultura de girassol com o sistema de irrigação.

O desempenho dos sistemas foi avaliado por meio de análises de laboratório através das determinações de Sólidos sedimentáveis (SSed), sólidos totais (ST), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO). As análises foram efetuadas de acordo com Standard Methods (APHA, 1995) segundo as seguintes metodologias:

Sólidos Sedimentáveis - realizado no cone Imhoff, fornecendo leituras/resultado em ml/L;

Sólidos Totais – determinados após a secagem da amostra em estufa por 24 horas, à temperatura de 105°C;

DQO – realizado com a digestão da amostra com Dicromato de Potássio em um reator DQO HACH, seguida de determinação calorimétrica no espectrofotômetro DR/2010, conforme descrito em (APHA, 1995). O resultado foi obtido pela leitura colorimétrica da amostra corrigida pelo coeficiente angular da reta da curva padrão.

DBO – foi utilizado o kit HACH, que é lido no aparelho DBO Trak – HACH, e nos fornece os valores após cinco dias na incubadora com agitação. A amostra foi preparada com diluição de acordo com a faixa de valores esperados, e aplicando-se “semente de bactérias”, que degradam a matéria orgânica presente e consomem o oxigênio.

4.7 Coleta de Amostras e Análises Químicas de Solos

Para o acompanhamento do efeito do efluente no solo foram coletadas amostras de solos, antes da implantação do experimento e depois das três épocas do plantio, no final do mesmo.

Foram realizadas cinco amostragens em cada módulo, de 0-20 cm e de 20-40 cm de profundidade do solo em cada uma das parcelas conforme apresentada na Figura 12.

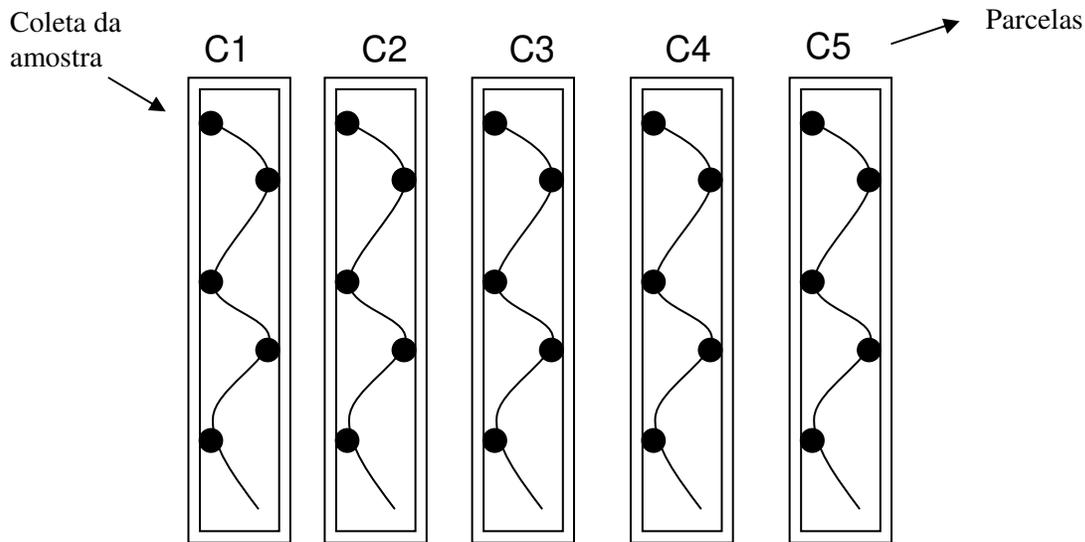


Figura 12. Visão geral dos pontos de amostragem da coleta de solos em cada uma das parcelas.

Foram feitas determinações do teor de nutrientes no solo antes e depois da instalação do experimento, conforme o Standard Methods (AWW/APHA PC, 1995), em laboratório especializado em análises agronômicas, para verificar macronutrientes e micronutrientes: nitrogênio; cálcio; alumínio; magnésio; potássio; hidrogênio; pH (CaCl₂); pH (H₂O); pH (SMP); (H⁺ Al⁺ cmol); fósforo; fósforo (resina); carbono; soma das bases SBC mol; cap troca CTC mol; saturação bases V e matéria orgânica.

A condutividade elétrica foi obtida pela imersão de 50,0 g de solo em 50,0 ml de água destilada, com três repetições, feita em um condutivímetro de bancada para soluções aquosas, modelo Digimed DM31, com célula de condutividade tipo caneta.

As medidas de pH foram feitas em laboratório com auxílio de um potenciômetro. Sua calibragem foi feita com solução tampão (pH 4,01 e 7,01).

4.8 Cultura

A cultura escolhida para o experimento foi o girassol (*Helianthus annuus* L.) variedade ornamental cv. BRS Oásis, cedido pela Embrapa – PR conforme ilustrado na Figura 13, que é uma espécie de cultivo simples e com ciclo curto. Essa variedade é atualmente muito usada para cultivo de plantas ornamentais e são consideradas formas avançadas de agricultura, fazendo uso de técnicas modernas, sendo um dos setores de maior rentabilidade por área cultivada.

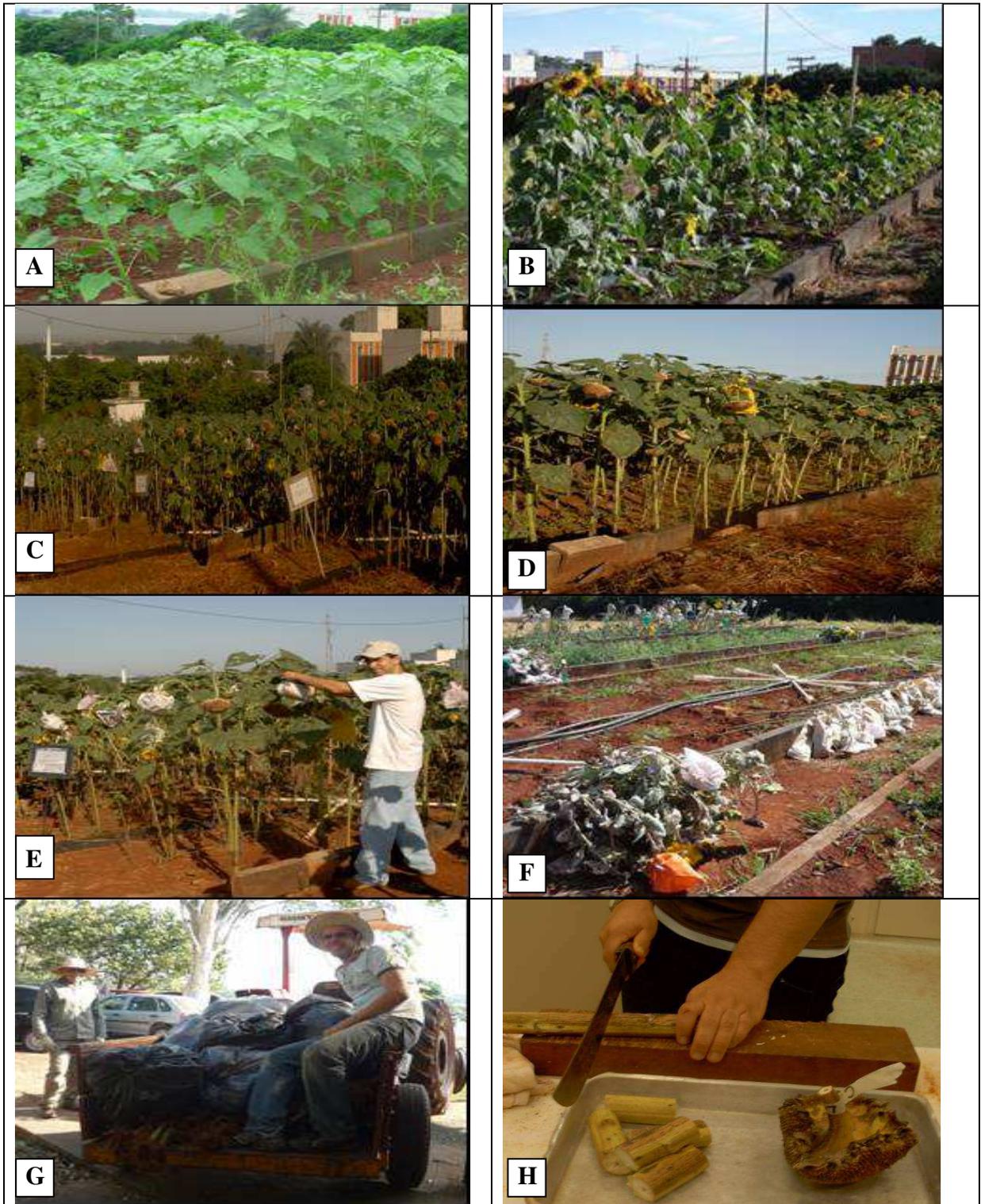


Figura 13. Aspectos da cultura do girassol durante seu desenvolvimento até o final do ciclo (*Helianthus annuus* L.)

Na cultura do girassol foram avaliadas as seguintes variáveis fitomorfológicas: diâmetro dos caules (DC); altura das plantas (HP); diâmetro dos capítulos (DCp); massa seca dos caules e das folhas (MS); número de folhas (NF) e sua produtividade.

O procedimento foi realizado de acordo com as metodologias descritas por BRASIL (2009), estabelecendo-se que a suspensão dos tratamentos de distribuição do efluente deve ocorrer aos 120 dias após a semeadura, cujo critério empregado foi o estágio de maturação fisiológica dos grãos, ou seja, quando os grãos estavam, em torno de 27% de umidade. Neste trabalho a distribuição foi encerrada aos 90 dias após a semeadura, pois se tratava de girassol ornamental e não era do nosso interesse o preenchimento dos grãos e sim as flores.

A Figura 13 ilustra os aspectos da cultura de girassol durante o período de seu desenvolvimento; quando do ensacamento dos capítulos para controle dos ataques de pássaros (Figura 13E), o corte das plantas (Figura 13F), carregamento das plantas (Figura 13G) e envio ao laboratório, procedimento laboratorial para coleta de dados da pesquisa (Figura 13H).

4.9 Plantio

As sementes de girassol têm forma oblonga, sendo por isso difícil sua distribuição uniforme com os dosadores de sementes dos equipamentos, semeadores usados em outras culturas. É, portanto, necessário usar dispositivos distribuidores de sementes específicos para o girassol para manter sua semeadura uniforme, e isso é de particular importância porque há acentuada concorrência entre as plantas do girassol quando há excessos de plantas na linha.

Nessa pesquisa a semeadura foi feita manualmente com o cuidado de variar os sulcos entre dois a quatro centímetros de profundidade para evitar falhas na linha.

As parcelas experimentais utilizadas apresentaram dimensões de 20,0m X 4,0m e cada parcela foram compostas por quatro linhas de semeadura com 20,0m de comprimento. O espaçamento escolhido foi de 1,0m entre linhas e 0,40m entre as plantas de acordo com a recomendação de UNGARO (2000). Uma ilustração do plantio manual do girassol é apresentada na Figura 14.



Figura 14. Plantio da cultura de girassol sendo executado com o auxílio de semeador manual.

Cada uma das quatro linhas (L1, L2, L3, L4) era composta por cerca de 50 plantas de girassol (espaçadas de 0,40 m entre plantas) e cada canteiro (com quatro linhas espaçadas de 1,0 m entre si e afastadas 0,5 m da borda do canteiro), totalizando cerca de 200 plantas, conforme ilustrado na Figura 15.

A semeadura foi realizada quando o solo estava em torno de 60% de teor de umidade, e realizada manualmente em três épocas diferentes: mais precisamente nos dias (18/11/2009 – 20/04/2010 – 03/09/2010).

Aos vinte dias após a emergência das plântulas, efetuou-se o desbaste, para obter uma população final de 25 mil plantas ha^{-1} . Para se evitar o efeito de plantas adventícias na cultura do girassol, foram realizadas duas capinas manuais aos 20 e 40 dias, durante o ciclo e conforme exigência da cultura, após a emergência das plântulas. Não foi realizada nenhuma aplicação de fungicida. A fim de se evitar o ataque de pássaros, no tempo certo os capítulos foram cobertos com rede de tecido não tecido (TNT), logo após o florescimento. O turno de rega foi realizado em dias alternados com 2000 L de água em cada um dos quatro módulos da parcela com seus respectivos tratamentos, deixando somente o canteiro A sem irrigação por se tratar de testemunha sequeiro.

Foram amostradas cinco plantas selecionadas ao acaso por linha, para compor as médias parciais dos resultados (R1, R2, R3 e R4) de todas as determinações efetuadas (conforme indicado no Apêndice).

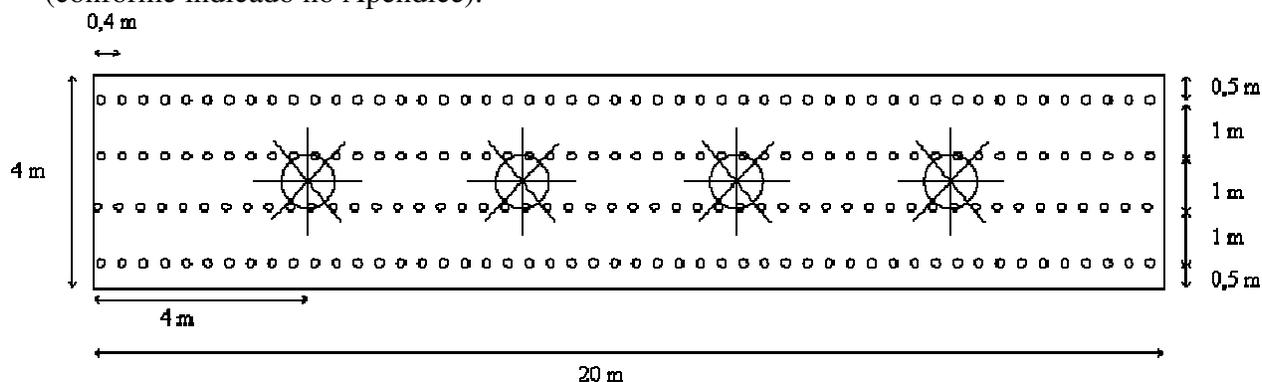


Figura 15. Esquema ilustrativo da distribuição de plantas de girassol nas quatro linhas de cada canteiro.

4.10 Adubação

Em todos os canteiros foi feito a calagem 30 dias antes do plantio com o mesmo tipo de adubação NPK 4-14-8, nas três épocas de plantio, estabelecidos em quatro classes de declividade do terreno e quatro níveis de fertilidade do solo e tendo uma parcela como testemunha. O calcário foi aplicado com 30 dias e 60 dias antes do plantio, e após o plantio foi realizada a adubação de cobertura (NPK) somente no canteiro (C3) de acordo com o boletim 100 do IAC.

- Canteiro (C1) – cultivo convencional – sequeiro (testemunha);
- Canteiro (C2) - cultivo convencional com irrigação;
- Canteiro (C3) - cultivo convencional com irrigação mais adubação de cobertura;
- Canteiro (C4) – cultivo fertirrigado com efluente do RAC;
- Canteiro (C5) - cultivo fertirrigado com efluente com efluente UASB.

4.11 Delineamento Estatístico

Os resultados inteiramente casualizado obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos à análise da variância pelo teste F e a diferença entre as médias foi comparada pelo teste de tukey com nível de significância de 1% com o uso do Programa Assistat.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos dos experimentos de reuso de água na cultura de girassol (*Helianthus annuus* L.) variedade ornamental cv. BRS Oásis, cedido pela Embrapa – PR, conduzido na FEAGRI/UNICAMP, em cinco tratamentos e em três épocas diferentes.

5.1 Caracterização dos Sistemas de Tratamento de Esgoto

O Sistema de tratamento de Esgoto foi caracterizado e teve seu desempenho acompanhado através de coleta de amostras de cada Sistema Modular do reator (UASB), na linha de fluxo A e do (RAC), na linha de fluxo B, nos respectivos pontos A1, A2 e A3 e B1, B2 e B3 conforme fluxo apresentado na Figura 2 das instalações de tratamento, disposição e reuso agrícola de esgoto.

A Tabela 4 apresenta a média do desempenho do sistema avaliado quinzenalmente, através de medidas de concentração de Sólidos Sedimentáveis (SSed), Sólidos Totais (ST) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) do afluente e do efluente dos tanques, todos em mg/L.

Tabela 4. Resultados médios das amostras de afluente (A1), intermediário (A2) e efluente (A3) dos reatores UASB + FA e RAC + FA obtidos para as análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO [mg/L]), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO [mg/L]) e Sólidos Sedimentáveis (SSed [mg/L]); Sólidos Totais (ST [mg/L]), Sólidos Totais Fixos (STF [mg/L]), Sólidos Totais Voláteis (STV [mg/L]) obtidos durante a pesquisa.

Parâmetro	A1 Afluente			A2 Saída do UASB			A3 Saída do Filtro (EF.)		
	Média	CV	DP	Média	CV	DP	Média	CV	DP
DQO	244,06	31,9	77,79	170,79	50,58	86,38	67,44	49,00	33,05
DBO	152,50	35,6	54,32	100,88	47,79	48,21	38,00	42,60	16,18
SSed	2,29	69,8	1,60	0,34	59,1	0,20	0,08	94,30	0,07
ST	780,75	114,9	896,69	342,88	23,5	80,56	296,50	31,90	94,56
STF	344,75	98,4	339,13	209,63	19,8	41,44	221,88	30,30	67,23
STV	477,00	120,5	574,67	137,00	52,5	71,92	74,63	46,50	34,72

Parâmetro	B1 Afluente			B2 Saída do RAC			B3 Saída do Filtro (EF.)		
	Média	CV	DP	Média	CV	DP	Média	CV	DP
DQO	244,14	31,89	77,87	99,96	43,12	43,1	59,11	31,87	18,84
DBO	152,25	35,54	54,10	72,75	62,55	45,50	37,38	48,48	18,12
SSed	2,29	69,77	1,60	0,21	88,71	0,19	0,04	138,01	0,05
ST	360,13	31,18	112,27	303,5	17,22	52,25	263,85	28,88	76,19
STF	219,75	21,45	47,13	192,13	35,25	67,72	190,38	29,08	55,35
STV	477,00	120,48	574,67	111,38	70,43	78,45	106,14	62,66	66,51

Nas Tabelas 13 a 18 do Apêndice, estão os valores dos dados coletados no período de agosto de 2010 a junho de 2011, com uma frequência de coleta de amostras a cada 15 dias, no afluente e nas saídas dos reatores UASB e RAC, e dos filtros anaeróbios, com o experimento em andamento, pois o afluente foi considerado relativamente estável, com os reatores razoavelmente estabilizados, devido à operação do SITRAE já estar implantada desde pesquisas anteriores iniciadas em 2004.

5.1.1 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Tabela 4 apresenta valores médios de DQO no afluente de 244,06 e 244,14 mg. L⁻¹, e as Figuras 16 e 17 apresentam a variação do DQO ao longo do experimento realizado, nos reatores dos sistemas avaliados, diferentes de esgotos domésticos. Os valores encontrados nos pontos A1 e B1 foram inferiores a faixa de 450 a 800 mg de O₂. L⁻¹, descrita por VON SPERLING (1995) como sendo a concentração característica para DQO de esgotos domésticos.

Experimento realizado por MAZZOLA (2003) também apresentou valores baixos de DQO no afluente (entre 93 e 508 mg de O₂. L⁻¹) devido à ocorrência de grandes variações durante o período estudado.

As variações encontradas na DQO podem ser provenientes de picos de vazão, por não ser possível o seu controle inerente às características do esgoto da FEAGRI, ou mesmo algum entupimento na entrada ou arraste de lodo.

No segundo ponto de coleta do fluxo A (ponto A2, saída do UASB), obteve-se um valor médio de 170,79 mg de O₂. L⁻¹, encontrando-se uma remoção no valor de 30,02%, talvez seja por causa da altura do reator e baixa concentração do afluente. A eficiência na remoção de DQO pelo UASB foi inferior ao esperado para o reator, não conseguindo atingir ao mínimo indicado por VON SPERLING (1995) que é de 60%. Quando analisamos os filtros anaeróbios (FA), notou-se que ele promoveu uma melhora no decorrer do experimento, obtendo-se uma redução de 72,37%. O mesmo resultado aconteceu na linha B, com valor de 99,96 mg de O₂. L⁻¹ no efluente do RAC, ponto B2 e de 59,11 mg de O₂. L⁻¹, ponto B3, obtendo-se uma melhor eficiência de remoção da DQO na linha B, a qual apresentou um valor de 75,78%.

Quando comparamos a eficiência de remoção de DQO dos sistemas estudado com os resultados da literatura, verificamos que o desempenho foi próximo aos valores obtidos em reator UASB por MORAIS *et al.* (2001), que constatou eficiência superior entre 70% e 80%,

respectivamente. Comparando-se o desempenho do RAC, verifica-se que seus valores são superiores aos apresentados por VALENTIM (1999) e AISSE *et al.* (2000), que foram de 61% e 58%; respectivamente. A Figura 16 apresenta variação, ao longo do tempo, dos valores de DQO do afluente e efluente das linhas A e a Figura 17 apresenta a variação ao longo do tempo para a linha B.

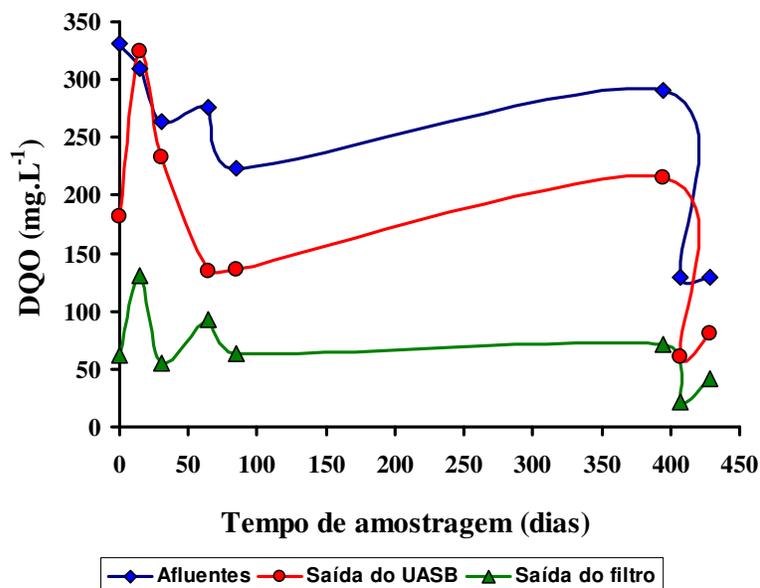


Figura 16. Variação da concentração de DQO (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta do UASB e dois FA, ao longo do experimento.

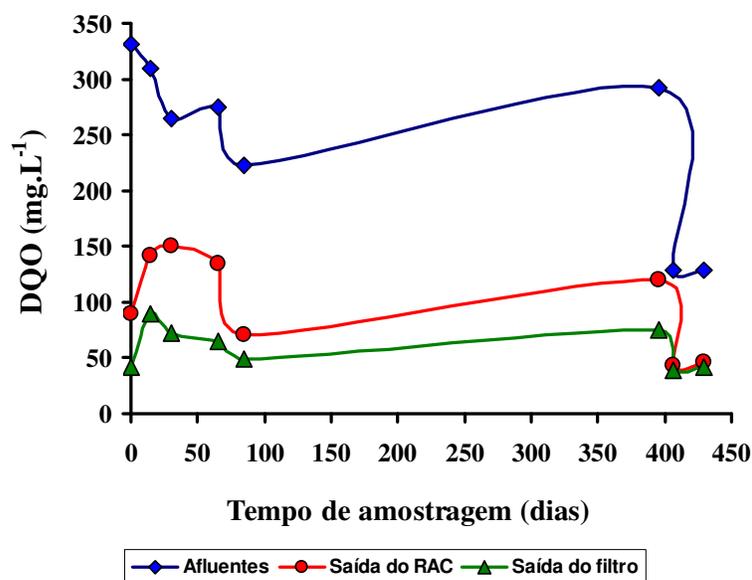


Figura 17. Variação da concentração de DQO (mg.L^{-1}) na linha do Fluxo B composta do RAC e dois FA, ao longo do experimento.

5.1.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Foram também acompanhados os valores de DBO, porém esse indicador e suas variações não são discutidas nesse trabalho por serem consideradas complementares a análise de DQO. Nas Figuras 18 e 19 é apresentado o resumo do comportamento desse indicador.

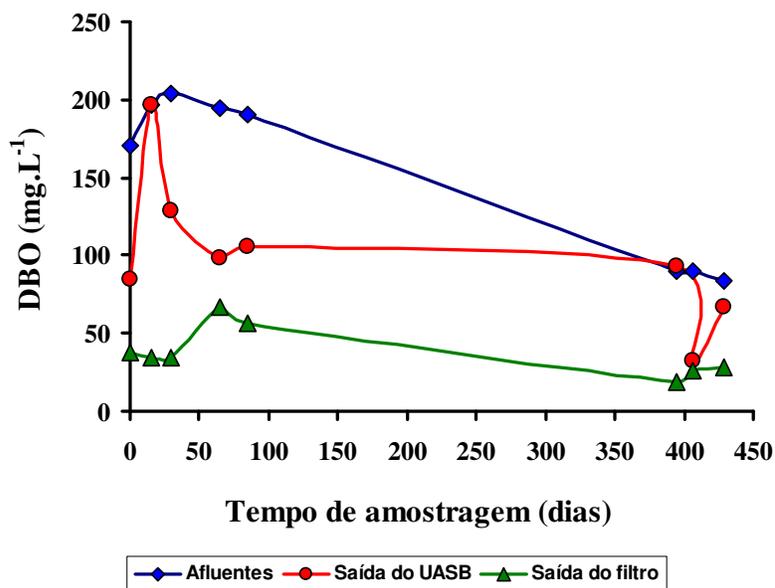


Figura 18. Variação da concentração de DBO (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta do UASB e dois FA, ao longo do experimento.

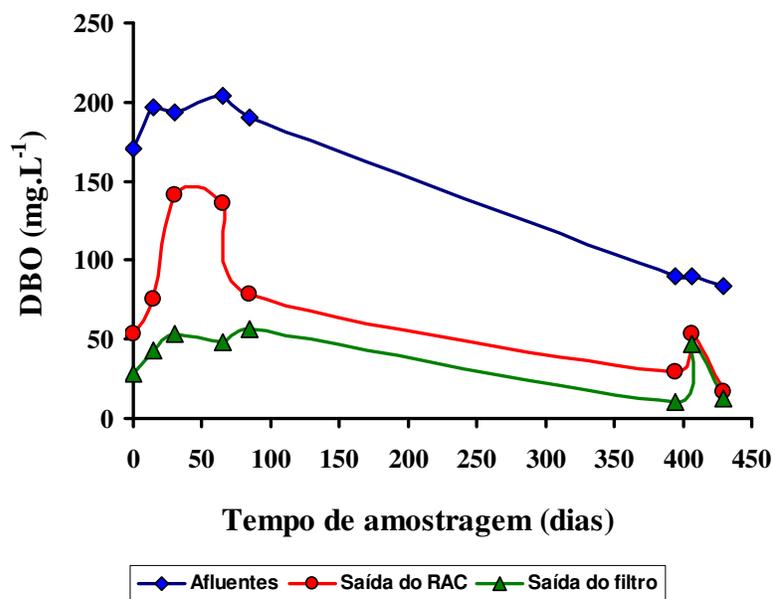


Figura 19. Variação da concentração de DBO (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta do RAC e dois FA, ao longo do experimento.

5.1.3 Sólidos Sedimentáveis (SSed)

Apresentam-se na Tabela 4 as médias dos resultados da variação de sólidos sedimentáveis como também são apresentados nas Tabelas 13 a 18 (Apêndice) os dados coletados nas linhas de fluxo A e B dos sistemas modulares. No reator UASB (na linha de fluxo A) e no RAC (na linha de fluxo B), foi onde ocorreu predominantemente a remoção dos sólidos completada nos filtros Anaeróbios.

VALENTIM (1999) e MAZZOLA (2003) trabalharam com o efluente do esgoto da Faculdade de Engenharia Agrícola, e verificaram variações de sólidos sedimentáveis encontrando valores na faixa de 40 a 70 e de 0,4 a 40 mL.L^{-1} semelhantes aos encontrados durante o nosso experimento conforme pode ser observado nas Tabelas 13 a 18 (Apêndice).

As Figuras 20 e 21 apresentam diagramas ilustrados com a evolução temporal de sólidos sedimentáveis durante o experimento.

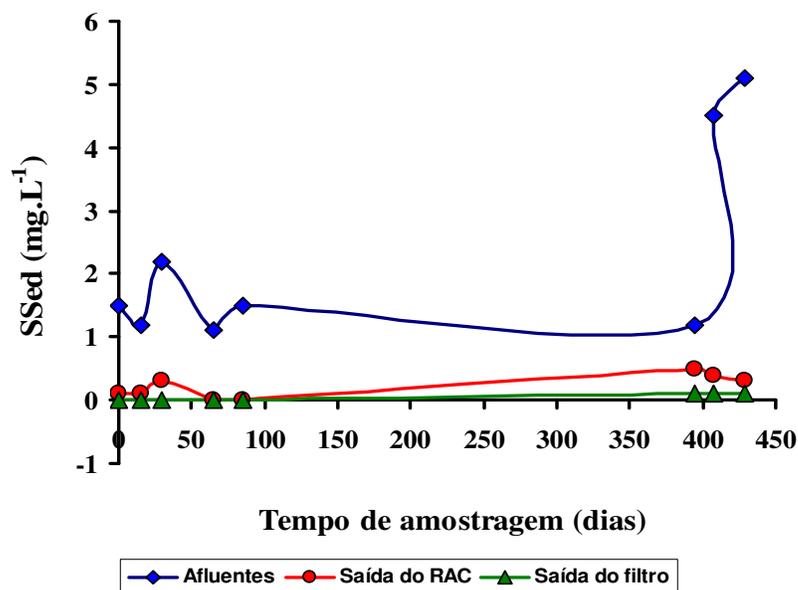


Figura 20. Variação da concentração de sólidos sedimentáveis (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta de RAC e dois FA, ao longo do experimento.

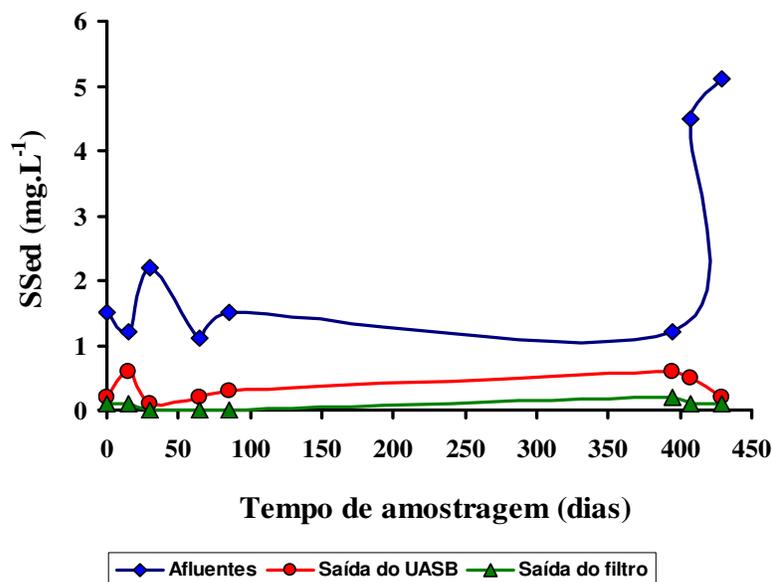


Figura 21. Variação da concentração de sólidos sedimentáveis (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta de UASB e dois FA, ao longo do experimento.

5.1.4 Sólidos Totais (ST)

Na Tabela 4 e nas Figuras 22 e 23 são apresentados os valores de sólidos totais, onde foi observado grande variação ao longo do tempo para cada linha de fluxo.

Para Sólidos Totais, linha de fluxo A (reator UASB), foi observado grandes variações nos valores obtidos no afluente, apresentando concentrações entre 364 e 2840 mg.L^{-1} como mostra a Figura 23, e esses valores foram superiores aos relatados por VON SPERLING (1995), que relatou valores na faixa de 700 a 1350 mg.L^{-1} .

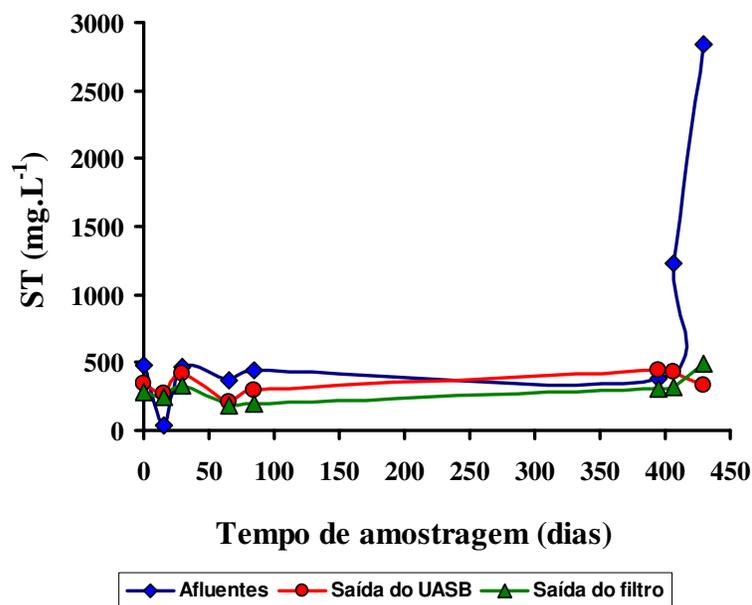


Figura 22. Variação da concentração de sólidos totais (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta de UASB e dois FA, ao longo do experimento.

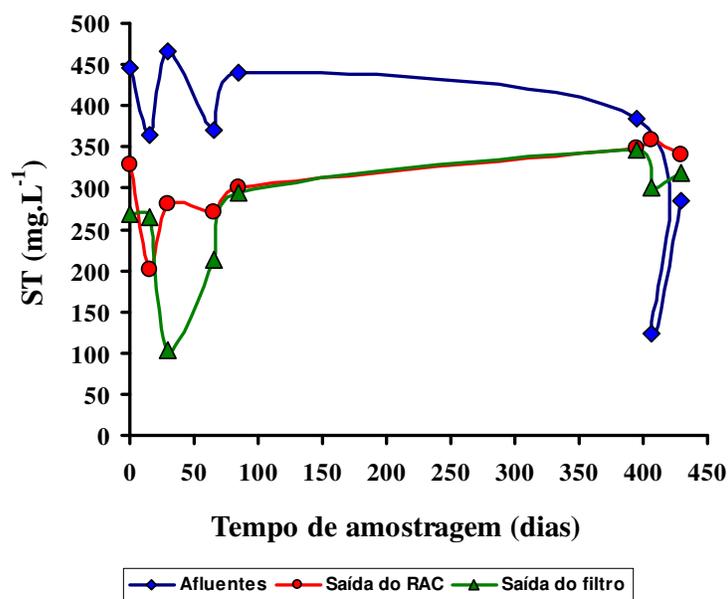


Figura 23. Variação da concentração de sólidos totais (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta de RAC e dois FA, ao longo do experimento.

No ponto A2 (saída do UASB) e B2 (saída do RAC) também encontramos variações, com uma concentração entre 201 e 441 mg.L^{-1} .

5.1.5 Sólidos Totais Fixos (STF)

Nesse experimento tivemos valores entre 201,00 e 1177,00 mg.L^{-1} nos pontos A1 e B1; no ponto A2 e B2 os valores estão entre 32,00 e 299,0 mg.L^{-1} e nos pontos A3 e B3 101,00 e 344,0 mg.L^{-1} , o que atende a legislação e não causa problemas ambientais, sendo que os reatores corresponderam as expectativa da pesquisa. Esses dados estão mostrados na Tabela 4 e nas Figuras 24 e 25 (dados das Tabelas 13 a 18 do Apêndice).

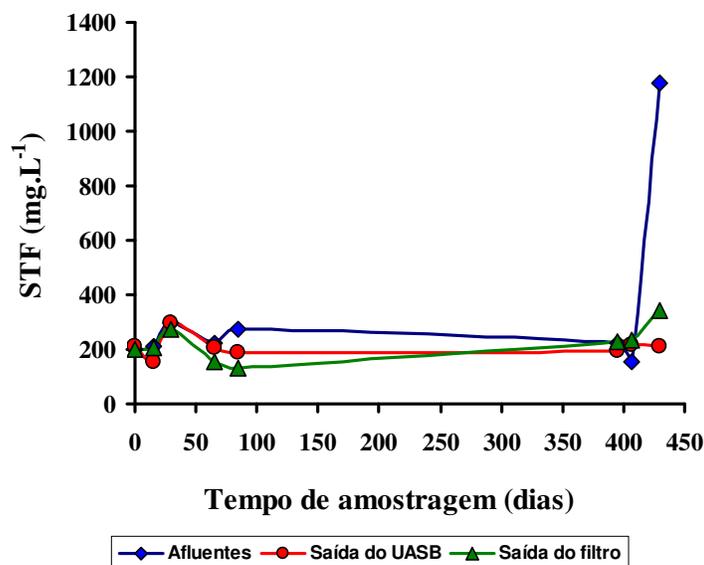


Figura 24. Variação da concentração de sólidos totais fixos (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta de UASB e dois FA, ao longo do experimento.

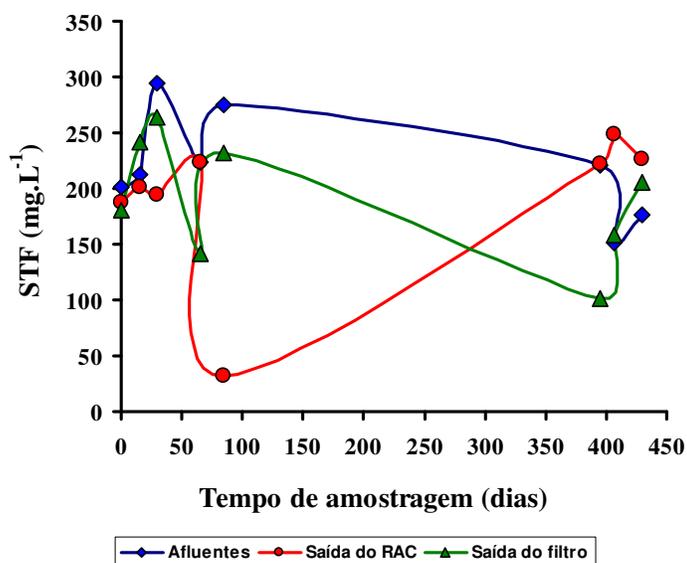


Figura 25. Variação da concentração de sólidos totais fixos (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta de RAC e dois FA, ao longo do experimento.

5.1.6 Sólidos Totais Voláteis (STV)

São apresentados na Tabela 4 e nas Figuras 26 e 27 os resultados médios de Sólidos Totais Voláteis das amostras coletadas durante o experimento (dados integrais se encontram na Tabelas 13 e 18 do Apêndice). Foram acompanhados os valores de Sólidos Totais Voláteis porem esse indicador e suas variações não são discutidos nesse trabalho devido ao seu caráter complementar

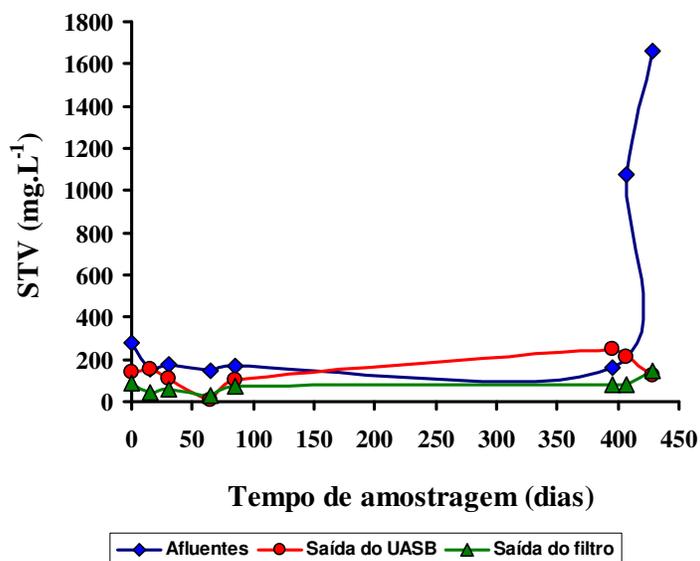


Figura 26. Variação da concentração de sólidos totais voláteis (mg.L^{-1}) na linha do fluxo A composta de UASB e dois FA, ao longo do experimento.

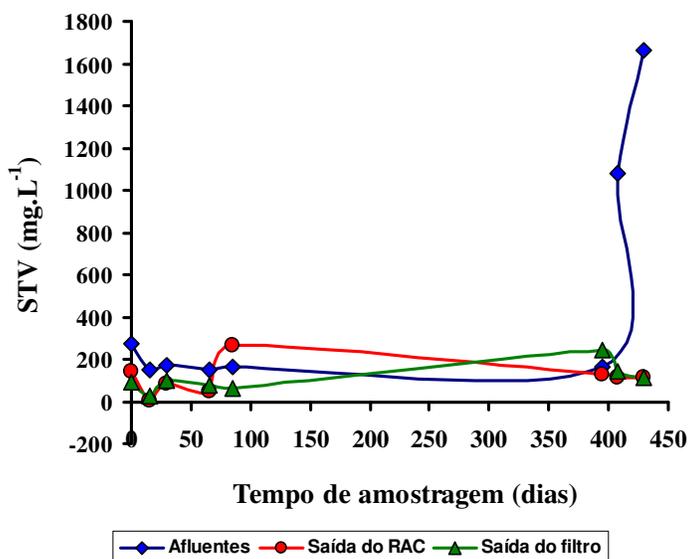


Figura 27. Variação da concentração de sólidos totais voláteis (mg.L^{-1}) na linha do fluxo B composta de RAC e dois FA, ao longo do experimento.

Os resultados de todos os parâmetros analisados obtidos para o afluente são maiores que os obtidos na saída do filtro, efluente dos sistemas, o que comprova a eficiência dos sistemas quanto à remoção do material orgânico. As altas porcentagens de remoção dos parâmetros analisados podem ser vistos na Figuras 27 e 28 e na Tabela 5 demonstrando a boa eficiência dos sistemas.

Tabela 5. Valores obtidos em porcentagem da remoção dos parâmetros analisados.

RAC	% REMOÇÃO	UASB	% REMOÇÃO
DQO	75,79	DQO	72,37
DBO	75,45	DBO	75,08
SSed	98,25	SSed	96,51
ST	26,73	ST	62,02
STF	13,37	STF	35,64
STV	77,75	STV	84,35

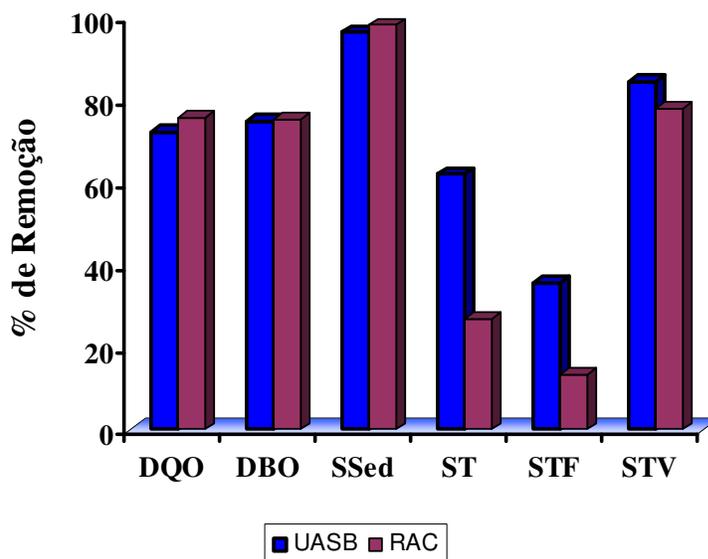


Figura 28. Porcentagem de remoção dos parâmetros analisados no reator UASB e RAC.

5.2 Efeitos da Disposição do Efluente no Solo para a Cultura de Girassol

Para fins práticos, o nível de fertilidade do solo foi avaliado utilizando um conjunto de propriedades químicas, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, respectivamente.

Os resultados dos parâmetros avaliados pH (acidez ativa), matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio + hidrogênio (acidez potencial), capacidade de troca de cátions (saturação por bases) são apresentados nas Tabelas 6 e 7 mostradas a seguir.

Para o seu desenvolvimento esta cultura necessita de uma série de nutrientes, e, se algum dos nutrientes estiver com a dosagem inadequada à planta vai se desenvolver irregularmente, podendo apresentar toxidez ou sintoma de deficiência, e isso acarretará numa redução em sua produtividade. Com os diferentes nutrientes dispostos nos solos de maneira equilibrada para a necessidade das plantas se terá uma melhor produtividade.

5.2.1 Matéria Orgânica (MO)

Os atributos químicos de maior importância para o ponto de vista de nutrição das plantas são: a matéria orgânica do solo que se apresenta na camada superficial nos 5 - 10 cm de profundidade, e a concentração de bases (Ca, Mg, e K) que reflete nos valores de saturação por bases (V%).

O indicador % Saturação de base representa a disponibilidade de minerais para a nutrição das plantas, e também ele tem uma correlação forte com a lixiviação do solo.

Os valores iniciais de % Saturação de Base nos canteiros C4 (RAC) e no canteiro C5 (UASB), conforme mostrado a seguir nas Tabelas 6 e 7, já eram menores em relação aos outros canteiros analisados nesse experimento.

Comparando valores de antes (início do plantio) e depois (final do plantio) do experimento, observamos que os canteiros irrigados com o efluente tratado mantiveram a qualidade do solo e com isso tem-se o custo diminuído da adubação, como mostra a comparação com o canteiro C3 (com fertilizante).

Tabela 6. Análise de macronutrientes do solo efetuado na profundidade de 0-20 cm antes e depois da cultura de girassol.

	Macronutrientes									
	C1		C2		C3		C4		C5	
	(0-20) Antes	(0-20) Depois								
pH(CaCl ₂)	5,40	4,60	4,90	4,70	4,80	4,90	4,60	4,40	4,70	4,80
pH(H ₂ O)	6,10	5,20	5,60	5,40	5,50	5,50	5,20	5,00	5,40	5,40
pH(SMP)	6,55	5,70	6,30	5,95	6,15	6,00	6,00	5,70	6,05	5,95
Hidrog+alum.H+Al cmol	2,40	5,80	3,10	4,50	3,60	4,20	4,20	5,80	4,00	4,50
Alumínio Al	ALD	0,20	ALD	0,10	ALD	ALD	0,30	0,60	0,10	ALD
Cálcio Ca	3,40	3,00	3,20	2,90	3,10	2,60	2,30	1,70	2,30	2,90
Magnésio Mg	0,90	0,70	0,80	0,70	0,80	0,70	0,60	0,80	0,70	0,70
Potássio K	0,51	0,26	0,41	0,17	0,32	0,16	0,23	0,19	0,22	0,17
Fósforo (Mehlich) P	5,00	3,00	3,00	2,00	3,00	4,00	3,00	2,00	9,00	1,00
Fósforo (resina) P	12,00	7,00	7,00	5,00	6,00	9,00	7,00	5,00	20,00	3,00
Carbono C (g/dm ³)	23,00	15,00	23,00	14,00	24,00	13,00	25,00	14,00	23,00	13,00
Matéria Orgânica %	4,00	2,60	4,00	2,40	4,10	2,20	4,30	2,40	4,00	2,20
Soma de bases SBC mol	4,81	3,96	4,41	3,77	4,22	3,46	3,13	2,69	3,22	3,77
Capac Troca CTC mol	7,21	9,76	7,51	8,27	7,82	7,66	7,33	8,49	7,22	8,27
Saturação Bases V %	66,71	40,57	58,72	45,59	53,96	45,17	42,70	31,68	44,60	45,59
Nitrogenio N %		0,20		0,13		0,20		0,20		0,20

AND – Abaixo Limite Detecção; C1 = testemunha; C 2= água da SANASA; C 3 = nutrientes NPK; C 4 = RAC (reator anaeróbio compartimentado + filtro Anaeróbio); C 5 = UASB (upflow Anaerobic sludge blanket + filtro anaeróbio).

Tabela 7. Análise de macronutrientes do solo efetuado na profundidade de 20-40 cm antes e depois da cultura de girassol.

	Macronutrientes									
	C1		C2		C3		C4		C5	
	(20-40) Antes	(20-40) Depois	(20-40) Antes	(20-40) Depois	(20-40) Antes	(20-40) Depois	(20-40) Antes	(20-40) Depois	(20-40) Antes	(20-40) Depois
pH(CaCl ₂)	5,10	4,80	4,90	4,90	4,60	4,80	4,60	4,60	4,60	4,60
pH(H ₂ O)	5,80	5,40	5,50	5,50	5,30	5,40	5,20	5,20	5,30	5,20
pH(SMP)	6,40	6,00	6,25	6,05	6,05	5,95	5,95	5,80	5,95	5,85
Hidrog+alum.H+Al cmol	2,80	4,20	3,30	4,00	4,00	4,50	4,50	5,20	4,50	5,00
Alumínio Al	ALD	0,10	ALD	ALD	0,20	0,10	0,30	0,30	0,30	0,20
Cálcio Ca	2,80	3,40	2,90	2,40	2,10	2,40	2,40	2,60	2,00	2,10
Magnésio Mg	0,70	0,80	0,60	0,60	0,50	0,70	0,60	0,70	0,50	0,60
Potássio K	0,35	0,27	0,29	0,14	0,21	0,15	0,18	0,15	0,17	0,18
Fósforo (Mehlich) P	3,00	3,00	2,00	4,00	2,00	10,00	3,00	2,00	3,00	4,00
Fósforo (resina) P	6,00	6,00	5,00	7,00	4,00	3,00	7,00	4,00	6,00	8,00
Carbono C (g/dm ³)	16,00	110,00	17,00	9,00	18,00	8,00	19,00	8,00	17,00	8,00
Matéria Orgânica %	2,80	1,90	2,90	1,50	3,10	1,40	3,30	1,40	2,90	1,40
Soma de bases SBC mol	3,85	4,47	3,79	3,79	2,81	3,25	3,18	3,45	2,67	2,88
Capac Troca CTC mol	6,25	8,67	7,09	7,14	6,81	7,75	7,68	8,65	7,17	7,88
Saturação Bases V %	57,89	51,56	53,46	43,98	41,26	41,94	41,41	39,88	37,24	36,55
Nitrogênio N %	0,13		0,13		0,13		0,07		0,13	

AND – Abaixo Limite Detecção; C1 = testemunha; C2 = água da SANASA; C3 = nutrientes NPK; C4 = RAC (reator anaeróbio compartimentado + filtro Anaeróbio); C5 = UASB (upflow Anaerobic sludge blanket + filtro anaeróbio).

Observou-se também que, com o aumento da profundidade de coleta de amostra houve um decréscimo nos valores de alguns atributos, principalmente da matéria orgânica e da saturação por base. Todos os canteiros tiveram redução na matéria orgânica devido à não reposição da mesma, pois toda a palhada era retirada dos canteiros, o que é característico de regiões tropicais.

Para efeito de comparação, um solo é considerado fraco quando possui a quantidade de matéria orgânica inferior a 1,5%, médio entre 1,5 a 5,0%, e rico acima de 5,0%. De acordo com SILVA (2002) na classificação da matéria orgânica é considerado que 10 g.dm⁻³ de matéria orgânica é equivalente a 1%. Nas Tabelas 6 e 7 são apresentados os resultados das análises de Matéria Orgânica, oscilando a concentração entre 2,80 e 3,30, classificando-se como solo com teor médio de matéria orgânica, considerando esse teor para todos os tratamentos.

Para o canteiro C3, no qual foram feitas às adubações como recomendado para a cultura, o teor de Fósforo Mehlich aumentou consideravelmente nas duas camadas de profundidade analisadas, o mesmo não acontecendo com os demais canteiros C1, C2, C4 e C5.

O consumo de potássio pelas plantas foi também verificado pela análise de solo onde todos os tratamentos, inclusive o testemunha, tiveram seu nível menor na avaliação final na análise de solo. O potássio é o nutriente absorvido em maiores quantidades, porém a redistribuição para os aquênios é baixa, indicando que grande parte do potássio acumulado pode retornar ao solo com a decomposição dos restos culturais. A análise de nitrogênio foi realizada somente no final do terceiro plantio, pois houve um problema nos resultados da primeira coleta de solo então foi desconsiderado o valor obtido.

Os valores de pH em CaCl_2 que obtivemos nas análises de solo foi o máximo de 5,40 e no mínimo de 4,60 antes da instalação da cultura e os valores máximo de 4,90 e mínimo de 4,60 para depois da retirada da cultura na profundidade de 0-20 cm. Nas profundidades de 20 – 40 cm obtivemos os valores máximo 5,10 e mínimo de 4,60 antes da instalação da cultura e máximo de 4,90 e mínimo de 4,60 para depois da retirada da cultura.

Segundo RAIJ *et al.* (1997), amostras de solo na profundidade de 20–40 cm conseguem diagnosticar possíveis anomalias no desenvolvimento radicular das plantas, principalmente culturas menos tolerante a acidez do solo, quando a concentração de cálcio forem inferiores a $4,0 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ e de alumínio superior a $5,0 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$. Os mesmos autores dizem também que a análise de potássio quando apresenta seu resultado alto, indica lixiviação de nutrientes, que não ocorreu nesse trabalho, como mostram as Tabelas 6 e 7.

JAVAREZ JR. (2005) também verificou redução nos teores de matéria orgânica e atribuiu essa redução à decomposição inerente ao material, acelerada pelas condições do clima, como umidade e temperatura do solo.

5.2.2 Condutividade Elétrica (CE)

A condutividade elétrica está relacionada com capacidade que o solo analisado possui de conduzir corrente elétrica. Quando analisamos as variações de condutividade elétrica, apresentadas na Tabela 8 nas análises realizadas antes e após os plantios da cultura de girassol, observa-se que houve uma grande diferença entre elas em função da concentração de sólidos dissolvidos, principalmente sais inorgânicos, os quais podem causar a salinização do solo

quando do reuso agrícola e também devido ao consumo dos nutrientes pela planta. Em nosso experimento a variação da condutividade elétrica apresentou uma grande diferença nas diferentes profundidades de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm do início para o final do plantio, ficando o valor maior na profundidade de 20 - 40 cm onde se encontra a maior parte da radiciação das plantas.

Tabela 8. Resultado das análises de condutividade do solo antes e depois do plantio, coletado na profundidade de 0 - 20 cm e de 20 - 40 cm.

Amostra	Condutividade elétrica do solo ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)										
	C1		C2		C3		C4		C5		
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
	0 - 20cm		0 - 20cm		0 - 20cm		0 - 20cm		0 - 20cm		
1	89,6	32,3	82,2	32,9	62,4	29,9	63,7	48,8	63,7	44,1	
2	81,9	36,4	79,9	31,2	68,2	29,0	61,2	50,4	61,2	42,1	
3	86,8	35,1	78,3	31,8	65,2	32,6	59,7	48,1	59,7	44,6	
Média	86,1	34,6	80,1	32,0	65,3	30,5	61,5	49,1	61,5	43,6	
D. Padrão	3,2	1,7	1,6	0,7	2,4	1,5	1,6	1,0	1,6	1,1	
CV	3,70	4,94	2,00	2,20	3,63	5,02	2,68	1,96	2,68	2,48	
		20 - 40cm		20 - 40cm		20 - 40cm		20 - 40cm		20 - 40cm	
1	131,7	30,9	81,6	36,5	78,5	30,6	88,3	48,0	122,6	41,5	
2	114,7	31,2	88,2	31,0	82,7	31,2	89,5	46,9	121,9	48,4	
3	129,9	31,0	90,3	32,6	81,7	34,6	89,5	41,3	128,9	46,4	
Média	125,4	31,0	86,7	33,4	81,0	32,1	89,1	45,4	124,5	45,4	
D. Padrão	7,6	0,1	3,7	2,3	1,8	1,8	0,6	2,9	3,1	2,9	
CV	6,08	0,40	4,28	6,92	2,21	5,48	0,63	6,46	2,53	6,38	

O aumento da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva reduz significativamente o acúmulo de massa seca total das plantas, das folhas, das hastes, das raízes e dos capítulos, além de afetar a área foliar e a altura das plantas do girassol ornamental, afirma SILVA *et al.* (2009), demonstrando que neste experimento onde a CE foi mais baixa no final do experimento contribuiu para a não redução do crescimento das plantas e do acúmulo da massa seca.

Segundo RAIJ (2003), afirma que os problemas para as plantas ocorrem quando a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo supera o valor de $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, portanto

neste experimento podemos afirmar que não existe nenhum grau de restrição para a cultura de girassol.

5.2.3 Análise Foliar

Os resultados de análise foliar são apresentados na Tabela 9. Em relação aos macronutrientes, pode-se observar variações significativas em cada canteiro em diferentes elementos químicos, sendo que no canteiro C4 (com tratamento do UASB), obteve-se o valor mais alto para a maioria dos elementos, com exceção do potássio que ficou com o valor inferior aos canteiros C1 e C3 e do Nitrogênio com valor inferior ao canteiro C5.

Tabela 9. Resultados médios do teor foliar de N, P, K, Ca, Mg e S em folhas diagnóstico na cultura de girassol.

Macronutrientes (g.kg ⁻¹)						
	Parâmetros	Canteiro A	Canteiro B	Canteiro C	Canteiro D	Canteiro E
Nitrogênio N	33 - 35	37,90	38,90	39,30	48,30	50,10
Fósforo P	4 - 7	1,80	2,70	2,50	3,40	3,50
Potássio K	20 - 24	43,80	36,50	33,80	32,30	2,93
Cálcio Ca	17 - 22	30,8	31,00	27,00	32,00	31,30
Magnésio Mg	9 - 11	5,50	6,00	4,70	6,80	6,80
Enxofre S	5 - 7	3,20	3,90	3,80	4,60	4,80
Micronutrientes (ppm)						
Ferro Fé	150 - 300	160,0	186,0	850,0	250,0	145,0
Manganês Mn	300 - 600	245,0	184,0	115,0	500,0	620,0
Cobre Cu	30 - 50	20,0	24,0	21,0	34,0	28,0
Zinco Zn	70 - 140	38,0	40,0	31,0	50,0	48,0
Sódio Na		40,0	42,0	50,0	45,0	46,0
Boro B	50 - 70	26,0	54,0	280,0	74,0	52,0

Em relação aos micronutrientes o tratamento utilizado no canteiro C3 ficou com a maior parcela de ferro, sódio e boro elemento essencial da cultura de girassol. O canteiro C5 apresentou maior concentração em manganês e zinco. Quando comparado as análise de nitrogênio e fósforo do solo com as análises foliar pode-se observar que em relação ao fósforo houve uma queda em seu valor de 70%, e quanto ao nitrogênio um aumento de 40%.

Segundo VON SPERLING (2005), o fósforo é um dos elementos essenciais para o crescimento dos microrganismos e algas. As maiores fontes de fósforo nas águas residuária são provenientes da excretação humana ou animal, de detergentes ou outros produtos sintéticos e de elementos químicos utilizados no tratamento de água potável.

5.3 Desenvolvimento da Cultura do Plantio de Girassol

São apresentados os resultados segundo a ordem de estudo do solo, do reuso de efluente e da produção da cultura do girassol. A cultura de girassol exige consideráveis teores de nutrientes do solo, fato que faz com que a fertilidade natural do solo e/ou a aplicação de adubos, seja insuficiente para manter esta necessidade por muito tempo. Segundo SOUZA *et al.* (2001), como os nutrientes devem ser repostos ao solo através de adubação, o reuso das águas residuárias domésticas (que dispõem de micros e macronutrientes) funciona como fertirrigação, fazendo com que a adubação artificial seja substituída com o mesmo rigor.

A exigência hídrica varia de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, ficando o total entre 600 e 1000 mm, dependendo do clima e do cultivar. Neste trabalho foi usada uma lâmina de 0,25 mm de água e reuso, porém, as necessidades hídricas do girassol não se encontram plenamente definidas, sendo que em sua maioria, valores de 400 a 600 mm de água bem distribuídos durante o ciclo da planta são suficientes para resultarem em rendimentos próximos ao potencial máximo (FAO Boletim 247, 1977).

A translocação de assimilados dentro da planta está intimamente relacionada à evapotranspiração, sendo que a necessidade de água aumenta com o desenvolvimento da planta. No caso do girassol, essa demanda pode partir de valores próximos a 0,5 e 0,7 mm/dia durante a semeadura e emergência, e chegar a 6 e 8 mm/dia na fase de floração e enchimento de grãos, isso quando não superam 10 mm diários no mesmo período.

Os experimentos e as avaliações na cultura de girassol foram feitos em três épocas ou fases. A primeira foi em um período muito quente e chuvoso (semeados em 18/11/2009). A segunda fase (semeada em 20/04/2010), apesar de ser em um período de déficit hídrico, ocorreram chuvas, e o mesmo acontecendo no terceiro período de plantio (semeados em 03/09/2010), também muito chuvoso, como apresentado na Figura 29, a qual caracteriza a quantidade de água disposta nas diferentes épocas de plantio durante o período do experimento.

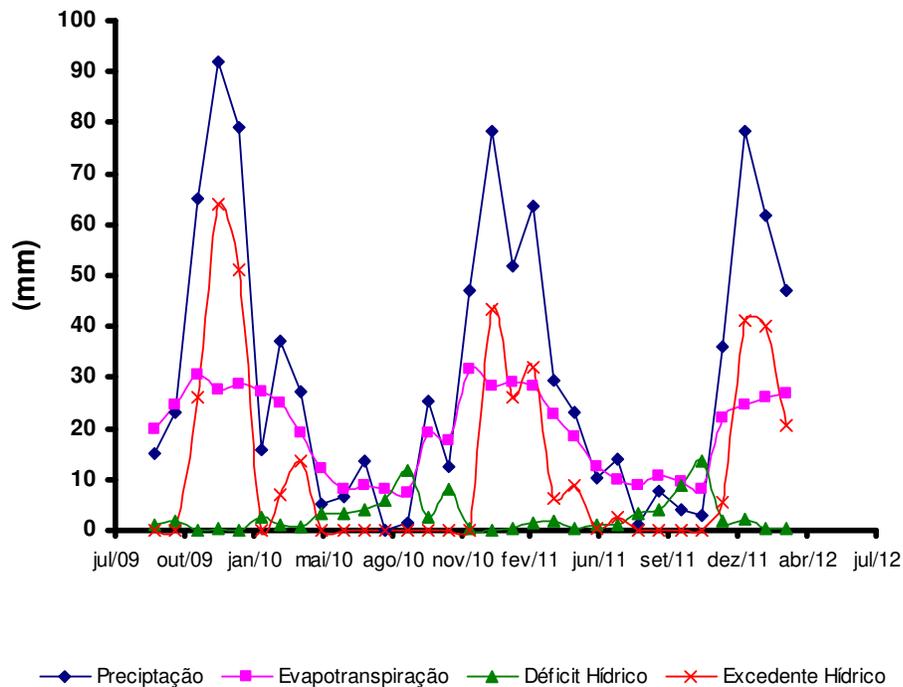


Figura 29. Balanço hídrico da região de Campinas, de 2009 a 2012 segundo normas climatológicas da seção de Climatologia Agrícola do CEPAGRI/UNICAMP.

As características da cultura do girassol foram avaliadas através dos seguintes parâmetros de controle: número de folhas (NF), altura de plantas (HP), diâmetro de caule (DC), diâmetro de capítulos (DCP), matéria seca (MS), nas parcelas onde foram aplicados os tratamentos. Os resultados médios estão apresentados na Tabela 10 e nas Figuras 30, 31, 32 e 33 (individuais para todas as avaliações), podendo-se avaliar possíveis diferenças no desempenho agrônomo da cultura em estudo. As determinações operacionais realizadas ao longo do experimento estão apresentadas no apêndice (Tabelas de 19 a 49).

Foi observado que o tratamento do canteiro C3 (água + NPK) onde foi feito o plantio como é recomendado através do Boletim Técnico n° 188 do Instituto Agrônomo de Campinas, diferentemente do que se esperava, e em todas as épocas, foi onde se obteve a maior diferenciação para todas as avaliações feitas, para determinar o melhor tratamento e a melhor época de plantio da cultura de girassol.

Tabela 10. Resultados das médias do número de folhas (NF), diâmetro do capítulo (DCp), altura da planta (HP), diâmetro do caule (DC) e matéria seca (MS) dos cinco canteiros e das três épocas de plantio do girassol ornamental do cultivar BRS Oásis.

Canteiro	NF		DC _(cm)		HP _(cm)		DCp _(cm)		MS(g)	
Primeiro Plantio										
C1	25,45	A,a	16,62	A,ab	203,67	A,a	25,09	A,a	110,04	A,ab
C2	24,75	A,a	13,55	A,ab	201,19	A,a	21,40	AB,a	80,91	AB,a
C3	22,30	A,a	12,53	A,a	178,60	A,a	16,88	B,b	59,69	B,a
C4	24,40	A,a	14,66	A,a	188,60	A,a	21,62	AB,a	75,63	B,b
C5	23,05	A,b	12,84	A,b	180,33	A,a	18,63	B,a	74,30	B,b
Média	23,99		14,04		190,48		20,72		80,11	
Segundo Plantio										
C1	26,00	A,a	14,85	BC,b	184,95	A,b	15,79	AB,b	109,20	BC,b
C2	22,45	B,b	12,08	C,b	57,50	B,c	14,08	BC,b	70,30	C,a
C3	24,79	A,ba	13,97	C,a	171,45	A,a	10,45	C,b	62,06	C,a
C4	24,79	AB,a	17,32	AB,a	184,21	A,a	19,02	A,a	146,54	AB,a
C5	26,20	A,a	19,69	A,a	189,97	A,a	16,13	A,a	162,88	A,a
Média	24,85		15,58		157,62		15,09		110,20	
Terceiro Plantio										
C1	26,65	A,a	18,15	AB,a	199,14	A,ab	23,25	AB,ab	143,46	AB,a
C2	23,45	B,ab	15,30	CD,a	181,44	AB,b	22,45	B,a	99,58	B,a
C3	24,66	AB,a	13,24	D,a	109,29	C,b	31,66	A,a	49,62	C,a
C4	26,51	A,a	17,35	BC,a	177,93	B,a	19,47	B,a	142,12	AB,a
C5	23,45	B,ab	20,27	A,a	176,61	B,a	19,44	B,a	161,14	A,a
Média	24,94		16,86		168,88		23,25		119,18	

* Médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem entre si entre os canteiros para o teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem entre si entre os plantios para o teste de Tukey ($p < 0,05$).

5.3.1 Número de Folhas (NF)

Para a variável número de folhas, onde as médias são mostradas na Tabela 10 e os dados se encontram nas Tabelas 19 a 32 do Apêndice não houve diferença estatística significativa, como mostra o teste de Tukey, avaliado através das letras maiúsculas entre os canteiros e letras minúsculas quando comparado entre os plantios, sendo que o primeiro plantio apresentou a melhor homogeneidade. Pode-se verificar que este teve comportamento semelhante nos cinco tratamentos e nas três épocas de plantio.

A análise ilustrada do perfil dos tratamentos ao longo do ciclo para as variáveis do número de folhas está ilustrada na Figura 30.

BONACIN (2002), estudando o crescimento de plantas, produção e características das sementes de girassol, observou decréscimo do número de folhas verdes, durante as avaliações,

caracterizando a fase final da maturação com a senescência e a perda de folhas, assim como foi observado em nosso experimento.

O ponto de máximo do número de folhas foi atingido em média aos 42 dias após a emergência e a partir daí houve perdas de folhas quando dá início a senescência assim como afirma GUITMAN *et al.*, 1991; SMART, 1994; CRAFTS-RANDER *et al.*, 1998, e ocorre devido a altas quantidades de nitrogênio que são mobilizadas das folhas para outros tecidos que estão em crescimento como, por exemplo, as flores.

A Figura 30 mostra o ponto da ascendência e quando começa o declínio das quedas das folhas durante o período da cultura de girassol, por volta 42 dias após a sementeira. Para a execução desse perfil tomou-se a média das três épocas do plantio para cada canteiro. Pode-se ver na Figura 30 que os cinco canteiros não mostram diferença estatisticamente a nível de 5% conforme enfatizado essa diferença na apresentação da Tabela 10.

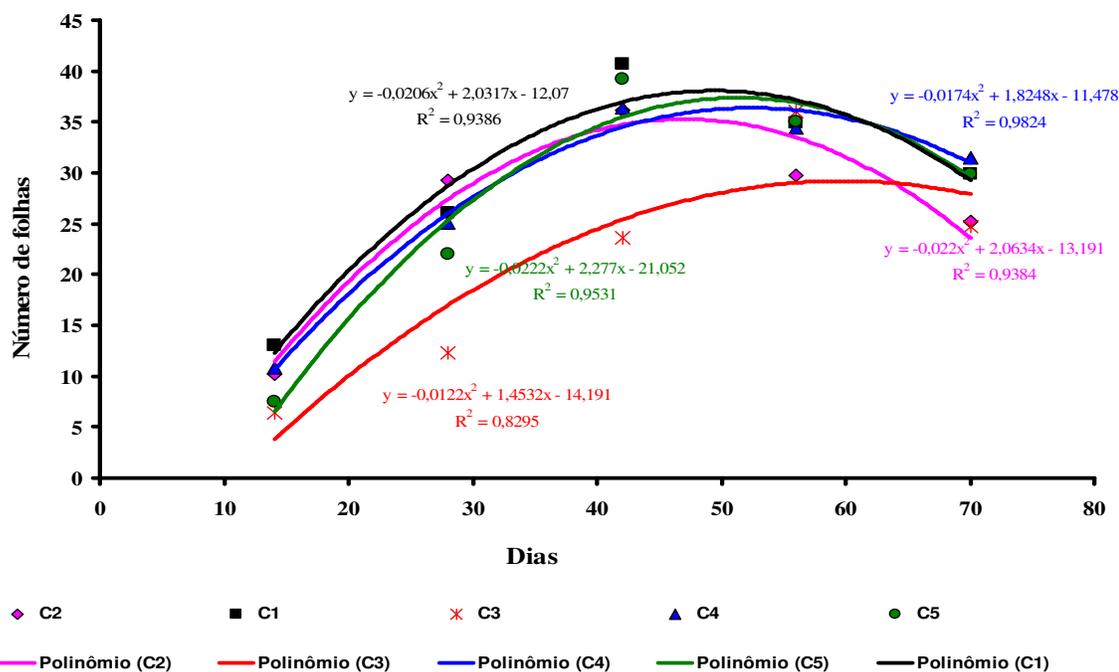


Figura 30. Análise do perfil dos tratamentos ao longo do ciclo para as variáveis do número de folhas.

5.3.2 Altura das Plantas (HP)

A cultura de girassol tem um diferencial que é sua raiz pivotante, crescendo mais rapidamente que a parte aérea da planta, no começo do desenvolvimento, sendo formado por um eixo principal e raízes secundárias abundantes, capazes de explorar um grande volume de solo. Na parte superior da raiz cresce grande número de raízes laterais, sendo que parte delas cresce no começo paralelamente à superfície do solo até uma distância de 10 a 20 cm da raiz principal. A profundidade explorada pelo sistema radicular do girassol depende dos atributos físicos e químicos do solo.

Cerca de 70% das raízes funcionais se encontra nos primeiros 40 cm do solo (ROSSI, 1998), o que nos transporta para a importância de um solo que possua uma boa capacidade de retenção de água e nutrientes. Devido a sua capacidade de explorar grande volume de solo, o sistema radicular do girassol contribui para que esta planta seja mais resistente à seca, além de promover a ciclagem dos nutrientes que se encontram nas camadas mais inferiores do solo, normalmente não exploradas por outras espécies cultivadas. No entanto, todas essas qualidades da planta de girassol requerem a inexistência de impedimentos físicos ou químicos no solo.

Estudando a altura de plantas, verifica-se, na Tabela 10, que as médias das plantas se desenvolveram normalmente, não demonstrando diferença significativa entre os tratamentos e entre as épocas de plantio. O canteiro C3 (NPK) no terceiro plantio demonstra uma pequena variável não significativa, com a possibilidade de que essa variação tenha sido por influência da condutividade elétrica do solo, dificultando a absorção de nutrientes pelas plantas. Já o pH do solo não sofreu nenhuma alteração durante o experimento.

De acordo com HIGAKI *et al.* (1992), o tamanho da haste é uma característica definida pela potencialidade genética e pode ser influenciado pela nutrição mineral. Assim, as plantas do canteiro C3 (NPK) podem ter tido maior dificuldade de absorção de nutrientes e de água, tendo apresentado seu porte diminuído em relação aos outros tratamentos. Bem como o material orgânico teve o mesmo consumo para todos os tratamentos, inclusive o testemunha.

A análise do perfil dos tratamentos ao lado do ciclo para a variável altura das plantas está ilustrada na Figura 31.

Pode-se constatar o crescimento que se deu até a emissão dos botões florais em média de 60 dias após a emergência, como mostrado nas análises de variância e no teste de Tukey

(Tabela 10) indicando que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à altura da planta durante o período de desenvolvimento da cultura, pois o girassol é uma planta que pode ser cultivada em todas as épocas do ano, desde que não falte água.

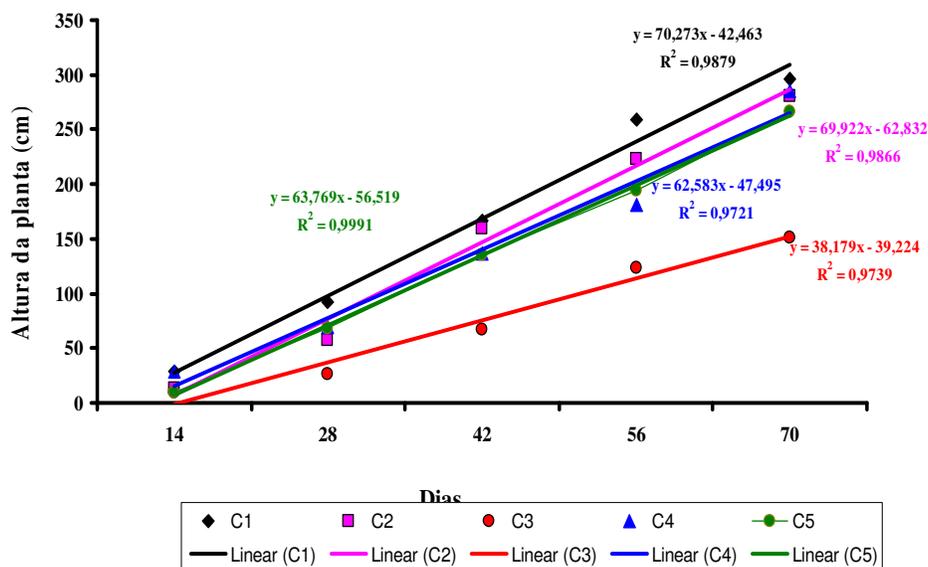


Figura 31. Análise do perfil dos tratamentos ao longo do ciclo para a variável altura das plantas.

SANTOS *et al.* (2001), estudando girassol ornamental cultivado em vaso, observaram que as plantas avaliadas 65 dias após a emergência apresentaram menores alturas de caule, quando comparados às plantas cultivadas no campo, sendo, assim, comercialmente viáveis.

A definição de uma altura-padrão para a comercialização do girassol ornamental em vasos é uma tarefa difícil, por ser uma variável subjetiva, dependendo muito da preferência do consumidor. Entretanto, as plantas encontradas em comercialização no mercado apresentam, em média, 25 a 30 cm de altura. Assim, neste experimento as plantas de girassol atenderiam perfeitamente a comercialização como flores de corte.

5.3.3 Diâmetro de Caule (DC)

Quando analisamos os diâmetros do caule do girassol na Tabela 10, verificamos que houve uma diferença estatística significativa a nível de 1% entre os canteiros com cinco tratamentos. Já entre as épocas de plantio, houve uma diferença estatística a nível de 5%, indicando o segundo plantio como o de espessura menor em relação aos outros.

O canteiro C3 (NPK) que no primeiro e segundo plantio apresentou menor diâmetro, no terceiro plantio, foi o que se apresentou com o diâmetro maior, embora sua altura tenha sido a menor o que pode ter sido uma compensação. Os valores obtidos neste experimento, independente do tratamento, são superiores aos limites de 5 a 15 mm, indicados para padrão de qualidade por GRIEVE & POSS (2010), que também não reportaram em seu estudo depreciação do padrão de qualidade quando produziram girassol ornamental com águas salobras.

LUCAS FILHO *et al.* (2002), trabalhando também com a cultura do girassol, observaram diâmetro de capítulo superior para as plantas do tratamento de irrigação utilizando esgoto tratado quando comparado ao uso água de poço com adição de nutrientes. Em nosso experimento não foram observados efeitos significativos, de nenhum dos tratamentos sobre o variável diâmetro de caule, entretanto, observa-se, conforme as médias que as plantas irrigadas utilizando esgoto apresentam uma superioridade em relação às que foram irrigadas com água de abastecimento.

Segundo CURTI (2010) é desejável que o diâmetro da haste seja resistente para possibilitar a sustentação da inflorescência do girassol, que geralmente tem maior massa se considerar outras espécies de flor de corte, como a rosa, a gérbera, entre outras.

Na Figura 32 observa-se o comportamento dos diâmetros de caule em todos os tratamentos e nas três épocas de plantio, sendo que o segundo plantio foi inferior aos demais em todos os tratamentos embora o valor de matéria orgânica tenha sido a mesma para todas as épocas e canteiros.

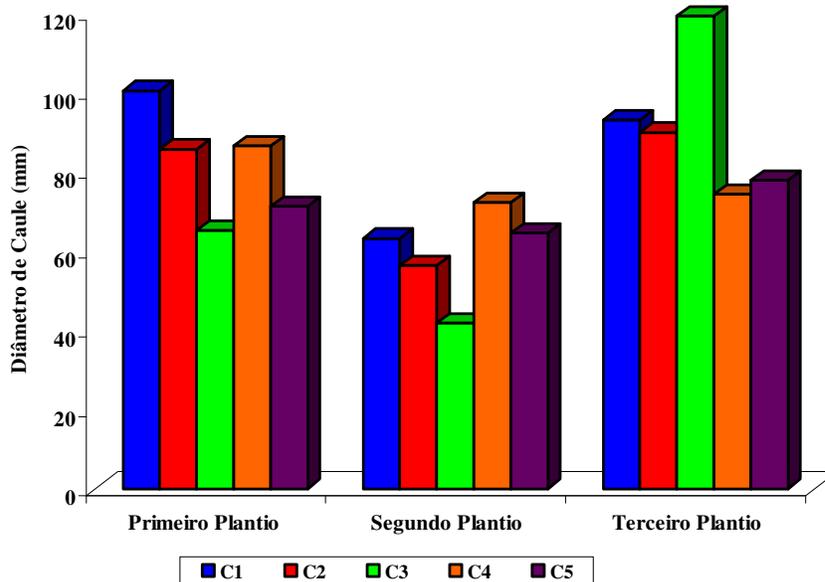


Figura 32. Espessura do caule do cultivar de girassol durante os três períodos plantios.

SANTOS (2002), utilizando quatro tamanhos de vasos visando à produção de flores de *Helianthus annuus* L. cv. Sunbright em Ilha Solteira verificou que a média de diâmetro de haste se manteve em torno de 8,5 mm, valor menor do que o encontrado neste trabalho, que foi de 18,0 mm.

5.3.4 Diâmetro de Capítulo (DC)

O resultado do diâmetro médio de inflorescência é a variável que indica o valor comercial da planta de girassol ornamental. De acordo com a SAKATA SEED CORPORATION (2003), os valores de diâmetro de inflorescência devem estar em média, entre 10,0 e 15,0 cm de bráctea a bráctea.

Pela Tabela 10 observa-se que as plantas apresentaram inflorescências com diâmetro maior que 10,0 cm, o que não compromete seu valor comercial, pois as inflorescências desta espécie apresentam uma grande aceitação pelo consumidor. Dessa forma, todos os tratamentos e em todas as épocas produziram inflorescências comercialmente viáveis, tendo inflorescências desde 12,8 a 20,27 cm, respectivamente.

Observa-se através dos dados obtidos que os canteiros com os tratamentos com efluentes dos sistemas RAC e UASB, tiveram melhor desenvolvimento a partir do segundo

plantio, embora a diferença não fosse estatisticamente significativa, como a disponibilidade de nitrogênio que esteve sempre presente pela fertirrigação, no desenvolvimento da cultura do girassol, tal como foi observado por SFREDO *et al.* (1984), citado por ZAGONEL (1991).

Através da Figura 33 conseguimos acompanhar as diferenças dos tratamentos, onde mostra que o canteiro C5 foi o que melhor se desenvolveu no segundo e terceiro plantio, diferentemente do primeiro plantio onde o canteiro C1 (testemunha) foi o mais bem desenvolvido.

SANTOS (2002), utilizando quatro tamanhos de vasos visando à produção de flores de *Helianthus annuus* L em Ilha Solteira, verificou que a média de diâmetro de haste se manteve em torno de 8,5 mm, valor menor do que o encontrado em nosso trabalho. Assim, pode-se inferir que os valores de 14,04 até 16,86 mm em média (Tabela 10) foram satisfatórios, também pela observação de que não houve acamamento das plantas, podendo dizer que a fixação ao solo da planta estava de acordo com a cultura, no experimento.

Na Figura 33 são apresentados os diâmetros dos capítulos com as médias das três épocas de plantio. Observa-se que os canteiros C4 com o tratamento do efluente (RAC) e canteiro C5 com o tratamento do efluente (UASB) tiveram um destaque com maiores capítulos embora não apresentassem diferença estatística significativa.

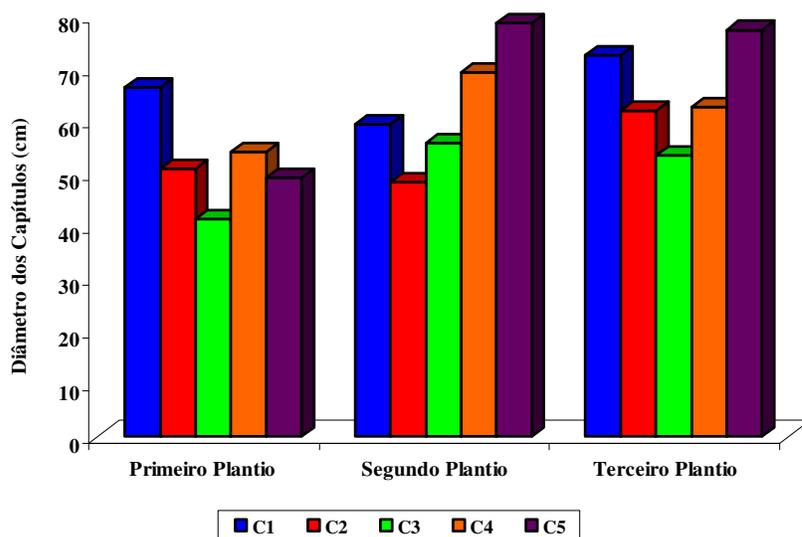


Figura 33. Diâmetro dos capítulos do cultivar de girassol durante os três períodos de plantio.

5.3.5 Matéria Seca (MS)

O rendimento médio de matéria seca é um parâmetro importante, devido a que reflete a quantidade de biomassa vegetal que retorna ao solo. E este padrão pode indicar um melhor benefício as culturas seguintes, com a maior retenção de umidade e melhor disponibilidade de nutrientes ao solo. As folhas juntamente com as hastes do girassol promovem uma boa adubação verde, podendo a massa seca atingir de três a cinco toneladas por hectare. O máximo acúmulo de matéria seca total em função da idade da planta, segundo MAGALHÃES (1978) e MACHADO (1979), ocorre no final do ciclo, assim como foi observado neste experimento.

Resultado de características fenotípicas e ambientais, o acúmulo de matéria seca pelo girassol (*Helianthus annuus* L.) pode chegar a 14 toneladas por hectare em condições irrigadas, sendo que no início do desenvolvimento o acúmulo é lento, considerado basicamente pelo crescimento do caule. Até 28 dias após a emergência, o acúmulo é de 8 g por planta, chegando ao seu máximo de 212 g de matéria seca por planta ao redor dos 98 dias após a emergência.

Entre as épocas de plantio o teste de Tukey demonstrou que a terceira época foi em média o qual obteve maior peso em massa seca, num total de 2386,6 g como podemos observar na Tabela 10, (onde se encontra também o rendimento das três épocas de plantio e de todos os canteiros separadamente), seguindo pela segunda época de plantio com 2203,9g, e por último, com rendimento menor, foi a primeira época de plantio com 1602,2g.

Tabela 11. Valores encontrados das somatórias de peso de MS de cada canteiro nos três ciclos de plantio.

Plantio	C1	C2	C3	C4	C5	Soma
Primeiro	440,1	323,6	238,8	302,5	297,2	1602,2
Segundo	436,8	281,2	248,2	586,2	651,5	2203,9
Terceiro	573,8	398,3	198,5	568,5	644,5	2383,6
Soma total						6189,7

Quando calculada a produtividade do experimento obteve-se uma quantidade total de 6189,7 g (Tabela 11), por 300 plantas, uma média de 20,6 g por planta, o que vem a ser uma boa produção para pequenos agricultores que necessitam revigorar seu solo para próximos plantios. Observou-se também que as folhas tiveram um maior desenvolvimento no seu crescimento, daí então um maior peso. Segundo SKINNER & NELSON (1995) e GARCEZ

NETO *et al.* (2002) o tamanho de folha está relacionado ao suprimento de N absorvido pela planta para alongação e/ou divisão celular.

Este parâmetro de produção de massa de matéria seca está intimamente associado à quantidade de nitrogênio colocado a disposição da planta (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Observa-se na Tabela 10 que o comportamento da produção de massa de matéria seca de caule mais folha, mostrou uma resposta significativa ao tratamento aplicado, demonstrando que os efluentes dos reatores UASB e RAC foram benéficos para a produção de matéria seca da cultura de girassol, fato relatado, também, por DELWICHE (1970), que observou em um dos seus ensaios com lodo de esgoto em girassol o qual pode ser utilizado como fonte de adubação orgânica substituindo 100% a quantidade de N recomendada, sem prejuízos em termos de rendimento quando comparado à adubação mineral.

Quando analisamos o peso seco verificamos que não houve diferença estatística a nível de 5% entre os canteiros. O máximo acúmulo de matéria seca total em função da idade da planta, estudado por MAGALHÃES (1978) e MACHADO (1979), ocorreu no final do ciclo, assim como se pode observar neste experimento.

A Figura 34 apresenta os dados de matéria seca das três épocas de plantio, onde se verifica que o C3, onde foi feito o tratamento de água com NPK, obteve o menor peso de matéria seca, indicando que pode ter ocorrido lixiviação do solo por excesso de irrigação, não havendo tempo de a adubação ser absorvida pelo solo, pois o C3 mostra em outros tratamentos que foi o menos desenvolvido, quando na verdade se esperava que ele tivesse ao menos a mesma resposta que outros tratamentos, já que este foi feito adubação conforme recomendada para a cultura de girassol. Segundo BARNI *et al.* (1995), níveis de adubação não evidenciam diferenças no crescimento do girassol quando é alto o nível de fertilidade no solo.

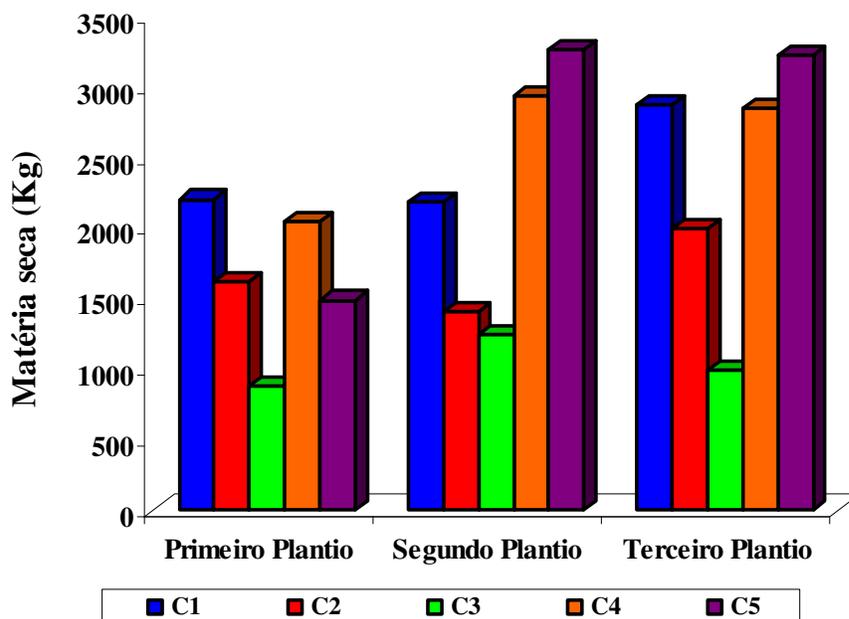


Figura 34. Peso de matéria seca da cultura de girassol durante os três períodos dos plantios.

Observamos também baixa produtividade de matéria seca no C2, em todas as épocas de plantio, onde foi somente irrigado com água normal (campo experimental) evidenciando o baixo conteúdo nutricional existente nessa água. Os resultados também mostram que o uso de água residuária sem qualquer tipo de adubação, foi estatisticamente diferente ao resultado obtido quando foi utilizada a adubação convencional, evidenciando assim a importância do uso do referido efluente. Quanto mais enriquecido nutricionalmente for o afluente, provavelmente maior será o seu aproveitamento pelas plantas.

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com a utilização do esgoto doméstico tratado, rico em nutrientes, obtém-se maior produtividade agrícola, como demonstrado neste trabalho, reduzindo-se a utilização de fertilizantes e, conseqüentemente, as despesas com os sistemas de irrigação. Além disso, o reuso do esgoto resulta no aproveitamento da água disponível, para outros fins, principalmente o abastecimento da população.

A utilização de efluentes das estações de tratamento de esgoto, em sistemas de irrigação ou em outros tipos de reaproveitamento, evita que os mesmos sejam lançados em cursos d'água com baixa ou nula capacidade de depuração.

Efluentes de estações de tratamento de esgoto doméstico são, normalmente, ricos em nutrientes, os quais proporcionam melhor desempenho às culturas, reduzindo, ou mesmo eliminando, a aplicação de fertilizantes, e a utilização de esgotos tratados em irrigação resultam em benefícios para a cultura de girassol, o qual foi o objetivo desse trabalho.

Além de pequenos produtores em geral, esta prática se aplica especialmente para agricultores do nordeste, pois o reuso de águas residuárias em irrigação é uma prática que deve ser incentivada na área do semi-árido brasileiro, onde há carência de água até mesmo para abastecimento humano.

Neste sentido, principalmente para pequenos produtores, é fortemente recomendado um sistema como este, pois considera a questão ecológica do resíduo da não poluição do solo, do lençol freático e dos rios, permitindo que com pouquíssimo investimento ele possa aumentar sua renda com o uso do girassol ou mesmo outra cultura, economizando seus insumos em agrotóxicos, pois o uso do efluente pode ser sua fertirrigação.

Assim recomendamos fortemente a difusão dessa prática para um futuro melhor poupando a água para a humanidade.

7 CONCLUSÕES

Após o término da pesquisa e análise dos dados obtidos conclui-se que:

1 – O sistema modular, combinando UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) com Filtros Anaeróbios, e o sistema modular, formado por Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) com Filtros Anaeróbios foram eficiente no tratamento de esgoto, reduzindo significativamente o material orgânico do efluente. Portanto, o sistema modular mostrou-se uma forma adequada e de econômica para se promover o tratamento sanitário do esgoto produzido em pequenas comunidades, ou mesmo em comunidades rurais.

2 – Durante o período da pesquisa houve desempenho semelhante entre os sistemas modulares de tratamento da linha de fluxo (A), constituída de UASB e dois FA, e da linha (B), constituída de um RAC e dois FA, alcançando-se eficiência na remoção de DQO superior a 70%.

3 – Nas análises do número de folhas todos os tratamentos nos canteiros apresentaram em média valores semelhantes, e também nas três épocas de plantio o resultado foi sem diferença estatística significativa, variando somente em tamanho das folhas o qual não foi avaliado.

4 – O reator UASB (juntamente com os FA), foi o melhor tratamento para o diâmetro dos capítulos da cultura de girassol, embora quando comparado com o reator RAC (juntamente com os FA) no C4 não houve diferença estatística significativa entre eles, já no tratamento do C3, houve diferença estatística significativa, comparado aos demais tratamentos, devido à provável lixiviação no solo.

5 – A altura das plantas obedeceu ao critério da homogeneidade em todos os tratamentos para as três épocas, havendo somente um diferencial no C5 do terceiro plantio apresentando uma diferença estatística significativa em relação aos demais canteiros e épocas.

6 – Plantas mais fraca foram observadas na segunda época de plantio, no C3, onde o diâmetro do caule apresentou uma diferença estatística significativa com os demais canteiros e épocas, fato que também pode ter ocorrido devido à provável lixiviação no solo.

7 – A quantidade de massa seca não diferiu entre os tratamentos, já entre as épocas o C2 e o C3 na segunda época de plantio tiveram um decréscimo em sua produção, e o C3 repetiu a baixa produção no terceiro plantio, sendo este o canteiro que apresentou sempre alguma baixa em seus atributos avaliados.

8 – Quanto ao atributo físico do solo, não houve diferença significativa entre os tratamentos que demonstrasse o efeito positivo do reuso de efluente no solo, embora o canteiro cinco do terceiro plantio (reator RAC) tenha apresentado uma diferença estatística significativa para altura das plantas.

9 – Os resultados de análise foliar em relação aos macronutrientes pode-se observar variações significativas em cada canteiro em diferentes elementos químicos, sendo que no canteiro C4 (com tratamento do UASB), obteve-se o valor mais alto para a maioria dos elementos, com exceção do potássio que ficou com o valor inferior aos canteiros C1 e C3 e do Nitrogênio com valor inferior ao canteiro C5.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEASA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Cultura do Girassol - Safra 2008/2009**. 10p. Zoneamento de Riscos Climáticos no Estado da Paraíba. João Pessoa, Março de 2008.

AGUIAR, R. H. **Avaliação de girassol durante o armazenamento, para uso como semente ou para extração de óleo**. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001. 63p.

AISSE, M. M.; LOBATO, M. B.; BONA, A.; GARBOSSA, L.H.P. Estudo Comparativo do Reator UASB e do Reator Anaeróbio Compartimentado Seqüencial no Tratamento de Esgoto Sanitário. In: CONGRESSO INTERAMERICANODE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXVII, PortoAlegre- RS, 2000. **Anais ...** Rio de Janeiro, ABES, 2000.

ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MAFRA, A. L.; FONTANA, E. C. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, vol.27, n.5, p. 799-806. 2003.

ANDRADE NETO, C.O. **Leituras Simples para tratamento de Esgotos Sanitários – Experiência Brasileira**. ABS. Rio de Janeiro, RJ, 1997. 301p.

APHA, AWWA & WPCF. **Standard methods for the examination of water and waste water**. 19a ed., Washington D. C./USA, American Public Health Association, 1995.

ASANO, T.; MAEDA, M.; TAKAKI, M. Wastewater reclamation and reuse in Japan: verview and implementation examples. **Water Science and Technology**, v.34, p.219-226, 1996.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Tradução. H.R.Gheyi e J.F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (**Estudo da FAO – Irrigação e Drenagem**).

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. **Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.** (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. **Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.** Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de; DAMASCENO, F. A. V. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado).

BALBINOT JR, ALVADI A.; BACKES, L.R.; SOUZA, A. M. Desempenho de cultivares de girassol em três épocas de semeadura no Planalto Norte Catarinense. **Scientia Agrária**. Curitiba, v.10, n.2, p.127-133, Mar./Apr. 2009.

BARNI, N. A.; BERLATO, M. A.; SANTOS A. O.; SARTORI G. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, 1, 167-184. 1995.

BARROS, W. e CAMPOS, J.R. ‘Tratamento de esgotos sanitários por reator anaeróbio compartimentado’. **Anais... XXIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental**, La Habana/Cuba, pp. 297-307, nov./1992.

BASTOS, R.K.X. Fertirrigação com águas residuárias. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.) **Fertirrigação: Citrus, flores e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 279p.

BASTOS, R.K.X. (coord.). Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Rio de Janeiro, **ABES**, Projeto PROSAB, 2003. 267p.

BASTOS, R.K.X.; MARA, D.D. Irrigación de Hortalizas con Aguas residuales: Aspectos Sanitarios. XXIII CONGRESO INTERAMERICAO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL. **Anais...** La Habana, Cuba – 1992.

BEEKMAN, G. B. Qualidade e conservação da água. **Anais...** In: ENCONTRO NACIONAL DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1996, Brasília. Conferência. Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 3ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1984.

BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; BERTOL, I.; ROLOFF, G. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, vol.31, n.4, pp. 781-792. 2007.

BONACIN, G. A. **Crescimento de plantas, produção e características das sementes de girassol em função de doses de boro**. 2002. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BONACIN, G. A. et al. Características morfofisiológicas de sementes e produção de girassol em função de boro no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 02, p. 111-116, 2008.

BRANDÃO, S.L.; LIMA, S.C. pH e condutividade elétrica em solução do solo, em áreas de pinus e cerrada da chapada do município de Uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia** - Revista on line do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Uberlândia, 3(6), p. 46-56, Jun/2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio ambiente. RESOLUÇÃO** n°. 357, de 17 de março de 2005. Brasília, 2005. Disponível no site: <http://www.crq4.org.br/downloads/resolucao357.pdf>.

CAMARGOS, S. L. **Interpretação de análise de solo**. Apostila, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá – MT, 2005. 11p.

CAMPOS, J.R. **Alternativas para tratamento de esgotos domésticos**. Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari. Publicação n° 3, Americana/SP, 1990.

CAMPOS, J.R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro, ABES, Projeto PROSAB, 1999. 435 p.

CASTRO, C.E.F.de. **Diagnóstico técnico-científico da floricultura no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 63p.

CASTRO, C.; M. A.; OLIVEIRA, R. F.; DECHEN, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, vol.30, n.2, p. 214-220. 2006.

CHATEAUBRIAND, A.D. **Efeito de dejetos de suínos, aplicados em irrigação por sulco, na cultura do milho** (*Zea mays* L.). Tese Mestrado, Viçosa: UFV, 1988. 61p.

CHEN, M.; KANG, Y., WAN S.; LIU, S. Drip irrigation with saline water for oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Agricultural Water Management**, v.96, p.1766-1772, 2009.

CHERNICHARO, C.A.L. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Vol. 05. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte, Depto. de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 245 p.1997.

CRAFTS-BRANDER, S.J. et al. Influence of nitrogen deficiency on senescence and the amounts of RNA and proteins in wheat leaves. **Physiologia Plantarum**, Oxford, v.102, p.192-200, 1998.

CURTI, G. L. **Caracterização de cultivares de girassol ornamental semeados em diferentes épocas no Oeste Catarinense**. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2010. 76p. Dissertação de Mestrado.

DELWICHE, C.C. The nitrogen cycle. **Sci. Amer.**, New York, 1970. 23:137-146.

DIAS, F. L. F. **Efeito da aplicação de calcário, lodo de esgoto e vinhaça em solos cultivados com sorgo granífero** (*Sorghum bicolor* L.). Tese de Doutorado, Jaboticabal: UNESP, 74 p., 1994.

DPAgr - **Centro de Experimentação de Horticultura da Gafanha Maria de Lurdes**. Simão. Disponível: <http://www.drapc.minagricultura.pt/base/documentos/girassol_flor_corte.htm>. Acesso em: 05 de maio, 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual e métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997, 247p.

FAO. **Water Resources, Development and Management Service**. Rome, Italy ... Since the publication of FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24 in 1977.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. **Crop Water Management. Sunflower**. 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwater/sunflower.stm>> . Acesso em: 20, dez. 2011.

FILHO, M. L.; PEREIRA, M.G.; SILVA, D. A.; NETO, C. O. A.; MELO, H. N. S.; SILVA, G. B. Águas residuárias – Alternativa de reuso na cultura de girassol (*Helianthus annuus*). **Anais... VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória. ES, 2002

FRANÇOIS, L. E. Salinity effects on four sunflower hybrids. **Agronomy Journal**, v.88, p.215-219, 1996.

GARCEZ NETO, et al. Morphogenetic and structural responses of *Panicum maximum* cv. Mombaça on different levels of nitrogen fertilization and cutting regimes. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GUITMAN, M.R. Effect of source-sink relations and nitrogen nutrition on senescence and N remobilization in the flag leaf of wheat. **Physiologia Plantarum**, Oxford, v.82, p.278-284, 1991.

GRIEVE, C. M; POSS, J. A. Response of ornamental sunflower cultivars ‘Sunbeam’ and Moonbright’ to irrigation with saline wastewaters. **Journal of Plant Nutrition**, v.33, p.1579-1592, 2010.

HIGAKI, T.; IMAMURA, J. S.; PAULL, R. E. N, P and K rates and leaf tissue standards for optimum *Anthurium andreaeanum* flower production. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.8, p.909-912, 1992. HUANG 1995

HUANG, M.C. New ornamental crops in Asia. **Acta Horticulturae**, v.397, p.49, 1995.

IBGE, 2006. Elaboração: STCP, 2006

IZA, J. “International workshop on anaerobic treatment technology for municipal and industrial wastewater: summary paper”. **Wat. Sci. and Tech.** , vol 24, n°8, pp. 1-16, 1991.

JAVAREZ JR., A. **Implantação e avaliação de um sistema de tratamento e reuso agrícola de esgoto - SITRAE**. Campinas: UNICAMP, 2005. 197 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

JAVAREZ JÚNIOR, A.; RIBEIRO, T. A.P.; PAULA JR, D.R.; **Eficiência do reuso de águas residuárias na irrigação da cultura do milho.** Irriga, Botucatu, v. 15, n. 3, p. 231-247, julho-setembro, 2010.

KATARJI, N.; van HOORN, J.W.; HANDY, A.; MASTRORILLI, M. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.43, n.1, p.99-109, 2000.

KATERJI, N.; VAN HOORN, J. W.; HAMDY, A.; KARAM, F.; MASTRORILLI, A. Effect of salinity on water stress, growth, and yield of maize and sunflower. **Agricultural Water Management**, v. 30,n. 3, p. 237-249, 1996.

LASCA D. H. C. **Manual de Culturas da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral**, 1990.

LEME, J. M. **Resfriamento e conservação de antúrio ‘IAC Eidibel’** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP: [s.n.], 2004.

LEON, S.G.;CAVALLINI,J.M. **Tratamento e uso de águas residuárias.** Tradução de GHERY,H.R.; KONIG,A.; CEBALLOS, B.S. O.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB.1999.108p.

LETTINGA, G. ‘Use of upflow sludge blanket (USB) reactor concept for biological wastewater treatment, especially for anaerobic treatment’’. **Biotechnology and Bioengineering**, vol.XXII, pp.669-734, 1980.

LOPES, A. S.; SILVA, M. C.; GUILHERME, L. R. G.; Acidez do solo e calagem. **Boletim Técnico nº1**, Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA. São Paulo – SP, 2001.

LUCAS FILHO, M.; GUIMARÃES, P.; PEREIRA, M.G.; SILVA, D.A. Pós-tratamento pelo método da infiltração-percolação e do escoamento subsuperficial. Disponível na internet: <http://www.ica.org.uy/p2-17-pon9.htm>, outubro, 2000.

LUCAS FILHO, M.; PEREIR, PEREIRA,M.G.; SILVA, A.D.; ANDRADE NETO, C.O.; MELO, H. N.S.; SILVA, G.B. Águas Residuárias – Alternativa de reuso na cultura de girassol (*Helianthus Annuus*).**Anais...** VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2002.

MACHADO, P. R. **Absorção de nutrientes por duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus L.*) em função da idade e adubação, em condições de campo.** 1979. 40f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

MAGALHÃES, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento.** In: FERRI, M. G. Fisiologia Vegetal. São Paulo: EPU, 1978. v.1, p.331-350.

MALAVOLTA, E., VITTI G. C., OLIVEIRA S.A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional.** 2ª edição. Piracicaba – SP. Editora Potafos. 319 p.

MANCUSO, P.C.S. e SANTOS, H.F. **Reuso de água.** Editora Manole, São Paulo – SP, 2003 576p.

MAZZOLA, M. **Uso de leitos cultivados de fluxo vertical por batelada no pós-tratamento de reator anaeróbio compartimentado.** Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas , 2003. 97 p. (Dissertação de Mestrado).

MEDEIROS LEITÃO, S. A. **Wastewater stabilization ponds: a critical review.** Tese de Mestrado. Centre for Environmental Sanitation. University of Ghent. Ghent, Bélgica, 1993.

METCALF; EDDY. Inc. **Wastewater Engineering treatment Disposal Reuse.** 4. ed. NewYork, McGraw - Hill Book, 1815p. 2003.

MIRANDA, M.A.de.L. **Floricultura: diagnóstico da situação, medidas corretivas.** Campinas: CATI, 1970. 28p.

MORAIS, J.C.de; KATO, M.T.; FLORENCIO, L.T. Avaliação de um sistema UASB para tratamento de esgotos domésticos em Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. In: 21 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2001.

MOTA, F.S.B.; von SPERLING, M. (coord.) Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. Rio de Janeiro: **ABES**, Projeto PROSAB, 2009. 428p.

PAGANINI, W. S. **Disposição de esgotos no solo: escoamento à superfície.** São Paulo: Fundo editorial da AESABESP, 1997.234p.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Estimulantes.** In: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds). 2. Ed.rev. Campinas: IAC. 1997. p.93-95 (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van. Solo e meio ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XXIX, Ribeirão Preto – SP, 2003. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.1-6, 2003. (conferencia).

RAMOS, L. A.; NOLLA, A.; KORNDÖRFE, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa, vol.30, n.5, p. 849-857. 2006.

REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B. e TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil – capital ecológico, uso e conservação.** 2ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

ROS, C. O.; AITA, C.; CERETTAM, C. A.; FRIES, M. R. Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia-ervilhaça. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 17, p. 257 – 261, 1991.

ROSSI, R. **O Girassol**. Curitiba: Tecnogro. 333p. 1998.

RUIZ, HUGO ALBERTO. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (Silte + Argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, vol.29, n.2, p. 297-300. 2005.

SANTOS, F. R. P. dos; MENDONÇA, C. P.; CASTILHO, R. M.M.; BRANDINI, O. L. Produção de girassol ornamental em campo e vaso. **Anais...** In: Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 13., 2001, São Paulo. Campinas: Sociedade Brasileira de Floricultura e Plantas Ornamentais, 2001. p.103.

SANTOS, F. R. P. dos. **Produção de flores de *Helianthus annuus L.* cv. Sunbright (girassol ornamental) em três substratos e quatro tamanhos de vaso, em Ilha Solteira – SP**. 2002. 59f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

SAMBATTI, J. A.; SOUZA JUNIOR, I. G.; COSTA, A. C. S.; TORMENA, C. A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos da formação Caiuá - noroeste do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, vol.27, n.2, Mar./Apr. 2003.

SAKATA SEED CORPORATION. **Sakata's reliable seeds: flower seed catalogue 2001-2003**. Bragança Paulista: Sakata Sementes Agroflora, 2003. p.99.

SFREDO, G. J.; SARRUGE, J. R. Acúmulo de micronutrientes em plantas de girassol. Brasília, DF: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.4, p. 499-503, 1990.

SHENDE, G. B. Status of wastewater treatment and agricultural reuse with special reference to Indian experience and research and development needs. In: FAO Regional Seminar on the Treatment and Use of Sewage Irrigation. Rome: FAO, 1985.

SHUVAL, H. I.; ADIN, A.; FAL, B.; RAWITZ, E.; YEKUTIEL, P. Wastewater irrigation in developing countries health effects and technical solutions. World Bank Technical Paper Number 51, **Integrated Resource Recovery Projects** series number GLO/80/004, Washington, D.C. 1986, 324p.

SILVA, C.C.A. (coord.) Avaliações dos efeitos da disposição dos esgotos no solo – 16 anos de operação. **Relatório Científico – Fapesp**, São Paulo, 2002. 401p.

SILVA, M. L. O.; FARIA, M. A.; MORAESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Cultura do Girassol - Safra 2008/2009**. 10p. Zoneamento de Riscos Climáticos no Estado da Paraíba. João Pessoa, Março de 2008.

SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G.; MOURA, C. R. W.; MUNIZ, M. A.. Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 602-610, set/out, 2009.

SINGH, D. A. & SINGH, S. M. Impact of irrigation on sunflower productivity. International Sunflower Conference, 15. **Proceedings...** 2000. International Sunflower Association. v.1, p. 109-114. 2000.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

SMART, C.M. Gene expression during leaf senescence. *New Phytologist*, Lancaster, v.126, p.419-448, 1994.

SOARES E BARROS, SANTANA, L.; AMARAL, L. A.; LUCAS Jr., J. Poder poluente de águas residuárias de suinocultura após utilização de um tratamento integrado. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, vol.40, suppl.2, pp. 126-135. 2003.

SOUSA, J.T.; LEITE, V.D.; DANTAS, J.P.; DIONIZIO, J.A. Reuso de efluente de esgotos sanitários na cultura do arroz. **Anais...** In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9, Porto Seguro, Ba, 2000. p.1058-1063, ABES, Rio de Janeiro, 2000.

SOUZA, R.M.; NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; SOARES, F.A.L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.2, p.125-133, 2010.

SOUZA, Z. M.; MARQUES Jr. J.; PEREIRA, G. T.; MOREIRA, L. F.. Variabilidade espacial do pH, Ca, Mg e V% do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.34, n.6, p. 1763-1771. 2004.

SPERLING, M. von. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte, UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996. v. 1, 243 p

TELLES, D.D. **Águas doces no Brasil – capital ecológico, uso e conservação. Cap. 9**. 2ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

UNGARO, M. R. G. Cultura de Girassol. **Boletim Técnico**, 188. Instituto Agrônomo, Campinas. 2000. 36p.

UNGARO, M.R.G. Girassol (*Helianthus annuus L.*). In: **Boletim Informativo do Instituto Agrônomo**, Campinas, v. 200, n.5, p.112-113, 1990.

VALENTIM, M. A. A. **Uso de leitões cultivados no tratamento de efluente de tanque séptico modificado**. Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1999.119 p. (Dissertação de Mestrado).

VAN HAANDEL, A.C. E LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente**. Campina Grande – PB, 1994. 240 p.

VON SPERLING, M. “Princípios do tratamento biológico de águas residuárias”. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Depto. Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, Belo Horizonte/MG, 2 ed., vol 1, 1995.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 2, 1996, 211p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease**. Genève, 2006.

ZAGONEL, J.; MUNDSTOCK, C.M. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 1487- 1492. 1991.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.425- 433, 2010.

9 APÊNDICE

Tabela 12. Valores e resultados médios das análises de DQO e DBO, observados nas avaliações do Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) durante a realização do experimento.

RAC					
Parametros	Data	Afluentes	Saída do RAC	Saída do filtro	% Remocao
DQO	18/08/2010	330,88	90,26	41,33	87,51
	1/9/2010	309,88	142,29	89,33	71,17
	15/9/2010	264,25	151,00	71,98	72,76
	20/10/2010	275,27	134,86	64,49	76,57
	10/11/2010	222,98	70,49	49,30	77,89
	18/5/2011	291,88	120,46	75,44	74,15
	31/5/2011	129,01	43,95	38,97	69,79
	22/6/2011	129,01	46,40	42,05	67,41
	médias	244,15	99,96	59,11	75,79
	DP	77,88	43,10	18,84	75,81
	CV	31,90	43,12	31,87	0,10
DBO	18/8/2010	170,00	53,00	28,00	83,53
	1/9/2010	197,00	75,00	43,00	78,17
	15/9/2010	193,00	141,00	53,00	72,54
	20/10/2010	204,00	136,00	48,00	76,47
	10/11/2010	190,00	78,00	57,00	70,00
	18/5/2011	90,00	29,00	10,00	88,89
	31/5/2011	90,00	53,00	47,00	47,78
	22/6/2011	84,00	17,00	13,00	84,52
	médias	152,25	72,75	37,38	75,45
	DP	54,10	45,50	18,12	66,51
	CV	35,54	62,55	48,48	-36,42

Tabela 13. Valores e resultados médios das análises de ST e STF, observados nas avaliações do Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) durante a realização do experimento.

RAC					
Parametros	Data	Afluentes	Saída do RAC	Saída do filtro	% Remocao
ST	18/08//2010	447,00	328,00	269,00	39,82
	1/9/2010	364,00	201,00	265,00	27,20
	15/9/2010	467,00	280,00	102,77	77,99
	20/10/2010	371,00	271,00	214,00	42,32
	10/11/2010	441,00	301,00	294,00	33,33
	18/5/2011	384,00	348,00	347,00	9,64
	31/5/2011	123,00	359,00	300,00	-143,90
	22/6/2011	284,00	340,00	319,00	-12,32
	médias	360,13	303,50	263,85	26,73
	DP	112,27	52,25	76,19	32,14
CV	31,18	17,22	28,88	7,38	
STF	18/8/2010	201,00	188,00	180,00	10,45
	1/9/2010	213,00	201,00	241,00	-13,15
	15/9/2010	295,00	194,00	264,00	10,51
	20/10/2010	224,00	224,00	141,00	37,05
	10/11/2010	275,00	32,00	232,00	15,64
	18/5/2011	221,00	222,00	101,00	54,30
	31/5/2011	152,00	249,00	159,00	-4,61
	22/6/2011	177,00	227,00	205,00	-15,82
	médias	219,75	192,13	190,38	13,37
	DP	47,13	67,72	55,35	-17,44
CV	21,45	35,25	29,08	-35,57	

Tabela 14. Valores e resultados médios das análises de STV e SSed, observados nas avaliações do Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) durante a realização do experimento.

RAC					
Parametros	Data	Afluentes	Saída do RAC	Saída do filtro	% Remocao
STV	18/08/2010	276,00	140,00	89,00	67,75
	1/9/2010	151,00	0,00	24,00	84,11
	15/9/2010	172,00	86,00	100,13	41,78
	20/10/2010	147,00	47,00	73,00	50,34
	10/11/2010	166,00	269,00	62,00	62,65
	18/5/2011	163,00	126,00	246,00	-50,92
	31/5/2011	1078,00	110,00	141,00	86,92
	22/6/2011	1663,00	113,00	114,00	93,14
	médias	477,00	111,38	106,14	77,75
	DP	574,67	78,45	66,51	88,43
	CV	120,48	70,43	62,66	47,99
	Ssed	18/8/2010	1,50	0,10	0,00
1/9/2010		1,20	0,10	0,00	100,00
15/9/2010		2,20	0,30	0,00	100,00
20/10/2010		1,10	0,00	0,00	100,00
10/11/2010		1,50	0,00	0,00	100,00
18/5/2011		1,20	0,50	0,10	91,67
31/5/2011		4,50	0,40	0,10	97,78
22/6/2011		5,10	0,30	0,10	98,04
médias		2,29	0,21	0,04	98,36
CV		69,77	88,71	138,01	-97,82

Tabela 15. Valores e resultados médios das análises de DQO e DBO observados nas valiações Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) durante a realização do experimento.

UAS B					
Parametros	Data	Afluentes	Saída do RAC	Saída do filtro	% Remocao
DQO	18/8/2010	330,90	182,10	62,10	81,23
	1/9/2010	309,90	324,10	131,10	57,70
	15/9/2010	264,30	233,16	55,00	79,19
	20/10/2010	275,30	134,40	93,30	66,11
	10/11/2010	223,00	135,50	62,90	71,79
	18/5/2011	291,00	215,31	71,10	75,57
	31/5/2011	129,10	60,94	22,01	82,95
	22/6/2011	129,01	80,84	42,04	67,41
	médias	244,06	170,79	67,44	72,37
	DP	77,79	86,38	33,05	57,51
CV	31,87	50,58	49,01	-53,76	
DBO	18/8/2010	170,00	85,00	38,00	77,65
	1/9/2010	197,00	197,00	34,00	82,74
	15/9/2010	204,00	129,00	35,00	82,84
	20/10/2010	195,00	98,00	67,00	65,64
	10/11/2010	190,00	106,00	57,00	70,00
	18/5/2011	90,00	93,00	19,00	78,89
	31/5/2011	90,00	32,00	26,00	71,11
	22/6/2011	84,00	67,00	28,00	66,67
	médias	152,50	100,88	38,00	75,08
	DP	54,32	48,21	16,18	70,22
CV	35,62	47,79	42,57	-19,52	

Tabela 16. Valores e resultados médios das análises de ST e STF observados nas avaliações Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) durante a realização do experimento.

UAS B					
Parametros	Data	Afluentes	Saída do RAC	Saída do filtro	% Remocao
ST	18/08//2010	477,00	349,00	286,00	40,04
	1/9/2010	36,00	276,00	250,00	-594,44
	15/9/2010	467,00	412,00	334,00	28,48
	20/10/2010	371,00	215,00	187,00	49,60
	10/11/2010	441,00	290,00	200,00	54,65
	18/5/2011	384,00	441,00	311,00	19,01
	31/5/2011	1230,00	428,00	315,00	74,39
	22/6/2011	2840,00	332,00	489,00	82,78
	médias	780,75	342,88	296,50	62,02
	DP	896,69	80,56	94,56	89,45
	CV	114,85	23,50	31,89	72,23
STF	18/8/2010	201,00	210,00	201,00	0,00
	1/9/2010	213,00	153,00	206,00	3,29
	15/9/2010	295,00	299,00	277,00	6,10
	20/10/2010	224,00	206,00	157,00	29,91
	10/11/2010	275,00	187,00	129,00	53,09
	18/5/2011	221,00	194,00	228,00	-3,17
	31/5/2011	152,00	217,00	233,00	-53,29
	22/6/2011	1177,00	211,00	344,00	70,77
	médias	344,75	209,63	221,88	35,64
	DP	339,13	41,44	67,23	80,18
	CV	98,37	19,77	30,30	69,20

Tabela 17. Valores e resultados médios das análises de STV e Ssed observados nas avaliações Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) durante a realização do experimento.

UAS B					
Parametros	Data	Afluentes	Saída do RAC	Saída do filtro	% Remocao
STV	18/08//2010	276,00	139,00	85,00	69,20
	1/9/2010	151,00	153,00	44,00	70,86
	15/9/2010	172,00	113,00	57,00	66,86
	20/10/2010	147,00	9,00	30,00	79,59
	10/11/2010	166,00	103,00	71,00	57,23
	18/5/2011	163,00	247,00	83,00	49,08
	31/5/2011	1078,00	211,00	82,00	92,39
	22/6/2011	1663,00	121,00	145,00	91,28
	médias	477,00	137,00	74,63	84,36
	DP	574,67	71,92	34,72	93,96
	CV	120,48	52,50	46,52	61,38
Ssed	18/8/2010	1,50	0,20	0,10	93,33
	1/9/2010	1,20	0,60	0,10	91,67
	15/9/2010	2,20	0,10	0,00	100,00
	20/10/2010	1,10	0,20	0,00	100,00
	10/11/2010	1,50	0,30	0,00	100,00
	18/5/2011	1,20	0,60	0,20	83,33
	31/5/2011	4,50	0,50	0,10	97,78
	22/6/2011	5,10	0,20	0,10	98,04
	médias	2,29	0,34	0,08	96,72
	DP	1,60	0,20	0,07	95,57
	CV	69,77	59,13	94,28	-35,14

Tabela 18. Médias e análise estatística dos parâmetros de avaliações Número de folhas (NF), Diâmetro dos capítulos (DCp), Altura das plantas (HP), e Diâmetro dos caules (DC).

Canteiro	N _{folhas}		D _{capítulo}		H _{planta}		D _{caule}		
Primeiro Plantio									
C1	22,45	A,a	16,62	A,ab	203,67	A,a	25,09	A, a	
C2	24,75	A,a	13,55	A,ab	201,19	A,a	21,4	AB, ab	
C3	22,3	A,a	12,53	A,a	178,6	A,a	16,88	B, b	
C4	24,4	A,a	14,66	A,a	188,6	A,a	21,62	AB, ab	
C5	23,05	A,b	12,84	A,b	180,33	A,a	18,63	B, b	
Média	23,99		14,04		190,48		20,72		
Segundo Plantio									
C1	26	A,a	14,85	BC,b	184,95	A,b	15,79	AB, ab	
C2	22,45	B,b	12,08	C,b	57,5	B,c	14,08	BC, bc	
C3	24,79	A,ba	13,97	C,a	171,45	A,a	10,45	C, c	
C4	24,79	AB,a	17,32	AB,a	184,21	A,a	19,02	A, a	
C5	26,2	A,a	19,69	A,a	189,97	A,a	16,13	A, a	
Média	24,85		15,58		157,62		15,09		
Terceiro Plantio									
C1	26,65	A,a	18,15	AB,a	199,14	A,ab	23,25	AB, ab	
C2	23,45	B,ab	15,3	CD,a	181,44	AB,b	22,45	B, b	
C3	24,66	AB,a	13,24	D,a	109,29	C,b	31,66	A, a	
C4	26,51	A,a	17,35	BC,a	177,93	B,a	19,47	B, b	
C5	23,45	B,ab	20,27	A,a	176,61	B,a	19,44	B, b	
Média	24,94		16,86		168,88		23,25		

Tabela 19. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).

	18/11/2009	3/12/2009	17/12/2009	31/12/2009	13/1/2010	27/1/2010	10/2/2010						
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	
L1.1	9	16,5	18	67,2	28	150,4	25	216,0	20	223,4	12	225,3	
L1.2	6	7,4	15	36,2	30	83,1	23	117,3	20	189,0	14	219,3	
L1.3	2	4,9	12	29,4	27	76,1	20	123,0	19	123,0	13	191,0	
L1.4	4	4,8	12	27,6	28	89,4	24	79,6	21	192,2	13	217,0	
L1.5	4	4,2	9	16,3	18	68,2	20	116,9	18	151,1	13	195,0	
R1	5	7,6	13,2	35,3	26,2	93,44	22,4	130,6	19,6	175,7	13	209,52	
L2.1	4	5,4	11	25,4	21	89,6	21	148,0	18	183,9	11	219,5	
L2.2	4	4,1	13	23,6	27	83,1	21	147,0	21	180,3	15	223,0	
L2.3	4	5,5	12	35,4	28	118,6	23	163,3	21	195,5	15	217,0	
L2.4	8	8,3	18	43,8	28	127,6	20	194,6	18	213,9	12	216,5	
L2.5	6	10,2	16	49,8	27	144,6	19	204,2	18	213,0	12	213,0	
R2	5,2	6,7	14	35,6	26,2	112,7	20,8	171,4	19,2	197,3	13	217,8	
L3.1	4	3,8	11	20,6	20	76,4	22	136,9	17	159,5	15	175,0	
L3.2	6	5,2	12	10,4	22	92,8	19	146,6	16	164,6	12	174,0	
L3.3	7	7,2	15	41,3	24	134,4	16	176,1	15	178,6	8	180,0	
L3.4	4	7,1	17	47,6	27	141,1	21	198,9	19	210,5	13	214,0	
L3.5	8	9,2	16	50,1	27	140,9	18	201,4	15	219,8	9	213,0	
R3	5,8	6,5	14,2	34	24	117,1	19,2	172	16,4	186,6	11,4	191,2	
L4.1	4	6,6	12	16,2	19	63,7	20	103,2	17	118,5	10	141,2	
L4.2	7	9,5	16	41,3	30	124,9	21	192,4	19	212,7	13	218,9	
L4.3	6	8,7	15	34,6	29	110,3	19	159,1	19	192,3	15	210,0	
L4.4	8	8,2	17	41,6	30	141,2	22	210,4	19	234,3	13	239,4	
L4.5	4	2,4	10	15,8	19	75,2	14	138,4	12	166,0	6	171,3	
R4	5,8	7,08	14	29,9	25,4	103,1	19,2	160,7	17,2	184,8	11,4	196,16	
Média	5,5	7,0	13,9	33,7	25,5	106,6	20,4	158,7	18,1	186,1	12,2	203,7	

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 20. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 2 (Água).

18/11/2009	3/12/2009		17/12/2009		31/12/2009		13/1/2010		27/1/2010		10/2/2010	
amostra	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura
L1.1	4,0	5,2	10,0	21,2	20,0	66,5	19,0	117,6	14,0	143,0	10,0	163,9
L1.2	6,0	4,2	13,0	27,6	24,0	101,7	16,0	156,4	14,0	178,0	7,0	185,9
L1.3	7,0	10,4	17,0	38,4	27,0	111,6	17,0	177,2	16,0	205,5	9,0	212,2
L1.4	6,0	9,4	16,0	52,6	28,0	121,2	22,0	171,5	15,0	202,0	11,0	216,4
L1.5	7,0	9,6	15,0	62,4	29,0	145,2	21,0	201,4	15,0	228,0	11,0	234,6
R1	6,0	7,8	14,2	40,4	25,6	109,2	19,0	164,8	14,8	191,3	9,6	202,6
L2.1	4,0	5,4	12,0	19,8	23,0	71,6	17,0	139,6	15,0	173,4	9,0	180,2
L2.2	6,0	5,4	15,0	29,8	23,0	108,9	17,0	172,4	16,0	194,5	11,0	196,1
L2.3	8,0	10,2	17,0	41,8	26,0	118,4	21,0	177,6	17,0	194,5	11,0	197,9
L2.4	8,0	11,8	18,0	50,4	28,0	136,3	20,0	197,1	18,0	211,0	12,0	214,1
L2.5	6,0	7,9	15,0	56,3	27,0	158,6	22,0	205,4	20,0	233,5	14,0	235,1
R2	6,4	8,1	15,4	39,6	25,4	118,8	19,4	178,4	17,2	201,4	11,4	204,7
L3.1	4,0	7,6	13,0	26,8	18,0	74,4	22,0	192,2	18,0	199,0	12,0	201,0
L3.2	6,0	10,4	11,0	36,2	26,0	132,4	19,0	169,2	15,0	179,5	12,0	199,4
L3.3	8,0	11,4	17,0	57,1	29,0	149,9	20,0	153,6	20,0	232,0	14,0	237,0
L3.4	4,0	5,8	14,0	24,6	21,0	108,1	17,0	195,4	15,0	210,0	11,0	214,0
L3.5	4,0	6,6	10,0	26,1	27,0	94,8	17,0	121,6	16,0	144,7	11,0	163,0
R3	5,2	8,4	13,0	34,2	24,2	111,9	19,0	166,4	16,8	193,0	12,0	202,9
L4.1	4,0	5,2	12,0	25,2	27,0	138,2	19,0	140,4	20,0	144,0	13,0	194,5
L4.2	4,0	4,9	11,0	19,1	25,0	114,3	22,0	117,6	17,0	152,7	11,0	173,4
L4.3	4,0	8,4	10,0	32,8	20,0	94,4	19,0	124,0	17,0	159,0	13,0	177,0
L4.4	4,0	7,6	12,0	39,6	21,0	69,9	15,0	171,2	14,0	178,3	7,0	192,0
L4.5	6,0	7,6	14,0	49,8	26,0	75,9	20,0	141,0	17,0	207,4	12,0	236,0
R4	4,4	6,7	11,8	33,3	23,8	98,5	19,0	138,8	17,0	168,3	11,2	194,6
Média	5,5	7,8	13,6	36,9	24,8	109,6	19,1	162,1	16,5	188,5	11,1	201,2

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 21. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).

	18/11/2009	3/12/2009	17/12/2009	31/12/2009	13/1/2010	27/1/2010	10/2/2010					
amostra	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura
L1.1	4	2,9	8	11,4	19	42,1	20	82,1	17	109,0	0	
L1.2	5	7,2	13	38,9	25	87,1	21	133,1	17	164,0	14	184,0
L1.3	4	5,9	7	16,2	14	63,1	15	97,4	11	113,0	9	144,0
L1.4	6	10,4	15	47,2	27	110,3	21	165,6	20	202,0	14	228,0
L1.5	4	3,9	9	40,6	16	78,1	17	102,1	12	116,8	9	140,0
R1	4,6	6,06	10,4	30,86	20,2	76,14	18,8	116,06	15,4	140,96	9,2	174
L2.1	6	7,4	17	42,8	30	110,4	23	169,8	19	199,0	16	206,0
L2.2	4	5,2	11	27,3	21	85,4	17	134,6	16	157,5	10	167,0
L2.3	8	9,8	16	60,1	27	136,9	21	192,3	17	213,0	12	218,0
L2.4	7	11,4	16	59,3	27	134,2	18	191,4	15	205,0	11	207,3
L2.5	6	11,2	14	23,1	26	119,1	20	178,6	17	208,0	12	214,0
R2	6,2	9	14,8	42,52	26,2	117,2	19,8	173,34	16,8	196,5	12,2	202,46
L3.1	8	8,6	11	19,2	26	88,9	19	88,9	16	107,8	10	157,0
L3.2	5	5,2	12	28,6	19	89,2	17	126,9	15	148,5	9	170,0
L3.3	4	3,8	9	18,8	18	72,6	14	115,6	13	132,0	9	146,0
L3.4	4	4,3	10	24,6	21	84,9	16	132,4	15	152,0	11	163,0
L3.5	4	4,9	14	34,8	21	47,6	18	113,6	15	181,0	14	204,0
R3	5	5,36	11,2	25,2	21	76,64	16,8	115,48	14,8	144,26	10,6	168
L4.1	4	3,4	9	16,6	17	69,2	16	106,1	14	127,0	8	143,2
L4.2	4	3,4	8	15,6	25	90,1	18	97,2	14	115,5	9	141,0
L4.3	4	6,4	11	22,4	29	88,9	21	151,7	18	184,2	13	204,1
L4.4	4	5,9	13	28,2	17	56,8	18	140,2	16	171,0	11	191,4
L4.5	6	8,2	10	22,6	21	62,1	17	169,9	14	154,8	10	169,9
R4	4,4	5,46	10,2	21,08	21,8	73,42	18	133,02	15,2	150,5	10,2	169,92
Média	5,1	6,5	11,7	29,9	22,3	85,9	18,4	134,5	15,6	158,1	10,6	178,6

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 22. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).

18/11/2009	3/12/2009		17/12/2009		31/12/2009		13/1/2010		27/1/2010		10/2/2010	
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura
L1.1	5,0	7,2	14,0	36,2	25,0	94,6	24,0	149,8	20,0	185,0	14,0	240,5
L1.2	4,0	9,2	12,0	34,1	25,0	97,9	23,0	148,1	20,0	181,0	14,0	210,6
L1.3	4,0	6,8	11,0	26,2	20,0	83,9	19,0	135,9	16,0	159,0	10,0	175,1
L1.4	4,0	6,2	14,0	29,2	26,0	88,9	23,0	143,2	20,0	172,0	12,0	178,9
L1.5	6,0	10,1	16,0	48,6	27,0	125,2	21,0	183,2	18,0	202,0	14,0	209,2
R1	4,6	7,9	13,4	34,9	24,6	98,1	22,0	152,0	18,8	179,8	12,8	202,9
L2.1	4,0	10,6	15,0	37,3	26,0	105,6	22,0	163,8	18,0	192,0	12,0	201,3
L2.2	6,0	8,2	16,0	42,8	29,0	117,6	22,0	176,8	18,0	203,5	13,0	214,3
L2.3	4,0	6,2	13,0	32,2	25,0	116,2	16,0	161,9	14,0	177,0	8,0	181,2
L2.4	4,0	4,2	6,0	12,1	9,0	24,4	9,0	35,4	8,0	40,5	6,0	40,2
L2.5	6,0	9,8	15,0	41,6	26,0	109,8	20,0	168,1	19,0	198,0	12,0	208,2
R2	4,8	7,8	13,0	33,2	23,0	94,7	17,8	141,2	15,4	162,2	10,2	169,0
L3.1	4,0	9,8	15,0	37,6	26,0	95,9	19,0	169,4	18,0	199,0	12,0	209,2
L3.2	6,0	10,4	13,0	46,2	26,0	81,6	21,0	165,1	18,0	196,0	10,0	216,4
L3.3	6,0	10,6	17,0	41,2	29,0	108,3	20,0	167,4	18,0	191,0	13,0	198,2
L3.4	2,0	2,9	6,0	10,2	26,0	70,1	21,0	113,1	18,0	174,2	13,0	191,7
L3.5	4,0	4,9	13,0	30,6	26,0	107,4	20,0	162,1	17,0	201,0	10,0	210,1
R3	4,4	7,7	12,8	33,2	26,6	92,7	20,2	155,4	17,8	192,2	11,6	205,1
L4.1	8,0	10,4	18,0	53,1	20,0	62,9	21,0	189,2	18,0	208,0	13,0	212,4
L4.2	4,0	4,2	11,0	18,3	21,0	72,4	21,0	93,8	17,0	126,2	13,0	151,6
L4.3	6,0	7,4	14,0	35,2	25,0	90,6	20,0	147,2	17,0	186,3	11,0	210,4
L4.4	2,0	3,5	10,0	18,7	23,0	61,9	14,0	101,6	10,0	122,2	5,0	142,9
L4.5	4,0	4,8	10,0	22,6	28,0	111,2	18,0	133,8	15,0	140,5	9,0	169,6
R4	4,8	6,1	12,6	29,6	23,4	79,8	18,8	133,1	15,4	156,6	10,2	177,4
Média	4,7	7,4	13,0	32,7	24,4	91,3	19,7	145,4	16,9	172,7	11,2	188,6

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 23. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 5 (RAC + Filtro Anaeróbio).

	18/11/2009	3/12/2009	17/12/2009	31/12/2009	13/1/2010	27/1/2010	10/2/2010						
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	
L1.1	6,0	11,2	15,0	35,6	29,0	86,9	18,0	123,5	16,0	154,0	11,0	169,6	
L1.2	4,0	8,4	10,0	28,4	18,0	80,9	15,0	116,8	12,0	127,5	8,0	133,4	
L1.3	4,0	6,8	13,0	28,2	24,0	76,4	19,0	117,4	18,0	144,7	12,0	174,3	
L1.4	6,0	10,2	15,0	44,8	27,0	118,7	21,0	165,8	18,0	195,5	12,0	205,2	
L1.5	5,0	8,2	15,0	38,2	28,0	116,8	24,0	174,8	20,0	207,1	14,0	216,4	
R1	5,0	9,0	13,6	35,0	25,2	95,9	19,4	139,7	16,8	165,8	11,4	179,8	
L2.1	4,0	8,6	10,0	19,8	17,0	60,4	18,0	80,1	15,0	95,2	10,0	119,4	
L2.2	6,0	10,4	15,0	47,8	24,0	116,1	18,0	171,6	16,0	188,3	12,0	191,1	
L2.3	6,0	10,6	15,0	42,3	27,0	107,4	21,0	166,8	18,0	203,5	13,0	218,2	
L2.4	4,0	5,4	9,0	22,4	19,0	78,9	16,0	118,8	14,0	136,0	10,0	177,3	
L2.5	4,0	3,4	7,0	11,1	13,0	79,2	11,0	152,8	7,0	198,0	7,0	198,0	
R2	4,8	7,7	11,2	28,7	20,0	88,4	16,8	138,0	14,0	164,2	10,4	180,8	
L3.1	5,0	7,9	15,0	40,8	28,0	128,1	21,0	163,9	19,0	197,3	12,0	212,0	
L3.2	6,0	11,2	15,0	43,4	19,0	65,9	18,0	162,1	15,0	185,0	9,0	187,0	
L3.3	7,0	2,9	16,0	40,1	27,0	97,6	19,0	158,6	16,0	194,6	10,0	211,0	
L3.4	4,0	6,4	11,0	23,1	26,0	105,1	16,0	115,9	13,0	118,0	9,0	133,0	
L3.5	8,0	10,2	18,0	49,6	28,0	119,9	23,0	187,8	20,0	198,2	12,0	203,6	
R3	6,0	7,7	15,0	39,4	25,6	103,3	19,4	157,7	16,6	178,6	10,4	189,3	
L4.1	4,0	8,2	13,0	32,4	23,0	58,4	21,0	149,2	19,0	182,5	14,0	206,0	
L4.2	4,0	7,8	13,0	37,8	19,0	84,1	19,0	156,4	15,0	193,2	10,0	211,2	
L4.3	4,0	7,6	8,0	14,8	14,0	37,9	14,0	60,6	8,0	74,0	7,0	91,0	
L4.4	4,0	5,2	9,0	15,8	26,0	85,9	17,0	99,3	18,0	117,5	9,0	161,8	
L4.5	4,0	6,8	11,0	17,2	25,0	90,4	19,0	141,2	17,0	150,0	10,0	187,0	
R4	4,0	7,1	10,8	23,6	21,4	71,3	18,0	121,3	15,4	143,4	10,0	171,4	
Média	5,0	7,9	12,7	31,7	23,1	89,8	18,4	139,2	15,7	163,0	10,6	180,3	

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 24. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).

	20/4/2010	4/5/2010	18/5/2010	1/6/2010	15/6/2010	23/6/2010					
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	
L1.1	9	9,8	15	47,0	27	81,0	24	160,3	20	180,5	
L1.2	0	0,0	15	51,2	29	61,0	23	142,2	16	181,9	
L1.3	6	7,2	15	34,5	23	62,8	20	151,4	16	204,5	
L1.4	8	9,6	16	46,0	16	81,0	22	172,3	18	206,7	
L1.5	8	13,2	18	3,9	25	62,3	24	154,8	18	204,6	
R1	6	8,0	16	36,5	24	69,6	23	156,2	18	195,6	
L2.1	8	10,4	15	38,6	26	61,3	21	190,7	14	182,4	
L2.2	6	8,2	13	31,0	21	21,0	20	150,2	18	170,7	
L2.3	7	7,8	16	36,2	27	68,2	22	97,9	20	112,2	
L2.4	7	7,5	15	34,0	29	63,0	19	101,2	17	117,9	
L2.5	0	0,0	8	19,0	26	47,0	15	97,3	15	193,9	
R2	6	6,8	13	31,8	26	52,1	19	127,5	17	155,4	
L3.1	0	0,0	14	34,0	29	21,4	20	141,4	17	187,7	
L3.2	6	7,6	13	36,0	27	48,7	19	89,4	18	188,9	
L3.3	8	9,6	18	48,6	22	85,0	23	127,3	20	189,5	
L3.4	7	7,9	14	39,0	30	82,8	21	131,8	17	222,2	
L3.5	8	8,7	15	49,0	32	81,5	22	137,9	20	215,0	
R3	6	6,8	15	41,3	28	63,9	21	125,6	18	200,7	
L4.1	8	7,8	15	32,4	29	53,0	22	101,7	19	184,2	
L4.2	0	0,0	14	32,0	26	46,2	19	98,8	16	188,5	
L4.3	0	0,0	8	12,9	24	34,0	13	81,6	12	169,2	
L4.4	9	14,2	18	50,2	27	88,0	25	117,6	21	211,0	
L4.5	6	9,2	13	26,8	25	38,1	15	87,6	14	187,4	
R4	5	6,2	14	30,9	26	51,9	19	97,5	16	188,1	
Média	6	6,9	14	35,1	26	59,4	20	126,7	17	184,9	

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 25. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 2 (Água).

	20/4/2010		4/5/2010		18/5/2010		1/6/2010		15/6/2010		23/6/2010	
amostra	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura	nº de folhas	altura
L1.1	11	16,0	15	47,0	27	58,5	18	89,7	15	122,0		
L1.2	12	19,0	15	40,0	28	15,9	15	68,7	11	94,6		
L1.3	6	9,0	15	34,5	18	27,4	13	47,1	10	62,8		
L1.4	0	0,0	16	46,0	21	25,3	14	29,2	9	39,6		
L1.5	0	0,0	18	3,9	23	23,2	17	28,7	12	35,2		
R1	6	8,8	16	34,3	23	30,1	15	52,7	11	70,8		
L2.1	13	14,0	15	38,6	25	47,6	19	61,1	15	78,0		
L2.2	0	0,0	13	31,0	21	28,9	19	32,9	14	51,8		
L2.3	10	13,0	16	36,2	21	31,2	16	40,9	11	53,6		
L2.4	0	0,0	15	34,0	18	22,8	12	29,4	7	38,2		
L2.5	0	0,0	8	19,0	23	15,8	15	17,3	12	20,8		
R2	5	5,4	13	31,8	22	29,3	16	36,3	12	48,5		
L3.1	0	0,0	14	34,0	23	28,0	15	42,4	12	51,6		
L3.2	0	0,0	13	36,0	24	39,6	17	62,1	13	70,6		
L3.3	0	0,0	18	48,6	17	23,0	10	27,2	8	34,9		
L3.4	0	0,0	14	39,0	18	15,8	12	20,2	11	28,9		
L3.5	9	14,0	15	49,0	25	42,0	16	49,4	11	65,8		
R3	2	2,8	15	41,3	21	29,7	14	40,3	11	50,4		
L4.1	9	15,5	15	32,4	23	38,6	19	43,5	13	58,3		
L4.2	0	0,0	14	32,0	22	43,0	14	43,1	9	49,1		
L4.3	11	15,5	8	12,9	27	44,8	19	52,4	12	79,0		
L4.4	0	0,0	18	50,2	22	33,0	15	41,3	12	50,0		
L4.5	11	11,0	13	26,8	23	43,4	16	53,2	13	65,2		
R4	6	8,4	14	30,9	23	40,6	17	46,7	12	60,3		
Média	5	6,4	14	34,6	22	32,4	16	44,0	12	57,5		

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 26. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).

	20/4/2010		4/5/2010		18/5/2010		1/6/2010		15/6/2010		23/6/2010	
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura
L1.1	9	9,8	15	31,8	19	42,3	17	66,0	15	178,0		
L1.2	8	10,0	13	18,5	23	100,8	23	145,0	19	177,7		
L1.3	6	17,2	7	8,4	26	101,3	18	127,0	13	149,8		
L1.4	8	19,6	6	3,5	31	129,6	25	159,3	19	222,8		
L1.5	8	13,2	17	17,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0		
R1	8	14,0	12	15,8	20	74,8	17	99,5	13	145,7		
L2.1	6	10,4	15	18,6	29	112,6	24	121,9	21	167,8		
L2.2	7	8,2	9	9,2	28	91,6	22	135,5	18	208,0		
L2.3	9	17,8	12	4,5	26	73,6	0	0,0	0	0,0		
L2.4	8	17,5	16	29,5	29	120,6	22	141,7	18	209,1		
L2.5	0	0,0	15	34,4	30	126,4	23	141,2	21	176,8		
R2	6	10,8	13	19,2	28	105,0	18	108,1	16	152,3		
L3.1	0	0,0	16	34,8	23	58,8	18	113,4	15	151,4		
L3.2	8	17,6	7	12,8	24	49,5	20	86,2	18	173,7		
L3.3	8	9,6	14	16,4	20	52,2	18	105,5	18	144,3		
L3.4	7	7,9	14	21,2	30	124,6	27	114,1	19	166,9		
L3.5	8	18,7	17	39,4	27	126,6	23	137,0	23	163,9		
R3	6	10,8	14	24,9	25	82,3	21	111,2	19	160,0		
L4.1	8	7,8	19	39,8	30	114,0	24	116,1	20	148,9		
L4.2	0	0,0	12	12,9	15	44,6	15	98,0	13	149,5		
L4.3	0	0,0	13	21,2	21	76,0	17	99,4	15	135,8		
L4.4	11	14,2	13	24,6	20	57,0	18	110,0	16	180,0		
L4.5	8	9,2	10	15,8	20	95,7	18	106,3	13	152,1		
R4	5	6,2	13	22,9	21	77,5	18	106,0	15	153,3		
Média	6	10,4	13	20,7	24	84,9	19	106,2	16	152,8		

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 27. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).

	20/4/2010		4/5/2010		18/5/2010		1/6/2010		15/6/2010		23/6/2010	
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura
L1.1	9	20,4	15	42,8	19	82,3	17	71,8	13	190,4		
L1.2	6	20,8	16	40,0	21	80,8	20	136,3	14	179,2		
L1.3	0	0,0	16	48,6	26	81,3	20	156,2	18	168,1		
L1.4	0	0,0	2	4,6	10	39,6	21	74,3	17	104,2		
L1.5	4	14,8	18	37,9	28	86,4	24	86,7	20	178,5		
R1	4	11,2	13	34,8	21	74,1	20	105,1	16	164,1		
L2.1	8	18,6	18	48,2	29	112,6	25	154,3	20	195,3		
L2.2	9	12,5	17	41,6	27	141,6	24	183,2	25	216,0		
L2.3	6	8,3	19	29,8	24	73,6	22	116,5	20	175,7		
L2.4	0	0,0	18	59,6	28	120,6	27	141,3	23	185,5		
L2.5	10	24,5	20	62,2	30	126,4	30	136,1	30	200,8		
R2	7	12,8	18	48,3	28	115,0	26	146,3	24	194,7		
L3.1	10	21,0	16	32,2	18	58,8	18	98,7	18	206,7		
L3.2	11	22,0	17	39,2	24	49,5	24	94,2	24	213,2		
L3.3	6	20,0	13	34,6	26	72,2	24	109,8	22	178,0		
L3.4	8	28,0	14	47,4	30	124,6	30	147,4	30	192,1		
L3.5	11	34,0	18	64,6	27	126,6	23	149,2	20	202,3		
R3	9	25,0	16	43,6	25	86,3	24	119,9	23	198,5		
L4.1	11	33,5	21	64,6	30	114,3	30	106,1	30	178,3		
L4.2	11	32,0	23	65,8	0	0,0	0	0,0	0	156,4		
L4.3	11	38,0	19	55,8	26	76,8	23	108,2	29	169,5		
L4.4	9	32,0	20	69,2	20	89,9	18	107,6	17	200,5		
L4.5	10	32,5	20	64,6	27	115,7	24	138,3	21	193,4		
R4	10	33,6	21	64,0	21	79,3	19	92,0	19	179,6		
Média	8	20,6	17	47,7	24	88,7	22	115,8	21	184,2		

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 28. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 5 (UASB + Filtro Anaeróbio).

	20/4/2010	4/5/2010	18/5/2010	1/6/2010	15/6/2010	23/6/2010				
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura
L1.1	9	19,8	13	64,7	25	147,0	23	168,2	20	197,8
L1.2	0	0,0	19	47,8	25	101,9	20	142,4	20	189,1
L1.3	6	17,2	18	54,5	28	95,4	22	102,8	20	199,5
L1.4	8	19,6	21	46,0	26	67,2	24	104,6	21	201,5
L1.5	8	13,2	18	43,9	28	93,4	24	155,2	19	235,2
R1	6	14,0	18	51,4	26	101,0	23	134,6	20	204,6
L2.1	8	20,4	15	51,8	28	98,6	25	138,3	23	205,2
L2.2	6	18,2	16	63,0	26	101,0	24	135,6	20	189,1
L2.3	7	17,8	16	66,2	26	106,2	26	172,9	19	182,7
L2.4	7	17,5	15	64,0	28	109,8	24	141,6	22	198,6
L2.5	0	0,0	8	69,0	19	111,2	21	184,2	20	203,6
R2	6	14,8	14	62,8	25	105,4	24	154,5	21	195,8
L3.1	0	0,0	13	68,2	24	104,0	17	196,4	16	211,7
L3.2	6	17,6	18	71,4	28	106,0	25	130,5	21	192,6
L3.3	8	19,6	21	77,6	25	148,6	21	183,7	19	51,3
L3.4	7	17,9	21	79,0	26	102,4	22	116,8	20	199,3
L3.5	8	18,7	21	89,0	27	116,8	26	168,6	24	199,4
R3	6	14,8	19	77,0	26	115,6	22	159,2	20	170,9
L4.1	8	17,8	13	70,0	25	122,4	24	184,1	20	201,2
L4.2	0	0,0	14	82,0	25	150,8	21	172,6	20	181,3
L4.3	0	0,0	18	62,9	27	109,2	25	127,9	21	160,1
L4.4	9	24,2	22	66,2	28	140,2	25	168,8	20	175,4
L4.5	6	19,2	23	66,8	30	139,2	25	175,9	21	224,8
R4	5	12,2	18	69,6	27	132,4	24	165,9	20	188,6
Média	6	13,9	17	65,2	26	113,6	23	153,6	20	190,0

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 29. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).

	3/9/2010		17/9/2010		1/10/2010		15/10/2010		29/10/2010		12/11/2010	
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura								
L1.1	14	14,4	16	34,4	27	76,8	22	177,9	22	213,4		
L1.2	9	16,0	17	34,6	29	82,3	25	176,2	21	200,5		
L1.3	6	10,4	14	28,2	23	66,8	23	133,8	13	176,8		
L1.4	6	12,7	14	39,8	26	83,6	21	134,9	20	197,7		
L1.5	6	8,0	14	43,4	25	164,9	22	181,8	19	213,2		
R1	8,2	12,3	15	36,08	26	94,88	22,6	160,9	19	200,3		
L2.1	7	22,3	15	43,6	26	78,3	23	182,4	21	184,2		
L2.2	4	16,9	13	43,1	25	105,4	23	179,2	27	222,1		
L2.3	7	24,6	22	80,6	23	117,6	20	161,4	19	219,5		
L2.4	11	28,0	21	81,4	29	119,8	24	185,0	20	210,1		
L2.5	11	24,6	23	84,4	26	101,3	23	168,2	19	181,3		
R1	8	23,28	18,8	66,62	25,8	104,5	22,6	175,2	21,2	203,5		
L3.1	6	18,9	19	74,4	29	148,9	22	181,6	18	213,9		
L3.2	8	11,3	16	64,6	27	128,8	26	184,2	21	201,1		
L3.3	10	27,6	18	53,4	32	129,2	23	179,2	22	208,8		
L3.4	12	23,5	18	87,8	30	112,9	26	147,0	19	217,8		
L3.5	11	21,6	19	93,1	25	102,8	23	210,9	20	164,0		
R1	9,4	20,58	18	74,66	28,6	124,5	24	180,6	20	201,1		
L4.1	6	20,7	17	87,6	29	109,8	25	172,6	27	216,6		
L4.2	11	20,1	18	78,8	26	129,2	19	154,2	17	166,2		
L4.3	10	16,8	16	62,2	24	99,8	21	136,9	0	0,0		
L4.4	11	23,5	16	64,9	27	122,1	24	161,4	23	201,4		
L4.5	6	6,5	14	56,3	25	119,6	21	161,2	17	182,4		
R1	8,8	17,52	16,2	69,96	26,2	116,1	22	157,3	16,8	153,3		
Média	8,6	18,4	17,0	61,8	26,7	110,0	22,8	168,5	19,3	189,6		

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 30. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 2 (Água).

	3/9/2010	17/9/2010	1/10/2010	15/10/2010	29/10/2010	12/11/2010						
amostra	n° de folhas	altura										
L1.1	11,0	16,0	19,0	38,3	24,0	87,0	20,0	119,2	18,0	164,3		
L1.2	12,0	19,0	22,0	48,1	26,0	82,0	21,0	135,2	17,0	169,6		
L1.3	6,0	7,2	18,0	32,6	23,0	62,3	20,0	198,6	15,0	207,2		
L1.4	8,0	9,6	21,0	49,0	25,0	162,6	20,0	191,2	16,0	203,5		
L1.5	8,0	13,2	21,0	49,3	27,0	168,3	20,0	188,3	16,0	216,5		
R1	9,0	13,0	20,2	43,5	25,0	112,4	20,2	166,5	16,4	192,2		
L2.1	8,0	10,4	22,0	34,4	24,0	93,9	12,0	108,9	17,0	176,8		
L2.2	6,0	8,2	20,0	39,0	23,0	86,4	21,0	159,1	16,0	193,5		
L2.3	7,0	7,8	18,0	33,4	25,0	134,6	20,0	161,3	16,0	193,3		
L2.4	7,0	7,5	19,0	44,5	26,0	86,9	17,0	156,1	13,0	182,2		
L2.5	0,0	0,0	18,0	44,3	24,0	124,6	20,0	153,2	18,0	181,5		
R1	5,6	6,8	19,4	39,1	24,4	105,3	18,0	147,7	16,0	185,5		
L3.1	0,0	0,0	17,0	46,9	24,0	132,1	21,0	177,7*	17,0	195,7		
L3.2	6,0	7,6	16,0	33,6	21,0	114,8	20,0	154,8	19,0	198,4		
L3.3	8,0	9,6	21,0	25,6	23,0	109,6	18,0	138,7	15,0	171,7		
L3.4	7,0	7,9	20,0	37,1	23,0	86,4	19,0	144,5	17,0	191,1		
L3.5	8,0	8,7	20,0	36,3	23,0	89,7	23,0	134,3	18,0	168,1		
R1	5,8	6,8	18,8	35,9	22,8	106,5	20,2	143,1	17,2	185,0		
L4.1	8,0	7,8	19,0	40,3	24,0	105,4	22,0	167,9	19,0	181,8		
L4.2	8,0	8,8	18,0	30,7	21,0	82,7	19,0	129,4	15,0	171,2		
L4.3	0,0	0,0	17,0	19,5	20,0	97,4	20,0	115,8	17,0	177,4		
L4.4	9,0	14,2	15,0	18,3	21,0	61,4	18,0	101,9	16,0	149,4		
L4.5	6,0	9,2	20,0	37,5	22,0	89,7	22,0	114,5	18,0	135,5		
R1	6,2	8,0	17,8	29,3	21,6	87,3	20,2	125,9	17,0	163,1		
Média	6,7	8,6	19,1	36,9	23,5	102,9	19,7	145,8	16,7	181,4		

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 31. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).

amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura
L1.1	8,0	7,9	9,0	19,8	15,0	31,8	19,0	72,3	14,0	106,0
L1.2	0,0	0,0	7,0	5,2	13,0	28,5	20,0	55,8	19,0	90,2
L1.3	0,0	0,0	6,0	7,2	9,0	28,4	16,0	51,3	13,0	97,0
L1.4	0,0	0,0	8,0	9,6	16,0	33,5	21,0	89,6	15,0	112,0
L1.5	8,0	13,2	10,0	14,2	17,0	37,0	15,0	84,6	14,0	106,0
R1	3,2	4,2	8,0	11,2	14,0	31,8	18,2	70,7	15,0	102,2
L2.1	9,0	10,6	8,0	10,4	15,0	38,6	29,0	82,6	24,0	110,0
L2.2	0,0	0,0	6,0	8,2	19,0	29,2	28,0	91,6	12,0	105,0
L2.3	0,0	0,0	7,0	7,8	12,0	24,5	26,0	83,6	0,0	0,0
L2.4	9,0	13,8	7,0	37,5	16,0	69,8	29,0	110,6	22,0	131,7
L2.5	9,0	15,2	13,0	28,0	18,0	74,4	30,0	116,4	21,0	131,2
R1	5,4	7,9	8,2	18,4	16,0	47,3	28,4	97,0	15,8	95,6
L3.1	9,0	11,4	14,0	20,0	20,0	74,8	18,0	108,8	23,0	123,4
L3.2	0,0	0,0	6,0	7,6	17,0	22,8	24,0	69,5	11,0	96,2
L3.3	0,0	0,0	8,0	9,6	18,0	36,4	30,0	62,2	18,0	95,5
L3.4	0,0	0,0	7,0	7,9	16,0	31,2	30,0	64,6	19,0	94,1
L3.5	10,0	16,1	8,0	48,7	17,0	89,4	27,0	106,6	23,0	127,0
R1	3,8	5,5	8,6	18,8	17,6	50,9	25,8	82,3	18,8	107,2
L4.1	10,0	13,8	8,0	47,8	19,0	89,8	30,0	104,0	24,0	116,1
L4.2	0,0	0,0	4,0	6,9	12,0	22,9	0,0	0,0	0,0	0,0
L4.3	6,0	9,8	8,0	29,3	13,0	41,2	28,0	76,0	17,0	109,4
L4.4	7,0	8,9	9,0	24,2	13,0	54,6	20,0	57,0	18,0	91,0
4	0,0	0,0	6,0	9,2	10,0	25,8	27,0	95,7	13,0	116,3
R1	4,6	6,5	7,0	23,5	13,4	46,9	21,0	66,5	14,4	86,6
Média	4,3	6,0	8,0	18,0	15,3	44,2	23,4	79,1	16,0	97,9

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 32. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).

	3/9/2010		17/9/2010		1/10/2010		15/10/2010		29/10/2010		12/11/2010	
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura
L1.1	9	10,4	15	42,8	23	72,3	19	117,8	16	190,4		
L1.2	0	0,0	8	30,0	23	70,8	20	136,3	16	199,2		
L1.3	0	0,0	16	38,6	26	81,3	26	146,2	26	168,1		
L1.4	0	0,0	9	34,6	31	89,6	31	134,3	31	174,7		
L1.5	0	0,0	13	37,9	28	86,4	24	126,7	19	178,5		
R1	1,8	2,08	12,2	36,78	26,2	80,08	24	132,3	21,6	182,2		
L2.1	0	0,0	16	42,2	29	92,6	24	144,3	21	195,3		
L2.2	9	12,5	17	51,6	28	91,8	28	113,2	28	156,0		
L2.3	0	0,0	10	29,8	26	73,6	20	106,5	18	135,7		
L2.4	0	0,0	13	39,6	25	80,6	28	141,3	20	185,5		
L2.5	10	14,5	20	62,2	28	106,4	26	136,1	20	170,8		
R1	3,8	5,4	15,2	45,08	27,2	89	25,2	128,3	21,4	168,7		
L3.1	10	11,0	16	52,2	23	98,8	18	108,7	16	136,7		
L3.2	11	12,0	17	59,2	24	99,5	20	134,2	16	193,2		
L3.3	0	0,0	13	24,6	28	82,2	25	129,7	21	178,0		
L3.4	0	0,0	10	27,4	30	94,6	26	137,4	20	192,1		
L3.5	11	14,0	15	44,6	27	106,6	23	149,2	20	202,3		
R1	6,4	7,4	14,2	41,6	26,4	96,34	22,4	131,8	18,6	180,5		
L4.1	11	13,5	17	64,6	30	114,3	27	136,1	24	178,3		
L4.2	11	12,0	19	75,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0		
L4.3	11	18,0	17	65,8	28	106,8	23	138,2	17	169,5		
L4.4	9	12,0	18	79,2	20	109,9	21	137,6	15	180,5		
L4.5	10	12,5	20	64,6	27	135,7	20	135,7	16	193,4		
R1	10,4	13,6	18,2	70	21	93,34	18,2	109,5	14,4	144,3		
Média	5,6	7,1	15,0	48,4	25,2	89,7	22,5	125,5	19,0	168,9		

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 33. Valores observados e médias do NF e HP (cm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 5 (RAC + Filtro Anaeróbio).

	3/9/2010		17/9/2010		1/10/2010		15/10/2010		29/10/2010		12/11/2010	
amostra	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura	n° de folhas	altura
L1.1	9	9,8	13	14,7	23	47,0	18	68,2	15	107,8		
L1.2	0	0,0	19	40,0	25	81,9	21	112,4	18	189,1		
L1.3	6	7,2	18	34,5	25	95,4	23	132,8	20	199,5		
L1.4	8	9,6	16	46,0	21	97,2	20	164,6	14	201,5		
L1.5	8	13,2	18	63,9	28	103,4	23	175,2	19	235,2		
R1	6,2	7,96	16,8	39,82	24,4	84,98	21	130,64	17,2	186,616		
L2.1	8	10,4	15	61,8	27	98,6	20	168,3	15	205,2		
L2.2	6	8,2	16	43,0	26	91,0	22	125,6	19	189,1		
L2.3	7	7,8	16	56,2	23	86,2	21	142,9	17	182,7		
L2.4	7	7,5	15	64,0	24	99,8	18	101,6	17	198,6		
L2.5	0	0,0	8	19,0	19	61,2	17	114,2	14	133,6		
R1	5,6	6,78	14	48,8	23,8	87,36	19,6	130,52	16,4	181,84		
L3.1	0	0,0	13	18,2	24	64,0	17	96,7	15	111,7		
L3.2	6	7,6	18	51,4	28	96,0	22	130,5	17	192,6		
L3.3	8	9,6	16	47,6	21	88,6	17	103,7	15	151,3		
L3.4	7	7,9	21	49,0	21	82,4	17	116,8	15	182,2		
L3.5	8	8,7	19	59,8	21	96,8	16	108,8	14	199,4		
R1	5,8	6,76	17,4	45,2	23	85,56	17,8	111,3	15,2	167,44		
L4.1	8	7,8	13	40,9	25	82,4	21	101,1	19	141,2		
L4.2	9	14,2	18	52,0	27	80,8	25	117,6	23	181,3		
L4.3	0	0,0	8	12,9	17	49,2	21	97,9	17	160,1		
L4.4	9	14,2	12	46,2	18	90,2	18	138,8	15	175,4		
L4.5	6	9,2	13	46,8	26	99,2	25	115,9	21	194,8		
R1	6,4	9,08	12,8	39,76	22,6	80,36	22	114,26	19	170,56		
Média	6,0	7,6	15,3	43,4	23,5	84,6	20,1	121,7	17,0	176,6		

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 34. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).

<u>amostra</u>	<u>folhas</u>	<u>caule</u>	<u>total</u>	<u>capítulo</u>	<u>espessura</u>
L1.1	11,6	122,2	133,8	20,5	25,33
L1.2	20,0	103,8	123,7	20,2	24,75
L1.3	16,0	44,8	60,7	10,9	21,83
L1.4	17,0	117,0	134,0	17,3	30,86
L1.5	16,8	42,6	59,4	10,3	16,85
R1	16,3	86,1	102,3	15,8	23,92
L2.1	17,3	67,3	84,6	13,4	20,98
L2.2	13,7	104,3	118,0	19,7	22,84
L2.3	17,7	82,3	100,0	15,7	24,24
L2.4	26,7	145,9	172,6	21,5	32,74
L2.5	23,8	115,3	139,1	17,9	30,55
R2	19,8	103,0	122,8	17,6	26,27
L3.1	5,3	40,6	45,8	13,3	19,34
L3.2	8,2	36,3	44,5	8,2	17,05
L3.3	18,3	112,8	131,2	19,5	32,31
L3.4	17,3	106,6	123,9	18,2	27,62
L3.5	17,2	93,9	111,1	16,5	24,41
R3	13,3	78,0	91,3	15,1	24,15
L4.1	3,2	16,5	19,7	4,6	9,66
L4.2	20,7	124,9	145,5	21,3	27,88
L4.3	29,2	156,7	185,9	25,3	35,94
L4.4	21,0	169,7	190,8	23,4	33,68
L4.5	14,8	61,6	76,4	14,7	22,95
R4	17,8	105,9	123,7	17,9	26,02
Média	16,8	93,2	110,0	16,6	25,1
Total	67,1	373,0	440,1	66,5	100,4

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 35. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 2 (Água).

amostra	folhas	caule	total	capítulo	espessura
L1.1	7,2	33,3	40,6	10,2	15,94
L1.2	8,4	39,7	48,1	9,1	16,27
L1.3	15,5	85,5	101,0	16,5	22,68
L1.4	16,3	74,0	90,3	12,4	22,93
L1.5	13,6	64,1	77,7	9,9	19,65
R1	12,2	59,3	71,5	11,6	19,49
L2.1	8,4	74,2	82,6	16,5	24,08
L2.2	13,5	74,0	87,5	16,9	21,93
L2.3	9,0	68,0	77,0	15,7	24,63
L2.4	21,5	85,7	107,2	0,0	23,87
L2.5	14,2	86,4	100,5	15,7	24,25
R2	13,3	77,7	91,0	13,0	23,75
L3.1	9,7	114,9	124,6	19,4	31,50
L3.2	7,2	14,3	21,5	6,9	13,92
L3.3	16,3	130,0	146,3	19,1	29,97
L3.4	12,6	86,2	98,9	15,2	25,10
L3.5	21,0	23,2	44,2	5,4	2,91
R3	13,4	73,7	87,1	13,2	20,68
L4.1	9,9	47,8	57,8	9,7	19,24
L4.2	11,9	38,0	49,8	13,2	17,48
L4.3	20,7	30,4	51,2	9,0	18,61
L4.4	15,0	54,5	69,5	12,5	19,18
L4.5	7,6	134,3	141,9	21,2	33,89
R4	13,0	61,0	74,0	13,1	21,68
Média	13,0	67,9	80,9	12,7	21,4
Total	51,9	271,7	323,6	50,9	85,6

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 36. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).

amostra	folhas	caule	total	capítulo	espessura
L1.1	9,8	0,0	9,8	0,0	0,00
L1.2	8,4	62,5	70,9	14,2	19,91
L1.3	2,5	15,6	18,1	0,0	7,94
L1.4	28,5	95,1	123,6	17,9	23,63
L1.5	9,0	11,5	20,5	0,0	8,70
R1	11,6	37,0	48,6	6,4	12,04
L2.1	27,6	100,7	128,3	18,0	27,38
L2.2	11,4	32,5	43,9	10,2	17,15
L2.3	22,5	74,0	96,5	16,3	22,82
L2.4	21,3	71,4	92,7	14,7	21,40
L2.5	20,5	75,2	95,6	17,1	22,20
R2	20,6	70,8	91,4	15,3	22,19
L3.1	5,3	45,9	51,1	14,1	18,04
L3.2	6,8	28,4	35,2	7,2	13,72
L3.3	3,7	18,0	21,7	0,0	10,97
L3.4	7,1	24,7	31,7	6,6	13,49
L3.5	16,6	86,3	102,9	19,2	17,05
R3	7,9	40,7	48,5	9,4	14,65
L4.1	8,8	25,7	34,5	7,4	15,26
L4.2	3,9	20,4	24,4	5,8	11,70
L4.3	16,5	81,2	97,7	19,3	22,10
L4.4	12,2	54,9	67,0	11,5	18,13
L4.5	4,8	22,9	27,7	7,2	13,96
R4	9,3	41,0	50,3	10,2	16,23
Média	12,4	47,3	59,7	10,3	16,3
Total	49,4	189,4	238,8	41,3	65,1

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 37. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).

amostra	folhas	caule	total	capítulo	espessura
L1.1	16,8	73,1	89,9	21,2	24,71
L1.2	18,9	68,7	87,6	18,3	23,44
L1.3	10,9	31,3	42,3	11,1	18,56
L1.4	12,5	81,5	94,0	19,9	25,73
L1.5	13,5	102,4	115,9	20,1	26,50
R1	14,5	71,4	85,9	18,1	23,79
L2.1	17,3	63,6	80,9	17,6	23,69
L2.2	17,8	76,6	94,4	15,6	21,12
L2.3	16,0	46,8	62,8	9,3	17,09
L2.4	9,3	13,5	22,8	0,0	4,03
L2.5	8,6	66,8	75,4	13,6	20,04
R2	13,8	53,5	67,3	11,2	17,19
L3.1	14,7	91,2	105,9	18,9	29,71
L3.2	13,9	59,1	73,0	10,9	19,23
L3.3	14,5	84,2	98,6	16,4	24,10
L3.4	12,1	74,4	86,5	19,2	22,85
L3.5	15,3	95,8	111,2	16,8	23,91
R3	14,1	80,9	95,0	16,4	23,96
L4.1	20,2	88,1	108,3	15,6	23,06
L4.2	10,1	36,3	46,4	9,8	19,99
L4.3	20,7	0,0	20,7	0,0	27,95
L4.4	14,8	30,5	45,3	7,5	17,45
L4.5	15,4	35,3	50,7	9,0	19,32
R4	16,2	38,0	54,3	8,4	21,55
Média	14,7	61,0	75,6	13,5	21,6
Total	58,7	243,8	302,5	54,2	86,5

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 38. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Primeiro Experimento no Canteiro 5 (RAC + Filtro Anaeróbio).

amostra	folhas	caule	total	capítulo	espessura
L1.1	16,3	73,0	89,3	19,1	25,13
L1.2	5,9	19,4	25,3	5,4	13,31
L1.3	7,0	32,9	39,9	8,1	15,98
L1.4	15,8	70,1	85,8	15,3	19,60
L1.5	10,0	92,2	102,2	18,6	26,13
R1	11,0	57,5	68,5	13,3	20,03
L2.1	7,9	21,6	29,5	4,4	13,15
L2.2	17,0	61,8	78,8	13,6	18,15
L2.3	11,9	104,4	116,3	18,3	24,36
L2.4	14,3	21,7	36,0	6,5	9,90
L2.5	6,6	0,0	6,6	0,0	0,00
R2	11,6	41,9	53,5	8,6	13,11
L3.1	13,3	80,3	93,6	15,6	21,07
L3.2	22,4	47,4	69,9	7,1	18,84
L3.3	11,1	75,7	86,8	14,6	21,96
L3.4	13,6	18,7	32,3	5,1	11,69
L3.5	38,6	80,1	118,7	16,5	22,97
R3	19,8	60,4	80,3	11,8	19,31
L4.1	14,0	91,0	105,0	16,9	24,19
L4.2	15,9	72,6	88,5	14,2	22,15
L4.3	17,5	117,4	134,9	20,0	8,20
L4.4	8,8	37,0	45,9	10,7	17,35
L4.5	36,1	64,7	100,7	16,1	22,05
R4	18,5	76,5	95,0	15,6	18,79
Média	15,2	59,1	74,3	12,3	17,8
Total	60,9	236,4	297,2	49,2	71,2

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 39. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).

amostra	capítulo	espessura	folhas	caule	total
L1.1	15,7	17,50	52,9	89,8	142,6
L1.2	16,2	17,60	36,7	65,1	101,8
L1.3	10,4	14,63	24,9	35,2	60,0
L1.4	16,3	16,87	53,6	81,7	135,3
L1.5	19,2	18,99	40,4	95,9	136,3
R1	15,6	17,12	41,7	73,5	115,2
L2.1	16,6	15,65	29,9	42,5	72,4
L2.2	14,0	13,04	25,0	56,1	81,1
L2.3	16,0	19,08	47,7	106,7	154,4
L2.4	17,4	14,93	40,2	70,6	110,8
L2.5	18,1	11,59	80,1	115,2	195,3
R1	16,4	14,86	44,6	78,2	122,8
L3.1	15,0	15,10	40,7	60,7	101,5
L3.2	11,0	13,20	21,3	38,7	60,1
L3.3	18,0	21,55	71,2	113,1	184,2
L3.4	17,0	15,70	65,8	97,1	162,9
L3.5	13,0	19,20	50,2	72,1	122,2
R1	14,8	16,95	49,9	76,3	126,2
L4.1	14,2	13,59	35,2	0,0	35,2
L4.2	13,0	12,80	30,2	39,2	69,4
L4.3	11,0	8,76	33,6	35,7	69,3
L4.4	14,0	21,96	52,9	84,3	137,2
L4.5	11,0	14,02	24,5	27,4	51,9
R1	12,6	14,23	35,3	37,3	72,6
Média	14,9	15,8	42,9	66,3	109,2
Total	59,4	63,2	171,4	265,4	436,8

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 40. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 2 (Água).

amostra	capítulo	espessura	folhas	caule	total
L1.1	7,2	20,77	27,5	44,0	71,5
L1.2	13,2	21,16	41,8	153,3	195,1
L1.3	11,1	16,47	23,4	21,6	45,0
L1.4	6,0	13,08	27,3	20,5	47,8
L1.5	10,2	9,79	23,9	24,7	48,6
R1	9,5	16,25	28,8	52,8	81,6
L2.1	9,8	16,55	37,2	38,1	75,4
L2.2	14,2	11,59	23,3	24,8	48,1
L2.3	11,6	13,12	23,0	29,5	52,5
L2.4	10,1	10,34	26,4	17,4	43,8
L2.5	16,9	6,98	15,9	44,0	59,9
R1	12,5	11,72	25,2	30,8	55,9
L3.1	14,4	17,86	43,6	59,6	103,1
L3.2	4,9	16,85	35,7	36,4	72,1
L3.3	15,9	8,51	12,3	41,0	53,3
L3.4	11,9	9,72	21,9	16,9	38,8
L3.5	16,7	14,51	19,7	40,1	59,8
R1	12,8	13,49	26,6	38,8	65,4
L4.1	9,8	15,55	43,7	47,0	90,6
L4.2	11,2	12,96	27,6	37,7	65,3
L4.3	19,2	17,84	27,2	58,4	85,6
L4.4	14,2	14,59	37,1	43,1	80,2
L4.5	13,1	13,36	34,8	35,0	69,8
R1	13,5	14,86	34,1	44,2	78,3
Média	12,1	14,1	28,7	41,6	70,3
Total	48,3	56,3	114,6	166,6	281,2

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 41. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).

amostra	capítulo	espessura	folhas	caule	total
L1.1	14,2	13,34	37,5	49,6	87,1
L1.2	15,7	11,78	43,2	45,6	88,8
L1.3	14,6	7,03	38,4	39,1	77,6
L1.4	16,3	2,23	23,5	36,5	59,9
L1.5	18,4	19,46	41,3	43,2	84,5
R1	15,8	10,77	36,8	42,8	79,6
L2.1	12,9	10,88	30,9	42,6	73,5
L2.2	14,2	5,50	17,9	18,1	36,0
L2.3	10,2	M	24,1	20,1	44,3
L2.4	12,1	11,74	25,1	28,5	53,6
L2.5	16,8	11,17	26,2	28,6	54,8
R1	13,2	9,82	24,8	27,6	52,4
L3.1	13,0	13,42	34,5	44,0	78,4
L3.2	11,6	6,23	14,9	23,7	38,6
L3.3	5,4	5,48	16,3	16,8	33,1
L3.4	11,4	14,12	21,2	31,3	52,5
L3.5	18,2	16,96	24,1	45,3	69,4
R1	11,9	11,24	22,2	32,2	54,4
L4.1	13,2	16,07	43,2	63,0	106,2
L4.2	14,6	8,04	35,2	0,0	35,2
L4.3	19,2	9,37	27,1	50,0	77,1
L4.4	14,2	10,03	16,1	29,3	45,4
L4.5	13,1	6,26	20,8	24,6	45,4
R1	14,9	9,95	28,5	33,4	61,9
Média	14,0	10,4	28,1	34,0	62,1
Total	55,9	41,8	112,3	135,9	248,2

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 42. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 4 (RAC + Filtro Anaeróbio).

amostra	folhas	caule	total	capítulo	espessura
L1.1	22,5	29,0	51,5	12,2	8,91
L1.2	29,6	25,7	55,3	11,8	21,43
L1.3	101,0	171,2	272,2	22,5	20,26
L1.4	17,2	16,3	33,5	8,6	21,70
L1.5	45,8	87,4	133,2	18,0	14,60
R1	43,2	65,9	109,1	14,6	17,38
L2.1	51,3	91,1	142,3	16,0	23,49
L2.2	61,5	95,0	156,5	19,0	19,46
L2.3	33,0	115,2	148,2	22,0	16,98
L2.4	52,5	129,3	181,7	23,0	23,57
L2.5	92,5	164,8	257,4	21,0	25,04
R1	58,1	119,1	177,2	20,2	21,71
L3.1	26,8	23,8	50,6	15,2	12,98
L3.2	61,1	107,1	168,2	18,0	15,20
L3.3	36,8	37,8	74,6	16,0	14,72
L3.4	39,7	40,2	79,9	12,4	22,84
L3.5	18,7	17,5	36,2	8,7	27,20
R1	36,6	45,3	81,9	14,1	18,59
L4.1	58,4	131,4	189,9	19,0	24,06
L4.2	48,1	73,2	121,3	17,0	0,00
L4.3	85,6	161,0	246,7	23,0	15,58
L4.4	84,3	166,2	250,5	21,0	11,06
L4.5	98,6	182,6	281,2	22,0	21,90
R1	75,0	142,9	217,9	20,4	14,52
Média	53,3	93,3	146,5	17,3	18,0
Total	213,0	373,2	586,2	69,3	72,2

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 43. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Segundo Experimento no Canteiro 5 (UASB + Filtro Anaeróbio).

amostra	capítulo	espessura	folhas	caule	total
L1.1	14,2	14,33	15,0	14,3	29,3
L1.2	13,8	4,77	69,4	92,6	162,0
L1.3	22,5	20,52	77,3	112,1	189,4
L1.4	14,6	7,34	75,2	120,8	196,0
L1.5	18,2	13,56	75,8	127,2	203,0
R1	16,7	12,10	62,5	93,4	155,9
L2.1	22,0	16,69	84,8	159,4	244,2
L2.2	20,0	16,74	54,0	113,3	167,3
L2.3	23,7	7,82	82,0	127,0	209,0
L2.4	23,4	19,70	72,7	108,7	181,4
L2.5	20,8	27,21	77,7	139,7	217,4
R2	22,0	17,63	74,3	129,6	203,9
L3.1	17,6	15,03	19,6	21,3	40,9
L3.2	21,2	18,95	47,8	83,1	130,8
L3.3	19,4	15,31	32,0	16,5	48,5
L3.4	16,7	12,83	59,0	115,8	174,8
L3.5	22,0	12,22	80,9	124,1	205,0
R3	19,4	14,87	47,9	72,2	120,0
L4.1	19,8	18,75	78,6	95,6	174,3
L4.2	20,0	15,46	87,7	144,6	232,3
L4.3	20,6	23,23	29,9	67,9	97,8
L4.4	21,2	19,60	49,0	87,7	136,6
L4.5	22,0	22,49	65,2	152,4	217,6
R4	20,7	19,91	62,1	109,6	171,7
Média	19,7	16,1	61,7	101,2	162,9
Total	78,7	64,5	246,7	404,8	651,5

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 44. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 1 (Testemunha).

Amostra	Capítulo	Espessura	Folhas	Caule	Total
L1.1	18,2	26,49	53,0	79,4	132,4
L1.2	17,9	22,53	49,9	75,3	125,2
L1.3	19,2	18,16	47,5	82,3	129,7
L1.4	18,6	14,91	45,3	77,3	122,6
L1.5	20,2	28,33	56,9	85,1	142,0
R1	18,8	22,08	50,5	79,9	130,4
L2.1	22,1	26,92	46,6	73,7	120,3
L2.2	22,6	20,75	36,8	55,6	92,5
L2.3	16,6	22,93	44,2	78,2	122,4
L2.4	15,2	3,54	80,7	128,4	209,1
L2.5	12,4	21,48	36,3	50,5	86,7
R2	17,8	19,12	48,9	77,3	126,2
L3.1	16,9	25,89	70,8	103,8	174,6
L3.2	17,2	25,00	62,4	91,4	153,8
L3.3	15,4	22,25	31,1	59,4	90,6
L3.4	23,1	33,01	69,0	160,2	229,2
L3.5	17,4	32,28	55,7	130,3	185,9
R3	18,0	27,69	57,8	109,0	166,8
L4.1	19,3	26,13	54,2	87,7	141,9
L4.2	19,4	24,78	74,6	96,2	170,8
L4.3	19,6	21,18	38,9	62,3	101,2
L4.4	15,4	31,18	77,1	123,6	200,7
L4.5	16,2	17,33	89,3	48,3	137,5
R4	18,0	24,12	66,8	83,6	150,4
Média	18,1	23,3	56,0	87,4	143,5
Total	72,6	93,0	224,1	349,8	573,8

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 45. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 2 (Água).

Amostra	Capítulo	Espessura	Folhas	Caule	Total
L1.1	16,1	27,00	43,3	72,1	115,4
L1.2	6,2	28,00	24,6	15,5	40,1
L1.3	16,3	18,00	85,2	137,7	222,8
L1.4	19,1	21,00	50,7	82,2	132,9
L1.5	18,7	23,00	46,0	79,3	125,4
R2	15,3	23,40	50,0	77,4	127,3
L2.1	13,4	25,00	13,1	18,6	31,7
L2.2	0,0	21,00	7,5	0,0	7,5
L2.3	15,4	21,00	36,6	56,1	92,7
L2.4	17,6	18,00	24,4	44,9	69,3
L2.5	16,6	23,00	24,9	51,6	76,5
R3	12,6	21,60	21,3	34,2	55,5
L3.1	13,4	23,00	71,1	107,0	178,1
L3.2	0,0	24,00	14,2	0,0	14,2
L3.3	21,3	17,10	66,4	117,0	183,4
L3.4	11,1	18,00	29,7	53,7	83,4
L3.5	16,2	25,00	34,7	64,7	99,4
R4	12,4	21,42	43,2	68,5	111,7
L4.1	16,4	23,00	53,8	92,5	146,3
L4.2	13,2	22,00	21,3	25,5	46,8
L4.3	15,9	27,00	30,1	47,8	77,9
L4.4	9,2	22,00	18,9	128,9	147,8
L4.5	18,6	23,00	38,9	61,3	100,2
R4	14,7	23,40	32,6	71,2	103,8
Média	13,7	22,5	36,8	62,8	99,6
Total	54,9	89,8	147,1	251,3	398,3

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 46. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 3 (Água + NPK).

Amostra	Capítulo	Espessura	Folhas	Caule	Total
L1.1	8,7	13,30	12,5	14,3	26,8
L1.2	14,5	11,75	27,5	36,6	64,2
L1.3	15,8	7,03	30,2	46,4	76,5
L1.4	16,2	2,23	30,9	47,4	78,3
L1.5	9,0	19,46	8,2	12,9	21,1
R1	12,8	10,75	21,9	31,5	53,4
L2.1	11,4	30,70	17,4	22,9	40,3
L2.2	0,0	10,50	12,3	32,3	44,5
L2.3	13,2	0,00	27,4	27,2	54,6
L2.4	9,8	43,90	6,6	19,3	25,9
L2.5	10,6	65,00	6,1	67,9	74,0
R2	9,0	30,02	14,0	33,9	47,9
L3.1	15,4	58,00	23,9	40,7	64,7
L3.2	11,6	13,50	1,3	28,9	30,2
L3.3	0,0	17,40	20,9	0,0	20,9
L3.4	12,2	29,80	10,3	38,4	48,7
L3.5	8,8	67,60	0,0	16,3	16,3
R3	9,6	37,26	11,3	24,9	36,2
L4.1	0,0	67,90	24,4	0,0	24,4
L4.2	17,8	28,50	25,8	44,1	69,9
L4.3	18,6	47,00	36,0	55,9	91,9
L4.4	15,9	39,80	26,5	38,1	64,6
L4.5	15,2	22,30	17,2	37,4	54,5
R4	13,5	41,10	26,0	35,1	61,1
Média	11,2	29,8	18,3	31,3	49,6
Total	44,9	119,1	73,1	125,4	198,5

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 47. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 4 (UASB + Filtro Anaeróbio).

Amostra	Capítulo	Espessura	Folhas	Caule	Total
L1.1	18,2	18,91	35,6	70,2	105,8
L1.2	17,7	19,81	12,3	16,9	29,3
L1.3	17,4	20,26	52,8	91,1	143,9
L1.4	23,2	21,70	64,0	126,2	190,2
L1.5	18,4	16,40	53,7	96,7	150,4
R1	19,0	19,42	43,7	80,2	123,9
L2.1	17,6	23,49	46,9	99,1	146,0
L2.2	11,9	19,46	44,2	19,4	63,6
L2.3	16,4	16,98	29,3	79,9	109,2
L2.4	17,1	23,57	41,2	85,3	126,6
L2.5	20,2	25,04	82,7	194,2	276,9
R2	16,6	21,71	48,9	95,6	144,4
L3.1	16,6	12,98	66,3	125,2	191,5
L3.2	18,6	15,20	36,7	83,7	120,4
L3.3	20,4	14,72	44,2	86,1	130,3
L3.4	17,4	22,84	117,7	174,1	291,8
L3.5	11,2	27,20	30,5	17,1	47,6
R3	16,8	18,59	59,1	97,2	156,3
L4.1	14,8	24,06	23,4	55,2	78,6
L4.2	16,4	0,00	18,1	43,1	61,2
L4.3	0,0	15,58	43,9	49,4	93,3
L4.4	19,6	11,06	73,8	153,3	227,1
L4.5	0,0	21,90	107,1	151,8	258,9
R4	10,2	14,52	53,3	90,6	143,8
Média	15,7	18,6	51,2	90,9	142,1
Total	62,6	74,2	204,9	363,6	568,5

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.

Tabela 48. Valores observados, totais e médias do MS da parte aérea da planta (g), DCp (cm) e EC (mm) durante o Terceiro Experimento no Canteiro 5 (RAC + Filtro Anaeróbio).

Amostra	Capítulo	Espessura	Folhas	Caule	Total
L1.1	18,4	14,33	52,9	56,1	109,1
L1.2	18,2	14,77	45,8	75,7	121,4
L1.3	21,2	20,52	56,1	135,4	191,5
L1.4	19,3	27,32	58,0	115,5	173,4
L1.5	19,9	19,60	67,7	112,8	180,5
R1	19,4	19,31	56,1	99,1	155,2
L2.1	17,4	16,69	77,7	148,6	226,3
L2.2	22,9	16,74	93,7	182,6	276,4
L2.3	18,9	17,82	61,4	116,8	178,2
L2.4	19,6	19,70	40,5	84,6	125,1
L2.5	17,4	27,21	44,8	55,9	100,6
R2	19,2	19,63	63,6	117,7	181,3
L3.1	20,5	15,03	40,0	88,8	128,8
L3.2	19,8	18,95	53,3	122,1	175,4
L3.3	0,0	15,31	46,6	0,0	46,6
L3.4	15,2	22,83	47,4	93,3	140,6
L3.5	17,8	22,23	76,0	125,4	201,4
R3	14,7	18,87	52,7	85,9	138,6
L4.1	25,1	18,75	76,8	118,1	194,9
L4.2	28,2	25,46	67,7	164,7	232,4
L4.3	21,4	13,35	4,5	96,9	101,5
L4.4	22,4	19,60	49,1	79,1	128,2
L4.5	23,4	22,49	66,9	123,5	190,4
R4	24,1	19,93	53,0	116,5	169,5
Média	19,4	19,4	56,3	104,8	161,1
Total	77,4	77,7	225,4	419,2	644,5

OBS: R1, R2, R3 e R4 médias parciais das linhas L1, L2, L3, L4, L5.