UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas

Alamir Punaro Baratta Junior

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

UTILIZAÇÃO DO COMPOSTO DE RESÍDUOS DA PODA DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

ALAMIR PUNARO BARATTA JUNIOR

Sob a Orientação do Professor
Luís Mauro Sampaio Magalhães

Dissertação submetida ao programa de pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, Área de concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ
Dezembro de 2007

UFRRJ / Biblioteca Central / Divisão de Processamentos Técnicos

631.542
B226u
T

Baratta Júnior, Alamir Punaro, 1957-
Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas / Alamir Punaro Baratta Júnior. – 2007.

53 f.:il.

Orientador: Luís Mauro Sampaio Magalhães.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas.

Inclui Bibliografia.

1. Poda – Teses. 2. Arborização das cidades – Teses. 3. Floresta sustentável – Teses. 4. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.) – Teses. 5. Resíduos orgânicos – Teses. I. Magalhães, Luís Mauro Sampaio, 1956- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

ALAMIR PUNARO BARATTA JUNIOR

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências,** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em conservação da natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13/12/2007

_____
Luís Mauro Sampaio Magalhães. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

_____
Alexander Silva de Resende. Dr. Pesquisador Embrapa Agrobiologia

_____
Marcos Gervásio Pereira. Prof. Dr. UFRRJ

Aos meus pais Alamir Punaro Baratta e Idelta Miguel Baratta;

à minha esposa Valéria Xavier Paes Baratta;

às minhas filhas Ana Carolina e Ana Beatriz.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À minha esposa e filhas pelo apoio e compreensão.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelo curso oferecido.

Ao Instituto de Florestas da UFRRJ pela oportunidade a mim oferecida.

Ao Professor Dr. Luís Mauro Sampaio Magalhães pela amizade, compreensão, confiança e orientação.

Aos Professores e funcionários do Instituto de Florestas.

Ao Professor Dr. Jorge Mitiyo Maêda pela grande ajuda na parte estatística do trabalho.

Aos laboratórios da Embrapa, Instituto de Agronomia e Comlurb pela realização das análises químicas.

À Fundação Parques e Jardins, pelo fornecimento de materiais e equipamentos necessários ao experimento.

Às estagiárias Tatiana de Oliveira Passos e Rosângela Neves Silva Corrêa da Divisão de Hortos pela grande colaboração no trabalho.

Aos funcionários da Divisão de hortos pela colaboração.

Ao funcionário Antônio Carlos de Moura pela ajuda na condução e montagem dos experimentos.

RESUMO GERAL

BARATTA JUNIOR, Alamir Punaro. **Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas.** Seropédica: UFRRJ, 2007. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

É cada vez maior o descarte de materiais pela humanidade. Fatores culturais, econômicos e populacionais contribuem para formação volumétrica destes materiais. Para minimizar os efeitos do acúmulo destes materiais nos depósitos de lixo, políticas públicas devem ser implementadas no sentido de ampliar a reciclagem de materiais inorgânicos e a compostagem dos materiais orgânicos. Um desses materiais atualmente descartados para os depósitos de lixo é o resultante da poda e remoção das árvores localizadas nas ruas, avenidas, canteiros centrais e praças. Esta poda e/ou remoção ocorre devido aos diversos tipos de conflitos existentes entre esta vegetação e os equipamentos urbanos. A arborização urbana, bem como os elementos vegetais constituintes da jardinagem urbana contribuem para o equilíbrio ambiental e o bem estar da população urbana. Esta vegetação necessita de reposições periódicas e, para isto, há necessidade da produção de mudas em quantidades suficientes para atender tal demanda. O ideal para esta produção é a utilização de materiais que sejam sustentáveis e que a sua exploração não agrida o ambiente, como por exemplo, a exploração do solo agrícola para produção de substratos. Com o objetivo de viabilizar o uso do resíduo da poda da arborização urbana, foram montadas leiras de compostagem utilizando-se este material triturado. As leiras foram monitoradas com acompanhamento das temperaturas, além de serem revolvidas e regadas periodicamente. Após cerca de 100 dias o material foi retirado das leiras, seco ao ar livre e armazenado. Para teste do composto foi montado um experimento no qual foram utilizadas duas espécies ornamentais (*Acalypha wilkesiana* m. Arg. *e Thunbergia erecta* T.Anders), propagadas por estaquia, utilizando-se os seguintes substratos: 100% solo, 100% composto da poda, 100% substrato comercial, 30% varrição de ruas e avenidas + 70% composto da poda, 40% saibro + 60% composto da poda e 30% areia + 70% composto da poda. Após avaliação dos parâmetros biométricos, foi constatado que os substratos que continham em sua composição os maiores percentuais do composto da poda apresentaram os melhores resultados.

Palavras-chave: Reciclagem, compostagem, sustentabilidade.

ABSTRACT

BARATTA JUNIOR, Alamir Punaro. **Utilization of the compost of residues from the pruning of the urban trees in substrate, for the production of seedling.** Seropédica: UFRRJ, 2007. 53 p. Dissertation (Master Science in environmental and Forest Science). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, R.J, 2007.

The discarding of materials by the humanity is increasing. Cultural, economic and population factors contribute for volumetric formation of these materials. To minimize the effect of the accumulation of these materials in the garbage deposits, public politics must be implemented to enlarge the recycling of inorganic materials and the composting of the organic materials. One of these materials that are already discarded for the garbage deposits is the material that comes from the pruning and removal of the trees located in the streets, avenues, central seedbeds and squares. This pruning and/or removal occur due to diverse types of existing conflicts between this vegetation and the urban equipments. The urban trees, as well as the vegetal elements that are part of the urban gardening contribute to the environmental balance and the urban population welfare. Being located in urban areas, this vegetation needs periodic replacements, so it is necessary to product sufficient amounts of these vegetables to supply such demand. To produce these vegetables, the ideal is the use of materials that are sustainable and that its production doesn't be harmful to the environment, as for example the exploitation of the agricultural soil for the production of substrates. With the objective of making the use of this residue possible, composting furrows were mounted with this triturated material. The furrows were monitored, with temperature checking, besides being plowed and watered periodically, after about 100 days the material were taken from the furrows, dried outdoor and stored. To test the compost, an experiment in which two ornamental species (*Acalypha wilkesiana* m.Arg. *e Thunbergia erecta* T.Anders) propagated by cuttings were used was mounted using the following substrates: 100% soil, 100% pruning compost, 100% commercial substrate, 30% of streets and avenues cleaning residues + 70% pruning compost, 40% clay substrate + 60% pruning compost and 30% sand + 70% pruning compost, after evaluating the biometric parameters, it was evidenced that the substrates with the bigger percentage of pruning compost had the better results.

Key words: Recycling, composting, sustainability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL 1

Capítulo I

Preparação de composto para a produção de mudas, a partir de material oriundo da poda de árvores, na cidade do Rio de Janeiro.

Resumo 3
Abstract 4
1. Introdução 5
2. Revisão de literatura 6
   2.1. Substratos para produção de mudas 6
   2.2. Uso da compostagem. 9
3. Material e métodos. 14
   3.1. Compostagem dos resíduos da poda. 15
   3.2. Caracterização química dos substratos a serem utilizados 19
4. Resultados e discussão 19
   4.1. Temperaturas durante a compostagem. 22
   4.2. Controle da umidade durante o processo de compostagem dos resíduos da poda 24
   4.3. Rendimentos no processamento dos resíduos da poda 25
   4.4. Caracterização química dos substratos 25
5. Conclusões 29
6. Referências bibliográficas 29

Capítulo II

Produção de mudas por estaquia, utilizando compostagem preparada a partir de resíduos da poda da arborização urbana.

Resumo 34
Abstract 35
1. Introdução 36
2. Revisão de literatura 37
3. Material e métodos. 39
   3.1. Caracterização química dos substratos antes da coleta das plantas 43
4. Resultados e discussão 45
5. Conclusões 50
6. Referências bibliográficas 50

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS 53

1. INTRODUÇÃO GERAL

Por ser crescente, diversificada e constante, a disposição final dos resíduos sólidos produzidos no meio urbano é um dos mais sérios problemas ambientais vividos pela humanidade.

Atualmente, o descarte destes resíduos sólidos no Brasil é feito de várias formas: vazadouro a céu aberto – 21,15%, vazadouros em áreas alagadas – 0,10%, aterro controlado – 37,03%, aterros sanitários – 36,18%, usinas de reciclagem – 0,99%, estação de compostagem – 2,87% , usinas de incineração – 0,45%, locais não fixos – 0,54% e outros – 0,69% (IBGE, 2000). Tendo em vista a crescente preocupação com os problemas de poluição do meio ambiente, associada à escassez de recursos naturais, o ideal para a fração orgânica dos resíduos sólidos seria a estabilização destes através de processos biológicos controlados, permitindo assim a reciclagem dos nutrientes e a utilização da matéria orgânica.

Atualmente metade da população do planeta vive em cidades; no Brasil este número chega a mais de ¾ da população. Por ser um ambiente artificial, criado pelo homem, a cidade apresenta uma série de problemas relacionados com a poluição atmosférica, hídrica, sonora e visual, além da impermeabilização do solo. Neste contexto a arborização urbana vem de encontro a estes problemas atenuando-os de várias formas: melhoria microclimática, redução da poluição atmosférica e sonora, melhoria estética das cidades, ação das árvores para a saúde humana e benefícios sociais, econômicos e políticos. Devido à própria natureza do espaço urbano e por mais planejada e criteriosa que seja a arborização urbana, as árvores sempre apresentarão alguma necessidade de adequação ao espaço, podendo ocorrer, portanto o confronto com os mais diversos equipamentos e mobiliários urbanos. São estes conflitos que geram grande parte da poda e remoção de árvores na arborização pública.

Estes resíduos sólidos públicos, resultantes desta poda, geram um volume considerável de material vegetal que pode ser aproveitado das mais diversas formas: lenha, carvão, madeira para fabricação de móveis rústicos, artesanato, brinquedos, etc., gerando benefícios ambientais e sociais. Além destes produtos, parte deste material, ou seja, os galhos mais finos inservíveis para lenha, carvão ou finalidade mais nobre, que corresponde a cerca de 60% do volume total, poderá ser compostado, e utilizado para os mais diversos fins. A compostagem poderá contribuir significativamente na diminuição dos danos causados pela disposição desordenada destes resíduos urbanos, reduzindo a pressão sobre os recursos naturais. Este procedimento possibilita a produção de composto para uso em áreas agrícolas, produção de mudas e paisagismo, pois recicla os nutrientes presentes nestes materiais. Segundo a norma Brasileira NBR 10.0004:2004 da ABNT, os resíduos verdes provenientes da poda da arborização pública, por serem compostáveis, podem ser classificados como resíduos classe II.

Em face da carência de novas áreas para implantação de depósito de resíduos e a necessidade de se prolongar a vida útil dos mesmos, o fator que hoje se apresenta também como forte argumento para a implementação de sistemas de compostagem e reciclagem é o da minimização da quantidade de resíduos sólidos a ser disposta nestes depósitos.

Outro fator ambiental diz respeito à produção de mudas, plantio de árvores em áreas urbanas e à confecção ou reforma de canteiros para jardinagem em áreas públicas. O solo para tais finalidades, em grande parte, é importado de áreas silvestres e rurais, do entorno metropolitano, e comercializado com o nome de “terra adubada”; ou seja, é feita uma mistura deste solo mineral com adubo orgânico.

As áreas onde ocorre a extração deste solo ficam permanentemente inutilizadas para o cultivo e outras finalidades e por gerarem depressões nos locais de exploração, afetam a

drenagem natural do local, permitindo o acúmulo de água, provocando desequilíbrio e proliferação de insetos nocivos à saúde humana.

O uso deste resíduo poderá servir de base para que, ao mesmo tempo em que se dá um destino de uso a um material, que do ponto de vista ambiental possui sustentabilidade e que hoje é despejado em aterros sanitários e lixões contribuindo com problemas ambientais, se realize concomitantemente uma boa economia nos gastos públicos necessários para a produção de mudas de boa qualidade, para jardinagem e arborização pública da cidade. Portanto, no capítulo I, foram realizados ensaios com o objetivo de processar esta massa verde através da técnica de compostagem e no capítulo II pesquisou-se o uso deste composto na formulação de substratos para a produção de mudas.

Capítulo I

Preparação de composto para a produção de mudas, a partir de material oriundo da poda de árvores, na cidade do Rio de Janeiro.

RESUMO

É crescente o uso de substratos alternativos para a produção de mudas e isto está ligado, em parte, a fatores econômicos e ambientais. A disponibilidade e a abundância de materiais passíveis de uso para compostagem propicia uma economia de recursos para a produção vegetal. Portanto, neste capítulo objetivou-se a compostagem dos resíduos da poda da arborização urbana, visando diminuir os custos de produção, ao mesmo tempo em que se possibilita uma reciclagem deste material e menor impacto destes resíduos. Os trabalhos iniciaram-se com o recebimento dos restos de podas, oriundos de diversas espécies vegetais existentes na área de planejamento 4 da cidade do Rio de Janeiro, que abrange Jacarepaguá, Barra e adjacências. Em seguida os mesmos foram triados para descarte de galhadas com diâmetros acima de 8,0 cm e logo após as mesmas foram trituradas. Após estes procedimentos o material triturado foi disposto em cinco leiras com as seguintes dimensões: 6,0 metros de comprimento x 1,80 metros de largura (base) x 1,60 metros de altura. Após 24 horas foi constatada elevação significativa das temperaturas nas leiras. Conforme o esperado, observou-se, de maneira geral, temperaturas altas na fase inicial da compostagem passando em seguida para temperaturas médias por um período mais prolongado, para finalmente após cerca de 100 dias ocorrerem baixas temperaturas. Durante todo o processo de compostagem foram feitos revolvimentos e umedecimentos das leiras com o objetivo de aerar e evitar o ressecamento das mesmas, proporcionando condições favoráveis aos microrganismos responsáveis pelo processo de compostagem. Foram verificadas diferenças nas temperaturas de compostagem para diferentes espécies e *Mangifera indica* mostrou temperaturas abaixo do nível adequado, impedindo uma boa compostagem. Pelos resultados obtidos neste experimento foi possível constatar que o composto obtido através deste processo apresenta características favoráveis, podendo ser utilizado para composição de substratos para produção de mudas e possivelmente na confecção de canteiros para jardinagem e plantio de árvores.

Palavras chave: compostagem, resíduos, substratos.

Preparation of the compost for the production of seedlings, done from pruning derived material in the city of Rio de Janeiro.

ABSTRACT

The use of alternative substrates for the production of seedlings is increasing, and this is, in parts, connected to economic and environmental factors. The availability and abundance of the materials that can be used for composting, propitiate an economy of resources for the vegetal production. So, in this chapter the objective was the composting of the urban trees pruning residues, aiming to diminish the production costs, at the same that it makes possible a recycling of this material and a reduction in the impact of these residues. The work started with the act of receiving the pruning rests, deriving from diverse vegetal species from the planning area 4 of Rio de Janeiro city, which encloses Jacarepaguá, Barra and adjacent areas. After that, the limbs were observed to discard those with diameter above 8,0 cm and soon this ones were triturated. After these procedures the triturated material was made use in five furrows with the following dimensions: 6,0 meters of length x 1,80 meters of width (base) x 1,60 meters of height. After 24 hours it were evidenced a significant rise of the furrows temperature. As it was expected, in general there were high temperatures in the composting initial phase, going to average temperatures for longer period, to finally, after about 100 days the low temperatures occur. During all the process of composting, mixing and watering of the furrows were done, with the objective of aeration and prevent them to get dry, providing favorable conditions to the microorganisms that are responsible for the composting process. Differences in temperatures were verified to the different species, and *Mangifera indica* showed lower temperatures than the expected level, avoiding good composting. By the results of this experiment it is possible to evidence that the compost gotten through this process presents favorable characteristics, turning it possible to be used in the substrate composition for seedling production and possibly in the confection of seedbeds for gardening and plantation of trees.

Key words: composting, residues, substrates.

1 . Introdução

As cidades, de um modo geral, dependendo de seu nível de desenvolvimento, importam materiais de fontes naturais para atendimento de suas necessidades, como a água, a energia, os minerais e os alimentos. Após o consumo destes, haverá a produção e conseqüente exportação de poluentes hídricos, gasosos e terrestres**.** Portanto, são vários os problemas ambientais gerados pela liberação destes resíduos antrópicos. Por ser cada vez mais crescente e diversificada a produção de resíduos sólidos e líquidos no meio urbano, a disposição final destes se constitui em um dos maiores problemas ambientais da atualidade. Como opções para a destinação final destes resíduos, temos os aterros sanitários, a incineração e a descarga nos oceanos e rios. Entretanto, nenhuma destas alternativas é considerada adequada do ponto de vista ambiental e sustentável; o ideal para os resíduos orgânicos é a estabilização destes através de processos biológicos controlados.

A técnica da compostagem, que consiste na produção de compostos orgânicos, embora seja uma prática remota, surge atualmente como uma alternativa eficaz e sustentável, podendo contribuir para minimizar os efeitos causados pela disposição desordenada dos resíduos urbanos e reduzindo a pressão sobre os recursos naturais, pois recicla os materiais orgânicos e minerais contidos nestes resíduos, permitindo o seu uso em áreas agrícolas, produção de mudas e paisagismo.

A decomposição de material orgânico é um processo que ocorre na natureza, portanto todo ser vivo passará por tal processo; os vegetais e os animais após o fim de seu ciclo, serão decompostos por diversos tipos de microrganismos. Esta poderá ocorrer tanto na presença como na ausência de oxigênio, em função das condições de temperatura e umidade, e os minerais contidos nestes seres retornarão ao ciclo biogeoquímico.

Diferentemente dos processos ocorridos na natureza, a compostagem é um processo conduzido de maneira controlada. O oxigênio e a umidade, essenciais ao processo, são repostos ao processo através de revolvimentos ou injeção de ar nas leiras e o mesmo se aplica à umidade. Quando a mesma estiver em baixa deverá haver reposição de água, para que não ocorra paralisação do processo. Na compostagem a decomposição anaeróbica não é desejável e esta poderia ocorrer se a umidade na pilha de compostagem for muito elevada, o que leva a produção de maus odores e perda de nutrientes, além da formação de substâncias indesejadas.

Teoricamente todo material orgânico poderá ser compostado; isto dependerá diretamente da sua composição química e das condições operacionais favoráveis (aeração e umidade).

O composto produzido poderá ser utilizado quando apresentar características de cura ou semicura, com temperaturas baixas e aspectos completamente diferentes do material que lhe deu origem. A expressiva redução do volume inicial das leiras ao final do processo, a coloração escura e o cheiro de terra mofada são outras características que permitem dizer se o material atingiu a cura. Quimicamente, a cura do composto tem relação direta com o valor do pH e a relação C/N. Estes fatores caracterizam o final do processo de compostagem. Geralmente, o composto curado apresenta valores de pH em torno de 8,0 e com a relação C/ N, temos o inverso; a mesma inicia-se alta e no final do processo se apresenta com valores que podem variar de 10/1 a 18/1. Neste estudo o experimento com a compostagem dos resíduos da poda da arborização urbana foi conduzido por um processo sem a adição de estercos, adubos minerais ou inoculação com microrganismos não nativos.

É cada vez maior o uso de materiais alternativos para a produção de substratos e adubos orgânicos. Esta tendência está relacionada diretamente com o aproveitamento de resíduos que são descartados no meio urbano, rural e agroindustrial e indiretamente gera

benefícios ambientais. Fibras de coco semidecompostas, espumas fenólicas, compostos orgânicos, resíduo decomposto de casca de acácia negra, casca de arroz, casca de pinus, casca de eucalipto, bagaço de cana carbonizado, vermiculita, biosólidos e etc. estão cada vez mais substituindo o solo mineral, na confecção de substratos.

Na escolha de materiais para formação de um substrato, deve-se observar em primeiro lugar suas características físicas, pois estas estão diretamente relacionadas ao adequado fornecimento de oxigênio e suficiência de água às raízes das plantas cultivadas. Estes itens correlacionam-se diretamente com a densidade, porosidade, espaço de aeração e a economia hídrica. Outro fator que deverá ser levado em consideração na escolha de materiais para formação de substratos é a sua abundância e disponibilidade do mesmo ao longo do tempo. É importante também que o mesmo seja produzido próximo ao local de produção vegetal. Estes fatores, em conjunto, determinam a viabilidade econômica ou não destes componentes. Com relação às características químicas, estas podem ficar em um segundo plano de importância na escolha de materiais para formação de substratos, tendo em vista que podem ser corrigidas com práticas de adubação, porém, dependendo da riqueza de nutrientes contidos nestes materiais poderá haver também uma economia de recursos na aquisição de fertilizantes químicos.

Geralmente, as grandes cidades possuem políticas ambientais voltadas para a arborização pública, a jardinagem e a recuperação de áreas degradadas, visando em última instância o bem estar da sua população. Para manutenção e execução desta política ambiental, há necessidade que se produza uma quantidade expressiva de mudas; o composto dos resíduos da poda poderia substituir o solo mineral importado das áreas naturais. Portanto, o uso deste composto em conjunto com outros resíduos produzidos nos centros urbanos poderá propiciar a produção de substratos alternativos, contribuindo de maneira sustentável para a produção de mudas e o plantio destas.

Considerando todos estes aspectos, foram realizados ensaios, com o objetivo de desenvolver os métodos e procedimentos necessários para o aproveitamento dos resíduos da poda de manutenção da arborização urbana. Foi investigada a compostagem deste material, visando a sua utilização para a produção de mudas, em viveiro. A utilização deste material serviria como alternativa de baixo custo, ao mesmo tempo em que economizaria no manejo destes rejeitos por órgãos públicos metropolitanos.

2 . Revisão da Literatura

2.1. Substrato para a produção de mudas

Segundo Bunt (1976), citado por Gonçalves & Minami (1994), o Instituto de Horticultura John Innes, na Inglaterra, em 1939, foi o primeiro a tentar produzir substratos artificiais para o cultivo de plantas. Este substrato utilizava uma combinação a base de solo esterilizado, turfa e areia, complementada com doses fixas de superfosfato, sulfato de potássio e carbonato de cálcio.

Quando se produzem plantas dentro de um recipiente, o desenvolvimento das suas raízes, ao contrário do que acontece em pleno campo, é limitado pelo pequeno volume utilizado (Kämpf, 2000). Este fato faz com que as exigências das plantas, relativas à capacidade de retenção de água, arejamento e disponibilidade de nutrientes do substrato de cultivo, sejam muito mais intensas do que se fossem cultivadas no campo, onde o volume do solo disponível é, teoricamente, ilimitado. Portanto, o substrato deve ser melhor do que o solo, tanto na parte física como na química. Por tal motivo, o tipo de substrato utilizado é, obrigatoriamente de grande importância. Segundo Bellé & Kämpf (1993) os substratos para

produção de mudas vêm cada vez mais substituindo o uso do solo mineral como meio de cultivo, propiciando significativos aumentos na produção.

A turfa e produtos da compostagem vegetal são exemplos de materiais antigos, já consagrados pelo uso, e mais recentemente as fibras de coco semidecompostas, espumas fenólicas, lã de rocha, casca de arroz, casca de pinus, bagaço de cana carbonizado, vermiculita, biosólidos e etc., passaram a ser citados.

O substrato pode ser formado de solo mineral ou orgânico, adicionado a um ou vários materiais, em misturas. Os materiais utilizados para composição dos substratos podem ser naturais, sintéticos, minerais ou orgânicos: naturais - turfas, compostos orgânicos, solo mineral, areia; sintéticos - isopor, lã de rocha, espuma fenólica, etc; minerais - argila expandida, perlita, vermiculita; orgânicos - casca de arroz, casca de amendoim, casca de pinus, fibra de coco, serragem, etc. O substrato deverá apresentar características favoráveis, tais como: economia hídrica, aeração, permeabilidade, poder de tamponamento para valor de pH , boa capacidade de retenção de nutrientes, estabilidade de estrutura (não compactar muito com o peso da água), alto teor em fibras resistentes à decomposição (evitar a compostagem no vaso), ausência de agentes causadores de doenças, de pragas e de propágulos de ervas daninhas, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada (Kämpf, 2000). Os materiais e as características acima citadas fazem com que um tipo de material apenas não seja suficiente para servir como substrato; a possibilidade aumentará com a mistura de dois ou mais componentes. Mesmo possuindo várias características desejáveis, um substrato servirá apenas para um determinado grupo de plantas ou planta.

Até o momento não se conhece nenhum substrato de uso universal, pois cada espécie ou grupo de espécies vegetais apresenta características fisiológicas próprias, ou seja, existem espécies que têm preferências por uma determinada faixa de pH, salinidade ou outro fator limitante ao seu crescimento. Substratos produtivos devem ser férteis, porém um substrato fértil pode não ser necessariamente produtivo, pois há que se considerar outras características (Wendling et al., 2002).

Segundo Kämpf (2000), nos substratos formados por solos de base mineral, a faixa de pH onde há maior disponibilidade de nutrientes está entre 6 e 7. Em substratos de base orgânica este valor varia, e a faixa ideal estará entre 5,2 e 5,5.

Backes & Kãmpf (1991), estudando a viabilidade do composto de lixo urbano para a produção de plantas em viveiro, constatou que o mesmo deve ser utilizado apenas em mistura, pois apresenta alto valor de pH e excessiva salinidade, apesar de ter outras características positivas. Segundo ele, a espécie *Pilea cadierei* L. se beneficiou com a presença do composto do lixo urbano no substrato e a espécie *Calliandra selloi* (Spr.) Macbr. teve um efeito depressivo no seu desenvolvimento. O autor concluiu que a *Calliandra selloi* (Spr.) Macbr. teve seu desenvolvimento prejudicado, em função do elevado teor de sais solúveis no composto de lixo urbano.

Kämpf (2000) considera que é importante a determinação do teor total de sais solúveis (TTSS) para os substratos, pois, dependendo destes valores, poderá ser inviabilizada a cultura de determinada espécie vegetal.

Trigueiro & Guerrini (2003), utilizando biossólido proveniente de uma estação de tratamento de esgoto, casca de arroz carbonizada e um substrato comercial, constatou que doses iguais ou superiores a 70% de biossólidos foram prejudiciais ao desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus grandis*; a dose contendo 50% de biossólido mais 50% de casca de arroz carbonizada apresentou os melhores resultados, semelhante ao substrato comercial. Segundo o autor, o uso deste biossólido é viável, do ponto de vista econômico/ambiental.

A matéria orgânica é um componente fundamental dos substratos, cuja finalidade básica, de acordo com Cordell & Filer Jr. (1984), citados por Trigueiro & Guerrini (2003), é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas. Deve-se ainda considerar outras vantagens desse componente sobre o desenvolvimento vegetal, tais como: redução na densidade do solo e aumento da porosidade do meio, características que podem ter uma participação positiva dos materiais orgânicos. Carneiro (1995), cita também a participação da matéria orgânica no fornecimento de micronutrientes às plantas. Segundo ele, substratos predominantemente arenosos, pobres em matéria orgânica, podem apresentar carência de nutrientes.

Segundo Hoitink & Boehm (1999), a adição de matéria orgânica ao solo e o grau de decomposição da mesma permitem que vários microrganismos presentes neste material orgânico funcionem como agentes de controle biológico, atuando diretamente no controle de várias populações de patógenos do solo, causadores de doenças de plantas. O autor cita que estes microrganismos, por apresentarem diversos mecanismos de biocontrole, promovem um equilíbrio sustentável na biota do solo. Com base nesta consideração, é possível que substratos formulados com compostos orgânicos possam atuar beneficamente na sanidade das mudas.

Gomes et al. (1985) testaram 52 misturas, constituídas por vermiculita, moinha de carvão vegetal, composto orgânico (esterco bovino - 40% e capim gordura - 60%), turfa, terra de subsolo e esterco bovino. A espécie estudada foi o *Eucalyptus grandis* e o parâmetro pesquisado foi a altura da parte aérea. O melhor resultado foi constituído pela mistura de composto orgânico (80%) e moinha de carvão.

Kämpf (2000), considera que quanto mais alta a densidade, mais difícil o cultivo no recipiente, quer por limitações no crescimento das plantas, quer pela dificuldade no transporte das embalagens. Considerando a densidade seca (secagem do substrato realizada a uma temperatura de 105ºC), são aceitáveis os seguintes valores: - para produção de mudas em células e bandejas → 100 a 300 Kg/m³; - para recipientes de até 15 cm de altura → 200 a 400 Kg/m³; - para recipientes de 20 30 cm de altura → 300 a 500 Kg/m³; - para recipientes maiores → 500 a 800 Kg/m³.

Em um experimento onde foi avaliado o desenvolvimento de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (mart. Ex D.C.) Standl. e a dimensão do recipiente mais adequado, Cunha et al. (2005) testaram os seguintes substratos: terra de subsolo e terra de subsolo mais composto orgânico. Com relação aos recipientes foram utilizadas as seguintes medidas (cm): 20 x 36,5; 15 x 32; 13 x 25,5; 13,5 x 19. Foi concluído que as plantas com composto orgânico no maior recipiente apresentaram os melhores resultados.

Maia (1999), testando alguns dos resíduos gerados no processo de produção de celulose e papel (casca de pinus e lodo proveniente das estações de tratamento de efluentes industriais), para a produção de *Pinus taeda*, preparou 14 substratos contendo estes componentes com diferentes proporções de solo. A autora constatou que a presença do solo no substrato é dispensável e que o lodo, devido provavelmente à sua baixa porosidade, não deve ser utilizado isoladamente, apesar da sua relativa fertilidade. A mistura com casca de pinus melhorou os resultados, pois aumentou a porosidade e aeração do substrato.

A germinação de sementes, iniciação radicial e enraizamento de estacas, formação do sistema radicial e parte aérea estão associadas com a boa capacidade de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada nos substratos. Estas características são altamente correlacionadas entre si. As duas primeiras estão diretamente relacionadas com macroporosidade e a retenção de água e nutrientes com a microporosidade e superfície específica do substrato (Caldeira et al., 2000).

Com o objetivo de identificar os melhores elementos para composição de um substrato para enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. Pereira et al. (2002) conduziram um experimento, adotando-se o delineamento em blocos casualizados, distribuídos num fatorial 4 x 2 x 2, com duas repetições e 12 estacas por parcela. Os fatores estudados foram quatro fontes orgânicas (moinha de café, casca do fruto do café, esterco bovino e composto orgânico), dois complementos (vermiculita e casca de arroz carbonizada) e terra de subsolo (com e sem terra). Os autores concluíram que os substratos contendo compostos orgânicos apresentaram os melhores resultados em todos os parâmetros: percentual de enraizamento, comprimento médio de brotos, peso da matéria seca de brotações e raízes. O composto orgânico mostrou ser o melhor componente para formulação de substratos para propagação de *Coffea arabica* L. por estaquia.

2.2. Uso da compostagem

De acordo com Kiehl (1985), a compostagem vem sendo utilizada pelo homem desde os tempos mais remotos; tanto vegetais como animais eram utilizados para serem incorporados ao solo, visando aumento da produção agrícola. Este processo foi muito usado na Antigüidade, sobretudo pelos orientais, que faziam uso intensivo de compostos orgânicos na produção de cereais. As técnicas empregadas eram artesanais e fundamentavam-se na formação de leiras ou montes de resíduos que ocasionalmente eram revolvidos.

A compostagem é um processo biológico de transformação da matéria orgânica crua em substâncias húmicas, estabilizadas, com propriedades e características diferentes do material que lhe deu origem (Kiehl, 1985). E como resultado deste processo biológico, serão gerados dois componentes importantes: nutrientes, indispensáveis para as raízes das plantas, e húmus, um componente necessário para desenvolver as propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo, ou seja, o composto atua de maneira dinâmica na melhoria dos solos (Kiehl, 1998; Peixoto, 2005).

Durante o processo, alguns componentes da matéria orgânica são utilizados pelos próprios microrganismos para formação de seus tecidos, outros são volatilizados e outros, transformados biologicamente em uma substância escura, uniforme, com consistência amanteigada e aspecto de massa amorfa, rica em partículas coloidais, com propriedades físicas, químicas e físico-químicas completamente diferentes da matéria-prima original. Durante todo o processo ocorre produção de calor e desprendimento, principalmente, de gás carbônico e vapor d'água (Kiehl, 1998). O que difere a compostagem de um processo de degradação natural é justamente o fato de que a compostagem ocorre sob condições controladas, enquanto que num processo de degradação natural, não se tem nenhum controle das variáveis do processo.

Os resíduos vegetais possuem em média 90% de água, as folhas são mais ricas em água, e a matéria seca restante é formada por celulose, açúcares e proteínas, nos quais encontram-se os macro e micronutrientes. De maneira geral, segundo Miyasaka et al. (1984) os tecidos vegetais apresentam as seguintes proporções de compostos orgânicos: 1) Hidratos de carbono –→ açúcar e amidos – 1 a 5%, hemiceluloses – 10 a 28%, celulose – 20 a 50%; 2) Gorduras, ceras e taninos – 1 a 8%; 3) Ligninas – 10 a 30%; 4) Proteínas – 1 a 15%.

Dispondo-se resíduos vegetais em uma pilha para serem submetidas à fermentação, se as condições de umidade, temperatura e aeração forem favoráveis e houver a presença de microrganismos, haverá inicialmente uma rápida decomposição, que decrescerá com o tempo. Neste processo participam uma infinidade de organismos: bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários, algas, vermes, insetos e suas larvas. O tempo de decomposição é governado pela

relação C/N da massa; os microrganismos que realizam a decomposição da matéria orgânica absorvem os elementos C e N na proporção de 30 partes de C para uma parte de N (relação C/N igual a 30/1), eliminando 2/3 do C na forma de gás carbônico e imobilizando no seu protoplasma celular 1/3 do C, ficando com uma relação C/N igual a 10/1. O N excedente, não incorporado pelo microrganismo, é liberado como amônia e por esta razão o produto final da compostagem (húmus) tem uma relação C/N igual a 10/1(Kiehl, 1985).

Dentre os fatores que afetam o processo de compostagem, incluem-se a umidade, a aeração, a temperatura, o pH e os microrganismos presentes.

A presença da umidade na compostagem é importantíssima e deve ser dosada de forma que o processo ocorra de forma aeróbica. Esta água presente na massa de compostagem viabiliza as funções vitais dos microrganismos envolvidos no processo. Segundo (Kiehl, 1985; Gomes & Pacheco, 1998; Fernandes, 2000; Bidone, 2001; Peixoto, 2005) a umidade ideal situa-se na faixa de 50%, e um consenso que os valores entre 40% e 60% são os limites máximo e mínimo para que o processo ocorra de maneira satisfatória. Valores acima de 60% fazem com que os espaços vazios com ar sejam preenchidos com água, levando a uma anaerobiose e eliminando, portanto os microrganismos aeróbicos. Valores abaixo de 40% comprometem a atividade microbiana do processo, fazendo com que o processo torne-se lento ou até mesmo paralisado pela morte dos microrganismos. Ambas as situações podem ser corrigidas: para o excesso de umidade recomenda-se revolvimentos periódicos ou redução na altura das leiras de compostagem; para a baixa umidade utiliza-se o revolvimento das leiras concomitantemente com a irrigação da massa. Esta interação é importante para que a água não caminhe por canais preferenciais, ficando a leira com umidade distribuída de forma heterogênea. No processo de compostagem sempre haverá necessidade de reposição de umidade nas seguintes condições: devido ao próprio metabolismo dos microrganismos, perda de água em forma de vapor, devido ao calor gerado no interior das leiras, ação dos ventos e pelo calor do sol.

Por ser um processo aeróbico**,** a compostagem necessita de oxigênio para atender às necessidades dos microrganismos envolvidos neste processo. Esta aeração está relacionada a diversos fatores: tamanho das partículas, tamanho das leiras, natureza do material, teor de umidade e o número de revolvimentos. O revolvimento da leira, segundo Pereira Neto (1996) é muito importante, pois reduz as altas concentrações de CO_2, produzido pela respiração das bactérias no interior das mesmas, e introduz ar rico em oxigênio. A troca de gases na leira não pode ser prejudicada em função do tamanho da leira; segundo Peixoto (2005), esta não deve ser pequena nem grande demais. No primeiro caso ocasiona grande perda de umidade, enquanto no segundo pode ocorrer compactação, prejudicando a troca de gases e aumentando o tempo de compostagem.

O tamanho das partículas é fundamental na compostagem; quanto menor as partículas, menor será a porosidade do material a ser compostado, prejudicando então as trocas gasosas. Tratando-se isoladamente o tamanho da partícula, conclui-se que quanto menor a partícula, maior área de contato, o que viabilizaria um melhor ataque dos microrganismos. Portanto, devido a compostagem ser um processo dependente do fornecimento de oxigênio, as partículas devem ter um tamanho que permita as trocas gasosas. Segundo autores (Kiehl, 1985; Gomes & Pacheco, 1998; Bidone, 2001; Peixoto, 2005) o tamanho ideal deve variar de 1 a 5cm.

Como o metabolismo dos microrganismos aeróbicos é exotérmico, com a multiplicação destes organismos é normal o rápido aquecimento da massa. Se o volume do material a ser decomposto for pequeno, o calor criado pelo metabolismo se dissipa e o material não se aquece; quando se trabalha com grandes volumes, o calor se acumula no interior da leira e alcança temperaturas elevadas, em razão destes materiais serem bons

isolantes térmicos. Segundo Peixoto (2005), quando as condições são favoráveis para o desenvolvimento da compostagem, ocorre um comportamento característico de evolução da temperatura, podendo ser dividido em quatro fases distintas: aumento da temperatura, pico da temperatura, esfriamento e maturação. Esta evolução da temperatura corresponde às fases mesófila, termófila e criófila. No estágio termofílico, quando a temperatura sobe de 40ºC a 60ºC, a decomposição é máxima, podendo durar mais de 20 dias (Peixoto, 2005).

Na compostagem, o principal indicador do desempenho do processo é o controle da temperatura; a fase que permite a máxima intensidade de atividade microbiológica nas leiras é a termófila. Fernandes (2000) considera que esta fase se inicia em torno de 45ºC, sendo ideal o controle da temperatura entre 55 e 65ºC. Para Kiehl (1985) uma faixa ótima para a compostagem é a que vai de 50 a 70ºC, sendo 60ºC a mais indicada (Tabela 1). Neste aspecto é possível fazer um acompanhamento do processo, com revolvimentos periódicos, estabelecendo-se medidas corretivas. Baixas temperaturas podem indicar alta umidade e, temperaturas elevadas, baixa umidade. Temperaturas elevadas sugerem o revolvimento da leira e a irrigação, enquanto baixas temperaturas sugerem apenas o revolvimento (Pereira Neto & Cunha, 1995). Para Fernandes (2000), se a leira de compostagem registrar temperaturas na faixa de 40ºC-60ºC, no segundo ou terceiro dia é sinal que a compostagem tem todas as chances de ser bem sucedida.

Tabela 1. Temperaturas adequadas para as bactérias, no processo de compostagem.

Bactéria	Mínima	Ótima	Máxima
Termófila	25 a 45ºC	50 a 55ºC	85ºC
Mesófila	15 a 25ºC	25 a 40ºC	43ºC

Fonte: Kiehl (1985)

Geralmente a temperatura máxima considerada como ideal na compostagem é de 60º C. Supondo-se que esta temperatura perdure por mais de 20 dias neste valor, os organismos patogênicos e sementes indesejáveis serão eliminados. Nesta temperatura não haverá perdas significativas de nitrogênio. No entanto, a temperatura ficando superior ou igual à 65º C é desaconselhável, pois causará a morte dos microrganismos responsáveis pela decomposição do material orgânico (Peixoto, 2005). Segundo Kiehl (1985) a temperatura ideal para decomposição de restos vegetais é de 55ºC a 65ºC, porém, o autor lembra que a duração e a seqüência das fases do processo de decomposição dependem da matéria prima e da manutenção das condições favoráveis para a compostagem.

O acompanhamento do pH permite diagnosticar a fase em que a compostagem se encontra: pH inferior a 6,0 indica um composto na fase inicial de compostagem, o mesmo apresenta fitotoxidade; entre 6,0 e 7,6 é sinal que o composto está semicurado ou bioestabilizado, pH superior a 7,6 indica que o composto está maturado ou humificado. Esta evolução ocorre devido à produção de ácidos orgânicos no início do processo, ocasionando um decréscimo no pH. Peixoto (2005) cita que este aumento da acidez no início do processo de compostagem proporciona o crescimento de fungos e a quebra de lignina e de celulose.

No processo de compostagem os microrganismos mais presentes são as bactérias, fungos e actinomicetos. As bactérias e os fungos são caracterizados por sucessivos aparecimentos de suas formas mesofílicas e termofílicas. As bactérias filamentosas, ou actinomicetos são as mais importantes no processo de compostagem, e ficam mais evidentes no final do processo. Seu aparecimento ocorre ao mesmo tempo em que a celulose e a lignina desaparecem. Na fase mesófila, predominam bactérias e fungos mesófilos produtores de ácidos. Com o aumento da temperatura (fase termófila), predominará os actinomicetos,

bactérias e fungos termófilos. Na fase final do processo de compostagem, ou seja, na fase de resfriamento do composto, podem ser encontrados protozoários, nematóides, formigas, miriápodes, vermes e insetos diversos (Kiehl, 1985).

Alves & Passoni (1997), utilizaram em experimento composto orgânico e vermicomposto, oriundos do lixo domiciliar em doses crescentes, até a substituição do solo no substrato. Os tratamentos basearam-se na mistura de terra de mato com vermicomposto e composto, nas seguintes proporções: 1 - 100% de terra de mato (testemunha); 2 - 2/3 terra de mato + 1/3 de composto; 3 - 1/3 terra de mato + 2/3 de composto; 4 -100% de composto orgânico; 5 - 2/3 de terra de mato + 1/3 vermicomposto; 6 - 1/3 de terra de mato + 2/3 de vermicomposto; 7 - 100% de vermicomposto. O objetivo principal foi avaliar a produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* Benth). Cada tratamento foi composto por 10 balaios, e cada tratamento teve quatro repetições. Foi utilizada uma semente de oiti por balaio.

Foi constatado que a testemunha obteve o menor índice de germinação aos 150 dias, e os maiores índices foram apresentados pelas proporções de 2/3 e 3/3 de composto ou vermicomposto. Com relação à altura das plantas, foi constatado maior crescimento nos tratamentos com composto e vermicomposto em relação à testemunha. Neste trabalho concluiu-se que o composto ou o vermicomposto pode ser utilizado exclusivamente na composição de substratos para produção de mudas de oiti, sem prejuízo do desenvolvimento das plantas. Ficou constatado também que não houve sintomas de fitotoxidade nas plantas, atribuídas à utilização dos adubos orgânicos.

Segundo Wendling et al. (2002) estudos resultaram em uma escala de valores para interpretação das principais características e/ou propriedades físicas e químicas de substratos para produção de mudas florestais (Tabela 2). De maneira geral, estes valores podem servir também para a produção de plantas ornamentais.

Tabela 2. Escala de valores com as características físicas e químicas do solo.

	Baixo	**Médio**	**Adequado**
Densidade (g /cm³)	< 0,25	0,25 - 0,50	0,45 - 0,55
Porosidade total (%)	< 55	55 - 75	75 - 85
Macroporosidade (%)	< 20	20 - 40	35 - 45
Microporosidade (%)	< 25	25 - 50	45 - 55
Capac. máxima de retenção de água (ml 50 /cm³)	< 15	15 - 25	20 - 30
Relação C/N	8 a 12/1	12 a 18/1	8 a 12/1
pH em $CaCl_2$ 0,01 mol L^{-1}	< 5,0	5,0 - 6,0	5,5 - 6,5
P resina (mg/ dm³)	< 200	200 - 400	400 - 800
K trocável (mmolc / dm³)	< 15	15 - 30	30 - 100
Ca trocável(mmolc/ dm³)	< 100	100 - 150	100 - 200
Mg total (mmolc / dm³)	<50	50 - 100	50 - 100
C.T.C. efetiva (mmolc / dm³)	< 100	100 - 200	> 200

Fonte: Wendling & Gatto (2002) citando Gonçalves e Poggiani (1996).

Para produção de mudas por estaquia é recomendado um substrato com boa porosidade, para proporcionar à estaca uma boa aeração, pois o oxigênio é indispensável para a respiração das raízes que surgem, este substrato também deverá armazenar uma certa quantidade de água para o desenvolvimento inicial da muda. Os materiais mais utilizados para esta finalidade são os seguintes: vermiculita, areia, casca de arroz carbonizada, moinha de carvão e diversas misturas destes materiais (Wendling et al., 2002). Segundo os autores, como regra geral na formulação de substratos para enraizamento de estacas, recomenda-se a colocação de 60-80% de um material mais poroso em mistura a 20-40% de um material menos poroso e de melhores características para agregação (terra de subsolo, composto orgânico, húmus). Porém, em função da espécie e do manejo adotado na produção de mudas (substratos, irrigação, recipientes etc.), esta proporção poderá ser ajustada com base em testes realizados no local e condição de produção. No caso da produção de mudas por sementes, o autor recomenda a colocação de mais ou menos 20-40% de um material mais poroso em mistura a 60-80% com um material de menor porosidade. Porém, dependendo da espécie e do manejo adotado na produção de mudas, esta proporção poderá ser alterada.

Correia et al. (2003), em pesquisa sobre misturas de casca de coco, com folha de carnaubeira e casca de arroz triturada encontraram valores de pH entre 4,8 e 4,9, CTC entre 103 e 205 mmolc/dm³ e soma de bases de 72 a 77%, com resultados de boa formação de mudas de cajueiro anão.

Guerrini & Trigueiro (2004) estudaram os atributos físicos e químicos de substratos com diferentes doses de biossólido e de casca de arroz carbonizada. De acordo com os autores, com o aumento da dose de biossólido houve aumento da densidade e do percentual de microporos e, conseqüentemente, da retenção de água. Ele apresentou teores razoáveis de N e P, mas baixos de K, não sendo detectados metais pesados.

Schmitz et al. (2002) realizaram experimentos com a finalidade de determinar o substrato mais adequado para a produção de mudas frutíferas e de flores em recipientes. Para esta finalidade foi feita a caracterização química e física de cinco materiais: solo, areia, turfa, casca de arroz carbonizada (cac) e resíduo decomposto de casca de acácia negra (RDCA) e de algumas de suas misturas (solo + areia - 1:1, solo + areia + CAC - 1:1:1, solo + areia + RDCA - 1:1:1, turfa + CAC - 2:1, turfa + RDCA - 2:1). Após a avaliação das diversas características físicas e químicas dos materiais citados acima e de suas misturas concluiu-se que os materiais e as misturas apresentaram características distintas daquelas citadas como ideais para o objetivo proposto. As características que mais se afastaram das ideais foram as seguintes: capacidade de troca catiônica (CTC), os teores de carbono orgânico, a densidade e a porosidade total. A mistura composta por turfa + RDCA - 2:1, foi a que apresentou as características mais apropriadas ao objetivo do trabalho.

Ferraz et al. (2005) estudaram as propriedades físicas e químicas de alguns substratos comerciais: germina 10% (produto à base de turfa com 10% de vermiculita), germina 20% (produto à base de turfa com 20% de vermiculita), F3, F8 e F12 (produtos à base de turfa), fibra flor (produto à base de fibra longa de turfa), garden plus (produto à base de fibra longa de turfa e vermiculita) e turfa (produto formado a partir da decomposição de restos vegetais e material mineral do fundo de lagos e depressões). Os autores concluíram que os substratos apresentaram diferentes características físicas, sendo o F3, F8, F12 e fibra flor os que apresentaram menor água disponível e maior espaço de aeração. Com relação às propriedades químicas houve variações devido à constituição de cada substrato, porém, no geral as características químicas foram adequadas nestes substratos comerciais.

Lacerda et al. (2006) na determinação das características físicas e químicas de substratos a base de pó de coco e resíduo de sisal para a produção de mudas de sabiá, montaram um experimento utilizando as seguintes composições: pó de coco (PC) 100%,

resíduo de sisal (RS) 100%, Argissolo Vermelho - Amarelo distrófico (Arg) 100%, Arg + PC (1:1; 1:2; 1: 4), Arg + RS (1:1; 1:2; 1: 4) e Arg + PC + RS (1:1:1; 1:2:2; 1:2:4; 1: 4:2). Os autores concluíram que os substratos que continham em sua formulação o pó de coco apresentaram os melhores resultados com relação às características físicas e químicas, sendo o mais recomendado o que contiver em sua formulação, o Argissolo com mais de 50% de PC. Com relação ao resíduo do sisal, os autores não o recomendam para produção de mudas de sabiá, pois o mesmo apresenta valores de condutividade elétrica (CE), e pH inadequados ao cultivo.

Leal (2006), estudando a compostagem de *Crotalaria juncea* e capim napier (Pennisetum purpureum), constatou que é possível compostar a espécie vegetal *Crotalaria juncea* pura ou misturada com capim napier sem a necessidade de inoculantes ou outros aditivos. Concluiu que o composto obtido destas duas espécies misturadas substituem o substrato comercial plantmax HT na produção de mudas de alface, beterraba e tomate e que o composto obtido através da compostagem de Crotalaria pura ou misturada com capim napier substitui o esterco bovino na adubação de plantio das culturas de alface, beterraba e tomate.

Considerando todos estes aspectos, foram realizados ensaios, com o objetivo de desenvolver os métodos e procedimentos necessários para o aproveitamento dos resíduos da poda de manutenção da arborização urbana. Foi investigada a compostagem deste material, visando a sua utilização para a produção de mudas, em viveiro. A utilização deste material serviria como alternativa de baixo custo, ao mesmo tempo em que economizaria no manejo de rejeitos por órgãos públicos metropolitanos.

3. Material e Métodos

O município da cidade do Rio de Janeiro situa-se entre as coordenadas geográficas 22º 35’ a 23º 05’ S (Latitude) e 43º 05’ a 43º 50’ W (Longitude), limita-se ao sul com o oceano atlântico; à leste, com a baía de Guanabara e com o município de Niterói; à oeste com a baía de Sepetiba e com o município de Itaguaí; e ao norte com os municípios de Nova Iguaçu, Nilópolis, São João de Meriti e Duque de Caxias.

A área de estudo, conhecida como área de Planejamento 4, localizada no município do Rio de Janeiro, é formada por uma grande planície cercada pelos maciços da Tijuca e Pedra Branca e o Oceano Atlântico, onde há predominância da paisagem natural. Esta área é constituída pelos seguintes bairros: Anil, Barra da Tijuca, Camorim, Cidade de Deus, Curicica, Freguesia, Gardênia Azul, Grumari, Itanhangá, Jacarepaguá, Joá, Pechincha, Praça Seca, Recreio dos Bandeirantes, Tanque, Taquara, Vargem Grande, Vargem Pequena e Vila Valqueire. Segundo o Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos a área territorial do município do Rio de janeiro é de 1.224,56 Km², e a área de Planejamento 4 possui 293,41 Km², com uma população total de 682051 pessoas (2000).

As árvores nos logradouros desta área formam corredores, interligando-se com os elementos naturais fitogeográficos. Atualmente, segundo estimativas da FPJ, a vegetação urbana desta área é constituída de aproximadamente 250 mil exemplares localizados em calçadas, praças, parques municipais e canteiros centrais. O clima deste local é quente e úmido, tipo Aw de Köppen, com temperatura média de 23,7ºC, máxima absoluta de 38,2ºC, mínima absoluta de 11,1ºC, precipitação média anual de 1.172,9mm e média anual de umidade relativa do ar de 79%, de acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (DNMET, 1992).

Esta área de Planejamento é a mais importante em expansão urbana da cidade. Concentra núcleos habitacionais de alta, média e baixa renda. Contém também expressivo quantitativo de áreas naturais, turísticas e de lazer ainda pouco exploradas.

As áreas naturais da cidade foram submetidas à uma redução de 14,9% no período de 1984-2001, representando uma conversão de 6.357 ha para área urbanizada. As regiões que tiveram a maior perda de áreas naturais foram a AP4 e AP5, respectivamente 2.657 ha e 3.257 ha; somadas estas áreas representam 92% da perda total para as áreas antrópicas (Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro).

Nesta região (AP4) houve uma transformação profunda da fisionomia rural em um novo modelo de expansão urbana da cidade, pelo processo histórico de desenvolvimento com base no empreendedorismo imobiliário. Com isto ocorreram impactos, tanto na vegetação natural quanto na arborização urbana. O adequado manejo e o aproveitamento sustentável dessa biomassa vegetal reveste-se de grande relevância do ponto de vista ambiental e sócio-econômico.

Com o objetivo de diagnosticar a poda realizada nas árvores urbanas desta região, foi elaborada uma tabela com os seguintes dados: espécies podadas, número de exemplares podados, volume podado e volume médio podado por exemplar, nos períodos compreendidos entre o mês de Novembro de 2001 até o mês de Dezembro de 2004.

Os dados para confecção desta tabela foram obtidos através das informações contidas em relatórios diários de trabalho de duas equipes próprias da Fundação Parques e Jardins, compostas de oito homens cada, supervisionadas por um Engenheiro Florestal. Estes dados são representativos da área de estudo, tendo em vista que estas equipes atuaram de forma abrangente em toda a extensão da área de planejamento 4, conforme documentos existentes nos arquivos da instituição, onde constam a localização das espécies podadas e seus respectivos volumes. Nesta tabela, foram consideradas apenas as espécies que sofreram podas com volume superior a 5,0 metros estéreis/ano. Este diagnóstico, por apresentar dados relativos à identificação das espécies arbóreas podadas e seus respectivos volumes, propicia informações mais detalhadas sobre a composição das leiras de compostagem e seu produto final.

3.1. Compostagem dos Resíduos da Poda

Para início desta etapa foi escolhida, no horto da prefeitura, uma área em ambiente aberto de aproximadamente 200 m², com uma pequena declividade, de forma a não permitir o acúmulo de líquidos na base das leiras. Nesta área foi iniciado o experimento no qual os resíduos da poda passaram por um processo de compostagem do tipo aeróbico, com aeração e umidade controladas através de revolvimentos e regas periódicas, onde a massa vegetal foi disposta em leiras a céu aberto. O trabalho de compostagem foi desenvolvido de forma artesanal, sendo o processo de decomposição lento e natural, por não utilizar equipamentos de aeração nem produtos para aceleração da compostagem. Além disto, os resíduos da poda foram preparados sem a adição de outras fontes orgânicas e isto contribuiu para que os custos de produção ficassem mais atrativos ainda.

Para efetivação dos objetivos do projeto, a condução experimental foi feita no Horto da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, localizado no bairro da Taquara em Jacarepaguá, situado a Rua Mapendi, 435. O trabalho foi conduzido em duas etapas: a primeira ocorreu no mês de maio/2006 com início dos trabalhos de compostagem dos resíduos da poda e a segunda no mês de outubro com o uso do composto da poda na confecção de substratos alternativos para uso na produção das mudas.

Durante o processo de compostagem, nos meses de maio a agosto de 2006, as temperaturas máximas do ar variaram entre 30,5 e 35,0 ^{o}C e as mínimas entre 18,0 e 19^{o}C (DNMET, 1992).

Para efetivação do processo de compostagem foram obedecidos os seguintes procedimentos:

1 - Recebimento dos resíduos da poda provenientes da AP4 – O uso das espécies vegetais para compostagem de seus resíduos se deu de acordo com a disponibilidade e o andamento das podas das equipes da Prefeitura. Os mesmos chegavam com as galhadas sempre na parte da tarde, logo após a conclusão dos serviços de poda nas áreas públicas e eram descarregados bem próximo ao local da compostagem, para serem triados, triturados e dispostos em leiras de compostagem no dia seguinte (Figura 1). As galhadas recebidas para formação das leiras de compostagem foram, em grande parte, das seguintes espécies vegetais: *Albizia lebbeck* (L.) Benth (Albizia), *Bauhinia sp* (Pata de vaca), *Caesapinia ferrea* mart. Ex Tul. Var. leiostachya (Pau ferro), *Eucalyptus citriodora* Hook. f.,(Eucalipto), *Ficus lyrata* Warb (Fícus lirata), *Ficus benjamina* L. (ficus benjamina), *Hibiscus tiliaceus* L.(Algodoeiro), *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. (Leucena), *Licania tomentosa* (benth.) Fritsch.(Oiti), *Mangifera indica* L. (Mangueira), *Pachira aquatica* Aubl.(Munguba), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e *Terminalia catappa* L. (Amendoeira). Estes resíduos verdes foram recebidos durante quatro dias seguidos.

Figura 1 – Caminhão com galhadas

2 – Triagem dos resíduos - Por questões relacionadas com a operacionalidade da máquina e principalmente com o tempo de compostagem dos resíduos, optou-se por trabalhar com galhos de no máximo 8,00 cm de diâmetro, pois os mesmos apresentam uma proporção menor de lignina em seus tecidos e uma grande quantidade de folhas e tecidos tenros.

3 - Trituração dos resíduos - Após a triagem as galhadas foram passadas em um triturador com facas rotativas da marca Bandit modelo 65, movido a óleo diesel. Este procedimento teve por objetivo reduzir as galhadas em partículas de tamanhos variados e proporcionar ao material um aumento da superfície exposta, deixando mais vulnerável à ação dos microrganismos, facilitando desta maneira o processo de decomposição (Figura 2). Além disto, o tamanho das partículas proporcionou ao material triturado uma porosidade que permitiu uma boa troca gasosa com a atmosfera, permitindo aos microrganismos uma atuação mais efetiva na decomposição da massa vegetal. É importante que a trituração seja feita concomitantemente com a irrigação deste triturado; com este procedimento percebeu-se que,

em ensaios anteriores, as leiras atingiram temperaturas mais elevadas num menor período de tempo.

Figura 2 – Equipamento triturando galhadas

4 - Formação das leiras - Após a trituração, o material foi disposto em leiras de formato trapezoidal com as seguintes dimensões: 6,0 metros de comprimento x 1,80 metros de largura (base) x 1,60 metros de altura (Figura 3). Para o experimento foram formadas cinco leiras de compostagem.

Figura 3 - Leira formada com a idade de quatro dias podendo-se perceber a vaporização de água.

5 - Controle do processo de compostagem - As leiras de compostagem, logo após sua montagem, foram acompanhadas com monitoramento da temperatura. Desta forma foi possível identificar as diversas fases (termófila, mesófila e criófila) do processo, além de controlar as altas temperaturas. As temperaturas foram verificadas com o auxílio de uma sonda com 1 metro e vinte centímetros de altura, sempre a uma mesma profundidade (meia altura da pilha) e em diferentes pontos da leira, conforme recomenda Kiehl (1985), de modo a obter três valores representativos. Estas medições foram feitas na parte da manhã, por volta

das nove horas. Para registro gráfico destas temperaturas, foi adotada a média das temperaturas no intervalo de sete dias.

As leiras atingiram temperaturas elevadas logo nos primeiros dias do processo de compostagem, por esta razão, as mesmas foram revolvidas para controle das altas temperaturas e ao mesmo tempo irrigadas para reposição da umidade. Com base neste comportamento térmico, foi adotada na prática a seguinte metodologia para condução da compostagem: um revolvimento por semana nas primeiras 06 semanas; após, 02 revolvimentos por mês até o final do processo (Figura 4). Os revolvimentos tiveram também por finalidade aerar a massa orgânica e misturar as camadas externas, mais secas, com as camadas internas, mais úmidas das leiras. Para não ocorrer encharcamento, devido as chuvas, o que poderia comprometer a aeração das leiras, e conseqüentemente o bom andamento do processo com a queda da temperatura, as mesmas eram cobertas com uma lona plástica transparente, caso houvesse mudança no tempo. Ao longo do processo foram feitas medições, com o objetivo de quantificar a perda de volume da leira até o final do processo de compostagem.

Figura 4 - Massa vegetal após 120 dias de compostagem

6 - Peneiramento do composto – Após o término da compostagem, o material foi espalhado e revirado diariamente para secar naturalmente. Após a secagem o composto foi passado em uma peneira de 15 mm, para retirar materiais grosseiros e obter uma melhor homogeneização do composto. O resto que ficou na peneira foi reutilizado na formação de novas leiras de compostagem, sendo triturado simultaneamente com as galhadas. Adotando-se este procedimento evita-se a perda de material; além disto, este resto, por estar num estado adiantado de decomposição, auxilia na inoculação do novo material a ser decomposto.

7 - Armazenamento do composto – O composto peneirado foi estocado em contêineres plásticos até a data de sua utilização.

No tocante à determinação da umidade existente no material triturado, procedeu-se da seguinte forma: foram selecionadas quatro amostras de material triturado com volumes conhecidos (18 litros), os mesmos foram pesados (peso verde) e colocados em uma estufa com circulação de ar forçada a 65°C durante 72 horas, até a obtenção de massa constante. Logo após a retirada das amostras da estufa, os mesmos foram pesados (peso seco).

Para as avaliações de rendimento, foram feitas pesagens de galhada verde, obtida através da coleta de amostras de 4 leiras . As galhadas com até 8,0cm de diâmetro foram cortadas com 1 metro de comprimento, arrumadas sem serem submetidas à pressão e sempre no sentido longitudinal até 1,0 metro de altura, formando 1,0 metro estéreo, em seguida trituradas e pesadas. O material triturado foi colocado então em uma caixa com volume de 1,0 metro cúbico; como o volume não era suficiente para encher a caixa, mais galhadas provenientes da amostra original eram trituradas até completar o volume da caixa, para então ser pesada, gerando os pesos 1, 2, 3 e 4 do triturado verde (m^3).

3.2. Caracterização Química dos Substratos a Serem Utilizados

A análise do composto da poda urbana (CPU) para os elementos ferro, cromo, chumbo, zinco, cádmio, cobre, níquel foi realizada pelo laboratório de análises químicas da Companhia Municipal de Limpeza Urbana – COMLURB – RJ – Vargem Pequena. Para determinação destes elementos, foi utilizada a digestão nitro-perclórica, com leitura realizada em espectrometria de absorção atômica – Perkin Elmer modelo 3110. Por estar localizado em área urbana sujeita à ação de agentes poluentes, o composto resultante da compostagem dos resíduos da poda da arborização, foi analisado para investigação dos níveis de alguns metais pesados.

A análise dos elementos, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e valores de pH foram determinados pelo Laboratório de Gênese e Classificação do Solo do Instituto de Agronomia da UFRRJ. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – Agrobiologia – RJ, determinou os teores de nitrogênio e carbono orgânico. Estas análises estão de acordo com a metodologia proposta por EMBRAPA (1997). O pH foi determinado potenciométricamente na suspensão substrato-água de 1:25, com tempo de contato não inferior a uma hora e agitação da suspensão antes da leitura. O carbono orgânico foi determinado pela oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio 0,2 mol L^{-1} em meio sulfúrico e titulação pelo sulfato ferroso amoniacal 0,1mol L^{-1}.

O nitrogênio total foi determinado pelo método Kjeldahl, no qual o N foi convertido em sulfato de amônio através de oxidação com uma mistura de $CuSO_4$, H_2SO_4 e Na_2SO_4. Posteriormente em meio alcalino, o sulfato de amônio convertido da matéria orgânica liberou amônia que, em câmara de difusão, foi complexada em solução de ácido bórico contendo indicador misto, sendo finalmente determinado por acidimetria.

Com relação ao fósforo assimilável, o mesmo foi extraído com solução de HCl 0,05 mol L^{-1} e H_2SO_4 0,0125 mol L^{-1} e determinado por colorimetria (Mehlich) após a redução do complexo fosfomolibídico com ácido ascórbico, em presença de sal de bismuto. O potássio e sódio trocáveis foram extraídos com uma solução de HCl 0,05 mol L^{-1} e H_2SO_4 0,0125 mol L^{-1} na proporção substrato-solução 1:10 e determinados por fotometria de chama.

O cálcio e magnésio trocáveis foram extraídos com solução de KCl 1mol L^{-1} na proporção substrato-solução 1:10, sendo obtidos por complexometria em presença do coquetel tampão. O Ca^{+2} foi determinado em presença de KOH a 10%, sendo ambos titulados com EDTA 0,0125 mol L^{-1}; o Mg^{+2} foi obtido por diferença.

4 . Resultados e Discussão

Na tabela 3 se vê a produção de resíduos de poda e remoção de árvores acima de 5,0 metros estéreis/ano, na Área de Planejamento 4, por espécie, com indicação do número de árvores e do volume. Apenas 10 espécies não estão representadas, pelo fato de terem apresentado um valor inferior a 5,0 metros estéreis/ano. São elas: *Cordia superba* Cham.

(Cordia), *Lagerstroemia* indica L. (Extremosa), *lagerstroemia speciosa* Pers.(Escumilha), *Labramia bojeri A. D.C., Filicium decipiens* (Wight & Arn.) Thwaites (Felício), *Triplaris caracasana* Cham. *, Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth (Ipê de jardim)*, Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl (Ipê tabaco), *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (Merindiba) *e Eugenia uniflora* L. (Pitangueira). Estes dados mostram as espécies mais representativas em volume, que fizeram parte do processo de compostagem.

Tabela 3. Espécies e volumes dos resíduos da poda/remoção, oriundos da Área de Planejamento 4 e produzidos no Horto da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, localizado no bairro da Taquara em Jacarepaguá.

Nome científico	Nome vulgar	Nºde exemplares podados	Volume podado (metro estéreo)	Volume médio podado por exemplar (metro estéreo)
Terminalia catappa L.	Amendoeira	1048	2446	2,3
Pachira aquatica Aubl.	Munguba	293	762	2,6
Delonix regia (Bojer ex Hook.) raf.	Flamboyant	271	670	2,5
Senna siamea (Lam.) H.S.Irwin & R.C. Barneby	Cássia siamea	212	599	2,8
Hibiscus tiliaceus L.	Algodoeiro	183	518	2,8
Mangifera indica L.	Mangueira	128	484	3,8
Albizia lebbeck (L.) Benth	Albizia	131	427	3,3
Bauhinia sp	Pata de vaca	333	402	1,2
Clitoria fairchildiana Howard	Sombreiro	116	338	2,9
Ficus lyrata Warb.	Fícus lirata	79	306	3,9
Ficus benjamina L	Fícus benjamina	89	245	2,7
Casuarina equisetifolia J. R. & G. Forst.	Casuarina	83	214	2,6
Licania tomentosa (benth.) Fritsch.	Oiti	99	170	1,7
Eucalyptus citriodora Hook. f.	Eucalipto	10	127	12,7
Syzygium cumini (L.) Skeels	Jameloeiro	42	114	2,7
Ficus microcarpa L.F.	Fícus microcarpa	30	113	3,7
Artocarpus integrifolia L.f.	Jaqueira	23	87	3,8
Tabebuia pentaphylla Hemsl.	Ipê rosa	42	74	1,7
Tabebuia heptaphylla (Vell.) Tol	Ipê roxo	41	54	1,3
Senna grandis	Cássia rosa	14	48	3,4
Spathodea campanulada P. Beauv.	Espatódea	20	48	2,4
Schinus terebinthifolius Raddi	Aroeira	42	43	1
Enterolobium contortisiliquum (vell.) morong	Tamboril	15	36	2,4
Cassia fistula L.	Cássia imperial	20	34	1,7
Coccoloba uvifera (L) L.	Cocoloba	19	30	1,6
Guarea guidonea (L.) Sleumer	Carrapeteira	4	26	6,5
Chorisia speciosa St. Hil.	Paineira	10	23	2,3
Persea gratissima	Abacateiro	15	22	1,4
Caesalpinia peltophoroides Benth.	Sibipiruna	22	21	1
Caesapinia ferrea mart. Ex Tul. Var. leiostachya	Pau ferro	18	21	1,1
Syzygium malaccense (L.) Merr. & L. M. Perry	Jambeiro	7	16	2,3
Total		3459	8518	

Pela tabela, observa-se que as duas equipes da Fundação Parques e Jardins, no período de 38 meses produziram um volume de resíduos de 8518 mst, de 3459 árvores, representadas por 31 espécies vegetais. Se for levado em consideração o percentual das espécies mais significativas, em termos de volume, vemos a tabela 4, com 12 espécies, que correspondem a 87% de todo o resíduo verde produzido na área. Estas tabelas mostram que cerca de um terço do material retirado se refere a uma espécie, *Terninalia catappa* L (amendoeira), que tem

mais de três vezes o volume da espécie que vem em seguida, *Paquira aquática* Aubl. (munguba).

Tabela 4. Espécies que mais geraram resíduos de poda/remoção, oriundos da área de Planejamento 4 e produzidos no Horto da prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, localizado no bairro da Taquara em Jacarepaguá.

Espécies	% do volume das espécies que mais geraram
Terminalia catappa L.	28,7
Pachira aquatica Aubl.	8,95
Delonix regia (Bojer ex Hook.) raf.	7,87
Senna siamea (Lam.) H.S.Irwin & R.C. Barneby	7,03
Hibiscus tiliaceus L.	6,07
Mangifera indica L.	5,68
Albizia lebbeck (L.) Benth	5,01
Bauhinia sp	4,72
Clitoria fairchildiana Howard	3,97
Ficus lyrata Warb.	3,6
Ficus benjamina L	2,88
Casuarina equisetifolia J. R. & G. Forst.	2,51
Total	**87**

Telles & Albuquerque Filho, (2002), em trabalho sobre a freqüência das espécies ocorridas na AP4, constataram a seguinte ordem decrescente de freqüência de espécies na região: *Terminalia catappa* L (Amendoeira), *Pachira aquatica* Aubl.(Munguba), *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) raf. (Flamboiant), *Bauhinia sp* (Bauhinea), *Clitoria fairchildiana* Howard (Sombreiro), *Hibiscus tiliaceus* L. (*Algodoeiro*), *Licania tomentosa* (benth.) Fritsch. (Oiti), *Casuarina equisetifolia* J. R. & G. Forst. (Casuarina), *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & R.C. Barneby (Cássia siamea), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira), *Tabebuia* sp (Ipês) e palmeiras. Neste trabalho, a *Terminalia catappa* L (Amendoeira) apresenta uma freqüência quase três vezes superior à da *Pachira aquatica* Aubl. (Munguba). Pelo exposto percebe-se que as espécies *Terminalia catappa* L (Amendoeira), *Pachira aquatica* Aubl. (Munguba) e *Delonix regia* (Bojer ex Hook. (Flamboiant) são as mais freqüentes e as mais podadas da região. Estas espécies foram plantadas nas décadas de 70 e 80 e atualmente não são mais indicadas para plantio, devido ao porte alcançado e aos sistemas radiculares, que geram conflitos de diversas naturezas nos espaços ocupados atualmente. Portanto, estas três espécies, por gerarem conflitos e serem as mais freqüentes, conseqüentemente geram um volume maior de poda/remoção. Por outro lado, com relação à *Bauhinia sp* (pata de vaca), observa-se que a mesma é a quarta espécie mais freqüente; por ser considerada de pequeno porte e ter um sistema radicular menos vigoroso ocupa a oitava posição em volume de poda.

Segundo estimativa, baseada em documentos internos de serviços de poda e remoção da instituição, a quantidade total de resíduos gerados por todas as equipes na área de estudo, correspondentes aos serviços próprios e terceirizados foi da ordem de 15852 mst./ano. (Arquivos datados de Novembro/2001 a Dezembro/2004 onde constam os serviços próprios de

poda e remoção de árvores públicas, localizados na 4ª Divisão de obras e conservação, situada à Rua Mapendi, 435 fundos – Taquara, Jacarepaguá – RJ e arquivos digitais de serviços terceirizados existentes na Coordenadoria de poda, localizado na sede da FPJ – Praça da República s/n, Campo de Santana – RJ).

4.1. Temperaturas durante a compostagem

As figuras 5 e 6 ilustram a marcha da temperatura (médias semanais) no sistema natural de compostagem, durante 15 semanas. Uma primeira observação é de que o efeito da espécie parece ser relevante e isto deverá ser mais bem estudado no futuro. *Hibiscus tiliaceus* L. (algodoeiro) apresenta a maior temperatura inicial e tem um decréscimo para a faixa de 40º, permanecendo aí até o término do preparo. A *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.(leucena) inicia em uma temperatura de 55º, diminui gradualmente para cerca de 40º, mas, ao contrário da anterior, desce ainda mais após a décima semana, chegando aos 30º. Nestas leiras as temperaturas médias diárias mais elevadas foram: *Hibiscus tiliaceus* L. (algodoeiro) – 75 ºC, *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. (leucena) – 63ºC, *Mangifera indica* L. (mangueira) – 62ºC. Vale lembrar que durante o processo de compostagem as temperaturas máximas do ar variaram entre 30,5 e 35,0ºC e as mínimas entre 18,0 e 19ºC (DNMET, 1992).

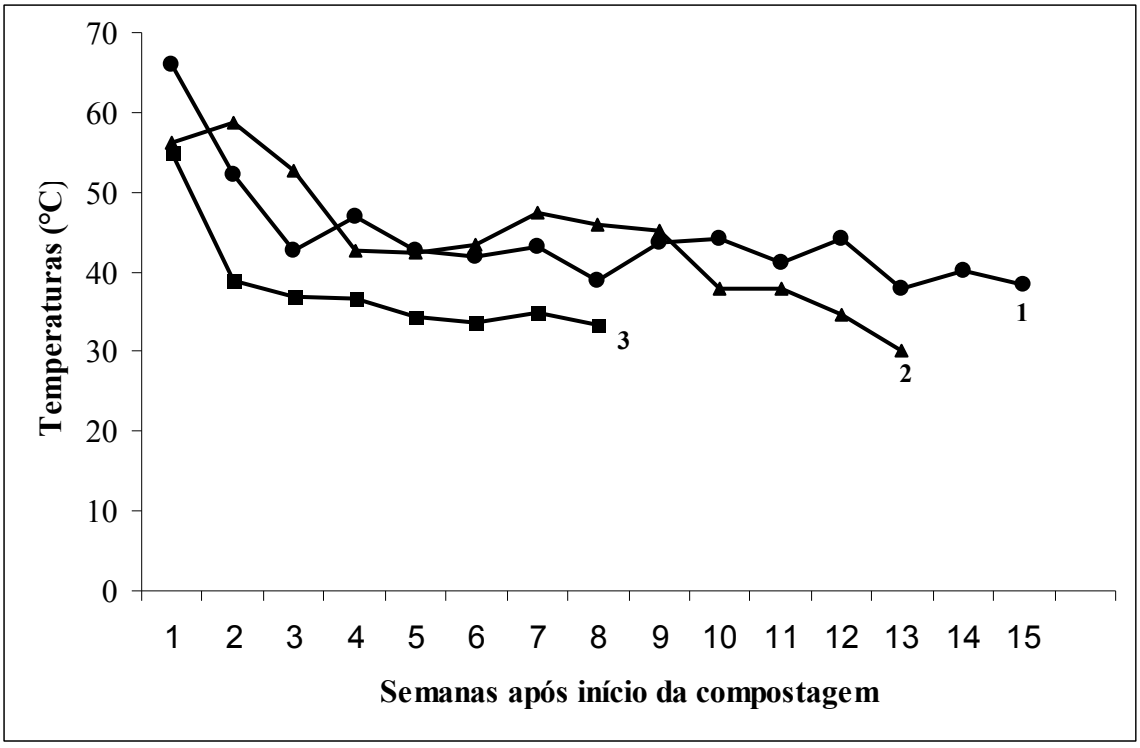

Figura 5. Marcha da temperatura média semanal num período de 15 semanas, em leiras de compostagem, preparadas com as seguintes espécies isoladas: 1 – *Hibiscus tiliaceus* L. (algodoeiro), 2 – *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. *(leucena)* e 3 – *Mangifera indica* L. (mangueira).

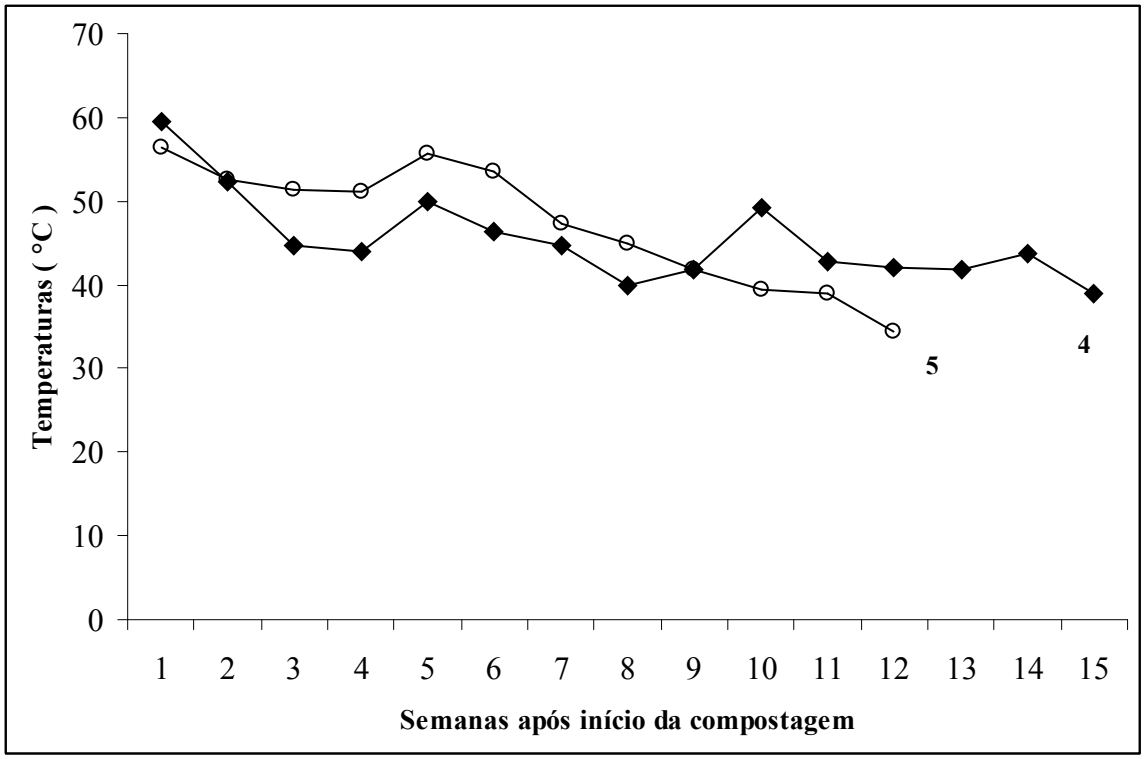

Figura 6. Marcha da temperatura média mensal, num período de 15 semanas, de duas leiras de compostagem, com mistura de espécies: 4 – *Persea gratissima* (Abacateiro), *Albizia lebbeck* (L.) Benth (Albizia), *Terminalia catappa* L. (Amendoeira), *Casuarina equisetifolia* J. R. & G. Forst.(Casuarina), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira), *Cordia superba* sonn. (*Cordia), Struthanthus sp (*Erva de passarinho), *Ficus benjamina* l. (Fícus benjamina), *Ficus lyrata* Warb. (Fícus lirata), *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) raf. (Flamboiant), *Tabebuia pentaphylla* Hemsl (Ipê rosa), Syzygium cumini (L.) Skeels (Jameloeiro), *Pachira aquatica* Aubl. (Munguba), *Caesapinia ferrea* mart. Ex Tul. Var. leiostachya *(* Pau ferro), *Bauhinia sp* (Pata de vaca) e *Licania tomentosa* (benth.) Fritsch.(Oiti); e 5 - *Persea gratissima* (Abacateiro), *Terminalia catappa* L. (Amendoeira), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira), *Spondias cytherea* sonn. (*Cajazeiro), *Cordia superba* cham. (*Cordia), Struthanthus sp (*Erva de passarinho), *Nerium oleander* L. (*Espirradeira), *Eugenia uniflora* L. (*Pitangueira) e *Eucalyptus citriodora* Hook. f.(Eucalipto).
* Estas espécies não constam da listagem das árvores mais podadas na AP4, porém foram recebidas e utilizadas no processo compostagem.

Como cada leira foi formada com diferentes espécies vegetais, ocorreram algumas diferenças entre as temperaturas. Percebeu-se que uma das leiras, composta exclusivamente com a espécie *Mangifera indica* L. (mangueira), teve um aquecimento inicial nos primeiros dias após a confecção da leira e em seguida houve uma queda abrupta da temperatura, sem recuperação do aquecimento. A mangueira inicia também com cerca de 55º, mas já na segunda semana reduz para menos de 40ºC, continuando a decrescer, o que dificulta o processo de preparo. Este fato indicou que o processo de compostagem não ocorreria de maneira satisfatória. Pela constatação, não é aconselhável o uso desta espécie isoladamente; a mesma deve ser utilizada sempre em misturas com outras espécies. A presença desta espécie na compostagem de resíduos da poda parece inibir os microrganismos responsáveis pelo processo de decomposição (antibiose). Bbosa et al. (2007), em estudo com esta espécie,

constataram que o estrato das folhas desta espécie possui substâncias com atividade antibiótica, e que a mesma poderia ser utilizada para fins medicinais em Uganda.

No caso de grupos de espécies (Figura 6) se observa uma marcha das temperaturas médias semanais com maior semelhança no início, como no período de redução da temperatura entre a segunda e quarta semana e aumento entre a quarta e sexta semanas, bem como uma diferença maior a partir da oitava semana, quando a mistura 4 se mantém na faixa de 40º e a 5 decresce para cerca de 35º. Nestas leiras as temperaturas mais elevadas foram: leira 4 – 78ºC, leira 5 – 62ºC.

Foi observado que, em geral, entre a décima segunda e décima terceira semana, as temperaturas tiveram uma tendência a quedas, mantendo temperaturas mais estáveis, com tendências para temperaturas ambientes. Dependendo das espécies utilizadas e do manejo adotado, estes resíduos poderão permanecer até cerca de 120 dias para atingir temperaturas criófilas. Na Tabela 5 são apresentados os valores médios semanais destas temperaturas.

Tabela 5. Valores das temperaturas médias semanais (ºC) referentes às leiras de compostagem 1, 2, 3, 4 e 5, que geraram os gráficos das figuras 5 e 6, com seus respectivos desvios padrões (S).

Temperaturas médias semanais (ºC) das leiras com desvio padrão (S)										
Semanas	Leira 1	S	Leira 2	S	Leira 3	S	Leira 4	S	Leira 5	S
1	65,9	6,2	56,1	8,7	55,1	6,6	59,4	13,9	56,3	6,0
2	52,1	8,3	58,8	3,0	38,8	5,8	52,3	0,9	52,6	4,3
3	42,7	3,0	52,7	5,6	36,9	7,5	44,7	0,9	51,3	1,9
4	46,9	2,2	42,6	4,4	36,7	2,6	44,1	1,8	51,2	6,0
5	42,7	2,4	42,4	5,0	34,4	0,9	49,8	1,7	55,7	3,6
6	41,8	3,3	43,5	5,0	33,5	2,5	46,3	1,2	53,5	0,9
7	43,2	1,1	47,5	3,0	34,9	2,0	44,6	1,4	47,3	1,0
8	38,9	4,2	46,0	1,4	33,4	1,5	40,0	2,7	45,0	1,0
9	43,7	1,8	45,2	2,0			41,9	1,5	41,8	3,3
10	44,2	1,9	37,8	1,6			49,2	4,0	39,5	2,8
11	41,1	5,0	38,0	2,7			42,8	1,2	39,0	3,1
12	44,2	2,7	34,7	4,7			42,0	1,1	34,3	0,9
13	37,8	2,5	30,0	1,1			41,7	1,2		
14	40,2	1,5					43,7	0,6		
15	38,3	2,2					39,0	0,8		

4.2. Controle da umidade durante o processo de compostagem dos resíduos da poda

Por ser a compostagem um processo biológico, a água é fundamental para as necessidades fisiológicas dos microrganismos que participam da decomposição do material orgânico. No início da compostagem houve uma perda mais expressiva de água, devido às altas temperaturas e por conseqüência um gasto maior deste recurso. Conforme a decomposição dos materiais avança, estes vão apresentando uma capacidade maior de retenção de água, diminuindo, portanto, as regas e permanecendo na maioria das vezes, apenas os revolvimentos. Para uma das leiras, formadas pela espécie *Hibiscus tiliaceus* L. (algodoeiro), com a dimensão adotada neste trabalho: 6,0 metros de comprimento x 1,80 metros de largura (base) x 1,60 metros de altura, foram gastos nos quatro primeiros revolvimentos cerca de 5000 litros de água.

4.3. Rendimentos no processamento dos resíduos da poda

Na Tabela 6 são apresentados os resultados de rendimento desta preparação. Foi constatado que 1,00 metro estéreo de galhada verde pesa, em média, cerca de 106 Kg. Este mesmo volume, após trituração, rende cerca de 0,36 metro cúbico de triturado verde, que resulta em 0,18 metros cúbicos de composto.

O peso médio de 1,00 metro cúbico de triturado verde foi de 294 Kg, e este mesmo volume no final do processo de compostagem rendeu cerca de 0,5 metro cúbico de composto. De maneira geral as leiras sofreram uma redução de cerca de 50% em seu volume no final do processo de compostagem.

Constatou-se, com base na tabela 7, que para cada 3 kg de material triturado verde, após a secagem, o mesmo apresentou um valor de cerca de 1,0 Kg, ocorrendo, portanto, uma perda de 2,0 litros d`água no material. Pode-se concluir que os resíduos da poda, logo após serem triturados, apresentaram um percentual de umidade em torno de 65%. Segundo Kiehl, (1985), a umidade ótima do material a ser compostado deve ser inicialmente de 60 a 65%.

Tabela 6. Peso (em Kg) de galhadas por metro estéreo (ms) e triturados verdes (m^3 – metro cúbico) de material oriundo da poda da arborização urbana no Rio de Janeiro no mês de Maio de 2006.

Materiais	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso médio/desvio padrão
Galhada verde (ms)	95	103	108	118	106 /± 9,6
Triturado verde (m^3)	279	285	294	318	294 / ±17,2

Tabela 7. Pesos do material triturado (gr) e da perda de umidade (%), de material oriundo da poda da arborização urbana no Rio de Janeiro no mês de maio de 2006, em quatro amostras com 18 litros cada, após secagem em estufa.(*)

Material	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Médias /desvio padrão
Triturado verde (gr) → Peso inicial	4940	5290	5450	5490	5292,5 /± 250
Triturado seco (gr) → Peso final	1729	1850	1905	1922	1851,5 / ±87
Perda de umidade (%)	65,00	65,03	64,95	65,03	65 /± 0,04

(*) Os pesos de triturado verde foram obtidos através da coleta de amostras do material triturado formador de quatro leiras distintas. Os pesos do triturado seco foram o resultado dos triturados verdes após secagem em estufa. Com relação à perda de umidade, estas foram o resultado da diferença entre o peso inicial e final do material triturado expresso em percentual de umidade perdida.

4.4. Caracterização Química dos Substratos

Na Tabela 8 são apresentados os resultados das análises químicas do composto da poda urbana, comparados a outros trabalhos.

Tabela 8. Resultados da análise química do composto, obtido a partir de resíduos de poda/remoção, oriundos da Área de Planejamento 4 e produzidos no Horto da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, localizado no bairro da Taquara em Jacarepaguá. Comparação com outros compostos.

Determinações	**CPU***		**CRV***		**CCE***	**CO***	**VER***	**CAC***
		composto1	composto2	composto3				
pH	8,07				4,6		7,0	7,0
Nitrogênio (%)	1,53	2,01	1,39	1,20	0,64	0,93	1,1	3,21
Fósforo (mg/dm³)	373	1540	1970	1210	300	4270	2600	11
Potássio (Cmolc/ dm³)	23,9	7,7	3,2	4,4	2,8	21,7	15,3	0,05
Cálcio (Cmolc/ dm³)	35,1	98,5	86,5	46	87	40,8	27	2,2
Magnesio (Cmolc/ dm³)	16	34,5	30,6	27,5	3,3	55,1	28,1	1,3
Carbono orgânico (%)	22,9							
Relacao C/N	15/1				28/1			
Ferro total (mg/Kg)	3718,75						2000	
Cromo total (mg/Kg)	25							
Chumbo (mg/Kg)	< 0,05							
Zinco (mg/Kg)	75							
Cádmio (mg/Kg)	0							
Cobre (mg/Kg)	25						20	
Níquel (mg/Kg)	50							
Sódio (Cmolc/ dm³)	3,9							

(*) CPU = composto da poda urbana, CRV = Composto1 = 11% de engaço de uva, 11% de bagaço de uva, 11% de esterco caprino, 67% de bagaço de cana, Composto 2 = 10% de engaço de uva, 10% de bagaço de uva, 10% de esterco caprino e 70% de bagaço de cana, Composto 3 = 17% de engaço de uva, 0% de bagaço de uva, 17% de esterco caprino, 66% de bagaço de cana (Silva et al., (2006)), CCE = composto de casca de eucalipto semi decomposta (Gonçalves, (1987)), CO = composto orgânico preparado com 60% de bagaço de cana de açúcar + 20% de esterco bovino + 19% de esterco de galinha + 1% de cinzas (Cunha et al. (2005)), VER = Vermicomposto, produzido através de esterco bovino (Schumacher et al. (2001)), CAC = casca de arroz carbonizada (Stringheta et al., 1996).

As instruções normativas números 23 de 31/08/2005 e 27 de 05/06/2006, publicadas respectivamente nos dias 08/09/2005 e 09/06/2006 no diário oficial da união, tratam de compostos orgânicos. A instrução normativa número 23 prevê um valor mínimo de 1% para o nitrogênio e uma relação C/N máxima de 18/1, mostrando que para estes atributos o composto da poda apresenta valores adequados (Tabela 8). Em relação ao pH, o valor encontrado é indicativo de um composto em estado avançado de decomposição. Para metais pesados tóxicos a instrução normativa número 27 indica respectivamente para os metais cromo, chumbo, cádmio e níquel valores máximos de 500, 300, 8 e 175mg/kg, mostrando, nestes casos também que os valores encontrados no composto de poda urbana estão adequados. Seguindo a norma norte-americana EPA (Environmental Protection Agency), os metais cádmio, chumbo, zinco, cobre e níquel, contidos no composto da poda dos resíduos da arborização urbana, estão em conformidade para uso agrícola.

O teor de sódio apresentado no composto dos resíduos da poda da arborização urbana está abaixo dos valores máximos e mínimos de 4-14 e 2-3 g/kg de sódio encontrados por Silva et al. (2005), em compostos maturados de lixo. Segundo estes autores, a portaria n° 49 de 25/04/2005 do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) tem como referência para o sódio, o valor de 3000 mg/kg. O sódio é considerado elemento essencial apenas para algumas espécies vegetais.

Segundo Kampf (2000), os minerais encontrados na biomassa vegetal são os mesmos que a planta necessita retirar do meio para se nutrir. Portanto, pode-se admitir que os teores de nutrientes e metais tóxicos encontrados no composto dos resíduos da poda podem refletir de certa forma a composição do solo urbano de onde estes resíduos verdes foram retirados.

Raij (1985) menciona os seguintes intervalos mais comuns de teores encontrados em alguns adubos orgânicos sem secagem (g/kg): Esterco bovino - N → 3 – 22; P → 1,3 – 7,9; K → 4,1 – 12,4; lixo urbano – N → 3,0 – 10, P → 0,87 – 8,7; K → 1,7 – 12,45; Turfa → N – 15 – 30; P → 0,87 – 2,2; K → 4,1 – 8,3. Não há citação do método utilizado para determinação destes valores nutricionais.

Na tabela 8 observa-se o resultado da análise de compostos elaborados com resíduos de vinícola, bagaço e esterco caprino. Estes compostos foram misturados a solos e colocados em vasos, recebendo uma adubação mineral correspondente a 180 kg/ha de N, 120 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O. Silva et al. (2006) concluíram que o milho plantado nestes substratos apresentaram os melhores resultados, quando comparado com outros quatro substratos. Sobre os atributos do solo, o composto 1 proporcionou aumentos de 118% para K, 10% para P e 43% para matéria orgânica, o composto 2 o valor foi de 28% e 79% para Ca e K, enquanto que o composto 3 foi de 28%, 22% e 42% respectivamente para Ca, P e matéria orgânica.

O composto orgânico da casca de eucalipto semi-decomposta (CCE), conforme tabela 8, é utilizado na confecção de substratos. Segundo Gonçalves (1987), cada metro cúbico de composto é adicionado a 0,5 litro de adubo 6:18:6 + 5,0 g de Zn + 3,0 g de B (produto comercial) + 40,0 g de sulfato de magnésio + 2,5 g de sulfato de cobre, + 10,0 g de sulfato de Mn. Três dias após o desbaste das mudas é feita uma adubação de cobertura (1,5litros de adubo 6:18: 6 + 5 g de Zn + 3 g de B). Com 70 a 90 dias as mudas de *Eucaliptus grandis* atingem as características ideais para plantio. O pH foi determinado em $CaCl_2$ 0,01 mol L^{-1}, os valores de N, P, K, Ca e Mg são de valores totais e a relação C/N foi obtida através da relação entre C orgânico e N total, não consta a metodologia utilizada para extração dos nutrientes.

Em biossólidos de duas estações de tratamento de esgoto, Webber & Bates (1997), citados por Tsutya (2000), admitem que pela quantidade de nitrogênio e fósforo encontrados nos biossólidos destas ETEs, estes poderiam até substituir a adubação mineral que contenha esses elementos, podendo ser utilizados como fonte de nutrientes para as plantas. Neste caso, foram encontrados os seguintes valores em base seca para os nutrientes: nitrogênio total – 22,5 g/kg e 91,5 g/kg; fósforo – 6,5 g/kg e 7,9 g/kg. Para o nutriente potássio foram encontrados nas ETEs os seguintes valores: 0,08 g/kg e 2,9 g/kg, o valor encontrado no substrato composto da poda apresentou valor semelhante (Tabela 8). Para os nutrientes cálcio e magnésio, os biossólidos apresentaram os seguintes valores: cálcio – 72,9 g/kg e 21,30 g/kg, magnésio – valor não medido e 2,5 g/kg, no substrato composto da poda (Tabela 8), os valores para cálcio foram relativamente menores, enquanto que os valores de magnésio foram semelhantes. O teor de fósforo encontrado nestes biossólidos está bem acima dos níveis encontrados no composto da poda. Não existe referência da metodologia utilizada para extração dos nutrientes encontrados nestes biossólidos.

Segundo Raij (1991), a vinhaça é considerada um adubo orgânico líquido que é obtido do resíduo de destilarias de aguardente e álcool. Pela sua riqueza relativa em potássio, a vinhaça é utilizada como adubo potássico, respectivamente apresenta os seguintes intervalos nos teores de nitrogênio, fósforo e potássio: 0,3-1,2; 0,04-0,09 e 1,20- 6,6 g/kg. Desta forma, comparando-se estes resultados com os encontrados no composto da poda (Tabela 8), o mesmo apresenta os melhores resultados, com valores de 1,526 %, correspondentes a 15,26 g/kg para nitrogênio e fósforo com 0,58 g/kg, valores bem superiores aos encontrados na vinhaça. Com relação ao potássio verificam-se valores significativos deste elemento tanto no

composto de resíduos da poda, bem como na vinhaça. Não há descrição da metodologia adotada para extração destes nutrientes.

Schumacher et al. (2001), testando as melhores dosagens de vermicomposto (VER) (Tabela 8) para a produção de mudas de *Eucalyptus* a melhor dosagem foi de 30% de vermicomposto + 70% de solo, a dosagem acima deste valor não foi favorável ao desenvolvimento das mudas. Comparando-se este material com composto de resíduos da poda, verifica-se conforme tabela 8 que o vermicomposto apresenta valores de fósforo significativos. Os valores encontrados na tabela 8 foram determinados segundo a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

Leal (2006), através da compostagem das espécies *Crotalaria juncea* e capim napier obteve compostos com elevados teores de nitrogênio, que possibilitaram a substituição do substrato comercial plantmax HT na produção de mudas de alface, beterraba e tomate. Para o composto obtido com a *Crotalaria juncea* pura foram encontrados os seguintes valores nutricionais (g/kg): Cálcio – 9,87; Magnésio – 5,93; Potássio – 9,50; Fósforo – 4,52. Para o capim napier foram encontrados os seguintes valores (g/kg): Cálcio – 4,22; Magnésio – 2,25; Potássio – 9,50; Fósforo – 2,31.

Cunha et al. (2005), obteve resultados satisfatórios na produção de mudas de *Tabebuia impetiginosa (Mart. Ex. D.C)* utilizando 50% de composto orgânico (CO) + 50% de terra de subsolo, os autores constataram que houve um efeito positivo do composto no crescimento em altura das mudas. A determinação dos valores nutricionais foi realizada através da digestão em H_2SO_4 e H_2SO_4 a 180°C, conforme Tedesco (1995).

Segundo Malavolta et al. (2000), a torta de algodão é mais rica do que a torta de mamona, ela contém 6 a 8% de N, 2 a 3% de fósforo e aproximadamente 12% de K, enquanto que a torta de mamona apresenta os seguintes teores: 4 a 6% de N, 1 a 2% de ácido fosfórico e 1,2% de K. Segundo o autor, o uso destes materiais deve ser feito misturando-os a estrumes de curral, compostos e etc. Não há referência sobre a metodologia utilizada para determinação de tais teores.

Stringheta et al. (1996) utilizaram casca de arroz carbonizada (CAC) + composto de lixo urbano na composição de substratos para produção de mudas de crisântemo, os valores contidos na tabela 8 foram determinados da seguinte forma: extrator Mehlich (Defelipo & Ribeiro, 1981) – P e K, extrator KCl mol L^{-1} (Defelipo & Ribeiro, 1981) - Ca e Mg , H_2O 1:2,5 – pH.

Comparando-se a tabela 2 deste capítulo, com o composto da poda urbana, percebe-se que os valores de K, Ca e Mg do CPU estão acima dos valores adequados, o valor de pH do CPU é superior ao considerado adequado, neste caso o pH tabelado foi determinado em $CaCl_2$ 0,01 mol L^{-1} e o do CPU em água. Na água o valor de pH é superior cerca de 0,6 unidade. Pela tabela 2 constata-se que o elemento P está classificado como médio.

O exposto acima teve por finalidade comparar o composto da poda urbana a outros materiais utilizados atualmente e demonstrar que o mesmo, por apresentar características favoráveis, apresenta potencial para ser utilizado na confecção de substratos e outras finalidades ligadas ao cultivo de plantas. A origem e o tipo de processamento influenciam os teores nutricionais dos materiais acima citados, e dependendo de sua utilização, os mesmos deverão ser corrigidos quimicamente e misturados a outros componentes para adequação das suas propriedades físicas.

5. Conclusões

- É possível compostar resíduos da poda provenientes de galhadas com até 8,0 cm de diâmetro sem a utilização de outras fontes orgânicas e/ou minerais;
- As marchas de temperatura, durante a compostagem, estão de acordo com o relatado na literatura e indicam que o processo foi complementado. Foram verificadas diferenças importantes nas temperaturas de compostagem para diferentes espécies e *Mangifera indica* mostrou temperaturas abaixo do nível adequado, impedindo uma boa compostagem;
- Os valores obtidos nas análises químicas mostram-se compatíveis com os níveis adequados para o uso destes compostos. Por estes dados, a utilização deste composto pode ser uma alternativa importante na confecção de substratos para a produção de mudas.

6. Referências Bibliográficas

ALVES, W. l.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (Licania tomentosa (Benth) para produção de mudas para arborização. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. n. 10, v. 32, p. 1-9. Novo horizonte - SP, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 1004: **Classificação dos resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004.

BACKES, M. A.; KÄP. MA.N. Substrato à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 26, n. 5, p. 753-758. Brasília, 1991.

BBOSA, G.S.; KYEGOMBE, D.B.; OGWAL - OKENG, J.; BUKENYA-ZIRABA, R.; ODYEK, O.; WAAKO, P. Antibacterial activity of Mangifera indica (L.). **African Journal of Ecology**, 45(supl.1), p. 13-16. 2007.

BELLÉ, S.; KÄMPF, A.N. Produção de mudas de maracujá-amarelo em substratos à base de turfa. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. V. 28, n. 3, p. 385-390. Brasília, 1993.

BIDONE, F.A.; **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização.** 2001**,** Disponível em: www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabbidonefianal.pdf Acesso em 15/09/2006.

CALDEIRA, M.V. W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N**.** Crescimento de mudas de Acácia mearnsii em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Ciência Florestal**. n. 57, p. 161 - 170. Santa Maria, 2000.

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

CORREIA, D.; ROSA, M.F.; NORÕES, E.R.V.; ARAUJO, F.B. Uso da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Rev. Bras. Frut**., v. 25, n. 3, p. 557 -558. Jaboticabal, 2003.

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L.A.; SILVA, J. A. L. da; SOUZA, V. C. de. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de Tabebuia impetiginosa (mart. Ex D.C.) Standl**. Revista Árvore.** V. 29, n.4, p.507-516. Viçosa, 2005.

DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo (metodologia*).*** Viçosa: UFV, 1981. 17 p. (boletim de extensão rural, 29).

DNMET - Departamento Nacional de Meteorologia. 1992**. Normais climatológicas** (1961-1990). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação, Brasília.

Diário oficial da união publicado no dia 08/09/2005, seção 1, página 12. Instrução normativa número 23, de 31/08/2005.

Diário oficial da união publicado no dia 09/06/2006, página 15. Instrução normativa número 27, de 05/06/2006.

EMBRAPA/CNPS. **Manual de métodos de análises de solos**, Rio de Janeiro, 1997. 212p.

Environmental protection – Disponível em http://www.epa.gov/owm/mtb/biosolids/503pe/503pe2.pdf Acesso em: 25/08/2007.

FERRAZ, M.V.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Sci. Agron**., V. 27, n. 2, p. 209 – 214.Maringá, Abril/Junho, 2005.

FERNANDES, F.; Estabilização e higienização de biossólidos. In: BETTIOL. W. e CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna, SP. Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.

GOMES, J. M.; COUTO, L. ; PEREIRA, A. R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de Eucalyptus grandis em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista árvore**, v. 9, n. 1, p. 58-86, Viçosa, 1985.

GOMES, W.R.; PACHECO, E. **Composto orgânico**. Boletim técnico n. 11, ESAL, 1988.

GONÇALVES, J.L.M. Uso de resíduo industrial como substrato para produção de mudas em tubetes na Ripasa Florestal S.A. In: SIMÕES, J.W. Problemática da produção de mudas de essências florestais. **Série técnica - IPEF**, v. 4, n. 13. p. 1-29, Piracicaba, 1987.

GONÇALVES, A.L; MINAMI, K. Efeito de substrato artificial no enraizamento de estacas de calanchoe (Kalanchoe x blossfeldiana cv. Singapur, crassulaceae). **Revista Ciência Agrícola**. Vol. 51, nº 2, 9 p.,1994.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada.**R. Bras. Ci. Solo**, V. 28, p. 1069 – 1076, 2004.

HOITINK, H.A.H.; BOEHM, M.J. Biocontrol within the context of microbial communities: A substrate-Dependent Phenomenon. **Annual Review of phytopathology**. Vol. 37, p. 427-446, 1999.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: livraria e editora agropecuária, 2000. 254p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: agronômica Ceres Ltda, 1985. 492p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem - maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: Editado pelo autor, 1998. 171p.

LACERDA, M.R.B.; PASSOS, M.A.A.; RODRIGUES, J.J.V.; BARRETO, L.P. Características físicas e químicas de substratos á base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá *(Mimosa caesalpiniaefolia* Benth*).* **Revista árvore**. Viçosa, vol. 30, n. 02, P. 163 – 170, 2006.

LEAL, M. A. A. **Produção e eficiência agronômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas.** 2006. 133 p. Tese. (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

MAIA, C.M.B.F. Uso de casca de Pinus e lodo biológico como substrato para produção de mudas de Pinus taeda. **Boletim de Pesquisa Florestal,** n. 39, p. 81-92, Colombo, Jul./Dez. 1999.

MIYASAKA, S; CAMARGO, O. A.; CAVALERI, P.A.. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo**. Campinas: Fundação cargil, 1984. 138p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2000, 200p.

PEIXOTO, R..T.G. Compostagem: Princípios, práticas e perspectivas em sistemas orgânicos de produção In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. **Agroecologia princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Rio de Janeiro**, Embrapa, 2005, p.389- 422.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem processo de baixo custo**. Belo Horizonte:UNICEF, 1996, 56p.

PEREIRA NETO, J.T.; CUNHA, W.G. Influência da inoculação de composto orgânico maturado, no período de compostagem de resíduos orgânicos**.** In**:** XVIII CONGRESSO DA ABES, **Anais...** Salvador - BA, p.7. 1995.

PEREIRA, A.B.; PASQUAL, M.; RIBEIRO, L. S.; MENDES, A. N. G.; RESENDE, E. Enraizamento de estacas de Coffea arabica L. em diferentes substratos**. Revista Ciência Agrotec.,** Lavras, V. 26, nº 4, p. 741 – 748, Jul/ ago, 2002.

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000, IBGE. Disponível em http://www1.ibge.gov.br/ibgeteen/datas/gari/coleta.html Acesso em: 04/06/2007.

Prefeitura do Rio de Janeiro, Outubro 2001/Dezembro 2004. Arquivos dos serviços de poda e remoção de árvores públicas. 4ª Divisão de obras e conservação – Taquara, Jacarepaguá e arquivos digitais dos serviços de poda e remoção de árvores públicas. Coordenadoria de poda. Praça da República s/n, (Campo de Santana).

Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro. Disponível em http: //www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/ Acesso em: 08/10/2007.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo, Piracicaba: Ceres, potafos,1991. 343p.

SCHUMACHER, M.V.; CADEIRA, M.V.W.; OLIVEIRA, E.R.V.; PIROLI, E.L. Influência do vermicomposto na produção de mudas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden. **R. Ci. Flor**., Santa Maria,V. 11. n.2, p.121-130, 2001.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P. V. D. de; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Revista Ciência Rural**. Vol. 32, n° 6, P. 937-944, 2002.

SILVA, F. C. da; SILVA, C. A.; BERGAMASCO, A. F.; RAMALHO, A. L. **Uso agrícola de composto de lixo: efeito do tempo de incubação solo/resíduo na disponibilidade de micronutrientes**. Comunicado técnico da Embrapa informática agropecuária. n. 11, 2000.

SILVA, A.F.; FARIA, C.M.B.; DUENHAS,L.H.; SANTOS, J.G. **Avaliação de compostos orgânicos preparados com bagaço de cana, esterco caprino e resíduos de vinícola.** FERTBIO, 2006, Bonito, MS.

SILVA, F.C.; CHITOLINA, J.C.; BALLESTERO, S.D.; VOIGTEL, S.D.S.; MELO, J.R.B. Processos de produção de compostos de lixo e a sua qualidade como fertilizante orgânico. **Revista Holos environment**, V.5, n. 2 – p.121, 2005.

STRINGHETA, 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**. Pesq. Agropec. Bras**., Brasília, v. 31, n. 11, p. 795-802, nov. 1996.

TELLES, F. P.; ALBUQUERQUE FILHO, G. L. Caracterização da Arborização da Área de Planejamento 4 da Cidade do Rio de Janeiro Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes, Jacarepaguá, Vila Valqueire. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA**, Anais...,** 2002**.**

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto**. Revista Ciência Florestal**. Rio grande do Sul. N. 64, p. 150-162, 2003.

TSUTYA, M.T. Alternativas de disposição final de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: BETTIOL. W. e CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna, SP. Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.

WENDLING**, I.;** FERRARI, M.P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. 2002, Colombo: Embrapa Florestas , 48p.

WENDLING, I; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas.**Viçosa: aprenda fácil, 2002. 166p.

Capítulo II

Produção de mudas por estaquia, utilizando compostagem, preparada a partir de resíduos da poda da arborização urbana.

RESUMO

As pesquisas por novos substratos para a produção de mudas em embalagens têm se intensificado nos últimos anos. O solo como parte integrante dos substratos está caindo em desuso, pois o mesmo pode ser substituído por outros componentes mais eficientes e ecologicamente corretos. Esta tendência também pode estar associada aos fatores econômicos e à disponibilidade proporcionada por estes novos componentes. Geralmente, a composição de substratos para a produção vegetal é feita por mais de um componente, com o objetivo de promover características físicas e químicas adequadas ao vegetal que se queira produzir. Com o objetivo de avaliar o uso do material resultante da compostagem dos resíduos da poda na produção de mudas, foi montado um experimento que teve por objetivo testar seis substratos na produção por estaquia de duas espécies ornamentais. Na condução do mesmo, foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições em esquema fatorial 6x2, formado pela combinação de seis substratos (100% solo, 100% composto da poda, 100% substrato comercial, 30% varrição de ruas e avenidas + 70% composto da poda, 40% saibro + 60% composto da poda e 30% areia + 70% composto da poda) e duas espécies ornamentais: *Acalypha wilkesiana* m. Arg. e *Thunbergia erecta* T.Anders. As repetições e os tratamentos foram compostos respectivamente por trinta e noventa plantas, perfazendo 1080 mudas. A influência destes materiais no desenvolvimento dos vegetais foi determinada pelos parâmetros biométricos da parte aérea e raízes: altura das plantas, número de brotações, diâmetro total das brotações, matéria seca e verde da parte aérea e radicular. Os resultados apresentados foram promissores, indicando que o composto da poda pode ser utilizado na produção de mudas. Foi concluído que os substratos que continham em sua composição o composto da poda dos resíduos da arborização pública apresentaram os melhores resultados.

Palavras chave: composto, substratos, produção vegetal.

Production of seedlings by cuttings, using composting prepared from residues of the pruning of the urban trees.

ABSTRACT

The research of new substrates for seedling production have been intensified in the last years, the soil as an integrant of the substrate is getting out of use, because it can be replaced by other components that are more efficient and ecologically correct, this trend can also be associated to economic availability factors offered by these new components. Generally, the substrates composition for vegetal production is done by more than one component, with the objective of promoting adequate physical and chemical characteristics to the vegetable that you want to produce. With the aim of evaluating the use of the resultant material of the pruning residues composting in seedling production, an experiment that were going to test six substrates in the production by cuttings of two ornamental species were assembled. In the conduction of the experiment, a totally casual delineation were adopted, with three repetitions in a 6x2 factorial scheme, formed by the combination of six substrates (100% soil, 100% compost of pruning, 100% commercial substrate, 30% streets and avenues varrição + 70% compost of pruning, 40% saibro + 60% compost of pruning and 30% sand + 70% compost of pruning) and two ornamental species: *Acalypha wilkesiana* m.Arg. and *Thunbergia erecta* T.Anders. The repetitions and the treatments were composed respectively of thirty and ninety seedlings, having a total of 1080 seedlings. The influence of these materials in the development of the vegetables were determined by the biometric parameters of the aerial and root parts: Height of the plants, number of sprouts, total diameter of the sprouts, dry and green materials of the aerial and root part. The presented results were promising, indicating that the pruning compost can be used in the production of seedlings. Concluding, the substrate that contained in its composition the compost of the urban trees pruning residues presented the best results.

Key words: composting, substrates, vegetal production.

1. Introdução

A produção de mudas, tanto em raiz nua ou em embalagens sempre foi dependente de substratos de boa qualidade; a produção em raiz nua se faz no próprio solo do viveiro enquanto que a produção em embalagens utiliza a mistura de materiais diversos. Devido ao limitado volume para o crescimento das raízes nas mudas produzidas em embalagens, estes substratos deverão ser capazes de fornecer às plantas, de forma constante, o oxigênio, a água e os nutrientes essenciais para o adequado desenvolvimento das mudas que se queira produzir. O solo ainda é um componente muito utilizado para formulação de substratos em muitos setores de produção vegetal. No entanto, devido ao custo e outros fatores ambientais, este material vem sendo substituído por outras fontes sustentáveis. Existe no mercado uma variedade muito grande de substratos comerciais, que em sua maioria são confeccionados à partir de cascas de árvores decompostas e vermiculita expandida. Geralmente, estes produtos já vêm com o indicativo da espécie ou espécies vegetais mais apropriadas, como no caso de substratos comerciais para a produção de essências florestais, plantas ornamentais, orquídeas, etc.

As regiões agrícolas, florestais, industriais e agroindustriais descartam grandes quantidades de materiais com vocação para confecção de substratos. Estas regiões possuem condições favoráveis (proximidade e abundância) para implantação de projetos que tornem possível a transformação destes resíduos em substratos ou adubos orgânicos. Geralmente, empresas produtoras de substratos comerciais encontram-se bem próximas a estes resíduos. O mesmo pode ser estendido a outros materiais descartados nas áreas urbanas, tanto materiais orgânicos como inorgânicos, que poderiam passar por processos de reciclagem e compostagem, como o lixo, os resíduos produzidos em estações de tratamento de esgoto, resíduos da construção civil e os resíduos da poda da arborização urbana. A compostagem, por ser pouco utilizada no Brasil, acaba transformando estes resíduos antrópicos em montanhas de lixo, causando com isto danos ambientais e sociais. Políticas públicas devem promover tecnologias adequadas para maximizar a utilização destes materiais, além da educação ambiental e campanhas para conscientização da população.

A casca de arroz é um componente muito utilizado em substratos na região sul do Brasil, já que, por ser mais barata e de fácil obtenção, substitui a vermiculita na composição de substratos. O bagaço da cana de açúcar, o composto do lixo urbano, o biossólido proveniente das estações de tratamento de esgoto, etc, apresentam potencialidade de uso na produção de mudas, sendo que o ideal é o uso destes materiais em misturas com outros componentes, visando características físicas adequadas. O uso destes materiais, além de trazer benefícios ambientais/sociais, diminui os custos na produção de mudas e a importação de fertilizantes, pois reciclam os nutrientes que se tornariam não disponíveis, caso fossem descartados. Em muitas cidades é comum a poda das árvores urbanas para adequação das mesmas ao mobiliário urbano. Esta manutenção, dependendo do número de árvores urbanas, gera um volume expressivo de massa verde que na maioria das vezes é despejado em lixões e/ou em aterros sanitários, que às vezes são queimados nestes mesmos locais. O composto obtido a partir destes resíduos poderá servir de base para que, ao mesmo tempo em que se dá um destino de uso a um material, que do ponto de vista ambiental possui sustentabilidade e que hoje é descartado, contribuindo com problemas ambientais, se realize concomitantemente uma boa economia nos gastos públicos necessários para a produção de mudas de boa qualidade, para jardinagem e arborização pública da cidade.

Com este objetivo, neste capítulo pesquisou-se, através de ensaios, a propagação vegetativa de duas espécies ornamentais utilizadas em jardins públicos da cidade do Rio de Janeiro, utilizando o composto proveniente da compostagem dos resíduos da poda, em

misturas com outros componentes, além do uso de um substrato comercial e o uso de um solo sem mistura.

2. Revisão de literatura

Na produção de mudas, Carneiro (1995) defende duas premissas básicas para classificação da qualidade de mudas florestais. A primeira baseia-se no aumento do percentual de sobrevivência de mudas após o plantio; quanto menor perda, melhor qualidade das mudas. A segunda refere-se à diminuição dos tratos culturais de manutenção após o plantio no campo; neste caso há redução dos tratos culturais devido a uma velocidade maior no desenvolvimento das mudas. Em se tratando de plantas ornamentais para uso em espaços urbanos, essas premissas são importantes para a implantação de projetos paisagísticos.

Visando a qualidade das mudas produzidas para uso no paisagismo urbano, o primeiro procedimento adotado no horto da Prefeitura da Cidade do RJ é a utilização de embalagens adequadas ao porte de cada espécie. Espécies de forração, produzidas por estaquia ou não, podem ser produzidas em pequenas embalagens ou até mesmo em bandejas. Já as espécies de bordadura e centrais necessitam de embalagens maiores, para adequação do seu sistema radicular e conseqüentemente o seu crescimento e sobrevivência no campo. No horto da prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, a maioria destas mudas é produzida por estaquia diretamente nas embalagens, em local protegido da luz solar direta (estufa com filme agrícola leitoso, com sistema automatizado de irrigação por micro aspersão). Esta estrutura promove um percentual elevado de enraizamento com excelente sobrevivência, sem o uso de auxinas. Existem algumas espécies que, devido à sua facilidade de enraizamento, não necessitam de estruturas especiais para serem produzidas.

O padrão de qualidade das mudas depende também das matrizes. Outra forma de se promover a qualidade das mudas refere-se ao tamanho das estacas e ao número das mesmas por embalagem. Estes procedimentos visam a padronização e o volume das mudas formadas. A altura e o diâmetro das estacas varia de espécie para espécie. Na maioria das vezes a experiência prática determina a melhor dimensão e a melhor parte da planta a ser utilizada para propagação. A época do ano também influencia a qualidade das mudas produzidas por estaquia; as baixas temperaturas do inverno aliadas a fotoperíodos curtos, são desfavoráveis, tornando o enraizamento mais lento e ocasionando uma sobrevivência menor das mudas. Para Kampf (2000), a temperatura do substrato está diretamente relacionada com o sucesso de enraizamento da estaca, apesar de existir uma variação entre espécies. Segundo a autora temperaturas entre 18 e 24°C exercem efeito estimulante na fase inicial do enraizamento de grande parte das plantas ornamentais. Hill (1996), considera que uma temperatura média entre 25 e 30°C é a melhor para o enraizamento da maioria das mudas.

O substrato utilizado no horto da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro é variável em seus componentes. Não é utilizado adubo químico; procura-se sempre que possível utilizar um solo mineral associado ao composto da poda ou outro material orgânico existente. A mistura é feita objetivando uma porosidade adequada às diversas espécies propagadas por estaquia. Em hortos monocultores é mais interessante o desenvolvimento de um substrato específico. No caso de hortos de produção variada, é mais complexa a produção de um substrato que atenda às exigências das diversas espécies a serem produzidas. Com relação ao substrato, é importante que o mesmo apresente boa agregação e rigidez para que no ato do plantio não haja esfarelamento nem ruptura do mesmo; caso isto venha a ocorrer, deixará as raízes do vegetal expostas ao ressecamento, dificultando a pega e a sobrevivência da muda. Em unidades de produção vegetal é importante que se desenvolva um substrato com as características acima descritas.

A investigação sobre novos tipos de substrato e, em especial, sobre o uso de material reciclado tem se intensificado recentemente, mostrando um grande potencial.

Casagrande Jr. et al (1996) testaram solo, esterco, vermicomposto a partir de materiais orgânicos diversos e compostos de lixo urbano para o crescimento de mudas de *Psidium cattleyanum* (araçazeiro), em tubetes. Os autores verificaram que o vermicomposto proporcionou os melhores resultados, com o maior peso da matéria seca, da parte aérea e das raízes.

Correia et al. (2003), experimentaram pó da casca de coco verde e maduro na formulação de substratos para a formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. Os autores concluíram que estes materiais são favoráveis ao desenvolvimento das plantas, apresentando boas características, como facilidade de retirada da muda do tubete e agregação das raízes ao substrato, podendo assim ser utilizados.

Castro et al. (2003), testaram substratos orgânicos e industriais para produção de mudas de beterraba em bandejas de poliestireno. Foi concluída a eficácia dos substratos orgânicos em relação aos substratos industriais. Os substratos formulados a partir de composto de capim napier com estercos (bovino e de "cama" de aviário) e o substrato formulado com vermicomposto + casca de arroz ou de café parcialmente carbonizados promoveram os melhores resultados nas mudas de beterraba. Estes substratos apresentaram teores mais elevados de N, P e K do que os substratos industriais.

Rocha et al. (2003), testaram quatro substratos na produção de mudas de dois genótipos de abóbora: composto orgânico (esterco de curral mais restos de cana de açúcar), solo mineral, 50% composto + 50% solo e substrato comercial. Os autores concluíram que o substrato formulado com composto orgânico mais solo e o substrato comercial foram os mais eficientes na produção de mudas. Comparando-se estes dois substratos, o formulado com composto orgânico foi mais eficiente que o comercial em quase todas as variáveis; o comercial só foi superior com relação à germinação.

Santos et al. (2004), avaliaram a eficiência de três substratos orgânicos (casca de arroz carbonizada, pó de casca de coco seco e verde) e dois adubos (vitasolo e humus de minhoca) para aclimatizar plântulas de *Heliconia psittacorum* L. oriundas de micropropagação. Concluíram, com base em parâmetros biométricos, que o húmus de minhoca foi o mais eficiente na aclimatização de mudas de *Heliconia psittacorum* L.

Freitas et al. (2005), testaram substratos em tubetes e em blocos prensados na produção de mudas de eucalipto com o objetivo de analisar o desenvolvimento radicular e suas deformações. Foram utilizados os seguintes substratos: composto de bagaço de cana de açúcar e torta de filtro de usina açucareira, composto de casca de eucalipto decomposta e casca de arroz carbonizada e turfa. Após a produção das mudas, as mesmas foram transplantadas para embalagens com 20 litros, contendo solo da área de plantio. Foi concluído que o sistema de blocos prensados constituídos por bagaço de cana e torta de filtro mostrou-se adequado para formação de mudas de eucalipto, bem como de não ocasionar deformações no sistema radicular, nos tubetes. Além do desempenho inferior, houve deformações radiculares, que persistiram mesmo após a fase de viveiro.

Faustino et al. (2005), conduziram um experimento para avaliar o uso do lodo de esgoto na produção de mudas de *Senna siamea* Lam. O lodo de esgoto foi misturado com solo nas seguintes proporções: 0%, 25%, 50%, 75%, também foi feito um tratamento contendo 25% de pó de coco + 25% de lodo + 50% de solo. Concluiu-se que os tratamentos onde foram utilizadas as maiores concentrações de matéria orgânica (75% de lodo e 25% de lodo + 25% de pó de coco) proporcionaram o melhor desenvolvimento das mudas. O lodo de esgoto higienizado, segundo os autores, pode ser utilizado na produção de mudas, proporcionando uma alternativa para sua disposição final, além de se constituir em uma ferramenta viável a

ser utilizada pelas prefeituras, na produção de mudas para arborização urbana e recuperação de áreas degradadas.

Ruppenthal & Castro (2005), estudaram o uso de resíduos provenientes da atividade humana na produção de substratos para o cultivo de flores. Neste caso, a espécie utilizada foi o gladíolos (*Gladiolus grandiflorus*), a mesma foi cultivada em um Latossolo Vermelho eutroférrico com diferentes tratamentos: adubação química (AQ), 10,0 Mg ha^{-1} de composto de lixo urbano(CLU), 20,0 Mg ha^{-1} de CLU, AQ + 15,0 Mg ha^{-1} de CLU , AQ + 10,0 Mg ha^{-1} de CLU e AQ + 5,0 Mg ha^{-1} de CLU. Os autores concluíram que a dose de 10,0 Mg ha^{-1} de CLU permitiu um melhor desenvolvimento das mudas. Concluíram também, que a adubação orgânica manteve teores adequados de P e K no solo, além de promover um discreto aumento no pH do solo.

Chaves et al. (2006), testaram dois componentes para formulação de um substrato para avaliação do crescimento de mudas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*). Foram utilizados os seguintes componentes: bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro de usina açucareira (3:2; V: V). Este substrato foi testado com sementes inoculadas com/sem rizóbio, além disto, foram realizados também, dois tratamentos com adição de doses crescentes de uréia e sulfato de amônio ao substrato Os autores concluíram, baseados nos parâmetros biométricos, que o substrato utilizado é viável para produção de mudas de angico e que a inoculação com rizóbio foi suficiente, não sendo necessária nenhuma fonte externa de N.

Daudt et al. (2007), estudaram o uso do resíduo de couro wet-blue como componente de substratos para produção de mudas. Este resíduo é o couro que sofreu o primeiro processo de transformação no curtume, através de um banho de cromo; o resíduo aparece com a raspagem deste couro, visando a padronização de sua espessura. Os autores utilizaram para o experimento a espécie *Tagetes* patula L. e substratos com os seguintes componentes: resíduo de couro (RC) e CACV (casca de arroz carbonizada + vermiculita superfina – 6:1 V:V). Com estes componentes foram testadas as seguintes proporções volumétricas: 0:1; 1:3; 1:1; 3:1; 1: 0. Os autores demonstraram que é possível o cultivo em substratos contendo RC, mas advertem, porém, para o fato deste apresentar alta salinidade, baixo valor de pH e ao risco ambiental. Concluíram também que as mudas de tagetes mostraram boa tolerância à presença de RC até a fração volumétrica de 50% da mistura e que a adição deste resíduo reduz a densidade, aumenta a porosidade e a água retida nas misturas, desta forma proporcionando boas condições físicas para o desenvolvimento das mudas de tagetes.

Estes resultados indicam o potencial de aplicação destes compostos, tornando sua reciclagem mais sustentável e diminuindo o volume de resíduos.

Assim, com o objetivo de testar o composto produzido a partir de resíduos de podas da arborização, no Horto da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, foi feito um experimento, buscando verificar a produção de mudas, através de estaquia, com duas espécies amplamente utilizadas nos jardins da cidade do Rio de Janeiro - *Acalypha wilkesiana* m. Arg. e *Thunbergia erecta* T.Anders.

3. Material e Métodos

O experimento foi instalado no Horto da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, localizado na rua Mapendi, 435, no bairro da Taquara, Jacarepaguá.

O clima da região é classificado como Aw, quente e úmido, de acordo com a classificação de Koppen. A temperatura média é de 23,7ºC, máxima absoluta de 38,2ºC, mínima absoluta de 11,1ºC, precipitação média anual de 1.172,9mm e média anual de umidade relativa do ar de 79%, de acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (DNMET, 1992).

Os valores de temperatura e pluviosidade durante o período de experimentação estão na Tabela 9 e Figura 7. Os dados são referentes à estação Rio de Janeiro (RJ), do Instituto Nacional de Meteorologia.

Tabela 9 - Dados pluviométricos em 2006, estação da Cidade de Deus, Jacarepaguá.

Mês	Precipitação (mm)
Outubro	92,2
Novembro	121,2
Dezembro	83,6

Fonte: Georio

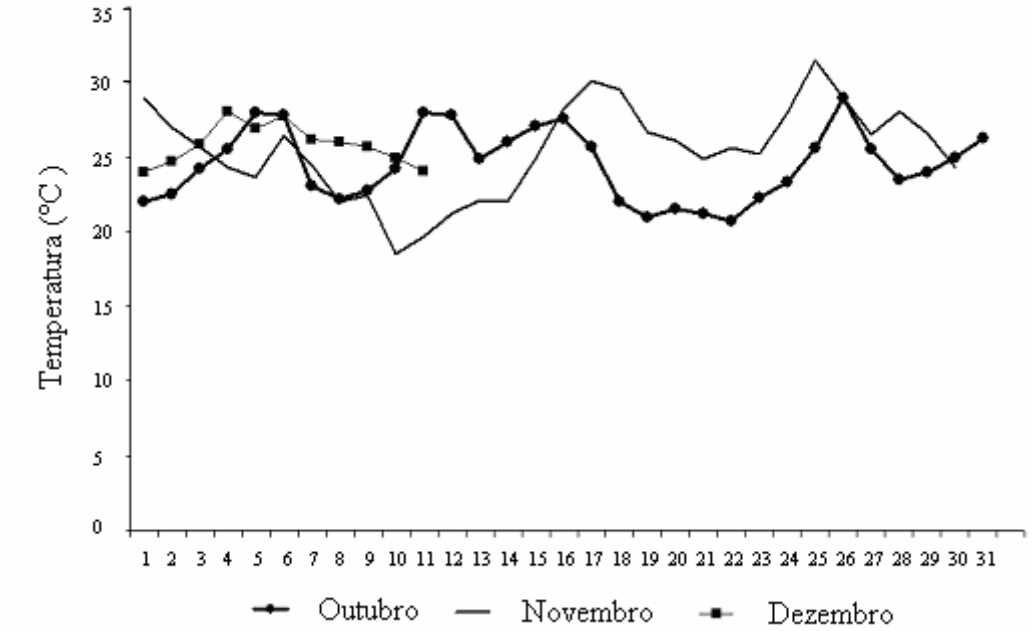

Figura 7 - Temperaturas médias diárias ocorridas nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro de 2006, durante a realização do experimento. Dados da estação da cidade do Rio de Janeiro (RJ).
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Por fatores históricos e culturais, a cidade do Rio de Janeiro possui uma diversidade muito grande de espécies vegetais em suas áreas públicas. Estas vão desde as plantas ornamentais e arbustivas até as espécies arbóreas, que podem ser encontradas nas praças, parques municipais (ex. Parque do Flamengo), nas ruas e avenidas e nos canteiros centrais das estradas. Dentre todas as espécies ornamentais utilizadas, *Acalypha wilkesiana* m. Arg. e *Thunbergia erecta* T.Anders, conhecidas respectivamente pelos nomes vulgares de acalifa e tumbergia-azul-arbustiva, são bastante utilizadas na confecção de jardins públicos da cidade do Rio de Janeiro.

Acalypha wilkesiana m. Arg - Espécie exótica com muitas variedades, pertencente à família botânica Euphorbiaceae. Trata-se de um arbusto perene, com porte de 1,5 a 3,0 m de altura; a beleza desta espécie ornamental está no colorido e na forma variável de sua folhagem. A acalifa é cultivada a pleno sol e pode ser utilizada nos jardins de forma isolada, em grupos ou formando cerca viva. Segundo Lorenzi & Souza (1995), esta espécie multiplica-se facilmente por estaquia.

Thunbergia erecta T. Anders - Espécie exótica de porte arbustivo e perene com altura variando de 2,0 a 3,0 m de altura; a beleza desta espécie encontra-se nas folhas verde brilhantes e nas flores azuis formadas principalmente na primavera e verão. Esta espécie pode ser utilizada para plantio ao longo de cercas, muros, isoladamente ou em conjuntos. É uma espécie que pode ser utilizada tanto a pleno sol como a meia sombra. Segundo Lorenzi & Souza (1995), esta espécie multiplica-se facilmente por estaquia, após o florescimento.

Estas duas espécies são produzidas facilmente por estaquia no horto da Prefeitura, sem a necessidade de estruturas especiais (estufas), bastando para isso um sombreamento inicial, para promover o enraizamento de forma satisfatória e com baixas perdas. Após um período aproximado de 30 dias, as mudas são removidas destes canteiros de sombra para canteiros a pleno sol; dependendo da estação do ano e o substrato utilizado estas mudas estão em condições de campo num intervalo entre 65 e 80 dias.

Para o experimento foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x2, formado pela combinação de seis substratos (100% solo, 100% composto da poda, 100% substrato comercial, 30% varrição de ruas e avenidas + 70% composto da poda, 40% saibro + 60% composto da poda e 30% areia + 70% composto da poda) e duas espécies ornamentais (*Acalypha wilkesiana* m. Arg. *e Thunbergia erecta* T.Anders). Essa combinação gerou 12 tratamentos, com três repetições, sendo cada tratamento composto por três parcelas com 30 plantas cada, totalizando 1080 mudas.

Os parâmetros avaliados foram obtidos através da média das plantas pertencentes a cada tratamento. Foi realizada a análise de variância e comparação entre médias através do teste de Tukey.

Para iniciar o experimento foi instalado um viveiro provisório com as seguintes dimensões: 6,0m x 4,0m x 2,15m de altura. Este viveiro recebeu uma cobertura superior e lateral com tela tipo sombrite de 50% de insolação, com o intuito de promover uma proteção solar do local, para facilitar e promover o enraizamento das estacas e proteger as brotações iniciais dos raios solares diretos. Sendo o piso de terra, toda a área do viveiro foi coberta com uma lona plástica para evitar que as raízes das mudas ultrapassassem as embalagens e alcançassem o solo do local, absorvendo determinados nutrientes e comprometendo desta forma o resultado final do experimento (Figura 8).

Figura 8 - Vista geral do experimento.

Com a construção do viveiro e preparo do piso, foram providenciados os componentes para formulação dos substratos: saibro, areia, varrição de ruas e avenidas, substrato comercial e composto da poda. Excetuando-se o composto da poda os materiais tiveram as seguintes origens:

Saibro – Adquirido de uma empresa prestadora de serviços a Fundação Parques e Jardins, este tipo de material é muito utilizado em áreas de praças, servindo como piso.

Areia – Adquirido de uma empresa prestadora de serviços a Fundação Parques e Jardins, proveniente da bacia do rio Guandu.

Varrição de ruas e avenidas – Material fornecido pela COMLURB, proveniente da varrição de logradouros localizados nos bairros do Caju, Jardim América, Vigário Geral, Inhaúma e Del Castilho.

Substrato comercial – Produzido pela empresa Mecprec pelo nome de "florestal 3", composto por casca de pinus compostada, vermiculita e adubação de base.

Para o preparo e mistura dos componentes, o composto da poda passou em uma peneira de 15mm, o saibro e o solo por uma peneira de 8mm, para evitar torrões do solo e pedras contidas no saibro. Os materiais restantes não foram peneirados, pois apresentavam granulometria inferior a 8mm. O recipiente escolhido para produção das mudas foi o saco plástico de cor escura, sanfonado com furos na base, apresentando as seguintes dimensões: Altura - 13cm, Diâmetro - 09cm, com um volume de cerca de 827 cm³.

As misturas foram feitas com base em volume e os materiais foram traçados manualmente, em uma lona plástica, até ser atingida uma boa homogeneização. A cada mistura a lona plástica era retirada para limpeza dos resíduos e assim sucessivamente. Com os substratos preparados e dosados nas quantidades adequadas, iniciou-se o enchimento dos recipientes, ou seja: 180 sacos com 100% solo, 180 sacos com 100% composto da poda, 180 sacos com 100% substrato comercial, 180 sacos com 30% varrição de ruas e avenidas + 70% composto da poda, 180 sacos com 40% saibro + 60% composto da poda e 180 sacos com 30% de areia + 70% de composto da poda (Figura 9).

Figura 9 - Substratos utilizados para enchimento das embalagens

3.1. Caracterização Química dos Substratos

Foram coletadas amostras dos substratos, antes do enchimento das embalagens. Os mesmos foram analisados para verificação das características químicas, de acordo com a EMBRAPA/CNPS (1997). As análises foram realizadas pelo Laboratório de Gênese e Classificação do Solo do Instituto de Agronomia da UFRRJ e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – Agrobiologia – RJ.

Foram feitas análises do Alumínio trocável (Al^{+3}), através de extração com solução de KCL mol L^{-1} na proporção de 1:10, com indicador de azul de bromotimol a 0,1% e determinado pela titulação da acidez com NaOH 0,025 mol L^{-1}. A acidez extraível ($H + Al^{+3}$) foi determinada com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L^{-1}, ajustada a pH 7,0 na proporção de 1:15, com indicador de fenolftaleína a 1% e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L^{-1}. O carbono orgânico foi determinado pela oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio 0,2 mol L^{-1} em meio sulfúrico e titulação pelo sulfato ferroso amoniacal 0,1mol L^{-1}. Cálcio e magnésio trocáveis foram extraídos com solução de KCl1mol L^{-1} na proporção de 1:10, sendo obtidos por complexometria em presença do coquetel (solução tampão, cianeto de potássio e trietanolamina) . O Ca^{+2} foi determinado em presença de KOH a 10%, sendo ambos titulados com EDTA 0,0125 mol L^{-1}; o Mg^{+2} foi obtido por diferença. O fósforo assimilável foi extraído com solução de HCL 0,05 mol L^{-1} e H_2SO_4 0,0125 mol L^{-1} mol e determinado por colorimetria após a redução do complexo fosfomolibídico com ácido ascórbico, em presença de sal de bismuto. O pH em água foi determinado através da medição eletrônica do potencial por meio de eletrodo imerso na suspensão substrato-água na proporção de 1:2,5, com tempo de contato não inferior a uma hora e agitação da suspensão antes da leitura. Potássio e sódio trocáveis foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol L^{-1} e H_2SO_4 0,0125 mol L^{-1} na proporção substrato-solução 1:10 e determinados por fotometria de chama.

Após o enchimento dos recipientes, foi realizado um sorteio para distribuição dos tratamentos ao acaso. Segue abaixo, na Tabela 10 os tratamentos incluídos no experimento.

Tabela 10. Relação dos tratamentos adotados no experimento.

N° do tratamento	Espécies/substratos
1	A/100% SL
2	A/100% CP
3	A/100% SC
.4	A/30% VRA +70% CP
5	A/40% S+60% CP
6	A/30% A+70% CP
7	T/100% SL
8	T/100% CP
9	T/100% SC
10	T/30% VRA+70% CP
11	T/40% S+60% CP
12	T/30% A+70% CP

A = *Acalypha wilkesiana* m. Arg.
T = *Thunbergia erecta* T. Anders
SL = solo
CP = composto da poda
SC = substrato comercial
VRA = Varrição de ruas e avenidas
S = saibro
A = areia

As embalagens para recebimento das estacas foram numeradas de 01 a 1080, para um melhor controle ao experimento, facilitando e controlando a coleta de dados na época da análise dos parâmetros biométricos.

Passada a fase da distribuição dos tratamentos e numeração dos recipientes iniciou-se no dia seguinte, pela manhã, o trabalho de coleta do material vegetal para preparo e plantio das estacas. Este material foi coletado no horto de apoio da Fundação Parques e Jardins, localizado a Rua Bela Floresta, N° 02 – Vargem Pequena – RJ e levado imediatamente para o horto da Taquara. Na coleta deste material foi adotado o seguinte critério: As espécies *Acalypha wilkesiana* m. Arg. e *Thunbergia erecta* T. Anders foram coletadas de canteiros únicos, ou seja, elas estavam em condições edáficas e de incidência solar idênticas. Elas foram cortadas respectivamente a uma altura de 35cm e 50cm acima do solo, estas matrizes na ocasião do corte estavam respectivamente com cerca de 1,5 m e 2,5m de altura (Figura 10).

Figura 10 - Matrizes de *Thunbergia erecta* T. Anders *e Acalypha wilkesiana* m. Arg.

Foi iniciado o preparo das estacas assim que o material vegetal chegou ao horto da Taquara. As mudas foram propagadas por estaquia caulinar e no preparo das mesmas foi adotado o seguinte critério: as estacas tenras provenientes dos ramos apicais foram desprezadas (cerca de 25cm), assim como todas as folhas e brotações laterais. Para que se tivesse no experimento um padrão com relação ao diâmetro da estaca e altura da mesma, estabeleceu-se que as estacas de ambas as espécies teriam um diâmetro variando entre 0,8 a 1,0 cm e altura de 17 cm.

A irrigação do experimento foi realizada diariamente e de forma manual, através do uso de mangueira.

A montagem do experimento foi baseada nas mesmas condições de rotina utilizadas no horto, ou seja, as mudas permaneceram sob uma cobertura de tela “sombrite” 50% durante 35 dias e após este período, a tela “sombrite” foi retirada e as mudas ficaram a pleno sol por mais 35 dias.

Após este período, as mudas foram avaliadas com relação aos seguintes parâmetros biométricos: Altura das plantas, peso verde da parte aérea e sistema radicular, peso seco da parte aérea e sistema radicular, número de brotações e soma dos diâmetros das brotações. Para medição destes valores foram adotados os seguintes procedimentos:

1 - Para a determinação da altura (cm) das plantas foi efetuada a medida entre o nível do substrato e a inserção do último par de folhas na parte mais alta da planta (maior brotação).

2 - Para pesagem da parte aérea, apenas as brotações foram consideradas.

3 - Na determinação do número de brotações considerou-se apenas as brotações com mais de 6,0 cm de comprimento.

4 - Para determinação da soma dos diâmetros, apenas as brotações com mais de 6,0 cm de comprimento foram avaliadas, o diâmetro (cm) das brotações foi efetuado a 1,0 cm de distância da inserção da "estaca mãe", através do uso do paquímetro.

5 - Para obtenção do peso seco, as brotações e raízes foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçada a 65°C durante 72 horas, até a obtenção de massa constante.

Para pesagem do material foi utilizada uma balança digital de precisão, com leitura de duas casas decimais.

Os dados em questão foram analisados pelos testes de Bartlett e Cochran, verificando-se a existência de homogeneidade de variância. Os valores obtidos em cada variável foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de tukey, a 5% de significância. O programa estatístico utilizado para análise dos dados foi o SAEG.

4. Resultados e Discussão

Na Tabela 11 são apresentados os resultados da análise química dos substratos utilizados. Os valores de Ca, Mg, P, Na e K do composto de poda são relativamente altos em relação aos demais substratos. De forma inversa os valores de solo puro foram baixos em relação aos demais. O pH do substrato comercial apresentou valor bastante baixo.

Tabela 11. Análises químicas dos substratos(*) utilizados para avaliação da produção de estacas de *Acalypha wilkesiana* m. Arg. e *Thunbergia erecta* T. Anders, no Horto da Prefeitura do Rio de Janeiro.

Tratamentos (**)	Ca	Mg	Al	H + Al	P	Na	K	pH	C orgânico
100% SL	2,1	1,3	0	1,5	25	0,1	0,3	6,0	10,1
100% CP	35,1	16	0	2,0	373	3,9	23,9	8,1	229
100% SC	17,6	24	0,6	48,7	397	0,3	4,2	4,2	92,3
70% CP + 30% VRA	12,5	5,5	0	0,2	185	1,1	4,8	8,2	121,2
60% CP + 40% S	15,3	9,2	0	1,5	223	1,5	5,8	7,5	61,5
70% CP + 30% A	10,4	4,5	0	0,5	187	1,0	5,3	8,3	75,1

(*)Ca, Mg, K, Na, Al, H + Al → Cmolc / dm^3; P → mg/dm^3; C orgânico → g/Kg

(**) SL = solo, CP = composto da poda, SC = substrato comercial, VRA = Varrição de ruas e avenidas, S = saibro, A = areia.

Na Tabela 12 se encontram os valores referentes à estatística descritiva das variáveis do experimento e na Tabela 13 se encontra a análise de verificação de normalidade dos dados.

Tabela 12. Estatística descritiva do experimento de tipos de substrato e uso de compostagem a partir de resíduos de poda da arborização urbana, visando a produção de mudas, com *Thunbergia erecta* T. Anders e *Acalypha wilkesiana* m. Arg.

VARIÁVEIS(*)	PVA	PSA	ALT	NB	SDB	PVR	PSR
Média geral	12,03	2,19	33,61	2,89	0,76	5,55	0,65
Desvio padrão	7,85	1,34	7,42	0,59	0,22	2,32	0,34
Coeficiente de variação	65,25	61,09	22,06	20,25	29,67	41,79	51,47
Assimetria	0,61	0,58	0,12	0,27	0,35	0,46	0,76
Probabilidade da assimetria = 0	0,41	0,41	0,48	0,46	0,45	0,43	0,38
Curtose	1,81	1,96	2,13	1,95	1,89	2,43	2,20
Probabilidade da curtose = 0	0,18	0,21	0,25	0,21	0,20	0,23	0,27

(*)PVA – peso verde da parte aérea, PSA – peso seco da parte aérea, ALT – altura das mudas, NB - número de brotações, SDB – soma dos diâmetros das brotações, PVR – peso verde das raízes, PSR – peso seco das raízes.

Os valores da assimetria para todas as variáveis apresentaram probabilidade (P) acima de 0,05, o que significa que as curvas são simétricas, estatisticamente. A mesma interpretação pode ser inferida para a curtose das curvas, conforme Ribeiro Jr (2001).

As variáveis PVA, PSA e PSR apresentaram os maiores coeficientes de variação, indicando que a dispersão dos dados em relação à média são bem maiores nestas.

Tabela 13. Teste de homogeneidade de variância do experimento de tipos de substrato e uso de compostagem a partir de resíduos de poda da arborização urbana, visando a produção de mudas, com *Thunbergia erecta* T. Anders e *Acalypha wilkesiana* m. Arg.

Tabela de homogeneidade de variância				
Variáveis	Teste	Valor Calculado	Valor Tabelado (p=0,05)	Valor Tabelado (p=0,01)
PVA	Bartlett	13,0667	19,675	24,725
PSA	Bartlett	15,6537	19,675	24,725
ALT	Bartlett	8,7264	19,675	24,725
NB	Bartlett	8,2021	19,675	24,725
SDB	Bartlett	11,9028	19,675	24,725
PVR	Bartlett	14,6698	19,675	24,725
PSR	Bartlett	22,2024	19,675	24,725

PVA – peso verde da parte aérea, PSA – peso seco da parte aérea, ALT – altura das mudas, NB - número de brotações, SDB – soma dos diâmetros das brotações, PVR – peso verde das raízes, PSR – peso seco das raízes.

Verifica-se, pelo teste de Bartlett, que existe homogeneidade de variância entre tratamentos nos dados das variáveis do experimento. Desta forma, esses resultados, associados aos testes de assimetria e de curtose, configuram as variáveis como de distribuição normal; o que permitiu a análise de variância paramétrica (Tabela 14).

Tabela 14. Análise de variância do experimento de tipos de substrato e uso de compostagem a partir de resíduos de poda da arborização urbana, visando a produção de mudas, com *Thunbergia erecta* T. Anders e *Acalypha wilkesiana* m. Arg.

Variáveis (*)	PVA	PSA	ALT	NB	SDB	PVR	PSR
SP	1252,174**	40,893**	291,840**	8,929**	1,080**	88,708**	2,262**
SUB	138,265**	3,065**	263,394**	0,391**	0,105**	13,163**	0,153**
SP x SUB	36,099**	0,755**	25,627**	0,033nc	0,012*	1,942*	0,062*
C.V.	9,776	15,375	8,327	6,961	9,035	18,012	24,426

(*) PVA – peso verde da parte aérea, PSA – peso seco da parte aérea, ALT – altura das mudas, NB - número de brotações, SDB – soma dos diâmetros das brotações, PVR – peso

verde das raízes, PSR – peso seco das raízes. C.V.= coeficiente de variação experimental (%). ** Significativo a 99% de probabilidade. * Significativo a 95% de probabilidade. nc – Valor do teste F não avaliado por ser menor do que 1. SP = espécie, SUB = substrato.

Para todas as variáveis analisadas, se verificou diferenças significativas em relação aos fatores espécie e tipo de substrato, ao nível de 1% de probabilidade. Para a interação entre espécie e tipo de substrato também se verificou significância em praticamente todas as variáveis, sendo três delas (SDB, PVR e PSR), ao nível de 5%.

Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Pereira et al. (2002), que utilizaram diversos componentes para formulação de substrato para enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. Estes autores concluíram que o composto orgânico mostrou ser o melhor componente para formulação de substratos para propagação de *Coffea arabica* L. por estaquia, proporcionando valores significativos em todas as variáveis estudadas: percentual de enraizamento, comprimento médio de brotos, peso da matéria seca de brotações e raízes.

Alves & Passoni (1997), também obtiveram resultados significativos com o uso de composto orgânico, obtido de lixo domiciliar, na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* Benth).

Gomes et al. (1985) testando vários substratos para a espécie *Eucalyptus grandis,* concluíram para o parâmetro estudado (altura da parte aérea), que o melhor resultado foi constituído pela mistura de composto orgânico (80%) e moinha de carvão (20%).

Na Tabela 15 se encontram as diferenças entre as médias dos substratos.

Tabela 15. Teste de Tukey, para o fator tipo de substrato do experimento e uso de compostagem a partir de resíduos de poda da arborização urbana, visando a produção de mudas, com *Thunbergia erecta* T. Anders e *Acalypha wilkesiana* m. Arg.

Tratamentos	PVA	PSA	ALT	NB	SDB	PVR	PSR
1	5,099 **D**	1,136 **D**	24,417 **D**	2,577 **C**	0,554 **D**	2,982 **C**	0,406 **C**
2	17,326 **A**	2,946 **A**	41,244 **A**	3,190 **A**	0,905 **A**	5,848 **AB**	0,672 **ABC**
3	8,352 **C**	1,582 **CD**	27,625 **CD**	2,649 **BC**	0,662 **CD**	4,896 **B**	0,528 **BC**
4	15,330 **A**	2,590 **AB**	39,012 **A**	2,839 **ABC**	0,809 **AB**	5,971 **AB**	0,688 **ABC**
5	10,527 **B**	2,121 **BC**	32,536 **BC**	2,952 **AB**	0,757 **BC**	6,268 **AB**	0,798 **AB**
6	15,561 **A**	2,770 **A**	36,857 **AB**	3,161 **A**	0,872 **AB**	7,330 **A**	0,823 **A**
DMS	2,099	0,601	4,994	0,359	0,122	1,783	0,284

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 1% de significância.

PVA – peso verde da parte aérea, PSA – peso seco da parte aérea, ALT – altura das mudas, NB - número de brotações, SDB – soma dos diâmetros das brotações, PVR – peso verde das raízes, PSR – peso seco das raízes, DMS – Diferença mínima significante.

Destaca-se o fato de que, para todas as variáveis avaliadas, os valores referentes ao composto puro (Trat.2) foram significativamente maiores que os de solo (Trat.1) e o comercial (Trat.3). Além disto, os valores dos tratamentos em que este composto está presente são sempre superiores e muitas vezes significativamente maiores que os de solo e o comercial.

Pelo teste de Tukey pode-se inferir que o melhor substrato para as variáveis avaliadas foi o composto puro (Trat 2); por conseguinte, o pior desempenho nestas mesmas variáveis foi observado no substrato solo (Trat.1). Por sua vez, as médias das variáveis peso verde da parte aérea (PVA), peso seco da parte aérea (PSA), altura das mudas (ALT) e soma dos diâmetros

das brotações (SDB) em relação aos tratamentos de Composto Puro (Trat.2), Composto com Varrição (Trat.4) e Composto com Areia (Trat.6) não diferiram estatisticamente.

Na variável PVA as médias dos substratos solo (Trat.1), substrato comercial (Trat.3) e Composto com Saibro (Trat.5) diferiram estatisticamente entre si. O substrato com Composto Puro (Trat. 2) apresentou o melhor resultado, enquanto que os substratos Composto com Areia (Trat.6) e Composto com Varrição (Trat.4) ficaram com o segundo melhor resultado. O substrato Composto com Saibro (Trat.5), confeccionado com um percentual inferior de composto, apresentou um desempenho inferior em relação aos demais substratos (Composto Puro, Trat.2), Composto com Varrição (Trat. 4) e Composto com Areia (Trat.6).

Nas variáveis PSA, ALT, número de brotações (NB), SDB e peso seco das raízes (PSR) os tratamentos solo (Trat.1) e comercial (Trat.3) apresentaram médias iguais estatisticamente, indicando não haver diferenças entre estes tratamentos.

Com relação ao NB, as médias não diferiram entre si, para os quatro tratamentos que continham o composto, todas foram significativamente maiores que o substrato solo (Trat.1). As misturas com saibro (Trat.5) e varrição (Trat.4) não apresentaram diferenças estatísticas em suas médias com o substrato Comercial (Trat.3).

Nas variáveis PVA, PSA, e ALT, foram obtidas médias estatisticamente iguais, indicando que os substratos composto de poda puro (Trat.2), composto com varrição (Trat.4) e composto com areia (Trat.6) apresentaram os melhores resultados. Neste caso, o substrato composto com saibro (Trat.5) ficou na quarta colocação, sugerindo que o mesmo, por apresentar o menor percentual de composto em sua formulação, possa ter influenciado os resultados nestas variáveis. Gomes et al. (1985), Casagrande Jr. et. al. (1996), L. Pereira et al. (2002), Faustino et. al. (2005) verificaram que o percentual de matéria orgânica utilizada na formulação de substratos interferiu positivamente nas variáveis biométricas. Infere-se, portanto, que as concentrações do composto orgânico na formulação destes substratos possam ter influenciado positivamente o desenvolvimento do vegetal, possibilitando um melhor fornecimento de nutrientes.

Pelo teste de Tukey, referente à variável peso verde das raízes (PVR), concluiu-se que os substratos composto puro (Trat.2), composto com varrição (Trat.4), composto com saibro (Trat.5) e composto com areia (Trat.6) não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram os melhores desempenhos. O substrato solo (Trat.1) foi o menos satisfatório. Nesta variável, observa-se também, que comparando-se os substratos composto puro (Trat.2), comercial (Trat.3), composto com varrição (Trat.4) e composto com saibro (Trat.5), conclui-se que suas médias são estatisticamente iguais.

Na variável peso seco das raízes (PSR) observou-se também que não houve diferenças entre as médias dos substratos composto puro (Trat. 2), composto com varrição (Trat.4), composto com saibro (Trat.5) e composto com areia (Trat.6). Nesta variável os substratos solo (Trat.1) e comercial (Trat.3) não diferiram estatisticamente entre si. Nesta variável observa-se também que os substratos composto puro (trat. 2), comercial (Trat.3), composto com varrição (Trat.4), composto com saibro (Trat.5) e composto com areia (Trat. 6), apresentaram resultados estatisticamente iguais. Os substratos solo (Trat. 1) e comercial (Trat. 3) não diferiram estatisticamente entre si.

Na Tabela 16 estão apresentados os resultados referentes à interação entre substrato e espécie.

Tabela 16. Interação entre tipo de substrato e espécie, do experimento de tipos de substrato e uso de compostagem a partir de resíduos de poda da arborização urbana, visando a produção de mudas, com *Thunbergia erecta* T. Anders e *Acalypha wilkesiana* m. Arg.

	Variáveis					
	PVA		PSA		ALT	
Tratamentos	Acalifa	Tumbérgia	Acalifa	Tumbérgia	Acalifa	Tumbérgia
1	7,34 **C**	2,86 **C**	1,65 **D**	0,62 **BB**	24,56 **C**	24,27**C**
2	25,08 **A**	9,57 **AB**	4,35 **AB**	1,55 **AB**	45,56 **A**	36,93 **AB**
3	12,70 **B**	4,00 **C**	2,39 **CD**	0,78 **ABCD**	29,82 **BC**	25,43 **BC**
4	23,35 **A**	7,31 **ABC**	3,86 **ABC**	1,32 **AB**	44,55 **A**	33,48 **AB**
5	15,36 **B**	5,70 **C**	3,14 **BCD**	1,10 **ABC**	33,58 **BC**	31,49 **ABC**
6	23,74 **A**	7,38 **ABC**	4,1 **AB**	1,38 **AB**	40,70 **A**	33,01 **AB**

PVA – peso verde da parte aérea, PSA – peso seco da parte aérea, ALT – altura das mudas. Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Neste caso, comparando-se isoladamente a interação destas duas espécies vegetais com os substratos, percebe-se que na espécie acalifa, houve uma variação maior entre as médias, indicando que o percentual de composto da poda influenciou de forma mais significativa as variáveis PVA, PSA e ALT, enquanto que na espécie tumbergia, a influência do composto da poda foi menos significativo. Isto confirma as afirmativas de que cada espécie possui exigências físicas e químicas próprias.

Apesar dos resultados mostrarem que os substratos composto puro (Trat.2), composto com varrição (Trat.4) e composto com areia (Trat.6) serem os mais satisfatórios para as duas espécies, caso se deseje, por exemplo, obter um substrato mais significativo para a tumbergia, dever-se-ia partir para outras concentrações de materiais utilizados e/ou o uso de outros componentes.

Na variável PVA as duas espécies apresentaram resultados estatisticamente iguais nos substratos composto puro (Trat.2), composto com varrição (Trat.4) e composto com areia (Trat.6). O pior desempenho na espécie acalifa foi o substrato solo (Trat.1), enquanto na espécie tumbérgia os piores resultados foram os substratos solo (Trat.1), comercial (Trat.3) e o composto com saibro (Trat.5), demonstrando que nesta espécie, em relação à espécie acalifa os substratos composto puro (Trat.2) e composto com saibro (Trat. 5) agiram de maneira mais depressiva no desenvolvimento das mudas de tumbérgia.

Em relação à variável PSA, os resultados foram semelhantes ao PVA. Na variável ALT, as duas espécies obtiveram os melhores resultados com os substratos composto puro (Trat. 2), composto com varrição (Trat.5) e composto com areia (Trat.6). Nas duas espécies a pior média foi proporcionada pelo substrato Solo (Trat.1).

A matéria orgânica do composto da poda foi benéfica neste teste para as duas espécies em estudo. Para a espécie acalifa o efeito foi mais evidente do que para a espécie tumbérgia. De qualquer forma, percebe-se que a presença deste material na composição destes substratos proporcionou uma melhoria nos resultados finais das variáveis estudadas.

Segundo Schmidt – Vogt (1966), citados por Carneiro (1995), uma das variáveis morfológicas que determinam a qualidade das mudas é a relação parte aérea/parte radicial (peso e/ou comprimento).

Pela Tabela 17 verifica-se que as três melhores relações foram obtidas com o substrato composto puro (Trat. 2), composto com varrição (Trat. 4) e composto com areia (Trat. 6). Mesmo não sendo conclusivos, estes dados podem indicar que estes substratos promoveram às mudas uma melhor relação. De acordo ainda com a tabela 17, percebe-se que os pesos

secos de raízes dos substratos composto com varrição (trat. 4) e composto com saibro (trat. 5) foram maiores que o apresentado pelo composto com areia (trat. 6). Estas informações indicam que fatores como as características físicas do substrato podem estar influenciando e isto deverá ser melhor estudado em futuros ensaios.

Tabela 17. Relação entre peso seco da parte aérea e da raiz, do experimento de tipos de substrato e uso de compostagem a partir de resíduos de poda da arborização urbana, visando a produção de mudas, com *Thunbergia erecta* T. Anders e *Acalypha wilkesiana* m. Arg.

Tratamentos	PSA	PSR	PSA/PSR
1	1,14	0,41	2,78
2	2,95	0,67	4,4
3	1,58	0,53	2,98
4	2,59	0,69	3,75
5	2,12	0,80	2,65
6	2,77	0,82	3,38

PSA – peso seco da parte aérea, PSR – peso seco das raízes.

O substrato composto puro (trat.2), conforme tabela 17 apresentou valores de PSA superiores aos demais e, em contrapartida, seu PSR apresentou valores não correspondentes. Neste caso, é possível que a qualidade dos atributos físicos e químicos deste substrato tenha proporcionado um sistema radicular mais eficiente, com um volume maior de raízes finas com uma quantidade maior de pêlos absorventes; esta característica é muito importante para a absorção de água e nutrientes do substrato, proporcionando, portanto um maior peso da massa aérea, concordando com Carneiro (1995) que cita que o peso seco de raízes finas que possuem uma grande quantidade de pêlos absorventes apresenta valor muito pequeno, quase desprezível.

5. Conclusões

- É possível a formulação de substratos, utilizando-se o composto de resíduos da poda, para a produção de mudas.

- Para as duas espécies utilizadas no experimento, os substratos contendo o composto da poda de resíduos da arborização urbana, apresentaram valores superiores ao substrato comercial e solo, indicando o potencial de uso deste material para outras espécies vegetais.

- A influência do composto da poda foi mais significativo na espécie *Acalypha wilkesiana* m. Arg. do que na espécie *Thunbergia erecta* T. Anders.

- Os parâmetros biométricos foram significativamente maiores nos substratos que continham o composto de resíduos da poda da arborização urbana.

6. Referências bibliográficas

ALVES, W. l.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (Licania tomentosa (Benth) para produção de mudas para arborização. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. n. 10, v. 32, p. 1-9. Novo horizonte - SP, 1997.

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

CASAGRANDE JR, J.G.; VOLTOLINI, J.A.; HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C. Efeito de materiais orgânicos no crescimento de mudas de araçazeiro *(Psidium cattleyanum Sabine)*. **Rev. Bras. de Agrociência**. V. 2, n. 3, p. 187 -191, 1996.

CHAVES, L. L. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em substrato fertilizado, constituído de resíduos agro- industriais. **Rev. Scientia Forestalis.** n. 72, p. 49 – 56, Dez. 2006.

CORREIA, D.; ROSA, M.F.; NORÕES, E.R.V.; ARAUJO, F.B. Uso da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Rev. Bras. Frut**., v. 25, n. 3, p. 557 -558. Jaboticabal, 2003.

CASTRO, C. M.; RIBEIRO, R. L.D & ALMEIDA, D. J. Caracterização e avaliação de substratos orgânicos para produção de mudas de beterraba. **Rev. Agronomia**, Vol. 37, n. 2, p. 19 – 24, 2003.

DAUDT, R. H. S.; GRUSZYNSKI, C.; KÄMPF, A. N. Uso de resíduos de couro wet-blue como componente de substratos para plantas. **Rev. Ciência Rural,** v. 37, n. 1, p. 91 – 96. Santa Maria, Jan.- Fev.,2007.

DNMET - Departamento Nacional de Meteorologia. 1992**. Normais climatológicas** (1961-1990). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação, Brasília.

EMBRAPA/CNPS. **Manual de métodos de análises de solos**, Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FAUSTINO, R.; KATO, M. T.; FLORÊNCIO, L. & GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Senna siamea Lam.* **Rev. Bras. de Eng. Agríc. e ambiental.** Vol. 19, suplemento, p. 278 – 282. Campina Grande, 2005.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, R. M. P.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D.A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **R. Árvore**, v. 29, n. 6, p. 853 – 861. Viçosa, 2005.

GEORIO – Disponível em http://www2.rio.rj.gov.br/georio/site/alerta/dados/amcumuladas.aspn?ano=2006 Acesso em: 05/04/2006.

GOMES, J. M.; COUTO, L. ; PEREIRA, A. R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de Eucalyptus grandis em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista árvore**, v. 9, n. 1, p. 58-86, Viçosa, 1985.

HILL, L. **Segredos da propagação de plantas**. Tradução de Jusmar Gomes, São Paulo, 1996, 245p.

INMET – Disponível em http://www.inmet.gov.br/html/observaçoes.php. Acesso em: 10/09/2007.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: livraria e editora agropecuária, 2000. 254p.

LEAL, M. A. A. **Produção e eficiência agronômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas.** 2006. 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

LORENZI, H.; SOUZA, M. **Plantas ornamentais no Brasil**. Nova Odessa: plantarum, 1995. 720p.

PEREIRA, A.B.; PASQUAL, M.; RIBEIRO, L. S.; MENDES, A. N. G.; RESENDE, E. Enraizamento de estacas de Coffea arábica L. em diferentes substratos**. Revista Ciência Agrotec.,** Lavras, V. 26, nº 4, p. 741 – 748, Jul/ ago, 2002.

RIBEIRO JUNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.

ROCHA, M. R.; MOTA, W. F.; PEREIRA, M. C. T.; MAGALHÃES, V.R.; TARCHETTI, G. P.; ALVES, F. G.; GONÇALVES, R. E. M. ; PEREIRA, E. K. C. Tecnologia alternativa para produção de mudas de abóbora com a utilização de substrato orgânico. **Unimontes científica**, v. 5, n. 1, Janeiro/ Junho 2003.

RUPPENTHAL, V. & CASTRO, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladíolo. **R. bras. Ci. Solo**, Vol. 29, p. 145 -150, 2005.

SANTOS, M. R. A.; TIMBÓ, A. L. O.; CARVALHO, A. C. P. P.; MORAIS, J. P. S. Avaliação de substratos e adubos orgânicos na aclimatização de plântulas de *Heliconia psittacorum.* **Pesq. Agropec. Bras**., vol. 39, n. 10, outubro 2004.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de composto com resíduos da poda da arborização urbana, sem a adição de outras fontes orgânicas e minerais, pode ser uma boa alternativa para as prefeituras, pois além de evitar o descarte e o acúmulo deste material em depósitos de lixo, poderá contribuir de forma sustentável e econômica em atividades ligadas à atividade ambiental e paisagística da cidade: produção de mudas, confecção de canteiros para jardinagem, preparo de covas para plantio de árvores na arborização urbana e no plantio de mudas para recomposição de áreas degradadas. Os experimentos deste trabalho foram desenvolvidos com galhadas de até 8,0 cm de diâmetro, o que corresponde a aproximadamente 60% de todo o volume de resíduos produzidos. Portanto há uma sobra de 40% de resíduos, que poderia ser utilizada para a geração de energia e, dependendo da situação, poderia ser desdobrada para a confecção de móveis, utensílios e artesanato. É bom ressaltar que o uso integral deste resíduo poderá contribuir, minimizando a pressão sobre os recursos naturais.

Além dos resíduos da poda da arborização pública, existem os resultantes da conserva dos jardins públicos e corte de grama, bem como toda a massa vegetal descartada nas áreas de domínio privado, que poderiam ser misturados, aumentando a reciclagem e tornando ainda mais atrativo o seu uso. Vale lembrar também que o tratamento realizado com material de varrição das ruas mostrou potencial e poderia ser mais bem estudado.

Atualmente, a compostagem é desenvolvida em algumas cidades do Brasil com o aproveitamento de uma pequena parcela do lixo coletado em domicílios residenciais e comerciais. Alguns países mais desenvolvidos chegam a compostar e reciclar quase 100% dos resíduos produzidos. Uma alternativa, a ser pesquisada, para o aproveitamento dos resíduos da poda, seria a compostagem dos resíduos da poda misturados com os materiais orgânicos provenientes da coleta residencial e comercial. Neste caso, poderiam ser feitos também ensaios com galhadas de diversos diâmetros, pois haverá um melhor equilíbrio na relação C/N.