



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**LARISSA DOS SANTOS COUTO**

**BIOSSÓLIDO E FERTILURB COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS  
DE ESPÉCIES FLORESTAIS**

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
MARÇO – 2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**LARISSA DOS SANTOS COUTO**

**BIOSSÓLIDO E FERTILURB COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS  
DE ESPÉCIES FLORESTAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
MARÇO – 2023

**BIOSSÓLIDO E FERTILURB COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS  
DE ESPÉCIES FLORESTAIS**

**LARISSA DOS SANTOS COUTO**

APROVADA EM: 01/03/2023

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR – UFRRJ  
Orientador

---

Eng. Ftal Dr. ELTON LUIS DA SILVA ABEL – CEDAE  
Membro

---

Eng. Ftal M.Sc. VICTÓRIA MARIA MONTEIRO MENDONÇA – PPGCAF/UFRRJ  
Membro

Dedico esse trabalho ao meu vovô Miguel (*in memorian*), quem sempre soube que eu estudaria nessa universidade, quando nem em minha mente isso pudesse ser uma realidade.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço a Deus, que é bom o tempo todo, me concedeu a salvação através de Jesus Cristo e dirigiu meus passos até esse curso, onde permitiu cada alegria e dificuldade, proporcionando muitos milagres durante toda a graduação.

Agradeço aos meus pais, Marlene e Carlos Couto, que carinhosamente cuidaram de mim e estiveram presentes em todos os momentos da minha vida, se esforçando ao máximo para que eu pudesse conquistar meus objetivos e que foram cruciais nesse experimento, me ajudando de todas as formas possíveis.

Agradeço aos meus familiares e especialmente ao meu tio Miguel que sempre esteve disposto a me ajudar e foi comigo para buscar os insumos da pesquisa, além de me ensinar muitas coisas boas que jamais vou esquecer.

Agradeço ao pessoal da CEDAE, em especial os engenheiros Elton Abel e Alan Abreu, meus supervisores, que me orientaram nessa jornada de busca dos substratos, montagem do experimento e na decisão da monografia, além de todos os conhecimentos aprendidos durante o meu estágio lá. Agradeço ao seu Izadir e ao Aylton que sempre torceram por mim para que eu fosse além.

Agradeço ao meu professor e orientador José Carlos Arthur Júnior, que foi fundamental em todo o experimento e escrita da monografia, mostrando sempre uma solução que eu não teria reparado, não sei o que faria sem sua ajuda e compreensão.

Agradeço ao pessoal da Comlurb, principalmente, Bernardo Ornelas, Ricardo e seu Antônio, que me cederam o Fertilurb para pesquisa e me receberam muito bem no EcoParque do Caju.

Agradeço ao seu Tião, Lucas e aos alunos da vivência do viveiro, cujos nomes faço questão de mencionar, como o prometido: Henrique, Mariana, Mayara, Beatriz, Bianca e Rebeca, os quais me ajudaram bastante na implantação do experimento.

Meus agradecimentos vão ainda para meu amigo Gabriel que aguentou o sol de Seropédica para me ajudar a medir as mudas e para os meus amigos da graduação que sempre me motivaram e torceram por mim: Emily, Arthur, Rodrigo, Daniele.

Minha gratidão ainda pela Aliança Bíblica Universitária que fez jus ao lema “amizade que dá força e fé que sustenta”, ali na Rural, através das orações, dos estudos bíblicos que me deram força para suportar cada período da faculdade, a lista de nomes seria extensa se eu fosse citar todos.

E agradeço a você leitor que de alguma forma encontrou esse texto e parou para ler os agradecimentos. Muito obrigada, pois se está lendo isso, essa pesquisa também tem algum valor para você.

## RESUMO

Tendo em vista que resíduos como o lixo urbano e o lodo de esgoto, após devidamente compostados, higienizados e estabilizados, podem possuir as características para serem utilizados como substrato para produção de mudas, contribuindo para ações de reflorestamento no estado do Rio de Janeiro. Em função dessa oportunidade, objetivou-se avaliar se os compostos de lixo urbano (Fertilurb - F) e do lodo de esgoto tratado (Biossólido - B), bem como a combinação de ambos, podem ser utilizados como substrato e proporcionam crescimento similar ou superior ao substrato comercial (SC) na produção de mudas de babosa-branca (*Cordia superba*) e ingá-branco (*Inga laurina*). O experimento foi instalado em esquema fatorial 6 x 2, montado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os fatores foram seis composições de substrato (100B; 100F; 75B25F; 50B50F; 25B75F; SC) e duas espécies florestais (*Cordia superba* e *Inga laurina*). Realizou-se a mensuração das variáveis altura e diâmetro do coleto a cada 21 dias após a repicagem. As mudas de babosa-branca produzidas com os substratos SC, 75B25F e 50B50F apresentaram crescimento estatisticamente superior aos 84 dias em relação à altura e diâmetro do coleto, enquanto as mudas de ingá-branco produzidas com os substratos SC e 50B50F foram superiores. De modo geral, a combinação 75B25F e 50B50F apresentaram mudas com crescimento similar ao proporcionado pelo substrato comercial.

**Palavras-chave:** resíduos; lixo urbano; lodo de esgoto; babosa-branca; *Cordia superba*; ingá-branco; *Inga laurina*;

## ABSTRACT

Whereas the combined substrate of urban waste and sewage treatment may have the most relevant characteristics of both wastes, contributing even more to reforestation actions in the state of Rio de Janeiro, the objective of this research was to evaluate whether the compounds urban waste (Fertilurb) and treated sewage sludge (Biosolid), as well as a combination of both, can be used and provide similar or higher growth to the commercial substrate in the production of *Cordia superba* and *Inga laurina* seedlings. The experiment was set up in a 6 x 2 factorial design, set up in a completely randomized design, with five repetitions. The factors were six substrate compositions (different proportions of Fertilurb and biosolid) and two forest species (*Cordia superba* and *Inga laurina*). Measurement of the variables height and diameter of the stem was performed every 21 days after transplanting. *Cordia superba* seedlings produced with SC, 75B25F and 50B50F substrates presented statistically higher growth at 84 days in relation to height and stem diameter, while *Inga laurina* seedlings produced with SC and 50B50F substrate presented, higher growth. Therefore, the combination of urban waste substrates promoted growth quite similar to the commercial substrate.

**Keywords:** Fertilurb; biosolid; substrate.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Resíduos Sólidos.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Espécies Florestais.....</b>	<b>4</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Área de Estudo.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Preparo do Experimento.....</b>	<b>4</b>
<b>3.3 Composição Química dos Compostos de Resíduos Urbanos.....</b>	<b>6</b>
<b>3.4 Coleta dos Dados.....</b>	<b>6</b>
<b>3.5 Análise dos Dados.....</b>	<b>7</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>10</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>10</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>11</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Proporções volumétricas (%) de biossólido, de Fertilurb e de MecPlant® Florestal dos diferentes substratos para produção de mudas de babosa-branca e ingá-branco. ....	5
Tabela 2. Valores de pH, P, K, Ca, Mg e C dos compostos Fertilurb e Biossólido. ....	6
Tabela 3. Valores p da análise de variância dos parâmetros altura (H) e diâmetro do coleto (DC) das mudas de <i>Cordia superba</i> e <i>Inga laurina</i> aos 84 dias após a repicagem, em relação a diferentes fontes de variação. ....	7

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procedimento de preenchimento dos substratos no tubete de 280 cm <sup>3</sup> (A); visualização das mudas após processo de repicagem e aleatorização (B).....	6
Figura 2 - Mensuração de altura e diâmetro do coleto da espécie babosa-branca.....	7
Figura 3 - Crescimento médio em altura (H) e em diâmetro do coleto (DC) de mudas de <i>Cordia superba</i> e <i>Inga laurina</i> aos 84 dias após a repicagem, em função dos substratos. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de médias de Scott-Knott. ....	8
Figura 4 - Crescimento médio em altura (H) (A – babosa; B -ingá) e em diâmetro do coleto (DC) (C – babosa; D – ingá) entre 21 e 84 dias após a repicagem em altura de mudas de <i>Cordia superba</i> e <i>Inga laurina</i> nos diferentes substratos.....	10

## 1. INTRODUÇÃO

Diante da crescente demanda por espaço, que foi impulsionada pelas monoculturas de café e cana-de-açúcar associada com o avanço econômico da silvicultura no país nos últimos séculos, a Mata Atlântica foi sendo ocupada desordenadamente, resultando em efeitos significativos, que a levou a ser considerada como o conjunto de ecossistemas mais ocupado e devastado do Brasil (MMA, 2010).

O crescimento populacional contribuiu para o aumento do consumo dos recursos naturais, o que por sua vez levou à produção cada vez maior de resíduos. Produção esta que despertou a necessidade de condições de saneamento básico, entre as quais se incluem o esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (CAPANEMA; PIMENTEL, 2018).

No entanto, não bastou apenas à criação de infraestruturas para manter as cidades limpas e organizadas, era preciso um gerenciamento desses resíduos, que não somente se resumisse ao descarte em lixões ou aterros sanitários. Para tratar desse importante tema, criou-se a Lei de nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Essa legislação, define que a disposição final ambientalmente adequada em aterros deve ser somente dos rejeitos, isto é, quando não há mais possibilidade de que os resíduos sólidos sejam reutilizados, compostados, reciclados, recuperados ou aproveitados energeticamente (BRASIL, 2010). Em virtude disso, muitas empresas, prefeituras, instituições de ensino e pesquisa têm atuado com parcerias em projetos e programas que visam à utilização dos resíduos, em sua maioria, orgânicos, para implementação de compostos para hortas, substratos para produção de mudas e produção de biogás (combustível gerado pela decomposição anaeróbica da matéria orgânica).

Como exemplo, no estado do Rio de Janeiro, a concessionária Águas do Rio fornece o resíduo das estações de tratamento de esgoto, que é o lodo de esgoto (biossólido), para o programa Replantando Vida da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), onde é utilizado para a produção de mudas florestais em grande escala a fim de fomentar a restauração florestal e a educação ambiental.

Por outro lado, a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Comlurb) sob a gestão da prefeitura do Rio de Janeiro em parceria com a cidade alemã de Colônia, conta com um projeto de segurança alimentar no EcoParque do Caju. Nesse local há uma unidade de biometanização, que faz o aproveitamento da matéria orgânica, de lixo urbano, para a produção de biogás, tendo como subproduto do processo um composto orgânico denominado como Fertilurb, que vem sendo aplicado em hortas comunitárias (COMLURB, 2021).

Em ambos os casos, antes da implementação de tecnologias e do uso dos compostos, instituições de ensino e pesquisa parceiras, tais como a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), juntamente com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) estudaram as aplicações do biossólido, assim como a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em parceria com a empresa Methanum, a implementação da biometanização.

Portanto, considerando toda a cadeia de estudos que foram conduzidos até as aplicações finais tanto do biossólido quanto do Fertilurb, ainda não se encontram estudos que levam em conta um substrato produzido com a combinação de ambos para a produção de mudas florestais.

Tendo em vista que, o substrato combinado pode possuir as características mais relevantes de ambos os resíduos, isso possibilitará uma alternativa para a produção de mudas florestais no estado do Rio de Janeiro, onde são gerados, e assim contribuir para ações de reflorestamento, sentido oposto ao que levou à devastação da Mata Atlântica.

Objetivou-se avaliar se os compostos de lixo urbano (Fertilurb) e do lodo de esgoto tratado (Biossólido), bem como a combinação de ambos, podem ser utilizados como substrato e proporcionam crescimento similar ou superior ao substrato comercial na produção de mudas nativas da Mata Atlântica como as de babosa-branca (*Cordia superba*) e ingá-branco (*Inga laurina*).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Resíduos Sólidos

Desde que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS/2010) foi instituída, as municipalidades se viram obrigadas a buscar alternativas sustentáveis para a disposição e o tratamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados no país (FERREIRA, 2015), cuja fração orgânica corresponde a 50% e sua disposição no meio ambiente resulta em diferentes impactos ecossocioeconômicos que atravancam a sustentabilidade e a capacidade de resiliência das cidades (FERREIRA, B., 2019).

A deposição de lixo nas cidades deprecia a paisagem e o mau cheiro é um transtorno para moradores de locais próximos aos depósitos de resíduos sólidos orgânicos, o que pode diminuir o valor dos imóveis da localidade além de afetar o comércio (DUARTE, 2014).

É importante destacar que há diferença entre os termos “destinação” e “disposição”, referentes à gestão dos resíduos, que nos incisos VII e VIII, Art 3º, a PNRS (BRASIL, 2010) define:

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Essa lei trouxe importante avanço quanto às formas de descarte adequado dos resíduos e, de forma inovadora, propõe a prática de hábitos de consumo sustentável, como também cria instrumentos de incentivo à reciclagem e à reutilização de resíduos (INEA, 2017). Dessa forma, Schuler et al. (2012) dizem que:

A compostagem é uma forma de reciclagem na qual a função orgânica do lixo é transformada, gerando como produto final um composto que pode ser usado tanto na fertilização agrícola do solo como na melhoria de sua estrutura física, aumentando sua capacidade de resistência à erosão, troca de cátions, retenção da umidade, dentre outros aspectos benéficos.

Com base nisso, a destinação dos resíduos orgânicos para usinas de compostagem, evita seu acúmulo em aterros fazendo com que sejam então utilizados como adubo orgânico, o qual reduz o uso de fertilizantes sintéticos (CARVALHO, 2011).

Além de estabelecer princípios, objetivos e instrumentos, a PNRS reforça a titularidade dos municípios, estabelece a responsabilidade compartilhada do poder público com a cadeia produtiva e proíbe a destinação incorreta dos RSU (CAPANEMA; PIMENTEL, 2018).

Nesse aspecto de uso sustentável dos resíduos, principalmente o orgânico, há um destaque para o Rio de Janeiro, que utiliza a biotransformação do resíduo em adubo empregado no reflorestamento da cidade (FUGII et al., 2013). E, além disso, contribui para hortas comunitárias, distribuindo o composto orgânico denominado Fertilurb, como adubo.

Esse composto é produzido no EcoParque do Caju, da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Comlurb), que é uma sociedade anônima de economia mista controlada pela prefeitura do Rio de Janeiro, e cuja atividade concentra-se substancialmente na exploração dos serviços públicos de limpeza urbana (CARVALHO, 2011).

A principal matéria-prima para a produção do Fertilurb vem de empreendimentos que geram grandes quantidades de resíduos orgânicos (120L ou 60kg), os quais são devidamente separados na coleta a fim de evitar materiais contaminantes, tais como material sanitário, produto químico ou resíduo perigoso (COMLURB, 2021). Os resíduos coletados passam por várias etapas antes de se tornarem o composto Fertilurb. Eles são dispostos em reatores de metanização, onde microorganismos anaeróbios fazem a degradação da matéria orgânica e permanecem até que completem a etapa de maturação do composto para a aplicação no solo, que é quando os microorganismos começam a morrer (COMLURB, 2021). Durante o processo, há produção de biogás que é utilizado para fornecer energia elétrica para EcoParque do Caju.

Outro resíduo utilizado para reflorestamento, porém num âmbito maior, isto é, no estado do Rio de Janeiro, é o bioestabilizado. Seu uso nos solos se enquadra em uma das alternativas de destinação ambientalmente adequada, em concordância com a PNRS, conforme a resolução CONAMA nº 498, de 19 de agosto de 2020, revogou a resolução nº375/2006, (que antes abordava o assunto de bioestabilizado) e define critérios e procedimentos para produção e aplicação de bioestabilizado em solos, e dá outras providências (BRASIL, 2020).

Essa resolução (BRASIL, 2020), nos incisos XIII e XIV, do Art 2º, define alguns termos como:

XIII - Lodo de esgoto: resíduo sólido gerado no processo de tratamento de esgoto sanitário, por processos de decantação primária, biológico ou químico, não incluindo resíduos sólidos removidos de desarenadores, de gradeamento e peneiramento;

XIV - Bioestabilizado: produto do tratamento do lodo de esgoto sanitário que atende aos critérios microbiológicos e químicos estabelecidos nesta Resolução, estando, dessa forma, apto a ser aplicado em solos;

O estudo pioneiro para o uso de bioestabilizado na restauração florestal começou no Instituto de Florestas da UFRRJ, embora já houvesse pesquisas sobre o potencial do lodo de esgoto na agricultura desde o início na década de 1980 (FERREIRA, A., 2019).

O bioestabilizado apresenta em sua composição quantidades significantes de matéria orgânica e nutrientes para o crescimento vegetal, portanto a sua utilização na composição de substratos para produção de mudas florestais, se torna uma ótima escolha do ponto de vista técnico e econômico (ABREU et al., 2017), tanto para os geradores de bioestabilizado, que passam a dispor seu resíduo de forma mais sustentável, como para os receptores, que passam a receber um material rico em nutrientes e matéria orgânica, em quantidade e com baixo custo (ABREU et al., 2019).

Silva et al. (2020) também afirmam que o lodo de esgoto tratado, denominado bioestabilizado, contém altos teores de macronutrientes (N, P, Ca e Mg) e matéria orgânica, por isso, possui grande potencial para fertilização do solo durante a implantação de reflorestamentos.

A Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), através do programa Replantando Vida, faz o uso do bioestabilizado, tanto para incrementar o substrato de terra peneirada, reduzindo assim os custos com esse material em sacos plásticos, que demandam um volume maior, como na sua constituição original para produção de mudas em tubetes.

## 2.2. Espécies Florestais

A produção de mudas de espécies florestais nativas é uma atividade necessária para atender a demanda da restauração florestal, para recuperação de áreas degradadas, recomposição de áreas de proteção permanente, pagamento de serviços ambientais, entre outros (ASSIS, 2022).

Sendo assim, é importante conhecer aspectos das espécies que serão utilizadas para atender a essas demandas, tais como bioma em que ocorrem, estágio sucessional, síndrome de dispersão, polinizadores, fenologia, entre outras características que serão fundamentais para o manejo das espécies escolhidas.

Dessa forma, podemos caracterizar duas espécies de importância florestal para a Mata Atlântica, que são comumente utilizadas em reflorestamentos, mas também podem ser implantadas em projetos de arborização urbana, devido à sua cobertura de copa e tamanho dos frutos, a saber: babosa-branca (*Cordia superba*) e ingá-branco (*Inga laurina*).

A babosa-branca, conforme Lorenzi (2016a), é pertencente à família botânica Boraginaceae, possui folhas simples, flores brancas e frutos do tipo drupa globosa; floresce com maior intensidade durante os meses de outubro a fevereiro e os frutos amadurecem entre setembro a novembro. De acordo com Carvalho (2010), é uma espécie secundária inicial. Os autores ainda concordam sobre o aspecto paisagístico da babosa-branca e sobre a dispersão por alguns tipos de pássaros.

Quanto à espécie ingá-branco, pertencente à família botânica Fabaceae e à sub-família Mimosoideae suas características são folhas compostas paripinadas, inflorescências axilares, frutos do tipo legume chato ou convexo, os quais são comestíveis e apreciados pela fauna (LORENZI, 2016b). E segundo o autor, sua distribuição é mais abrangente, podendo ocorrer na Amazônia e nos demais países da América Latina, Central e Caribe; floresce durante os meses de agosto a dezembro e seus frutos amadurecem a partir de novembro até fevereiro. A dispersão das sementes é zoocórica e o estágio sucessional é primário.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1. Área de Estudo

O experimento foi realizado entre novembro de 2022 e fevereiro de 2023 no viveiro florestal “Luiz Fernando Oliveira Capellão”, que fica localizado a 22° 45’ 26” S de latitude e 43° 46’ 46” W de longitude, no Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, situada no município de Seropédica – RJ.

O clima da região de Seropédica segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw (BRASIL, 1980 apud MELO et al., 2018), a precipitação média anual é de 1.245 mm, sem estação seca definida, e a temperatura média anual é de 23,7°C (MELO et al., 2018).

### 3.2. Preparo do Experimento

As espécies utilizadas no experimento foram a babosa-branca (*Cordia superba*) e o ingá-branco (*Inga laurina*), espécies comumente utilizadas em plantios de restauração florestal. As sementes foram coletadas em matrizes localizadas dentro do campus da UFRRJ/Seropédica. A semeadura indireta foi realizada em sementeira, preenchidas com areia média peneirada. As sementes foram semeadas e cobertas com aproximadamente 1,0 cm de areia, irrigadas pelo menos duas vezes ao dia, durante os primeiros 25 dias. Após esse

período, foi realizado o transplante (repicagem) das plântulas germinadas com pelo menos dois pares de folhas para os tubetes com as composições de substratos preparadas.

Foram testadas cinco composições de substrato, utilizando-se diferentes proporções de Biossólido e Fertilurb, mais o tratamento testemunha, substrato comercial (SC) MecPlant® Florestal, totalizando seis substratos (Tabela 1).

Tabela 1. Proporções volumétricas (%) de biossólido, de Fertilurb e de MecPlant® Florestal dos diferentes substratos para produção de mudas de babosa-branca e ingá-branco.

Substratos	Biossólido	Fertilurb	Mecplant
1	100	0	0
2	75	25	0
3	50	50	0
4	25	75	0
5	0	100	0
6	0	0	100

O arranjo utilizado foi um esquema fatorial 6x2 montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições de dez mudas.

O composto orgânico de resíduos sólidos urbanos, chamado de Fertilurb (FERT), é produzido no EcoParque do Caju e foi disponibilizado pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Comlurb) do município do Rio de Janeiro. O Fertilurb é um composto proveniente da decomposição anaeróbia, em câmaras hermeticamente fechadas (túneis de metanização), de resíduos de grandes geradores (empreendimentos que geram mais de 60kg de resíduos orgânicos por dia), segregados na fonte e recolhidos por coleta diferenciada, isentos de qualquer material sanitário, produto químico ou resíduo perigoso (COMLURB, 2021). O biossólido (BIO), foi proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) Ilha do Governador, localizada no bairro Ilha do Governador, município do Rio de Janeiro, disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE) em parceria com a empresa privada Águas do Rio. O esgoto tratado nessa ETE é prioritariamente residencial, sendo seu tratamento realizado a nível primário e secundário pelo sistema de lodos ativados. O lodo proveniente do tratamento primário é misturado ao lodo do tratamento secundário para então passar por adensamento em centrífuga. Após isso, o material é disposto em leitos de secagem semipermeáveis ao ar livre, onde permanece por 90 dias em média. Os substratos com combinações de biossólido e de Fertilurb (tratamentos 1 a 5) não receberam nenhuma fertilização adicional.

O substrato comercial foi o Mecplant® Florestal 3, que de acordo com o fabricante, é produzido a partir da casca de pinus bioestabilizada, indicado para a produção de mudas de pinus e espécies nativas a partir de sementes, sendo bastante utilizado nos recipientes do tipo tubete (ABREU et al., 2017). Segundo informações da embalagem, possui: capacidade de retenção de água (CRA) de 60% em massa (p/p); capacidade de troca catiônica (CTC) de 200 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; e umidade máxima de 60% em massa p/p.

O substrato comercial (SC) utilizado recebeu fertilização de base e de cobertura. A fertilização de base realizada misturou 150 g de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 300 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 g de KCl e 150 g de FTE BR12 (3,9% S; 1,8% B; 0,85% Cu; 2,0% Mn; 9,0% Zn) para cada m<sup>3</sup> de substrato. A fertilização de cobertura foi realizada aplicando-se 10 ml por muda de uma solução nutritiva, composta por 15 g de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e 4 g de KCl para 1,5 Litros de água, com auxílio de seringa graduada. A primeira fertilização de cobertura ocorreu 21 dias após a repicagem, repetindo-se a cada quinze dias para a fertilização nitrogenada, e a cada trinta dias para fertilização potássica.

A mistura dos componentes dos substratos foi realizada mecanicamente com auxílio de uma betoneira, até a sua homogeneização. Após foram umedecidos e os tubetes de polipropileno de 280 cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato manualmente (Figura 1A).

As plântulas foram repicadas da sementeira para os tubetes preenchidos com os substratos, alocados em bandejas de 54 células. Após a repicagem, as bandejas tipo caixa foram colocadas na casa de sombra, permanecendo lá por 45 dias e depois os tubetes foram transferidos para bandejas planas, que foram colocadas a pleno sol em canteiros suspensos, procedendo a aleatorização, com ocupação de 50% das células de cada bandeja e identificação das mudas (Figura 1B). O sistema de irrigação empregado foi o de aspersão convencional do tipo fixo e a irrigação foi feita no mínimo duas vezes ao dia.

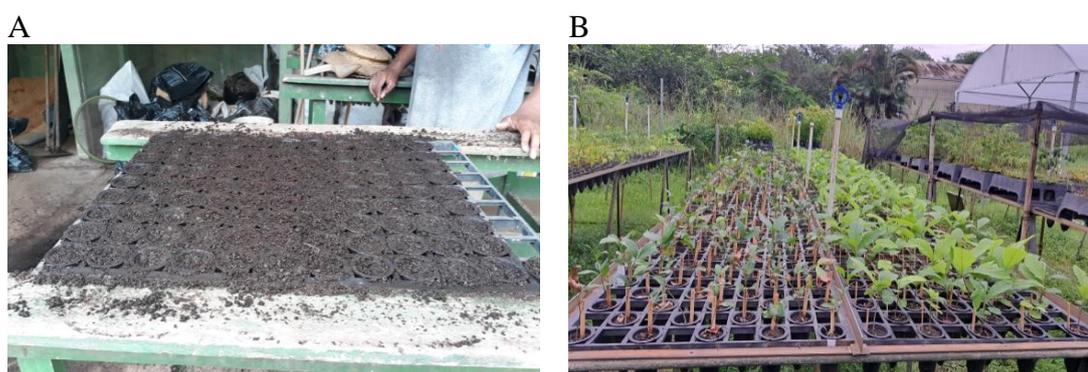


Figura 1 - Procedimento de preenchimento dos substratos no tubete de 280 cm<sup>3</sup> (A); visualização das mudas após processo de repicagem e aleatorização (B).

### 3.3. Composição Química dos Compostos de Resíduos Urbanos

Na Tabela 2, são apresentados os valores de pH e de macronutrientes, transformados para g kg<sup>-1</sup>. Para determinação dos nutrientes no Fertilurb, os métodos utilizados foram: para obter P (fósforo) e K (potássio) foi o extrator de Mehlich<sup>1</sup>, para Ca (Cálcio) e Mg (Magnésio) foi utilizado o extrator de KCl (OLIVEIRA JUNIOR, 2008). Na obtenção dos valores de macronutrientes do Biossólido, para P, Ca e Mg foi utilizado o método ICP-OES e para K, a fotometria de chama (GOMES et al., 2021). Em ambos os casos, o pH foi em relação a água.

Tabela 2. Valores de pH, P, K, Ca, Mg e C dos compostos Fertilurb e Biossólido.

	pH	P	K	Ca	Mg	C
		g kg <sup>-1</sup>				
Fertilurb	7,8	0,16	2,96	6,25	0,58	113,00
Biossólido	5,7	7,91	1,37	18,17	2,47	177,43

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Gomes et al. (2021) e Oliveira Junior (2008).

### 3.4. Coleta dos Dados

A altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo (CARNEIRO, 1995 apud GOMES et al., 2002), por isso foram coletados os dados referentes à altura (cm) com régua graduada (Figura 2A) e ao diâmetro do coleto (mm) com paquímetro digital (Figura 2B) de todas as mudas. Esse procedimento teve início aos 21 dias após a repicagem, e foi repetido em intervalos de 21 dias, totalizando quatro

mensurações. Os dados foram armazenados e organizados em planilhas eletrônicas para a realização das análises dos mesmos.

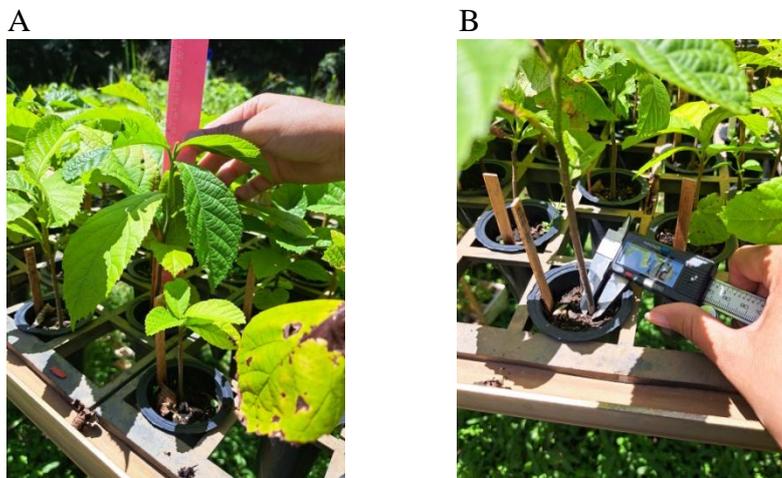


Figura 2 - Mensuração de altura e diâmetro do coleto da espécie babosa-branca.

### 3.5. Análise dos Dados

Os dados obtidos nas avaliações foram analisados com o programa estatístico SISVAR, onde se procedeu a análise de variância. Como houve efeito significativo pelo teste F, realizou-se o teste de médias de Scott-Knott com 5% de significância para a comparação das médias dos tratamentos em relação à altura e diâmetro do coleto das duas espécies. Também foi realizada uma análise de regressão com as variáveis mensuradas para a avaliação do crescimento das mudas nos substratos ao decorrer do tempo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância resultou em efeito significativo a 1 % de significância pelo teste F para os dois fatores (substrato e espécie), e a interação entre eles, tanto para a variável altura quanto para o diâmetro do coleto (Tabela 3), logo as diferenças ocorridas entre os tipos de substrato dependem de cada espécie.

Tabela 3. Valores p da análise de variância dos parâmetros altura (H) e diâmetro do coleto (DC) das mudas de *Cordia superba* e *Inga laurina* aos 84 dias após a repicagem, em relação a diferentes fontes de variação.

FV	H	DC
Substrato (Sub)	19,767**	46,006**
Espécie (Esp)	8,915**	106,795**
SubxEsp	10,218**	14,460**
Resíduo	-	-
Total	-	-
CV (%)	8,08	5,77

\*\*Interações significativas a 99% de significância pelo teste F; ns: interações não significativas pelo teste F.

Fonte: Elaborado pelo autor com base no programa estatístico SISVAR.

Como os fatores não atuaram independentemente, realizou-se outra análise estatística com os desdobramentos dos níveis de um fator dentro dos níveis do outro fator e assim o teste de comparação de médias Scott-Knott foi empregado.

Para a variável H da espécie babosa-branca, as mudas produzidas nos substratos 50B50F e 75B25F não diferiram das mudas do SC, já as mudas nos substratos 25B75F e 100B foram iguais entre si e inferiores as primeiras, e as mudas do substrato 100F foram inferiores a todas as mudas (Figura 2). Já para a espécie ingá-branco, as mudas produzidas no SC foram superiores a todas as mudas, e as do substrato 75B25F foram inferiores a todas (Figura 2). As mudas do substrato 50B50F foram inferiores ao SC, mas superiores as demais, e as mudas dos substratos 25B50F, 100B e 100F foram estatisticamente iguais (Figura 2).

Para a variável DC da espécie babosa-branca, as mudas produzidas nos substratos 75B25F e SC não diferiram e foram superiores as demais (Figura 2). Já para o ingá-branco as mudas produzidas no SC foram superiores a todas as mudas; 50B50F foram inferiores ao SC, mas superiores as demais; 100B inferiores as anteriores e superior as 25B75F, 75B25F e 100F, que foram iguais entre si (Figura 2).

O substrato comercial (SC) apresentou os maiores valores médios de altura e diâmetro do coleto para as mudas das duas espécies avaliadas (Figura 2).

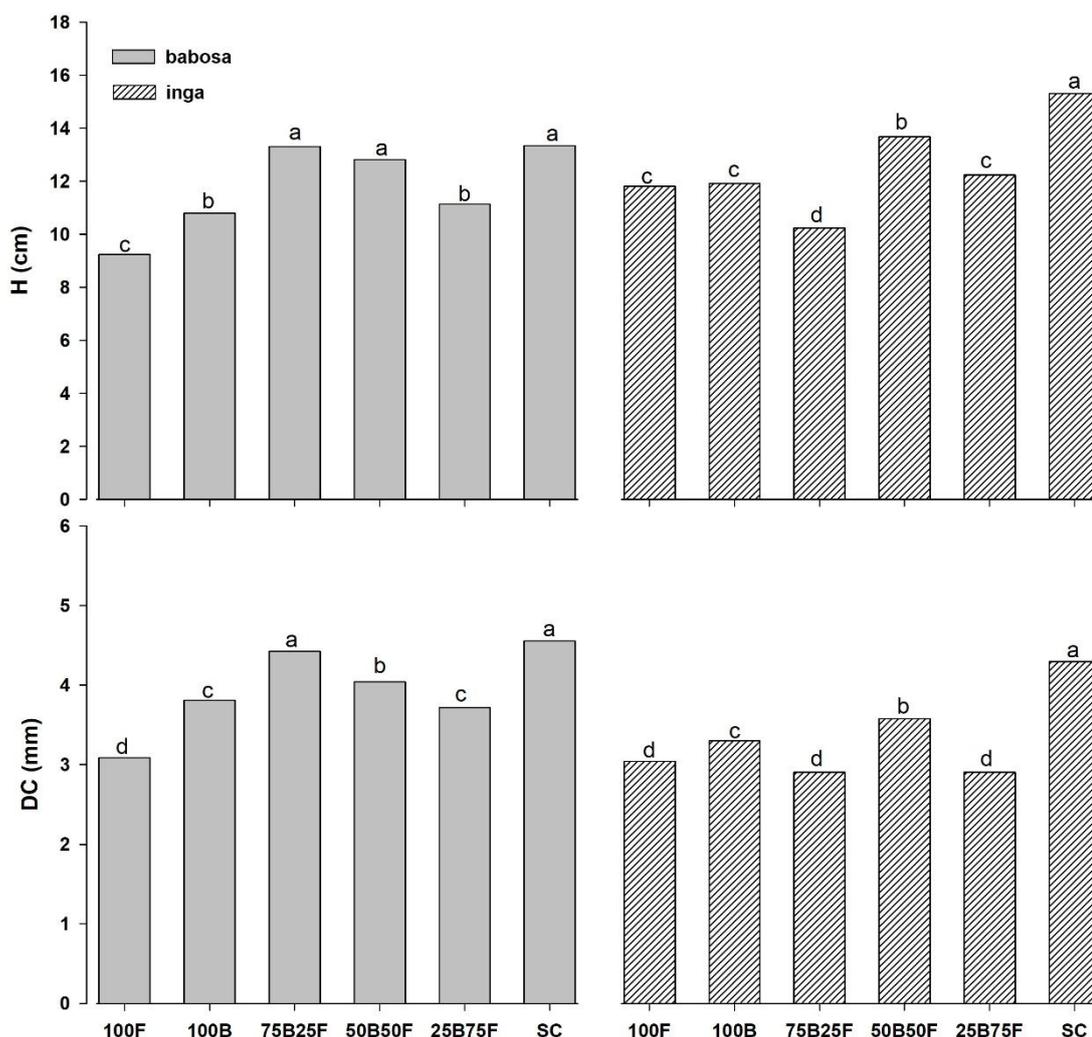


Figura 3 - Crescimento médio em altura (H) e em diâmetro do coleto (DC) de mudas de *Cordia superba* e *Inga laurina* aos 84 dias após a repicagem, em função dos substratos. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de médias de Scott-Knott.

Considerando-se que o substrato comercial recebeu fertilização nitrogenada a cada quinze dias e fertilização potássica a cada trinta dias, as mudas não sofreram tantas perdas

nutricionais ocasionadas pelas chuvas frequentes, pois mesmo que houvesse a lixiviação, os nutrientes estavam em constante reposição, por isso proporcionou o melhor crescimento das mudas.

O mesmo não ocorreu com os outros substratos, pois não receberam nenhuma fertilização neste período de avaliações, logo seus nutrientes eram perdidos com as chuvas e seu crescimento foi afetado por esse motivo. Além disso, supõe-se que suas características químicas também tiveram influência.

Muitas reações físicas, químicas e biológicas do substrato, e por consequência o desenvolvimento das mudas, dependem do pH (ABREU et al., 2019), o qual no substrato 100F, foi igual a 7,8 (Tabela 2), considerado alcalino para a faixa padrão de substrato em torno de 6, o que pode ter provocado a diminuição da disponibilidade dos principais nutrientes que promovem o crescimento das plantas, como P e Mg (STURION; ANTUNES, 2000). Além disso, o fato de apresentar maiores valores de porosidade conforme estudo de Oliveira Junior (2008), permite inferir que a água infiltre com maior facilidade, levando assim a perda dos nutrientes por lixiviação de forma mais rápida e resultando, desse modo, no substrato com tendência aos resultados inferiores para essas espécies.

O substrato 100B, também não obteve valores tão altos quanto os demais, embora tenha grande quantidade dos nutrientes essenciais como o P, Ca e C (Tabela 2), e seja bem apontado em pesquisas por ser caracterizado por alterar as propriedades físicas do solo melhorando sua densidade, porosidade e capacidade de retenção de água, mesmo que alguns estudos indiquem também que o mesmo é pobre em K (MARTINS et al., 2015; ABREU et al., 2017; CAMARGO; BETTIOL, 2006), no entanto características apontadas por esses autores, como a microporosidade que proporciona maior capacidade de retenção de água, associadas com as chuvas frequentes do período no qual foi avaliado (novembro a fevereiro), podem ter provocado uma drenagem ineficiente e assim não ter favorecido o desenvolvimento das mudas durante esse período.

Entretanto, os substratos 75B25F e 50B50F tiveram os valores mais próximos aos do SC em relação ao desenvolvimento das mudas, isso significa que a combinação dos substratos proporciona um equilíbrio, em outros termos, o bio-sólido incrementa nutrientes tais como P e N, que favorecem o crescimento das plantas, aumenta o teor de matéria orgânica e a capacidade de retenção de água (ABREU et al., 2017), reduzindo as perdas nutricionais no Fertilurb, e este por sua vez agrega valor físico ao bio-sólido, por ser mais poroso e permitir uma drenagem mais eficiente.

Para o crescimento em altura e em diâmetro do coleto, em função do tempo das espécies de babosa-branca e ingá-branco utilizando-se os diferentes substratos, obteve-se ajuste de equações do modelo de regressão linear (Figura 3), exceto para o substrato 75B25F, na variável H da espécie de ingá-branco (Figura 3B). Desde a repicagem até os 84 dias, as mudas desse tratamento tiveram pequeno incremento em altura, e, portanto, não foi possível ajustar um modelo matemático significativo.

O ajuste pelo modelo linear, significa que as mudas estão em pleno crescimento e não atingiram ainda o seu ponto máximo (Figura 3), sendo necessário que sejam mantidas as mensurações das variáveis.

O substrato que proporcionou melhores condições para o crescimento das mudas, representado por equações com maior inclinação da reta foi o SC, para ambas as espécies e variáveis mensuradas (Figura 3). Na sequência, observa-se o substrato 50B50F para ingá-branco e 75B25F para babosa-branca, o que significa que mudas nesses substratos possuem maior crescimento de altura e diâmetro em menor tempo se comparado com os demais, isto é, elas estão crescendo mais rápido que as outras. Para a espécie babosa-branca, nota-se que os substratos 50B50F (Figura 3A) e 75B25F (Figuras 3A e 3C) possuem retas bem próximas a do substrato comercial, o que indica que as mudas têm o mesmo ritmo de crescimento.

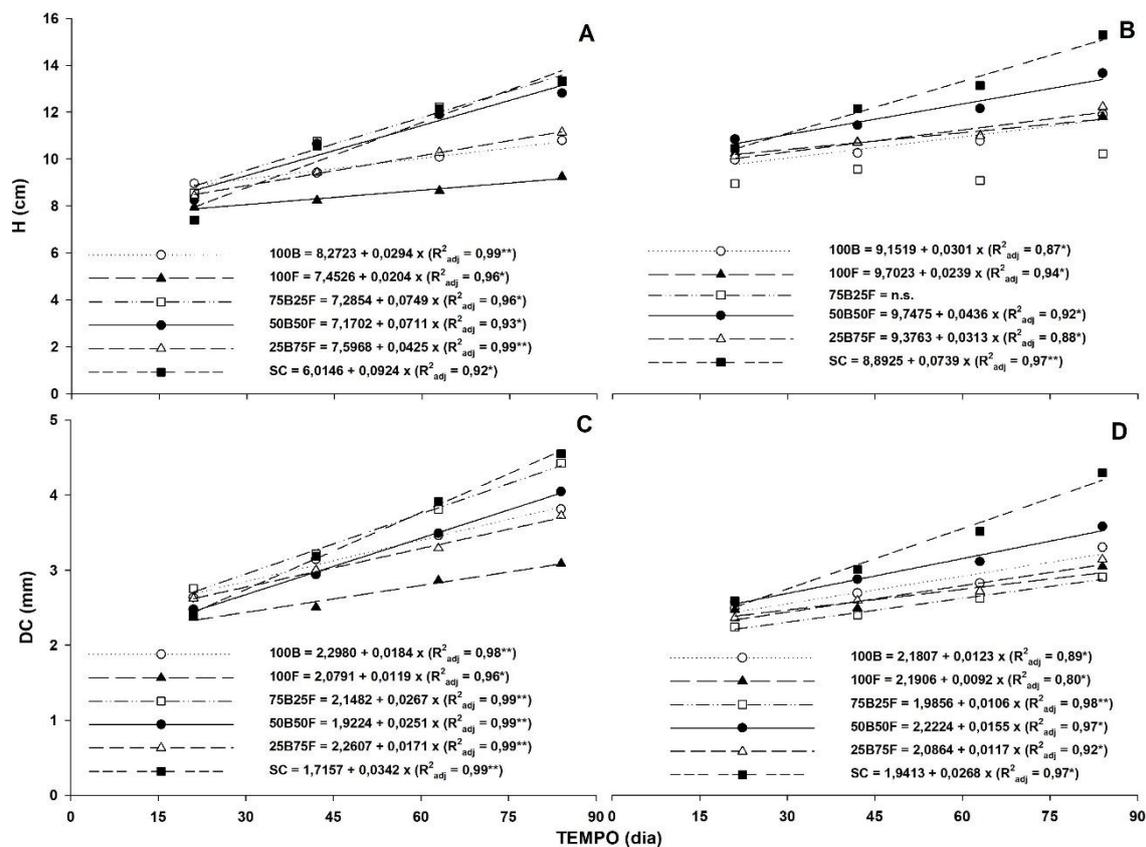


Figura 4 - Crescimento médio em altura (H) (A – babosa; B -ingá) e em diâmetro do coleto (DC) (C – babosa; D – ingá) entre 21 e 84 dias após a repicagem em altura de mudas de *Cordia superba* e *Inga laurina* nos diferentes substratos.

Contudo, o uso dos compostos combinados tende ao equilíbrio, uma vez que um pode suprir a deficiência do outro, sendo isso evidenciado através dos resultados das análises estatísticas, onde os menores valores médios das variáveis analisadas foram encontrados justamente nos substratos que continham apenas um dos compostos. Por isso uso dos substratos com as formulações 75B25F e 50B50F são indicadas para a produção de mudas de babosa-branca e ingá-branco, respectivamente.

## 5. CONCLUSÃO

E com base nos resultados encontrados podemos concluir que:

- Os substratos combinados de resíduos urbanos 75B25F e 50B50F foram os que apresentaram os valores de crescimento mais próximos ao SC para as espécies de babosa-branca e ingá-branco, respectivamente.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme visto, é possível utilizar os dois compostos combinados, isso reflete em redução de custos com substratos e ganho ambiental. A geração de energia limpa (biogás), da produção de composto orgânico, que diminui a utilização de fertilizantes sintéticos, e através

da redução da disposição final de resíduos em aterros, beneficia a sociedade, pois contribui para o bem-estar e saúde da população (MOURA, 2017).

Pode ser viável economicamente e sustentável o uso de compostos combinados com Fertilurb e Biossólido para a produção de mudas florestais, pois assim suas características químicas e físicas se complementam, suprindo cada um as deficiências do outro.

No entanto há também a necessidade de mais medições das mudas, ao menos 120 dias, para avaliação do crescimento ao longo do tempo a fim de obtenção de maior conhecimento a respeito do desenvolvimento dessas espécies nos substratos utilizados.

## 7. REPEFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. H. M. et. al. Caracterização de biossólido e potencial de uso na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia* Raddi. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 591-599, maio - jun., 2019. DOI: 10.1590/S1413-41522019108265. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019108265>. Acesso em 27 fev. 2023.

ABREU, A. H. M. et. al. Caracterização e potencial de substratos formulados com biossólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphylus* **Ciência Florestal**, Santa Maria v. 27, n. 4, p.1179-1190, out.- dez., 2017.

ASSIS, P. H. M. S. de. **Composto exaurido de *Agaricus subrufenses* como substrato na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong**. 2022. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2022.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. de. A disposição de lodo de esgoto em solo agrícola. *In*: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. de. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. cap. 2. p. 25 – 35.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em 28 de jan. 2023.

CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W. B. (org.). **Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros**. Brasília: MMA, 2010. 408 p.: il color.

CAPANEMA, L. X. de L.; PIMENTEL, L. B. Saneamento e resíduos sólidos. *In*: FERRARI, M. A. R. (org.) et al. **O BNDES e as agendas setoriais: contribuições para a transição de governo**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2018. p. 31-43.

CARVALHO, M. da S. **Uso da demonstração do resultado econômico para evidenciar o retorno econômico e ambiental da destinação sustentável do resíduo sólido urbano: o caso Comlurb**. 2011. 171 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: **Embrapa** Informação Tecnológica; Colombo, PR: **Embrapa**. Florestas, 2010. v. 4. 644 p. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00083860.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.

COMLURB. Reaproveitamento e Valorização dos Resíduos Orgânicos sob a Perspectiva da Economia Circular. Youtube, 19 out. de 2021 (238 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=clj9RysO7O0>. Acesso em: 16 de jan. 2023.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 498/2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biofóssido em solos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 265. 21 ago. 2020. Disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-498-de-19-de-agosto-de-2020-273467970>. Acesso em: 27 fev.2023.

DUARTE, J. M. de A. **Análise da gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios do estado do Rio de Janeiro**. 2014. 34 f. Monográfica (Graduação em Gestão Ambiental) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2014.

FELIX, G. C.; COSTA, M. F. **Análise da gestão de resíduos sólidos no Rio de Janeiro frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2013. 128 f. Projeto de graduação (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

FERREIRA, A. L. Lodo de esgoto é ótimo adubo para reflorestamento. **Embrapa Agrobiologia Notícias**. Rio de Janeiro, 25 jun. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/44370852/lodo-de-esgoto-e-otimo-adubo-para-reflorestamento#:~:text=%E2%80%9CAtualmente%20a%20Cedae%20recicla%20100,restaurac%C3%A7%C3%A3o%20florestal%20e%20arboriza%C3%A7%C3%A3o%20urbana>. Acesso em: 03 fev. 2023.

FERREIRA, B. O. **Avaliação de um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás**. 2015. 124 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015.

FERREIRA, B. O. **Estratégias operacionais para o incremento da metanização em estado sólido de resíduos orgânicos urbanos com vistas ao aproveitamento energético do biogás**. 2019. 222 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2019.

FONSECA, F. de A. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas**. 2005. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2005.

FUGII, G. M. Comparação da gestão de resíduos sólidos urbanos entre dez capitais brasileiras: em busca de alternativas para um modelo de planejamento e gestão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4., 2013, Salvador, BA.

GOMES, R. F. et al. Biofóssido de estações de tratamento de esgotos como adubação de plantio para restauração da mata atlântica. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.8, n.4, p.1583-1590, 2021.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 7. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos de Flora, 2016a. v. 1, 384 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos de Flora, 2016b. v. 2, 384 p.

MARTINS, B. H. da S. et al. Uso de Biossólido na Agricultura. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v.4, p. 64-72, 2015.

MELO, L. A. de et al. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. PRODUZIDAS em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria v. 28, n. 1, p. 47-55, jan. – mar., 2018. DOI: 10.5902/1980509831574. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509831574>. Acesso em: 26 fev. 2023.

OLIVEIRA JUNIOR, A. **Utilização de composto de lixo urbano como substrato para produção de mudas de espécies arbóreas**. 2008. 23 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2008.

PAZ, T. M. et al. Boechat do Bairro: licenciamento ambiental do complexo de tratamento e disposição final de resíduos urbanos de Belford Roxo. **Revista Ineana**, Rio de Janeiro, v.5, n. 1, p. 30-41, jul - dez, 2017.

SCHUELER, A. S. de; MAHLER, C. F.; GUIDÃO JUNIOR, R. Compostagem. In MAHLER, C. F. (org.). **Lixo urbano: o que você precisa saber sobre o assunto**. Rio de Janeiro: Revan: FAPERJ, 2012. cap. 2, p. 33-70.

SILVA, M. V. et al. Uso de biossólido em plantios de espécies da Mata Atlântica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 48, n. 126, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n126.16>. Acesso em 27 fev. 2023.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de Mudas de Espécies Florestais. In: GALVAO, A. P. M. (org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. cap. 7, p. 125-150. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105047/1/cap7ProducaoMudas0001.pdf>. Acesso em 21 jan. 2023.