



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE FLAMBOYANT**

NDA MICHELINE AMADOR DE LUCENA

**CAMPINA GRANDE
PARAÍBA**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM
MESTRADO**

Utilização de água residuária na produção de mudas de flamboyant

DISSERTAÇÃO

AMANDA MICHELINE AMADOR DE LUCENA

**Campina Grande – Paraíba
Outubro – 2004**

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
FLAMBOYANT**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
FLAMBOYANT**

AMANDA MICHELINE AMADOR DE LUCENA

ORIENTADORES

Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra

Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão

Campina Grande – Pb
Outubro– 2004

AMANDA MICHELINE AMADOR DE LUCENA

Bióloga

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
FLAMBOYANT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADOR: Hugo Orlando Carvalho Guerra – Doutor - UFCG/CCT/DEAg

CO-ORIENTADOR: Napoleão E. de Macedo Beltrão – Doutor – EMBRAPA-algodão

Campina Grande – Pb
Outubro- 2004



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFSCar

L935u Lucena, Amanda Micheline Amador de
2004 Utilização de água residuária na produção de mudas de flamboyant / Amanda
 Micheline Amador de Lucena.- Campina Grande: UFSCar, 2004.
 61f. il.

 Inclui Bibliografia

 Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) — Centro de Ciências e
 Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande.

 1— Água de esgoto tratada 2— Substratos 3— Produção de mudas
 4— Arborização I—Título

CDU 628.381



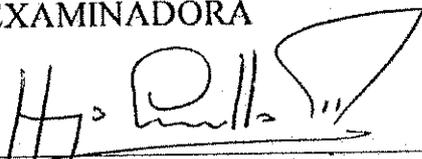
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

AMANDA MICHELINE AMADOR DE LUCENA

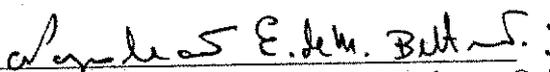
**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE FLAMBOYANT**

BANCA EXAMINADORA

PARECER


Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra-Orientador

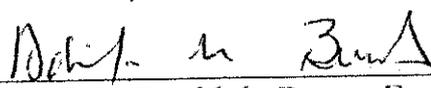
Aprovado


Dr. Napoleão Esberard de M. Beltrão-Orientador

APROVADA.


Dr. Humberto Silva-Examinador

APROVADA


Dr. Adilson David de Barros-Examinador

APROVADO

OUTUBRO - 2004

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a Deus, razão da minha existência. À minha mãe Iêda e minha avó Floriza, pelos exemplos de vida e perseverança. À minha filha Katty, aos meus irmãos: Ednairam, Charles e Eduardo pelo incentivo e apoio durante todas as barreiras que a vida nos coloca diariamente.

MINHA HOMENAGEM

Em memória de meu pai José Walter Feliciano de Lucena e meus avós paternos: Antônio Feliciano de Lucena e Maria José Feliciano de Lucena, como também ao meu avô materno: Doncílio Amador , que os tenho como exemplo de paz, carinho e bondade infinita.

AGRADECIMENTOS

De forma especial, expresso minha gratidão a Deus, que me deu forças e perseverança para conclusão deste trabalho.

A toda minha família pelo incentivo demonstrado e em especial à minha filha Katty.

A Missias, pelo companheirismo e contribuição prestada neste trabalho.

Aos professores e orientadores Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra e Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão pelos ensinamentos e orientações dispensadas durante a realização desta pesquisa.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Ao graduando em Engenharia Agrícola, Iacer pela colaboração nas avaliações biometrias deste trabalho.

Ao Dr. Adilson Pereira de Sousa por sua amizade e por sua participação na banca, bem como no julgamento deste.

Ao professor Dr. Humberto Silva pelos ensinamentos dispensados na minha graduação, os quais subsidiaram-me na execução deste trabalho, como também por fazer parte no julgamento do mesmo.

À EMBRAPA pela realização das análises químicas do material utilizado nesta pesquisa.

A todos os funcionários do Viveiro de Produção de Mudas de Campina Grande- Pb.

À coordenação, professores e funcionários do depto. de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande- Pb.

A todos os meus amigos e em especial à: Aline, Gilvaneide e Wemesson pela amizade, incentivo e pelo reconhecimento da importância deste trabalho.

A todos os colegas de turma e em especial aos colegas: Fabiana, Genival, Frederico e Rogério pela valorosa contribuição nas várias etapas desta pesquisa.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para realização e conclusão deste trabalho.

Sumário

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. O homem e os desequilíbrios ambientais.....	4
2.2. Alternativas para amenizar os problemas ambientais.....	5
2.2.1. Arborização urbana e reflorestamento.....	5
2.2.2. Reutilização das águas residuárias.....	9
2.2.2.1. Considerações Gerais.....	9
2.2.2.2. Composição das águas residuárias.....	10
2.2.2.3. Tratamento das Águas Residuárias.....	12
2.2.2.4. Utilização das águas residuárias na agricultura.....	14
2.3. Produção de mudas de essências florestais.....	17
2.3.1. Uso das águas residuárias na silvicultura.....	18
2.3.2. Fertilização.....	18
2.3.2.1. Fertilizantes químicos.....	19
2.3.2.2. Fertilizantes orgânicos.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. Localização do experimento.....	24
3.2. Essência florestal.....	24
3.3. Tratamentos e delineamento estatístico.....	24
3.4. Croqui do experimento.....	28
3.5. Quebra de dormência e semeadura das sementes.....	29
3.6. Irrigação.....	30
3.7. Índices de crescimento analisados.....	32
3.7.1. Germinação na cada de vegetação.....	32
3.7.2. Altura do caule (AC).....	33
3.7.3. Altura de planta (AP).....	33

3.7.4. Número de folhas (NF).....	34
3.7.5. Área foliar (AF).....	34
3.7.6. Diâmetro do caule (DC).....	34
3.7.7. Comprimento da raiz (CR).....	34
3.7.8. Fitomassa da parte aérea (FPA)	34
3.7.9. Fitomassa da raiz (FR).....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Determinação do potencial de germinação das sementes em laboratório	36
4.2. Variação dos índices de crescimento com o tempo.....	36
4.2.1. Número de Folhas (NF)	36
4.2.2. Diâmetro do caule (DC).....	36
4.2.3. Altura do caule (AC)	39
4.2.4. Comprimento da raiz (CR).....	40
4.3. Efeito dos tratamentos nas variáveis de crescimento.....	42
4.3.1. Germinação	43
4.3.2. Número de folhas por planta (NF)	44
4.3.3. Área foliar (AF).....	45
4.3.4. Altura do caule (AC)	45
4.3.5. Diâmetro do caule (DC).....	47
4.3.6. Altura da planta (AP).....	48
4.3.7. Comprimento da raiz (CR).....	49
4.3.8. Fitomassa da parte aérea (FPA)	50
4.3.9. Fitomassa da raiz (FR).....	52
5. CONCLUSOES	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO	62

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1	Foto da Flamboyant.....	8
Figura 2	Esquema da composição das águas residuárias.....	11
Figura 3	Reator UASB.....	14
Figura 4	Termohigrográfo.....	31
Figura 5	Fotografia das folhas de flamboyant em tons de cinza (8 bits).....	33
Gráfico 1	Evolução do número de folhas em função do tempo e do tipo de água utilizada na irrigação das mudas.....	36
Gráfico 2	Evolução do número de folhas em função do tempo e do tipo de água utilizada na irrigação das mudas.....	37
Gráfico 3	Evolução do diâmetro do caule (cm) em função do tempo e do tipo de água utilizada na irrigação das mudas.....	38
Gráfico 4	Evolução do diâmetro do caule (cm) em função do tempo e do tipo de substrato.....	38
Gráfico 5	Evolução da altura do caule (cm) em função do tempo e do tipo de água utilizada na irrigação das mudas.....	39
Gráfico 6	Evolução da altura do caule (cm) em função do tempo e do tipo de substrato.....	40
Gráfico 7	Evolução do comprimento da raiz (cm) em função do tempo e do tipo de água utilizada na irrigação das mudas.....	40
Gráfico 8	Evolução do comprimento da raiz (cm) em função do tempo e do tipo de substrato.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Constituintes principais das águas residuárias.....	12
Tabela 2	Tratamentos utilizados no experimento.....	25
Tabela 3	Características físico-hídricas do material do solo utilizado na composição dos substratos.....	26
Tabela 4	Características químicas do material do solo utilizado na composição dos substratos.....	26
Tabela 5	Características do fertilizante composto (húmus) utilizado no experimento.....	27
Tabela 6	Características do lodo utilizado no experimento.....	27
Tabela 7	Fertilizantes químicos utilizados no experimento.....	28
Tabela 8	Distribuição dos blocos e tratamentos na casa de vegetação do PROSAB	29
Tabela 9	Composição físico-química da água de abastecimento.....	31
Tabela 10	Composição físico-química da água residuária.....	32
Tabela 11	Germinação das sementes de flamboyant em laboratório quando submetida a diferentes tratamentos para quebrar sua dormência.....	35
Tabela 12	Resumo das análises de variância (ANAVA) para todas as variáveis analisadas.....	42
Tabela 13	Média das Percentagens de germinação para os tratamentos estudados....	43
Tabela 14	Média do número de folhas para os tratamentos estudados.....	44
Tabela 15	Área foliar (cm ²) para cada um dos tratamentos estudados.....	45
Tabela 16	Altura do caule (cm) para cada um dos tratamentos estudados.....	46
Tabela 17	Diâmetro do caule (cm) para cada um dos tratamentos estudados.....	47
Tabela 18	Altura da planta (cm) para cada um dos tratamentos estudados.....	48
Tabela 19	Comprimento da raiz (cm) para os fatores estudado.....	49
Tabela 20	Fitomassa da parte aérea (g) nos tratamentos estudados.....	50
Tabela 21	Fitomassa da raiz (g) nos tratamentos estudados.....	52

RESUMO

Devido à grande devastação das florestas nativas, faz-se mister o replantio e arborização, visando o restabelecimento do equilíbrio ambiental. Tanto o replantio nas áreas florestais devastadas como a implantação de áreas verdes nas cidades é realizada principalmente através de mudas. A crescente escassez de recursos hídricos tem limitado os empreendimentos florestais, em função disso, tem-se observado grande interesse por parte dos silvicultores em técnicas e manejo adequado no intuito de atender as necessidades de consumo e comercialização de tais produtos. A utilização da água de esgoto tratada na atividade florestal é uma alternativa promissora, pelo aporte de nutrientes que contem as águas residuárias e sobretudo por contribuir com a preservação dos corpos de água. A carência de informações sobre a produção de mudas justificou o presente trabalho que propôs avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de flamboyant (*Delonix regia*) irrigadas com água residuária pré-tratada e água de abastecimento em diferentes substratos. O trabalho foi realizado em casa de vegetação num delineamento experimental em blocos ao acaso, consistindo de quatro tipos de substratos: solo, NPK, fertilizante composto (húmus) e lodo, irrigados com dois tipos de água de irrigação (água de abastecimento e água residuária pré-tratada), fatorialmente combinados resultando em 56 unidades experimentais distribuídas em 07 blocos. A cada 25 dias foi realizada a colheita de um bloco para análises de número de folhas, altura e diâmetro do caule e comprimento da raiz, restando aos 100 dias, 04 blocos nos quais realizaram-se as análises estatísticas. Constatou-se que no laboratório a efetividade da germinação das sementes de flamboyant dependeu do tratamento utilizado para quebrar a sua dormência e na casa de vegetação a germinação sofreu influencia principalmente do tipo de substrato. A altura do caule e o comprimento da raiz não foram influenciados pelos tratamentos. A água residuária e o substrato constituído por solo + lodo propiciaram as maiores alturas de planta e maior peso de matéria seca da parte aérea. O substrato constituído por solo + fertilizante composto (húmus) apresentou o maior peso de matéria seca de raiz.

PALAVRAS-CHAVE: água de esgoto tratada, substratos, arborização.

ABSTRACT

Aiming to preserve the ecological equilibrium threatened by the great forestall devastation, it is badly needed the regeneration of the devastated areas. Considering that a deficiency of soil moisture usually is the most important limitation to the survival of tree seedlings, the increasing scarcity of water resources has limited the forestall enterprises. Thus it has been observed a great interest of tree growers in new forest practices and techniques with the objective of attending the forestall products consume and commercialization. The use of residuary water on the tree production seems to be a promissory alternative due to the nutrient apport and because of the preservation of the water bodies. The lack of information on seedlings production mainly with respect to the use of residuary water for irrigation and soil subtracts justified the present study. The work was conducted on a greenhouse using the framboyant (*Delonix regia*) a forestall specie widely used on reforestation. It was used a randomized block design with four subtracts : soil, soil NPK fertilized, soil + organic compost and soil + biossolid , and two irrigation waters: normal and residuary water, arranged in a factorial form with three replicates, totalizing seven blocks and fifty six experimental units. After 25, 50 and 75 days it was sampled one block to measure the number of leaves, height and diameter of the stem and root length. At the end of 100 days the four blocks left were analyzed statistically for the following indexes: number of leaves, leaf area, height and diameter of the stem, plant height, root length, and wet and dry weight of the plant. It was observed that under laboratory conditions de germination depended on the treatment to which the seeds were submitted to break dormancy. At greenhouse conditions the germination depended mainly on the used subtract. The stem height and the root length were not affected by the treatments. The pretreated residuary water and the soil + biossolid subtract offered the higher plants and the greater dry weight of the aerial part of the plant. The soil + organic compost (humus) gave the greater dry weight of the root.

KEY WORDS: treated sewer water, substratum, reforestation.

1. INTRODUÇÃO

Todos os habitantes da Terra estão, de uma maneira ou de outra, reagindo e/ou interagindo com os desequilíbrios ambientais dos diversos ecossistemas que os rodeiam (SILVA, 1989). O planeta Terra é constituído de aproximadamente 1.370.000.000 Km³ de água, distribuídos em 2/3 de sua superfície (com esse considerável volume, o planeta bem poderia ser chamado Planeta Água). Desse volume de água 97,5% é constituído por águas salgadas dos mares e oceanos, portanto não adequadas ao consumo humano. O pequeno percentual de água doce (2,5%) ainda não é totalmente disponível para o consumo humano, isso porque deste, dois terços encontram-se localizados nas calotas polares, portanto, no estado sólido, não havendo, no momento tecnologia disponível para ofertá-la às populações. O restante, apenas um terço daqueles 2,5% das águas doces, é o volume de água disponível para o consumo da população mundial, estimada hoje em mais de seis bilhões de pessoas (UNICEF, 2002).

Dois fatos fazem da água um recurso natural único. Primeiro: a água é fundamental e essencial para sobrevivência da vida na terra. Segundo: diferente de outros recursos naturais a quantidade de água no planeta não pode ser aumentada. Considerando a atual situação de escassez de recursos hídricos, onde vários países enquadram-se na categoria de áreas com escassez de água, surge a necessidade da implementação de sistemas que visem reaproveitar a água que utilizam diariamente, surgindo assim o uso de águas residuárias tratadas (MANCUSO e SANTOS, 2003).

Em termos quantitativos, o volume de águas residuárias normalmente disponíveis para a irrigação é insignificante em comparação com o total da água necessária, no entanto, os resultados do seu uso são de tal importância econômica, ambiental e social, que a necessidade de um planejamento exaustivo é plenamente justificada (MOTA, 2000). Além de uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica, a reutilização de efluentes, principalmente os de origem urbana, é uma forma efetiva de controle de poluição e preservação do meio ambiente, cujos benefícios estão associados aos aspectos econômicos,

ambientais e de saúde pública (IMHOFF e KLAUS, 1998). Mancuso e Santos (2003) indicam ainda que o uso de águas residuárias na agricultura constitui um aporte de grande quantidade de nutrientes ao solo, aumentando o rendimento dos cultivos. Assim, o reuso torna-se plausível justificando a promoção de estudos voltados para reutilização dos efluentes na indústria e na agricultura.

No Brasil o reuso da água é uma prática recente. Em muitas cidades do Nordeste, onde a disponibilidade de água não pode ser garantida, devido a um desequilíbrio crônico entre a demanda e a oferta hídrica, o uso de águas residuárias provenientes do tratamento de águas pluviais urbanas, dos esgotos e dos efluentes industriais sugerem sua reutilização no uso público, na indústria e principalmente na irrigação (HESPANHOL, 2001).

Atualmente, devido à grande devastação das florestas nativas, realizada em amplas áreas do país, seja para a agricultura, implantação de serrarias, produção de energia, projetos imobiliários ou mineração, faz-se mister o replantio das florestas visando o restabelecimento do equilíbrio ambiental e econômico. Por outro lado considerando-se que aproximadamente 60% do território nacional, especialmente o Norte e Nordeste têm clima tropical, caracterizado por elevadas temperaturas, se exige a necessidade da implantação de maciços verdes nas cidades (MARENCO, 1994). Tanto o replantio nas áreas florestais devastadas como a implantação de áreas verdes nas cidades é realizada principalmente através de mudas (COSTA FILHO, 1992)

A utilização de águas residuárias pré-tratadas na produção de mudas de essências florestais, vem dá sua contribuição à agricultura ecológica procurando alternativas que permitam o desenvolvimento das plantas, preservando o meio ambiente e, sobretudo, a obtenção de mudas de boa qualidade e de baixo custo. Portanto, faz-se necessário a realização de trabalhos experimentais que possam estabelecer uma política de reuso em escala real, que aponte as condições mais indicadas, para transformar esse potencial em realidade, selecionando as culturas e as práticas de manejo que maximizem o benefício, levando-se em consideração sempre a realidade do homem do campo, com fundamentos normativos cada vez mais consistentes e com a adoção pela sociedade dos princípios da sustentabilidade ambiental (BRASIL, 1999). Neste contexto, a flamboyant (*Delonix regia*) uma cultura usada na arborização das cidades constitui-se em grande potencial para a sua exploração com águas residuárias. Embora seja uma espécie exótica originaria de Madagascar, é uma essência

florestal adaptada às condições ambientais de clima tropical, sendo bastante utilizada no reflorestamento e arborização das cidades.

Diante do exposto objetiva-se com este trabalho, avaliar o desenvolvimento de mudas de flamboyant (*Delonix regia*) irrigadas com água residuária pré-tratada e água de abastecimento em diferentes substratos. Especificamente, pretende-se:

- ⇒ Avaliar sob condições de laboratório o percentual de germinação da flamboyant;
- ⇒ Verificar na casa de vegetação, o comportamento germinativo da espécie florestal irrigada com água de abastecimento e água residuária pré-tratada, utilizando-se substratos fertilizados com fertilizante químico (NPK), fertilizante composto (húmus de minhoca) e biossólido (lodo);
- ⇒ Avaliar o crescimento e produção das mudas quando irrigadas com água de abastecimento e com água residuária pré-tratada, sob diferentes substratos;

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O homem e os desequilíbrios ambientais

Há muitos anos atrás, a influência do homem sobre a natureza foi limitada devido à baixa densidade de suas populações, mas à medida que estas foram aumentando, se organizando em comunidades, e aperfeiçoando, atingiram um maior domínio sobre a natureza e o equilíbrio biológico natural entre homem e a natureza foi desaparecendo. Ao longo do tempo as populações evoluíram, alterando as suas características e as suas funções passando a exercer uma grande influência nos ecossistemas terrestres, desenvolvendo tecnologias e alterando o ambiente em que vive de forma cada vez mais rápida e poderosa; vindo a intervir na natureza, explorando exaustivamente os recursos naturais e deteriorando a qualidade do meio ambiente (ELY, 1992).

As indústrias lançam nos corpos d'água e na atmosfera o lixo industrial, que é um sub-produto de sua atividade, a agricultura acumula os resíduos tóxicos derivados dos pesticidas e fertilizantes por ela usados e como se não bastasse, ainda contamos com a poluição oriunda das atividades humanas, pondo em risco o bem-estar dos homens e a vida dos outros organismos. Portanto, o conjunto destas atividades humanas, cada vez mais diversificadas, associado ao crescimento demográfico, vem exigindo uma grande atenção ao uso da água, uma vez que em muitas regiões do planeta a população ultrapassa o ponto em que poderia ser abastecida pelos recursos hídricos disponíveis, podendo se chegar a um colapso (MANCUSO e SANTOS, 2003).

A necessidade de se resolver problemas ambientais tem gerado medidas de diversas naturezas. Ações essencialmente corretivas ampliam-se para medidas preventivas, onde as imposições legais assumem papel de destaque. No momento atual a ênfase está na promoção de uma consciência ambiental, que tem como centro ações educativas envolvendo além de conhecimentos agroecológicos, também conhecimentos econômicos e tecnológicos.

2.2. Alternativas para amenizar os problemas ambientais

2.2.1. Arborização urbana e reflorestamento

Durante anos, o homem especializou-se em derrubar florestas, devastar, poluir a água, o ar, o solo, enfim causar danos às vezes irreversíveis à natureza, porém a chegada do terceiro milênio veio despertar no ser humano maior preocupação com as causas ambientais, uma vez que a poluição oriunda das atividades humanas põe em risco a saúde e o bem-estar dos homens e a vida de outros organismos (LUCENA et al., 2004). Mas, o homem apesar de sua capacidade de alterar a natureza traduzida hoje em sérias ameaças aos sistemas naturais que sustentam a vida na terra, não pode negar sua profunda dependência quanto à sobrevivência dessa mesma natureza por ele ameaçada. Assim, faz-se necessário reverter esse quadro de degradação ambiental amenizando os impactos causados.

O reflorestamento é uma maneira de amenizar alguns dos muitos problemas ambientais, pois produz sombra, diminui os ruídos amenizando a poluição sonora, melhora a qualidade do ar aumentando o teor de oxigênio e umidade do ar, absorve o gás carbônico, ameniza a temperatura como também contribui para a vista estética e paisagismo, reduzindo o efeito agressivo das construções. Porém para o reflorestamento é necessário que se produzam mudas de espécies florestais em tempo hábil, de boa qualidade e, sobretudo, sem poluir o meio ambiente (LUCENA e SILVA, 2000).

Considerando que aproximadamente 60% do território nacional tem um clima tropical caracterizado por elevadas temperaturas, se exige a restauração e preservação dos ecossistemas florestais e conseqüentemente a implantação de maciços verdes, especialmente no Norte e Nordeste, bem como exige a preservação dos já existente, seja espontânea ou implantada (MARENCO, 1994). A arborização urbana representa a persistência do elemento natural dentro da estrutura urbana. Decorre do desenvolvimento de um processo cultural, importante na evolução da espécie humana, que implica na sua aceitação e valorização pela comunidade (SANTOS, 1978).

É freqüente o questionamento se o reflorestamento pode modificar o clima de uma região, a ponto de aumentar as chuvas locais, mas sabe-se que pesquisas evidenciam que a vegetação amazônica representa um importante papel no atual clima da região e

independente da evapotranspiração real, ela é responsável por mais de 50% da precipitação local. No caso do Nordeste, o reflorestamento poderia ter um efeito positivo ao diminuir o albedo e aumentar a rugosidade da superfície, criando condições para um aumento de chuvas. Uma outra consequência importante do reflorestamento no Nordeste seria o aumento da retenção de água no solo. Entretanto, não se deve esperar uma reversão, mas talvez uma atenuação das condições semi-áridas (BRASIL, 1991).

De acordo com Milano (1989), a arborização de uma cidade requer critérios técnico-científicos que visam atingir objetivos de ornamentação, melhoria do microclima e diminuição da poluição. As árvores devem se ajustar aos espaços urbanos disponíveis sem interferir com as ruas, calçadas, estacionamentos, fiação elétrica, rede de esgotos, veículos e transeuntes (GREY e DENEKE, 1978). Conforme Cavalheiro (1994) a presença de árvores na cidade apresenta os seguintes benefícios sócio-ecológicos:

- Oferecem uma noção referencial dentro da cidade
- reduzem a temperatura do ar
- Enriquecem a umidade do ar
- Diminuem a reflexão da luz solar (proporcionam sombra)
- Amenizam a chuva
- Através da fotossíntese consomem o anidrido carbônico e liberam oxigênio
- Filtram o ar, retendo partículas sólidas nas folhas
- Diminuem a velocidade do vento em corredores formados pelas construções
- Amenizam a poluição sonora
- Transmitem sensação de bem estar aos motoristas e bem estar psicológico aos transeuntes em calçadas e passeios

Esteticamente, as árvores, além de contribuírem com a beleza da cidade, suavizam as linhas arquitetônicas das construções, reduzindo o aspecto agressivo que geralmente domina a paisagem urbana. Finalmente, todos os fatores mencionados agregam também valor econômico a paisagem (SANTIAGO, 1993; BALENSIEFER e WIESHETECK, 1985).

A crescente escassez de recursos hídricos tem limitado os empreendimentos florestais (reflorestamento de áreas depredadas e arborização urbana) como também a produção de produtos florestais (madeira, lenha, carvão, moirões) determinando uma maior preocupação por parte dos agricultores, viveiristas e cooperativas em racionalizar a produção florestal. Em função disso, tem-se observado maior interesse por parte dos silvicultores em técnicas e manejo adequado no intuito de atender as necessidades de consumo e comercialização de tais produtos.

O reflorestamento com espécies florestais nativas requer uma série de cuidados que dependem de prévio conhecimento de suas características e exigências ecológicas nas diversas etapas do ciclo vital (POGGIANI et al., 1992).

A espécie *Delonix regia* – Flamboyant (Figura 1) é uma leguminosa pertencente à Família Caesalpiniaceae conhecida no Brasil por este nome vernacular francês, por traduzir fielmente seu adjetivo “flamejante”, pois na época de sua florescência (outubro à dezembro) são extremamente ornamentais, onde se cobrem literalmente de flores vermelhas-alaranjadas, que à distância, lembram as chamas de um incêndio (CÔRREA, 1978).

Complementa Côrrea (1978), que apesar de ser originária de Madagascar a flamboyant é vista em quase todos os países do globo, sendo também conhecida como flor do paraíso, árbol del fuego, espuela de caballero, flor de camarón, flambayano, flamboyán colorado, entre outros. Supondo que foi introduzida há mais de um século, esta espécie exótica, porém bem adaptada ao clima das regiões brasileiras, durante muitos anos gozou do mais alto apreço e ainda hoje mantém seu destaque e exuberância nas praças, parques e jardins, das regiões mais remotas deste país.



Figura 1 - A flamboyant (Foto: Amanda Micheline A. de Lucena , 2004)

Comumente a flamboyant alcança de 10-12 metros de altura, formando uma copa em umbela, arredondada e baixa. Possui raízes grandes e tabulares. Suas folhas são compostas bipinadas com numerosos folíolos. Apresenta inflorescências axilares e terminais com numerosas flores grandes e vermelhas. Seus frutos são do tipo vagem, lenhosas e achatadas com sementes alongadas e muito duras. Sua multiplicação ocorre exclusivamente por sementes. Embora seja uma árvore florífera e ornamental bastante utilizada no paisagismo urbano onde haja espaço suficiente para o seu desenvolvimento, é inadequada sua implantação sob a fiação ou em ruas e avenidas estreitas, devido ao seu grande porte e ao seu grande sistema radicular que afetam as calçadas (LORENZI et al., 2003). Pelo vasto espaço de seu sombreamento e pela exuberância florística, a flamboyant é indicada para plantio como espécie isolada em ampla área como: parques, praças públicas e campos (CÔRREA, 1978).

2.2.2. Reutilização das águas residuárias

2.2.2.1. Considerações Gerais

Até a poucos anos a humanidade se comportou como se a água fosse um bem inesgotável e usou os recursos hídricos de modo irresponsável. Atualmente, quando todo mundo já reconhece que a água é um recurso natural limitado que pode acabar, ela deixou de ser um bem de uso comum e ilimitado, para ser um bem de uso controlado e passou a ter valor econômico. Em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu uma política de gestão para regiões carentes de recursos hídricos, com base no seguinte conceito: “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior” (HESPANHOL, 2001). Na mesma ótica Léon e Cavallini (1999) indicam que a água de melhor qualidade deve destinar-se primeiramente para o consumo humano e em seguida para a irrigação de culturas alimentícias.

O uso de efluentes para a reutilização das águas reduz a necessidade de captação de águas primárias em mananciais naturais e, devido a menor geração de efluentes finais, minimiza a poluição dos corpos de água, que é outra forma de esgotar a capacidade dos mananciais, pela degradação da qualidade (HESPANHOL, 2000). Estas duas conseqüências do reuso possibilitam conservar os recursos hídricos naturais para usos mais restritos. Citam Mancuso e Santos (2003) que a economia de águas naturais é geralmente maior do que aparenta, pois se evitando a poluição ambiental poupam-se grandes quantidades que seriam inutilizadas para vários fins. E se não bastassem às razões econômicas e sociais (desenvolvimento sustentável), o reuso da água também é viável financeiramente, pois reduz os custos associados ao manejo dos efluentes (monitoramento, tratamento, manutenção de redes de transporte, multas ambientais, etc).

Largamente utilizado em outros países, mas ainda incipiente no Brasil, o conceito de reuso prevê a reciclagem das águas pluviais urbanas, dos esgotos e dos efluentes industriais, sugerindo que a água tratada seja aplicada em atividades de irrigação de campos e jardins,

formação de reservas de proteção contra incêndios, descargas sanitárias em banheiros públicos, lavagem de veículos e em sistemas decorativos como fontes e chafarizes (HESPANHOL, 2000).

A política nacional de Recursos Hídricos, instituída pela lei N° 9.433 de 08 de Janeiro de 1997, fixa fundamentos objetivando a orientação pública no processo de gerenciamento dos recursos hídricos, porém o modelo atual de sociedade de consumo baseia-se na satisfação de suas necessidades sem questionamentos quanto a importância dos recursos hídricos de tal maneira que a forma e a quantidade de consumo poderá conduzir a um colapso planetário, pois não há recursos hídricos capazes de satisfazer a população consumidora, em sua demanda por produtos e serviços. Assim sendo, faz-se necessária a reciclagem das águas, como também a preservação dos corpos de água existentes, garantido um meio ambiente ecologicamente equilibrado (MANCUSO e SANTOS, 2003).

2.2.2.2 Composição das águas residuárias

As águas residuárias domésticas são compostas por resíduos humanos (fezes e urina) e águas servidas, que são as águas residuárias resultantes do asseio pessoal, lavagem de roupas e de utensílios, bem como da preparação de comida. As águas residuárias recém-produzidas apresentam-se como um líquido turvo, de coloração parda, com odor similar ao do solo. Contém sólidos de grandes dimensões em flutuação ou suspensão (tais como fezes, trapos, recipientes de plástico), sólidos em pequenas dimensões em suspensão (tais como fezes parcialmente desintegradas, papéis, cascas) e sólidos muito pequenos em suspensão coloidal (não sedimentáveis) bem como poluentes em dissolução. Esteticamente são repugnantes em aparência e extremamente perigosas em seu conteúdo, principalmente por causa do número de organismos causadores de doenças patogênicas que possuem (SILVA e MARA, 1979). Na Figura 2 é apresentada a composição das águas residuárias.

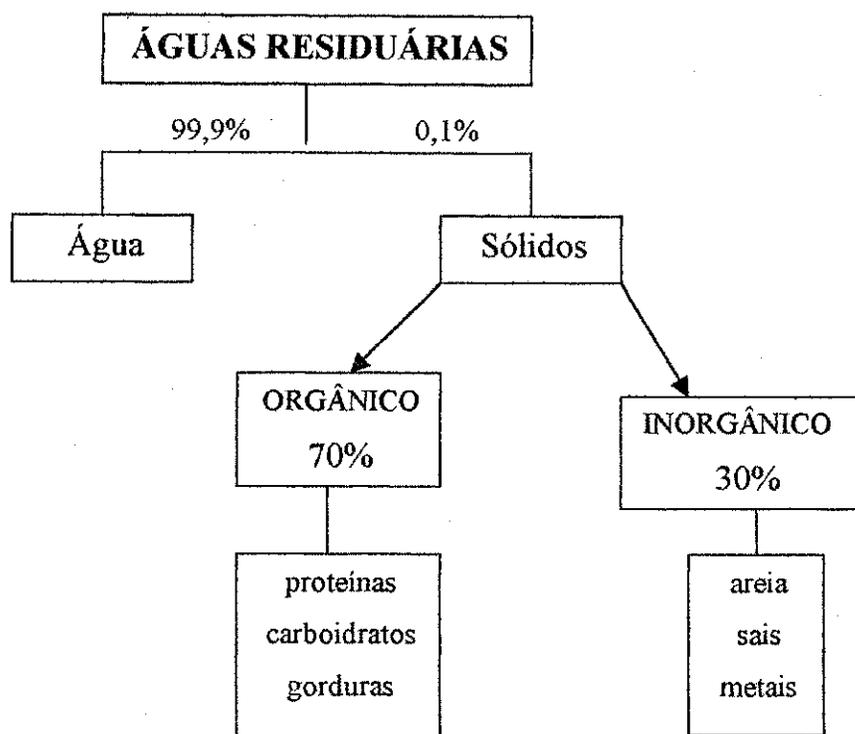


Figura 2 - Composição das águas residuárias

A pequena fração de constituintes sólidos (0,1%) presente nos esgotos domésticos é a grande responsável pelos problemas de contaminação e poluição. Do material orgânico, cerca de 40 a 60% são proteínas, 25 a 50% carboidratos e aproximadamente 10% de gorduras e óleos, além de uréia e celulose. A composição e concentração dos constituintes presentes nos esgotos domésticos estão relacionadas às condições socioeconômicas e hábitos da população, das características específicas das águas de abastecimento, da forma de uso da água pelos consumidores, do consumo “per capita”, da presença de despejos industriais no sistema de coleta e do clima da região (SOUSA e LEITE, 2003).

Os esgotos domésticos contêm nutrientes suficientes para o desenvolvimento das culturas. Sousa e Leite (2003) indicam que os esgotos domésticos têm grande quantidade de carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, elementos indispensáveis para as plantas e apresentam na Tabela 1 os principais constituintes das águas residuárias e seus problemas.

TABELA 1 - Constituintes principais das águas residuárias e seus problemas

CONSTITUINTE	PROBLEMAS
Sólidos em suspensão	Menor atividade fotossintética, menor concentração de oxigênio, turbidez e cor
Matéria Orgânica Biodegradável	Diminuição do oxigênio dissolvido
Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo)	Eutrofização. Crescimento da vida aquática
Metais pesados	Doenças cardiovasculares, dano ao cérebro, elementos carcinogênicos
Matéria orgânica refratária: detergentes e derivados. Fenóis e pesticidas agrícolas	Danos à saúde humana e ao meio ambiente
Sólidos inorgânicos dissolvidos (Ca^{2+} , Na^+ e SO_4^{2-})	Alterações do sabor da água, corrosão e salinização do solo
Bactérias, helmintos, vírus e protozoários	Doenças epidêmicas e endêmicas

Fonte: Silva e Leite, 2003.

Os engenheiros sanitaristas utilizam parâmetros especiais para a caracterização e classificação das águas residuárias (SILVA e MARA, 1979).

2.2.2.3. Tratamento das Águas Residuárias

Quando devidamente tratados, os esgotos domésticos podem ser reutilizados para fins diversos. Todavia, reutilizar águas residuárias domésticas para o consumo humano é um tanto temeroso, uma vez que não se conhecem todos os poluentes presentes nos esgotos a exemplo de substâncias sintéticas como anticoncepcionais, cremes, e hormônios que, não sendo removidos do meio líquido, pode oferecer riscos à saúde. Dessa forma, as características químicas físicas e biológicas apresentadas pelo efluente após o tratamento é que definirá sua provável utilização, seja: agricultura, pecuária, indústria, recarga de aquíferos, etc. (SOUSA e LEITE, 2003).

O tratamento das águas residuárias é necessário, uma vez que, reduz-se a disseminação de doenças transmissíveis, causadas pelos organismos existentes nessas águas como também

evita-se a poluição das águas subterrâneas e de superfície. Do ponto de vista técnico o tratamento consiste em tratar os esgotos e reduzir os constituintes sólidos que prejudicam a qualidade da água (SILVA e MARA, 1979).

Em climas tropicais uns dos mais importantes processos de tratamento de águas residuárias são as lagoas de estabilização, que são grandes tanques de pequena profundidade, limitados por diques. Esses reatores biológicos, dimensionados dentro de critérios técnicos, recebem águas residuárias brutas, as quais são submetidas à degradação biológica, de maneira a estabilizar, ou seja, mineralizar o máximo possível de sua carga orgânica e reduzir o número de microorganismos patogênicos. As lagoas de estabilização aliadas aos processos biológicos convencionais (lodos ativados, biofiltração, digestão anaeróbia ou aeróbia), tem sido usadas com sucesso para o tratamento de grande variedade de águas residuárias (não tóxicas e biodegradáveis) para usos industriais e agrícolas. O problema com esta metodologia é o custo com energia (SILVA e MARA 1979).

Nos últimos anos, o tratamento de águas residuárias domésticas e industriais mediante reatores anaeróbios, tem se desenvolvido em escala mundial, sendo esta tecnologia mais atrativa nos países em desenvolvimento, uma vez que a energia necessária para sua operação é mínima ou nula, quando comparada com os sistemas convencionais de tratamento biológico aeróbio (LÉON e CAVALLINI, 1999). Dentre os reatores anaeróbios o UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanquet) é o mais conhecido. O UASB é um reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo e desprovido de agitação artificial. O afluente a ser tratado é distribuído na parte inferior do reator, atravessando uma manta de lodo de atividade metagênica, sendo descarregado na sua parte superior. Dentro do reator, quando o material orgânico biodegradável entra em contato com as bactérias anaeróbicas contidas no lodo, é transformado em lodo e biogás (metano e dióxido de carbono). Com o movimento ascendente, estes gases encontram uma interface líquido – gás mantido pelo selo hídrico externo. As bolhas de gás são acumuladas numa câmara de gases e os flocos de lama tendem a sedimentar voltando para a parte inferior do reator. A Figura 3 mostra o reator UASB.

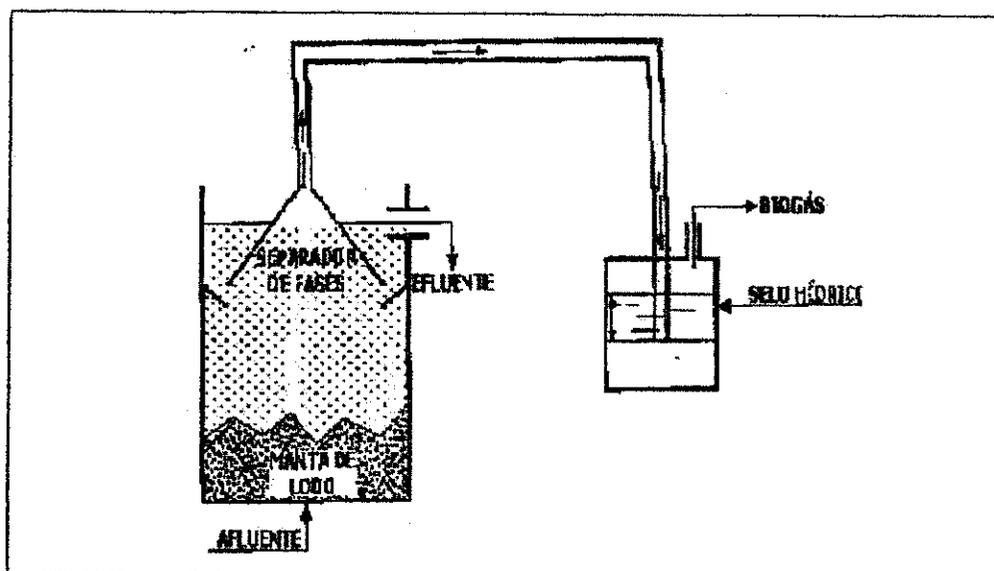


Figura 3 - Reator UASB, Fonte : Sousa e Leite, 2003.

A diferença marcante entre o tratamento anaeróbico e o aeróbico está nos produtos gerados. No primeiro caso a produção de lodo é menor, o que permite sua venda como biofertilizante. No processo aeróbico, o destino final da grande quantidade de lodo produzida é um problema para o agricultor. O consumo de energia é outro diferencial. Bactérias aeróbicas necessitam de um a dois miligramas de oxigênio por litro de água para manter o sistema funcionando, o que é fornecido por um aparato elétrico. No UASB, o próprio biogás pode ser utilizado como fonte de energia para o sistema, tornando-o auto-suficiente (FAGUNDES, 2003).

2.2.2.4 Utilização das águas residuárias na agricultura

Segundo Ayres e Westcot (1991), é na agricultura onde se utiliza a maior quantidade de água podendo tolerar águas de qualidade mais baixa do que a indústria e o uso doméstico. É, portanto, inevitável que exista crescente tendência para se encontrar na agricultura a solução dos problemas relacionados com a eliminação de efluentes. Geralmente não há restrições químicas quanto à qualidade dos esgotos sanitários para irrigação. Efluentes de lagoas de estabilização também são geralmente benéficos. Contudo, é necessário que a disposição dos esgotos se faça sem provocar a "indigestão" do solo, por excesso de nutrientes.

A abundância de nutrientes que contém as águas residuárias provenientes de esgotos é uma das principais razões de sua utilização na agricultura. Mediante a irrigação com água de esgotos tratados, reduz-se, ou até mesmo, elimina-se a fertilização com adubos químicos, podendo representar uma diminuição de 50% dos custos de produção e além do mais dos cultivos irrigados com águas residuárias apresentam maiores rendimentos que os cultivos irrigados com águas normais e fertilizados com adubos químicos (LÉON e CAVALLINI, 1999).

O reuso do esgoto urbano é feito através do encaminhamento dele para a área periférica e rural. Assim, ao invés de poluir os recursos hídricos, jogando sujeira no rio, está-se fazendo um uso ecologicamente sustentável, levando o esgoto de volta para o solo. Outro diferencial é que na irrigação agrícola com esgoto tratado não é apenas a água que está sendo levada para o solo. Está se levando de volta também húmus, matéria orgânica e nutrientes. Isso gera um aumento da produtividade agrícola em relação à irrigação tradicional, feita com uso de adubo sintético. Sabe-se que a matéria orgânica quer provenha de plantas, microorganismos ou excreções animais é indispensável para a manutenção da micro e meso vida do solo, uma vez que, a matéria orgânica afeta tanto a fertilidade quanto as condições físicas do solo e funciona como fonte de nitrogênio e de outros nutrientes, influencia fortemente a capacidade de troca iônica no solo, pelo aumento de sua capacidade de retenção de água, tão importante nos solos arenosos e, ainda, pela melhoria do arejamento, especialmente necessário nos solos argilosos (JANICK, 1966). Enfatiza Malavolta (1981) que a utilização da matéria orgânica é de grande importância para o desenvolvimento das culturas e por isto ela deve-se devolver ao solo todos os resíduos orgânicos de que se dispõe, desde os de constituição mais rica, como o estrume dos animais, os de constituição média como as camas dos estábulos ou cocheiras e resíduos de culturas, até os de constituição mais pobres como: capins, varreduras e lixos. O importante é que tais resíduos sejam incorporados aos solos (RAPOSO, 1967).

A produtividade agrícola de culturas irrigadas com esgoto tratado é de 30% a 60% maior, porque além da água e da matéria orgânica há os macro e micronutrientes. Países que registram o reuso agrícola, como o Chile e o México, têm milhares de hectares irrigados com esgoto e os agricultores não querem mais voltar para o esquema de irrigação com água e adubo sintético, porque sabem que sua produtividade irá decrescer (HESPANHOL, 2000).

Geralmente não há restrições químicas quanto a qualidade dos esgotos sanitários para irrigação.

Bastos (1999) apresenta vários exemplos de uso de esgoto tratado na Agricultura. Em Israel, cerca de 70% do volume de águas residuárias tratada é utilizado na irrigação, principalmente no cultivo de algodão. Na Austrália, a Fazenda Werribee, em funcionamento desde 1897, um século após opera um sistema de tratamento por escoamento superficial no solo, recebendo cerca de 250.000 m³/dia de efluentes em 5.000 ha e permitindo a posterior pastagem de um rebanho de 13.000 bovinos e 3.000 ovinos. Na Cidade do México, cerca de 45 m³/seg de águas residuárias, combinadas a outros 10m³/seg de águas pluviais, são utilizados para irrigar 80.000 ha à 60Km da região metropolitana através de um complexo sistema de canais e reservatórios. A Arábia Saudita e a Tunísia apresentam como meta o reuso da totalidade de efluentes domésticos produzidos. No Peru, o Programa Nacional de Reuso das Águas Residuárias para Irrigação objetiva a implantação de 18.000 ha de área irrigada.

De acordo com León e Cavallini (1999), nos últimos anos a irrigação com águas residuárias está aumentando devido à:

- disponibilidade permanente de água
- o aporte de grande quantidade de nutrientes
- o aumento no rendimento dos cultivos
- melhoria da qualidade dos solos (estrutura)
- ampliação da fronteira agrícola

Apesar de todas essas vantagens, as restrições ou riscos potenciais devem ser considerados. Dentre os principais, destaca-se:

- contaminação microbiológica dos produtos
- bioacumulação dos elementos tóxicos
- salinização e impermeabilização dos solos
- desequilíbrio de nutrientes no solo

No entanto, existem diversas estratégias de manejo agrícola que podem reduzir significativamente esses riscos potenciais.

Em princípio, o critério de qualidade sanitária das águas residuárias não deve ser o fator condicionante na seleção das culturas, uma vez que o devido tratamento possibilita gerar efluentes que satisfaça a qualidade sanitária mais exigente para uso agrícola irrestrito, a não ser que, por razões legais exista restrições para determinadas culturas de consumo humano (LÉON e CAVALLINI, 1999).

De acordo com os padrões sanitários da OMS (Organização Mundial de Saúde), as normas sobre a qualidade das águas residuárias que se pretende utilizar na irrigação irrestrita das culturas, incluindo-se os legumes e as verduras para saladas que são consumidas cruas, possuem regras explícitas (isto é, indicam o número máximo de coliformes fecais permitido) e requisitos mínimos para o tratamento (primário, secundário ou terciário) segundo a classe de cultura que se possa irrigar, no caso de destinar-se ao consumo ou não. Essas normas são baseadas na avaliação teórica dos possíveis riscos à saúde, tendo em vista que a sobrevivência de microorganismos patogênicos contidos nas águas residuárias, no solo e nas culturas, aparecem antes mesmo que as provas epidemiológicas determinando limites de risco real (LÉON e CAVALLINI, 1999). Entretanto, quando o sistema de tratamento não assegura a qualidade ideal para reutilização dos efluentes de esgoto, é necessário selecionar as culturas de acordo com as características de efluente gerado.

2.3. Produção de mudas de essências florestais

A atividade silvicultural orientada no sentido da produtividade tem a adoção de técnicas de manejo, que se inicia pela formação das mudas, um dos elementos básicos de trabalho (COSTA FILHO, 1992). Contudo, a carência de estudos na região Nordeste tem limitado o aumento na produção e qualidade das mudas, pois estudos que indiquem a relação adequada do manejo solo-planta-água residuária para germinação e adaptação de mudas de essências florestais para se obter mudas de alta qualidade técnica e melhor adaptação às condições de cada região, são praticamente inexistentes (LUCENA e SILVA, 2000).

De maneira geral, mudas de boa qualidade são obtidas com diferentes formulações de substratos, contanto que sejam fornecidas água e nutrientes em quantidades adequadas e que as propriedades físicas do substrato não sejam limitantes.

2.3.1. Uso de águas residuárias na silvicultura

Pensando na reutilização futura de efluentes, a atividade florestal, por suas peculiaridades, apresenta-se como uma alternativa promissora, principalmente por não envolver produção de alimentos para o consumo humano e nem riscos à saúde (CROMER, 1980). Além do mais se tem observado a eficiência do uso das águas residuárias na fertirrigação com obtenção de excelentes resultados, uma vez que essas águas são ricas em nutrientes (BASTOS, 1999).

Existem casos em que um substrato pode apresentar resultados adequados para uma espécie, sendo ineficiente para outra (GOH e HAYNES, 1987). Todavia, os cultivos florestais, sejam para fins de madeiras ou vegetação, são menos exigentes quanto a qualidade de água residuária já que não são comestíveis e não inseridas em contato direto com o público (LÉON e CAVALLINI, 1999). Portanto o uso de água residuária pré-tratada nos viveiros é uma alternativa ecologicamente correta, com benefícios significativos.

2.3.2. Fertilização

Quando os solos não são espontaneamente ricos em nutrientes, faz-se necessário o fornecimento desses elementos químicos, uma vez que as plantas necessitam de dezesseis elementos químicos essenciais para sua alimentação: os macronutrientes, assim chamados por serem absorvidos em maiores quantidades e os micronutrientes, exigidos pelos vegetais em menores quantidades (KIEHL, 1985).

Como fonte de nutrientes às mudas, o substrato pode ser artificialmente manipulado em condições de viveiro, através de fertilização controlada. De modo geral, esses substratos provêm de solos pobres em nutrientes e que não atendem adequadamente as exigências das plantas na fase de viveiro (SIMÕES et al., 1971).

2.3.2.1 Fertilizantes químicos

A constituição nutritiva dos solos é resultado de inúmeros processos tanto naturais como produzidos pelo homem. Os acúmulos de nutrientes são causados pela intemperização do solo, fertilização (mineral ou orgânica), e o tipo de água que atinge o solo seja por precipitação ou irrigação. As perdas são consequência de vários fatores como: remoção pelas culturas, lixiviação, volatilização, etc.

Em cultivos extensivos, de um modo geral recomenda-se a utilização de fertilizantes químicos, em razão do grande volume, dificuldade de transporte e mão-de-obra na aplicação de compostos orgânicos. No entanto, o uso de matéria orgânica é altamente recomendado (SILVA et al., 2001).

Os macronutrientes nutrientes mais importantes são :

- Nitrogênio (N) – este mineral é bastante instável, pois varia mais no solo em quantidade, do que os demais macronutrientes. As plantas, com exceção das leguminosas obtêm o nitrogênio de que necessitam através do solo, portanto o teor existente em um solo é altamente significativo, podendo ser o fator limitante das colheitas. Não há outra maneira de se armazenar no solo este nutriente a não ser na forma orgânica. As formas mineral, amoniacal (NH_4^+) e nítrica (NO_3^-) estão sujeitas a perdas por volatilização ou por lavagem, respectivamente. O nitrogênio mineral do solo é um logo absorvido, lavado ou perdido na atmosfera por desnitrificação (KIEHL, 1985).
- Fósforo (P) – as adubações minerais costumam conter fósforo em maiores proporções que nitrogênio e potássio. A relação entre Carbono (C), Nitrogênio(N) e Fósforo orgânico (P) nos solos minerais é em media 100:10:1, respectivamente; sendo que a razão nitrogênio para fósforo orgânico aumenta com o pH. Na mistura de fertilizantes a aplicação de maiores quantidades desse mineral, deve-se ao fato da sua baixa assimilabilidade. A pequena disponibilidade do fósforo mineral se deve ao fenômeno de fixação que ocorrem no solo, isto é a transferência de íons fosfatos livres na solução do solo para qualquer forma ligada a fase sólida e assim tomando-se não disponíveis as raízes das plantas (KIEHL, 1985).

- Potássio (K) – é encontrado no solo adsorvido eletrostaticamente à matéria orgânica e inorgânica ou então como constituinte dos resíduos orgânicos e dos microrganismos vivos. A prática tem demonstrado que plantas ricas em potássio ou solos naturalmente ricos em matéria orgânica, não apresentam problemas de deficiência de potássio para as culturas. Enquanto mais da metade do fósforo e do enxofre encontrado na superfície do solo está na matéria orgânica e quase todo o nitrogênio em combinações orgânicas, somente uma pequena porção do potássio está nela contida, pois ele é um elemento ativo na planta, porém, em forma livre, sendo por isso prontamente liberado para o solo quando restos vegetais são a ele incorporados (KIEHL, 1985).

2.3.2.2. Fertilizantes orgânicos

Em consequência do aumento progressivo da população mundial, busca-se incessantemente alternativas para suprir a demanda energética, causando muitas vezes exaustão do solo, trazendo com isso, a preocupação com a questão ambiental e dando importância à preservação dos recursos naturais, com destaque para a recuperação e conservação do solo. Com isso surge a necessidade de um manejo racional dos solos, que resulte no aumento dos seus teores de matéria orgânica, pois as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo podem obter diversos efeitos benéficos provenientes da matéria orgânica, refletindo num melhor desenvolvimento e produção das plantas cultivadas (MAIA, 2002).

A adubação orgânica do solo consiste na aplicação de resíduos orgânicos, desde os de constituição mais rica, como o estrume dos animais, os de constituição média como as camas dos estábulos ou cocheiras e resíduos de culturas até os de constituição mais pobre, como as varreduras, lixos, capins e serragem de madeira (RAPOSO, 1967).

Fertilizantes orgânicos são todos aqueles produtos que, adicionados ao solo, tem como objetivo, produzir húmus e contribuir para manter ou elevar o equilíbrio húmico dos solos. A eficiência desse fertilizantes na produtividade final depende de alguns fatores que devem ser considerados, como: qualidade e quantidade de aplicação, épocas e condições de utilização, métodos de aplicação, adequabilidade aos sistemas agrícolas e custo relativo de sua utilização (CAVALCANTI, 1998).

Sabe-se que a matéria orgânica quer provenha de plantas microorganismos ou excreções animais como: esterco de gado, de galinha e húmus de minhoca, é indispensável à manutenção da micro e mesovida do solo. Comenta Bezerra et al. (1984) que os esterco, indiferentes à sua origem, quando aplicados em doses adequadas apresentam efeitos positivos sobre os rendimentos das culturas devido à sua ação favorável sobre as propriedades físico-químicas do solo. Por outro lado, Primavesi (1980), indica que a matéria orgânica contribui para a sanidade vegetal por diversificar a vida do solo, de vez que produz substâncias fungísticas no solo e o efeito da mesma depende muito do seu manejo adequado.

Cita Cavalcanti (1998) que a Legislação Brasileira através do decreto 86.955 de 18 de fevereiro de 1982, considera fertilizantes orgânicos os produtos de origem vegetal ou animal, apresentando-se em três categorias: fertilizantes orgânicos simples (fertilizantes de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes para as plantas), fertilizantes organomineral (fertilizante procedente da mistura ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos) e fertilizante composto (obtido por processo bioquímico, natural ou controlado, com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal)

A matéria orgânica contribui de várias maneiras para a fertilidade do solo, possibilitando-lhe uma estrutura favorável e uma disponibilidade maior de elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas os quais, através da oxidação de nutrientes como o fósforo, o nitrogênio e o enxofre, são liberados em uma forma absorvível pelas plantas (PONS, 1980).

De acordo com Janick (1966), a matéria orgânica afeta tanto a fertilidade quanto às condições físicas do solo e funciona como fonte de nitrogênio e de outros nutrientes, influencia fortemente a capacidade de troca iônica no solo, pelo aumento de sua capacidade de retenção de água, tão importante nos solos arenosos e, ainda, pela melhoria do arejamento, especialmente necessário nos solos argilosos.

A formação do húmus ocorre quando microrganismos como bactérias, fungos, vermes, insetos, entre outros utilizam a matéria orgânica do solo para formação de seus tecidos, deixando no solo elementos volatilizados e outros que são biologicamente transformados em uma substância escura, uniforme, com consistência amanteigada e aspecto de massa amorfa, rica em partículas coloidais, proporcionando a esse novo material formado propriedades físicas, químicas e físico-químicas inteiramente diferentes da matéria-prima que lhe deu origem (KIEHL, 1985). O húmus é o resultado da

transformação biológica de detritos vegetais e animais em uma substância escura e inodora utilizada no processo de adubação de solos inférteis. Tem a capacidade de promover alterações e principalmente correções nas propriedades físico-químicas e minerais do solo. Porém os diferentes tipos de húmus contribuem de maneiras diferentes, mas em geral quanto mais avançado o nível de humificação (relação C/N mais baixa), mais próximos estarão seus efeitos benéficos (CAVALCANTI, 1998).

De acordo com o site mmiranda@ccard.com.br, húmus de minhoca é o produto da digestão da matéria orgânica que é expelido pela minhoca na forma de esterco. Pode-se dizer que é o esterco da minhoca, é o material orgânico bem decomposto e transformado biologicamente. Geralmente é neutro ou levemente alcalino e seus principais nutrientes são: Nitrogênio (N) que desenvolve as folhas e dá a cor verde-escura, própria dos vegetais, o Fósforo (P) que auxilia a fixação da planta no solo, fortalece as raízes e contribui para formação dos frutos e o Potássio (K) que contribui para o fortalecimento geral da planta, tornando-a mais resistente às doenças. Dentre suas vantagens do húmus de minhoca, destacam-se:

- A Reestrutura dos solos desgastados
- Potencializa o aproveitamento dos adubos minerais pela planta
- Permite aos solos nutrir melhor os vegetais
- Reduz os efeitos da erosão
- Aumenta a retenção de água do solo
- Redução dos custos com adubos minerais
- Redução dos custos com o uso de agrotóxicos
- Aumento da produtividade
- Aumenta a margem de lucro
- Preserva a fertilidade e aumenta a longevidade da terra (em termos de produção)

Lodo de esgoto é o resíduo que se obtém após o tratamento das águas servidas (esgotos), com a finalidade de torná-las a menos poluída possível, de modo a permitir seu retorno ao meio ambiente. Quando devidamente higienizado, estabilizado e seco, o lodo de esgoto recebe o nome de biosólido (MELO e MARQUES, 2001).

A utilização do lodo de esgoto como adubo orgânico tem sido mencionada como uma alternativa para destino final deste resíduo principalmente pelo seu alto teor de nutrientes, como também pela sua atuação como condicionante das propriedades físicas,

químicas e biológicas do solo. Apesar destas características positivas, sua utilização requer conhecimentos sobre a interação lodo-solo-planta, e é por este motivo que muitos estados brasileiros vêm desenvolvendo projetos de pesquisa na área agronômica, procurando avaliar o efeito do lodo no desenvolvimento e produtividade de culturas e nas características químicas e biológicas do solo (SANEPAR, 1999).

Léon e Cavallini (1999), recomendam que o lodo desprovido de tratamento ou parcialmente tratado, só deve ser aplicado na agricultura, quando em valas cobertas antes da temporada de cultivo ou, no subsolo. Porém o lodo tratado (digerido e sem microorganismos patogênicos) pode ser aplicado no terreno, sem risco à saúde.

A vantagem da aplicação do lodo de esgoto nas plantações florestais consiste no fato de que os principais produtos destas culturas perenes não se destinam à alimentação humana ou animal, possibilitando uma maior segurança quanto à dispersão de eventuais contaminantes, portanto a utilização do lodo mostra-se como uma alternativa viável e rentável para a melhoria da fertilidade dos solos (SHIMP et al, 1996; LUCA et al., 1996).

A utilização do lodo como fertilizante orgânico na produtividade de culturas anuais e perenes tem sido estudada por vários pesquisadores em todas as partes do mundo, mas no Brasil não existem pesquisas conclusivas com plantações florestais de rápido crescimento (SANEPAR, 1996).

Apesar das vantagens obtidas na produtividade das culturas com a aplicação do lodo, este também apresenta algumas características indesejáveis como: odores, microorganismos patogênicos, elementos tóxicos de origem orgânica ou mineral, etc, dificultando sua manipulação e processamento. Porém à medida que o processo de biodegradação se avança e esse lodo é considerado estabilizado e essas características indesejáveis são atenuadas até o ponto em que se tornam toleráveis (ALCANTARA, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido na Estação de tratamento de efluentes e resíduos sólidos do PROSAB (Programa de Saneamento Básico), situado na Avenida Canal s/n no Bairro do Catolé - Campina Grande- PB, que oferece excelentes condições de campo e casa de vegetação e sobretudo recebe efluentes de esgoto bruto da cidade de Campina Grande, material utilizado no estudo.

3.2. Essência florestal

A essência florestal utilizada para o estudo de produção de mudas foi a *Delonix regia*, nome vulgar Flamboyant, cujas sementes foram adquiridas no horto florestal da Prefeitura Municipal de Campina Grande - PB, localizado às margens do Açude de Bodocongó, Campina Grande- PB. O critério de escolha da referida espécie baseou-se no fato da mesma ser bastante utilizada no reflorestamento e arborização da região como também por se encontrar, na época de coleta das sementes, o que facilitou a aquisição do material propagativo.

3.3. Tratamentos e delineamento estatístico

O comportamento da flamboyant foi testado em 04 substratos diferentes e irrigada com dois tipos de água de irrigação. Cada combinação constituiu um tratamento, repetido 07

vezes. Inicialmente o experimento constituía-se de 07 (sete) blocos compostos por 08 (oito) tratamentos e 56 (cinquenta e seis) unidades experimentais. A cada 25 (vinte e cinco) dias era realizado a colheita de 01 (um) bloco para avaliação dos índices de crescimento e ao final dos 100 (cem) dias, restaram 04 (quatro) blocos totalizando trinta e duas unidades experimentais das quais foram realizadas as análises estatísticas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema de análises fatorial 2 x 4, sendo os fatores: dois tipos de água e quatro substratos com quatro repetições. Na Tabela 2 é apresentado os tratamentos.

TABELA 2 – Tratamentos utilizados no experimento

TRATAMENTO	SUBSTRATO	ÁGUA DE IRRIGAÇÃO
T1.	solo	água de abastecimento
T2.	solo + adubo químico (NPK)	água de abastecimento
T3.	solo + fertilizante composto (húmus)	água de abastecimento
T4.	solo + lodo	água de abastecimento
T5.	solo	água residuária
T6.	solo + adubo químico (NPK)	água residuária
T7.	solo + fertilizante composto (húmus)	água residuária
T8.	solo + lodo	água residuária

As características dos substratos que constituíram os tratamentos foram:

- Solo

O material do solo utilizado na preparação dos substratos foi cedido pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA Algodão - Campina Grande-PB sendo este um Neossolo Quartzênico originário do Município de Lagoa Seca – PB. Coletaram-se amostras do solo antes e após o experimento, sendo as análises químicas realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da EMBRAPA – Algodão e a caracterização física no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola da UFCG. Sendo todas as análises conduzidas de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997). As características físico-hídricas e químicas do solo utilizado no estudo são apresentadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

TABELA 3 - Características físico-hídricas do material do solo utilizado na composição dos substratos

Granulometria (g/Kg)			Classe textural	Densidade global Kg/m ³	Densidade das partículas K/m ³	Porosidade %	Umidade base solo seco m ³ /m ³		
Areia	Silte	Argila					CC	PMP	AD
692,4	117,8	189,8	franco-arenoso	1540,0	2740,0	43,79	0,0547	0,0187	0,036

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG, Campina Grande – PB, 2003.

TABELA 4 -Características químicas do material do solo utilizado na composição dos substratos

pH em água	Complexo Sortivo (mmol/dm ³)							g/dm ³	mmol/dm ³	g/kg	g/kg
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	H+ Al	T	Al ³⁺	P	N	M.O.
5,7	9,0	4,0	0,50	0,71	14,21	14,85	29,06	1,0	1,78	0,18	3,17

Análises realizadas no Lab. de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa-Algodão. Campina Grande – PB, 2003.

- Fertilizante composto (húmus)

O fertilizante composto (húmus) utilizado na formação dos tratamentos 03 e 07, foi produzido e embalado nos minhocários do Viveiro Florestal do Projeto Manejo e Recuperação Ambiental da Caatinga na microrregião de Campina Grande. Foi produzido a partir do esterco de curral e processado por Minhocas vermelhas da Califórnia (*Eisenia phoetida*). Na preparação dos substratos utilizou-se a proporção de 1:2 (uma parte de fertilizante composto para duas partes de solo).

Apresenta-se na Tabela 5 as características do fertilizante composto. Os resultados estão expressos em relação à percentagem de matéria seca a 105°C. A caracterização química do referido adubo orgânico foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA/Algodão, , boletim nº001/03.

TABELA 5 - Características do fertilizante composto (húmus) utilizado no experimento

MATERIAL	% UMID. (105°C)	pH	% MATÉRIA		% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% CaO	% MgO
			ORGANICA	MINERAL					
Composto Organomineral	8,66	8,2	13,38	77,97	1,15	2,65	0,33	3,07	5,37

Análises realizadas no Lab. de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa-Algodão, Campina Grande – PB, 2003.

- Lodo

Utilizou-se nos tratamentos 04 e 08 o lodo proveniente do reator UASB de onde foi retirada a água residuária para irrigação das mudas. O lodo passou pelo processo de desinfecção (secagem natural), onde foi exposto por 30 dias aos raios solares até a evaporação da água. Nos tratamentos constituídos por lodo foram utilizadas 320 gramas do lodo em cada saco. Esta dose de lodo foi calculada de tal forma que o conteúdo de nitrogênio contido no lodo fosse equivalente ao teor contido no fertilizante húmus de minhoca utilizado.

Na Tabela 6 é apresenta-se as características físico-químicas do lodo. Os resultados estão expressos em relação à percentagem de matéria seca a 105°C. A caracterização química do lodo foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA/Algodão, Campina Grande-PB, boletim nº001/03.

TABELA 6.- Características do lodo utilizado no experimento

MATERIAL	% UMID. (105°C)	pH	% MATÉRIA		% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% CaO	% MgO
			ORGANICA	MINERAL					
LODO	12,80	6,0	42,38	44,83	4,38	2,76	0,21	1,61	2,40

Análises realizadas no Lab. de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa-Algodão, Campina Grande – PB, 2003.

- Adubo químico

A adubação química foi recomendada por pesquisadores da EMBRAPA Algodão – Campina Grande baseado nas análises químicas do solo. Como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio foram utilizados os fertilizantes comerciais apresentados na Tabela 7.

TABELA 7.- Fertilizantes químicos utilizados no experimento

Nutriente	Fertilizante	Formulação	Quantidade Relativa
Nitrogênio	Sulfato de Amônio	NH_4SO_4	20% de N
Potássio	Cloreto de Potássio	KCl	60% de K_2O
Fósforo	Superfosfato simples	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	18% de P_2O_5

Os substratos foram colocados em sacos de polietileno de cor preta com aproximadamente 20cm de largura e 30cm de comprimento, perfurados lateralmente para facilitar a drenagem do excesso de água. Antes do semeio do material propagativo, os tratamentos foram submetidos a irrigação no intuito de deixar o solo na capacidade de campo.

3.4. Croqui do experimento

A distribuição de cada tratamento nos respectivos blocos foi feita por sorteio. A Tabela 8 mostra o croqui do experimento. Cada tratamento (saco de polietileno) foi identificado por uma plaqueta.

Tabela 8 – Distribuição dos blocos e tratamentos na casa de vegetação do PROSAB. Campina Grande- Pb, 2003.

BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4	BLOCO 5	BLOCO 6	BLOCO 7
T4	T3	T3	T7	T1	T6	T5
T7	T7	T6	T4	T8	T7	T6
T2	T8	T8	T6	T7	T8	T2
T5	T2	T7	T5	T3	T3	T7
T6	T5	T1	T3	T5	T5	T1
T8	T4	T4	T2	T6	T4	T4
T3	T6	T2	T8	T4	T2	T8
T1	T1	T5	T1	T2	T1	T3

Tratamentos identificados na Tabela 2.

3.5. Quebra de dormência e semeadura das sementes

Realizou-se no laboratório de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola do Campus II da UFCG, testes de germinação para se obterem informações sobre o valor germinativo das sementes, visando-se otimizar a germinação. Este teste foi realizado sob condições controladas de laboratório e reproduz o percentual de germinação máxima do material. É freqüente observar que no campo, devido às variações ambientais não controladas, a germinação do material é normalmente inferior àquela verificada em laboratório.

Considerando-se que normalmente as sementes de essências florestais encontram-se em dormência, antes da semeadura fez-se necessário uma prévia quebra de dormência das referidas sementes para garantir a germinação das mesmas. Por não existir recomendações técnicas para as sementes de flamboyant- *Delonix regia* no manual das Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 1992), testou-se diferentes metodologias para a quebra de dormência da referida espécie. Em cada teste foram utilizadas 30 sementes. Os métodos utilizados foram:

- Escarificação lateral – Neste método as sementes foram escarificadas na região lateral por uma lixa de madeira nº 100.

- Escarificação dorsal – Com uma lixa de madeira nº 100 as sementes foram escarificadas na região dorsal.
- Choque térmico à 50°C – As sementes foram colocadas em água à temperatura controlada de 50°C por 10 minutos.
- Choque térmico à 60°C – As sementes foram colocadas em água à temperatura controlada de 60°C por 10 minutos.

Após estes tratamentos as sementes foram colocadas para germinar sobre papel germitest umedecido com água destilada. As sementes foram assentadas sobre duas folhas do referido papel, sendo cobertas por mais uma folha. Então foram feitos os rolos com o papel germitest e as sementes foram levadas para germinar em uma estufa B.O.D. regulada a temperatura de 25°C; onde permaneceram por 14 dias. A primeira contagem da germinação foi realizada aos seis dias e a segunda no final do teste.

Na cada de vegetação, as sementes foram submetidas ao melhor pré-tratamento de quebra de dormência e posteriormente semeadas a uma profundidade de 2 cm, utilizando-se 05 (cinco) sementes por saco, de acordo com os resultados obtidos nos testes de germinação de laboratório. O primeiro desbaste foi realizado dez dias após a emergência, deixando-se 2 (duas) plântulas por saco, sendo escolhidas as de tamanho uniforme e bem distribuídas no recipiente. Aos 20 dias após a emergência realizou-se o segundo desbaste, ficando uma planta por saco.

3.6. Irrigação

Diariamente as mudas eram irrigadas de acordo com a evaporação ocorrida no dia anterior, devolvendo-se 75% desta no intuito que o solo permanecesse na Capacidade de Campo durante todo o experimento. Os valores da evaporação diária foram obtidos através de um tanque de evaporação Classe A, localizado na sede da EMBRAPA – Algodão, distante aproximadamente 3 Km do PROSAB, local onde foi conduzido o experimento. Também era monitorada a temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (%) dentro da casa de vegetação através de um termohigrográfo (Ver Figura 4).

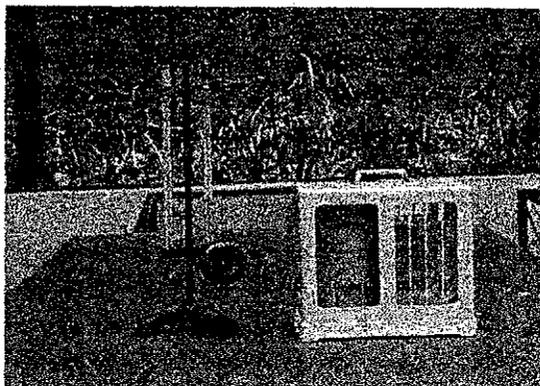


Figura 4. Termohigrográfo utilizado no registro da temperatura e da umidade relativa do ar da casa de vegetação utilizada no experimento

Na irrigação das essências florestais utilizou-se dois tipos de águas:

Água de abastecimento ou potável, proveniente do Açude Epitácio Pessoa- PB (ver características na Tabela 9).

Tabela 9 - Composição físico-química da água de abastecimento

pH	Condutividade Elétrica (dS.m ⁻¹)	Demanda Química de Oxigenio (mg.L ⁻¹)	Magnésio (mg.L ⁻¹)	Carbonato de Calcio (mg.L ⁻¹)	Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	Calcio (mg.L ⁻¹)
7,89	0,59	30	76	66,92	80	113
Amônia (mg.L ⁻¹)	Ortofosfato (mg.L ⁻¹)	Nitrito (mg.L ⁻¹)	Fósforo (mg.L ⁻¹)	Nitrato (mg.L ⁻¹)	Sólidos Totais Suspensos (mg.L ⁻¹)	Sólidos Totais (mg.L ⁻¹)
0,88	0,05	0,00	0,09	0,18	5	454

Análises realizadas no laboratório de Análises químicas, físicas e microbiológicas do PROSAB – Campina Grande – PB, 2003. Fonte: Costa, 2004.

b) Água residuária proveniente do reator UASB

Tabela 10 - Composição físico-química da água residuária

pH	Condutividade Elétrica (dS.m ⁻¹)	Demanda Química de Oxigênio (mg.L ⁻¹)	Magnésio (mg.L ⁻¹)	Carbonato de Cálcio (mg.L ⁻¹)	Alcalinidade de (mg.L ⁻¹)	Cálcio (mg.L ⁻¹)
7,79	1,36	197	134	282	350	135
Amônia (mg.L ⁻¹)	Nitrato (mg.L ⁻¹)	Nitrato (mg.L ⁻¹)	Fósforo (mg.L ⁻¹)	Ortofosfato (mg.L ⁻¹)	Sólidos Suspensos totais (mg.L ⁻¹)	Sólidos Totais (mg.L ⁻¹)
45	0,02	0,47	5,51	4,79	36	877

Análises realizadas no laboratório de Análises químicas, físicas e microbiológicas do PROSAB - Campina Grande - PB, 2003. Fonte: Costa, 2004.

3.7. Índices de crescimento analisados

O experimento foi constituído inicialmente de 7 blocos. A cada 25 dias era retirado um bloco para as análises de tendências de diferentes variáveis (nº de folhas, diâmetro do caule, altura do caule, comprimento da raiz). Após 75 dias restaram 04 (quatro) blocos dos quais realizaram-se as análises estatísticas das demais variáveis analisadas.

3.7.1. Germinação na casa de vegetação

Diariamente era observada a germinação, quando se considerou como germinadas as plântulas que emergiram na superfície do solo. A percentagem de germinação (PG) foi calculada através da expressão:

$$PG = \frac{\text{sementes germinadas}}{\text{sementes plantadas}} \times 100$$

3.7.2. Altura do caule (AC)

Mensurou-se a altura caulinar (cm) com uma régua milimetrada, considerando-se a altura desde o solo até a inserção da primeira folha.

3.7.3. Altura de planta (AP)

Na altura da planta (cm), foi considerada a altura desde o solo até a extremidade final da gema apical. Mensurou-se a altura com uma régua graduada em milímetros.

3.7.4. Número de Folhas (NF)

Foram contados o número de folhas existente em cada planta.

3.7.5. Área Foliar (AF)

Para o estudo da área foliar, cada folha foi fotografada com uma câmara digital, marca Sony Cyber-Shot Modelo DSC- P73, colocando-se um fundo branco para aumentar o contraste e acrescentando-se um objeto (régua) de comprimento conhecido como referência. As fotos, inicialmente coloridas foram transformadas para tons cinza (8 bits) através do editor de fotos e então submetidas ao programa computacional Image Tool®, desenvolvido pela Texas Health Science Center, no qual calibrou-se para cada foto uma medida espacial com referência a régua utilizada em todas as fotos e se determinou o objeto a ser mensurado, conforme a Figura 5.

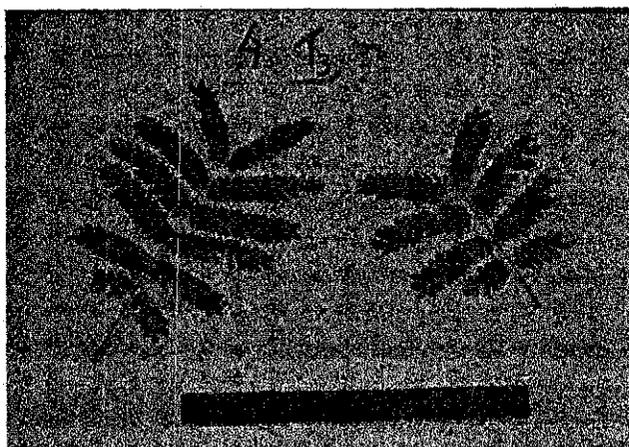


Figura 5 - Fotografia das folhas de flamboyant em tons de cinza.

3.7.6. Diâmetro do caule (DC)

A medição do diâmetro do caule foi realizada com um paquímetro (cm), a partir da inserção deste no colo da planta a uma altura correspondente a 1,0 cm da superfície do solo.

3.7.7. Comprimento da raiz (CR)

Verificou-se o comprimento da raiz (cm) com uma régua graduada em milímetros, tomando-se como referência a raiz de maior comprimento.

3.7.8. Fitomassa da parte aérea (FPA)

Na medição da fitomassa seca da parte aérea (g), levou-se o material para a estufa de circulação de ar forçado à uma temperatura de 70°C durante 72h, até o material adquirir peso constante. Posteriormente foi realizada a pesagem em balança tipo marte, com aproximação de 2 casas decimais.

3.7.9. Fitomassa da raiz (FR)

A fitomassa seca da raiz (g) foi determinada após o material ser levado a estufa com circulação de ar forçado à uma temperatura de 70°C durante 72h, onde adquiriu o peso constante. Posteriormente foi realizada a pesagem em balança tipo marte, com aproximação de 2 casas decimais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Determinação do potencial de germinação das sementes em laboratório

Na Tabela 11 são apresentadas as percentagens de germinação das sementes de flamboyant, sob condições de laboratório, quando estas foram submetidas a diferentes pré-tratamentos para quebrar a dormência.

TABELA 11 - Germinação das sementes de flamboyant em laboratório quando submetidas a diferentes tratamentos para quebrar sua dormência.

METODOLOGIA	GERMINAÇÃO
Escarificação na região lateral	40,0 %
Escarificação na região dorsal	46,6 %
Choque térmico à 50°C	33,4 %
Choque térmico à 60°C	33,4 %

De acordo com o teste realizado, houve variação na porcentagem de germinação das sementes de acordo com a metodologia adotada para a quebra de dormência. Considerando que a maior germinação foi obtida quando as sementes foram escarificadas dorsalmente, adotou-se esta técnica para quebrar a dormência das sementes de flamboyant utilizadas no presente trabalho.

4.2. Variação dos índices de crescimento com o tempo

Apresentam-se a seguir os dados biométricos relativos as variáveis dos índices de crescimento obtidos durante o experimento. Para tanto foram construídos gráficos utilizando-

4.2.1. Número de Folhas (NF)

Apresenta-se no gráfico 1, a variação do número de folhas no decorrer do tempo, quando as mudas de flamboyant foram irrigadas com água de abastecimento e água residuária.

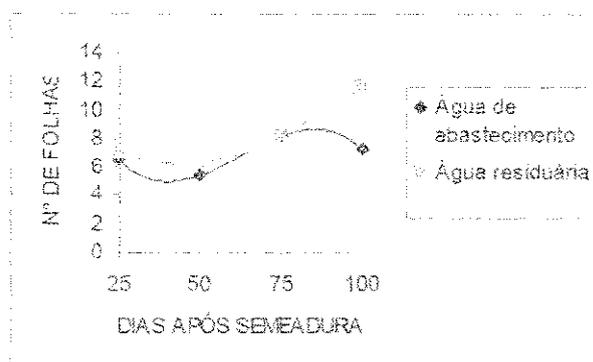


Gráfico 1.- Número de folhas em função do tempo e do tipo de água utilizada (abastecimento ou residuária) na irrigação das mudas. Campina Grande, Pb, 2003.

A análise do gráfico 1, permite constatar que a partir dos 75 dias após o semeio, as plantas passaram a exigir um maior aporte de nutrientes, onde os tratamentos irrigados com água residuária apresentaram uma resposta crescente no que se refere a emissão de folhas, se distanciando dos tratamentos irrigados com água de abastecimento, que ao contrário apresentaram diminuição na quantidade de folhas emitidas, este fato pode ser atribuído a grande quantidade de nutrientes presentes na água residuária em relação a água de abastecimento, conforme tabelas 09 e 10, principalmente para os elementos N, P, Ca e Mg.

A variação do número de folhas obtido pelas mudas de flamboyant quando cultivadas em diferentes substratos, está contida no gráfico 2.

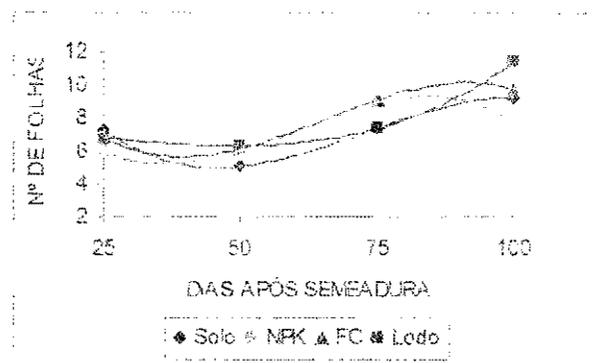


Gráfico 2.- Evolução do número de folhas em função do tempo e do tipo de substrato utilizado. Campina Grande, Pb, 2003.

Conforme se observa no gráfico 2, o número de folhas emitido pelas mudas de flamboyant nos diferentes tratamentos utilizados vem equiparando-se até os 50 dias após o semeio; observou-se ainda que a partir do 75 dias o tratamento composto por adubação química (NPK) apresentou uma redução no número foliar de suas mudas, embora tendo sido acrescentado nutrientes mineral a este solo, a quantidade absorvida pelas plantas não foi suficiente para garantir seu pleno desenvolvimento fisiológico, o que levou a senescência foliar provavelmente provocada pela carência de nutrientes, pois de acordo com Sampaio et al. (1995), os solos das regiões áridas e semi-áridas, como o solo utilizado no presente estudo, geralmente possuem baixos teores de matéria orgânica, sendo imprescindível a incorporação de alguns tipos de fertilizantes. O material do solo utilizado no presente trabalho apresentou um teor de matéria orgânica de 0,31%, considerado extremamente baixo.

4.2.2. Diâmetro do caule (DC)

No gráfico 3 são apresentados os dados referentes à evolução do diâmetro do caule quando as mudas de flamboyant foram irrigadas com água de abastecimento e água residuária. Com relação ao diâmetro do caule pode-se observar que praticamente não houve diferenças entre os tipos de água utilizados na irrigação das mudas observados até os 100 dias após o semeio, admitindo o que relata Augusto et al. (2003), que ao avaliar a produção de mudas de Capixigui e Copacaiba utilizando esgoto doméstico pré-tratado, verificaram que o diâmetro das plantas não apresentou diferença estatística.

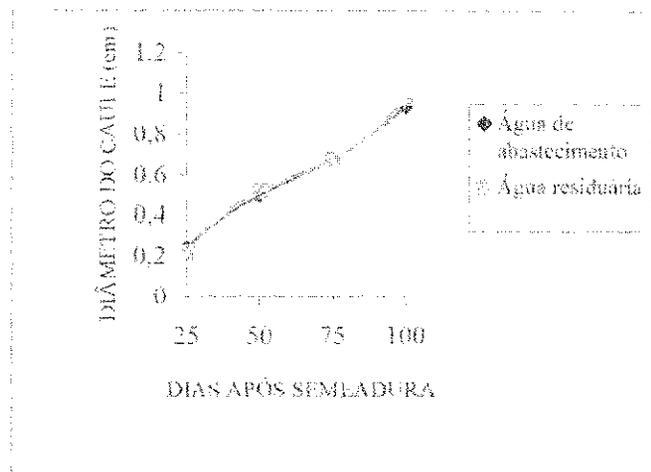


Gráfico 3.- Evolução do diâmetro do caule em função do tempo e do tipo de água utilizado na irrigação das mudas. Campina Grande, Pb, 2003.

O gráfico 4 dispõe de dados referentes à evolução do diâmetro do caule obtido pelas mudas de flamboyant quando cultivadas em diferentes substratos.

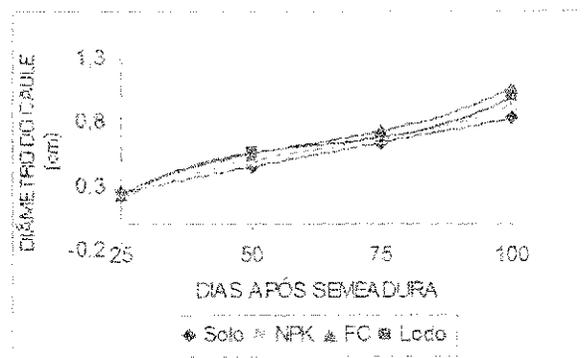


Gráfico 4.- Evolução do diâmetro do caule em função do tempo e do tipo de substrato. Campina Grande- Pb, 2003.

Percebe-se pelos dados contidos no gráfico 4, que o crescimento do diâmetro do caule da flamboyant, ocorreu de forma que, em todos os substratos estudados, os valores foram crescentes com o passar do tempo; constatando-se ainda, que os substratos constituídos por matéria orgânica: fertilizante composto (húmus) e lodo, apresentaram os maiores diâmetros devido a ação dos efeitos benéficos da matéria orgânica humificada contida nestes substratos

4.2.3. Altura do caule (AC)

Apresenta-se no gráfico 5, a evolução da altura do caule quando as mudas de flamboyant foram irrigadas com água de abastecimento ou água residuária.

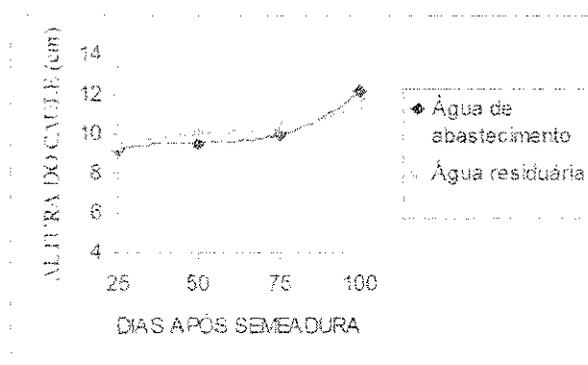


Gráfico 5.- Evolução da altura do caule em função do tempo e do tipo de água utilizados na irrigação das mudas. Campina Grande, Pb, 2003.

Verifica-se que as mudas irrigadas com água de abastecimento apresentaram altura do caule superior àquelas obtidas quando as mudas de flamboyant foram irrigadas com água residuária pré-tratada. Conforme relata Augusto et al. (2003), em estudo realizado com mudas de Capixigui e Copacaiba utilizando esgoto doméstico pré-tratado obteve-se o desenvolvimento em altura das mudas significativamente superiores no tratamento convencional quando comparados aos tratamentos irrigados com água residuária. Isto se deve provavelmente ao fato que a água residuária possui ao alto teor de matéria orgânica, e nos tratamentos onde houve adição de material orgânico, favoreceu o aumento demasiado da população microbiana, a qual produz enzimas que atacam a própria matéria orgânica nativa do solo (SANEPAR, 1999).

No gráfico 6, mostra-se a evolução da altura do caule obtido pelas mudas de flamboyant quando cultivadas em diferentes substratos, constatando-se que, para a variável altura do caule não houve diferença significativa, apresentando apenas uma pequena diferença na média obtida para o tratamento onde o substrato recebeu NPK.

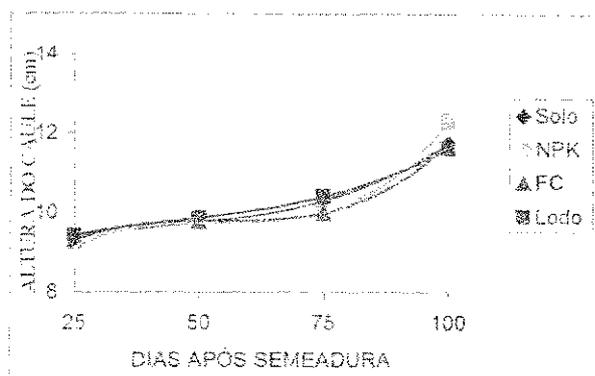


Gráfico 6.-Evolução da altura do caule em função do tempo e do tipo de substrato. Campina Grande, Pb, 2003.

4.2.4. Comprimento da raiz (CR)

No gráfico 7 é observada a evolução do comprimento da raiz quando as mudas de flamboyant foram irrigadas com água de abastecimento ou água residuária.

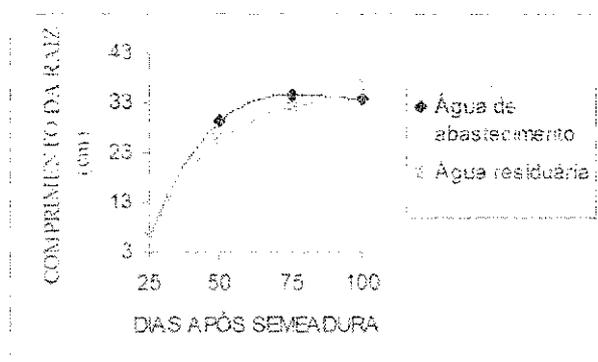


Gráfico 7.- Evolução do comprimento da raiz em função do tempo e do tipo de água utilizados na irrigação das mudas. Campina Grande, Pb, 2003.

A evolução do comprimento da raiz (cm) das mudas de flamboyant é notada no gráfico 7, onde percebe-se que até os 75 dias após o semeio, ao se utilizar a água residuária na irrigação das mudas, os tamanhos obtidos pelas raízes foram inferiores aqueles onde se utilizou a água de abastecimento, porém a partir dos 75 dias as mudas irrigadas com água residuária obtiveram maiores comprimentos da raiz, devido ao fato de ser a água residuária rica em nutrientes. Entretanto Augusto et al. (2003), em estudo utilizando água residuária pré-tratado, constatou menores comprimentos de raiz e desenvolvimento das espécies florestais estudadas.

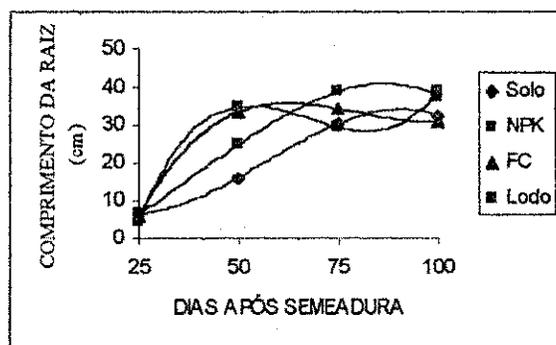


Gráfico 8.-Evolução do comprimento da raiz em função do tempo e do tipo de substrato. Campina Grande, Pb, 2003.

De acordo com o gráfico 8, o desenvolvimento da raiz da flamboyant até os 50 dias após o semeio caracterizou-se por apresentar um incremento significativo para todos os substratos utilizados. Observou-se ainda que os tratamentos constituídos por NPK e lodo, apresentaram um melhor desempenho ao final do experimento. Em estudo realizado por Hue et al. (1988) e Melo et al. (1994), citados por SANEPAR, 1999, a aplicação do lodo de esgoto aumentou o teor de matéria orgânica do solo, mas por outro lado, Berton et al. (1999) e Da Ros et al. (1993), citados por Deschamps e Favaretto (1999) não constataram efeito do lodo na matéria orgânica do solo. Portanto, considera-se um bom substrato aquele que proporciona condições adequadas à germinação e ao desenvolvimento do sistema radicular da muda em formação (Ramos et al. 2002, citados por Negreiros, 2004).

4.3. Efeito dos tratamentos nas variáveis de crescimento

Tabela 12 - Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas: germinação (G) em % , número de folhas (NF), área foliar (AF) em cm², altura do caule (AC) em cm, diâmetro do caule (DC) em cm , altura da plantas (AP) em cm, comprimento da raiz (CR) em cm , fitomassa da parte aérea (FPA) em g, e fitomassa da raiz (FR) em g. aos 100 dias após o semeio das sementes. Os dados originais para cada uma das variáveis encontram-se no Anexo . Campina Grande-PB, 2003.

Quadrado médio										
F.V	GL	G ¹	NF	AF	AC	DC	AP	CR	FPA	FR
Blocos	3	0,02 ns	0,14 ns	0,094 ns	0,04 ns	0,01 ns	0,06 ns	0,52 ns	0,27 ns	0,08 ns
Fator 1 (águas)	1	0,01 ns	4,70 **	5,2058 **	0,09 ns	0,00 ns	1,99 **	0,64 ns	7,67 **	0,07 ns
Fator 2 (substratos)	3	0,98 **	0,60 **	1,2606 **	0,01 ns	0,08 **	0,92 **	0,85 ns	3,88 **	0,73 **
Interação	3	0,06 ns	0,27 *	0,8559 **	0,07 ns	0,05*	0,37 *	0,53 ns	2,42 **	0,37 **
Resíduo	21	0,08	0,08	0,0495	0,05	0,01	0,05	0,74	0,19	0,05
CV%		14,97	9,72	2,94	6,53	11,50	6,58	14,70	11,91	13,33

¹ = até os 10 dias após o semeio

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

ns = não significativo pelo teste F.

4.3.1. Germinação

Observa-se através dos dados contidos na Tabela 12 que houve variação na germinação das sementes de flamboyant, onde apenas o tipo de substrato influenciou significativamente ao nível de 1% de probabilidade, não havendo efeito do tipo de água utilizada nem interação entre os tipos de água (residuária e abastecimento) e os substratos (solo, fertilizante químico, fertilizante composto e lodo).

As médias dos dados originais com relação ao número de sementes germinadas para os dois tipos de águas e para os quatro substratos estudados estão na Tabela 13. Para comparar as médias dos efeitos, os dados foram transformados em \sqrt{x} . Nota-se que o tipo de água utilizado não interferiu na germinação das sementes. Isto é perfeitamente compreensível devido à germinação das sementes depender principalmente do conteúdo de água do solo e tanto a água de abastecimento como a residuária proporcionaram o conteúdo de água necessário ao solo para a germinação das sementes.

Tabela 13 - Média das Percentagens de germinação para os fatores estudados Campina Grande- PB, 2003.

FATORES	MÉDIAS
Tipos de água	
Abastecimento	75,6 A
Residuária	75,8 A
Tipos de substratos	
Solo	95,8 A
Solo + NPK	65,8 B
Solo + FC (húmus)	55,6 B
Solo + Lodo	85,6 A

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 1% de probabilidade.

De forma geral, os substratos constituídos apenas por solo, como também aqueles constituídos de solo + lodo proporcionaram os melhores percentuais de germinação para as sementes (95,8 e 85,6 %, respectivamente). Os substratos adubados quimicamente (NPK) e aqueles constituídos por fertilizante composto (húmus) obtiveram os menores índices de germinação (65,8 e 55,6%, respectivamente), não diferindo entre eles. A obtenção de uma alta germinação no solo sem complemento, leva a confirmar a hipótese indicada anteriormente de que a germinação realmente não depende diretamente da natureza do substrato, e sim da umidade do solo, da temperatura e de outros fatores como o conteúdo de oxigênio do solo.

4.3.2. Número de folhas por planta

De acordo com a Tabela 12, os fatores água e substrato influenciaram significativamente ao nível de 1%, o número de folhas apresentado pelas mudas de flamboyant, havendo efeito combinado entre os fatores ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 14 são apresentadas às médias do número de folhas por planta para os tratamentos estudados. O Teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi executada transformando os dados originais em \sqrt{x} . Na tabela abaixo foram expressas as comparações utilizando os dados originais.

Tabela 14 - Média do número de folhas para os tratamentos estudados Campina Grande- PB, 2003.

Substrato Água	SOLO	SOLO + NPK	SOLO + FC	SOLO + LODO	MÉDIA
Abastecimento	6,00 bBC	4,75 bC	8,99 bAB	10,25 aA	7,25 b
Residuária	12,50 aA	10,75 aA	11,50 aA	12,50 aA	11,81 a
MÉDIA	9,25 AB	7,75 B	9,75 AB	11,37 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se que o tipo de água interferiu no número de folhas apresentado por planta, onde os tratamentos irrigados com água residuária apresentaram valores superiores aos encontrados nos tratamentos irrigados com água de abastecimento estando este aumento relacionado à presença de maior quantidade de nutrientes contidos na água residuária ficando a disposição das plantas, quando comparada com a água de abastecimento. Com relação ao substrato, observa-se que o substrato solo + lodo foi o que proporcionou o maior número de folhas, embora não estatisticamente diferente dos substratos constituídos unicamente por solo e por SOLO + FC (fertilizante composto). Isto pode ser explicado pelo alto teor de matéria orgânica contida no lodo. Resultados semelhantes foram obtidos em pesquisas realizadas por Lyra (1997) e Pontes (1996) em mudas de leucena e algarobeira, respectivamente. A adição de NPK não favoreceu o aumento no número de folhas. No presente estudo a adubação química foi feita baseada em recomendações feitas para essenciais florestais em geral, dado à inexistência de informação sobre as necessidades de nutrientes da flamboyant, assim é provável que a adubação efetuada não tenha sido necessariamente a mais adequada. A presença do NPK aparentemente reduziu o potencial hídrico do solo, impedindo a absorção

adequada de água na planta, reduzindo assim o número de folhas. Observa-se ainda que a interação entre tratamentos foi significativa ao nível de 5% de probabilidade indicando assim que os fatores água e substrato não atuam independente um de outro. Portanto, o efeito da água de irrigação depende do substrato utilizado e vice-versa.

4.3.3. Área foliar (AF)

Pela análise de variância referente à área foliar expressa na Tabela 12, observa-se que as mudas de flamboyant sofreram efeitos isolados e combinados ($p \leq 0,01$) dos fatores: tipos de água e tipos de substratos.

Na Tabela 15 encontram-se os números referentes a área foliar (cm^2) obtida pelas mudas de flamboyant em cada um dos tratamentos estudados. O Teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi executado transformando os dados originais em \sqrt{x} . Na tabela abaixo são apresentadas as comparações, utilizando-se os dados originais.

Tabela 15 - Área foliar (cm^2) para cada um dos tratamentos estudados. Campina Grande-PB, 2003.

Substrato Água	SOLO	SOLO + NPK	SOLO + FC	SOLO + LODO	MÉDIA
Abastecimento	378,10 bC	1256,47 bB	1696,43 bAB	2675,74 aA	1395,55 b
Residuária	2716,87 aA	3069,63 aA	3650,64 aA	3107,73 aA	3136,22 a
MEDIA	1547,49 C	2163,05 BA	2673,53 A	2891,74 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 1% de probabilidade.

Conforme os resultados obtidos através do teste de Tukey, o tipo de substrato, como também o tipo de água utilizado na irrigação das mudas influenciaram significativamente a área foliar. Observa-se que todos os substratos irrigados com água residuária apresentaram melhores resultados de área foliar do que aqueles que foram irrigados com água de abastecimento, porém o substrato constituído por solo + lodo mesmo sendo irrigado com água de abastecimento não diferiu estatisticamente daqueles onde utilizou-se a água residuária na irrigação, fato justificado pela presença de matéria orgânica contida no lodo, a qual é indispensável para a manutenção da micro e meso vida do solo. A matéria orgânica além de desempenhar seu papel na retenção da água do solo afeta também a estrutura física do solo e funciona como fonte de nitrogênio e de outros nutrientes, influenciando fortemente a

variável altura do caule, a partir do quinto mês do ensaio, diferentemente da espécie capixingui (*Croton floribundus*) que apresentou diferenças a partir do segundo mês de ensaio. Provavelmente se o ensaio permanecesse por mais tempo na casa de vegetação, seria possível avaliar melhor a influência dos fatores estudados sobre a altura do caule.

4.3.5. Diâmetro do caule (DC)

Conforme a Tabela 12, o diâmetro do caule não sofreu efeito significativo do tipo de água utilizado na irrigação das mudas, porém o substrato utilizado interferiu significativamente, havendo efeito combinado entre os fatores água e substrato.

Os valores do diâmetro do caule (cm) são apresentados na Tabela 17 para os tratamentos estudados. O Teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi executada transformando os dados originais em \sqrt{x} . Na tabela abaixo as comparações são apresentadas utilizando os dados originais.

Tabela 17.- Diâmetro do caule (cm) para cada um dos tratamentos estudados. Campina Grande- PB, 2003.

Substrato Água	SOLO	SOLO + NPK	SOLO + FC	SOLO + LODO	MÉDIA
Abastecimento	0,73 bB	0,90 aAB	1,10 aA	1,10 aA	0,96 a
Residuária	0,95 aA	0,95 aA	1,05 aA	0,95 aA	0,98 a
MÉDIA	0,84 B	0,93 AB	1,08 A	1,03 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 1% de probabilidade.

Nota-se pelo teste de Tukey divulgado na Tabela 17 que o diâmetro do caule foi afetado significativamente pela natureza do substrato, onde o substrato composto apenas por solo apresentou plantas com o menor diâmetro (0,84 cm) do coleto, fato ocorrido talvez pela ausência de nutrientes no substrato, pois estudando o efeito de diferentes fontes e dosagens de matéria orgânica sobre o desenvolvimento de flamboyant – *Delonix regia*, Lucena e Silva (2000) verificaram que as maiores diâmetros do caule foram obtidas com o substrato contendo solo + esterco de gado na proporção de 1:1. Avaliando os níveis de matéria orgânica no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo e leucena, Foltran citado por Meneses (2002) e Lyra (1997) constataram um aumento gradativo do diâmetro do caule com a

elevação da quantidade de matéria orgânica. Comparando-se estes resultados com os constatados no presente trabalho, verifica-se que as mudas em sua formação aparentemente são mais exigentes em matéria orgânica, pois, comenta Souza (1983), a matéria orgânica funciona como fonte de nutrientes para as plantas. Portanto a ausência de nutrientes no solo, provavelmente causou o menor crescimento vegetativo das mudas.

4.3.6. Altura da planta (AP)

Pela análise de variância observada na Tabela 12, para a variável altura de planta, o tipo de água e o substrato utilizado influenciaram a altura das mudas ($p \leq 0,01$), como também o efeito combinado ($p \leq 0,05$) entre esses fatores (água e substrato).

A altura (cm) obtida pelas mudas em todos os tratamentos estudados está na Tabela 18. O Teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi executado transformando os dados originais em log x. Na tabela abaixo foram expressas as comparações utilizando os dados originais.

Tabela 18 - Altura da planta (cm) para cada um dos tratamentos estudados. Campina Grande-PB, 2003.

Substrato \ Água	SOLO	SOLO + NPK	SOLO + FC	SOLO + LODO	MÉDIA
Abastecimento	12,75 bC	20,25 bB	21,25 bB	49,75 aA	26,00 b
Residuária	36,63 aA	35,00 aA	38,00 aA	47,75 aA	39,35 a
MÉDIA	24,69 B	27,63 B	29,63 B	48,75 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 1% de probabilidade.

O crescimento das plantas em altura é demonstrado na Tabela 18, percebendo-se pelo teste de Tukey que a água residuária se sobressaiu melhor que a água de abastecimento em todos os substratos estudados, confirmando Espanhol (2001) que verificou que a produtividade agrícola de plantas irrigadas com esgoto tratado é de 30 a 60% maior que quando irrigada com água de abastecimento, porque, segundo ele, além da água e da matéria orgânica contem macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento dos vegetais. Estudando a produção de mudas de cinco essências florestais, Lucena e Silva (2000) constataram que o solo + húmus de minhoca beneficiou a altura da planta e recomendam que substratos isentos de fertilizantes não sejam utilizados quando pretende-se obter maiores alturas de plantas.

Também é exposto na Tabela 18 que o substrato solo + lodo foi o tratamento que produziu a maior altura de mudas (em média 48,75 cm), efeito similar ao encontrado com o diâmetro do caule. Como reportado anteriormente por Janick (1966), Foltran citado por Meneses (2002), Lyra (1997), Lucena e Silva (2000) e Rego (1990) a matéria orgânica é de valor relevante no desenvolvimento da planta e por tanto na altura desta.

Verifica-se que a altura da planta no substrato com lodo, mesmo sendo irrigada com água de abastecimento não diferiu estatisticamente quando irrigada com água residuária diferindo significativamente dos demais substratos que receberam água de abastecimento, esse fato confirma Shimp et al. (1996) e Luca et al. (1996) constatando que o lodo é fonte de nutrientes para as plantas e sua utilização mostra-se como uma alternativa viável para a melhoria da fertilidade dos solos. Embora não tenha sido amplamente testado no Brasil, o lodo de esgoto, já apresenta resultados promissores, seja na fase de produção de mudas de espécies florestais (MORAIS, 1997) ou de implantação de reflorestamento (GONÇALVES et al., 2000; POGGIANI, et al., 2000).

4.3.7. Comprimento da raiz (TR)

A Tabela 12 dispõe de dados da análise de variância para a variável comprimento da raiz das mudas de flamboyant. Verifica-se que não houve significância de efeito isolado nem interação entre os fatores estudados.

Mostra-se na tabela 19, o comprimento (cm) obtido pelas raízes nos tratamentos estudados Não foi aplicado o teste de comparação de medias porque os F, tanto dos efeitos principais como das interações não foram significativos. Expõe-se na tabela abaixo os valores originais de comprimento da raiz.

Tabela 19 -Comprimento da raiz (cm) para os fatores estudados. Campina Grande-PB, 2003.

FATORES	MÉDIAS
Tipos de água	
Abastecimento	33,78
Residuária	36,47
Tipos de substratos	
Solo	32,63
Solo + NPK	37,75
Solo + FC (húmus)	31,13
Solo + Lodo	39,00

Os resultados encontrados no presente trabalho são contrários a aqueles reportados no trabalho de Augusto et al. (2003) que utilizando esgoto tratado na produção de mudas,

concluiu que o desenvolvimento do sistema radicular foi favorecido quando se utilizou água residuária na irrigação das mudas. A falta de diferenças entre tratamentos pode ser atribuída ao tamanho do recipiente utilizado, uma vez que o substrato contido no saco tinha uma profundidade de 24 cm, enquanto que as raízes apresentaram em média comprimentos de suas raízes principais acima de 30 cm, portanto provavelmente a parte inferior do recipiente tenha formado uma barreira impedindo crescimento (em extensão) das raízes e causando seu enovelamento.

4.3.8. Fitomassa da parte aérea (FPA)

Constata-se pela análise de variância contida na Tabela 12, que o tipo de substrato e o tipo de água utilizados na irrigação das mudas influenciaram significativamente a produção de fitomassa da parte aérea, como também houve efeito da interação entre água e substratos testados ($p \leq 0,01$).

A Tabela 20 contém os dados referentes a fitomassa da parte aérea da planta para os tratamentos estudados, onde o Teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi executada transformando os dados originais em \sqrt{x} . Na tabela abaixo estão expressos os os dados originais.

Tabela 20 - Fitomassa da parte aérea (g) nos tratamentos estudados. Campina Grande-PB, 2003.

Substrato Água	SOLO	SOLO + NPK	SOLO + FC	SOLO + LODO	MÉDIA
Abastecimento	2,71 bC	9,26 bB	12,33 bB	21,33 aA	14,98 b
Residuária	15,91 aA	16,30 aA	20,30 aA	18,20 aA	17,68 a
MÉDIA	9,31 C	12,78 B	16,32 AB	19,71 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 1% de probabilidade.

Pode ser verificado pelo teste de Tukey que a água residuária incrementou significativamente o peso da fitomassa da parte aérea em todos os tratamentos, porém o substrato constituído por solo + lodo mesmo sendo irrigado com água de abastecimento não diferiu daqueles tratamentos onde se utilizou a água residuária. Fato atribuído ao aporte de

nutrientes que contém o lodo de esgoto e coincidindo com o ocorrido com as variáveis: altura da planta e o diâmetro caulinar da planta.

Dentre os substratos estudados, verifica-se que os valores de peso da matéria seca da parte aérea obtidos com os substratos constituídos por fertilizante composto (12,33g com água de abastecimento e 20,30g com água residuária) e lodo (21,33g com água de abastecimento e 18,20g com água residuária) diferem significativamente do substrato constituído apenas por solo irrigado com água de abastecimento, o qual apresentou o menor peso da fitomassa da parte aérea (2,71g), fato justificado pela ausência de nutrientes na água e no solo, afetando a produtividade da fitomassa da parte aérea das mudas de flamboyant e confirmando Menezes et al. (2002) que ao analisar o efeito da natureza do substrato em mudas de Pinheira, observou que a adição de matéria orgânica proporcionou aumento significativo no peso de matéria seca da parte aérea. 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 ricas em nutrientes (BASTOS, 1999). Nos solos das regiões áridas e semi-áridas com teores de matéria orgânica geralmente baixos (0,031% no solo utilizado neste experimento), a produtividade depende dos níveis de fertilidade natural e da possibilidade de mantê-los através da ciclagem de nutrientes (SAMPAIO et al., 1995). Por isso é imprescindível que em solos pobres como os do Nordeste do Brasil, sejam incorporados nutrientes, seja de origem mineral ou orgânica. Todavia, sabe-se que a matéria orgânica quer provenha da água, de plantas, microorganismos ou excreções animais, é indispensável à manutenção da micro e mesobiotividade do solo.

4.3.9. Fitomassa da raiz (FR)

De acordo a análise de variância observada na Tabela 12, a fitomassa seca da raiz não sofreu efeito isolado do tipo de água utilizado na irrigação das mudas, porém o substrato utilizado interferiu significativamente, ocorrendo efeitos combinados entre os fatores água e substrato ($p \leq 0,01$).

Os dados da fitomassa da raiz obtido pelas mudas de flamboyant em todos nos tratamentos estudados estão expressos na Tabela 21. O Teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos com nível de significância de 5% foi executado transformando os dados originais em \sqrt{x} . Na tabela abaixo foram expressas as comparações utilizando os dados originais.

Tabela 21.-Fitomassa da raiz (g) nos tratamentos estudados. Campina Grande-PB, 2003.

Substrato Água	SOLO	SOLO + NPK	SOLO + FC	SOLO + LODO	MÉDIA
Abastecimento	1,47 bC	2,58 aBC	5,69aA	3,79 aAB	3,38 a
Residuária	3,55 aA	3,17 aA	4,63 aA	3,04 aA	3,60 a
MÉDIA	2,51 B	2,88 B	5,16 A	3,42 B	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 1% de probabilidade.

Observando as médias do teste de Tukey da Tabela 21, nota-se que o tipo de água empregado na irrigação das mudas não interferiu no peso da fitomassa da raiz, porém com relação ao substrato, observa-se o destaque do substrato constituído por fertilizante composto, o qual incrementou o peso da fitomassa da raiz (em média 5,16g), possivelmente em virtude da presença de matéria orgânica contida nesse material que tem a capacidade de promover alterações e correções nas propriedades físico-químicas e minerais do solo, como também favorece os solos na nutrição vegetal, aumentando a produtividade das plantas (mmiranda@ccard.com.br, acesso em maio de 2002), pois conforme Chaboussou (1987), citado por Maia (2002) a matéria orgânica proporciona maior resistência às plantas uma vez que aumenta a capacidade de retenção de água, possibilita aumento da população da meso e micro fauna e a capacidade das raízes em absorver água e nutrientes do solo, além da fundamental importância que exerce na estruturação do solo. De maneira geral, são produzidas mudas de boa qualidade com diferentes formulações de substratos, contanto que sejam fornecidos água e nutrientes em quantidades adequadas (GOH e HAYNES, 1987), porém existem casos em que o substrato é adequado para determinadas variáveis ou até mesmo para determinadas espécies.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, R. de L. **Biossólido como fonte de nutriente para o algodão herbáceo e seu efeito residual no milho**, (Tese de Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Pb, 2003

AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. **Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton floribundus spreng* (Capixigui) e *Capaifera lagndorffi desf* (Capoíba)**. Revista *Árvore*, Sociedade de Investigações Florestais, v.27, n.3, Viçosa-MG, 2003, 335 – 342 p.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução: H. R. Gheyi, J., F. de Medeiros e F. A. V. Damasceno. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 1991.

BALENSIEFER, M. & WIESHETECK M. **Arborização de cidades**, ITC, Curitiba-PR, 1985, 24p.

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

BRASIL, Presidência da República. **O Desafio do Desenvolvimento Sustentável**, Relatório do Brasil para a conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Cima, Brasília-DF, 1991. 204 p

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Lei dos crimes ambientais**. Brasília, Ministério do Meio ambiente. 1999. 38p.

CAVALCANTI, J de A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**, 2. ed, 2ª aproximação, IPA, Recife – Pe, 1998, 198p.

CAVALHEIRO, F. **Arborização Urbana: Planejamento, implantação e condução**, In: **Anais do II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana**, SBAU, São Luis – MA, 1994.

CÓRREA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 1978.

COSTA, F. X. Efeito residual do bio-sólido e da água residuária no ambiente edáfico e no cultivo do milho, Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-Pb, 2004, 83p.

COSTA FILHO, R. T. Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva*) em resposta a calagem fósforo e potássio. In: Anais do congresso nacional sobre essências nativas, Revista do Instituto Florestal, Ed Especial, São Paulo, 1992. 564-569p.

CROMER, R. N. Irrigation of radiate pine with wastewater: A review of tree growth and water renovation. Aust. For., v.43, 1980, 87-100 p.

DESCHAMPS, C.; FAVARETTO, N. Reciclagem de bio-sólidos: Transformando problemas em soluções, Aspectos agronômicos. SANEPAR, Curitiba, 1999.181-237 p.

ELY, A. Desenvolvimento Sustentado e Meio Ambiente: uma abordagem holística e integrada da política, da economia, da natureza e da sociedade, v.1, ed. Feplam. Porto Alegre. 1992. 254p.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro:EMBRAPA-SNLCS, 1997. 212p.

ESPÍNDOLA, J. A. Cyclos Agronomicos. I. Terra, planta, adubo. A lavoura, cidade, n. 626, 1998, 45p.

FAGUNDES, V. Minas faz ciência, Lavras, MG, Março/Maio, 2003. pp. 17-19.

GOH, K. M.; HAYNES, R. J., Evaluation of potting media for commercial nursery production of container grown plants. I physical chemical characteristics of soil soil-less media ant their constituents, Journal of agriculture v20, New Zeland, 1987. 363-370 p.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Instituto de Pesquisa Florestal, Piracicaba, 2000. 167-190p.

GREY, G. W.; DENEKE, F. I. **Urban Forestry**. John Wiley, New York, 1978. 279p.

HESPANHOL, I., **Água Reciclada**, Revista Águas do Brasil, ano 1, nº 2, Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente. Abril/Junho, 2000. 4 a 7 p.

HESPANHOL, I. **Reuso da água - uma alternativa viável**. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente - BIO, abr/jun, ano XI, nº 18, Rio de Janeiro, 2001.24-25 p.

[http: \ www.mmiranda@ccard.com.br](http://www.mmiranda@ccard.com.br). Acesso em: maio 2002.

IMHOFF, K.; KLAUS, T. **Manual de Tratamento de águas residuárias**. Edgard Blugard, São Paulo, 1998.

JANICK, J. **A Ciência da horticultura**. USAID, Rio de Janeiro, 1966, 485p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Ceres, São Paulo, 1985. 492p.

LÉON G. S.; CAVALLINI J. M., **Tratamento e uso de água residuária**. Tradução de H. R. Gheyi, A. König, B. S. O. Ceballos, F. A. V. Damasceno, UFPB, Campina Grande – PB, 1999.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de.; TORRES, M. A. V.; BACHER., L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**, Instituto Plantarium, Nova Odessa- SP, 2003.

LUCA, S. J. de.; IDE, C. N.; MONTEGGIA, L. O. **Lodos de Estes Estabilizados por Cal e Ferrato (VI) de Potássio e a Recuperação de Áreas Degradadas**. In: Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental (Projeto de Aterro de Resíduos e Saneamento de Áreas Degradadas – Artigos Técnicos), Anais, RS, 1996, 227-233 p.

LUCENA, A. M. A. de.; SILVA, H. **Utilização da matéria orgânica na produção de mudas de essências florestais, destinadas aos parques florestais de Campina Grande-PB**, In: Anais da 52ª Reunião Anual da SBPC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência), Brasília-DF, 2000.

LUCENA, A. M. A. de.; XAVIER, F.; GUERRA, H. O. C.; SILVA, H. **Germinação de essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica**, Revista de Biologia e Ciência da Terra, vol.4, nº2, 2º semestre, Belo Horizonte MG, 2004.

LYRA, R.B.A. **Efeito de substrato para produção de mudas de leucena (leucena leucocephala) em bandejas de isopor**, Monografia. Escola Superior de Agricultura de Mossoró -RN, 1997. 41p

MAIA, E. L., **Decomposição de esterco em livissolos no semi-árido da Paraíba (Dissertação M. S.)**, UFPB, Patos- PB, 2002.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola, adubos e adubações**. Agronomia Ceres, são Paulo, 1981, 596p.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos., **Reuso de água**, Manole, Universidade de São Pulo, Barueri, SP, 2003.

MARENCO, R. A. **Arborização Urbana**, In: Anais do II Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. 1994. 613 p.

MELO, W. J. de.; MARQUES, M. O. **Lodo de esgoto: Tratamento e disposição final**, UFMG, Belo Horizonte, 2001. 289-363 p.

MENEZES, L. de S.; CARDOSO, E. de A.; PIRES, G. S.; FILHO, J. A. **Efeito do substrato na produção de mudas de pinheira (*Anona squamosa* L.) em bandejas de isopor**. In: anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Belém do Pará, 2002.

MILANO, S. M. **Estudos da paisagem na avaliação de impactos ambientais**, In: Seminário sobre avaliação e relatório de impacto ambiental, FUPEF, Curitiba – PR, 1989.

MORAIS, S. M. J. **Uso do lodo de esgoto da Corsan - Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos**, Sanare, v.6, Santa Maria – RS, 1997. 44-49p.

MOTA, S. **Reuso de águas: a experiência da Universidade Federal do Ceará**, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia hidráulica e ambiental, Fortaleza –CE, 2000. 276p.

NEGREIROS, J. R. da S. **Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro amarelo**, Revista Ceres, vol. LI, nº 294, 2004.

PONS, A. L. **Importância da Matéria Orgânica no solo**. IPAGRO INFORMA, Rio Grande do Sul, 1980. 96-109p.

PONTES, V. A. **Efeito de substrato para produção de mudas de algarobeira (*Prosopis juliflora*) em bandejas de isopor**. Monografia. Escola Superior de Agricultura de Mossoró – RN, 1996. 19p.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E. S. 1992. **Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais**. Revista do Instituto Florestal mar./abr., 29-03, São Paulo, 1992. 564-569p.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BERNADETTI, V. **Aplicação de biossólido em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo nos nutrientes** In: BETTIOL, N.; CAMARGO, O. A. (EDS), **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna – SP, 2000. 163-178p.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do Solo: Agricultura em regiões tropicais**. Nobel, São Paulo, 1980. 549p.

RAPÔSO, H. **As três adubações**. 3ª edição, S.I.A – 807, Rio de Janeiro, 1967. 49 - 65 p.

REGO, F. A. O. **Efeito de diferentes níveis de matéria orgânica, no desenvolvimento da gravioleira (*Anna muricata* L.)** In: **Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e nutrição de Plantas**, 19, SBCS., Santa Maria. Rio Grande do Sul, 1990, 15 p.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, J. H.; SILVA, F. B. R. **Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste** In: Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, SBCS, Petrolina – Pe, 1995. 51-71p.

SANEPAR - COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Projeto interdisciplinar para o desenvolvimento de critérios sanitários, agronômicos e ambientais para a implantação da reciclagem agrícola do lodo de esgoto: estado da arte**, 1v, FINEP, Curitiba, 1996.

SANEPAR - COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Reciclagem de biossólidos: Transformando problemas em soluções**, FINEP, Curitiba, 1999.

SANTIAGO, A. C., **Arborização das cidades**. CATI, Campinas –SP, 1993, 19p.

SANTOS, M. C., **Manual de Jardinagem e Paisagismo**. Freitas Bastos, São Paulo 1978, 344p.

SHIMP, G. F.; VASCONCELOS, H. O. B.; VILELA, P.; PERCINOTTI, C.; STEFANI, M.C.G. e CARVALHO, F. V. **Progress report on São Paulo's plants for biosolids management**. In: Anual Conference & Exposition of the Water Environment Federation, 6 Dallas, 1996, p.491-497.

SIMÕES, J.W.; SPELTZ, R.M.; SPELTZ, G. E. e MELO, H.A. **A adubação mineral na formação de mudas de eucalipto**. IPEF, Piracicaba, 1971.35-49 p.

SILVA, A. M. da, **Estudo de Impacto Ambiental: planejamento Ecológico**, SUDEMA, João Pessoa, 1989, 53 p.

SILVA, A Q da; SILVA H, ATAIDE, M. **Estudos antecológicos sobre baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Eng.) e aroeira (*Astronium urundeuva* Eng.)**. Sanitas, Campina Grande-PB. 1996.

SILVA, R. P. DA.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, nº 2, Jaboticabal – SP, 2001. 377-381p.

SILVA, S. A.; MARA, D. D. Tratamentos biológicos de água residuárias: lagoas de estabilização, 1ª ed, ABES, Rio de Janeiro, 1979.

SOUSA, J. T.; LEITE, V. D. Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura, 2. ed., EDUEP, Campina Grande-PB, 2003.

SOUZA, M. de. Nutrição e adubação para produzir mudas de frutíferas, viveiricultura, Informe Agropecuário (102), Belo Horizonte, 1983. 40-43p.

UNICEF. Água na Terra: Distribuição e Disputa Atual, acesso através do site www.ircsa.org.br em março de 2002.

ANEXO

ANEXO I

DADOS ORIGINAIS DAS VARIÁVEIS ANALISADAS

Tabela 1- Número de sementes germinadas , Campina Grande- Pb, 2003.

Dados Originais							
Tratamento	Bloco 01	Bloco 02	Bloco 03	Bloco 04	Bloco 05	Bloco 06	Bloco 07
T1	5	5	5	5	4	5	4
T2	2	5	2	5	3	3	2
T3	4	2	3	3	3	1	4
T4	5	5	5	3	5	4	4
T5	5	5	4	5	5	5	5
T6	3	3	3	3	5	4	3
T7	1	5	3	1	3	2	4
T8	5	3	4	3	5	5	4

Tabela 2.- Número de folhas por planta, Campina Grande-Pb, 2003.

Dados originais				
TRATAMENTO	BLOCO 01	BLOCO 02	BLOCO 03	BLOCO 04
T1	5	6	7	6
T2	6	4	5	4
T3	10	10	6	6
T4	10	10	9	12
T5	12	14	13	11
T6	17	9	10	7
T7	12	11	11	12
T8	14	11	13	12

Tabela 3.- Área foliar (cm²) apresentada por planta, Campina Grande-Pb, 2003.

Dados originais			
TRATAMENTO	BLOCO 01	BLOCO 02	BLOCO 03
T1	379,24	376,99	378,08
T2	1608,32	1241,41	919,68
T3	1396,86	1935,35	1757,09
T4	2783,68	3053,21	2190,34
T5	1995,42	3283,02	2872,20
T6	2269,16	3758,36	3181,37
T7	2517,50	3751,03	4683,38
T8	2456,90	2746,75	4119,54

Tabela 4.- Altura do caule (cm) apresentada por planta, Campina Grande-Pb, 2003.

Dados originais (cm)				
TRATAMENTO	BLOCO 01	BLOCO 02	BLOCO 03	BLOCO 04
T1	11,0	13,0	10,5	11,0
T2	12,0	15,0	14,0	12,5
T3	11,0	13,0	10,0	13,0
T4	14,0	11,5	13,0	11,0
T5	10,0	14,0	12,5	12,0
T6	13,0	10,5	11,5	10,0
T7	12,0	11,5	12,0	11,5
T8	7,5	11,0	13,5	11,5

Tabela 5.- Diâmetro do caule (cm) apresentado por planta, Campina Grande-Pb, 2003.

Dados originais (cm)				
TRATAMENTO	BLOCO 01	BLOCO 02	BLOCO 03	BLOCO 04
T1	0,7	0,7	0,8	0,7
T2	1,0	0,8	0,9	0,9
T3	1,1	1,3	0,9	1,1
T4	1,1	1,1	0,95	1,1
T5	0,8	1,1	1,0	0,9
T6	1,0	1,0	1,0	0,8
T7	0,9	1,3	1,1	0,9
T8	0,9	0,9	1,0	1,0

Tabela 6.- Altura da planta (cm) apresentada por planta, Campina Grande-Pb, 2003.

Dados originais (cm)				
TRATAMENTO	BLOCO 01	BLOCO 02	BLOCO 03	BLOCO 04
T1	14,0	14,5	11,0	12,5
T2	17,0	28,0	20,0	26,0
T3	21,0	27,0	20,0	17,0
T4	42,0	54,0	38,0	65,0
T5	26,5	51,0	42,0	26,0
T6	36,0	42,0	28,0	34,0
T7	36,0	41,0	45,0	30,0
T8	63,0	34,0	43,0	52,0

Tabela 7- Tamanho da raiz (cm) apresentada por planta, Campina Grande-Pb, 2003.

Dados originais (cm)				
TRATAMENTO	BLOCO 01	BLOCO 02	BLOCO 03	BLOCO 04
T1	28,0	30,0	42,0	12,5
T2	34,0	43,0	40,0	26,0
T3	33,0	38,0	30,0	17,0
T4	29,0	41,0	32,0	65,0
T5	40,5	34,0	48,0	26,0
T6	40,0	38,0	47,0	34,0
T7	35,0	35,0	31,0	30,0
T8	30,0	28,0	35,0	52,0

Tabela 8- Fitomassa seca da parte aérea (g), Campina Grande-Pb, 2003.

Dados originais (gramas)				
TRATAMENTO	BLOCO 01	BLOCO 02	BLOCO 03	BLOCO 04
T1	2,92	3,18	2,60	2,14
T2	14,25	8,02	5,85	8,93
T3	13,13	13,84	10,75	11,60
T4	20,52	21,64	20,99	22,17
T5	11,99	22,46	15,96	13,22
T6	16,50	19,71	16,75	12,24
T7	14,05	27,38	23,15	16,62
T8	12,50	16,87	23,41	20,01

Tabela 9 - Fitomassa seca da raiz (cm), Campina Grande- Pb, 2003

Dados originais (gramas)				
TRATAMENTO	BLOCO 01	BLOCO 02	BLOCO 03	BLOCO 04
T1	1,17	1,67	1,77	1,26
T2	2,93	2,49	3,07	1,83
T3	6,77	6,25	3,58	6,15
T4	3,80	3,34	3,95	4,08
T5	2,98	3,77	4,22	3,24
T6	3,49	3,64	3,53	2,00
T7	3,01	7,52	3,81	4,17
T8	2,02	3,37	4,14	2,64

ANEXO II

EQUAÇÕES DE REGRESSÃO DOS INDICES DE CRESCIMENTO EM FUNÇÃO DO TEMPO

Tabela 1 - Nº DE FOLHAS EM FUNÇÃO DO TIPO DE ÁGUA

Tipo de água	Equação	r ²
Abastecimento	$y = -8E-05x^3 + 0,0154x^2 - 0,8404x + 19,21$	0,98
Residuária	$y = -8E-06x^3 + 0,0033x^2 - 0,2361x + 10,97$	0,97

Tabela 2 - Nº DE FOLHAS EM FUNÇÃO DO SUBSTRATO

Tipo de substrato	Equação	r ²
Solo	$y = -5E-05x^3 + 0,0118x^2 - 0,7373x + 19,27$	0,98
NPK	$y = -7E-05x^3 + 0,0134x^2 - 0,6837x + 15,85$	0,96
Fertilizante composto	$y = -6E-05x^3 + 0,0124x^2 - 0,6795x + 17,09$	0,97
Lodo	$y = 1E-05x^3 - 0,0008x^2 - 0,0201x + 7,65$	0,98

Tabela 3 - DIÂMETRO DO CAULE EM FUNÇÃO DO TIPO DE ÁGUA

Tipo de água	Equação	r ²
Abastecimento	$y = 2E-06x^3 - 0,0003x^2 + 0,0269x - 0,26$	0,95
Residuária	$y = 3E-06x^3 - 0,0006x^2 + 0,0409x - 0,5$	0,98

Tabela 4 - DIÂMETRO DO CAULE EM FUNÇÃO DO SUBSTRATO

Tipo de substrato	Equação	r ²
Solo	$y = 1E-07x^3 - 2E-05x^2 + 0,0093x + 0,03$	0,97
NPK	$y = 2E-06x^3 - 0,0004x^2 + 0,0342x - 0,41$	0,96
Fertilizante composto	$y = 3E-06x^3 - 0,0006x^2 + 0,0415x - 0,49$	0,96
Lodo	$y = 4E-06x^3 - 0,0008x^2 + 0,0559x - 0,72$	0,93

Tabela 5 - ALTURA DO CAULE EM FUNÇÃO DO TIPO DE ÁGUA

Tipo de água	Equação	r ²
Abastecimento	$y = 2E-05x^3 - 0,0024x^2 + 0,1173x + 7,55$	0,97
Residuária	$y = 1E-05x^3 - 0,0021x^2 + 0,1301x + 7,23$	0,95

Tabela 6 - ALTURA DO CAULE EM FUNÇÃO DO SUBSTRATO

Tipo de substrato	Equação	r ²
Solo	$y = 7E-06x^3 - 0,0009x^2 + 0,0499x + 8,63$	0,98
NPK	$y = 3E-05x^3 - 0,0043x^2 + 0,2304x + 5,59$	0,97
Fertilizante composto	$y = 2E-05x^3 - 0,0032x^2 + 0,1733x + 6,63$	0,95
Lodo	$y = 7E-06x^3 - 0,0009x^2 + 0,0579x + 8,44$	0,96

ANEXO III

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO APÓS O TÉRMINO DO EXPERIMENTO

Tabela 1 – Análise química do solo após o término do experimento (Bloco 2)

Identificação		Ph 1: 2, 5	Complexo sortivo (mmol/dm ³)				mmol/ dm ³	mg/d m ³	g/k g	g/kg
Nº Lab.	Nº da Amostrara		Ca ⁺²	Mg ⁺ ₂	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺³	P	N	M.O.
03.0318	B ₂ T ₁	6,2	14,0	8,0	3,5	0,11	0,5	6,28	0,40	7,02
03.0319	B ₂ T ₂	5,2	17,0	11,0	4,1	0,17	2,5	339,6	0,99	17,11
03.0320	B ₂ T ₃	8,3	59,0	37,0	11,8	3,4	0,0	440,4	0,79	13,65
03.0321	B ₂ T ₄	5,7	23,0	10,0	6,8	0,8	0,5	103,5	1,30	22,53
03.0322	B ₂ T ₅	6,2	13,0	7,0	10,6	1,5	0,5	15,55	1,02	17,66
03.0323	B ₂ T ₆	5,4	18,0	11,0	10,4	1,7	2,0	283,0	1,02	17,66
03.0324	B ₂ T ₇	8,4	58,0	37,0	12,6	2,9	0,0	401,8	0,87	15,16
03.0325	B ₂ T ₈	5,7	34,0	11,0	10,2	1,2	0,5	203,0	0,78	13,54

Boletim 076/03, dezembro de 2003- Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – EMBRAPA Campina Grande-Pb.

Tabela 2 – Análise química do solo após o término do experimento (Bloco 4)

Identificação		Ph 1: 2, 5	Complexo sortivo (mmol/dm ³)				mmol/ dm ³	mg/d m ³	g/k g	g/kg
Nº Lab.	Nº da Amostrara		Ca ⁺²	Mg ⁺ ₂	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺³	P	N	M.O.
03.0326	B ₄ T ₁	6,1	14,0	8,0	3,8	1,0	0,5	8,62	0,47	8,23
03.0327	B ₄ T ₂	5,2	19,0	8,0	5,7	1,3	2,0	230,2	0,42	7,26
03.0328	B ₄ T ₃	8,5	73,0	43,0	11,3	3,8	0,0	574,6	1,01	17,55
03.0329	B ₄ T ₄	5,8	18,0	11,0	6,3	0,4	0,5	62,75	0,96	16,57
03.0330	B ₄ T ₅	6,6	15,0	9,0	8,1	0,8	0,5	21,59	0,52	9,10
03.0331	B ₄ T ₆	5,9	19,0	8,0	6,2	1,6	2,0	289,8	0,99	17,10
03.0332	B ₄ T ₇	8,7	66,0	39,0	33,0	3,8	0,0	559,8	0,72	12,56
03.0333	B ₄ T ₈	6,2	24,0	8,0	9,1	1,4	0,5	130,6	0,72	12,56

Boletim 077/03, dezembro de 2003- Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – EMBRAPA Campina Grande-Pb.

Tabela 3 – Análise química do solo após o término do experimento (Bloco 5)

Identificação		Ph	Complexo sortivo (mmol _c /dm ³)				mmol _c /dm ³	mg/d m ³	g/kg	g/kg
Nº Lab.	Nº da Amostra	1: 2, 5	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺³	P	N	M.O.
03.0334	B ₅ T ₁	6,1	16,0	6,0	3,8	0,8	0,5	109,5	0,34	5,96
03.0335	B ₅ T ₂	5,5	19,0	9,0	4,6	1,2	2,0	229,4	0,45	7,91
03.0336	B ₅ T ₃	8,4	66,0	42,0	9,0	3,2	0,0	531,4	0,60	10,51
03.0337	B ₅ T ₄	5,5	23,0	3,0	6,7	0,8	0,5	72,56	0,69	11,91
03.0338	B ₅ T ₅	6,7	13,0	8,0	10,0	0,6	0,0	15,47	0,74	12,78
03.0339	B ₅ T ₆	5,7	16,0	9,0	10,2	1,3	1,5	291,0	0,92	16,03
03.0340	B ₅ T ₇	8,6	69,0	25,0	12,5	2,6	0,0	1.1263	0,65	11,26
03.0341	B ₅ T ₈	6,0	19,0	9,0	9,3	0,8	0,5	92,09	0,84	14,62

Boletim 078/03, dezembro de 2003- Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – EMBRAPA, Campinas Grande-Pb.

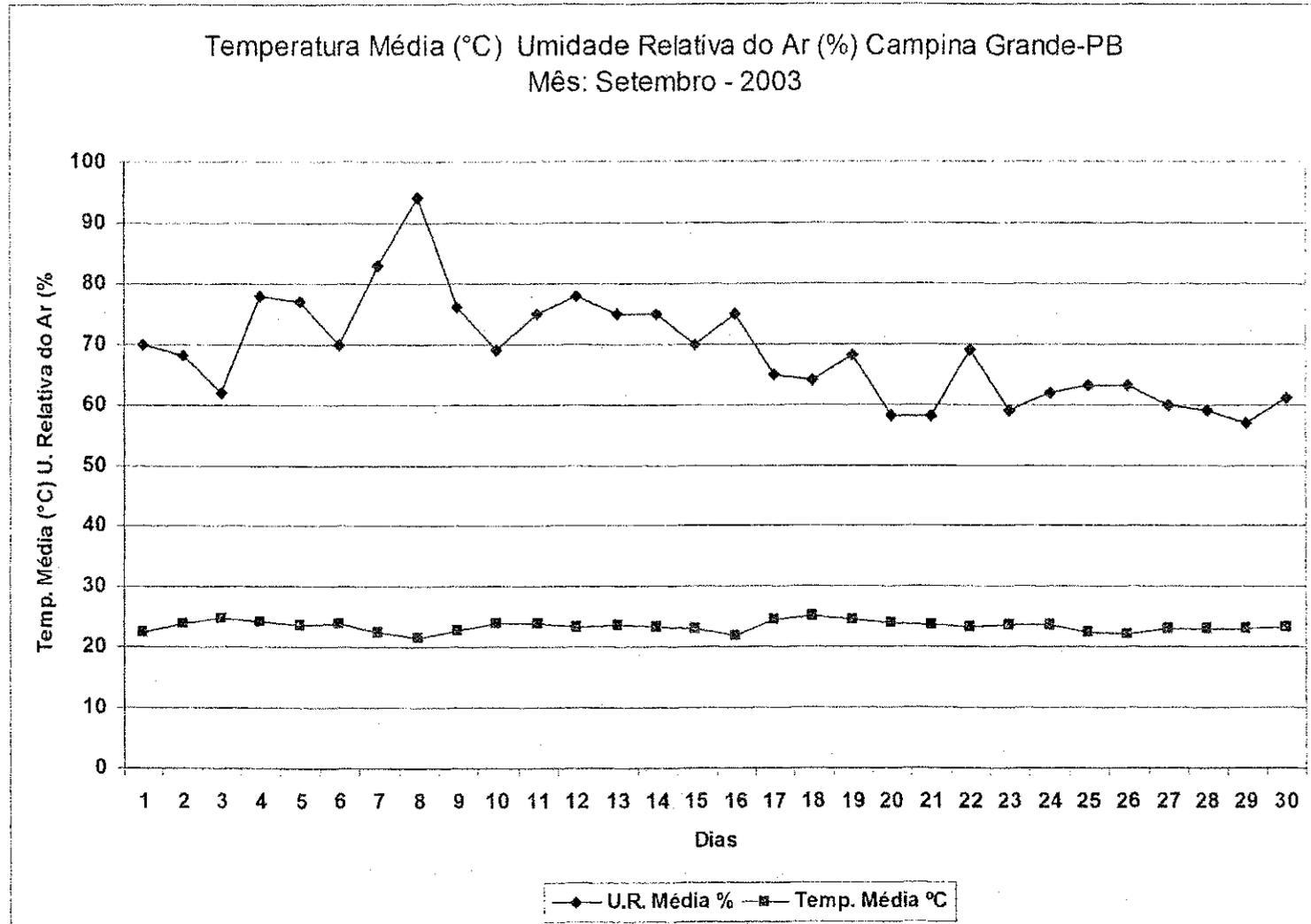
Tabela 4 – Análise química do solo após o término do experimento (Bloco 7)

Identificação		Ph	Complexo sortivo (mmol _c /dm ³)				mmol _c /dm ³	mg/d m ³	g/k g	g/kg
Nº Lab.	Nº da Amostra	1: 2, 5	Ca ⁺²	Mg ⁺ ₂	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺³	P	N	M.O.
03.0342	B ₇ T ₁	6,0	13,0	6,0	3,7	60,6	0,5	5,18	2,45	5,1
03.0343	B ₇ T ₂	5,1	15,0	9,0	3,2	0,4	1,5	127,1	0,69	11,94
03.0344	B ₇ T ₃	8,4	45,0	30,0	6,8	2,0	0,0	865,2	1,49	25,78
03.0345	B ₇ T ₄	5,3	3,0	16,0	7,3	0,4	1,0	142,0	1,98	34,23
03.0346	B ₇ T ₅	6,0	14,0	7,0	11,8	0,5	0,5	7,34	0,64	11,16
03.0347	B ₇ T ₆	5,4	13,0	10,0	8,6	2,1	1,5	285,1	1,87	32,28
03.0348	B ₇ T ₇	8,5	48,0	31,0	13,8	3,3	0,0	828,0	0,65	11,26
03.0349	B ₇ T ₈	5,4	25,0	13,0	9,9	0,9	0,5	123,4	1,93	33,36

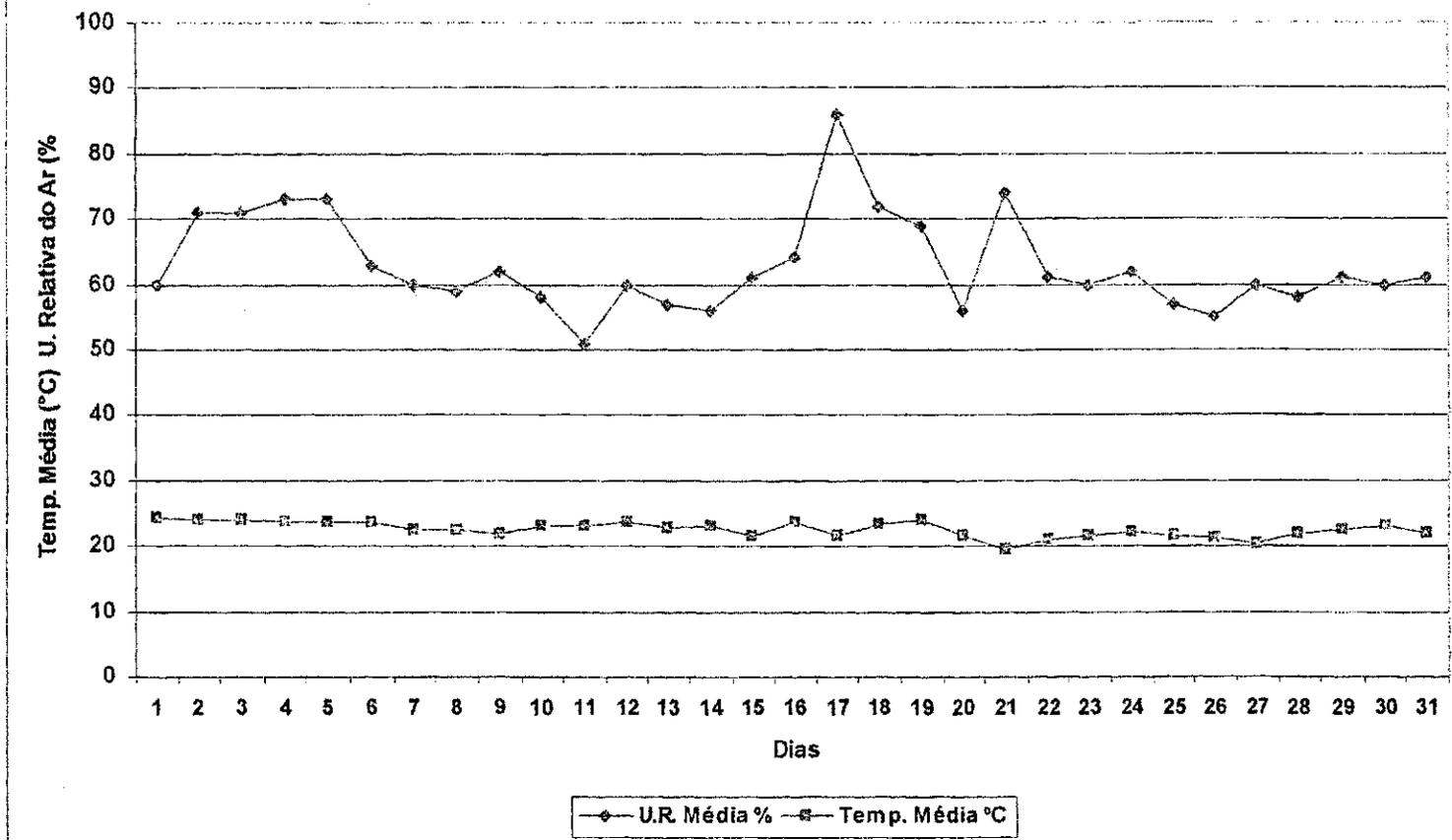
Boletim 079/03, dezembro de 2003- Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – EMBRAPA, Campinas Grande-Pb.

ANEXO IV

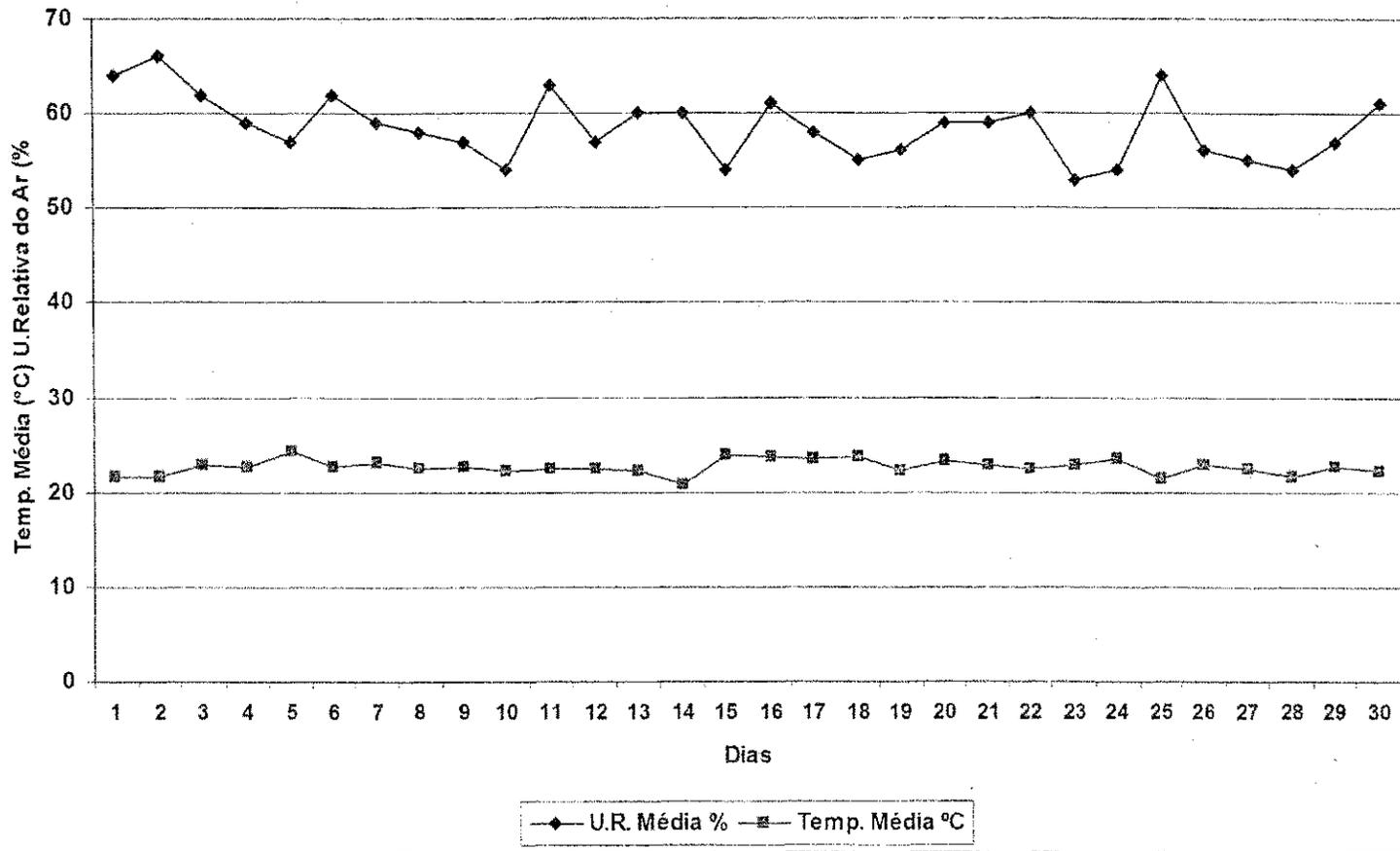
DADOS DE TEMPERATURA (°C) E UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA CASA DE VEGETAÇÃO DURANTE O PERÍODO EM QUE FOI CONDUZIDO O EXPERIMENTO.



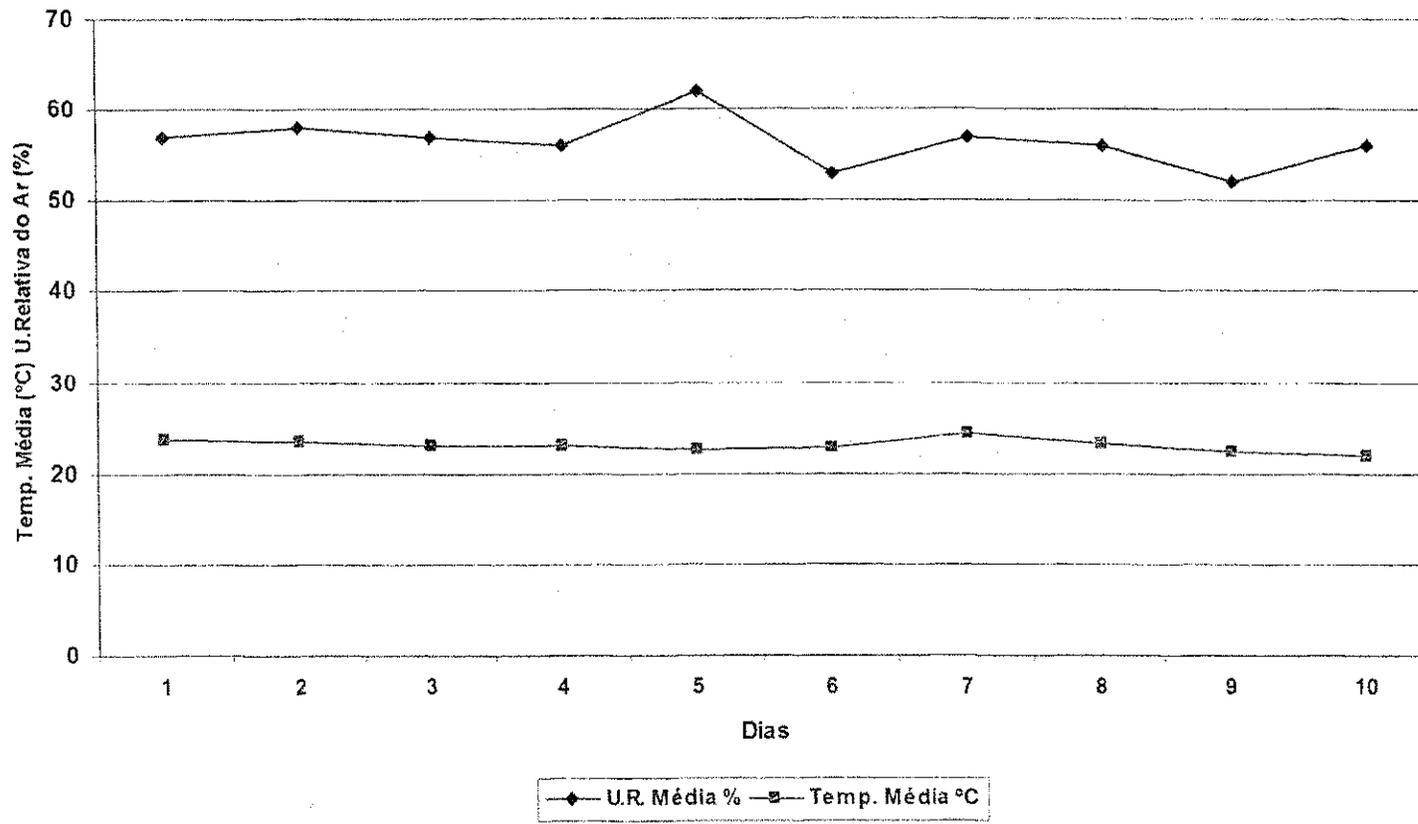
Temperatura Média (°C) Umidade relativa do Ar (%) Campina Grande-PB
Mês: Outubro - 2003



Temperatura Média (°C) Umidade Relativa do Ar (%) Campina Grande-PB
Mês: Novembro - 2003



Temperatura Média (°C) Umidade Relativa do Ar (%) Campina Grande-PB
Mês: Dezembro - 2003



FIGURAS

25 DIAS APÓS O SEMEIO



Bloco 01 (à esquerda), Bloco 02 (à direita) e Bloco 07 (por trás)

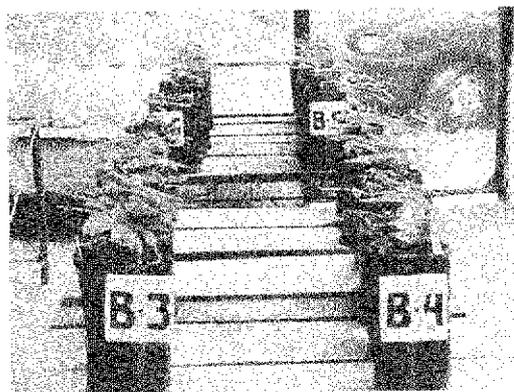
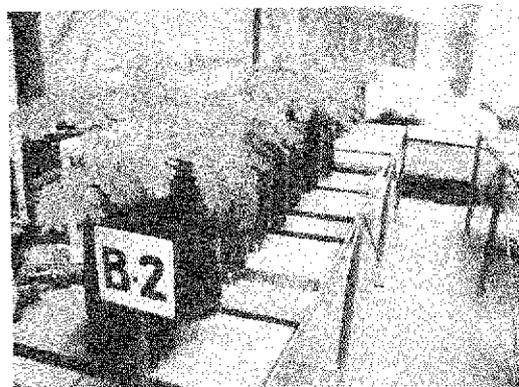


Imagem dos blocos com seus respectivos tratamentos

50 DIAS APÓS O SEMEIO

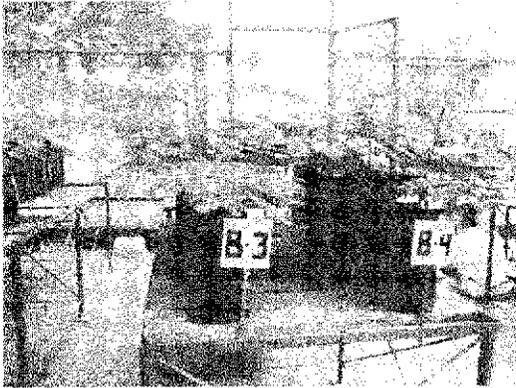


Bloco 03 (à esquerda) e Bloco 04 (à direita)

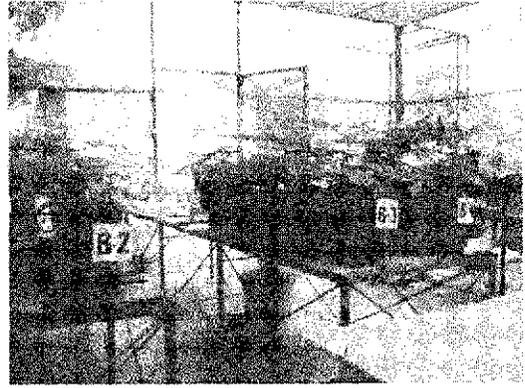


Bloco 02 (vista lateral)

75 DIAS APÓS O SEMEIO



Bloco 03 (a esquerda) e Bloco 04 (à direita)



Bloco 02 (à esquerda), Bloco 03 (no centro) e Bloco 04 (à direita)

100 DIAS APÓS O SEMEIO

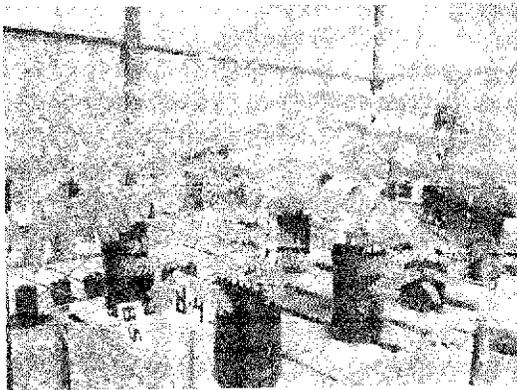


Imagem dos Bloco 05 (à esquerda) e Bloco 04 (à direita) no final do experimento (100 dias após o semeio).