



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Jaboticabal



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

**COMPOSTOS ORGÂNICOS COMO SUBSTRATOS NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE
IPÊ AMARELO [*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.]
IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA**

Reginaldo Itiro Muraishi
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2008



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Jaboticabal



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

**COMPOSTOS ORGÂNICOS COMO SUBSTRATOS NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE
IPÊ AMARELO [*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.]
IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA**

Reginaldo Itiro Muraishi
Orientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2008

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Reginaldo Itiro Muraishi – Filho de Alexandre Muraishi e Akiko Muraishi, nascido em Guaíra – SP em 12 de fevereiro de 1962. Formou – se em Agronomia pela Faculdade “Luiz Meneghel” em 21 de julho de 1984. Realizou estágios na ESALQ-USP, Departamento de Entomologia orientado pelo Professor Dr. Octavio Nakano com culturas de algodão, soja e milho; trabalhou como Engenheiro Agrônomo representante de multinacional na área de nutrição vegetal (micronutrientes), e atualmente como professor universitário e consultor ambiental. Em agosto de 2006, ingressou no curso de Mestrado em Agronomia, vinculado ao programa de Ciências do Solo da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal – UNESP. Em julho de 2008 conclui o mestrado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre guiar e iluminar meu caminho.

A minha família, em especial minha esposa Maria Cássia, filhos Rafael, Eduardo e Gustavo, pela paciência e incentivos.

A minha mãe Akiko por onde estiver, certamente estará apoiando a minha realização.

Ao professor Dr. João Antônio Galbiatti, pela oportunidade, aceitando-me como orientado, pela paciência, amizade, aprendizado e apoio em todos os momentos.

A Prof^a. Dr^a. Patrícia Helena Rodrigues de Souza, pelo incentivo e apoio.

Ao Prof. Msc. Fabio Olivieri de Nobile e Prof. Dr. Danilo Cesar Checchio Grotta pela paciência e incentivo nas orientações.

Aos membros da banca, pelo apoio, orientações e oportunidade.

Ao professor Dr. José Carlos Barbosa, pelo apoio oferecido na realização das análises estatísticas.

A todos os professores e funcionários do departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP pelo apoio oferecido e amizade.

Aos bibliotecários da Unesp - Jaboticabal, pelo atendimento dedicado.

A todos os colegas do Campus de Jaboticabal, que de alguma maneira colaboraram para realização desse trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS.....	3
2.1 Composto Orgânico.....	3
2.2 Uso de composto de lixo na produção de mudas.....	6
2.3 Uso de composto de poda de árvore na formação de mudas.....	6
2.4 Uso de água residuária na formação de mudas.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Delineamento Experimental.....	10
3.2 Caracterização da espécie	11
3.3 Instalação e condução do experimento.....	11
3.4 Determinações experimentais.....	12
3.4.1 Caracterização química e física dos compostos.....	12
3.4.2 Desenvolvimento das mudas.....	14
3.4.3 Irrigação.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Altura	16
4.2 Diâmetro de colmo.....	18
4.3 Matéria seca.....	21
4.4 Análise foliar.....	23
5 CONCLUSÕES.....	29
6 REFERÊNCIAS	30

LISTA DE TABELAS

1. Teores permissíveis de metais pesados (mg kg^{-1}) no composto de lixo urbano em alguns países da Europa e Estados Unidos.....	4
2. Classificação do composto de lixo urbano quanto as suas características químicas.....	5
3. Percentual dos materiais na composição volumétrica dos substratos utilizados para produção de mudas de Ipê-amarelo.....	10
4. Dados das características químicas e físicas dos substratos.....	13
5. Características químicas das águas testadas.....	14
6. Altura média da parte aérea (H) das plantas (cm) aos 21, 42, 63 e 84 dias após a emergência nos substratos estudados.....	16
7. Desdobramento da interação substrato x água para altura da parte aérea (cm) aos 42, 63 e 84 dias após emergência.....	17
8. Diâmetro de colmo (D) das plantas (mm) aos 42, 63 e 84 dias após a emergência nos substratos estudados.....	19
9. Desdobramento da interação entre substrato x água para diâmetro de colmo (mm) aos 42, 63 e 84 dias após emergência.....	20
10. Matéria seca média da parte aérea e raízes (MS) das plantas.....	22
11. Quantidade de nutrientes presentes nas folhas de ipê-amarelo, segundo análise foliar.....	23
12. Quantidade de nutrientes presentes nas folhas de ipê-amarelo, segundo análise foliar.....	24
13. Desdobramento da interação entre substratos x água de irrigação para os nutrientes.....	25
14. Desdobramento da interação entre substratos x água de irrigação para os nutrientes.....	26
15. Desdobramento da interação entre substratos x água de irrigação para os nutrientes.....	27
16. Desdobramento da interação entre substratos x água de irrigação para os nutrientes.....	27

COMPOSTOS ORGÂNICOS COMO SUBSTRATOS NA FORMAÇÃO DE MUDA DE IPÊ AMARELO [*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.] IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA.

RESUMO: A necessidade de se estudar a utilização do resíduo de podas de árvores é de grande importância ambiental para solucionar os problemas de resíduos sólidos gerados nas áreas urbanas junto com os resíduos de lixo domésticos. O estudo deste material foi avaliado com base no desenvolvimento de mudas de ipê-amarelo [*Tabebuia Chrysotricha* (Mart. ex DC.) standl.] cultivados em diferentes substratos e com 2 tipos de água para irrigação. O experimento foi instalada no setor de plasticultura do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal. Foram realizados 2 experimentos, avaliados conjuntamente com delineamento experimental em blocos casualizados, de 8 substratos, 2 qualidades de águas e 4 repetições, totalizando 64 parcelas. Cada parcela foi composta por 30 plantas (5 linhas de 6 plantas), sendo consideradas como úteis, as 3 linhas de 4 plantas centrais da parcela. Para estudar o desenvolvimento das mudas de ipê amarelo, foram avaliadas a altura da parte aérea das plantas (H), diâmetro do colmo (D), matéria seca (MS) e composição química. As características de desenvolvimentos foram avaliadas aos 21, 42, 63 e 84 dias após a emergência das plantas. Da análise dos resultados concluiu-se que os substratos estudados promoveram diferenças significativas para altura média das plantas, diâmetro médio de colmo, acúmulo de matéria seca e teores de nutriente nas folhas em todos os períodos de avaliação. Houve interação positiva entre substrato e água de irrigação, para altura média das plantas e diâmetro médio de colmo aos 42, 63 e 84 dias após emergência e em todos nutrientes foliar. Os substratos 3 (5% composto lixo + 95% composto de poda, 4 (10% composto de lixo +90% composto de poda) e 5 (20% de composto de lixo + 80% composto de poda) e a água residuária apresentaram os melhores resultados no desenvolvimento das mudas de ipê amarelo.

PALAVRAS-CHAVE: Substratos, composto de lixo, composto de poda, água residuária

**ORGANIC COMPOUNDS AS SUBSTRATE IN THE FORMATION OF THE YELLOW-
IPE [*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.], SEDLINGS
IRRIGATED WITH RESIDUARY WATER**

SUMMARY: The need to study the use of waste pruning of trees is of great importance to solve the environmental problems of solid waste in the urban areas along with the waste of household waste. The study of these materials was evaluated with the development of seedlings of yellow-ipe [*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.] in mixtures of different substrates and types of water for irrigation. The experiment was installed at the Department of Rural Engineering of de São Paulo University State, Campus of Jaboticabal. Two experiments were conducted, evaluated together with experimental design in randomized blocks of 8 substrates, 2 qualities of water and 4 repetitions, totaling 64 parcels. Each parcel was composed of 30 plants (5 rows of 6 plants) and is regarded as useful, the 3 lines of 4 plants of the central plot. Eight substrates were tested, resulting from the combination of commercial substrate, composed of household waste and composed of pruning of trees with 2 types of irrigation water (clean water and residuary) and 4 repetitions. To observe the development of seedlings of yellow-ipe, were evaluated the height of the shoots of plants, diameter of the stem, dry material and leaf analysis. The characteristics were evaluated at 21, 42, 63 and 84 days after the emergency. The analysis of results allowed to conclude that the substrates studied promoted significant differences in average height of the plants, stem diameter, dry material and leaf analysis in all periods of assessment. The interaction between substrate and water for irrigation were to average height and diameter of the plant stem at 42, 63 and 84 days after emergency and in all of leaf analysis nutrients. The substrates 3, 4 and 5 with residuary water showed the best results in the development of seedlings of yellow-ipe.

KEYWORDS: substrates, waste composed, pruning composed, residuary water

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE (2002), 59% dos municípios dispõe os resíduos coletados inadequadamente em lixões ou mesmo em aterros controlados. Os problemas decorrentes dessas atitudes são bastante conhecidos, como as transmissões de doenças, os impactos ambientais e os sociais.

A fim de evitar que a poluição ambiental seja contínua, oferecendo riscos à saúde pública, cada vez mais empresários, agentes públicos e pesquisadores buscam soluções para minimizar a produção de resíduos e conseqüentemente diminuir a quantidade destinada a aterros e lixões.

Com base nessas premissas, formas alternativas para conservação, recuperação e manejo dos ecossistemas devem ser estudadas. Entre essas alternativas, no que se refere aos resíduos sólidos, estão incluídos processos de compostagem dos resíduos orgânicos urbano..

Resíduos de poda de árvores não se enquadram na disposição nos aterros sanitários, principalmente com presença de galhos mais grossos, sendo estes geralmente aproveitados na forma de lenha em pizzarias, padarias, carvoarias, etc. Já os galhos finos e folhas, podem ser aproveitados triturando-os e, posteriormente submetendo-os à compostagem.

A disponibilidade da água existente na natureza vem diminuindo em qualidade, devido principalmente à urbanização, expansão agrícola, industrialização e degradação do meio ambiente. Essas mudanças resultaram na escassez de água em várias regiões do mundo, dificultando o atendimento aos múltiplos usos a que se destina. Uma das alternativas para amenizar estes problemas em muitas regiões, tem sido considerar o uso de águas de qualidade inferior para os mais variados setores da sociedade, como por exemplo, a utilização de água residuária para a agricultura e indústria.

O uso racional de água residuária, considerando uma política definida, é um importante instrumento para evitar a contaminação ambiental, doenças de veiculação hídrica, que representam 65 % das internações hospitalares no Brasil, como também pode melhorar a qualidade de vida da população (SOUSA et al. 2004)

O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento de mudas de *Tabebuia*

Chrysotricha (Mart. ex DC.) Standl, desenvolvidas em substratos formados pela associação entre diferentes doses de compostos de lixo urbano, composto de poda de árvore e substrato comercial, em condição de irrigação com água potável e residuária.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Compostos orgânicos

Devido ao grande volume de lixo produzido no mundo, existe uma crescente preocupação quanto ao destino final desses resíduos, para se evitar a poluição ambiental. Várias alternativas têm sido praticadas para diminuir o volume de lixo a ser descartado, dentre as quais, destacam-se: a) incineração; b) disposição em aterros sanitários; c) reciclagem de materiais reprocessáveis, e d) compostagem (AYUSO et al. 1996).

Segundo GALBIATTI (1992), a matéria orgânica se apresenta em dois tipos, a ativa e a inativa, sendo que a matéria orgânica ativa pode se decompor através do processo de fermentação e formar o húmus, enquanto a matéria orgânica inativa ou humificada não está mais sujeita à decomposição intensa. A fração húmica age principalmente nas propriedades físicas e físico-químicas do solo, e a fração não húmica, que está em decomposição, é a principal fonte de nutrientes.

A compostagem, aliada à reciclagem dos materiais inertes separados, pode reduzir significativamente a quantidade de resíduos a ser disposta no ambiente (GROSSI, 1993); pois quase toda parte orgânica do lixo é aproveitada. Esse processo tem como produto final um composto que pode ser usado na fertilização do solo, reaproveitando-se os nutrientes contidos na fração orgânica do lixo (CRAVO et al. 1998) (REZENDE 1991).

Uma área de aplicação que não acarreta problemas de saúde humana é a utilização de tais adubos orgânicos como componentes de substrato para produção de mudas de espécies ornamentais e para arborização urbana. Neste sentido, SANDERSON (1980), salienta que a utilização de composto seria ideal para produção de plantas ornamentais, uma vez que estas não são utilizadas na alimentação humana, e, portanto não oferecem risco à saúde.

A avaliação do grau de maturidade do composto e do processo de compostagem foi realizada por JAHNEL et al. (1999), observando que os valores de evolução de CO₂,

temperatura, carbono total e relação C/N diminuíram e estabilizaram-se ao final do processo e os teores de N e P totais atingiram os seus valores máximos.

Uso de composto com pH em água mínimo de 6,5 e uma relação C/N máxima de 18, apresentaram resultados similares. No entanto, os melhores resultados na disponibilidade de nutrientes foram obtidos quando possuía pH de 7 e razão C/N menor que 15.

O composto de lixo também possui vários micronutrientes, como Zn, Mn e Cu (Tabela 4), que podem ser liberados para as plantas com o tempo, reduzindo ou mesmo substituindo o uso de fertilizante. Entretanto, o composto de má qualidade, isto é, aquele originário de um lixo indevidamente coletado e separado, pode conter metais potencialmente tóxicos como chumbo, cromo, cádmio e níquel, que uma vez adicionados ao solo podem ser absorvidos pela planta, entrando assim na cadeia alimentar.

Além disso, a questão cultural do país de origem é muito importante, pois reduzir tecnicamente os metais presentes na origem nos compostos de lixo é possível (Tabela 1). Para tanto, existem várias maneiras que podem ser usadas, onde se destacam: a) a adoção de uma coleta seletiva eficiente; e b) no âmbito da usina, o uso de um separador balístico e de um eletroímã no final da esteira de catação.

Tabela 1. Teores permissíveis de metais pesados (mg kg^{-1}) no composto de lixo urbano em alguns países da Europa e Estados Unidos.

País	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	Cd	Hg
Alemanha	150	100	400	100	50	15	1
Estados Unidos	500	500	1000	1000	100	10	5
França	800	0	0	0	0	8	8
Áustria	900	1000	1500	300	200	6	4
Itália	500	600	2500	500	200	10	10
Suíça	150	300	900	50	50	2	2

Fonte: GROSSI (1993)

Tabela 2. Classificação do composto de lixo urbano quanto as suas características químicas.

Característica	ótimo	Bom	baixo
Umidade (%)	< 25	25 – 35	> 35
pH (CaCl ₂)	> 7,5	6,0 - 7,5	< 6,0
Mat. Org. total (%)	> 60	50- 60	< 50
Mat. Org. resistente (%)	< 10	10 – 15	> 15
Cinzas (%)	< 20	20 – 40	> 40
N total (%)	> 3,5	1,8 - 3,5	< 1,8
Relação C/N	8 - 12/1	12 - 18/1	> 18/1
	Alto	Médio	Baixo
P %	> 0,6	0,2 - 0,6	< 0,2
K %	> 1,2	0,4 - 1,2	< 0,4
Ca %	> 2,8	1,4 - 2,8	< 1,4
Mg %	> 1,2	0,6 - 1,2	< 0,6
S %	> 0,5	0,2 - 0,5	< 0,2

Fonte: Kiehl & Porta (1980)

No composto deverão estar ausentes as seguintes substâncias: agentes fitotóxicos, agentes patogênicos ao homem, animais, plantas, metais pesados, agentes poluentes, pragas e ervas daninhas.

É benéfico para os substratos receberem a matéria orgânica presente no lixo urbano, depois de estabilizada na forma de composto orgânico, apresentando-se como uma alternativa viável de uso agrícola desta que é a maior fração do lixo. Entretanto, recomenda-se que o composto orgânico seja produzido de lixo oriundo de coleta seletiva e sempre devidamente estabilizado pela compostagem. A aplicação do composto deve ser periódica e preferivelmente em área total para que a matéria orgânica possa atuar melhor nas propriedades físicas do substrato. Todavia, deve haver um monitoramento periódico do material orgânico utilizado, para aprimorar gradualmente esta recomendação e evitar um processo de acumulação de metais pesados até níveis de contaminação.

2.2 Uso de composto de lixo na produção de mudas

A importância ambiental e social da adequada produção de composto de lixo urbano, bem como a sua aplicação agrônômica como fonte de matéria orgânica e de nutrientes, para as culturas é documentada por vários autores (ABREU JUNIOR et al. 2000; OLIVEIRA et al. 2002).

Segundo SANTOS e CAMARGO (1999), os adubos orgânicos atuam como reserva de nutrientes e como condicionadores das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Este condicionamento se dá pela melhoria da estrutura do solo, pela liberação de nutrientes para as plantas e pela produção de substâncias estimulantes do crescimento (TROCME e GRÃS, 1979).

Neste contexto, OLIVEIRA et al. (2002) consideram que a alta concentração de carbono orgânico presente no composto de lixo urbano exalta o seu potencial agrônômico, visto que a adição de quantidades superiores a 20 t ha⁻¹ proporcionou o aumento da CTC do solo em consequência do incremento no teor carbono orgânico e nos valores de pH, o que revela melhorias nas suas propriedades.

Segundo GARCIA et al (1992), o lixo urbano pode afetar o desenvolvimento das plantas quando não for feita a compostagem para fazer a estabilização da matéria orgânica. Em experimento com germinação de sementes para mostrar o efeito do lixo orgânico, ficou evidente o problema da não compostagem da parte orgânica do lixo, pois lixo orgânico sem compostagem inibiu 100 % a germinação, enquanto que o lixo orgânico em que foi feita a compostagem se comportou igual à testemunha, tendo uma boa germinação.

2.3 Uso de composto poda de árvores na formação de mudas

A arborização urbana além da ornamentação, sombreamento e como segmento da silvicultura, tem oferecido opções interessantes para as paisagens das cidades, atraindo pássaros e, com isso, diminuindo a incidência de insetos, melhorando a oxigenação do ar, evitando estagnação das camadas baixas da atmosfera e

melhorando assim o equilíbrio térmico. Dentro desse conceito, a árvore, segundo JACINTO (2001), é parte do ecossistema florestal urbano.

A manutenção desse ecossistema é feita mediante os tratos culturais, e a poda é uma das operações utilizadas, constituindo na supressão de uma das partes da copa.

No setor urbano, diariamente são feitos cortes de galhos e árvores, chegando a vários caminhões por dia. Após a seleção geralmente o material fino e folhas são descartados e aqueles de maior diâmetro são armazenados e utilizados como lenha. A pouca utilização desse material talvez esteja na falta de conhecimento das opções de uso.

A fragilidade e a complexidade desse sistema a ser administrado requerem planejamento cuidadoso, com os objetivos de otimizar as funções da arborização e reduzir custos (MENEQUETTI, 2003). Dessa forma, é fundamental que haja planejamento adequado, com definição dos objetivos e das possíveis metas qualitativas e quantitativas, pois se deve ter a clareza de que a inexistência de um plano a seguir e cumprir torna os processos de implantação e manejo da arborização puramente empírica (MILANO e DALCIN, 2000).

Segundo BENITO et al. (2005a), estudos de estágios da maturidade e estabilidade de resíduos de poda na compostagem mostram que a atividade da enzima desidrogenase e a evolução do CO₂, podem ser usados como bom indicador em processo de compostagem de poda de arvores.

Independente da maturidade e instabilidade, a mineralização do carbono ocorre em duas fases: a fase rápida (material mais fácil decomposição por microorganismos) e a fase lenta (material difícil decomposição).

O processo de compostagem pode ser realizado no período de 5 meses sem qualquer problema para aplicação em solo, devido à imobilização do nitrogênio observado durante a fase inicial na decomposição (BENITO et al. 2005b).

2.4 Uso de água residuária em formação de mudas

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 disto, por ser realizada em larga escala tem a potencialidade de consumir um grande volume de efluentes.

A agência nacional de água – ANA criou uma equipe de técnicos para desenvolver um programa nacional de reuso da água, como uma das soluções para diminuir a coleta de mananciais e prolongar a reserva hídrica dos rios. O estudo da ANA, cujo projeto foi aprovado pelo Congresso em junho de 2000, reflete uma mentalidade avançada do país quanto à busca do uso sustentável dos recursos hídricos. Mas o órgão, que entre outras atribuições é também responsável pela promoção do reuso no Brasil, ainda não despertou “energicamente” para o tema. Na prática, o ANA não tem feito muita coisa em relação ao reuso (HESPANHOL, 2003).

Segundo LUCENA et al. (2006). A utilização de águas residuárias pré-tratadas na irrigação de mudas de essências florestais poderá representar uma alternativa promissora na produção de mudas de boa qualidade com um baixo custo e, sobretudo criando opção para o uso dessa água.

A utilização da água residuária é uma opção vantajosa, não apenas pelo aporte de nutrientes que contém estas águas, mas, sobretudo por contribuir com a preservação dos corpos de água.

Água residuária pode ser utilizada na fertirrigação de viveiros para produção das espécies de *Croton floribundus* (capixingui) e *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), pois todas as plantas se mostraram vigorosas, com bom desenvolvimento, sem mortalidade, deficiência ou toxidez (AUGUSTO et al. 2003)

Estudos realizados em outros países têm demonstrado a eficiência do uso das águas residuárias na fertirrigação de culturas agrícolas com a obtenção de excelentes resultados, uma vez que é rica em nutrientes (BASTOS, 1999).

A nível mundial, TUNDISI (1999) informa que os recursos hídricos superficiais e subterrâneos perdem-se rapidamente devido às diferentes atividades que se desenvolvem intensivamente nas bacias hidrográficas, alterando tanto a quantidade como a qualidade de água. Observando o tema, AYRES e WESTCOT (1991) dizem que a redução da disponibilidade de recursos hídricos de boa qualidade e o aumento da produção de despejos domésticos e industriais tem impulsionado o uso de águas de

qualidade inferior na irrigação, cuja avaliação se torna necessária. STRAUSS e BLUMENTHAL (1998), referindo-se a essa alternativa para a irrigação, informam que a água residuária além de permitir o aproveitamento potencial da água e dos nutrientes dos esgotos para o crescimento das plantas constitui-se, ainda, num método de polimento dos efluentes de estação de tratamento, mas o emprego de águas contaminadas por esgotos na agricultura deve estar condicionada ao tratamento destas, a restrição quanto ao tipo de cultura, a escolha de métodos de aplicação e ao controle de exposição dos trabalhadores.

Além de uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica, a reutilização de efluentes, principalmente os de origem urbana, é uma forma efetiva de controle de poluição e preservação do meio ambiente, cujos benefícios estão associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública. MANCUSO e SANTOS (2003) indicam ainda que o uso de água residuária na agricultura constitui um aporte de grande quantidade de nutrientes ao solo, aumentando o rendimento dos cultivos. Com isso a utilização de água residuária pré- tratada na produção de mudas florestais poderá representar uma alternativa que permita desenvolvimento das plantas, preservando o meio ambiente e obtendo-se mudas de boa qualidade e de baixo custo.

Portanto, faz-se necessário a realização de trabalhos experimentais que possam estabelecer uma política de reuso em escala real, que aponte condições viáveis, para transformar esse potencial em realidade, selecionando as culturas e as práticas de manejo que maximizem o benefício, levando-se em consideração sempre a realidade do homem. (NOBILE et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delineamento experimental

O experimento foi desenvolvido no Setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal-SP.

A classificação climática para região, segundo Köppen, é do tipo Aw, ou seja, subtropical úmido com estiagem no inverno. A precipitação e as temperaturas médias anuais situam-se próximas de 1.400mm e 21°C, respectivamente.

O experimento foi desenvolvido em estufa agrícola, tendo como cobertura, plástico leitoso com 50% de retenção da luz e fechado lateralmente com tela antiofídica e as plantas protegidas com sombrite.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com 8 substratos, 2 qualidade de águas e 4 repetições, totalizando 64 parcelas. Cada parcela foi composta por 30 plantas (5 linha de 6 plantas), sendo considerados como úteis, as 3 linhas de 4 plantas centrais da parcela. Foram testados 8 substratos, resultantes da combinação de substrato comercial, composto de lixo e composto de poda de arvores. Os substratos, em percentuais (%) de cada componente estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Percentual dos materiais na composição volumétrica dos substratos utilizados para produção de mudas de ipê-amarelo.

Substratos	Substrato Comercial	Composto Lixo	Composto de Poda
	(%)	(%)	(%)
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	5	95
4	0	10	90
5	0	20	80
6	0	40	60
7	0	60	40
8	0	0	100

3.2 Caracterização da espécie

A planta estudada foi o ipê amarelo [*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.], sendo as sementes para a produção das muda de ipê-amarelo, obtidas junto ao viveiro (horto) de mudas ornamentais e florestais da FCAV/UNESP-Jaboticabal-SP.

A *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl, popularmente conhecida como ipê-amarelo, pertence à família bignonaceae, é uma espécie muito ornamental podendo ser empregada no paisagismo de parques e praças públicas, assim como em plantios mistos em áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994). É classificada segundo o desenvolvimento sucessional em secundária tardia, passando a clímax (LONGHI, 1995), tolerando a sombra no estágio juvenil. Devido ao seu médio porte, faz parte do extrato superior da floresta, possuindo alta longevidade. Possui crescimento moderado (COELBA, 2002), porém quando comparado com as espécies florestais nativas, os ipês têm desenvolvimento relativamente rápido, prestando-se muito bem a florestamentos (LONGHI, 1995). Ocorre naturalmente no sul e oeste da Bahia, no Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo e no nordeste da Argentina, sul da Bolívia, leste do Paraguai e Uruguai (CARVALHO, 1994).

3.3 Instalação e condução do experimento

Foram utilizadas tubetes de polietileno com capacidade de 300 cm³ de volume, preenchidos com substratos descritos na Tabela 3. O composto de poda de árvores foi obtido na cidade de Guairá - SP e o composto de lixo urbano na cidade de São José do Rio Preto-SP, resultado da coleta de varias épocas do ano.

As misturas dos substratos foram realizadas manualmente conforme os tratamentos indicados na Tabela 3; cujas características químicas e físicas foram realizadas no laboratório da ESALQ-USP - Piracicaba-SP (Tabela 4). Em cada tubete foram semeadas duas sementes de ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) sendo

efetuado o raleio em torno de 30 dias após emergência, deixando-se uma plantula por tubete.

3.4 Determinações experimentais

3.4.1 Caracterização química e física dos compostos

O cultivo em recipientes requer irrigações e fertilizações freqüentes e, para tanto, faz-se necessário o conhecimento das propriedades químicas e físicas dos compostos, por serem fatores determinantes no manejo e controle de qualidade dos cultivos e fornecedor de nutrientes.

Substrato comercial: produto originário da industrialização do pinus, onde o resíduo da serraria (casca e pó de serra) são triturados e realizada a compostagem.

Após a compostagem ocorre o processamento de peneiramento e enriquecimento com nutrientes e condicionadores para melhorar a qualidade e estabilidade, permitindo rapidez na manipulação e desenvolvimento das plantas.

As análises química e física foram obtidas conforme metodologia do LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA VEGETAL (1988) no laboratório ESALQ/USP-Piracicaba-SP (Tabela 4)

Composto de lixo: o lixo urbano é depositado em pátios onde é aguardado seu encaminhamento às esteiras de seleção de materiais (usina de triagem). Nesta fase são separados os materiais orgânicos dos inorgânicos (plásticos, papeis, metais e vidros). Os materiais inorgânicos selecionados (materiais recicláveis) são prensados e enfardados, acondicionados em containeres ou ensacados (a granel), e levados ao pátio de armazenagem, para posterior recolocação mercadológica.

A matéria orgânica, por sua vez, segue para as peneiras de separação e para outras esteiras de triagem, onde sofre uma ultima separação. Sequencialmente, livre de resíduo inorgânico, o material segue para a compostagem.

Depois de compostada e peneirada em um outro complexo de beneficiamento (usina de peneiramento) tem-se o composto orgânico.

A amostra do composto de lixo foi obtida na cidade de São José do Rio Preto-SP, sendo que as análises químicas e físicas foram realizadas, conforme

metodologia do LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA VEGETAL (1988) no laboratório ESALQ/USP- Piracicaba-SP (Tabela 4)

Composto de poda árvore: O material foi obtido na cidade de Guaira-SP, onde possuem grandes quantidades de compostos prontos para ser utilizado.

Originado através das podas das árvores de ruas e praças, onde os galhos finos e folhas são triturados e posteriormente submetidos ao processo de compostagem.

A coleta do material foi realizada ao acaso em torno das leiras já compostada, e após, transportada para laboratório da Engenharia Rural da FCAV/UNESP-Jaboticabal, onde ocorreu o processo de retirada dos restos de folhas e galhos e o peneiramento final (malha 5 mm).

As análises químicas e físicas foram realizadas, conforme metodologia do LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA VEGETAL (1988) no laboratório ESALQ/USP- Piracicaba-SP (Tabela 4)

Tabela 4. Dados das características químicas e físicas dos substratos, base seca.

Determinações	Substrato comercial	Composto de lixo	Composto de poda
pH em CaCl_2 0,01 M	5,2	7,8	7,1
Densidade (g/m^3)	0,64	0,58	0,68
Carbono total (orgânico e mineral %)	31,97	25,33	24,73
Nitrogênio total (%)	1,00	1,72	2,11
Fósforo total (P_2O_5 %)	0,12	0,72	0,41
Potássio total (K_2O %)	0,31	0,45	1,74
Cálcio total (Ca %)	2,59	5,04	4,00
Magnésio total (Mg %)	1,26	0,32	0,39
Enxofre total (S %)	0,16	0,28	0,33
Boro total (B mg/kg)	4	8	11
Cobre total (Cu mg/kg)	29	437	61
Ferro total (Fe mg/kg)	17423	18833	41918
Manganês total (Mn mg/kg)	202	455	444
Zinco total (Zn mg/kg)	47	519	87
Manganês total (Mn %)	1,26	0,27	0,39
Relação C/N (C total e N total)	32/1	15/1	12/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	32/1	14/1	12/1

* Laboratório de solos ESALQ-USP- Piracicaba-SP

Águas de irrigação: a água residuária foi coletada no córrego Jaboticabal próximo da estação de esgoto de Jaboticabal-SP e a água potável obtida no local do

experimento, proveniente de poço artesiano da FCAV/UNESP(Tabela 5). Análises químicas foram realizadas no início do experimento, onde apresentaram teores de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn), conforme metodologia descrita em HACH (1996).

Tabela 5. Características químicas das águas testadas.

	pH CaCl ₂	C.E. dS m ⁻¹	N-NH ₃	N-NO ₂	N-NO ₃	PO ₄	K	Ca	Mg
			----- mg L ⁻¹ -----						
Água Potável	6,3	123	0,292	0,007	0,019	0,353	0	0,06	0
Residuária	6,9	282	0,870	0,006	0,013	0,705	0	0,05	0

	Na	Cr	Pb	Ni	Cd	Fe	Mn	Zn	Cu
	----- mg L ⁻¹ -----								
Água Potável	3,0	0	0	0	0	0,12	0	0,01	0
Residuária	5,5	0	0	0	0	0,74	0,01	0,03	0

*Laboratório de qualidade água do Dep. Eng. Rural-FCAV-UNESP- Jaboticabal-SP.

3.4.2 Desenvolvimento das mudas

Durante a realização do experimento foram realizadas as seguintes determinações:

a) Variáveis de desenvolvimento das plantas

-Altura (H): distância da superfície do substrato à gema apical, medindo-se as 12 plantas centrais, por parcela, com régua graduada em cm;

-Diâmetro do colmo (D): Para medição do diâmetro do colmo foi utilizado um paquímetro digital. Foram feitas medidas na parte mediana do caule das plantas, e escolhidos 12 plantas para efetuação da medida, representando a parcela experimental;

-Matéria seca (MS): no final do período de experimentação, as plantas foram coletadas, secas e pesadas. Com base nos resultados foi calculada a massa de matéria seca das plantas, somando-se a parte aérea com as raízes.

b) Variáveis químicas

No final do experimento as plantas coletadas foram colocadas dentro de sacos

plásticos, identificadas e levadas ao laboratório do Departamento de Engenharia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal. No laboratório as plantas colhidas foram lavadas com bastante água e enxaguadas com água destilada. Plantas secas, murchas ou deterioradas foram descartadas. Após lavagem, as plantas foram colocadas em sacos de papel, secas em estufa de circulação forçada de ar a 60° C até peso constante, em seguidas trituradas em moinho do tipo Wiley, passadas em peneiras de malha 1,0 mm (20 mesh) e finalmente armazenadas para subsequente análise química.

Todas as metodologias aqui descritas para a análise de nutrientes na planta seguem os padrões sugeridos por MALAVOLTA (1996).

-Análise foliar: As amostras foram submetidas as análises de rotina no Laboratório de Solos da FCAV/UNESP-Campus de Jaboticabal para determinação dos macro e micronutrientes.

3.4.3 Irrigação

A irrigação foi realizada com água residuária obtida no córrego Jaboticabal próxima da estação de tratamento de esgoto de Jaboticabal-SP e a água potável obtida no local do experimento, proveniente de poço artesiano da FCAV/UNESP (Tabela 5).

Utilizou-se um atmômetro modificado; aparelho que segundo BRONER & LAW (1991), pode estimar a evapotranspiração de referência com boa precisão, cujas medidas de evaporação foram obtidas através da leitura direta na escala(mm) do atmômetro, como base para definir as lâminas de água para irrigação. A irrigação foi considerada, após os substratos estarem em capacidade de campo, aplicando uma reposição diária de 100% da evapotranspiração - (ET_0), e manualmente com regador.

Nas Tabelas 6, 8, 10 e 11 são apresentados, os resultados da análise estatística dos valores de altura média das plantas, diâmetro do colmo, matéria seca média da parte aérea + raízes e análise foliar das plantas, respectivamente. A análise estatística das variáveis estudadas demonstrou, por meio do Teste F, que os substratos apresentaram efeitos significativos na variação do desenvolvimento e nas características químicas das folhas da planta do ipê-amarelo.

4.1 Altura

Constatou-se que os valores médios de altura das plantas no substrato 1(100% substrato comercial) (Tabela 6) esteve sempre entre os valores dos substratos que apresentaram os piores desempenhos no que diz respeito à altura média da parte aérea das plantas, fato que pode ser explicado pelas menores quantidades de nutrientes apresentadas pelo mesmo (Tabela 4).

Tabela 6. Altura média da parte aérea (H) das plantas (cm) aos 21, 42, 63 e 84 dias após a emergência nos substratos estudados.

Substratos (S)	Altura Média das Plantas			
	21dias	42 dias	63 dias	84 dias
1	2,73 b	7,61 b	13,25 c	18,25 c
2	2,98 a	8,44 a	13,63 ab	18,64 b
3	2,65 b	8,32 a	13,71 ab	18,83 b
4	2,75 ab	8,26 a	13,60 b	19,33 a
5	2,67 b	8,41 a	13,73 ab	19,55 a
6	2,76 ab	8,48 a	13,75 ab	18,75 b
7	2,83 ab	8,25 a	13,93 a	18,95 b
8	2,59 b	8,23 a	13,56 bc	18,65 b
Teste (F)	2,78**	5,47 **	7,34**	16,03**
Água (A)				
Potável (1)	2,81 a	8,04 b	13,48 b	18,67 b
Residuária (2)	2,68 b	8,46 a	13,81 a	19,66 a
Teste (F)	10,40 **	33,92 **	45,61**	49,23**
S x A	1,89 N.S.	3,61**	6,07**	13,51**
CV	5,75	3,44	1,45	1,20

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV, S x A e NS representam respectivamente: coeficiente de variação, interação entre substratos e águas irrigação e não significativo. *,** significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

A melhora das propriedades química e físicas dos solos trazem benefícios com a

utilização dos compostos orgânicos, citados por KIEHL(1985), com a maior retenção de água, estabilidade dos agregados e densidade aparente, são condições favoráveis para tornar os solos em condições de plantio, tornando economicamente viável.

Por intermédio da Tabela 6, pode-se constatar ainda a ocorrência da diferença entre os resultados apresentados para a altura média de plantas ao utilizar-se diferentes fontes de água para irrigação (água potável x residuária); na qual as plantas onde utilizou-se água residuária, apresentaram os menores valores de altura aos 21 dias após emergência, ocorrendo inversão deste comportamento quando comparado à água potável nas demais observações (42, 63 e 84 dias após emergência). Tal fato talvez possa ser explicado pela menor dependência nutricional advinda de fontes externas à plantas logo após a germinação, uma vez que estas obtêm estes nutrientes da própria semente na fase inicial de desenvolvimento, concordando com LUCENA et al. (2006) e SOARES et al. (2002), porém ao cessarem estas reservas com o passar do tempo, a maior quantidade de nutrientes presentes na água residuária possa ter causado a diferença.

Pela Tabela 7, nota-se a interação existente entre os substratos e as águas utilizadas na irrigação, do 42º. dia de avaliação, sendo possível afirmar que os mesmos agem de forma conjunta sobre o crescimento das plantas e, sendo assim, tabelas de desdobramento foram elaboradas para melhor visualização destes resultados.

Tabela 7. Desdobramento da interação substrato x água para altura da parte aérea (cm) aos 42, 63 e 84 dias após emergência.

Substratos	Água Potável			Água Residuária		
	42 dias	63 dias	84 dias	42 dias	63 dias	84 dias
1	7,25 d	12,81 b	17,75 d	7,98 a	13,69 b	18,75 d
2	8,25 ab	13,70 a	18,65 bc	8,63 a	13,56 b	18,63 d
3	8,37 ab	13,68 a	18,73 bc	8,28 a	13,74 b	18,93 cd
4	8,08 abc	13,36 a	18,73 bc	8,45 a	13,84 b	19,93 a
5	8,30 ab	13,57 a	19,65 a	8,53 a	13,89ab	19,45 ab
6	8,48 a	13,67 a	18,95 b	8,48 a	13,84 b	18,55 d
7	7,73 cd	13,57 a	18,55 bc	8,78 a	14,30 a	19,35 bc
8	7,90 bc	13,47 a	18,35 c	8,55 a	13,65 b	18,95 cd
Média	8,04 B	13,48 B	18,67 B	8,46 A	13,81 A	19,66 A

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através das avaliações aos 42, 63 e 84 dias é possível notar que o

desenvolvimento das plantas apresentou comportamento semelhante, ou seja, o substrato 1 (100% substrato comercial) foi o que apresentou os menores valores para a altura média das plantas ao utilizar-se de água potável como irrigação; ao utilizar água residuária, o comportamento foi observado com menor intensidade, uma vez que o substrato 1 (100% substrato comercial) mostrou-se semelhante aos outros. Tal resultado talvez possa ter ocorrido devido a um maior suprimento nutricional, promovido pela água residuária, uma vez que, como observado pelas Tabelas 4 e 5, a disponibilidade de nutrientes promovida pelo substrato 1 (100% substrato comercial) é menor que os demais e a maior disponibilidade destes nutrientes disponíveis na água residuária, respectivamente, supriu esta deficiência.

Nos dias de amostragem (42, 63 e 84) as médias dos valores de altura apresentadas nos tratamentos de água residuária foram superiores às apresentadas pela água potável (Tabela 7), possivelmente pela maior quantidade de nutrientes presentes na primeira (Tabela 5).

4.2 Diâmetro de colmo

Avaliando a Tabela 8, observa-se que, assim como ocorrido para altura média de plantas, o diâmetro do caule também apresentou os menores valores médios para as plantas semeadas no substrato 1 (100% substrato comercial) aos 42 dias após emergência, e ainda, este esteve entre os substratos que apresentaram os menores valores para esta variável aos 63 e 84 dias emergência, talvez também pelos mesmos motivos supostos para explicar a altura média das plantas, ou seja NOBILE et al. (2007) estudando as plantas de crisântemo cultivadas em substratos com diferentes concentrações de composto de lixo urbano e irrigado com água residuária, observaram que as concentrações de composto de lixo maiores que 30% influenciaram negativamente o desenvolvimento das plantas.

Pela mesma Tabela 8 é percebida a interação existente entre o substrato e a fonte de água de irrigação no que diz respeito ao diâmetro do caule, podendo ser melhor visualizado no desdobramento (Tabela 9).

Tabela 8. Diâmetro de colmo(D) das plantas (mm) aos 42, 63 e 84 dias após a

emergência nos substratos estudados.

Substrato(S)	Dias após emergência		
	42	63	84
1	6,10 e	11,08 d	19,13 c
2	6,25 bc	11,11 cd	19,69 a
3	6,16 d	11,14 bcd	19,38 bc
4	6,20 cd	11,26 a	19,75 a
5	6,17 d	11,15 bcd	19,75 a
6	6,27 ab	11,23 a	19,60 ab
7	6,32 a	11,16 bc	19,69 a
8	6,21 bcd	11,20 ab	19,66 ab
Teste (F)	11,69**	9,68**	5,76**
Água (A)			
Potável (1)	6,21 a	11,13 b	19,49 b
Residuária (2)	6,21 a	11,21 a	19,67 a
Teste (F)	0,38 N.S.	50,32**	13,43**
S x A	7,84**	7,23**	2,74*
CV	0,62	0,40	0,99

Medias seguidas de mesma letra na coluna não difere entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV, SxA e NS Representam respectivamente: coeficiente de variação, interação entre substratos e águas irrigação e não significativo. *,** Significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

Avaliação aos 21 dias não foi realizada devido os colmo das plantas estarem sensível ao paquímetro digital.

Na Tabela 9, aos 42 dias, observa-se que, para a irrigação feita com água potável, os substratos 1 (100% substrato comercial), 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda) e 5 (20% composto de lixo + 80% composto de poda) apresentaram valores médios inferiores aos apresentados pelos substratos 4 (10% composto de lixo + 90% composto de poda), 6 (40% composto de lixo + 60% composto de poda) e 7 (60% composto de lixo + 40% composto de poda). Já com a utilização de água residuária, o substrato 7 mostrou-se superior a todos os outros, com exceção ao substrato 2 (100 % composto de lixo), sendo que estes são os substratos que apresentam a maior quantidade de lixo orgânico em sua composição (60% para o substrato 7 e 100% para o substrato 2) (Tabela 3).

Com relação à água de irrigação utilizada, para os valores mensurados aos 42 dias após a emergência, não foi observada diferença estatística significativa entre as médias testadas.

Na avaliação feita aos 63 dias (Tabela 9) foi notada superioridade de valores favorável ao substrato 4 (10% composto de lixo + 90% composto de poda) em relação

aos substratos 1 (100% substrato comercial), 2 (100% composto de poda), 6 (40% composto de lixo + 60 % composto de poda) e 7 (60% composto de lixo + 40% composto de poda) ao utilizar para irrigação a água potável e ao utilizar-se de água residuária, o mesmo substrato, assim como os de número 6 e 8, mostraram-se superiores aos de número 1 (100% substrato comercial), 2 (100% composto de lixo), 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda) e 5 (20% composto de lixo + 80% composto de poda). Nesta avaliação nota-se a diferença entre as qualidades das águas utilizadas no que se refere ao diâmetro do caule, sendo os valores apresentados pela água residuária superiores aos apresentados onde se aplicou água potável (11,21 e 11,13mm, respectivamente).

Tabela 9. Desdobramento da interação entre substrato x água para diâmetro de colmo (D) (mm) aos 42, 63 e 84 dias após emergência.

Substratos	Água Potável			Água Residuária		
	42 dias	63 dias	84 dias	42 dias	63 dias	84 dias
1	6,05 d	11,05 b	18,98 b	6,14 c	11,12 c	19,28 c
2	6,22 bc	11,10 b	19,63 a	6,29 ab	11,13 c	19,75 abc
3	6,15 c	11,15 ab	19,43 a	6,18 c	11,13 c	19,33 bc
4	6,24 ab	11,25 a	19,58 a	6,15 c	11,27 a	19,93 a
5	6,14 cd	11,14 ab	19,60 a	6,19c	11,16 bc	19,90 a
6	6,32 a	11,13 b	19,40 ab	6,21 bc	11,34 a	19,80 ab
7	6,31 ab	11,06 b	19,55 a	6,33 a	11,25 ab	19,83 a
8	6,22 bc	11,14 ab	19,78 a	6,19 c	11,27 a	19,55 abc
Média	6,21 A	11,13 B	19,49 B	6,21 A	11,21 A	19,67 A

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

Ao observar os valores médios dos diâmetros dos caules das plantas aos 84 dias (Tabela 9), nota-se que para a irrigação feita com água potável, o substrato 1 (100% substrato comercial) foi semelhante apenas ao substrato 6 (40% composto de lixo + 60% composto de poda), sendo inferiores a todos os demais. Para a irrigação feita com água residuária, o substrato 1 (100% substrato comercial) apresentou valores de diâmetro de caule inferiores aos observados para os substratos 4 (10% composto de lixo + 90% composto de poda), 5 (20% composto de lixo + 80% composto de poda), 6 (40% composto de lixo + 60% composto de poda) e 7 (60% composto de lixo + 40% composto de poda).

Com relação às águas utilizadas, novamente a água residuária apresentou os maiores valores médios (19,67 mm) quando comparados aos valores médios apresentados pela água potável (19,49 mm).

De acordo com NOBILE et al. (2006) a qualidade da água (potável ou residuária), não influenciou o diâmetro de caule de mudas cítricas, mas pode observar diferença significativa com o uso de composto de lixo, sendo o maior diâmetro de caule obtido com o substrato comercial formado de 60% casca de pinus e 40% lixo orgânico.

4.3 Matéria seca

Avaliando a Tabela 10, observa-se que, a massa média de matéria seca acumulada pelas plantas semeadas no substrato 2 (100% composto de lixo) foi inferior aos valores médios de massa seca apresentados pelas plantas cultivadas no substratos 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda) e 6 (40% composto de lixo + 60% composto de poda); as plantas do substrato 7 (60% composto de lixo + 40% composto de poda) mostraram-se inferiores em massa de matéria seca às plantas do substrato 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda), sendo que as plantas dos demais substratos (1 (100% substrato comercial), 4 (10% composto de lixo + 90% composto de poda), 5 (20% composto de lixo + 80% composto de poda), 6 (40% composto de lixo + 60% composto de poda) e 8 (100% composto de poda) apresentaram valores de massa seca intermediários, sendo semelhantes às plantas oriundas dos substratos mencionados anteriormente.

Várias pesquisas demonstram que a incorporação de matéria orgânica ao solo promove melhoria nas suas propriedades físicas repercutindo favoravelmente na produtividade agrícola (BERTON et al., 1989; GALBIATTI, 1992; NUVOLARI et al., 1996). O efeito físico causado pela matéria orgânica no solo é muito importante para o desenvolvimento dos vegetais; segundo HENIN et al. (1976), esta melhoria está relacionada, também, com o regime de água, pois melhorando a capacidade de infiltração, acelera o processo dinâmico da água no solo. Seu efeito na melhoria da estrutura do solo constitui um fator positivo para o desenvolvimento das raízes. Isso ficou evidente para ipê amarelo (*Tabebuia Chrysotricha*), onde, os substratos 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda), 4 (10% composto de lixo + 90%

composto de poda), 5 (20% composto de lixo + 80% composto de poda) e 6 (40% composto de lixo + 60% composto de poda) proporcionaram valores médios maiores para matéria seca, sendo que estes apresentam composto de lixo com menor doses em sua misturas. Porém, o que pode ter influenciado nos menores valores de matéria seca, ao utilizar composto de lixo no substrato, pode ter sido o pH com valores maiores (Tabela 4). Confirmando, assim, um dos efeitos da adição de compostos orgânicos, a elevação do pH no solo, fato também observado por HERNANDO et al. (1989), RAIJ (1996), COKER e MATHEWS (1983).

Os resultados da matéria seca estão relacionados diretamente com o desenvolvimento das plantas. Plantas maiores apresentam maior massa de raiz e parte área, e este fato esta de acordo com REZENDE et al. (1995), pois o maior desenvolvimento das raízes promove uma maior exploração do substrato e com isso maior absorção de nutrientes e água.

Tabela 10. Matéria seca média da parte aérea e raízes (MS) das plantas.

Substrato	Matéria Seca (g)
1	11,23abc
2	7,20c
3	16,11a
4	11,50abc
5	12,70abc
6	13,72ab
7	9,38bc
8	12,68abc
Teste (F)	2,16*
Água (A)	
Potável (1)	11,82a
Residuária (2)	11,80b
Teste (F)	0,00 N.S.
S x A	0,94 N.S.
CV	29,49

Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV, SxA e NS Representam respectivamente: coeficiente de variação, interação entre substratos e águas irrigação e não significativo. *,** Significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

No que se refere à qualidade de água de irrigação, nota-se pela Tabela 10 que a água residuária apresentou plantas com valores médios de matéria seca significativamente menores para as plantas de ipê-amarelo e ainda, que este fator

(água) agiu de forma independente do fator substrato, não sendo observada, portanto interação entre os mesmos.

4.4 Análise foliar

Para a análise foliar nota-se que houve diferença significativa para as médias de todos os nutrientes no que diz respeito ao substrato utilizado (Tabelas 11 e 12), porém ao analisar o potássio (K) observa-se que para o tipo de água utilizado não ocorreu diferença significativa. Segundo ROSOLEM et al. (2003) em condições de vaso, com raízes concentradas em volume restrito, o movimento do potássio ocorre pelo fenômeno de fluxo de massa. De toda a forma, a umidade adequada do solo pode afetar o contato com a raiz e a sua absorção. Neste, sentido, o nível adequado de umidade no substrato aumenta a absorção de K, refletindo maior produção de matéria seca, confirmando o resultado verificado no substrato 4 (10% composto de lixo + 90% composto de poda), onde a quantidade de K é a maior entre todos substratos analisados (Tabela 4).

Tabela 11. Quantidade de nutrientes presentes nas folhas de ipê-amarelo segundo análise foliar.

Substratos	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
1	12,60e	2,25c	11,76h	5,85f	7,73a	2,48d
2	22,49c	2,45c	16,54g	19,05bc	6,75b	2,56d
3	23,31b	3,45a	18,39c	20,87a	4,62d	3,97a
4	24,32a	2,85b	22,83a	17,83cd	4,64d	3,65b
5	23,49b	2,75b	17,44e	18,63bc	5,44c	3,50b
6	23,39b	2,39c	16,90f	16,66de	5,74c	3,12c
7	21,35d	2,27c	17,72d	16,25e	7,08b	2,72d
8	22,45c	2,76b	21,35b	19,44b	4,90d	3,53b
Teste(F)	1132,65**	34,61**	1173,92**	105,31**	85,96**	35,34**
Água(A)						
Potável(1)	22,84a	2,75a	17,83a	17,24a	5,78b	3,08b
Residuária(2)	20,51b	2,54b	17,90a	16,40b	5,93a	3,29a
Teste(F)	2172,63**	38,63**	2,47 ^{N.S.}	18,59**	7,86**	23,42**
SxA	256,00**	28,22**	362,86**	25,00**	8,19**	18,04**
C.V.	0,93	5,17	0,94	4,64	3,65	5,43

Pela mesma Tabela 11 e 12, é possível verificar a interação entre substrato e o tipo de água utilizado para todos os macros e micronutrientes, sendo assim elaboradas Tabelas de desdobramento.

Tabela 12. Quantidade de nutrientes presentes nas folhas de ipê-amarelo segundo análise foliar.

Substratos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹				
1	54,88e	15,25h	4801,63g	107,00e	32,63g
2	76,38d	108,38a	4451,75h	134,50bcd	81,38e
3	104,38a	45,75e	12209,13a	175,50a	82,00e
4	97,63b	43,38f	8662,38c	119,38cde	87,50d
5	73,75d	63,63d	8173,38d	135,63bc	109,00c
6	82,00c	67,88c	5938,00e	115,38de	113,00b
7	79,87c	83,63b	5279,50f	111,75e	144,88a
8	98,88b	32,50g	9102,13b	143,38b	67,00f
Teste(F)	207,88**	1506,25**	4349685,00**	14,09**	1786,76**
Água(A)					
Potável(1)	80,25b	55,41b	7211,91b	127,10b	96,59a
Residuária(2)	86,69a	59,69a	7442,56a	133,53a	82,75b
Teste(F)	166,88**	161,47**	162856**	4,17*	1339,37**
SxA	66,52**	614,96**	2038313**	15,70**	1240,92**
C.V.	2,39	2,34	0,03	9,67	1,69

Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV, SxA e NS Representam respectivamente: coeficiente de variação, interação entre substratos e águas irrigação e não significativo. *, ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

Por meio da Tabela 13 observa-se que o substrato 1 (100% substrato comercial) apresentou as menores quantidades nas folhas dos nutrientes N, K; Ca (Tabela 14); B e Cu (Tabela 15) e Zn (Tabela 16) quando em conjunto com água potável e água residuária, porém o substrato 1 (100% substrato comercial) apresentou os maiores valores para o nutriente Mg para a água potável e residuária (Tabela 14).

Tabela 13. Desdobramento da interação substratos x água de irrigação para os nutrientes.

Substratos	N		P		K	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária	Potável	Residuária
	----- g kg ⁻¹ -----					
1	12,25d	12,95f	2,20c	2,30bc	11,25g	12,28g
2	22,80c	22,18b	2,25c	2,65b	18,48d	14,60f
3	24,33b	22,30b	3,30a	3,60a	19,55c	17,23e
4	24,43b	24,23a	3,15a	2,55bc	22,08a	23,58a
5	24,63b	22,35b	3,01a	2,43bc	16,73e	18,15c
6	25,55a	21,23c	2,55b	2,23c	16,08f	17,73d
7	24,25b	18,45e	2,23c	2,33bc	18,33d	17,10e
8	24,53b	20,38d	2,28c	2,25c	20,18b	22,53b
Média	22,85A	20,51B	2,75A	2,54B	17,83A	17,90A

O desdobramento mostra que os teores de nitrogênio nas folhas foram maiores para o substrato 6 (40% composto de lixo + 60% composto de poda) e com o uso de água potável (25,55 g kg⁻¹), mas quando se utilizava água residuária na irrigação o substrato 4 apresentou o maior teor de nitrogênio com 24,23 g kg⁻¹.

Nota-se que os substratos com maiores teores de nitrogênio eram formados pelas maiores porcentagens de composto de poda de árvores, explicando que a maior parte do nitrogênio era fornecida pelo composto, que continha grande quantidade do elemento.

Outro motivo pode estar associado a relação C/N, onde resíduos com relação C/N baixa (<25) e que é o caso dos compostos de lixo e poda de árvore, apresentam mineralização mais rápida mesmo quando não incorporados, com a liberação mais rápida de nitrogênio para a planta (MALAVOLTA, 2006).

O mesmo efeito pode ser observado para fósforo e potássio, que apresentaram maiores teores foliar quando se formou substratos com maiores concentrações de composto de poda de árvore, sendo os maiores teores de fósforo no substrato 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda), 4 (10% composto de lixo + 90% composto de poda) e 5 (20% composto de lixo + 80% composto de poda) com uso de água potável (3,30; 3,15 e 3,01 g kg⁻¹ respectivamente) e substrato 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda) com uso de água residuária (3,60 g kg⁻¹) para potássio os maiores teores ocorreram com substrato 4 (10% composto de lixo + 90% composto de

poda) com uso de água potável e residuária.

Tabela 14. Desdobramento da interação substratos x água de irrigação para os nutrientes, Ca, Mg e S.

Substratos	Ca		Mg		S	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária	Potável	Residuária
	----- g kg ⁻¹ -----					
1	6,45h	5,25c	7,90a	7,55a	2,20c	2,75e
2	16,43g	21,68a	6,83b	6,68b	2,33bc	2,80de
3	20,40b	21,33a	4,60d	4,63d	3,63a	4,33a
4	19,25d	16,40b	4,68d	4,60d	3,58a	3,73b
5	19,80c	17,45b	5,33c	5,55c	3,80a	3,20cd
6	17,83e	15,50b	5,77c	5,70c	2,70b	3,53bc
7	16,90f	15,60b	6,65b	7,50a	2,73b	2,70e
8	20,88a	18,00b	4,53d	5,28c	2,73b	3,33bc
Média	17,24A	16,40B	5,78B	5,94A	2,97B	3,30A

Os maiores teores de cálcio foram encontrados nos substratos formados por composto de poda e composto de lixo ou nos compostos isolados, quando comparados ao substrato comercial, a explicação para tal fato esta na composição mineral de cada substrato, ou seja, a quantidade de cálcio no substrato comercial é quase 50 % da composição do elemento quando comparado com os compostos de lixo e poda de árvore. Essa diferença de concentração refletiu nos teores foliares, sendo os menores teores de cálcio encontrados no substrato comercial.

Efeito contrário pode ser observado para magnésio, sendo que o uso de substrato comercial irrigado com água potável e residuária apresentaram os maiores teores foliares, com 7,90 e 7,55 g kg⁻¹ de magnésio respectivamente, diferindo estatisticamente de outros substratos.

Já para enxofre os efeitos são os mesmos observados para fósforo e potássio, ou seja, maiores teores foliares foram encontrados nos substratos que tinham a maior porcentagem de composto de poda de árvore, substrato esse com maior concentração do elemento enxofre. Os substratos 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda), 4 (10% composto de lixo + 90% composto de poda) e 5 (20% composto de lixo + 80% composto de poda) irrigados com água potável (3,63; 3,58 e 3,80 g kg⁻¹ de enxofre respectivamente) e o substrato 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda) irrigado com água residuária (4,33 g kg⁻¹ de enxofre) apresentaram os maiores teores

do elemento na folha, diferindo estatisticamente dos demais substratos.

Esses dados estão de acordo com SILVA et al. (2004) que estudando o uso de composto de poda de árvores observaram aumento da quantidade de macro e micronutrientes nas plantas.

Tabela 15. Desdobramento da interação substratos x água de irrigação para os nutrientes, B, Cu e Fe.

Substratos	B (mg kg ⁻¹)		Cu (mg kg ⁻¹)		Fe (mg kg ⁻¹)	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária	Potável	Residuária
	----- g kg ⁻¹ -----					
1	54,75f	55,00f	19,50f	11,00h	5391,25f	4212,00h
2	67,00e	85,75d	82,00a	134,75a	2710,25h	6193,25e
3	94,25b	114,50a	43,50d	48,00e	10413,00a	14005,25a
4	91,75b	103,50b	47,75c	39,00f	9303,00c	7931,75c
5	76,00cd	71,50e	74,00b	53,25d	9204,25d	7052,50d
6	79,00c	85,00d	72,50b	63,25c	6002,25e	5873,75g
7	74,00d	85,75d	71,50b	95,75b	4619,50g	5939,50f
8	105,25a	92,50c	32,50e	32,50g	9871,75b	8332,50b
Média	80,25B	86,70A	55,41B	59,69A	7211,91B	7442,56A

Tabela 16. Desdobramento da interação substratos x água de irrigação para os nutrientes, Mn e Zn.

Substrato	Mn		Zn	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária
	----- mg kg ⁻¹ -----			
1	110,75c	103,25f	32,25f	33,00f
2	95,25c	173,75b	131,50a	31,25f
3	167,00a	184,00a	77,25d	86,75d
4	122,75bc	116,00e	87,50c	87,50d
5	153,25ab	118,00e	120,00b	98,00c
6	116,25bc	114,50e	123,25b	102,75b
7	97,50c	126,00d	134,50a	155,25a
8	154,00ab	132,75c	66,50e	67,50e
Média	127,09B	133,53A	96,59A	82,75B

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

O substrato 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda) promoveu a maior concentração de Fe nas folhas das plantas ao utilizar ambos os tipos de água.

A utilização de água residuária promoveu a maior concentração de B, Cu e Fe

em relação à água potável (Tabela 15).

A maior concentração de Mn foi obtida, em água residuária, pelo substrato 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda) e o substrato 7 (60% composto de lixo + 40% composto de poda) foi a maior concentração de Zn em conjunto com água residuária, porém para água potável, os melhores resultados foram obtidos novamente pelo substrato 7 (60% composto lixo + 40% composto de poda), em conjunto com o substrato 2 (100% composto de lixo) (Tabela 16).

A água residuária apresentou os maiores valores de concentração de Mn, porém os menores em concentração de Zn, quando comparada à água potável.

Esse resultado pode ter ocorrido devido um menor suprimento nutricional para as plantas do substrato 1 (100% substrato comercial) e também verifica-se na Tabela 4 a relação C/N alta do substrato 1 (100% substrato comercial), pode ter influenciado negativamente nos resultados.

Geralmente, as matérias orgânicas ainda não decompostos são ricos em C, segundo MAY (1984) pode acarretar uma relação C/N elevada, propiciando imobilização do N pelos microorganismo, causando deficiência desses elemento para plantas.

Foi observado em alguns substratos estudados o amarelecimento das folhas no início do desenvolvimento das mudas, isto provavelmente pode ter sido causado pela deficiência de nutrientes. FACHINI (2002) mostrou que acima de 40% em volume, o desenvolvimento das plantas foi menor e apresentavam inicialmente coloração amarelada e que após algum tempo desapareceu, concordando com e STRIGUETA et al. (1996) e, que obtiveram aumento da altura de plantas de crisântemo à medida que a concentração de composto de lixo aumentaram em 45,76% e NOBILE et al. (2007) 30% e em concentração superior ocorreu uma redução no crescimento em altura das plantas.

AYUSO et al. (1996), verificou que o composto de lixo é bastante rico em nutrientes para as plantas, impossibilitando o seu uso puro como substrato, pois irá causar fitotoxicidade e comprometer se desenvolvimento.

5 CONCLUSÕES

Os substratos estudados promoveram diferenças significativas para altura média das plantas, diâmetro de colmo, matéria seca e análise foliar em todos os períodos de avaliação.

Ocorreu a interação entre substrato e água de irrigação, para altura média das plantas, diâmetro de colmo aos 42, 63 e 84 dias após emergência e em todos nutrientes da análise foliar.

Os substratos 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda), 4 (10% composto de lixo + 90% composto de poda) e 5 (20% composto de lixo + 80% de composto de poda) e a água residuária apresentaram os melhores resultados no desenvolvimento das mudas de ipê amarelo.

O substrato 3 (5% composto de lixo + 95% composto de poda) apresentou plantas com maiores quantidades de massa seca, assim como a água potável em relação à água residuária.

O substrato 1 (100% substrato comercial) apresentou os menores valores de concentração nas plantas dos nutrientes N, K, Ca, B, Cu e Zn quando em conjunto com água potável, e dos nutrientes N, K, Ca, B, Cu, Fe e Mn quando em conjunto com água residuária.

As maiores concentrações de Mg nas folhas das plantas foram propiciadas pelo substrato 1 (100% substrato comercial).

A água potável promoveu maior concentração nas folhas do ipê-amarelo dos nutrientes N, P, Ca e Zn.

ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 635-657, 2000.

AGUIAR, I. B., VALERI, S. V., BANZATTO, D. A., CORRADINI, L., ALVARENGA, S. F. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. **IPEF**, Piracicaba, v.41/42, p.36-43, 1989.

AYUSO, M.; PASCUAL, J.A., GARCÍA, C.; HERNANDEZ, T. Evaluation of urban waste for agricultural use. **Soil Science Plant Nutrition**, Tokyo, v.42, n.1, p. 105-111, 1996.

AYRES, R.S.; WESCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura, UFPB, Campina Grande, PB, 1991, 217p.

ALVES, W.L. **Compostagem e vermicompostagem no tratamento do lixo urbano**. Jaboticabal: Funep, 1996. 47p.

APHA; AWWA e WPCF. Standart methods for examination of water and wastewater. 19^o ed, Washinton D.C. /USA, **American Public Health Association**, 1995.

AUGUSTO, D. C. C., GUERRINI, I. A., ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G.X. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Cróton floribundus* Spreng. (Capixingui) E *Copaífera langsdorffii* Desf. (Copaíba). **Revista Arvore**. 2003, vol. 27, no. 3 [citado 2006-11-01], pp. 335-342.

BACKES, M.A.; KÄMPF, A.N. Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.753-758, maio 1991.

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

BENITO, M., MASAGUER, A. MOLINER, A. Carbon mineralization of pruning wastes compost at different stages of composting. **Compost Science and Utilization**, Madrid, v. 13, n. 3, p.203-207, 2005a.

BENITO, M, MASAGUER, A, MOLINER, A, ARRIGO, N, PALMA, R, EFFRON, D. Evaluation of maturity and stability of pruning waste compost and their effect on carbon and nitrogen mineralization in soil. **Soil Science**. Madrid, 170n. 5, p. 360-370, may 2005b.

BERTON, R. S.; VALADARES, J. M. A. S. Potencial agrícola de composto de lixo urbano no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 43, p. 87-93, 1991.

BERTON, R. S.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta a adição do lodo de esgoto a cinco solos paulistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 187-192, maio/ ago. 1989.

BRONER, I.;LAW, R.A.P. Evaluation of modified atmometer for estimating reference ET. **Irrig. Sci.**, v.12, p.21-26, 1991.

CARVALHO, P. E. R. **Espécie florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1994. 640 p.

COELBA – **Guia de arborização urbana**: diretoria de Gestão de Ativos – Departamento de Planejamentos dos Investimentos – Unidade de Meio Ambiente, 2002, 56 p.

COKER, E.G.; MATTHEWS, P. J. Metals in sewage sludge and their potential effects in agriculture. **Water Science and Technology**, v.1, n. 15, p. 209-225, 1983.

COLE, D. W.; HENRY C. L.; NUTTER W. (Eds.) The forest alternative for treatment and utilization of municipal and industrial wastewater and sludge. Seattle: University of Washington Press, 1986.

COSTA, M. Resíduos sólidos - os caminhos para resolver o problema. **Banas Ambiental**, São Paulo, n.5, p.14-18, 2000.

CRAVO, M. S., MURAOKA, T.; GINÉ, M. F. Poluição do solo e qualidade ambiental - Caracterização química de compostos de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 547-553, 1998.

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.

FACHINI, E. **Diferentes níveis de irrigação e a utilização do composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas**. 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

GALBIATTI, J. A. **Efeito do uso contínuo de efluente de biodigestor sobre algumas características físicas do solo e o comportamento do milho (Zea mays L.)**. 1992. 212 f. Tese (Livre Docência em Engenharia Rural) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

GARCIA, C.; HERNANDEZ, T.; COSTA, F.; PASCUAL, J.A. Phytotoxicity due to the agricultural use urban wastes. Germination experiments. **J. Sci. Food Agric.**, v. 59, p. 313-319, 1992.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000b. p. 80-102.

GROSSI, M.G.L. **Avaliação da qualidade dos produtos obtidos de usinas de compostagem brasileiras de lixo doméstico através de determinação de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas**. 1993. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 1993.

HACH Company. Spectrophotometer Instrument Manual. Loveland. Colorado/USA, 1996.

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.

HENIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. Rio de Janeiro: Forense, Universitária, 1976. 327 p.

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.

HERNANDO, S.; LOBO, M.C., POLO, A. Effect of the application of a municipal refuse compost on the physical and chemical properties of a soil. **Science of the Total Environment**, v.1, n. 81, p. 589-596, 1989.

HESPANHOL, I. Uma saída para a crise dos mananciais. **Jornal da USP**, São Paulo, p.14-20, ano XVIII, n.638, abr 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. STATCART - Base de informações por setor censitário, Estância de Águas de São Pedro, SP -**Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: 2002. CD-ROM.

JACINTO, J.M.M. Análise silvicultural urbana de seis espécies florestais utilizadas na arborização de Brasília. 2001. 55p. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, p. 301-304 , 1999.

JOKAVA, M, KOSTOV,O, VAN CLEEMPOT, O. Cation Exchange a reducing capacities as criteria for compost quality. **Biological Agriculture and Horticulture**. Gent, Belgium. v14. n. 3 p. 187-197. 1997.

KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO Jr., A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.109-113.

KIEHL, E. J.; PORTA, A. Análise de lixo e composto. Métodos de amostragem, preparo da amostra, análises, cálculos e interpretações dos resultados analíticos. Piracicaba: ESALQ, USP, 1980. 62p.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERENCIA VEGETAL – LNRV. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes. Métodos oficiais**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Ministério da Agricultura, 1988.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1992. 352p.

LONGHI, R. A. Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul. 2. ed. Porto Alegre: L&PM, 1995. 176p.

LUCENA, A.M.A., ALMEIDA, F.A.C., COSTA, F.X., GUERRA, H.O. Emprego de substratos irrigados com água de abastecimento e residuária na propagação do flamboyant . **Revista de Biologia e ciência da Terra**, v. 6, n. 1. 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2006. v. 1, 638 p.

MANCUSO, P.C.S. Tecnologia de reuso da água. In: MANCUSO,P.C.S.; SANTOS, H.F.das. Reuso de água. Barueri:Manole, 2.003.p.291-338.

MAY, J. T. **Basic concepts of soils management**. In: SOUTHERN pine nursery handbook. (S. I.): USDA. For. Serv., Southern Region, 1984. cap. 1, p. 1-25.

MENEGUETTI, G.I.P. Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos-SP. 2003. 100f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

MESQUITA, M. M. F.; PEREIRA NETO, J. T. A compostagem no atual panorama da gestão de resíduos sólidos urbanos. **Ambiente Magazine**, São Paulo, p.21-23, 1992.

MILANO, M.S.; DALCIN, E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light, 2000. 206p.

NOBILE, F. O.; GALBIATTI, J. A.; CORDIDO, J. P. B. R.; ANDRIÃO, M. A.; MURAISHI, R. I. Avaliação de níveis de irrigação e a utilização de composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2006, João Pessoa. **Anais....** Agroenergia, 2006. CD-ROM.

NOBILE, F. O.; GALBIATTI, J. A.; MURAISHI, R. I. ; CORDIDO, J. P. de B. R.; ANDRIÃO, M. A. Doses de composto de lixo no substrato e dois níveis de irrigação em crisântemo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 37, 2007, Bonito. **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: REORGANIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DOS ESPAÇOS PRODUTIVOS**. São Paulo : Aquacon, 2007. CD-ROM.

NOGUEIRA, C. O planeta tem sede. **Veja**, v.32, n.43, p.154-156, 1999.

NUVOLARI, A. et al. Aplicação de lodo de esgoto municipal no solo. Influência na capacidade de campo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM-CONIRD. 11., 1997, Campinas. **Anais...** Campinas, 1996. p. 403-411.

OLIVEIRA, F. C. et al. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.4, p. 529-538, 2002.

PEIXOTO, R.T. dos G.; ALMEIDA, D.L. de; FRANCO, A.A. Compostagem de lixo urbano enriquecido com fontes de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.5, p.599-606, maio 1989.

PEREIRA NETO, J.T. Um sistema de Reciclagem e Compostagem, de baixo custo, de Lixo Urbano para Países em Desenvolvimento. Viçosa, MG. UFV. 1995. 16p. (Conselho de Extensão, UFV. Informe Técnico, 74)

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.

RAIJ, B. Van; **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. eds.
Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2ed.
Campinas, Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996.285p.

RESENDE, L. P.; AMARAL, A. M.; CARVALHO, S. A.; SOUZA, M. Volume de substrato e superfosfato simples na formação do limoeiro 'cravo' em vasos. Efeito no crescimento vegetativo. **Laranja**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 154-164, 1995.

RESENDE, A. A. P. Estudo e avaliação de um processo de reciclagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos. Belo Horizonte, UFMG, 1991. 151p. (Tese de Mestrado)

ROSOLEM, C.A., SILVA, R.H.; ESTEVES, J.A.F. Suprimento de potássio a raízes de algodoeiro em razão da adubação potássica e calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.5, p.635-641, 2003.

SANDERSON, K.C. Use of sewage-refuse compost in the production of ornamental plants. **HortScience**, Alexandria, v.15, n.2, p.173-178, 1980.

SANDRI, D. Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 491 p., 1999.

SILVA, W. T. L.; SALLES, L. C.; NOVAES, A. P. de; MARTIN NETO, L.; MILORI, D. M. B. P.; SIMÕES, M. L.; HANEDA, R. N.; FIALHO, L. L. **Potencialidade do uso de composto produzido a partir de lodo de esgoto urbano e poda verde de árvore**. 1. ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. 5 p. (Circular técnico 25)

SILVA, E.B.E. Compostagem de lixo na Amazônia: insumos para a produção de alimentos. In: RECICLAGEM DO LIXO URBANO PARA FINS INDUSTRIAIS E AGRÍCOLAS, 1998, Belém, PA. **Anais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: SECTAM: Prefeitura Municipal de Belém, 2000. p.57-64. (Embrapa Amazônia Oriental Documentos, 30).

SOARES, F.A.L; GHEYI, H.R.; VAN HAANDEL, A.C.;BELTRÃO, N.E. de M., Viabilidade do uso de lodo e água de esgoto no cultivo de girassol: germinação e vigor inicial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 31, Salvador, **Anais...** SBEA, 2002.

STRAUSS, M.; BLUMENTHAL, U.J. Human waste use in agriculture and aquaculture. Duebendorf, switzerland: IRCWD, 1998. 324p.

STRINGUETA, A. C. O.; FONTES, L. E. F.; LOPES, L. C.; CARDOSO, A. A. Crescimento de crisântemo em substrato contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n.11, p. 795-802, nov. 1996.

SOUSA, J.T.; ARAÚJO, H.C.; CATUNDA, P.F.C. Reuso de esgotos sanitários para a agricultura. Disponível na internet.
<http://www.iica.org.br/AguaTrab/Jose%20Tavares/P2TB06.html>. Fev. de 2004

TROCME, S.; GRÃS, R. Suelo y fertilizacion en fruticultura. 2 ed. Madrid: Mundi- Pesa, 1979. 388 p.

TUNDISI, J.G. Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios, In: Conferência de abertura do Congresso Brasileiro de Limnologia, 7. São Carlos, *Anais...* SP, 1999, 24p.

VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.150, p.467-473, 1984.