

**FESURV – UNIVERSIDADE DE RIO VERDE**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE EUCALIPTO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE - GOIÁS**

**JOIRAN LUIZ MAGALHÃES**  
*Magister Scientiae*

**RIO VERDE**  
**GOIÁS – BRASIL**  
**2008**

**JOIRAN LUIZ MAGALHÃES**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE EUCALIPTO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE - GOIÁS**

Dissertação apresentada à Fesurv – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**RIO VERDE  
GOIÁS – BRASIL**

**2008**

**JOIRAN LUIZ MAGALHÃES**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA  
PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO NO MUNICÍPIO DE RIO  
VERDE – GOIÁS**

Dissertação apresentada à Fesurv – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVAÇÃO: 18 de dezembro de 2008

---

Prof. Dr. Gustavo André Simon

(Orientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. June Faria Scherrer Menezes

(Co-orientadora)

---

Prof. Dr. Antônio Joaquim Braga Pereira Braz

(Membro da banca)

---

Prof. Dr. João das Graças Santana

(Membro da banca)

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, por ter me proporcionado estar aqui e poder realizar este trabalho como nos demais que realizei e realizo. Com dedicação e êxito.

À minha família, em especial aos meus pais, João Luiz Neto e Milca Magalhães Neto e meus irmãos, Joanir Luiz Magalhães, Declair Luiz Magalhães e Daniel Magalhães Neto, por me dar força, agora e principalmente em tempos passados o que me possibilitou vencer mais este degrau em minha vida.

Aos meus amigos de trabalho, em especial ao Professor Dr. Levy Rei de França, que muito colaborou para a realização deste trabalho.

A todos os estudantes que acreditam que a ciência pode ajudar o mundo a ter uma vida com mais amor e justiça, tanto para o homem como para todas as formas de vida.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, nossa força superior que nos dá a oportunidade de lutar e alcançar nossos ideais.

À Universidade de Rio Verde, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Centro Educacional Quasar, por ter colaborado com o veículo para a coleta das águas residuárias, semanalmente, e elaborando horários que permitiram realizar este trabalho.

À Comigo Florestal, na pessoa do Sr. Ubirajara Silva de Oliveira, pelo fornecimento das mudas de eucalipto e toda estrutura de apoio tais como; tubetes, substrato, fungicida, inseticida, etc.

Ao Frigorífico Margem, na pessoa do Sr. João Fiúza de Toledo, pelo apoio no fornecimento dos galões de polietileno utilizados no transporte e armazenamento das águas residuárias.

À Perdigão Agroindústria S.A, na pessoa de Úrsula Guerra Ferreira, pelo apoio na leitura da condutividade elétrica e do pH das águas residuárias.

Ao Professor orientador Dr. Gustavo André Simon, pelo incondicional apoio na realização deste projeto.

Aos professores Renato Lara de Assis, Gilson Pereira da Silva e Levy Rei de França, pelas preciosas sugestões para o engrandecimento deste trabalho.

À professora co-orientadora Dr<sup>a</sup>. June Faria Scherrer Menezes, pelo apoio durante a realização deste trabalho.

Ao amigo Rogério Faria Silva, aluno de graduação do Curso de Farmácia da Universidade de Rio Verde, pela ajuda na implantação e condução deste experimento.

Aos amigos Uilter Sousa Azambuja, Juliano Grassiano Brito, Juliano Ferreira Arantes e Sidney Bessa Borges Jr., alunos do curso de Agronomia da Universidade de Rio Verde, pelo apoio inestimável na implantação, condução e colheita deste experimento.

Ao colega José Carlos Bento, responsável técnico do laboratório de solos da Universidade de Rio Verde e acadêmico do Curso de Biologia da mesma Universidade, pelo apoio na realização das análises foliares e das águas residuárias.

A todos os professores e funcionários da pós-graduação da Universidade de Rio Verde.

A todos os servidores da Universidade de Rio Verde, que de alguma forma contribuíram na realização deste projeto.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO GERAL.....	vii
GENERAL ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>3</b>
<b>AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE MUDAS DE EUCALIPTO IRRIGADAS COM DIFERENTES ÁGUAS RESIDUÁRIAS.....</b>	<b>3</b>
RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4. CONCLUSÕES.....	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>30</b>
<b>AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE MUDAS DE EUCALIPTO IRRIGADAS COM DIFERENTES ÁGUAS RESIDUÁRIAS.....</b>	<b>30</b>
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
1. INTRODUÇÃO.....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	37
4. CONCLUSÕES.....	50
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Teor de macronutrientes nas águas residuárias e na água do poço da FESURV utilizadas na irrigação das mudas de eucalipto nos diversos tratamentos.....	11
TABELA 2	Teores de micronutrientes, PH e condutividade elétrica nas águas residuárias e na água do poço da FESURV utilizadas na irrigação das mudas de eucalipto nos diversos tratamentos.....	12
TABELA 3	Resumo da análise de variância para as características: mortalidade (MORT), área de raízes (AR), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP), peso matéria verde (PMV) e peso matéria seca (PMS) em função do tipo de água, da diluição da espécie e de suas interações.....	13
TABELA 4	Mortalidade (MORT), área de raízes (AR), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC), altura de planta (AP), da parte aérea de mudas de eucalipto irrigadas com diferentes águas residuárias.....	13
TABELA 5	Coeficientes da equação de regressão $y=b_0+b_1x$ , $y=b_0+b_1x+b_2x^2$ para as características observadas: mortalidade; área de raízes; área foliar; diâmetro do caule; altura de plantas; peso matéria verde; peso matéria seca em mudas de três espécies de eucalipto em função da irrigação de diferentes águas residuárias.....	16
TABELA 6	Coeficientes da equação de regressão (comportamento do número de plantas mortas em função da concentração das águas residuárias para os eucaliptos <i>Citriodora</i> (A), <i>Urofila</i> (B), <i>Urograndis</i> (C)) $y=b_0+b_1x$ , $y=b_0+b_1x+b_2x^2$ . Para os quatro diferentes tipos de água residuárias na característica mortalidade.....	19
TABELA 7	Coeficientes da equação de regressão (comportamento da área de raízes em função da concentração das águas residuárias para os <i>E. citriodora</i> (A), <i>E. urofila</i> (B), <i>E. urograndis</i> (C)) $y=b_0+b_1x$ , $y=b_0+b_1x+b_2x^2$ . Para os quatro diferentes tipos de água residuárias....	21
TABELA 8	Mortalidade de plantas e área de raízes de mudas de três genótipos de eucalipto dentro de cada tipo de água residuária e comportamento dos quatro tipos de água dentro de cada espécie.....	22
TABELA 9	Área foliar e diâmetro do caule de mudas de três espécies de eucalipto em função da irrigação com águas residuárias e comportamento dos quatro tipos de água dentro de cada espécie.....	22

TABELA 10	Altura de plantas, peso de matéria verde da parte aérea e peso de matéria seca da parte aérea de mudas de três espécies de eucalipto em função da irrigação com águas residuárias e comportamento dos quatro tipos de água dentro de cada espécie.....	24
TABELA 11	Teor de macronutrientes nas águas residuárias e na água do poço da FESURV utilizadas na irrigação das mudas de eucalipto nos diversos tratamentos.....	36
TABELA 12	Teores de micronutrientes, PH e condutividade elétrica nas águas residuárias e na água do poço da FESURV utilizadas na irrigação das mudas de eucalipto nos diversos tratamentos.....	37
TABELA 13	Resumo da Análise de variância dos teores de: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) nas mudas de eucalipto em função dos tipos de águas residuárias das diluições e espécies. ....	39
TABELA 14	Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, na parte aérea de mudas de eucalipto com 90 dias em função das águas residuárias utilizadas para irrigação das mudas.....	39
TABELA 15	Teores de ferro, manganês, cobre e zinco, na parte aérea de mudas de eucalipto aos 90 dias em função das águas residuárias utilizadas para irrigação das mudas. ....	41
TABELA 16	Coefficientes da equação de regressão $y=b_0+b_1x$ , $y=b_0+b_1x+b_2x^2$ para os teores de N, P, K, Ca e Mg nas mudas de eucaliptos em função dos tipos de águas residuárias utilizadas na irrigação com águas residuárias em função do tipo de água e de sua concentração.....	44
TABELA 17	Coefficientes da equação de regressão $y=b_0+b_1x$ , $y=b_0+b_1x+b_2x^2$ para as características químicas Micronutrientes: Ferro, Manganês e Cobre em mudas de três espécies de eucalipto irrigadas com águas residuárias em função do tipo de água e de sua concentração.....	46
TABELA 18	Teores de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de eucalipto em função das espécies, conforme as águas residuárias utilizadas na irrigação das mudas de eucaliptos.....	48
TABELA 19	Teores de Fe, Mn, Cu e Zn na parte aérea de mudas de eucalipto em função das espécies, conforme as águas residuárias utilizadas na irrigação das mudas de eucaliptos.....	49
TABELA 20	Teores de macro e micronutrientes considerados adequados nas folhas de <i>Eucalyptus grandis</i> em com idade entre 60 e 100 dias (adaptado).....	50

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Número de plantas mortas; área de raízes; área foliar; diâmetro do caule; altura de plantas; peso matéria verde; peso matéria seca de mudas de duas espécies e um híbrido de eucalipto em função da irrigação com águas residuárias em diferentes concentrações.....	15
FIGURA 2	Número de mudas mortas em função da concentração das águas residuárias para os eucaliptos Citriodora (A), Urofila (B), híbrido Urograndis (C).....	18
FIGURA 3	Área de raízes em função da concentração das águas residuárias para os eucaliptos das espécies Citriodora (A), Urofila (B) e o Híbrido Urograndis (C).....	20
FIGURA 4	Teores de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea de mudas de eucaliptos em função das diferentes concentrações das águas residuárias utilizadas na irrigação.....	43
FIGURA 5	Teores de Fe, Mn e Cu na parte aérea de mudas de eucaliptos em função das diferentes concentrações das águas residuárias utilizadas na irrigação.....	46

## RESUMO GERAL

Magalhães, Joiran Luiz, M.S., Universidade de Rio Verde, dezembro de 2008. **Aproveitamento de águas residuárias na produção de mudas de eucalipto no município de Rio Verde - Goiás.** Orientador: Gustavo André Simon. Co-orientadora: June Faria Scherrer Menezes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar águas residuárias das agroindústrias e da Estação de Tratamento de Esgoto de Rio Verde-Goiás, após passarem pelos tratamentos de suas respectivas ETEs na produção de mudas de eucalipto, o experimento foi implantado em casa de vegetação, no Campus Universitário da FESURV- Universidade de Rio Verde, em Rio Verde - Goiás, no período de março a junho de 2007. O experimento foi estabelecido no delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema de parcela sub-subdividida, com 3 repetições. Na parcela principal, foi alocado o tipo de água residuária: ETE - esmagadora de soja e laticínio, ETE - frigorífico aves e suínos, ETE frigorífico bovino e ETE urbana, na sub-parcela as diluições de: 0%, 25% , 50% , 75% e 100% de águas residuárias, e na sub-subparcela duas espécies *Eucalipto citriodora*, *Eucalipto urofila* e um híbrido *Eucalipto urophylla* x *Eucalipto grandis*. Foram semeadas cinco sementes por tubetes, na unidade da empresa Florestal Comigo II , após quinze dias as plântulas foram transportadas para a casa de vegetação da Fesurv, onde se iniciou a irrigação das mudas com as águas residuárias, três vezes ao dia. Trinta dias após a semeadura, foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por tubete. Estas foram cultivadas durante 90 dias após a semeadura e 75 dias após o transporte. Foram avaliadas as características: mortalidade (MORT), área de raízes (AR), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP), peso matéria verde (PMV), peso matéria seca (PMS), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn), visando a utilização destes resíduos na produção de mudas. Os resultados obtidos, neste trabalho, demonstraram a possibilidade da utilização destes resíduos tratados na produção de mudas dos genótipos testados. A água da ETE frigorífico bovino, a partir da concentração 50%, prejudicou o desenvolvimento dos genótipos, além de promover maiores valores de mortalidade. A partir da concentração 25%, observou-se uma redução na concentração de Ca para todas as águas estudadas, à medida que aumentaram as concentrações dos quatro tipos de águas residuárias, houve uma variação significativa para as características agrônômicas e nutricionais de todos os genótipos testados. Por meio dos resultados obtidos, verificou-se que as águas residuárias, empregadas na irrigação dos genótipos testados, podem ser utilizadas como meio alternativo de destino destes resíduos e, também com a finalidade de agregar qualidades agrônômicas e nutricionais nas características testadas.

Palavras-chave: lodo de esgoto, reaproveitamento de água, efluente

## GENERAL ABSTRACT

Magalhães, Joiran Luiz, M. S., University of Rio Verde, December 2008. Utilization of wastewater in the production of eucalyptus seedlings in the city of Rio Verde – Goiás. Advisor: Gustavo André Simon. Co-Advisor: June Faria Scherrer Menezes.

The objective of this study was to evaluate wastewater from agro-industries and Sewage Treatment Plant of Rio Verde-Goiás, after passing through the working of their respective treatment plants in the production of seedlings, in the experiment was carried out in a greenhouse at the University Campus of FESURV-University of Rio Verde in Rio Verde - Goiás, from March to June of 2007. The experiment was established in a completely randomized design in subdivided plots, with 3 replicates. In the main plot was allocated the type of wastewater (STP-Sewage Treatment Plant of crushed soybean and dairy, STP of poultry and pork slaughterhouse, STP of cattle slaughterhouse and STP-urban), in the sub-plot dilutions of: 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of wastewater were used, and in the sub-split plot the two species (*E. citriodora*, *E. Urolagnia*) and a hybrid (*E. urophylla* x *E. grandis*). Five seeds were sown in plastic tubes in the unit of the forestry company COMIGO II, after fifteen days the seedlings were transported to the greenhouse at Fesurv, where the irrigation of the seedlings with wastewater started, three times a day. Thirty days after sowing, seedlings were thinned out leaving only one plant per tube. These were grown for 90 days after sowing and 75 days after transport. The parameters evaluated were: mortality (MORT), root area (AR), leaf area (AF), stem diameter (DC), plant height (AP), fresh weight (PMV), dry weight (PMS), nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu) and zinc (Zn) in order to use this waste in the production of seedlings. The results obtained in this work have demonstrated the possibility of using treated waste in the production of seedlings of the genotypes tested. The water from the STP of cattle slaughterhouse, after the concentration of 50%, hindered the development of genotypes in addition to promoting the highest mortality. From the 25% concentration, there was a reduction in the concentration of Ca for all waters studied, as increased concentrations of the four types of wastewater, there was significant variation for agronomic and nutritional traits of all genotypes tested. Through the results obtained, it was verified that the wastewaters, used for irrigation of the genotypes tested, may be used as an alternative destination of waste and also for the purpose of adding agronomic and nutritional quality in the characteristics tested.

Keywords: sewage sludge, water reuse, effluent.

## INTRODUÇÃO GERAL

A água é para os seres vivos o principal componente de suas células. A cada dia que a sociedade avança em sua história, a água é mais valorizada devido a inúmeros valores agregados para obtenção desse composto de qualidade. A água é indispensável em todas as atividades humanas, dentre elas pode-se citar a produção de alimentos industriais e a higienização das residências. Atividades estas que produzem quantidade significativa de águas residuárias as quais normalmente são tratadas em lagoas e depois lançadas em mananciais ou utilizadas na irrigação de alguma cultura. Por outro lado, as mesmas atividades citadas anteriormente requerem o consumo de lenha para alimentar suas caldeiras. Para isso, utiliza-se o eucalipto, visto que seu cultivo é de rápido crescimento e satisfaz aos interesses, tanto da indústria, quanto dos órgãos de fiscalização ambiental.

Dentre os recursos naturais a serem conservados, os recursos hídricos têm sido afetados por agrotóxicos e deposição de esgotos não tratados, onerando os custos de uso da água potável.

Como a maioria das atividades humanas, a agroindústria requer alta demanda de água e conseqüentemente produz considerável volume de efluentes. Segundo leis que visam à preservação do meio ambiente, as empresas são obrigadas a tratá-los para antes de devolvê-los aos mananciais. Resíduos provenientes de processos industriais e domésticos, quando não recebem tratamento correto, podem ser um dos principais contaminantes ambientais gerados na sociedade contemporânea. O seu reúso, na agricultura, é uma alternativa como fonte de nutrientes para as plantas e destino final.

As agroindústrias consideradas importantes no município de Rio Verde pela produção de carnes (suínos, aves e bovinos) e esmagadoras de soja, requerem grande demanda de madeira como fonte de energia para suas atividades, o que acarreta sérios danos aos ecossistemas se esses vegetais forem retirados do seu ambiente natural. Visando à regularização do uso da madeira, os órgãos governamentais normalizaram sua aplicação oriundas de reflorestamento como meio de preservar as matas. Dessa forma, parte da agroindústria utiliza o eucalipto com esta finalidade.

O Setor Florestal Brasileiro conta com, aproximadamente, 530 milhões de hectares de florestas nativas, 43,5 milhões de hectares em Unidades de Conservação Federal e 4,8 milhões de hectares de florestas plantadas com pinus, eucalipto e acácia-negra (Embrapa, 2003). Essas florestas plantadas visam à garantia do suprimento de lenha e madeira para a construção civil.

O plantio de eucalipto é, portanto, uma solução para diminuir a pressão sobre as florestas nativas, viabilizando a produção de madeira para atender as necessidades da sociedade em bases sustentáveis. A região do Sudoeste Goiano tem se destacado nos últimos anos pela implantação de frigoríficos (aves, suínos e bovinos) e esmagadoras de soja, que de forma direta ou indireta, têm feito uso de eucalipto.

## CAPÍTULO 1

### AValiação Agronômica de mudas de Eucalipto irrigadas com diferentes águas residuárias.

#### RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento de mudas de duas espécies e um híbrido de eucalipto irrigado com quatro tipos de águas residuárias em cinco diluições. O experimento foi implantado em casa de vegetação, no Campus Universitário da FESURV-Universidade de Rio Verde, em Rio Verde-GO, no período de março a junho de 2007. O experimento foi estabelecido no delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema de parcela sub-subdividida, com 3 repetições. Na parcela principal, foi alocado o tipo de água residuária: ETE - esmagadora de soja e laticínio, ETE - frigorífico aves e suínos, ETE - Frigorífico bovino e ETE urbana, na sub-parcela as diluições de: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de águas residuárias, e na sub-subparcela duas espécies (*Eucalypto citriodora* e *Eucalypto urophylla*) e um híbrido de eucalipto (*Eucalypto urophylla* X *Eucalypto grandis*). Foram semeados na unidade da empresa Florestal Comigo II, os quais após quinze dias foram transportados para a casa de vegetação onde se iniciou a irrigação com as águas residuárias três vezes ao dia. Trinta dias após a semeadura, foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por tubete. As plântulas foram cultivadas até 90 dias e 75 dias após o transporte. Foram avaliadas as características: mortalidade (MORT), área de raízes (AR), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP), peso matéria verde (PMV) e peso matéria seca (PMS), visando à utilização destes resíduos na produção de mudas. A água da ETE - frigorífico bovino, a partir da concentração 50%, prejudicou o desenvolvimento dos genótipos além de promover maiores valores de mortalidade. À medida que aumentaram as concentrações dos quatro tipos de águas residuárias, houve uma variação significativa para todas as características exceto para, AF, AP e PMS da ETE esmagadora de soja e laticínio. Por meio dos dados obtidos nas características agronômicas testadas, observou-se que os três genótipos agregaram qualidades positivas com a utilização de águas residuárias.

Palavras-chave: lodo de esgoto, reaproveitamento de água, produção de mudas.

# AGRONOMIC EVALUATION OF SEEDLINGS OF EUCALYPTUS IRRIGATED WITH DIFFERENT WASTEWATERS

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the development of seedlings of two species and one hybrid of eucalyptus irrigated with four types of wastewater in five dilutions. The experiment was carried out in a greenhouse, at the campus of FESURV - University of Rio Verde, in Rio Verde-GO, from March to June of 2007. The experiment was established in a completely randomized design in subdivided plots, with 3 replicates. In the main plot, was assigned the type of wastewater (STP-Sewage Treatment Plant of crushed soybean and dairy, STP of poultry and pork slaughterhouse, STP of cattle slaughterhouse and STP-urban), in the sub-plot dilutions of: 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of wastewater were used, and in the split-split plot the two species (*E. citriodora*, *E. Urolagnia*) and a hybrid (*E. urophylla* x *E. grandis*). Were sown at the Second Forestry Unit of the company Comigo, which after fifteen days were transported to the greenhouse where the irrigation with wastewater started, three times a day. Thirty days after sowing, a thinning was performed leaving only one plant per tube. Seedlings were grown to 90 days and 75 days after transport. The parameters evaluated were: mortality (MORT), root area (AR), leaf area (AF), stem diameter (DC), plant height (AP), the fresh weight (PMV) and dry weight (PMS) aiming to use this waste in the production of seedlings. The water from the STP of cattle slaughterhouse, after the concentration of 50%, hindered the development of genotypes in addition to promoting the highest mortality. As increased concentrations of the four types of wastewater, there was significant variation for all traits except for, AF, AP and PMS from the STP of crushed soybean and dairy. Through the data obtained in the traits tested, it was observed that the three genotypes aggregated positive qualities with the use of wastewater.

Keywords: sewage sludge, water reuse, seedlings production.

## 1. INTRODUÇÃO

A água constitui-se o recurso natural mais importante para o desenvolvimento da agricultura no mundo, uma vez que as novas tecnologias para aumento de produtividade das áreas agrícolas são dependentes da sua disponibilidade. Tal importância, reflete-se nos altos índices de produtividade de áreas irrigadas, em que apenas 18% do total de áreas agrícolas correspondem à aproximadamente 40% da produção agrícola mundial (Brown et al., 2000).

Estima-se que o planeta possui o volume total de  $1,4 \cdot 10^9 \text{ km}^3$  de água, sendo que, somente 2,5% são de água doce. A quantidade explorável sobre o ponto de vista tecnológico e econômico equivale a 0,6% do total. O gelo corresponde a 2,1% e o restante apresenta-se na forma de vapor de água. A água doce possui reservas estimadas em 8,2 milhões de  $\text{km}^3$ , sendo que desse total somente 1,2% ( $98.400 \text{ km}^3$ ) constituem rios e lagos e os restantes 98,8% formam o aquífero subterrâneo (Setti, 1994). Dentre os cinco continentes, os mais favorecidos em reservas de água doce são a América do Sul, a América do Norte e a Ásia.

O Brasil é bem suprido quanto à oferta hídrica renovável. Enquanto países como Cingapura, Kuwait e Qatar possuem reduzida disponibilidade, em torno de  $100 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ , o Brasil possui o maior potencial entre todos os países, cerca de  $5.700.000 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ , porém os recursos hídricos estão heterogeneamente distribuídos. Conforme Lanna (2001), o país possui pelo menos 8% da reserva de água doce no mundo, sendo que 80% encontram-se na região Amazônica e os restantes 20% concentram-se nas regiões onde vive 95% da população (região Sul e Sudeste).

A intensificação do fornecimento de água às culturas de modo artificial, pelo Programa Nacional de Irrigação, aconteceu sem planejamento dos recursos hídricos que se estuda de modo abrangente a evolução das demandas. Os conflitos provenientes da ausência de planejamento levaram a implantação da Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, pela lei 9.433 de 8 de Janeiro de 1997.

Apesar de sua importância, esse recurso mostra-se cada vez mais escasso, apresentando um problema ambiental de solução complexa (Fao, 1992). A necessidade de desenvolvimento de técnicas para reutilização de água torna-se evidente quando avaliada a deficiente infra-estrutura sanitária existente no mundo, principalmente nos países em desenvolvimento (Léon & Cavallini, 1999).

A reciclagem é, hoje, uma prática mundial, e uma das propostas mais viáveis para o aproveitamento de resíduos. Uma maneira correta de reciclagem é a utilização de resíduos no meio agrícola. Diversas linhas de pesquisa, tanto no Brasil quanto no exterior, vêm sendo desenvolvidas

ao longo dos anos a fim de aperfeiçoar e viabilizar a prática da reciclagem.

O uso agrícola é uma forma mundialmente aceita para destinação final dos bio sólidos, pois apresenta em sua constituição teores elevados de matéria orgânica, macro e micronutrientes para as plantas. Além disso, o bio sólido promove o crescimento dos organismos, melhora o nível de fertilidade e aumenta a capacidade de troca de cátions do solo, além de fornecer nutrientes para as plantas. Manejado, de forma adequada, o bio sólido constitui-se em um excelente fertilizante orgânico (Melo et al., 1994; Vanzo et al., 2001).

O reúso da água, atualmente, apresenta ser uma alternativa que não pode ser ignorada, tido como uma opção pouco provável há tempos. Também, observa-se uma distinção cada vez menor entre técnicas de tratamento de água e técnicas de tratamento de esgotos.

A sociedade, com o objetivo de conquistar melhores condições ambientais, está cada vez mais exigindo das empresas públicas e privadas definições de políticas mais adequadas, que buscam adequar os sistemas de tratamento de efluentes de forma que as matérias primas consumidas pelas atividades humanas retornem para os ecossistemas com o mínimo impacto possível, reduzindo a contaminação do meio e a disseminação de patógenos (Souza, 2004).

Guimarães et al. (2000), 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 consumo humano e nem riscos à saúde (Cromer, 1980). Além disso, por ser realizada em larga escala tem a potencialidade de consumir um grande volume de efluentes. O lodo de esgoto ou bio sólido, embora ainda não tenha sido amplamente testado no Brasil, já apresenta alguns resultados promissores, seja na fase de produção de mudas de espécies florestais (Morais et al., 1997) ou de implantação de reflorestamento (Gonçalves et al., 2000); Poggiani et al., 2000). Estes estudos já estão avançados em outros países, inclusive com aplicações comerciais em empresas florestais (Cole et al., 1986; Harrison et al., 1993; Henry et al., 1994).

Alguns trabalhos mostram que as águas residuárias proporcionam resultados positivos, Aljaloud et al, 1996. Maior produtividade da canola quando irrigada com efluentes de esgoto tratado, Day et al., 1981., verificaram que os melhores resultados de produtividade do algodão foram obtidos com a mistura (1:1) de água convencional com água residuária. Wagner et al. (2005). Trabalhando com algodão irrigado com águas residuárias observou-se maior número de botões florais e conseqüentemente, maiores quantidades de frutos por planta em comparação com água de abastecimento. Oliveira et al. (2003), trabalhando com pepino (*Cucumis sativus L.*) utilizando água residuária em irrigação subsuperficial para consumo in natura, verificaram que os frutos não foram contaminados. O Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR e EMATER/PR afirma que a aplicação de águas residuárias disponibiliza macro e micronutrientes para as culturas promovendo acréscimos

de 20 a 70% de produtividade Paganini (1997). Corroborando com estes dados, Silva (2006), observou que a aplicação de lodos de esgoto úmido (torta) e seco (granulado), complementados com K e B, nas linhas de plantio de eucaliptos propiciou maior incremento no volume de madeira.

Souza (2004), afirma que a utilização planejada das águas residuárias na agricultura é uma alternativa para controle da poluição de cursos d' água. O método assegura, ainda, o fornecimento de água e fertilizantes para as culturas, contribuindo para a agricultura e não gerar conflitos com os demais usos potenciais da água.

Hussar et al. (2004), irrigando couve com água residuária de um reator anaeróbico compartimentado, verificaram que as plantas tiveram maior área foliar quando estas receberam 100% e 50% da adubação indicada para a cultura com os resíduos.

Utilizando água residuária de um reator anaeróbio na irrigação da beterraba, Hussar et al. (2005), observaram que o uso de água residuária sem qualquer tipo de adubação foi estatisticamente igual ao resultado obtido quando foi utilizada a adubação convencional.

Freieri (2006), observou que a aplicação de biossólido na superfície de um latossolo vermelho eutroférico na região oeste paranaense mostrou promissora até a dose de 24 t ha<sup>-1</sup> durante a fase inicial de crescimento de eucalipto citriodora.

Melo & Marques (2000), apresentam informações sobre o fornecimento de nutrientes pelo lodo de esgoto para as seguintes culturas: cana-de-açúcar, milho, sorgo e azevém. Entretanto, existem informações do aproveitamento do lodo de esgoto para arroz, aveia, trigo, pastagens, feijão, soja, girassol, café e pêssego entre outras culturas, Bettiol & Camargo (2000). Também, em espécies florestais, o lodo vem sendo utilizado com sucesso. Gonçalves et al. (2000), apresentam informações sobre o potencial do uso do lodo de esgoto, gerado na ETE de Barueri-SP para o cultivo de eucalipto.

O Eucalipto está introduzido em praticamente todos os continentes (Stape et al., 2004). Sendo este cultivado em larga escala por suas características favoráveis como rápido crescimento, facilidade de manejo, diversidade de espécies e atendimento a vários propósitos industriais (Santos et al., 2003).

O gênero *Eucalyptus* possui espécies de crescimento rápido as quais oferecem vantagens para o estabelecimento de projetos de alto rendimento. O Eucalipto adapta-se bem a diferentes ecossistemas; ocorrem em populações nativas ainda existentes e protegidas nas suas regiões de origem, sendo assim fontes de material genético; a maturação é precoce e tem boa forma. Diferentes espécies podem ser cruzadas para produção de híbridos vigorosos e madeiras com novas características. É possível clonar híbridos e várias espécies; e podem produzir madeira para diversas finalidades, simultaneamente, por exemplo, fibra, energia, painéis e madeira serrada (Campinhos

Júnior, 2001).

Espécies do gênero *Eucalyptus* compõem 40% das plantas arbóreas introduzidas nos países tropicais (Kallarackal & Somen, 1997). Esse é o gênero florestal predominante e mais produtivo do Brasil, com aproximadamente 3 milhões de hectares plantados e manejados intensivamente, principalmente, para a obtenção dos produtos como polpa celulósica, papel, madeira para serraria e geração de energia (Associação Brasileira de Florestas Plantadas, 2006). O eucalipto está ocupando uma maior área nas regiões tropicais, em função dos resultados obtidos nas pesquisas com modelagem eco fisiológica (Stape et al., 2004).

O eucalipto é a essência florestal mais plantada nos programas de reflorestamento no Brasil, normalmente em solos de baixa fertilidade e onde a quantidade e a distribuição das chuvas limitam a sobrevivência e o crescimento das árvores (Gama-Rodrigues et al., 2005). A escassez de madeira, que pode ser explorada no país, impulsionou a produção do eucalipto, principalmente, na região Centro-Oeste. O principal destino do eucalipto na região do sudoeste goiano é suprir a carência de lenha. Em virtude de seu rápido crescimento, produtividade, grande capacidade de adaptação e por ter inúmeras aplicações em diferentes setores, o eucalipto está sendo cultivado cada vez mais (Tedine, 2003).

Outro aspecto vantajoso da utilização de espécies de rápido crescimento, como é o caso do eucalipto, para a produção madeireira refere-se à fixação (sequestro) de carbono (C), isto é, à mobilização de CO<sub>2</sub> na biomassa da floresta e, principalmente, no produto madeireiro que tem, via de regra, longa duração (Lima, 2005).

Diante do exposto, o trabalho objetivou avaliar as características agronômicas de mudas de duas espécies e um híbrido de eucalipto irrigado com quatro tipos de águas residuárias em cinco diluições.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido na casa de vegetação pertencente à FESURV - Universidade de Rio Verde, localizada no município de Rio Verde, cujas coordenadas são: Longitude - 50° 57' 54'' (oeste) Latitude - 17° 47' 15'' (sul), com altitude média de 784m. O que consistiu na irrigação de mudas de duas espécies de eucalipto e um híbrido com diferentes águas residuárias durante 75 dias.

As águas de efluentes, após terem passadas pelo tratamento de cada instituição das ETE esmagadoras de soja e laticínio, ETE – frigorífico bovino, ETE – frigorífico aves e suínos e ETE -

urbana, foram utilizadas na irrigação de mudas de eucaliptos por aspersão com regador manual, construídos com garrafas pets, com volume de 2 litros em que a tampa foi perfurada em forma de ralo, com a finalidade de distribuir de forma homogênea e o jato não danificar o sistema radicular das plantas na produção de mudas de 3 espécies de eucalipto, estas foram regadas três vezes diariamente, às 7h, 13h e 18h, durante 75 dias. As águas foram transportadas, semanalmente, de sua origem até o local do experimento em tonéis de polietileno com capacidade para 50 litros. E ao chegar à casa de vegetação, foram feitas as diluições para as concentrações: 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, que foram identificadas e utilizadas para irrigação das mudas de eucaliptos.

A composição química das águas residuárias foi determinada pelo laboratório de solos da Universidade de Rio Verde, conforme metodologia citada por Silva (1999). Foram realizadas duas amostragens, a primeira, no dia em que a água foi captada de sua origem e a segunda, sete dias após a primeira coleta, com a finalidade de verificar alteração em sua composição durante o período em que a mesma ficou armazenada nos tambores de polietileno (Tabela 1 e 2). A condutividade elétrica e o pH das águas residuárias foram determinados pelo laboratório da ETE e ETA da agroindústria Perdigão, utilizando o aparelho Micro Processor - Conductivity Meter - TDS, marca Metrotem, enquanto que o pH foi determinado pelo peagâmetro portátil da marca texto (Tabela 2).

O substrato utilizado no preenchimento dos tubetes de 50 cm<sup>3</sup> foi o Bioplant®. As sementes foram adquiridas no Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, e apresentavam taxa de germinação variando de 80 a 90%.

Para o suporte das mudas, foram utilizadas grades de madeira confeccionadas com ripão de 70 cm de altura, onde ficou apoiada a grade de metal, com 49 cm de largura por 61 cm de comprimento com a capacidade de suportar 252 tubetes de 50 cm<sup>3</sup>.

As mudas de eucalipto das duas espécies e do híbrido foram semeadas nos tubetes dia 31/03/2007, e permaneceram por 15 dias no viveiro da Empresa Florestal Comigo II. Durante sua germinação, foram irrigadas pelo sistema automático com água oriunda de seu reservatório e coberta com sombrite (40% de sombreamento). Dia 14/04/2007, as mudas, contendo várias plântulas por tubetes, foram transportadas do viveiro que se localiza, na zona rural do município de Rio Verde, há uma distância de 20 km, para a casa de vegetação do campus da Universidade de Rio Verde, data em que o experimento foi implantado. Nos dois sucessivos dias, as mudas foram irrigadas com água captada do poço que fornece água para o Campus Universitário e protegidas por um sombrite (40% de sombreamento) até a data do desbaste, que ocorreu nos dias 12 e 13 de maio, deixando apenas uma planta por tubete.

O experimento foi estabelecido no delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema de parcela sub-subdividida, com três repetições. Na parcela principal foi alocado o tipo de

água residuárias; (ETE - esmagadora de soja e laticínio, ETE - frigorífico aves e suínos, ETE - Frigorífico bovino e ETE urbana), na sub-parcela as diluições de: 0%, 25% , 50% , 75% e 100% de águas residuárias, e na sub-subparcela duas espécies (*Eucalypto citriodora*, *Eucalypto urofila*) e um híbrido de eucalipto e (*Eucalypto urophylla* X *Eucalypto grandis*). Cada sub-subparcela foi constituída por 20 mudas de eucalipto e para a área útil foram consideradas as 10 plantas centrais.

No dia 16/04/2007, foi realizada a primeira coleta das águas residuárias e suas respectivas diluições, e no dia seguinte foi realizada a primeira irrigação por aspersão em toda a área experimental. O volume de água fornecido, para cada sub-subparcela, apresentou variação de acordo com a necessidade da cultura, alterando sempre que as mudas de eucalipto demonstravam sinal de déficit hídrico. As lâminas utilizadas foram de 7,5mm, equivalente a 2,25 litros por dia (17/4), 10,0mm, equivalente a 3,0 litros por dia (30/04), 15 mm, equivalente a 4,5 litros por dia (14/05) e 20 mm, equivalente a 6,0 litros por dia (04/06) até o final do experimento, divididos nas três regas diária baseadas nas informações da COMIGO Florestal.

O controle fitossanitário das mudas foi realizado com dois produtos, o fungicida Ridomil® e o inseticida Enguel®, obedecendo ao critério adotado pela Comigo Florestal.

Setenta e cinco dias após a implantação do experimento na casa de vegetação, no dia (31/06), foi realizado a colheita do experimento, na qual foram obtidos os seguintes dados: mortalidade de plantas, área de raízes, diâmetro do caule, altura de plantas, peso de matéria verde da parte aérea, área foliar e peso de matéria seca da parte aérea das mudas de eucalipto conforme os tratamentos.

**Mortalidade** (número de plantas mortas): esta característica foi obtida pela diferença entre a contagem de mudas vivas e quantidade de mudas utilizadas em cada sub-subparcela (20 plantas).

**Área de raízes** (cm<sup>2</sup>): foram determinados a partir da média dos valores obtidos de 6 plantas. Houve separação prévia do solo e sistema radicular com lavagem em água corrente, armazenadas em sacolas plásticas com álcool a 30% com a finalidade de manter a hidratação das raízes real. Conforme o programa “QuantROOT versão 1.0” – (UFV).

**Área foliar** (cm<sup>2</sup>): obtido da média de seis plantas de cada sub-subparcela, determinada pela digitalização de todas as folhas previamente separadas do caule por uma tesoura manual. Utilizando o programa “QuantROOT” – (UFV).

**Diâmetro do caule** (cm): obtido da média do diâmetro do caule de seis plantas de cada sub-subparcela utilizando um paquímetro, medido na região do coleto das mudas.

**Altura de plantas** (cm): obtido da média da altura de seis plantas de cada sub-subparcela, através da medida do colo até a última folha, utilizando uma régua milimetrada.

**Peso da matéria verde da parte aérea** (gramas planta<sup>-1</sup>): obtido da média de dez plantas de

cada sub-subparcela. Houve a separação da parte aérea na região do colo e posterior pesagem, por meio de uma balança digital com precisão de 0,001g.

**Peso da matéria seca da parte aérea** (gramas planta<sup>-1</sup>): obtido da média de dez plantas de cada sub-subparcela. Houve a separação da parte aérea na altura do colo e as folhas, juntamente com os caules, foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante e logo após pesagem em balança digital de 0,001g.

Os dados referentes a todas as características foram submetidos à análise estatística. Foi empregada a regressão por polinômios ortogonais para o fator diluição de águas residuais, para os tipos de água e espécies o teste de comparação de média Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Tabela 1. Teor de macronutrientes nas águas residuárias e na água do poço da FESURV utilizadas na irrigação das mudas de eucalipto nos diversos tratamentos

Tipo de água	Concentração	Macronutrientes mg/L					
		N	P	K	Ca	Mg	S
ETE URBANA	100%	14,48	1,25	15,10	14,61	3,62	20,58
	75%	10,86	0,95	11,73	16,75	3,85	15,91
	50%	7,24	0,64	8,35	18,90	4,08	11,25
	25%	3,62	0,33	4,98	21,04	4,30	6,58
	0%	0,00	0,03	1,60	23,18	4,53	1,91
ETE FRIGORÍFICO DE BOVINOS	100%	53,00	10,73	51,70	126,03	11,94	7,69
	75%	39,75	8,06	39,18	100,32	10,09	6,24
	50%	26,50	5,38	26,65	74,61	8,24	4,80
	25%	13,25	2,70	14,13	48,89	6,38	3,36
	0%	0,00	0,03	1,60	23,18	4,53	1,91
ETE FRIGORÍFICO DE AVES E SUÍNOS	100%	21,95	5,54	54,00	37,97	4,97	41,72
	75%	16,46	4,16	40,90	34,27	4,86	31,77
	50%	10,97	2,78	27,80	30,58	4,75	21,81
	25%	5,49	1,40	14,70	26,88	4,64	11,86
	0%	0,00	0,03	1,60	23,18	4,53	1,91
“continua...”							
Tipo de água	Concentração	Macronutrientes mg/L					
		N	P	K	Ca	Mg	S
ETE ESMAGADORA DE SOJA E LATICÍNIOS	100%	1,17	3,19	20,00	27,66	2,37	221,96
	75%	0,88	2,40	15,40	26,54	2,91	166,95
	50%	0,58	1,61	10,80	25,42	3,45	111,93
	25%	0,29	0,82	6,20	24,30	3,99	56,92
POÇO FESURV	0%	0,00	0,03	1,60	23,18	4,53	1,91

Tabela 2. Teores de micronutrientes, PH e condutividade elétrica nas águas residuárias e na água do poço da FESURV utilizadas na irrigação das mudas de eucalipto nos diversos tratamentos

Tipo de água	Concentrações	Micronutrientes mg/L				Condutividade elétrica μs/cm (25°C)	Ph
		Fe	Mn	Cu	Zn		
ETE URBANA	100%	0,321	0,022	0,001	0,001	577,00	8.43
	75%	0,241	0,017	0,001	0,001	464,00	8.47
	50%	0,161	0,012	0,001	0,001	399,00	7.30
	25%	0,081	0,006	0,001	0,001	285,00	7.90
ETE - FRIGORÍFICO DE BOVINOS	100%	0,534	0,089	0,013	0,001	3.770,00	7.60
	75%	0,401	0,067	0,010	0,001	3.260,00	7.63
	50%	0,268	0,045	0,007	0,001	2.410,00	7.89
	25%	0,134	0,023	0,004	0,001	1.728,00	7.82
ETE - FRIGORÍFICO DE AVES E SUÍNOS	100%	5,972	0,254	0,001	0,001	1.245,00	7.21
	75%	4,479	0,191	0,001	0,001	953,00	7.13
	50%	2,987	0,128	0,001	0,001	764,00	7.04
	25%	1,494	0,064	0,001	0,001	503,00	7.33
ETE - ESMAGADORA DE SOJA E LATICÍNIOS	100%	0,190	0,001	0,001	0,001	999,00	9.86
	75%	0,143	0,001	0,001	0,001	890,00	10,00
	50%	0,096	0,001	0,001	0,001	710,00	9.77
	25%	0,048	0,001	0,001	0,001	491,00	8.40
POÇO FESURV	0%	0,001	0,001	0,001	0,001	223,00	7.39

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo resumo da análise de variância para as características; mortalidade, área de raízes, área foliar, diâmetro do caule, altura de plantas, peso de matéria verde, peso de matéria seca, observou-se que houve efeitos significativos para todas as características avaliadas quanto ao tipo de água, diluição, tipo de água e diluição, para espécie, e interação diluição e espécie, interação tipo de água e espécie, enquanto que para as características mortalidade e área de raízes ocorreu efeito significativo para interação tipo de água, espécie e diluição Tabela 3.

Os maiores coeficientes de variação (CV) foram detectados para a característica mortalidade (Tabela 3). Enquanto que os CVs para as outras características ficaram próximo aos 20%, valores estes considerados de média magnitude, proporcionando uma análise segura dos dados.

O comportamento das mudas de eucalipto, quanto a mortalidade de plantas (MORT), área de raízes (AR), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP), peso de matéria

verde da parte aérea (PMV) e peso de matéria seca parte aérea (PMS) em função da irrigação de diferentes tipos de águas residuárias, encontra-se na Tabela 4.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as características: mortalidade (MORT), área de raízes (AR), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP), peso matéria verde (PMV) e peso matéria seca (PMS) em função do tipo de água, da diluição da espécie e de suas interações.

FV	GL	Quadrado médio						
		MORT	AR	AF	DC	AP	PMV	PMS
Tipo de água (Ta)	3	689,9**	722**	14508**	1,74*	560**	46,71**	1,93**
Resíduo a	8	3,3	17	589	0,32	14	0,48	0,05
Diluição (D)	4	204,5**	620**	16607**	1,86**	195**	42,25**	1,56**
Ta x D	12	74,2**	144**	8740**	1,76**	214**	12,35**	0,83**
Resíduo b	32	3,6	8	1081	0,07	14	0,50	0,04
Espécie (E)	2	95,2**	417**	10457**	0,41*	265**	11,28**	1,28**
Ta x E	6	15,8**	96**	3783**	0,44**	36**	8,07**	0,50**
D x E	8	7,4**	192**	2964**	0,29*	20	3,60**	0,22**
Ta x D x E	24	8,3**	87**	1274	0,14	16	1,24	0,07
CV a (%)		51,98	18,80	17,21	21,83	16,14	17,10	20,75
CV b (%)		54,39	12,19	23,32	9,93	16,14	17,37	17,46
CV c (%)		46,04	12,72	21,87	13,76	12,21	24,11	20,13

\*\*, \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 4. Mortalidade (MORT), área de raízes (AR), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC), altura de planta (AP), da parte aérea de mudas de eucalipto irrigadas com diferentes águas residuárias.

Tipo de água	MORT (N° de plantas mortas)	AR (cm <sup>2</sup> )	AF (cm <sup>2</sup> )	DC (cm)	AP (cm)	PMV (g planta <sup>-1</sup> )	PMS (g planta <sup>-1</sup> )
ETE FRIG BOVINO	9,36 b	17,75 c	153 a	2,61 ab	20,29 c	5,29 a	1,28 a
ETE FRIG AVES E SUÍNOS	1,27 a	20,50 bc	140 a	2,64 ab	25,06 b	3,88 b	1,12 b
ETE URBANA	1,67 a	22,28 b	154 a	2,84 a	27,72 a	4,28 b	1,23 ab
ETE ESMAG SOJA E LATICÍNIO	1,67 a	27,27 a	116 b	2,36 b	20,89 c	2,83 c	0,82 c

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Para a característica mortalidade de plantas, observou-se que a irrigação das mudas com água residuária do frigorífico de bovino promoveu o maior número de plantas mortas, enquanto que a mortalidade de plantas irrigadas com outras águas não diferiram estatisticamente. O fato da água do frigorífico de bovino promover maior mortalidade deve estar associado à elevada concentração de nutrientes presentes na mesma (Tabelas 1 e 2). Pois para Dechen; Nachtigall

(2007), cada nutriente possui papel específico no metabolismo das plantas e o desequilíbrio entre as proporções destes, pode causar deficiência ou toxidez, limitando o crescimento das plantas ou mesmo levando-as a morte. Mazuchowski (2004), ao testar doses crescentes de N na produção de mudas de erva-mate com substrato constatou-se que a adubação nitrogenada apresentou ação depressiva nas mesmas.

Para a característica área de raízes, foi observado que a irrigação com água residuária da ETE - esmagadora de soja e laticínio promoveu maior área de raízes (Tabela 4). A menor área de raízes observada foi nas plantas irrigadas com água do frigorífico de bovino que também deve estar associada à toxidez provocada pelo excesso de nutrientes presentes na água. O aumento da área de raízes observado, nas mudas irrigadas com as outras águas residuárias, deve estar associado aos nutrientes presentes em quantidades mais adequadas do ideal requerido para as mudas de eucalipto.

Para as características área foliar e diâmetro do caule observou-se que a irrigação com a maioria das águas residuárias promoveu as maiores médias, exceto da esmagadora de soja e laticínio, fato este que deve estar ligado à baixa quantidade de N e P presente na água da esmagadora de soja (Tabela 1). Missio et al. (2004), trabalhando com grábia, obtiveram maior número de folhas e maior diâmetro de caule em plantas que receberam adubação fosfatada, mostrando que este macronutriente é importante para a construção destas partes da planta. Segundo Daniel et al. (1997) e Carneiro (1995), o parâmetro diâmetro de caule, em geral, é o mais importante para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, e por isso, é o mais utilizado nas indicações das doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção de mudas.

A maior altura de plantas (27,72 cm), foi obtida quando as mudas foram irrigadas com água residuária da ETE urbana (Tabela 4), enquanto que as menores médias foram detectadas nas mudas irrigadas com águas residuárias das ETES – esmagadora de soja e laticínios e frigorífico de bovinos. Provavelmente esta maior e menor médias estão associadas às quantidades de nutrientes presentes nestes efluentes.

Para as características peso de matéria verde e peso de matéria seca, da parte aérea, observou-se que as mudas irrigadas com águas residuárias da ETE – frigorífico de bovino apresentaram maior peso de matéria seca e verde, diferentemente da altura de plantas que foi menor, este fato se justifica pela elevada mortalidade de plantas nas concentrações 75% e 100%.

Na figura 1, observou-se que o aumento das concentrações das águas residuárias aumentou, de forma linear, o número de plantas mortas, com a utilização de todos os tipos de águas residuárias. A água residuária da ETE - frigorífico de bovinos destacou-se pela mortalidade de praticamente de todas as plantas da subparcela, quando irrigadas com a concentração de 100% (Tabela 5).

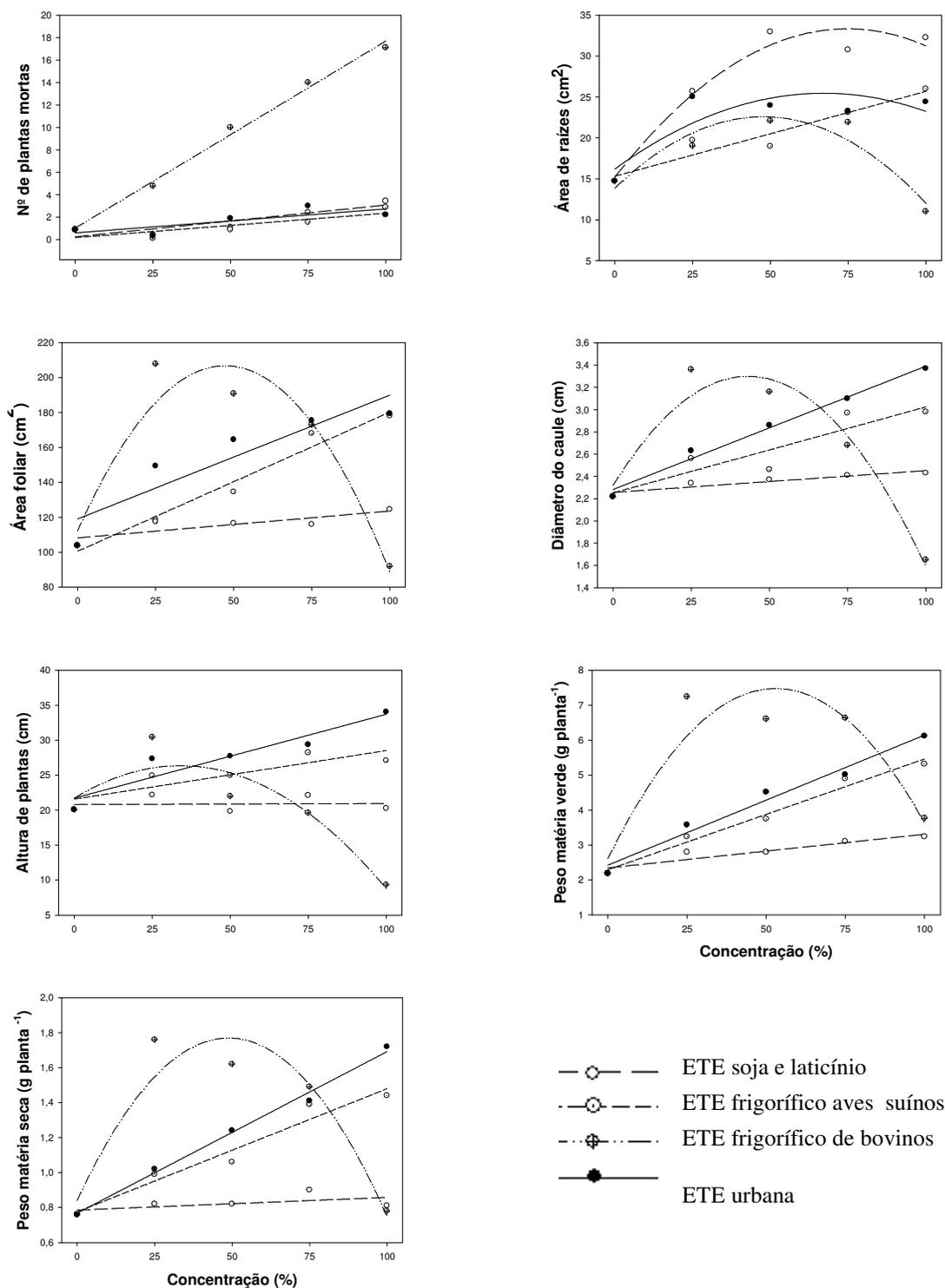


Figura 1. Número de plantas mortas; área de raízes; área foliar; diâmetro do caule; altura de plantas; peso matéria verde; peso matéria seca de mudas de duas espécies e um híbrido de eucalipto em função da irrigação com águas residuárias em diferentes concentrações.

Tabela 5. Coeficientes da equação de regressão  $y=b_0+b_1x$ ,  $y=b_0+b_1x+b_2x^2$  para as características observadas: mortalidade; área de raízes; área foliar; diâmetro do caule; altura de plantas; peso matéria verde; peso matéria seca em mudas de três espécies de eucalipto em função da irrigação de diferentes águas residuárias.

ETEs	b0	b1	b2	R2
Mortalidade				
Soja e laticínios	0,244444	0,028444		0,82**
Aves e suínos	0,177778	0,021778		0,68**
Bovino	1,022222	0,166667		0,99**
Urbana	0,600000	0,021333		0,63*
Área de raízes				
Soja e laticínios	15,186254	0,485246	-0,003248	0,95**
Aves e suínos	15,322667	0,103627		0,92**
Bovino	13,853143	0,366397	-0,003846	0,90**
Urbana	16,184571	0,275941	-0,002054	0,74**
Área foliar				
Soja e laticínios	108,190222	0,153747		0,65
Aves e suínos	100,525111	0,796782		0,97**
Bovino	112,182127	4,002723	-0,042369	0,93**
Urbana	119,021111	0,708689		0,84**
Diâmetro do caule				
Soja e laticínios	2,257556	0,001973		0,87
Aves e suínos	2,249778	0,007707		0,85**
Bovino	2,317079	0,045434	-0,000527	0,96**
Urbana	2,284222	0,011040		0,99**
Altura de plantas				
Soja e laticínios	20,824444	0,001289		0,00
Aves e suínos	21,591111	0,069378		0,77**
Bovino	21,708254	0,274229	-0,004034	0,85**
Urbana	21,717778	0,119956		0,89**
Peso de matéria verde da parte aérea				
Soja e laticínios	2,345778	0,009676		0,88**
Aves e suínos	2,294000	0,031716		0,98**
Bovino	2,612667	0,183716	-0,001735	0,89**
Urbana	2,425333	0,037191		0,98**
Peso de matéria seca da parte aérea				
Soja e laticínios	0,784222	0,000742		0,34
Aves e suínos	0,772667	0,007036		0,96**
Bovino	0,837238	0,038292	-0,000391	0,92**
Urbana	0,765556	0,009307		0,99**

\*\*, \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

As águas residuárias da ETE – esmagadora de soja e laticínio, ETE - frigorífico de aves e suínos e ETE - urbana tiveram comportamentos semelhantes entre si para a característica mortalidade de plantas. Este fato deve estar relacionado à elevada concentração dos nutrientes presentes na água do frigorífico de bovino (Tabelas 1 e 2). Gonçalves et al.

(2000) indicam que a adubação de cobertura em mudas de eucalipto deve utilizar 1 kg de sulfato de amônio e/ou 300 g de cloreto de potássio para cada 10.000 tubetes, a cada 7 a 10 dias, até que as mudas atinjam o tamanho desejado. Analisando a tabela 1, observa-se que as quantidades de N, P e K contidas na água da ETE - frigorífico de bovino e aplicadas nas sub-parcelas irrigadas com este tipo de água foram superiores a quantidades indicadas por estes autores.

Na tabela 2, observa-se que a água residuária da ETE – frigorífico de bovinos possui a maior condutividade elétrica, explicando assim a elevada mortalidade das plantas irrigadas nas concentrações, 50%, 75% e 100% respectivamente. Os outros tipos de águas residuárias também promoveram mortalidade, significativa a 1% de probabilidade, fato este que deve estar associado a um aumento gradual dos nutrientes à medida que aumentam a concentração das águas residuárias. A característica área de raízes, em função da concentração das águas residuárias, teve comportamento linear positivo para a água residuária da ETE de frigorífico de aves e suínos e quadrático para as demais águas. Obteve-se um índice de máxima eficiência técnica de 75%, 48%, 67% para as águas residuárias da ETE - esmagadora de soja e laticínio, ETE - frigorífico de bovinos e ETE - urbana respectivamente.

A área foliar, diâmetro do caule, altura de plantas, peso de matéria verde da parte aérea e peso de matéria seca da parte aérea obtiveram comportamentos semelhantes à medida que foram aumentando as concentrações das águas residuárias, sendo ajustadas ao modelo quadrático para o ETE - frigorífico de bovino e linear positivo para as demais águas (Figura 1). As concentrações das águas residuárias da ETE – frigorífico de bovino que promoveram as maiores médias foram 47% para a área foliar, 43% para diâmetro do caule, 34% para altura de plantas, 53% para peso de matéria verde da parte aérea e 49% para peso de matéria seca da parte aérea.

Estes dados evidenciam a possibilidade de utilização de águas residuárias na irrigação de mudas de eucalipto. Diferenças significativas foram observadas para todas as águas residuárias, exceto para a ETE originada da esmagadora de soja e laticínio nas características (área foliar, diâmetro do caule, altura de plantas e peso de matéria seca) (Tabela 1). Enquanto que para as outras águas, à medida que ampliamos a concentração de águas oriundas das ETEs, houve um incremento na maioria das características utilizadas na avaliação agrônômica das mudas de eucalipto. Concordando com estes dados, cita-se Figueiredo et al (2005), Azevedo e Oliveira (2005), Aguiar & Silva (2003) trabalhando com águas residuárias nas culturas quiabo, pepino e capim elefante respectivamente.

Gomes et al. (2002), concluíram que o diâmetro do caule na altura do coleto e a altura

de plantas são os parâmetros mais indicados para avaliar a qualidade de mudas de eucalipto. A tabela 5 evidencia que a irrigação das mudas de eucalipto com a água residuária da ETE – esmagadora de soja e laticínio, ETE – frigorífico de aves e suínos e da ETE - urbana proporcionam maiores diâmetros de caule e maior altura de plantas, evidenciando que as mudas de eucalipto irrigadas com águas residuárias mostram ter potencial para ser levadas a campo com maior chance de sobrevivência.

A figura 2-A e tabela 6 mostram o comportamento da espécie *E. citriodora* em relação aos diferentes tipos de águas residuárias, nas diferentes concentrações dentro da característica mortalidade. Nesse contexto, não se observou efeito significativo, exceto para a água residuária da ETE - frigorífico de bovino que teve comportamento linear positivo. À medida que aumentou a concentração da água residuária, observou-se também uma elevação no número de plantas mortas. A espécie *E. urofila* teve comportamento diferenciado em relação às demais, observando efeito significativo apenas quando as mudas foram irrigadas com a água residuária da ETE - frigorífico de bovino que apresentou comportamento linear positivo e com a irrigação da água da ETE - esmagadora de soja e laticínio em que teve comportamento quadrático (Figura 2-B e Tabela 6).

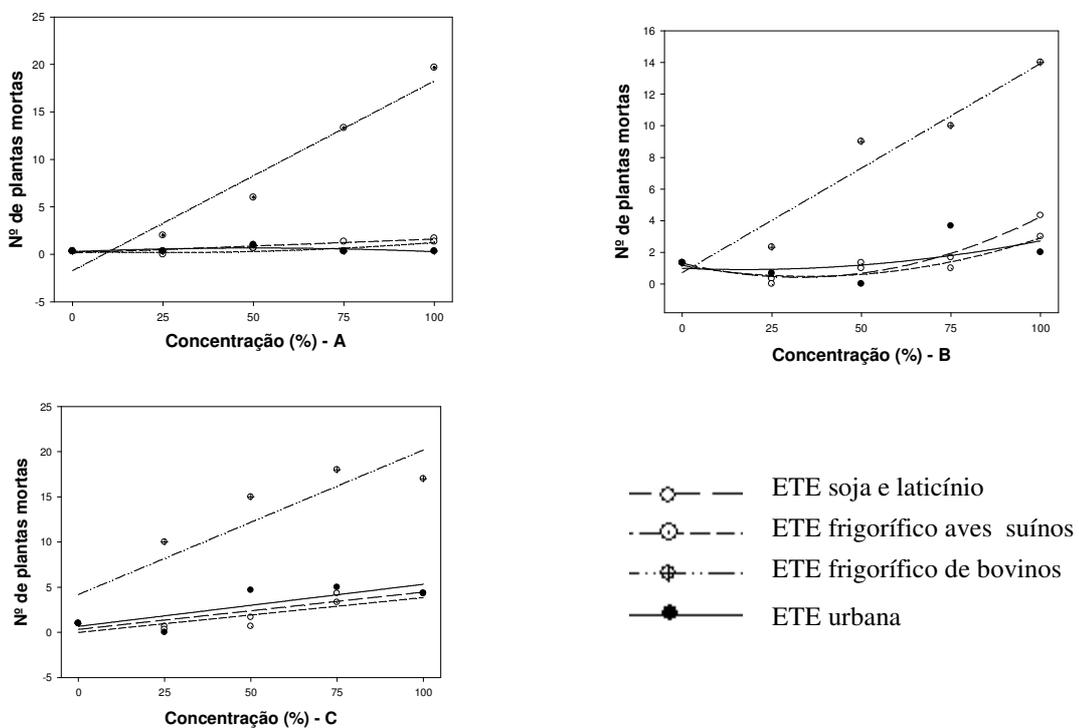


Figura 2. Número de mudas mortas em função da concentração das águas residuárias para os eucaliptos Citriodora (A), Urofila (B), híbrido Urograndis (C).

Tabela 6. Coeficientes da equação de regressão (comportamento do número de plantas mortas em função da concentração das águas residuárias para os eucaliptos Citriodora (A), Urofila (B), Urograndis (C))  $y=b_0+b_1x$  ,  $y=b_0+b_1x+b_2x^2$ . Para os quatro diferentes tipos de água residuárias na característica mortalidade.

ETEs	b0	b1	b2	R2
Mortalidade de plantas (Citriodora)				
Soja e laticínios	0,133333	0,014667		0,92
Aves e suínos	0,304762	-0,009714	0,000190	0,73
Bovino	-1,733333	0,200000		0,95**
Urbana	0,276190	0,015238	-0,000152	0,36
Mortalidade de plantas (Urofila)				
Soja e laticínios	1,314286	-0,054476	0,000838	0,98*
Aves e suínos	1,180952	-0,039810	0,000571	0,79
Bovino	0,733333	0,134667		0,95**
Urbana	0,666667	0,017333		0,24
Mortalidade (Híbrido Urograndis)				
Soja e laticínios	0,333333	0,041333		0,82**
Aves e suínos	-0,000000	0,038667		0,73**
Bovino	4,066667	0,165333		0,85**
Urbana	0,666667	0,046667		0,63**

Observou-se que a espécie *E. urofila* mostrou ser mais tolerante à água do frigorífico de bovino que é a mais tóxica quando aplicada em concentrações acima de 50%. O híbrido *E. urograndis* mostrou ser mais sensível à aplicação de águas residuárias, uma vez que com o incremento da concentração das mesmas, detectaram diferenças significativas para todas as águas do tipo linear positiva a 1% de probabilidade como mostra a Figura 2-C e Tabela 6. Seguindo o comportamento das espécies *E. citriodora* e *E. urofila* o híbrido apresentou maior mortalidade à medida que aumentou a concentração da água residuária da ETE – frigorífico de bovino devido a elevada concentração de minerais presentes neste efluente.

A figura 3-A e tabela 7 mostram o comportamento da espécie *E. citriodora* em relação aos diferentes tipos de águas residuárias nas diferentes concentrações para a característica área de raízes. Observaram diferenças significativas para área de partes de mudas irrigadas com todas as águas, sendo que a água oriunda da ETE - esmagadora de soja e laticínio e da ETE - frigorífico de bovino apresentando um comportamento quadrático com um índice de eficiência técnica de 70% e 43% de concentração, respectivamente. Enquanto que as águas residuárias da ETE - frigorífico de aves e suínos e da ETE - urbana tiveram comportamento linear positivo. A espécie *E. urofila* apresentou diferença significativa a 1% de probabilidade para todas as águas sendo quadrático para o frigorífico de aves e suínos com um grau de eficiência técnica de 67% de concentração e linear positivo para as demais águas (Figura 3-B

e Tabela 7). O híbrido *E. urograndis* apresentou diferenças significativas 1% de probabilidade para os quatro diferentes tipos de águas residuárias, sendo linear positivo para a ETE - frigorífico de aves e suínos e quadrático para as demais águas com um grau de eficiência técnica de 57%, 45% e 65% para as águas residuárias das ETEs esmagadora de soja, frigorífico de bovino e urbana respectivamente (Figura 3-C e Tabela 7).

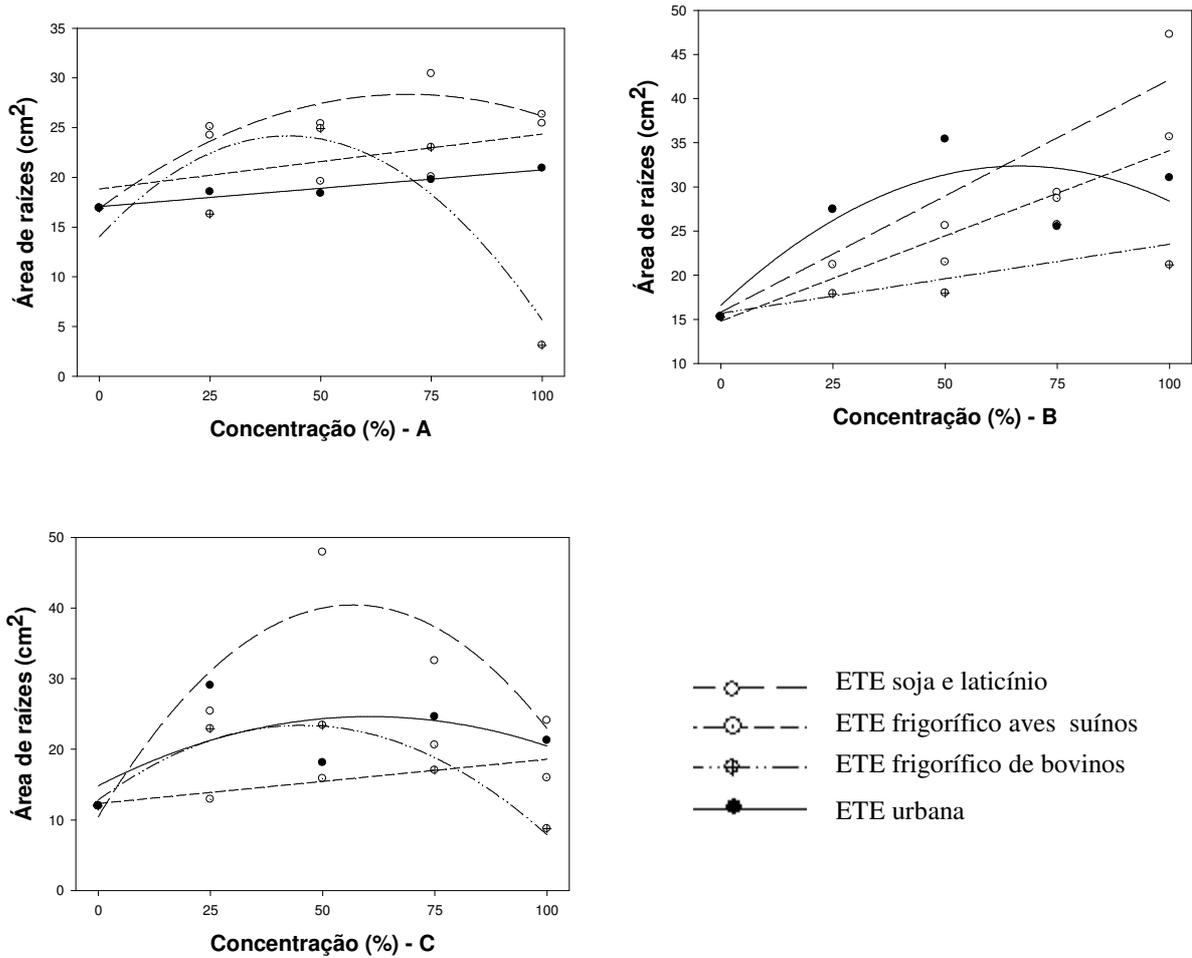


Figura 3. Área de raízes em função da concentração das águas residuárias para os eucaliptos das espécies Citriodora (A), Urofila (B) e o Híbrido Urograndis (C).

Tabela 7. Coeficientes da equação de regressão (comportamento da área de raízes em função da concentração das águas residuárias para os *E. citriodora* (A), *E. urofila* (B), *E. urograndis* (C))  $y=b_0+b_1x$ ,  $y=b_0+b_1x+b_2x^2$ . Para os quatro diferentes tipos de água residuárias.

ETEs	b0	b1	b2	R2
Área de raízes ( <i>Citriodora</i> )				
Soja e laticínios	16,861714	0,330036	-0,002371	0,90**
Aves e suínos	18,837333	0,055147		0,30**
Bovino	14,013619	0,476990	-0,005605	0,74**
Urbana	17,054000	0,037013		0,93
Área de raízes ( <i>Urofila</i> )				
Soja e laticínios	15,809333	0,263453		0,81**
Aves e suínos	14,804000	0,193080		0,94**
Bovino	15,686000	0,078267		0,60**
Urbana	16,581810	0,473869	-0,003557	0,69**
Área de raízes ( <i>Urograndis</i> )				
Soja e laticínios	10,445333	1,057640	-0,009325	0,83**
Aves e suínos	12,326667	0,062653		0,54**
Bovino	12,812190	0,467745	-0,005171	0,96**
Urbana	14,835048	0,323570	-0,002673	0,35**

A tabela 8 mostra que para a característica mortalidade as duas espécies e o híbrido não se diferenciaram estatisticamente para as águas da esmagadora de soja e do frigorífico de aves e suínos, embora a espécie *E. citriodora* obtiveram maior mortalidade e o híbrido *E. urograndis* a menor mortalidade, já as águas residuárias da ETE - frigorífico de bovino e da ETE - urbana apresentaram diferenças significativas entre as espécies estudadas, mostrando que o híbrido é a espécie mais sensível aos dois tipos de águas enquanto que o *E. citriodora* e *E. urofila* não tiveram diferenças significativa entre si.

Comparando os três genótipos de eucaliptos, dentro dos quatro tipos de águas residuárias para a característica mortalidade, observou-se que somente a água do frigorífico de bovino teve comportamento diferenciado, obtendo maior mortalidade de plantas, fato este associado à composição química desta água (Tabela 1 e 2). A irrigação de mudas de eucaliptos com águas residuárias da ETE – frigorífico de bovinos proporcionou maior mortalidade das mudas de eucalipto independente do genótipo avaliado.

Para a característica área de raízes, os três genótipos de eucalipto tiveram comportamentos diferenciados para todas as águas residuárias (Tabela 8). A espécie *E. urofila* e o híbrido foram mais eficientes quando irrigados com água da esmagadora de soja e laticínio. A água do frigorífico de aves e suínos promoveu maior área de raiz para a espécie *E. urofila*. As águas da ETE - frigorífico de bovino e da ETE - urbana tiveram comportamentos semelhantes.

Tabela 8. Mortalidade de plantas e área de raízes de mudas de três genótipos de eucalipto dentro de cada tipo de água residuária e comportamento dos quatro tipos de água dentro de cada espécie.

Genótipos	ETE SOJA E LATICÍNIO	ETE AVES E SUÍNO	ETE BOVINO	ETE URBANA
	Mortalidade (número de plantas mortas)			
CITRIODORA	0,87 aA	0,53aA	8,27 aB	0,47 aA
UROFILA	1,73 abA	1,33aA	7,47 aB	1,53 aA
UROGRANDIS	2,40 bA	1,93aA	12,33 bB	3,00 bA
Área de raízes (cm <sup>2</sup> )				
CITRIODORA	24,47 bA	21,59 bAB	16,85 bC	18,90 bBC
UROFILA	28,98 aA	24,46 aB	19,60 aC	26,94 aAB
UROGRANDIS	28,36 aA	15,46 cC	16,81 bC	20,99 bB

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Analisando os três genótipos em cada tipo de água para a característica área de raízes, verificou-se que a água residuária da ETE - esmagadora de soja e ETE - laticínio promoveu a formação de maior área radicular para a espécie *E. citriodora* seguido da ETE - frigorífico de aves e suínos, ETE - urbana e da ETE - frigorífico de bovinos. Já a espécie *E. urofila* e o híbrido obtiveram a maior média da esmagadora de soja seguido pela ETE urbana, frigorífico de aves e do frigorífico de bovinos (Tabela-8). A água residuária do frigorífico de bovino mostrou ser a menos eficiente e a água da esmagadora de soja a mais, na formação de raízes.

A área foliar das mudas de eucaliptos dos três genótipos foi diferente, conforme a água utilizada na irrigação, sendo que o genótipo *E. urofila* obteve a maior área foliar (Tabela 9).

Tabela 9. Área foliar e diâmetro do caule de mudas de três espécies de eucalipto em função da irrigação com águas residuárias e comportamento dos quatro tipos de água dentro de cada espécie.

Genótipos	ETE SOJA E LATICÍNIO	ETE AVES E SUÍNO	ETE BOVINO	ETE URBANA
	Área foliar (cm <sup>2</sup> )			
CITRIODORA	123 aA	135 abA	128 bA	146 aA
UROFILA	119 aC	157 aB	191 aA	158 aB
UROGRANDIS	106 aC	129 aBC	141 bAB	160 aA
Diâmetro do caule (cm)				
CITRIODORA	2,48 AB	2,79 aAB	2,37 bB	2,86 aA
UROFILA	2,32 aB	2,63 abAB	2,91 aA	2,83 aA
UROGRANDIS	2,27 aB	2,48 bAB	2,55 bAB	2,78 aA

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

As mudas de *E. urofila* irrigadas com água residuárias da ETE – frigorífico de bovinos apresentaram maior área foliar. Entretanto as mudas de eucaliptos do híbrido *E. urograndis* obtiveram maior área foliar quando irrigadas com águas residuárias da ETE – urbana (Tabela-9).

Observou-se que o diâmetro do caule apresentou diferença significativa apenas para a água oriunda do frigorífico de bovino, na qual a espécie *E. urofila* foi superior às demais. Quando comparado as espécies dentro de cada tipo de água verificou-se diferença significativa, apenas para a espécie *E. urofila* e o híbrido que obtiveram as maiores médias quando irrigados com as águas do frigorífico de aves, frigorífico de bovino e ETE urbana e a menor média, quando com a água da esmagadora de soja e laticínio (Tabela-9).

O comportamento da altura de plantas entre as espécies dentro de cada tipo de água mostrou diferenças significativas, apenas para as águas residuárias fornecidas pelas agroindústrias frigorífico de bovino e frigorífico de aves e suínos, em que a espécie *E. urofila* foi superior à espécie *E. citriodora* e o híbrido *E. urograndis*. Comparando cada espécie, dentro de cada tipo de água, observou-se que as águas do frigorífico de aves e suínos e a água da ETE urbana foram superiores às demais para a espécie *E. citriodora* e água da esmagadora de soja foi a que promoveu a menor altura de planta. Já para a espécie *E. urofila* as águas da ETE urbana e do frigorífico de aves e suínos se destacaram, obtendo as melhores médias. A água residuária da ETE urbana mostrou ser superior para o híbrido *E. urograndis* na característica altura de plantas (Tabela 10).

O peso de matéria verde da parte aérea entre as espécies dentro de cada tipo de água mostrou diferenças significativas, apenas para a água fornecida pelo frigorífico de bovino. A espécie *E. citriodora* se destacou para a águas oriundas da esmagadora de soja, frigorífico de aves e suínos e da ETE urbana enquanto que a espécie *E. urofila* foi superior para o frigorífico de bovino.

Os pesos de matéria seca da parte aérea de mudas de *E. citriodora*, *E. urofila* e o Híbrido *euurograndis* irrigadas com águas residuárias da ETE – esmagadora de soja e laticínios, foram inferiores. Entretanto, as mudas irrigadas com águas residuárias da ETE – frigorífico de bovinos proporcionaram os maiores pesos para a espécie *E. urofila* e o Híbrido *euurograndis* (Tabela 10)

Tabela 10. Altura de plantas, peso de matéria verde da parte aérea e peso de matéria seca da parte aérea de mudas de três espécies de eucalipto em função da irrigação com águas residuárias e comportamento dos quatro tipos de água dentro de cada espécie.

Genótipos	ETE SOJA E LATICÍNIO	ETE AVES E SUÍNO	ETE BOVINO	ETE URBANA
	Altura de plantas (cm)			
CITRIODORA	22,85 aB	27,22 aA	19,21 bC	28,39 abA
UROFILA	21,02 abC	26,51 aAB	23,67 aBC	28,68 aA
UROGRANDIS	18,80 bBC	21,45 bB	18,00 bC	26,08 bA
Genótipos	ETE SOJA E LATICÍNIO	ETE AVES E SUÍNO	ETE BOVINO	ETE URBANA
	Peso matéria verde (gramas planta <sup>-1</sup> )			
CITRIODORA	3,40 aB	4,46 aA	4,29 bA	4,59 aA
UROFILA	2,73 abC	3,99 abB	6,70 aA	4,33 aB
UROGRANDIS	2,36 bC	3,20 bBC	4,89 bA	3,93 aB
Genótipos	ETE SOJA E LATICÍNIO	ETE AVES E SUÍNO	ETE BOVINO	ETE URBANA
	Peso matéria seca (gramas planta <sup>-1</sup> )			
CITRIODORA	1,02 aB	1,36 aA	1,12 bB	1,39 aA
UROFILA	0,77 bC	1,12 bB	1,61 aA	1,20 abB
UROGRANDIS	0,67 bC	0,90c B	1,13 bA	1,10 bAB

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com as características apresentadas, foi considerado que as águas testadas podem ser utilizadas na irrigação de mudas das duas espécies e do híbrido de eucalipto.

A água residuária da ETE – frigorífico de bovino promoveu um auto índice de mortalidade em concentrações superior a 25% portanto, esta água residuária deverá ser diluída enquanto que, as águas das ETes frigorífico de bovinos, frigorífico de aves e suínos, esmagadora de soja e laticínios e urbana poderão ser utilizadas sem diluição.

O uso de águas residuárias das agroindústrias estudadas e da ETE urbana na irrigação de mudas de eucalipto é uma alternativa viável para a disposição final deste resíduo, tendo em vista a economia de fertilizantes que esse material pode proporcionar, além do benefício ambiental.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. M. de; SILVA, D. A. da. **Aspectos produtivos e morfológicos do capim elefante (*Pennisetum purpurem*, Schum.) cv. roxo de Botucatu submetidos a esgoto sanitário semi-tratado.** Disponível em: <[www.iica.or.uy/p2-17-pon7.htm](http://www.iica.or.uy/p2-17-pon7.htm)>. Acesso em: 07/05/2003.

AL-JALOOD, A. A.; HUSSAIN, G.; KARIMULLA, S.; AL-HAMIDI, A.H. Effect of irrigation and nitrogen on yield components of two rapeseed cultivars. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.30, p.57-68, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico da ABRAF**: ano base 2005, Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-ABRAF-2006.pdf>>. Acesso em: 07/12/2006.

AZEVEDO, L. P de; OLIVEIRA, E. L. Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação subsuperficial. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.253-263, jan./abr. 2005

BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A. (Eds.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2000, 312 p.

BROWN, L.R.; RENNER, M.; HALWEIL, B. **Sinais vitais 2000: as tendências ambientais que determinarão nosso futuro.** Salvador: UMA, 2000. 196 p.

CAMPINHOS JUNIOR, E. A importância da produção de madeira de Eucalipto, geneticamente melhorado, para os setores moveleiro e de construção civil: perspectivas e desafios. In: SEMINÁRIO MADEIRA DE EUCALIPTO: TENDÊNCIAS E USOS. Curitiba, 2001. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 2001. p.53-58,

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1995. 451p.

COLE, D. W.; HENRY C. L.; NUTTER W. (Ed.). **The forest alternative for treatment and utilization of municipal and industrial wastewater and sludge.** Seattle: UNIVERSITY OF WASHINGTON PRESS, 1986.

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

DANIEL, O., VITORINO, A.C.T., ALOVISI, A.A., MAZZOCHIN, L., TOKURA, A.M., PINHEIRO, E.R., SOUZA, E.F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* WILLD. **Revista Árvore**, v.21, n.2, p.163-168, 1997.

DAY, A.D.; MCFADYEN, J.A.; TUCKER, T.C.; CLUFF, C.B. Effects of municipal waste water on the yield and quality of cotton. **Journal of Environmental Quality**, Stanford, v.10, p.47-49, 1981.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). Fertilidade do Solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p. 91-132.

FAO. Wastewater treatment and use in agriculture. **Irrigation and Drainage**, Paper 47. Roma, 1992.p.125

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria.** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000 p.255-258.

FIGUEIREDO, A. M. F; CEBALLOS, B. S. O; SOUSA, J. T; ARAUJO, J. W. C. Efeito da fertirrigação de esgotos domésticos tratados na qualidade sanitária e produtividade do quiabo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9 (Suplemento), p.322-327, 2005.

FREIERI, M; MALAVASI, U. C; MALAVASI. M. M. Efeitos da aplicação de bio-sólido no crescimento inicial de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages**, v.5, n.2, p. 102-107, 2006.

GAMA-RODRIGUES, E, F; BARROS, N, F; GAMA-RODRIGUES, A, C; SANTOS, G, A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.893-901, 2005.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus Grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.655-664, 2002

GONÇALVES, J. L. M; STAPE, J. L.; ESTRAVIZ, L. C. E.; SEIXAS. F. ; LACLAU. J. P. ; FARIA. L. C.; SILVA. P.H. M. Aplicabilidade de bio-sólido em plantações florestais: II. Efeito na fertilidade do solo, nutrição e crescimento das árvores. In: BETTIOL, N.; GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427p

GUIMARÃES, A. B. et al. **Treatment of domestic wastewaters in rural zone by using aquatic plant system.** In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SANITARY AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING, 2000, Trento. Proceedings Trento: Hyper, 2000. p. 237-243.

HARRISON, R. B. et al. Recycling of industrial wastes and forest harvesting residues on forest lands. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1., 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. p. 255-264.

HENRY, C. L.; COLE, D. W., HARRISON, R. B. Use of municipal sludge to restore and improve site productivity in forest: The pack forest sludge research program. **Forest Ecology and Management**, v. 66, p. 137-149, 1994.

HUSSAR, G. J; PARADELA, A. L; BASTOS, M. C; BASTOS, T. K; JONAS, T. C; SERRA, W; GOMES, J.P. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da beterraba. **Engenharia ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p. 035-045, jan/dez 2005

HUSSAR, G. J; PARADELA, A. L; JONAS, T. C; SERRA, W; GOMES, J.P. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da couve. **Revista ecossistema**, v. 29, n. 2, p 065-071, dez 2004.

KALLARACKAL, J.; SOMER, C.K. An ecophysiological evaluation of the suitability of *Eucalyptus grandis* for planting in the tropics. **Forest Ecology and Management**, v.95, p.53-61, 1997.

LANNA, A. E. **Economia dos Recursos Hídricos.** Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.

LÉON, G.S.; CAVALLINI, J.M. **Tratamento e uso de águas residuárias.** Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 110 p.

LIMA, I.L. **Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de Eucalyptus grandis Hill ex-Maiden.** 2005. f. Tese (Doutorado em recursos florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MAZUCHOWSKI, J.Z. **Influência de níveis de sombreamento e de nitrogênio na produção de massa foliar da erva-mate Ilex paraguariensis St. Hil.** Curitiba, 2004. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo - Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

MELO, W.J. & MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A. (Eds.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p. 109-141.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELI, R. A.; LEITE, S. A. S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.449-55, 1994.

MISSIO, E. L.; NICOLOSO, F. T.; JUCOSKI, G. de O.; SARTORI, L. **Exigências nutricionais da grávia ao fósforo e enxofre em Argissolo Vermelho distrófico arênico: efeito da adubação no crescimento** (CIENCIA RURAL VOLUME 34 N 4) Exigências nutricionais da grávia ao fósforo e enxofre em Argissolo Vermelho distrófico arênico... 1051 *Ciência Rural*, v. 34, n. 4, jul-ago 2004.

MORAIS, S. M. J; ATAIDES, P. R. V; GARCIA, D. C; KURTZ, F. C; OLIVEIRA, O. S; ATZLAWICK, L. F. Uso do lodo de esgoto da Corsan – Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos. **Sanare**, v. 6, p. 44-49, 1997

OLIVEIRA, E. L; PEREIRA, R. A. C. B; LEOPOLDO, P. R. II-103 – Reuso de efluente de tratamento de esgoto em irrigação por subsuperfície. 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL ABES – **Trabalhos Técnicos 1**(2003) PAGANINI, W. S. **Disposição de Esgotos no Solo: escoamento à superfície**. São Paulo: Fundo Editorial AESABESP. 1997.

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

SANTOS, P.E.T.; GERALDI, I.O.; GARCIA, J.N. Estimativas de parâmetros genéticos de propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, v.63, p.54-64, 2003

SETTI, A. A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, 1994.

SILVA, F. C. (Org). Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. **EMBRAPA**, Brasília, 1999, 370p.

SILVA, P. H. M. **Produção de madeira, ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo em plantios de *Eucalyptus grandis*, após aplicação de lodo de esgoto.** 2006 Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; Dissertação mestrado 2006.

SOUZA, S. B. S. **Irrigação por infiltração com efluente de lagoa anaeróbia em solo cultivado com (*Zea mays* L).** 2004 UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; Tese mestrado 2004.

STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G. Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.193, p.17-31, 2004.

TEDINE, V. **O reflorestamento do capital financeiro.**:Jornal a nova democracia ,ano II,12 ago. 2003. Disponível em:< <http://www.anovademocracia.com.br/12/11.htm> >. Acesso em: 15/10/2006.

VANZO, J.E., MACEDO, L.S., TSUTIYA, M.T. Registros da produção de biossólidos. O caso da ETE de Franca. In: TSUTIYA, M.T, COMPARINI, J.B, ALEM SOBRINHO, P., HESPANHOL, I., CARVALHO, P. de C.T. de, MELFI, A.J., MELO., W.J. de, MARQUES, M.O. **Biossólidos na agricultura.** São Paulo: SABESP, 2001. p.227-42.

WAGNER W. A. ALVES; JOSÉ DANTAS NETO; ANTÔNIO R. S. ANDRADE ; LÚCIO B. MADEIROS; CARLOS A. V. AZEVEDO; JOSÉ W. SANTOS & NAPOLEÃO E. M. Componentes da produção do algodão de fibra marrom irrigado com água residuária tratada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.207-211, 2005.

## CAPÍTULO 2

### AValiação Nutricional de mudas de eucalipto irrigadas com diferentes águas residuárias

#### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes na parte aérea em mudas de duas espécies de eucalipto e de um híbrido irrigados com quatro tipos de águas residuárias em cinco concentrações, visando à utilização destes resíduos na produção de mudas. Os nutrientes avaliados foram: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu e Zn. O experimento foi implantado em casa de vegetação, no Campus Universitário da FESURV- Universidade de Rio Verde, em Rio Verde - GO, no período de março a junho de 2007. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema de parcela sub-subdividida, com três repetições. Na parcela principal, foi alocado o tipo de água residuária (ETE-esmagadora de soja e laticínio, ETE-frigorífico aves e suínos, ETE-frigorífico bovino e ETE-urbana), na sub-parcela as diluições de: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de águas residuárias, e na sub-subparcela as duas espécies (*E. citriodora*, *E. urofila*) e um híbrido (*E. urophylla* X *E. grandis*). A semeadura ocorreu na unidade da empresa Florestal Comigo II utilizando tubetes de 50 cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato e fertilizantes, após quinze dias da semeadura, as mudas foram transportadas para a casa de vegetação onde iniciou a irrigação com águas residuárias três vezes ao dia no período de 75 dias. Aos trinta dias após a semeadura foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por tubete. Utilizou a parte aérea de 10 plantas a fim de verificar os teores de macro e micronutrientes. As mudas irrigadas com água da ETE - frigorífico bovino promoveu maior acúmulo de N, Mg, S, Cu e Zn, as mudas irrigadas com água da ETE - frigorífico de aves e suínos acumulou mais K e Mg, enquanto que mudas irrigadas com água da ETE-esmagadora de soja e laticínio acumularam mais Ca. A partir da concentração 25% houve uma redução na concentração de Ca na parte aérea das mudas para todas as águas estudadas. À medida que aumentaram as concentrações dos quatro tipos de águas residuárias houve uma variação significativa para todas as características, exceto para N, Fe e Cu da ETE - frigorífico de aves e suínos, P, Fe e Zn da ETE - urbana, Mg, Fe e Zn para a ETE - esmagadora de soja e laticínio. A espécie *E. citriodora* mostrou ser o genótipo com maior capacidade de reter os elementos K e Zn. A parte aérea dos três genótipos estudados reteram concentrações diferentes de macro e micronutrientes, quando irrigadas com diferentes tipos de águas residuárias.

Palavras-chave: Efluente, nutrição mineral, produção de mudas.

# NUTRITIONAL EVALUATION OF SEEDLINGS OF EUCALYPTUS IRRIGATED WITH DIFFERENT WASTEWATERS

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the nutrients accumulation in the aerial part in seedlings of two eucalyptus species and one hybrid irrigated with four types of wastewater at five different concentrations, in order to use this waste in the production of seedlings. The nutrients evaluated were: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu and Zn. The experiment was carried out in a greenhouse at the campus of FESURV-University of Rio Verde, in Rio Verde - GO, from March to June of 2007. It was used a completely randomized design in subdivided plot, with three replicates. In the main plot, was assigned the type of wastewater (STP-Sewage Treatment Plant of crushed soybean and dairy, STP of poultry and pork slaughterhouse, STP of cattle slaughterhouse and STP-urban), in the sub-plot dilutions of: 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of wastewater were used, and in the sub-split plot the two species (*E. citriodora*, *E. Urolagnia*) and a hybrid (*E. urophylla* x *E. grandis*). The sowing was held at the Second Forestry Unit of the company Comigo, using plastic tubes of 50 cm<sup>3</sup> filled with substrate and fertilizers, fifteen days after sowing, the seedlings were transported to the greenhouse where started the irrigation with wastewater, three times a day for a period of 75 days. Thirty days after sowing, a thinning was performed leaving only one plant per tube. It was used the aerial parts of 10 plants, in order to verify the contents of macro and micronutrients. The seedlings irrigated with water from the STP of cattle slaughterhouse had a bigger accumulation of N, Mg, S, Cu and Zn, seedlings irrigated with water from the STP of poultry and pork slaughterhouse accumulated more K and Mg, while the seedlings irrigated with water from the STP of crushed soybean and dairy accumulated more Ca, after a concentration of 25% there was a reduction in the concentration of Ca in the aerial part of seedlings for all the waters studied. As the concentrations of the four types of wastewater increased, there was a significant variation for all traits, except for N, Fe and Cu to the STP of poultry and pork slaughterhouse, P, Fe and Zn to the STP - urban, Mg, Fe and Zn to the STP of crushed soybean and dairy. The specie *E. citriodora* showed to be the genotype with greater capacity to retain the elements K and Zn. The aerial part of the three genotypes studied retained different concentrations of macro and micronutrients, when irrigated with different types of wastewater.

Keywords: Effluent, mineral nutrition, seedlings production.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano promove maior produção de resíduos pela sociedade moderna (SOBRINHO, 2000), resíduos estes que na maioria das vezes promovem um desequilíbrio ambiental, sócio-econômico e na saúde da população que vive próxima a estes ambientes. O manejo dos resíduos encontra-se entre as questões mais importantes para a manutenção da qualidade do ambiente além de alcançar um desenvolvimento sustentável e ambientalmente saudável. Em relação à produção de lodo oriundo das estações de tratamento de esgoto doméstico (biossólido), seu uso agrícola tem apresentado especial destaque. No entanto, restrições vinculadas à qualidade do resíduo limitam o uso irrestrito em cultivo de produtos alimentícios, fato de menor relevância em ecossistemas florestais (Freier, 2006).

De todas as substâncias absorvidas pelas plantas, a água obviamente é aquela necessária em maior quantidade. As moléculas de água são fundamentais no metabolismo das plantas, integram os seres vivos e, em nível ecológico, representam uma força importantíssima em manter os padrões climáticos. Portanto, a água é essencial para a vida das plantas, tanto no sentido bioquímico como biofísico e suas influências são internas e ambientais (Benincasa, 1984).

A água é essencial para os seres vivos, sendo de fundamental importância para a produção de alimentos, especialmente sob condições irrigadas. A prática da irrigação, em muitas situações, é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco em que a taxa de evapotranspiração excede a taxa de precipitação durante a maior parte do ano (Cheyi et al., 1997).

A busca de alternativas para a disposição de materiais, oriundo de qualquer tipo de tratamento de águas residuárias, enquadra-se na preocupação mundial da agenda 21 (Agenda 21, 1997), no item sobre o “manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos” que, numa gestão correta, busca a minimização da produção, maximização do reuso e da reciclagem, e na promoção de tecnologias que visem à disposição e tratamento ambientalmente adequados (Von Sperling e Gonçalves, 2001).

Entre as alternativas para o lodo de esgotos e os efluentes finais, o uso agrícola se apresenta como a mais promissora sob o aspecto da viabilidade econômica, sanitária e ambiental. Para efetivar sua utilização há a necessidade da definição de políticas baseadas em estudos para definição de critérios agronômicos, ambientais, sanitários e socioeconômicos (Who, 1989, Bastos, 1999, Sanepar, 1999; Andreolli et al., 2000).

Na fertirrigação de culturas com esgoto sanitário tratado, uma das preocupações refere-se ao excesso de nutrientes. Para evitar a adição de nutrientes em quantidades superiores às exigidas pela cultura e, muitas vezes, até superiores à capacidade de retenção do solo, recomenda-se equacionar a dose de resíduos orgânicos a ser aplicado, tomando-se por base o nutriente, cuja quantidade será satisfeita com a menor dose. Para isto, é necessário quantificar a disponibilidade de nutrientes no solo, a exigência da cultura e a concentração de nutrientes existentes na água (Scherer & Baldissera, 1994).

Silva (2003), verificou que os nutrientes nas plantas são influenciados pelo manejo hídrico aplicado às mudas. Para a maioria dos nutrientes, os conteúdos foram maiores naquelas mudas submetidas ao menor estresse hídrico. Lima et al. (1997) trabalhando com eucaliptos, verificaram que a distribuição de nutrientes variou com o potencial de água no solo, o tipo de solo e a espécie.

A produção de mudas é uma das fases mais importantes do cultivo de espécies arbóreas. Mudas de qualidade adequada são fundamentais no crescimento e desenvolvimento dessas espécies. Para que se produzam mudas de qualidade é necessário o conhecimento das características das espécies, seus requerimentos nutricionais e suas respostas à correção do substrato e à adição de fertilizantes (Carneiro, 1995).

As recomendações nutricionais para a produção de mudas de eucalipto, na maioria das vezes, são feitas considerando os exames visuais de deficiência ou toxidez, sendo difícil encontrar na literatura faixas de acúmulo para o sistema radicular e para a parte aérea (folhas, ramos e haste) das mudas que as qualifiquem como ideais nutricionalmente em cada estágio de desenvolvimento. Os acúmulos registrados em pesquisas, embora na sua grande maioria não estejam correlacionados ao manejo hídrico e aos substratos utilizados, variam muito de acordo com o manejo de viveiro e as condições ambientais, não possibilitando que se estabeleça uma faixa ideal, já que não foram verificados sintomas de toxidez e, ou, de deficiência (Lopes, 2007).

Silveira et al. (2001), afirmam que a diagnose foliar na fase de viveiro deve levar em consideração o estágio de desenvolvimento das mudas de eucalipto, uma vez que a concentração dos nutrientes nas folhas diminui com a idade das mudas.

A presença dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio constituem uma das grandes vantagens da utilização de esgoto sanitário tratado na fertirrigação de culturas. Mikkelsen et al. (1997), afirmam que a aplicação de águas residuárias no solo, durante períodos longos, pode ocasionar acúmulo de nutrientes, trazendo danos ao solo e as culturas. Por isso, o bioestabilizado apresenta algumas restrições quanto ao seu uso no meio agrícola. Uma

delas é a presença de metais pesados, que não apenas exercem efeito negativo sobre o crescimento das plantas, mas também afetam os processos bioquímicos que ocorrem no solo (Hattari & Broadvent, 1991).

Este trabalho objetivou avaliar o estado nutricional de mudas de eucalipto irrigadas com diferentes águas residuárias em cinco diluições.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido na casa de vegetação pertencente à FESURV - Universidade de Rio Verde, localizada no município de Rio Verde, cujas coordenadas são: Longitude - 50° 57' 54'' (oeste) Latitude - 17° 47' 15'' (sul), com altitude média de 784m. O que consistiu na irrigação de mudas de duas espécies de eucalipto e um híbrido com diferentes águas residuárias durante 75 dias.

As águas de efluentes, após terem passadas pelo tratamento de cada instituição das ETE esmagadoras de soja e laticínio, ETE – frigorífico bovino, ETE – frigorífico aves e suínos e ETE - urbana, foram utilizadas na irrigação de mudas de eucaliptos por aspersão com regador manual, construídos com garrafas pets, com volume de 2 litros em que a tampa foi perfurada em forma de ralo, com a finalidade de distribuir de forma homogênea e o jato não danificar o sistema radicular das plantas na produção de mudas de 3 espécies de eucalipto, estas foram regadas três vezes diariamente às 7h, 13h e 18h, durante 75 dias. As águas foram transportadas, semanalmente, de sua origem até o local do experimento em tonéis de polietileno com capacidade para 50 litros. E ao chegar à casa de vegetação foram feitas as diluições para as concentrações: 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, que foram identificadas e utilizadas para irrigação das mudas de eucaliptos.

A composição química das águas residuárias foi determinada pelo laboratório de solos da Universidade de Rio Verde, conforme metodologia citada por Silva (1999). Foram realizadas duas amostragens, a primeira, no dia em que a água foi captada de sua origem e a segunda, sete dias após a primeira coleta, com a finalidade de verificar alteração em sua composição durante o período em que a mesma ficou armazenada nos tambores de polietileno (Tabelas 11 e 12). A condutividade elétrica e o pH das águas residuárias foram determinados pelo laboratório da ETE e ETA da agroindústria Perdigão, utilizando o aparelho Micro Processor - Conductivity Meter - TDS, marca Metrotem, enquanto que o pH foi determinado

pelo peagâmetro portátil da marca texto (Tabela 12).

O substrato utilizado no preenchimento dos tubetes de 50 cm<sup>3</sup> foi o Bioplant®. As sementes foram adquiridas no Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, e apresentavam taxa de germinação variando de 80 a 90%.

Para o suporte das mudas, foram utilizadas grades de madeira confeccionadas com ripão de 70 cm de altura, onde ficou apoiada a grade de metal, com 49 cm de largura por 61 cm de comprimento com a capacidade para suportar 252 tubetes de 50 cm<sup>3</sup>.

As mudas de eucalipto das duas espécies e do híbrido foram semeadas nos tubetes dia 31/03/2007, e permaneceram por 15 dias no viveiro da Empresa Florestal Comigo II. Durante sua germinação foram irrigadas pelo sistema automático com água oriunda de seu reservatório e coberta com sombrite (40% de sombreamento). Dia 14/04/2007, as mudas, contendo várias plântulas por tubetes, foram transportadas do viveiro que se localiza, na zona rural do município de Rio Verde, há uma distância de 20 km, para a casa de vegetação do campus da Universidade de Rio Verde, data em que o experimento foi implantado. Nos dois sucessivos dias, as mudas foram irrigadas com água captada do poço que fornece água para o Campus Universitário e protegidas por um sombrite (40% de sombreamento), até a data do desbaste que ocorreu nos dias 12 e 13 de maio, deixando apenas uma planta por tubete.

O experimento foi estabelecido no delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema de parcela sub-subdividida, com três repetições. Na parcela principal foi alocado o tipo de águas residuárias; (ETE - esmagadora de soja e laticínio, ETE - frigorífico aves e suínos, ETE - Frigorífico bovino e ETE urbana), na sub-parcela as diluições de: 0%, 25% , 50% , 75% e 100% de águas residuárias, e na sub-subparcela duas espécies (*Eucalipto citriodora*, *Eucalipto urofila*) e um híbrido de eucalipto e (*Eucalipto urophylla* X *Eucalipto grandis*). Cada sub-subparcela foi constituída por 20 mudas de eucalipto e para a área útil foram consideradas as 10 plantas centrais.

No dia 16/04/2007, foi realizada a primeira coleta das águas residuárias e suas respectivas diluições, e no dia seguinte foi realizada a primeira irrigação por aspersão em toda a área experimental. O volume de água fornecido, para cada sub-subparcela, apresentou variação de acordo com a necessidade da cultura, alterando sempre que as mudas de eucalipto demonstravam sinal de déficit hídrico. As lâminas utilizadas foram de 7,5mm, equivalente a 2,25 litros por dia (17/4), 10,0mm, equivalente a 3,0 litros por dia (30/04), 15 mm, equivalente a 4,5 litros por dia (14/05) e 20 mm, equivalente a 6,0 litros por dia (04/06), até o final do experimento, divididos nas três regas diárias baseadas nas informações da COMIGO Florestal.

O controle fitossanitário das mudas foi realizado com dois produtos, o fungicida Ridomil® e o inseticida Enguel® obedecendo ao critério adotado pela Comigo Florestal.

Setenta e cinco dias após a implantação do experimento na casa de vegetação (31/06), foi realizada a colheita do experimento. Nessa se utilizou a parte aérea de 10 plantas previamente separadas da parte radicular com a finalidade de realizar a análise foliar. A parte aérea das mudas de eucaliptos foram lavadas com água de torneira e enxaguadas com água destilada. Após a lavagem, foram colocadas em sacos de papel e a secagem realizada em estufa com circulação forçada de ar a 65<sup>0</sup> C, até atingir peso constante. Em seguida, trituradas em moinho tipo Wiley com peneira de malha 1,0 mm. No material seco e moído observou-se as determinações dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu e Mn, conforme metodologia citada por (Silva, 1999).

Tabela 11. Teor de macronutrientes nas águas residuárias e na água do poço da FESURV utilizadas na irrigação das mudas de eucalipto nos diversos tratamentos

Tipo de água	Concentração	Macronutrientes mg/L					
		N	P	K	Ca	Mg	S
ETE URBANA	100%	14,48	1,25	15,10	14,61	3,62	20,58
	75%	10,86	0,95	11,73	16,75	3,85	15,91
	50%	7,24	0,64	8,35	18,90	4,08	11,25
	25%	3,62	0,33	4,98	21,04	4,30	6,58
	0%	0,00	0,03	1,60	23,18	4,53	1,91
ETE FRIGORÍFICO DE BOVINOS	100%	53,00	10,73	51,70	126,03	11,94	7,69
	75%	39,75	8,06	39,18	100,32	10,09	6,24
	50%	26,50	5,38	26,65	74,61	8,24	4,80
	25%	13,25	2,70	14,13	48,89	6,38	3,36
	0%	0,00	0,03	1,60	23,18	4,53	1,91
ETE FRIGORÍFICO DE AVES E SUÍNOS	100%	21,95	5,54	54,00	37,97	4,97	41,72
	75%	16,46	4,16	40,90	34,27	4,86	31,77
	50%	10,97	2,78	27,80	30,58	4,75	21,81
	25%	5,49	1,40	14,70	26,88	4,64	11,86
	0%	0,00	0,03	1,60	23,18	4,53	1,91
ETE ESMAGADORA DE SOJA E LATICÍNIOS	100%	1,17	3,19	20,00	27,66	2,37	221,96
	75%	0,88	2,40	15,40	26,54	2,91	166,95
	50%	0,58	1,61	10,80	25,42	3,45	111,93
	25%	0,29	0,82	6,20	24,30	3,99	56,92
	0%	0,00	0,03	1,60	23,18	4,53	1,91

Tabela 12. Teores de micronutrientes, PH e condutividade elétrica nas águas residuárias e na água do poço da FESURV utilizadas na irrigação das mudas de eucalipto nos diversos tratamentos

Tipo de água	Concentrações	Micronutrientes mg/L				Condutividade elétrica $\mu\text{s/cm}$ (25°C)	pH
		Fe	Mn	Cu	Zn		
ETE URBANA	100%	0,321	0,022	0,001	0,001	577,00	8.43
	75%	0,241	0,017	0,001	0,001	464,00	8.47
	50%	0,161	0,012	0,001	0,001	399,00	7.30
	25%	0,081	0,006	0,001	0,001	285,00	7.90
	0%	0,001	0,001	0,001	0,001	223,00	7.39
ETE FRIGORÍFICO DE BOVINOS	100%	0,534	0,089	0,013	0,001	3.770,00	7.60
	75%	0,401	0,067	0,010	0,001	3.260,00	7.63
	50%	0,268	0,045	0,007	0,001	2.410,00	7.89
	25%	0,134	0,023	0,004	0,001	1.728,00	7.82
	0%	0,001	0,001	0,001	0,001	223,00	7.39
ETE FRIGORÍFICO DE AVES E SUÍNOS	100%	5,972	0,254	0,001	0,001	1.245,00	7.21
	75%	4,479	0,191	0,001	0,001	953,00	7.13
	50%	2,987	0,128	0,001	0,001	764,00	7.04
	25%	1,494	0,064	0,001	0,001	503,00	7.33
	0%	0,001	0,001	0,001	0,001	223,00	7.39
ETE ESMAGADORA DE SOJA E LATICÍNIOS	100%	0,190	0,001	0,001	0,001	999,00	9.86
	75%	0,143	0,001	0,001	0,001	890,00	10,00
	50%	0,096	0,001	0,001	0,001	710,00	9.77
	25%	0,048	0,001	0,001	0,001	491,00	8.40
	0%	0,001	0,001	0,001	0,001	223,00	7.39

### 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Encontra-se na Tabela 13, o resumo da análise de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu e Zn. Observou-se que houve diferença significativa para a maioria dos itens estudados: tipo de água, diluição, espécie, interação água e diluição, água e espécie para a característica K, diluição e espécie, apenas para as características P, K e Ca. Os maiores coeficientes de variação foram detectados para os nutrientes S e Fe que chegou a mais de 50% (Tabela 13). Enquanto que os CVs para as outras características foram menores.

As mudas de eucaliptos irrigadas com água residuária do frigorífico de bovino apresentaram maiores teores de N na parte aérea (Tabela 14).

O fato das mudas de eucaliptos irrigadas com água do frigorífico de bovino observarem maiores quantidades de N está associado à elevada quantidade deste nutriente presente no efluente

(Tabelas 11 e 12). O excesso de N deve ter reduzido o tamanho ou a qualidade das mudas de eucalipto, pois houve maior mortalidade das mudas. Carneiro (1995), afirma que doses elevadas de N afetam a qualidade fisiológica das mudas, resultando em efeitos negativos no desenvolvimento. Dantas (2005), adubando as espécies jurema preta (*Mimosa hostilis Benth*), gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth ex Walp.) e o nim (*Azadirachta indica* A Juss.) com esterco caprino, observou uma elevação nos valores de N nestas culturas.

Nas plantas, o N atua como constituinte dos aminoácidos, nucleotídeos, clorofila e de várias coenzimas. Além disso, por fazer parte dos ácidos nucléicos, é um elemento vital nos processos de reprodução e crescimento vegetal (Binkley, 1986; Marschner, 1995), porém em excesso é prejudicial, podendo provocar queimadura nas mudas de eucalipto.

Não foram observadas diferenças significativas para os teores de P, enquanto para K, nas mudas irrigadas com água do frigorífico de aves e suínos, apresentou teores superiores (Tabela 14). A importância do potássio na nutrição da planta consiste num elemento vital para o metabolismo vegetal, desenvolvendo diferentes atividades, especialmente, ligadas às funções enzimáticas de regulador osmótico e de controlador das células guardas (Marschner, 1995) e (Basso et al., 2003). Malavolta et al. (1997), mencionam que o potássio interage com outros nutrientes, podendo influenciar a absorção de vários íons. O fato das mudas irrigadas com água do frigorífico de aves e suínos apresentarem maiores teores de K, deve estar associada à concentração deste mineral presente na água residuária (Tabela 11).

Tabela 13. Resumo da Análise de variância dos teores de: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) nas mudas de eucalipto em função dos tipos de águas residuárias das diluições e espécies.

FV	GL	Quadrado médio									
		Macronutrientes						Micronutrientes			
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Tipo de água (Ta)	3	5,22**	0,007	8,25**	0,453**	0,047**	0,046*	20671	310195**	124,0**	581**
Resíduo a	8	0,17	0,002	0,01	0,011	0,000	0,009	21522	866	11,9	32
Diluição (D)	4	1,10**	0,018**	2,00**	2,155**	0,005**	0,047**	3436	22354**	20,7	20
Ta x D	12	0,62**	0,007**	0,72**	0,081**	0,005**	0,011	86978**	36610**	41,1**	227
Resíduo b	32	0,05	0,001	0,01	0,007	0,000	0,006	30416	2012	12,8	201
Espécie (E)	2	0,04	0,028**	0,40**	0,122**	0,006*	0,031	116228**	17666*	8,2	11352**
Ta x E	6	0,27	0,000	0,13**	0,004	0,001	0,001	6644	4800	7,5	218

FV	GL	Quadrado médio									
		Macronutrientes						Micronutrientes			
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
D x E	8	0,10	0,011*	0,07**	0,063*	0,003	0,019	33371	3816	9,9	120
Ta x D x E	24	0,22	0,004	0,05	0,021	0,002	0,004	11750	3078	10,0	93
Resíduo C	80	0,25	0,004	0,02	0,024	0,002	0,013	19284	4262	14,3	243
CV a (%)		26,15	13,12	10,25	10,29	11,20	56,77	47,83	12,01	125,7	15,59
CV b (%)		13,73	10,09	9,92	8,52	7,43	47,73	56,86	18,30	130,5	36,47
CV c (%)		32,27	19,85	12,83	15,04	22,64	69,42	45,27	27,64	137,9	40,08

\*\* , \* Significativo a 1% e 5% de Probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 14. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, na parte aérea de mudas de eucalipto com 90 dias em função das águas residuárias utilizadas para irrigação das mudas

Tipo de água	N	P	K	Ca	Mg	S
	dag/kg <sup>-1</sup>					
ETE FRIG BOVINO	2,01 a	0,32 a	0,88 c	1,00 b	0,22 a	0,20 a
ETE FRIG AVES E SUÍNOS	1,26 c	0,35 a	1,81 a	0,90 c	0,14 d	0,13 b
ETE URBANA	1,64 b	0,34 a	1,02 b	1,04 b	0,19 b	0,14 ab
ETE ESMAG SOJA E LATICÍNIO	1,34 c	0,34 a	1,00 b	1,15 a	0,17 c	0,18 ab

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Observou-se que mudas irrigadas com águas residuárias da ETE - esmagadora de soja e laticínios teve maior acúmulo na parte aérea do que nas mudas irrigadas com as demais águas residuárias. Estes dados mostram que ocorreram diferenças estatísticas entre as águas

residuárias. Mas os valores encontrados estão dentro do valor crítica para as mudas de eucalipto que variam de 0,8 a 1,2 dag/kg<sup>-1</sup> (Tabela 20).

Caires & Rosolem (1998) observaram, em mudas de amendoim, que a calagem aumentou os teores de cálcio e magnésio trocáveis. Isso foi atribuído ao aumento da densidade de raízes nos primeiros 20 cm de profundidade e devido à melhoria da fertilidade do solo, principalmente dos teores de Ca. Em vários trabalhos foram encontrados resultados positivos quanto ao uso de corretivo pela elevação da concentração de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis e diminuição da acidez do solo (Novais, 1979; Barros et al., 1981; Gonçalves et al., 1986), o que favorece o desenvolvimento do sistema radicular (Gonçalves & Mello, 2000).

Os maiores teores de Mg foram obtidos nas mudas irrigadas com água oriunda da ETE frigorífico de bovino, evento este que deve estar associado à concentração deste cátion na água (Tabelas 11 e 14). A irrigação com as outras águas residuárias promoveram teores de Mg inferiores na seguinte sequência: ETE urbana, esmagadora de soja e frigorífico de aves e suínos. É importante relatar que a água do frigorífico de aves e suínos não apresentou as menores concentrações deste mineral (Tabela 11), ou seja, deve ter ocorrido alguma incompatibilidade com outros minerais, pois a absorção foi menor.

Os teores de S nas mudas de eucalipto foram maiores quando as mudas de eucalipto foram irrigadas com a água ETE – frigorífico de bovinos em relação as mudas das irrigadas com ETE – frigorífico de aves e suínos, embora seja a água com menor concentração (Tabelas 11 e 14) deste nutriente.

Os teores de ferro nas mudas de eucalipto foram semelhantes, independente da água utilizada para a irrigação. Os teores de Mn foram diferentes conforme o tipo de água utilizadas na irrigação, tendo a seguinte ordem crescente nos teores conforme a água utilizada na irrigação: ETE - frigorífico de aves e suínos, ETE - frigorífico de bovino, ETE urbana e esmagadora de soja (Tabela 15). Os dados apresentados foram concordantes com a composição das águas residuárias (Tabela 12). Mass et al., (1969); Epstein, (1972); Malavolta et al., (1997), observaram que o Mg pode inibir a absorção do Mn por meio da inibição não competitiva, porém este fato não foi observado neste trabalho.

Tabela 15. Teores de ferro, manganês, cobre e zinco, na parte aérea de mudas de eucalipto aos 90 dias em função das águas residuárias utilizadas para irrigação das mudas.

Tipo de água	Fe	Mn	Cu	Zn
	mg/kg			
ETE FRIG BOVINO	325,72 a	255,47 b	4,91 a	43,29 a
ETE FRIG AVES E SUÍNOS	276,00 a	353,67 a	0,99 b	39,98 ab
ETE URBANA	314,07 a	214,56 c	2,08 b	37,35 bc
ETE ESMAG SOJA E LATICÍNIO	311,14 a	156,49 d	2,99 ab	34,91 c

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

O maior teor de Cu, determinado nas mudas irrigadas com água residuária da ETE - frigorífico de bovinos, apresentou valor quatro vezes maior que a quantidade encontrada nas mudas irrigadas com água residuária da ETE - frigorífico de aves e suínos, e duas vezes maior em relação às águas residuárias ETE – urbana e ETE – esmagadora de soja e laticínio Este fato deve estar associado à maior concentração deste mineral na água residuária da ETE – frigorífico de bovino (Tabela 15). Freier et al. (2006), aplicando lodo de esgoto com elevados teores de Zn e Cu, constataram redução no crescimento de eucalipto. Cunningham et al. (1975) observaram redução na produção de milho e centeio com a aplicação de 63 t ha<sup>-1</sup> de um lodo de esgoto com elevados teores de Cu e Zn.

O maior teor de Zn foi detectado nas mudas irrigadas com águas residuárias da ETE – frigorífico de bovino e ETE – frigorífico de aves e suínos. É importante salientar que dose elevada deste nutriente pode depreciar as características agronômicas das mudas conforme discutido no parágrafo anterior.

À medida que aumentou a concentração das águas residuárias para o nutriente N, observou-se comportamento linear positivo para água oriunda da ETE urbana e quadrático para as águas residuárias da ETE - frigorífico de bovino e ETE - esmagadora de soja e laticínios, sendo que a concentração da água que obteve o maior teor de N foi de 66% (Figura 4).

É importante ressaltar que o N em doses elevadas pode afetar a qualidade fisiológica das mudas e resultar em efeitos negativos, (Carneiro 1995), por outro lado menos de 50% do nitrogênio aplicado sob a forma de fertilizante é utilizado pelas culturas. As perdas do N no solo são devidos aos inúmeros processos aos quais o nitrogênio está sujeito. O nitrogênio é perdido principalmente pela lixiviação de nitrato, volatilização de amônia e emissão de N<sup>2</sup>, N<sub>2</sub>O e outros óxidos de nitrogênio (Anghinoni, 1986). À medida que as concentrações de N foram maiores nas águas residuárias, as plantas absorveram maiores quantidades de N para as águas ETE – urbana e ETE – esmagadora de soja e laticínio, enquanto a água residuária da

ETE – frigorífico de bovino teve um comportamento quadrático com o valor máximo de absorção de N na concentração 63%.

A forma com que o N é disponibilizado para a planta, acarretam respostas diferentes devido à utilização de rotas metabólicas diferentes (Larsson & Ingemarsson, 1989). Isso justifica o resultado obtido com a água do frigorífico de aves e suínos e da esmagadora de soja em que a elevação da concentração da água não apresentou aumento do acúmulo de N, na parte aérea da planta, que deve ter sido perdido no processo. Observou-se que a água do frigorífico de bovino, com concentrações superiores a 63%, promoveu redução nos teores de N nas mudas, fato este que deve estar associado a fito toxidez, provocado pelas elevadas doses deste elemento (Figura 4).

Aumentando-se as concentrações das águas residuárias observou-se que os teores de P apresentaram comportamento quadrático quando as mudas foram irrigadas, independentes das águas utilizadas para a irrigação, exceto para a água oriunda da ETE urbana. Os teores de P nas mudas de eucalipto foram crescentes até as concentrações de 36%, 41% e 45% das águas ETE – esmagadora de soja, ETE – frigorífico de aves e suínos e ETE – frigorífico de bovinos utilizadas na irrigação. Acima destas concentrações, os teores de P nas mudas de eucaliptos decresceram. Isto significa que se não houver diluição destas águas para a irrigação das mudas, os teores de P decrescem nos tecidos, o que conseqüentemente diminui o estado nutricional destas mudas. (Figura 4 e Tabela 16).

O excesso de fósforo pode causar um efeito negativo nas plantas e no solo. Em algumas culturas, ele pode causar redução na produtividade devido ao desbalanço nutricional, pois seu excesso pode reduzir a disponibilidade de nutrientes como o cobre, o ferro e o zinco. Altas concentrações de P podem aumentar a precipitação do cálcio no efluente e, conseqüentemente, aumentar a razão de absorção de sódio (Feigin et al., 1991).

O fósforo é um elemento de baixo aproveitamento na agricultura, em decorrência dos vários processos pelos quais passa. As perdas acumuladas de fósforo, desde a etapa de lavra até a assimilação pelas culturas, podem chegar a 98% (Cekinski, 1990). Luca et al. (2002), comparando a capacidade de absorver o P pelo eucalipto e o arroz, afirmaram que algumas espécies de plantas que crescem em regiões de solos pobres em P, conforme o caso da maioria das espécies de Eucaliptos cultivados, parecem ser pouco eficientes na absorção de fósforo, mas muito eficientes na sua utilização. Portanto, a explicação das altas doses de águas residuárias promoverem menor concentração de P na parte aérea das mudas de eucalipto, deve estar associada a este argumento, uma vez que houve maior crescimento das mudas e também peso de matéria seca da parte aérea como verificado no capítulo 1 desta dissertação.

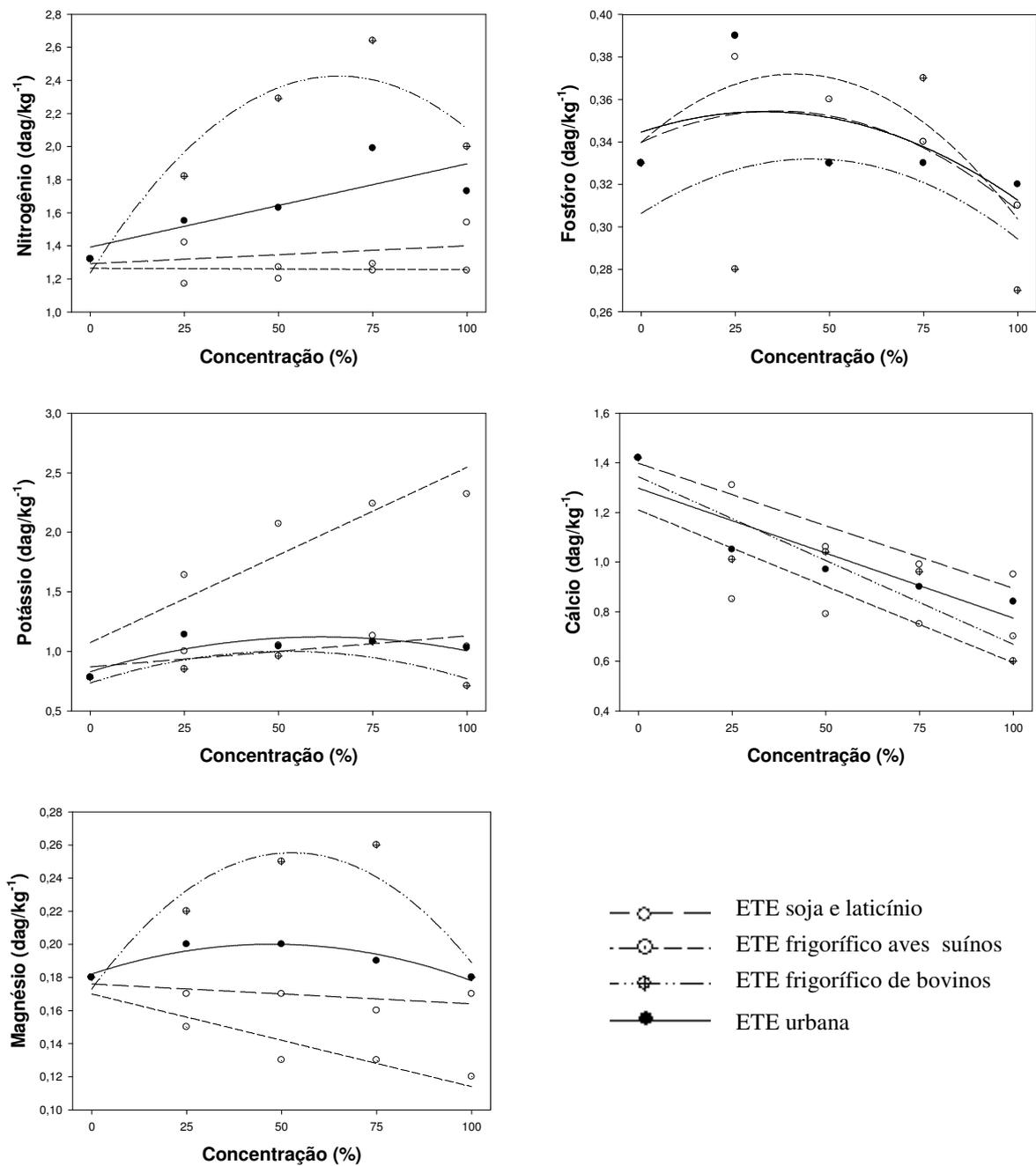


Figura 4. Teores de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea de mudas de eucalipto em função das diferentes concentrações das águas residuárias utilizadas na irrigação.

Tabela 16. Coeficientes da equação de regressão  $y=b_0+b_1x$ ,  $y=b_0+b_1x+b_2x^2$  para os teores de N, P, K, Ca e Mg nas mudas de eucaliptos em função dos tipos de águas residuárias utilizadas na irrigação com águas residuárias em função do tipo de água e de sua concentração.

ETEs	b0	b1	b2	R <sup>2</sup>
Nitrogênio				
Soja e laticínios	1,388635	-0,006513	0,000075	0,50*
Aves e suínos	1,266889	-0,000120		0,00
Bovino	1,236444	0,036138	-0,000275	0,89**
Urbana	1,391556	0,005058		0,66**
Fósforo				
Soja e laticínios	0,338346	0,001010	-0,000014	0,50**
Aves e suínos	0,338283	0,001555	-0,000019	0,67**
Bovino	0,303384	0,001351	-0,000015	0,18**
Urbana	0,340229	0,000703	-0,000010	0,34
Potássio				
Soja e laticínios	0,867400	0,002645		0,62**
Aves e suínos	1,070422	0,014811		0,85**
Bovino	0,733416	0,010503	-0,000102	0,65**
Urbana	0,827476	0,009634	-0,000078	0,70**
Cálcio				
Soja e laticínios	1,397200	-0,005027		0,92**
Aves e suínos	1,210333	-0,006164		0,69**
Bovino	1,344111	-0,006788		0,84**
Urbana	1,296044	-0,005205		0,82**
Magnésio				
Soja e laticínios	0,175467	-0,000130		0,74
Aves e suínos	0,170533	-0,000571		0,92**
Bovino	0,171714	0,003361	-0,000032	0,89**
Urbana	0,181629	0,000779	-0,000008	0,81**

Com o aumento da concentração de águas residuárias, observou-se que os teores de K apresentaram comportamento linear positivo, quando as mudas foram irrigadas com as águas da ETE - esmagadora de soja e laticínio e ETE - frigorífico de aves e suínos. Para as águas da ETE urbana e ETE - frigorífico de bovino, os teores de K apresentaram comportamentos quadráticos. Os teores de K nas mudas foram máximos, quando as concentrações de águas foram de 61% (ETE - urbana) e 51% (ETE - frigorífico de bovinos) (Figura 4). A água da ETE - frigorífico de aves e suínos, à medida que aumentou sua concentração, aumentou, também, de forma expressiva, o acúmulo de K, na parte aérea das mudas de eucalipto, isto deve estar associado à concentração deste elemento na água residuária que é a água que contém maior quantidade de K das estudadas neste trabalho (Tabela 11). Possuindo também uma considerada quantidade de Ca, esse elemento poderia interferir na absorção do potássio pelas plantas (Bataglia et al, 1983). Entretanto, este fato não foi demonstrado neste trabalho.

Ceolato (2007), aplicando lodo de esgoto com elevada dose de P em plantação de *Brachiaria decumbens*, observou uma elevação no teor de Ca.

Em relação ao nutriente Ca, observaram diferenças significativas do tipo linear decrescente para todas as águas, à medida que aumentou as concentrações das águas residuárias, reduziu a concentração deste nutriente nas mudas de eucaliptos (figura 4). Fato este que deve estar associado à presença de elementos que têm ação antagônica ao Ca, como é o caso do K, que teve uma elevação em sua concentração na parte aérea, à medida que aumentou a concentração das águas residuárias testadas nesse experimento (Tabela 11 e Figura 4). Durante experimento de Trigueiro (2002), observou-se que em mudas de eucaliptos e pinus que se desenvolveram em substratos com maior quantidade de Ca, apresentaram menor concentração de K, na parte aérea, devido ao efeito antagônico entre esses elementos. Baixas concentrações de potássio tornam máxima a absorção de cálcio, ao passo que em altas concentrações, ocorre redução na absorção do cálcio (Ventura, 1987; Kurihara, 1991).

O Ca é essencial nas divisões celulares, germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, por ativar as enzimas relacionadas ao metabolismo do fósforo e atuar na manutenção da integridade funcional da membrana e da parede celular e como ativador de enzimas relacionadas ao metabolismo do fósforo (Sfredo et al., 2008).

Os teores de Mg, nas mudas apresentaram comportamento não significativo para a água da ETE - esmagadora de soja e laticínio, linear decrescente para a água da ETE - frigorífico de aves e suínos e quadrático para as águas da ETE - frigorífico de bovino e ETE - urbana com o Máximo de eficiência técnica de 53% e 49% respectivamente. O fato das mudas irrigadas com água da ETE - frigorífico de aves e suínos promover uma menor retenção de Mg na parte aérea das mudas de eucalipto, à medida que aumentou a concentração do efluente e as águas da ETE - frigorífico de bovino e da ETE - urbana a partir da máxima eficiência técnica, deve estar relacionado à competição deste elemento com outro cátion como é o caso do K que pode promover a inibição da absorção, visto que a água da ETE - frigorífico de aves e suínos apresentou as maiores doses de K em sua composição (Tabela 11), conforme descrito por Mortvedt & Khasawneh (1986), Loyola Júnior & Pavan (1989), Diem & Godbold (1993) e Andreotti et al. (2000).

Apenas a água do frigorífico de bovino promoveu diferenças significativas obedecendo ao modelo quadrático. A absorção de Fe pelas plantas de eucalipto diminuiu quando a diluição das águas residuária foi menor que 50%, este fato pode estar associado ao pH das águas residuárias que de acordo com Ceolato (2007), trabalhando com *Brachiaria decumbens*, observou que em pH menor, este vegetal acumulou maior quantidade de ferro, outro argumento é que também pode estar ligado à quantidade de Zn presente no substrato. Soares (2001), trabalhando com dose crescente de Zn, observou que a elevação nas doses de Zn

reduziu, marcadamente, a concentração de Mn e Fe nas espécies de eucalipto *E. maculata* e *E. urophylla*.

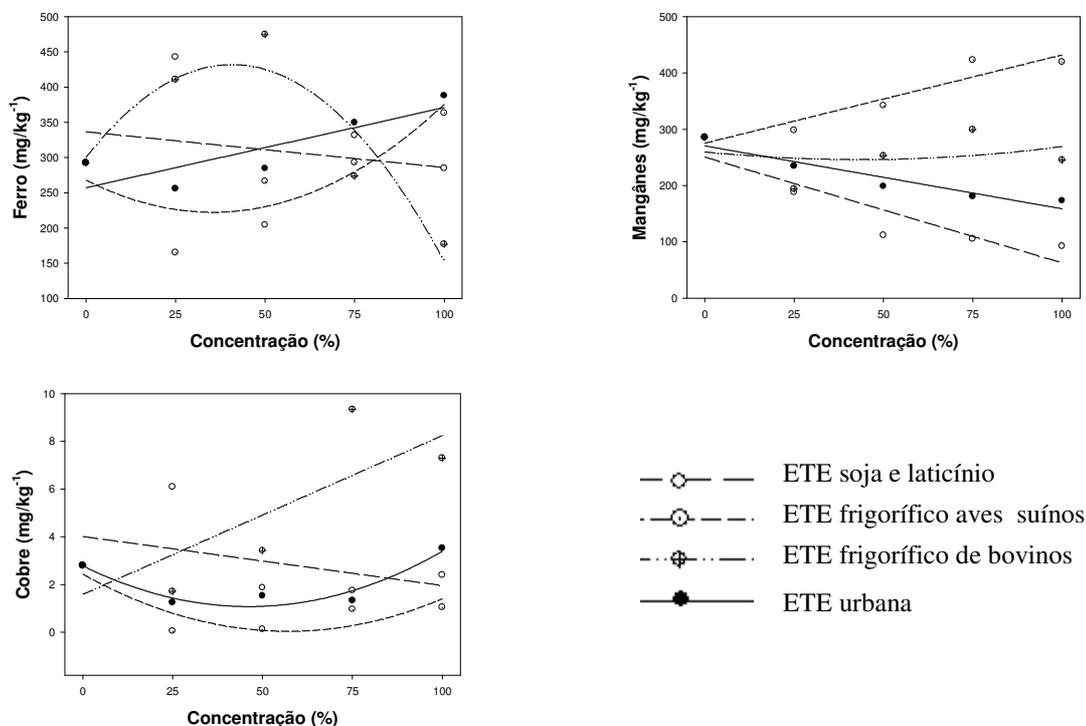


Figura 5. Teores de Fe, Mn e Cu na parte aérea de mudas de eucaliptos em função das diferentes concentrações das águas residuárias utilizadas na irrigação.

Tabela 17. Coeficientes da equação de regressão  $y=b_0+b_1x$ ,  $y=b_0+b_1x+b_2x^2$  para as características químicas Micronutrientes: Ferro, Manganês e Cobre em mudas de três espécies de eucalipto irrigadas com águas residuárias em função do tipo de água e de sua concentração.

ETEs	b0	b1	b2	R <sup>2</sup>
				Ferro
Soja e laticínios	336,450667	-0,506267		0,05
Aves e suínos	268,066444	-2,590182	0,036652	0,71
Bovino	300,104444	6,468969	-0,079422	0,87**
Urbana	257,183111	1,137551		0,71
				Manganês
Soja e laticínios	250,434222	-1,878809		0,83**
Aves e suínos	275,233778	1,568809		0,91**
Bovino	259,541429	-0,618937	0,007166	0,05
Urbana	270,410444	-1,117058		0,91**
				Cobre
Soja e laticínios	3,998000	-0,020218		0,02
Aves e suínos	2,429651	-0,083928	0,000736	0,74
Bovino	1,585111	0,066596		0,66**
Urbana	2,776317	-0,073750	0,000798	0,90

Os teores de Mn nas mudas de eucalipto apresentaram comportamento não significativo, apenas quando as mudas foram irrigadas com água da ETE - frigorífico de bovinos, e comportamento linear para as demais águas utilizadas, sendo crescente para o frigorífico de aves e suínos e decrescente para a esmagadora de soja e da ETE urbana (Figura 5).

O fato da água residuária da ETE frigorífico de aves e suínos proporcionar um maior teor de Mn na parte aérea das mudas de eucalipto, deve estar associado à composição desta água, apresentando uma elevada concentração deste mineral (Tabela 12). Defelipo et al. (1991), trabalhando com sorgo e Silva et al. (2006), trabalhando com milho, verificaram correlações significativas entre os teores de Mn nas folhas com Mn do solo. A irrigação das mudas com águas da ETE esmagadora de soja e ETE urbana deve estar associado à competição deste elemento com outros como é o caso do Mg, Mass et al. (1969), Kabata-Pendias & Pendias, (1984) e Moreira et al. (2003), observaram esta ocorrência em seus trabalhos.

Irrigando as mudas de eucalipto com água da ETE – frigorífico de bovinos observou-se que à medida que aumenta a concentração desta água, os teores de Cu nas mudas aumentaram, pois esta água residuária possui altas concentrações de Cu (Tabela 12). Corroborando com este resultado, Trigueiro (2002), utilizando biossólidos como substrato para mudas de eucalipto, observou maior acúmulo de Cu na parte aérea e nas raízes, à medida que aumentou a concentração de biossólido no substrato.

Os teores de N, P, Ca na parte aérea das mudas de eucalipto foram semelhantes entre as espécies, quando a água residuária utilizada na irrigação foi a mesma (Tabela 18), entretanto para o K, em que as mudas de *E. citriodora*, apresentaram maiores teores de K na parte aérea, quando as mudas foram irrigadas com ETE soja e laticínio, ETE aves e suínos e ETE urbana. Quiqui (2004), trabalhando com nutrição de eucaliptos, também observou maior acúmulo de K em *E. citriodora*.

Os teores de N na parte aérea de mudas de *E. citriodora* e *E. urograndis* foram menores, quando a água de irrigação utilizada foi da ETE aves e suínos (Tabela 8). O *E. urofila* apresentou maior teor de N na parte aérea, quando irrigado com água da ETE -frigorífico de bovino (Tabela 11). O que deve ter promovido esta diferença de comportamento foi a composição das águas e os diferentes genótipos.

Os teores de K na parte aérea de mudas de eucaliptos foram superiores para todos os genótipos, quando a água utilizada na irrigação foi da ETE - frigorífico aves e suínos, caso que deve estar associado à elevada concentração deste nutriente no referido efluente (Tabela 11).

Os teores mais baixos para Ca e Mg na parte aérea das mudas de eucaliptos dos três genótipos foram detectados quando as mesmas foram irrigadas com água da ETE aves e suínos. Evento que deve estar associado à inibição do Ca e Mg por elementos competidores como é o

caso do K.

Os teores de Fe, Cu na parte aérea das mudas de eucalipto foram semelhantes entre as espécies, quando a água residuária utilizada na irrigação foi a mesma (Tabela 19), exceto para o Mn em que as mudas de *E. citriodora* apresentaram maiores teores de Mn na parte aérea, quando as mudas foram irrigadas com água da ETE - frigorífico de bovinos. Os teores de Zn na parte aérea do *E. citriodora* foram superiores aos teores de Zn na parte aérea dos *E. urofila* e *urograndis*, independente do tipo de água residuária utilizada na irrigação (Tabela 19), isso demonstrou que o genótipo de eucalipto apresenta absorções diferenciados dos nutrientes.

Os teores de Mn na parte aérea de mudas de eucaliptos foram superiores para todos os genótipos, quando a água utilizada na irrigação foi da ETE frigorífico aves e suínos, caso que deve estar associado à elevada concentração deste nutriente na água residuária (Tabela 11).

No genótipo *urograndis*, notaram maiores teores de Cu na parte aérea, quando as mudas foram irrigadas com água oriunda da ETE - frigorífico de bovinos (Tabelas 12 e 19). O genótipo *E. citriodora* absorveu maiores teores de Zn na parte aérea, quando irrigado com água da ETE - frigorífico de bovinos (Tabela 19).

Tabela 18. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de eucalipto em função das espécies, conforme as águas residuárias utilizadas na irrigação das mudas de eucaliptos.

Genótipos	ETE SOJA E	ETE AVES E	ETE BOVINO	ETE URBANA
	LATICÍNIO	SUÍNO		
Nitrogênio (dag/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	1,47 AB	1,31 B	1,86 A	1,75 AB
UROFILA	1,25 B	1,27 B	2,19 A	1,52 B
UROGRANDIS	1,32 BC	1,20 C	1,98 A	1,67 AB
Fósforo (dag/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	0,33	0,34	0,31	0,34
UROFILA	0,32	0,32	0,31	0,31
UROGRANDIS	0,36	0,37	0,34	0,37
Potássio (dag/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	1,18 aB	1,93 aA	0,82 C	1,14 aB
UROFILA	0,87 bB	1,74 bA	0,90 B	0,94 bB
UROGRANDIS	0,95 bB	1,76 bA	0,91 B	0,97 bB
Cálcio (dag/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	1,20 A	0,93 B	1,08 A	1,08 A
UROFILA	1,13 A	0,90 C	0,98 BC	1,04 AB
UROGRANDIS	1,11 A	0,87 B	0,96 B	0,99 AB

“continua...”

“...Cont.”

Genótipos	ETE SOJA E LATICÍNIO	ETE AVES E SUÍNO	ETE BOVINO	ETE URBANA
Magnésio (dag/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	0,18 B	0,14 C	0,24 A	0,21 AB
UROFILA	0,17 BC	0,14 C	0,21 A	0,18 AB
UROGRANDIS	0,16 BC	0,14 C	0,21 A	0,18 AB
Enxofre (dag/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	0,20	0,14	0,22	0,17
UROFILA	0,15	0,10	0,18	0,12
UROGRANDIS	0,20	0,14	0,20	0,14

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Tabela 19. Teores de Fe, Mn, Cu e Zn na parte aérea de mudas de eucalipto em função das espécies, conforme as águas residuárias utilizadas na irrigação das mudas de eucaliptos.

Genótipos	ETE SOJA E LATICÍNIO	ETE AVES E SUÍNO	ETE BOVINO	ETE URBANA
Ferro (mg/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	271,4	232,5	307,0	293,6
UROFILA	272,3	271,1	318,0	285,9
UROGRANDIS	389,5	324,3	352,1	362,6
Manganês (mg/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	183,3 C	340,6 A	285,6 aB	225,1 C
UROFILA	155,1 C	365,3 A	257,6 abB	224,4 B
UROGRANDIS	131,0 C	355,0 A	223,0 bB	194,0 B
Cobre (mg/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	3,19 A	0,90 A	4,33 A	1,43 A
UROFILA	3,14 A	1,22 A	4,18 A	1,89 A
UROGRANDIS	2,63 B	0,86 B	6,24 A	2,93 AB
Zinco (mg/kg <sup>-1</sup> )				
CITRIODORA	46,82 aB	55,93 aAB	65,23 aA	51,05 aB
UROFILA	28,99 bA	31,07 bA	32,14 bA	29,64 bA
UROGRANDIS	28,94 bA	32,94 bA	32,49 bA	31,35 bA

Médias seguidas de mesma letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Comparando os teores de macros e micronutrientes nas águas do frigorífico de bovinos, observou-se teores abaixo do crítico nos seguintes nutrientes, K, Mg, Mn e Cu, já o frigorífico de aves e suínos no Mg e Cu e esmagadora de soja e urbana no Mg, Mn e Cu, enquanto todas as águas promoveram maior acúmulo de Fe que o indicado por meio das referências (Tabela 20). Importante ressaltar que o trabalho não foi realizado com o genótipo comparado, podendo dessa forma, ter variação no acúmulo dos nutrientes de acordo com a genética de cada espécie de mudas de eucalipto do atual trabalho com os teores críticos da literatura. (Silveira et al, 2001).

Observou-se que quando as mudas foram irrigadas com água residuária da ETE – bovinos os teores de K, Mg, Mn e Cu estavam diferentes, quando as mudas de eucalipto foram irrigadas com as águas residuárias da ETE – frigorífico aves e suínos também apresentaram diferentes Mg e Cu.

Os dados apresentados contribuem com a possibilidade de utilização destes resíduos na irrigação de mudas de eucalipto, promovendo economia de fertilizantes e degradação do meio ambiente no ato do lançamento dos resíduos em locais não apropriados, porém, deve-se observar a diluição.

Tabela 20. Teores de macro e micronutrientes considerados adequados nas folhas de *Eucalyptus grandis* em com idade entre 60 e 100 dias (adaptado).

Nutrientes	Idade (dias)
	60-100
	Macronutrientes (dag/kg <sup>-1</sup> )
N	1,3-3
P	0,15-0,3
K	1,5-2,0
Ca	0,8-1,2
Mg	0,3-0,4
S	0,13-0,25
	Micronutrientes (mg/kg <sup>-1</sup> )
B	30-50
Cu	10-15
Fé	80-130
Mn	300-500
Zn	30-60

Fonte: arquivo do agrônomo - nº 12 seja o doutor do seu eucalipto

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com os dados apresentados, considera-se que as águas testadas podem ser utilizadas na irrigação das duas espécies e do híbrido de eucalipto.

As doses que promoveram melhores resultados variaram dependendo do tipo de água residuária e de sua diluição.

A água residuária da ETE- frigorífico de bovinos deverá ser diluída para ser utilizada na irrigação de mudas de eucalipto.

Os três genótipos testados se comportaram de forma semelhante no acúmulo dos macros e micros nutrientes avaliados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S.; FREGADOLLI, P.; CASTRO, L. A R. de. Diagnóstico do potencial dos solos da região de Maringá para disposição final do lodo gerado pelos sistemas de tratamento de esgoto do município. **Revista Técnica da Sanepar** (Sanare), v.13, n. 13, p. 40–50, 2000.

ANDREOTTI, M.; SOUZA, E. C. A. de; CRUSCIOL, C. A. C.; RODRIGUES, J. D.; BÜLL, L. T. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em razão da saturação por bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2437-2446, dez. 2000.

ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SANTANA, M.B.M. **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus : CEPLAC/SBCS, 1986. Cap.I. p.1-18.

BARROS, N.F.; BRAGA, J.M.; BRANDI, R.M.; DEFELIPO, B.V. Produção de eucalipto em solos de cerrado em resposta à aplicação de NPK e de B e Zn. **Revista Árvore**, v.5, 1981. p.90-113.

BASSO, L. H. M.; GONÇALVES, A. N.; SILVEIRA, L. V. de A.; LIMA, G. P. P. Efeito do alumínio no crescimento de brotações de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* cultivadas *in vitro*. **Scientia Forestalis**. n. 63, p. 167-177, jun. 2003

BASTOS, R. K. X. Fertirrigação com águas residuárias, In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação**. Citrus. Flores. Hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 279-291.

BATAGLIA, O.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C. & GALO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônômico. p31, 1978.

BENINCASA, M.M.P. **Ecofisiologia vegetal**. Jaboticabal: FCAV/ UNESP, 1984. 120 p.

BINKLEY, D. **Forest nutrition management**. New York: J. Wiley, 1986. 290 p.

CAÍRES, E.F.; ROSOLEM, C.A. **Correção da acidez do solo e desenvolvimento do sistema radicular do amendoim em função da calagem**. Bragantia, 1998. 57.

CARNEIRO, J.G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos:UENF, 1995. 451 p.

CEKINSKI, E. Fertilizantes fosfatados. In: CEKINSKI, E.; CALMANOVICI, C.E.; BICHARA, J.M.; FABIANI, M.; GIULIETTI, M.; CASTRO, M.L.M. M.; SILVEIRA, P.B.M.; PRESSINOTTI, Q.S.H.C.; GUARDANI, R. (Ed.) **Tecnologia de produção de fertilizantes**. São Paulo: IPT, 1990. p.95-129

CEOLATO, L. C. **Lodo de esgoto líquido na disponibilidade de nutrientes e alterações dos atributos químicos de um argissolo**. Campinas, SP, 2007.

CHEYI, R.H.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. 383p.

SENEPAR. COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Reciclagem agrícola do lodo de esgoto**: estudo preliminar para definição de critérios para uso agrônômico e de parâmetros para normatização ambiental e sanitária. 2ª ed. rev. Paraná: Sanepar, 1999.

AGENDA 21. **CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO**. Brasília (DF): Senado Federal, 1997.

CUNNINGHAM, J. D.; RYAN, J. A.; KEENEY, D. R. Phytotoxicity in and metal uptake from soil treated with metal-amended sewage sludge. **Journal of Environmental Chemistry**, v.4, p.455-460, 1975.

DANTAS, J. S. **Absorção de N, P, K de três espécies florestais em relação ao estresse hídrico e adubação orgânica em dois solos do semiárido da Paraíba**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Manejo de Solo e Água”. Área de Concentração: Manejo e Conservação de Solos e Água. 2005.

DEFELIPO, B.V.; NOGUEIRA, A.V.; LOURES, E.G. & ALVAREZ, V.H. Eficiência agrônômica do lodo de esgoto proveniente de uma indústria siderúrgica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.15, p. 389-393, 1991.

DIEM, B.; GODBOLD, D.L. Potassium, calcium and magnesium antagonism in clones of *Populus thichocarpa*. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.155/156, p.411-414, 1993.

EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. New York: J. Wiley, 1972. 412 p.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.

FREIER, M; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M. Efeitos da aplicação de biossólido no crescimento inicial de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.2, p. 102-107, 2006.

GONÇALVES, J. L. M.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Níveis críticos de fósforo no solo e na parte aérea de eucalipto na presença e ausência de calagem. **Revista Árvore**, 1986. 10: 91-104.

GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L. **O sistema radicular das árvores**. In.: Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF. 2000. 427pp.

HATTARI, F.H., BROADVENT, F.E., Influence of trace metals on some soil nitrogen transformations. **Journal of Environmental Quality**, v.11, p.1-4, 1991.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press, 1984. 315 p.

KURIHARA, C. H. **Nutrição mineral e crescimento da soja sob influência do equilíbrio entre Ca, Mg e K**. 1991. 95 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

LARSSON, C.M., INGEMARSSON, B. Molecular aspects of nitrate uptake in higher plants. In: WRAY, J.L., KINGHORN, J.R. **Molecular and genetics aspects of nitrate assimilation**. Oxford : Oxford Science, 1989. Chapt.1. p.3-14.

LIMA, P.C.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. & MOSQUIM, P.R. Alterações na absorção e distribuição de nutrientes minerais em plantas de *Eucalyptus* spp submetidas a deficiência hídrica no solo. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador, Embrapa, 1997. p.38-45.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. da. Nutrição mineral de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. **Revista Brasileira Ciências e Solo**, 2007, 31:713-722.

LOYOLA JÚNIOR, E.; PAVAN, M. A. Seletividade de troca de cátions em solos ácidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.2, p.131- 138, 1989.

LUCA, E. F. de; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; CHITOLINA, J. C. Eficiência de absorção e utilização de fósforo (32p) por mudas de eucalipto e arroz. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.543-547, jul./set. 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p. il.  
MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MASS, E. V.; MOORE, D. P.; MASON, B. J. Influence of calcium and magnesium on manganese absorption. **Plant Physiology**, Rockville, v. 44, p. 796-800, 1969.

MIKKELSEN, R.L.; RECHCIGL, J.E.; MACKINNON, H.C. **Agricultural and environmental issue in the management of swine waste**. Agriculture uses of products and waste. Oxford: Oxford University Press. v. 6, 1997, p.110-119.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; HEINRICHS, R.; TANAKA, R. T. Influência do magnésio na absorção de manganês e zinco por raízes destacadas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 95-101, jan. 2003.

MORTVEDT, J.J.; KHASAWNEH, F.E. Effects of growth responses on cationic relationships in plants. **Soil Science**, Baltimore, v.141, n.3, p.200-207, 1986.

NOVAIS, R. F. **Calagem e adubação NPK na produção de mudas de Eucalipto** (Eucaliptus grandis W. Hill ex Maiden). Viçosa: Boletim Técnico SIF, 1979. 2: 27-66.

QUIQUI, E. M. D.; MARTINS, S. S.; PINTRO, J. C.; ANDRADE, P. J. P. de; MUNIZ, A. S. Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. **Acta Scientiarum: Agronomy Maringá**, v. 26, n. 3, p. 293-299, 2004.

SCHERER, E.E., BALDISSERA, I.T. **Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizantes**. Concórdia: EMBRAPA-CNPS, 1994. p.33-38 (documentos 32).

SFREDO, G. J.; KLEPKER, D.; BORKERT, C. M.; OLIVEIRA, F. Á. de. **Rendimento de grãos de soja, em função da saturação de Ca e Mg, NA CTC, e da saturação por bases, em solos de cerrados**. Disponível em:  
<[http://www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/trabajos\\_pdf/T170.pdf](http://www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/trabajos_pdf/T170.pdf)>. Acesso em: 15/07/2008.

SILVA, C.A.; RANGEL, O.J.P.; DYNIA, J.F.; BETTIOL, W.; MANZATTO, C.V. Disponibilidade de metais pesados para milho cultivado em latossolo sucessivamente tratado com lodos de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, p.353-364, 2006.  
SILVA, F. C. (Org). Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. **EMBRAPA**, Brasília, 1999, 370p.

SILVA, M.R. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2003. 100p. (Tese de Doutorado).

SILVEIRA, R. L. V. de A.; HIGASHI, E. N.; SGARBI, F.; MUNIZ, M. R. A. Seja o doutor do seu eucalipto. **Informações Agronômicas**, n.93, mar. 2001.

SOARES, C. R. F. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; SIQUEIRA, J. O.; CARVALHO, J. G. de; MOREIRA, F. M. S. Toxidez de zinco no crescimento e nutrição de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 339-348, fev. 2001

SOBRINHO, P. A. Tratamento de esgoto e geração de lodo. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna : EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. P.11-24.

TRIGUEIRO, R. de M. **Uso de biossólidos como substrato para produção de mudas de pinus e eucalipto**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP. Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração em Energia na Agricultura. Botucatu – SP, Junho – 2002.

VENTURA, C. A. D. **Níveis de potássio, cálcio e magnésio em solução nutritiva influenciando o crescimento e a composição da soja (*Glycine Max (L.) Merrill*), cv. Paraná**. 1987. 65 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

VON SPERLING, M.; GONÇALVES, R. F. **Lodo de esgoto: características e produção**. In: LODO de esgoto: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: UFMG, 2001. cap. 2. p. 17-67.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture**. Geneva: WHO, 1989. (Technical Report Series, n. 778).