

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

LUIZ GUSTAVO PAVELSKI

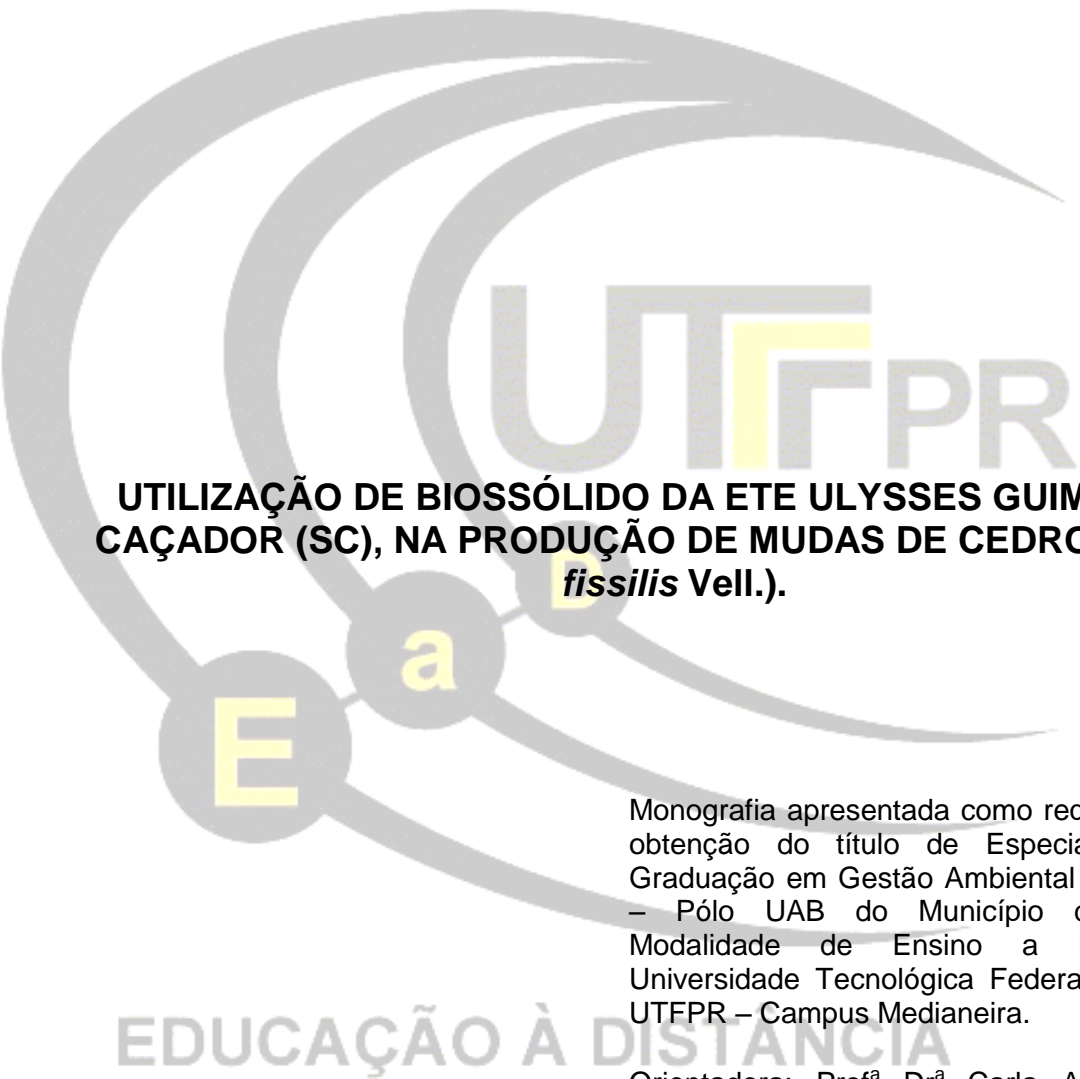
**UTILIZAÇÃO DE BIOSSÓLIDO DA ETE ULYSSES GUIMARÃES,
CAÇADOR (SC), NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CEDRO (*Cedrela
fissilis* Vell.).**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2014

LUIZ GUSTAVO PAVELSKI



**UTILIZAÇÃO DE BIOSSÓLIDO DA ETE ULYSSES GUIMARÃES,
CAÇADOR (SC), NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CEDRO (*Cedrela
fissilis* Vell.).**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Pólo UAB do Município de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Medianeira.

Orientadora: Prof^a Dr^a Carla Adriana Pizarro Schmidt

MEDIANEIRA

2014



TERMO DE APROVAÇÃO

Utilização de biossólido da ETE Ulysses Guimarães, Caçador (SC), na produção de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.).

Por

Luiz Gustavo Pavelski

Esta monografia foi apresentada às 10:00 h do dia **13 de Dezembro de 2014** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Pólo de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Prof^a. Dr^a. Carla Adriana Pizarro Schmidt
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientadora)

Prof Dr. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Me. Denise Pastore de Lima
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-.

Aos meus pais José Luiz e Maria Célia
pelo exemplo de vida e à Jordana Corrente,
minha namorada, pelo grande incentivo
para alcançar mais essa etapa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado, me iluminando e protegendo em todos os momentos da minha vida,

Aos meus pais José Luiz e Maria Célia pela dedicação, pelo grande apoio recebido e pelos ensinamentos que permitiram que eu concluísse mais essa etapa. Além do apoio, auxílio e dedicação pelas noites de coleta de dados.

À Jordana Corrente, pela compreensão, companheirismo durante longas horas de elaboração desse trabalho e pelo grande incentivo e confiança, agradeço do fundo do meu coração.

À minha orientadora professora Dr^a Carla Adriana Pizarro Schmidt pelas orientações, ensinamentos e auxílios ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos demais professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Campus Medianeira, por alicerçar conhecimento para que mais essa etapa fosse alcançada.

Agradeço também aos tutores a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação, especialmente as presenciais, que sempre estiveram presentes e dedicadas à auxiliar na solução dos problemas encontrados nessa longa caminhada.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

RESUMO

PAVELSKI, Luiz Gustavo. Utilização de bio sólido da ETE Ulysses Guimarães, Caçador (SC), na produção de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). 2014. 43 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

O maior problema decorrente do tratamento de esgotos é o lodo formado pelo mesmo. Assim busca-se encontrar alternativas para a reutilização do material, que pode ser usado na composição de substratos para plantas, evitando assim a contaminação ambiental. Desta forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar a potencialidade do uso de bio sólido da ETE Ulysses Guimarães, em Caçador-SC, na produção de substratos utilizados para o desenvolvimento de mudas de Cedro (*Cedrela fissilis*). Foi utilizado a composição de 3 substratos, sendo o primeiro comercial, o segundo misto (50% comercial + 50% bio sólido) e o terceiro 100% bio sólido, combinados com dois tipos de adubação (sem adubação e com adubação), conforme utilizado nas mudas produzidas pelo Horto Florestal do Município. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, seis tratamentos, cada qual com quatro blocos de 12 plantas, sendo dez úteis para a avaliação. Para avaliar o desenvolvimento das mudas, as seguintes variáveis foram medidas: altura (H), diâmetro de colo (D) e relação altura da parte aérea e diâmetro de colo (H/D). Após análise, as mudas provenientes dos substratos compostos por bio sólido atingiram as maiores médias de alturas, diâmetros de colo e relação altura da parte aérea e diâmetro de colo (H/D) nas análises realizadas 30 e 60 dias após o replantio, com destaque para os substratos com 100% bio sólido independente da adubação.

Palavras-chave: lodo de esgoto; substrato; espécie nativa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotos do Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>), sendo A – Indivíduo adulto, B – Frutos e C - Sementes.	21
Figura 2. Mudanças de Cedro produzidas os substratos analisados no dia 24/09/2014.	24
Figura 3. Mudanças de Cedro produzidas os substratos analisados no dia 28/11/2014.	25
Figura 4. Média das Alturas das Mudanças de <i>Cedrela fissilis</i> Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.	28
Figura 5. Crescimento da Média das Alturas das Mudanças de <i>Cedrela fissilis</i> Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.	29
Figura 6. Média dos Diâmetros do Colo das Mudanças de <i>Cedrela fissilis</i> Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.	29
Figura 7. Crescimento da Média dos Diâmetros de Colo das Mudanças de <i>Cedrela fissilis</i> Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Médias e desvio padrão da altura (cm) das Mudanças de <i>Cedrela fissilis</i> Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.....	30
Tabela 2. Médias e desvio padrão do diâmetro de colo (cm) das Mudanças de <i>Cedrela fissilis</i> Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições..	32
Tabela 3 - Médias e desvio padrão da relação altura/diâmetro de colo (H/D) das Mudanças de <i>Cedrela fissilis</i> Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.....	33
Tabela 4 - Médias e Desvio Padrão do Crescimento em Altura e Diâmetro de Colo das Mudanças de <i>Cedrela fissilis</i> Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.....	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 BIOSSÓLIDO	11
2.2 SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS	13
2.3 SUBSTRATOS À BASE DE BIOSSÓLIDO	15
2.4 PROCESSOS DE HIGINIZAÇÃO DO BIOSSÓLIDO	18
2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS NATIVAS	19
2.6 CEDRO	20
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
3.1 LOCAL DE PESQUISA	22
3.2 TIPO DE PESQUISA	22
3.3 COLETA DE PARÂMENTROS MORFOLÓGICOS	24
3.3.1 Altura da Parte Aérea (H)	25
3.3.2 Diâmetro de Colo (D)	25
3.3.2 Relação altura da parte aérea e diâmetro de colo (H/D)	26
3.4 ANÁLISE DE DADOS	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6. REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresentou um grande crescimento urbano nos últimos anos de maneira desordenada, promovendo o aumento da problemática dos efluentes nas cidades, necessitando da qualidade nos tratamentos de água e esgoto, e também do gerenciamento dos resíduos ao final desses processos. O município de Caçador, localizado no meio oeste de Santa Catarina, apresenta ainda um baixo índice de tratamento de esgoto sanitário, onde apenas 4,8% da população é atendida com rede de esgoto com tratamento final do efluente. Gerando um volume significativo de lodo de esgoto da única Estação de Tratamento de Esgoto em funcionamento.

O lodo de esgoto gerado é rico em matéria orgânica e nutrientes, composição que vem se destacando na utilização de substrato e adubos para fins agrícola e florestal. Alguns autores afirmam que por apresentar quantidades significativas de nutrientes para as plantas, o uso do lodo de esgoto tem crescido principalmente em sistemas florestais, destinando-se para a produção de mudas comerciais e nativas.

O cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) é uma espécie atualmente ameaçada de extinção, que se desenvolve em diversas formações florestais brasileiras. Essa árvore frondosa produz uma das madeiras mais apreciadas no comércio, tanto nacional quanto internacional, por ter coloração semelhante ao mogno e, entre as madeiras leves, é uma das que possibilita o uso mais diversificado, o que ocasionou uma grande exploração no passado, justificando a atual ameaça de extinção.

Para recuperação das áreas exploradas e aumento dos exemplares existentes na natureza a produção de mudas é fundamental para o repovoamento e a variabilidade genética das espécies. A produção das mudas é indicada com a utilização de substratos ricos em matéria orgânica (CARVALHO, 2003). Dessa forma a utilização do biossólido para a produção dessas mudas, pode ser mais uma alternativa ambientalmente correta para a destinação desse rejeito das ETEs.

O presente trabalho apresenta como objetivo avaliar a potencialidade do uso de biossólido da ETE Ulysses Guimarães, em Caçador-SC, na produção de substratos utilizados para o desenvolvimento de mudas de Cedro (*Cedrela fissilis*).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 BLOSSÓLIDO

O Brasil apresentou um grande crescimento urbano desordenado nas últimas décadas, o que segundo Maas (2010) acabou ampliando a questão problemática dos efluentes nas cidades, fazendo com que seja necessário além da qualidade nos tratamentos de água e esgoto, o gerenciamento dos resíduos ao final desses processos.

A gestão de resíduos sólidos urbanos em nosso País foi estimada por Bettiol e Camargo (2006) em 100 milhões de t/ano, incluindo o lodo de esgoto e os materiais comumente denominados de lixo, ocasionando uma crescente atenção devido aos impactos e/ou riscos ambientais que representam em suas diversas fases, da coleta até a disposição final.

Segundo Cassini (2003), o índice de cobertura de coleta de esgotos nos municípios brasileiros que apresentavam algum tipo de tratamento era de 25 %, gerando 270 mil toneladas de lodo por ano (expresso em matéria seca) nas estações de tratamento, das quais apenas 5 % são reutilizadas de forma adequada. Segundo o IBGE (2010), a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico apresentou dados que apenas 28,5% dos municípios brasileiros fizeram tratamento de seu esgoto no referido ano, mostrando assim que houve um pequeno aumento no índice nos últimos anos. A referida pesquisa também concluiu que essa porcentagem de municípios representa o tratamento de 68,8% do volume de esgoto coletado, representando um volume de esgoto coletado por dia era de 8.460.590 m³.

O município de Caçador apresenta um baixo índice de tratamento de esgoto sanitário. O Plano Municipal de Saneamento Básico, elaborado em 2009 e atualizado em 2014 concluiu que o município apresenta atualmente apenas 4,8% da população atendida com rede de esgoto que apresenta tratamento final do efluente, indicando um aumento de 1,6% nos últimos 4 anos.

O Tratamento de esgoto, realizado por Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), são uma conjunto de processos físicos, químicos e biológicos, com o

objetivo de reduzir a carga orgânica existente no esgoto sanitário, apresentando assim melhores condições para que esse efluente seja lançado em um corpo d'água.

As ETEs após o processo de estabilização geram, ao final do processo, um subproduto denominado lodo de esgoto ou biossólido, que é um resíduo semissólido rico em matérias orgânicas e nutrientes. Paez (2011) descreve que sua composição irá se diferenciar de acordo com a origem do esgoto obtido assim como os tratamentos dentro das estações que irão conferir o lodo propriamente dito. O mesmo autor cita que em função disso, é necessária precaução quanto à origem do lodo bruto para seu posterior uso. Por poder apresentar elementos tóxicos ou patogênicos, sua disposição poderá apresentar pequenos riscos ou ser potencialmente perigoso ao meio que se encontra.

Os esgotos podem ainda variar conforme sua origem, sendo os industriais, os quais provêm de qualquer utilização da água para fins industriais ou sanitários, que se originam de despejos domésticos e em menor concentração do industrial, sendo constituídos de 99,99% de água e 0,01% de sólidos (BERTON; NOGUEIRA, 2010). Em relação essa porcentagem, Bettiol e Camargo (2006) afirmam que 40% é de matéria orgânica, 4% de nitrogênio, 2% de fósforo e os demais macro e micronutrientes, mas é pobre em potássio e nem sempre os nutrientes estão disponíveis para as plantas em curto prazo, necessitando de uma fertilização mineral. Os mesmos, ainda afirmam que esta porcentagem é variável dependendo da sua origem, do tipo de tratamento e da sazonalidade.

A crescente coleta de efluentes urbanos e a necessidade de seu tratamento geram diariamente uma quantidade cada vez maior de lodo de esgoto. Sua disposição final tem se mostrado como um dos passivos urbanos mais relevantes da atualidade, causando a deterioração das condições ambientais com o aumento visível dos níveis de poluição (PEGORINI, 2002).

Segundo Pegorini (2002), a disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando como um dos problemas ambientais urbanos da atualidade, apresentando crescimento diário tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, reflexo desse, da ampliação das redes de coleta e dos níveis de tratamento.

O grande volume de lodo acumulado nos leitos de secagem ou pátios está relacionado à capacidade de tratamento das ETEs, tornando a disposição final do mesmo, um importante problema ambiental (CASSINI, 2003). Melo e Marques

(2000) descrevem que após passar pelos processos de higienização, estabilização para eliminação de odores e seco, o lodo de esgoto passa a ser chamado de biossólido, podendo ser usado como fertilizante condicionador de solo e substrato para produção de mudas.

Entre os impactos ambientais relacionados ao manejo e disposição inadequada desses resíduos estão a poluição química e biológica do solo e água, a poluição do ar, com consequências na biodiversidade e na estrutura e funcionamento dos ecossistemas, os quais afetam direta ou indiretamente a saúde e o bem estar das populações humanas (BETTIOL; CAMARGO, 2006).

Dentre as diversas formas de disposição final biossólido no ambiente, como incineração, disposição oceânica, reuso industrial, aterramento sanitários e, principalmente, a utilização no meio agrícola e florestal (BETTIOL; CAMARGO, 2006). De acordo com Silva e Pinto (2010) a maior parte desses resíduos são incinerados ou depositados em aterros sanitários, muitas vezes localizados a grandes distâncias das ETEs, mas pode ser reaproveitado no setor industrial (fabricação de óleo combustível e tijolos) e no setor agrícola, como fertilizante, condicionador do solo e na composição de substratos (TSUTYA, 2000).

Torna-se assim importante, estudos com o biossólido para que o mesmo não seja descartado de forma inadequada no ambiente, já que o transporte deste resíduo a grandes distâncias onera os custos de produção das indústrias.

2.2 SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

Segundo Kämpf *et al.* (2006), substrato é um meio sólido, poroso, de origem orgânica, mineral ou residual, onde se desenvolvem as raízes cultivadas fora do solo, dando suporte e regulando a disponibilidade de nutrientes e de água. Já Trigueiro e Guerrini (2003) definem como o meio adequado para sua sustentação e retenção de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível e ausência de elementos químicos em níveis tóxicos. Segundo os últimos autores, o substrato deve ser constituído de partículas minerais e orgânicas, com percentuais adequados de todos os componentes, já que eles poderão ser fonte de nutrientes e atuarão diretamente no desenvolvimento das mudas.

Wendling e Gatto (2002) em seu livro elencam o tipo e a qualidade do substrato como um dos fatores que condicionam de forma limitante os padrões de qualidade das mudas em viveiros. Relacionado também a qualidade do substrato, Hartman *et al.* (2002) apud Uesugi (2014) descrevem:

O bom substrato deve ter volume constante ao longo do ciclo de produção, mantendo o propágulo no lugar durante a fase de enraizamento ou germinação; ter porosidade adequada para, ao mesmo tempo, manter a umidade do substrato, evitando-se irrigações excessivas, e permitir boa aeração para as raízes; ser livre de ervas daninhas e patógenos; e não ter altos níveis de salinidade.

Além de características relacionadas com a qualidade do mesmo, Gonçalves *et al.* (2000) observam aspectos, como a viabilidade economicamente do mesmo; apresentar disponibilidade ao longo do ano; ter poucas variações físicas e químicas de lote para lote, a fim de garantir a padronização do sistema de cultivo.

Existe uma gama de substratos usados para a produção de mudas nativas, como o próprio solo, a turfa, vermiculita, perlita, argilas expandidas, espumas fenólicas (KÄMPF *et al.*, 2006). Entretanto, com o aumento da população mundial e conseqüentemente, maximização na produção de resíduos orgânicos, tem se procurado alternativas para minimizar este problema, como o seu aproveitamento na produção de substratos. Entre as opções, temos o biossólido (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003), moínha de carvão vegetal, esterco, húmus de minhoca, bagaço de cana, lixo orgânico (KÄMPF, 2005), casca de arroz carbonizada, fibra de coco (SIMÕES *et al.*, 2012) e cascas de pinus (KRATZ; WENDLING, 2013), entre outros.

Atualmente a produção das mudas de espécies florestais nativas no Horto Florestal do município de Caçador, ocorre em substratos comerciais à base de casca de Pinus, os quais dependem de fertilização para o desenvolvimento de mudas e apresentam baixa capacidade de retenção hídrica. Devido a esse tipo de material, Scheer *et al.* (2010) afirma que são desejáveis materiais alternativos para produção de substratos que não apresentem tais limitações.

Gonçalves *et al.* (2000) afirma que além da questão ambiental, os materiais orgânicos têm com vantagens a facilidade de obtenção, o baixo custo, boa formação do sistema radicular, boa agregação das raízes ao substrato e a elevada fertilidade. Porém, os mesmos autores atentam que este tipo de material deve estar bem decomposto (relação C/N próximo a 30), para evitar que microorganismos possam competir por nutrientes (relação C/N > 30) ou que uma parte do nitrogênio se perca

(relação C/N < 30). No caso do biossólido, esta relação encontra-se entre 5 e 11 (FERNANDES; SILVA, s.d. apud UESUGI, 2014).

Quanto às características físicas, geralmente os substratos orgânicos apresentam um predomínio de microporos, diminuindo a aeração e drenagem da água (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). Estes mesmos autores sugerem a adição de materiais de baixa densidade e alta porosidade, como a fibra de coco, casca de arroz carbonizada, bagaço de cana carbonizado. Esta mistura proporciona que o substrato forme um torrão firme no tubete, com boa formação do sistema radicular, proporção mais equilibrada entre macro e microporos e elevada fertilidade, diminuindo custos com fertilização.

A fim de facilitar a elaboração da mistura de componentes, Valeri e Corradini (2000) classificaram os substratos mais usados na produção de mudas florestais em tubetes em três grupos, conforme semelhança de suas características físicas e químicas. O biossólido, assim como esterco de gado, bagaço de cana, lixo urbano pertencem nessa classificação para o grupo dos compostos orgânicos, caracterizados por serem ricos em matéria orgânica e reterem maior quantidade de água devido ao predomínio de microporos.

Não existe, de maneira geral, um componente apenas que satisfaça todas as condições necessárias e garanta o crescimento satisfatório de espécies florestais na sua composição. Desta forma, é sempre aconselhável utilizar um substrato em forma de mistura, já que os mesmos componentes podem apresentar características indesejáveis à planta, quando usados isoladamente (CALDEIRA *et al.* 2011).

2.3 SUBSTRATOS À BASE DE LODO DE ESGOTO

Bettiol e Camargo (2006) relataram que, no Oriente, o esgoto já era utilizado na produção de alimentos há milhares de anos e que no Ocidente, desde 1560, a irrigação com efluentes de esgoto já era praticada.

O lodo de esgoto gerado nas estações de tratamento é rico em matéria orgânica e nutriente, e vem apresentando destaques na utilização para fins agrícola e florestal, por apresentar características de fertilizante. Freier *et al.* (2006) afirma sobre o assunto, que por constituir quantidades significativas dos nutrientes

essências para as plantas, o uso do lodo de esgoto tem crescido principalmente em sistemas florestais, pois não existem limitações na sua utilização irrestrita, diferente do que ocorre para as culturas destinadas para a produção de alimentos devido à qualidade do resíduo.

As principais restrições ao uso do bio-sólido na agricultura e silvicultura está relacionada com a presença de metais pesados, compostos orgânicos persistentes e microorganismos patogênicos em concentrações prejudiciais à saúde humana e ambiental. O seu uso só pode ser feito se estiver em conformidade com a Resolução CONAMA n. 375/2006.

Desta forma, Silva e Pinto (2010) mencionam que a aplicação de lodo de esgoto em solos, deve ser realizada somente para os fins de reflorestamento, e não nas subculturas destinadas à alimentação direta, surgindo assim como uma alternativa promissora.

O uso de lodo de esgoto em sistemas de produção vegetal é uma solução prevista pelo programa nacional de controle de impactos ambientais da Agenda 21 brasileira, na área intitulada “Agricultura Sustentável”, onde vários aspectos da atual situação da agricultura são abordados. Segundo Maas (2010) esse uso visa à recuperação de áreas degradadas e reflorestamento, e devido ao aumento do valor econômico de espécies praticamente extintas, a produção de espécies florestais nativas surge como alternativa viável para fins energéticos e madeireiros.

Magela (2012) conclui que:

O bio-sólido é uma alternativa ecológica e nutricionalmente viável para a produção de mudas, e a sua utilização traz grandes benefícios, inclusive os ligados à minimização de problemas ambientais que estão relacionados com a disposição de resíduos gerados nas atividades urbanas e ou industriais.

O potencial de utilização do lodo de esgoto como composto para substratos e adubação de mudas é definido por diversos aspectos como: apresentar uma grande quantidade de matéria orgânica, capacidade de aumentar a fertilidade, promover retenção da água e atuar indiretamente deposição de serrapilheira promovendo a ciclagem dos nutrientes (SILVA *et al.*, 2008; PAEZ, 2011). Segundo o mesmo autor, a potencialidade de utilização existe também por ser uma alternativa economicamente viável, pois seu uso reduz ou elimina a necessidade da aplicação

de corretivos e fertilizantes minerais, tornando o plantio em que foi empregado mais sustentável e econômico.

Numerosos estudos estão sendo conduzidos a respeito do uso do lodo de esgoto como componente de substratos para a produção de diversas espécies vegetais com a obtenção de resultados satisfatórios, como o de Trigueiro e Guerrini (2003) que afirmam que esse material tem mostrado potencial de fornecer nutrientes e matéria orgânica para a composição de substratos destinados à produção de mudas florestais. Paez (2011) afirma também que estudos recentes mostram a viabilidade técnica e econômica de sua utilização como fertilizante em cultivos agrônômicos e florestais.

Pesquisadores têm estudado o lodo de esgoto como componente de para o desenvolvimento de mudas em viveiro (ALTAFIN *et al.*, 2004; FAUSTINO *et al.*, 2005; GUEDES; POGGIANI, 2003; SCHEER *et al.*, 2010), Maia (1999) em seu experimento, utilizando lodo de esgoto, solo e casca de pinus, como substrato, conclui que o uso de solo no substrato é dispensável nessa composição e que o lodo não deve ser utilizado na forma pura, devido à falta de porosidade.

Estudos têm demonstrado a eficiência do uso do lodo de esgoto na produção de mudas, tanto nativas (KRATZ, 2011; CALDEIRA *et al.*, 2013) quanto para espécies exóticas, como as do gênero *Eucalyptus* (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003; PERONI, 2012). Outro ponto que auxilia no desenvolvimento é pela eficiência do mesmo na melhoria das propriedades químicas e físicas do solo, uma vez que o biossólido atua como adubo fornecendo macro e micronutrientes ao substrato que compõe (BONNET *et al.*, 2002; TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003; FAUSTINO *et al.*, 2005; CUNHA *et al.*, 2006).

Padovani (2013) destaca em seu trabalho a capacidade do lodo de esgoto em promover o crescimento dos organismos decompositores do solo, melhorando o nível de fertilidade e aumentando a capacidade de troca de cátions do solo, aumentando o fornecimento de nutrientes para as plantas.

O uso de lodo de esgoto na composição de substratos permite uma economia na adubação suplementar e melhorias no percentual de aproveitamento do viveiro para diversas culturas (BONNET *et al.*, 2002; NASCIMENTO *et al.*, 2004; ROCHA *et al.*, 2004). Trigueiro e Guerrini (2003), em pesquisa utilizando lodo de esgoto para a produção de mudas de eucalipto, obtiveram uma economia de fertilizante na ordem de 64%.

Entretanto, apesar de todos os benefícios supracitados, o lodo pode apresentar metais pesados em sua composição (BETTIOL; CAMARGO, 2006) e ainda microrganismos patogênicos, que são prejudiciais à saúde animal e humana (ANDREOLI *et al.*, 2001). Devido a esses problemas prejudiciais, o lodo pode se tornar inviável para a utilização na formulação de substratos, a não ser que o mesmo passe por processos de tratamentos para remoção ou redução de elementos orgânicos potencialmente tóxicos e de agentes patogênicos.

2.4 PROCESSOS DE HIGIENIZAÇÃO DO LODO DE ESGOTO

Os lodos gerados pelos processos físicos e biológicos das ETEs apresentam algumas características indesejáveis, tais como odores desagradáveis, presença de microrganismos patogênicos, elementos tóxicos e dificuldade de desidratação, que dificultam sua manipulação e processamento (AISSE *et al.*, 2001). Dessa maneira, torna-se necessária, devido a essas características, o tratamento do mesmo, através de processos que promovam a remoção ou redução desses elementos.

Um dos tratamentos do lodo utilizado para aproveitá-lo na composição de substratos, está a compostagem, que segundo Fernandes e Silva (2006) é uma biooxidação aeróbica exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo e no estado sólido. Os mesmos autores descrevem que se trata de um processo que libera CO₂, água, substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável, tornando os resíduos orgânicos que apresentavam microrganismos patogênicos, odor e aspectos desagradáveis, livres dessas características indesejáveis resultando em um excelente insumo agrícola.

A estabilização e higienização do lodo através de compostagem bem conduzida pode apresentar alta eficiência na eliminação de micro patógenos e, com isso pode ser obtido um produto final de alta qualidade agrônômica (AISSE *et al.*, 2001), atendendo normas rigorosas de utilização segundo Resolução CONAMA nº 375/2006 (BRASIL, 2006).

Outra técnica utilizada para higienização é solarização que se trata, segundo Andreoli *et al.* (2001) de um processo de baixo custo e fácil aplicação para a desinfestação do lodo, pois diminui o seu potencial de contaminação através da

elevação da temperatura que leva a inativação térmica dos diversos patógenos presentes no material.

2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS NATIVAS

É possível verificar que nas últimas décadas o Brasil passou por uma drástica redução de suas áreas de preservação permanente e a fragmentação de florestas naturais, o que proporciona aumento significativo dos processos de erosão dos solos, com prejuízos à hidrologia regional, redução da biodiversidade da flora e fauna e a degradação de imensas áreas.

A exigência da legislação atual na execução de projetos de recuperação de áreas degradadas através de reflorestamentos e enriquecimentos florestais aumenta a demanda por mudas de árvores nativas com qualidade e diversidade, mais capacitadas a sobreviver às adversidades encontradas no campo (PADOVANI, 2013).

A produção de mudas de espécies florestais nativas em viveiro é usada principalmente com objetivos ambientais, recuperando áreas supracitadas. Reflorestamentos específicos e plantios para produção de frutas alternativas vêm se destacando também como uma alternativa viável para a produção, devido, segundo SEAG (1989) citado por Assenheimer (2009), à intensa devastação das florestas nativas, como a Mata Atlântica, onde as espécies de maior valor econômico foram praticamente extintas, em razão da exploração desordenada para fins energéticos, madeireiro e agropecuário.

O processo de produção de mudas é considerado uma das etapas mais importantes quando se trabalha com espécies florestais, sendo a escolha do substrato, um dos itens cruciais para obtenção de mudas de qualidade. Paez (2011) em relação à produção das mudas, cita que a aquisição de substratos comerciais tende a elevar os custos de produção. Por sua vez, uma muda de boa qualidade tem maiores chances de sobreviver no campo e, apresenta alta taxa de crescimento inicial. Necessitando assim buscar um equilíbrio entre a qualidade da mesma e seu custo de produção.

2.6. CEDRO

Cedrela fissilis Vell. popularmente conhecida como Cedro, pertence à família Meliaceae sendo uma espécie nativa do Brasil, de importante valor econômico e ecológico.

Segundo Reitz (1984), o cedro é considerado uma das principais árvores da flora brasileira. Sua ocorrência vem desde Rio Grande do Sul até Minas Gerais, principalmente, nas florestas semidecíduas e pluvial atlântica, desenvolvendo-se em áreas nos estádios inicial e médio de regeneração e atingindo grande porte em estádios avançados de sucessão (JARENKOW; BUDKE 2009).

Em especial, na Floresta Ombrófila Mista, vegetação característica da região meio-oeste catarinense, o cedro é uma das espécies estruturantes do dossel, podendo atingir mais de 20 metros de altura. É largamente empregada em projetos paisagísticos e sua madeira tem múltiplos usos, sendo considerada uma espécie fundamental na composição de reflorestamentos heterogêneos de áreas degradadas para fins de conservação (LELES *et al.* 2006).

Ocorre preferencialmente em solos úmidos e profundos, como os encontrados nos vales e planícies aluviais. Já para Carvalho (2003), a espécie ocorre desde a latitude 12°N (Costa Rica) a 33°S (Rio Grande do Sul). No Brasil o limite norte da espécie é a aproximadamente 1°S (Pará).

Essa árvore frondosa produz uma das madeiras mais apreciadas no comércio, tanto brasileiro, quanto internacional por ter coloração semelhante ao mogno e, entre as madeiras leves, é uma das que possibilita o uso mais diversificado, sendo superada apenas pela madeira do pinheiro-do-paraná (CARVALHO, 2003). Considerada como uma madeira de lei e de grande valor econômico e encontra-se em crescente risco de extinção, já que muitas vezes sua exploração é feita de forma insustentável e em alguns casos ilegal (BARBEDO *et al.*, 1997).

Carvalho (2003) destacou também que a espécie apresenta indivíduos caducifólios, normalmente com 10 a 25 m de altura e 40 a 80 cm de diâmetro, podendo chegar até a 40 m de altura e 200 cm de DAP. Apresenta tronco cilíndrico reto, com copa ampla. A espécie enquadra-se no grupo sucessional das secundárias

iniciais a secundárias tardias, desenvolvendo-se no interior da floresta primária, apresentando grande agressividade na vegetação secundária.



Figura 1 – Fotos da *Cedrela fissilis*, sendo A – Indivíduo adulto, B – Frutos e C - Sementes.
Fonte – Árvores do Brasil

A produção de mudas é recomendada em sementeiras, para posterior repicagem, ou duas sementes em sacos de polietileno com dimensões mínimas de 20 cm de altura e 7 cm de diâmetro, ou em tubetes de polipropileno de 200 cm³ contendo substrato rico em matéria orgânica (CARVALHO, 2003) ou contendo substrato formado pela mistura de composto orgânico (80%) e moinha de carvão moída (20%) (SANTOS *et al.*, 2000). Também se podem produzir mudas através do método de raiz nua ou por propagação vegetativa; em ambos os casos, as respostas são satisfatórias (RODRIGUES, 1990).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

O experimento foi conduzido de Setembro à Dezembro de 2014, no viveiro do Horto Florestal do Município de Caçador – SC, pertencente à Fundação Municipal do Meio Ambiente de Caçador – FUNDEMA, situado nas coordenadas 26°44'09" S e 50°59'50" O, com altitude média de 950 m. A classificação de Köppen descreve o clima da região Cfb (temperado úmido), apresentando verões frescos com geadas severas num período médio de ocorrência de 10 a 25 dias anualmente; com temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e, nos meses de inverno entre 6 a 8°C (CALDATO *et al.*, 1999) e precipitação anual média de 1700 mm (LINDNER, 2007).

O lodo de esgoto que foi usado para a formulação dos compostos analisados foi coletado do terceiro leito de secagem da estação de tratamento de esgoto - ETE Ulysses Guimarães, pertencente à FUNDEMA, na cidade de Caçador. A estação começou a ser utilizada em Novembro de 2008, ocorrendo despejos de lodo nos leitos com uma frequência quinzenal. No início de 2014, mais exatamente em fevereiro, esse leito passou a não ser mais utilizado para a secagem do material existente, sendo o mesmo retirado manualmente em Junho de 2014.

O material ficou em acomodação no horto florestal do município por 2 meses, em pequenos montes para a solarização, a fim de promover uma prévia desinfecção e desinfestação de patógenos, e redução dos valores conforme solicita a Resoluções CONAMA nº 375/2006 (BRASIL, 2006).

3.2 TIPO DE PESQUISA

Para a análise do desenvolvimento das mudas foram testados três tipos de substratos: Substrato Comercial Ferticel® (SC) utilizado atualmente na produção das mudas no Horto Florestal (testemunha), substrato misto (SM) composto por 50% de

biossólido + 50% substrato comercial Ferticel®, e biossólido (LE) composto por 100% de biossólido.

O delineamento experimental para verificação do crescimento das mudas de *Cedrela fissilis* foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3X2 (havendo três substratos e 2 dosagens de fertilizantes), totalizando seis tratamentos, cada qual composto por 4 parcelas de 12 indivíduos, sendo 10 indivíduos úteis para a avaliação, perfazendo um total de 240 plantas.

O lodo de esgoto solarizado foi inicialmente triturado para homogeneização, e posteriormente peneirado em malha de 2 mm, visando à obtenção de granulometria similar à apresentada pelo substrato comercial. As misturas foram realizadas em betoneiras no dia 18 de Agosto de 2014, e na sequência colocadas dentro de sacos plásticos pretos, lacrados por 30 dias para o processo de maturação, conforme metodologia de Maas (2010).

Duas doses de fertilizante foram testadas em cada substrato: testemunha (sem fertilizante); dose padrão – 35 g de fertilizante NPK 04-14-08 por dm³. Esse valor foi definido por ser a quantidade usada nos viveiros da FUNDEMA para a produção das mudas nativas, mantendo assim, nesse experimento a mesma quantidade já aplicada no local.

As sementes de Cedro foram semeadas no dia 03/09/2014 em bandejas de isopor com 128 células cada, colocando-se duas sementes a 0,5 cm de profundidade em substrato comercial utilizado nas bandejas de isopor. As sementes utilizadas no experimento foram coletadas em Julho de 2014, pela própria equipe da Fundação no Parque de Exposições das Araucárias, localizado no Município de Caçador, SC. Após a semeadura, quando as mudas possuíam na maioria o mínimo de um par de folhas, foram repicadas (24/09/2014) para recipientes de polietileno de coloração preta, nas dimensões 6,0 cm de diâmetro maior, 1,5 cm de diâmetro menor e 13,0 cm de altura, totalizando um volume de 290 cm³. Os substratos utilizados nesses tubetes são os três substratos testados no experimento. Para o transplante, todos os tubetes foram preenchidos com seus referidos substratos e previamente umedecidos e compactados manualmente, para melhor acomodação do substrato.



Figura 2 – Mudanças de Cedro produzidas os substratos analisados no dia 24/09/2014.

As bandejas com os tubetes permaneceram na estufa durante todo o experimento, sendo retiradas apenas para a medição das características morfológicas das plantas. No referido local, as bandejas foram acomodadas em cima de bancadas, afastando-as do solo e a irrigação foi realizada por aspersão automática, programada para irrigar durante 4 períodos do dia.

3.3 COLETA DE PARÂMETROS MORFOLÓGICOS

De acordo com Fonseca (2000), os parâmetros morfológicos são atributos determinados fisicamente ou visualmente. O referido autor ainda cita que várias pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar a importância desses parâmetros voltados para prognosticar o sucesso do desempenho das plantas no campo, servindo assim para determinar o padrão da qualidade das mudas.

Os parâmetros utilizados nesse trabalho serão apresentados isoladamente, objetivando melhor entendimento sobre sua influência na qualidade das mudas de *Cedrela fissilis*.

Após 30, 60 dias de plantio das mudas nos tubetes, foram mensuradas as características morfológicas das mudas através das seguintes características: altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D) e a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro de colo (H/D).



Figura 3 – Mudanças de Cedro produzidas os substratos analisados no dia 28/11/2014.

3.3.1 Altura da Parte Aérea (H)

A altura da parte aérea é considerada um dos parâmetros mais utilizados na classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981 apud LOPES, 2005). Devido ao fato de ser de fácil medição, foi sempre usado, segundo Gomes *et al.* (1978) apud Lopes (2005) com eficiência para avaliar e prognosticar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros.

Para a medição da altura das mesmas, foi utilizado um paquímetro (0,01 mm) para menores de 15 cm de altura e uma régua graduada para as mudas maiores de 15 cm de altura.

3.3.2 Diâmetro de colo (D)

Conforme Gomes e Paiva (2004), o diâmetro de colo, assim como a altura, é facilmente mensurável. Esse parâmetro é considerado por muitos pesquisadores como um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais. De acordo com os referidos autores, o padrão de qualidade

de mudas de várias espécies florestais, prontas para o plantio, possui alta correlação com esse parâmetro, podendo ser observado nos significativos aumentos das taxas de sobrevivência e do crescimento das plantas no campo. Gomes *et al.* (2002) afirmam que o diâmetro de colo tomado isoladamente ou combinado com a altura, é uma das melhores características morfológicas para predizer a qualidade das mudas de espécies florestais.

Para esse parâmetro, as medições foram todas obtidas com o auxílio de um paquímetro (0,01 mm).

3.3.3 Relação altura da parte aérea e diâmetro de colo (H/D)

A relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro de colo foi caracterizada por Carneiro (1995) como o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no viveiro, uma vez que conjuga dois parâmetros em apenas um só índice, resultando em um valor absoluto, sem exprimir qualquer tipo de unidade. Segundo Gomes *et al.* (2002) a relação é considerado um dos parâmetros morfológicos mais precisos por fornecer informações de quanto delgada está a muda.

Para Carneiro (1995), a conjunção das medidas da relação H/D, deve ser levada em consideração para classificação da qualidade das mudas, em razão da facilidade operacional destas medições. O mesmo ainda salienta, que a avaliação da qualidade das mudas empregando este parâmetro pode ser feita durante o período de produção, visando acompanhar o desenvolvimento das mesmas, constituindo um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio. Para Gomes e Paiva (2004), quanto menor for o valor deste índice, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem no campo.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância – ANOVA. Após a constatação de diferenças significativas entre os tratamentos, realizou-se a comparação de médias através do teste Tukey a 5% de probabilidade. Para ambas as análises foi utilizado o programa estatístico ASSISTAT Versão 7.7 beta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as mudas apresentaram desenvolvimento nos substratos utilizados, apresentando aumento no crescimento em altura e diâmetro do colo com o passar do tempo. Porém em ambas as características, os resultados foram diferenciados em relação à utilização do bio-sólido para a composição do substrato.

Segundo Carneiro *et al.* (2007), as características morfofisiológicas do crescimento, tais como altura da parte aérea, diâmetro de coleto, relação H/D e massa seca, são frequentemente utilizadas como critério na avaliação da qualidade das mudas.

Nas duas avaliações das alturas (30 e 60 dias), as mudas provenientes do substrato formado por 100% de bio-sólido obtiveram as maiores médias de alturas em relação às cultivadas nos outros substratos. Dentre estas, as mudas que se desenvolveram no substrato composto por Lodo de Esgoto Adubado (LE-A) foram superiores já na primeira avaliação. Aos 60 dias após o replantio, a amplitude entre as plantas do substrato LE-A era quase o dobro das plantas do substrato SC (Figura 1).

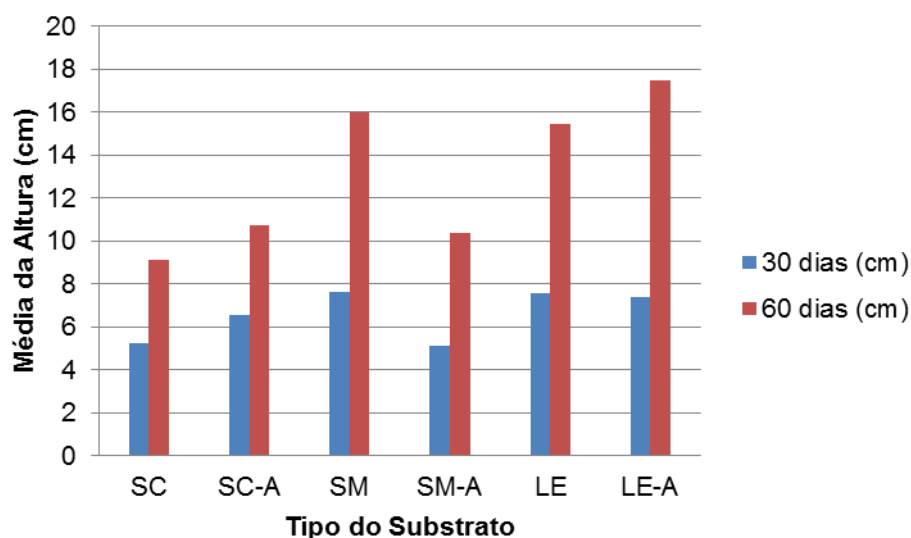


Figura 4 – Média das Alturas das Mudas de *Cedrela fissilis* Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.

Comparando o crescimento em altura das mudas, dentre os substratos comparados, podemos observar que também houve uma variação nesse parâmetro, apresentando durante os 30 dias entre as avaliações de 30 e 60 dias, diferenças

para o menor crescimento de 3,85 cm nas mudas do SC até o maior crescimento de 10,11 cm nas mudas do LE-A (Figura 2).

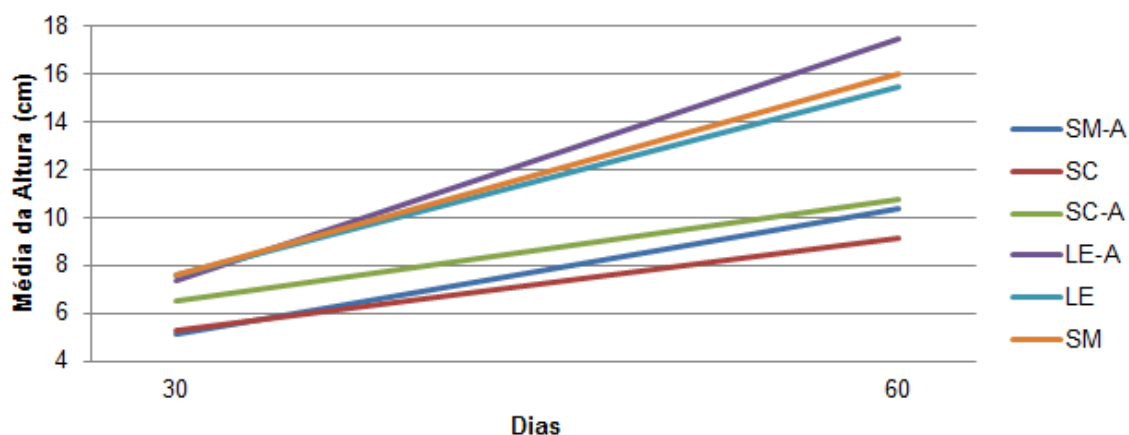


Figura 5 – Crescimento da Média das Alturas das Mudanças de *Cedrela fissilis* Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.

Utilizando a mesma análise anterior, realizada na Figura 1, para as características mensuradas de diâmetro do colo da muda, observamos que os resultados apresentados nos primeiros 30 dias, apresentam uma tendência próxima dos 0,2 cm, porém para os resultados aos 60 dias, a amplitude dos resultados é maior (Figura 3). Observa-se que o referido gráfico apresenta a mesma tendência para os substratos que apresentaram maior desenvolvimento da altura das mudas na mesma fase.

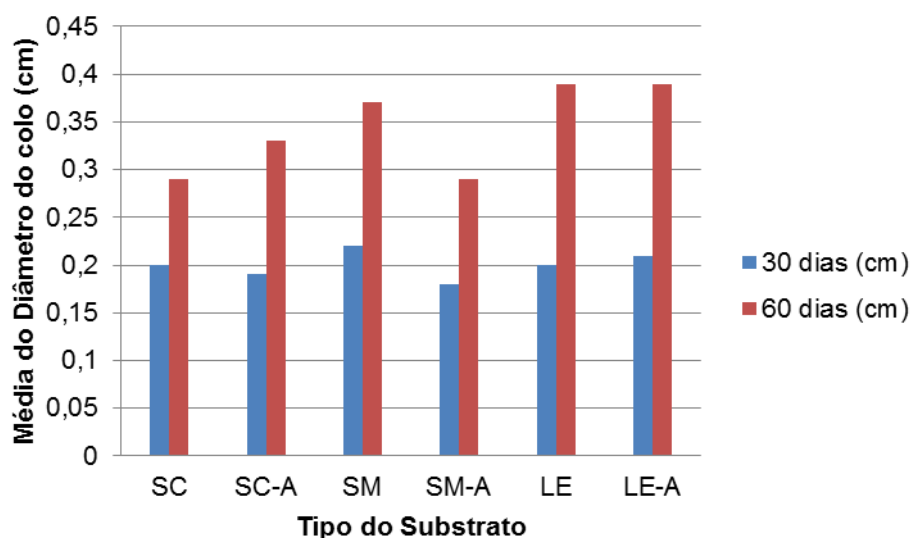


Figura 6 – Média do Diâmetro do Colo das Mudanças de *Cedrela fissilis* Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.

Em relação ao crescimento em média dos diâmetros do colo das mudas, comparando os substratos, podemos observar que também houve uma variação nesse parâmetro, apresentando durante os 30 dias entre as avaliações de 30 e 60 dias, diferenças para o menor crescimento de 0,09 cm nas mudas do SC até o maior crescimento de 0,19 cm nas mudas do LE (Figura 4). Podemos observar também que para as mudas produzidas no substrato comercial, a tendência apresentou uma diferença no crescimento em comparação as demais substratos, apresentando uma linha de crescimento que foge do padrão das demais.

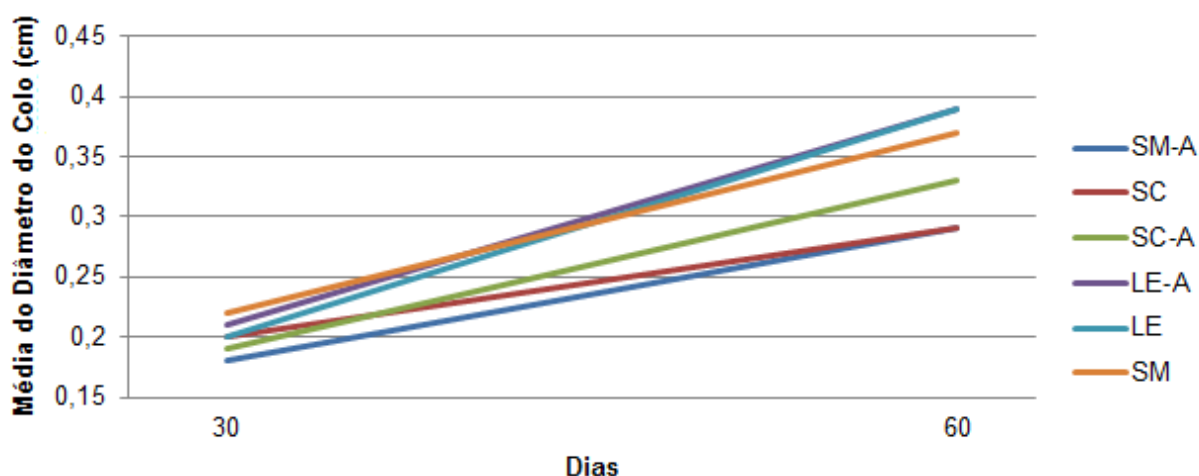


Figura 7 – Crescimento da Média dos Diâmetros de Colo das Mudras de *Cedrela fissilis* Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.

Auxiliando na conclusão dos resultados, todas as informações foram analisadas estatisticamente e por apresentarem diferenças estatísticas, foi utilizado o teste de Tukey (5 %) para a comparação das médias das características mensuradas das mudas. Para a altura, foram obtidos os resultados descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Médias e Desvio Padrão da Altura (cm) das Mudras de *Cedrela fissilis* Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.

Tratamento	Período de Avaliação			
	30 dias	CV (%)	60 dias	CV (%)
SC	5.2450 ^b ± 0,3501	6,67	9.0950 ^b ± 0,5280	5,81
SC-A	6.5525 ^a ± 0,6838	10,44	10.7225 ^b ± 1,2300	11,47
SM	7.6050 ^a ± 0,4096	5,39	16.0050 ^a ± 1,9053	11,90
SM-A	5.1350 ^b ± 0,5622	10,95	10.3700 ^b ± 1,1094	10,70
LE	7.5725 ^a ± 0,2407	3,18	15.4600 ^a ± 1,4748	9,54
LE-A	7.3950 ^a ± 0,5902	7,98	17.5125 ^a ± 1,8533	10,58

Para a análise das alturas das mudas para os 30 dias, no substrato comercial (SC) observou-se superioridade significativa de altura das plantas no adubado, no substrato misto (SM) houve superioridade no não adubado, e não se observou diferença significativa entre o substrato a base de biossólido. Os substratos em que as mudas se destacaram significativamente dos demais nessa análise foram os SC-A, SM, LE e LE-A.

Comparando a mesma variável, com a avaliação realizada nos 60 dias, percebe-se que no substrato comercial (SC) não se observa diferença significativa na altura das plantas adubando ou não esse composto. Já para o substrato M houve superioridade nas mudas não adubadas e não se observou diferença significativa entre o substrato a base de biossólido, independente de apresentar ou não adubação. Os tratamentos que se destacaram significativamente dos demais nessa análise foram o SM, LE e LE-A. Observa-se que com o passar dos dias, o Substrato Comercial, apresentou uma redução no desenvolvimento da altura, não sendo mais considerado como destaque na avaliação dos 60 dias.

Nos tratamentos utilizando 100% do substrato comercial observou o valores de menor para a altura aos 60 dias, corroborando para a indicação de ALTAFIN *et al.*, 2004; GUEDES; POGGIANI, 2003; SCHEER *et al.*, 2010, já citado nesse trabalho, que os compostos à base de lodo possuem consideráveis quantidades de nutrientes, proporcionando um melhor desenvolvimento das mudas nesse tipo de substrato.

Faustino *et al.* (2005) concluiu que os incrementos em altura estão relacionados aos acréscimos de matéria orgânica no substrato. Assim seu trabalho apresentou como resultado que os substratos mais ricos em composto orgânico propiciaram melhor crescimento das mudas, com boa formação do sistema radicial e melhor balanço nutricional.

Paiva *et al.* (2009) analisando o crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco, concluíram que as mudas de todas as espécies analisadas no experimento, apresentaram aumento no crescimento em altura como resposta à aplicação do lodo de esgoto e à fertilização mineral, dados que também podem ser evidenciados com o maior crescimento das mudas de cedro, nos tratamentos que apresentaram maior quantidade de biossólido nos substratos.

Assim como ocorreu com o parâmetro altura, o diâmetro do colo também apresentou diferenças estatísticas, sendo comparadas na tabela a seguir:

Tabela 2 - Médias e Desvio Padrão do Diâmetro de Colo (cm) das Mudanças de *Cedrela fissilis* Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.

Tratamento	Período de Avaliação			
	30 dias	CV (%)	60 dias	CV (%)
SC	0.1950 ^{abc} ± 0,0100	5,13	0.2925 ^c ± 0,0096	3,27
SC-A	0.1925 ^{bc} ± 0,0126	6,54	0.3325 ^b ± 0,0150	4,51
SM	0.2150 ^a ± 0,0100	4,65	0.3650 ^{ab} ± 0,0058	1,58
SM-A	0.1775 ^c ± 0,0096	5,47	0.2975 ^c ± 0,0222	7,65
LE	0.2025 ^{ab} ± 0,0050	2,47	0.3875 ^a ± 0,0150	3,87
LE-A	0.2100 ^{ab} ± 0,0082	3,89	0.3900 ^a ± 0,0141	3,63

Para a análise dos diâmetros de colo das mudas para os 30 dias, não foi observado diferença estatística para substrato comercial (SC) independente da adubação ou não do mesmo, no substrato misto (SM) houve superioridade no não adubado, e não se observou diferença significativa entre o substrato a base de biossólido. O tratamento que se destacou significativamente dos demais nessa análise foi o SM, mas não diferindo estatisticamente dos SC, LE e LE-A.

Comparando a mesma variável, com a avaliação realizada nos 60 dias, percebe-se que no substrato comercial (SC) diferença significativa de diâmetro do colo das plantas entre o produto sem e com adubo com resultado superior para o adubado. Já para o substrato M houve superioridade nas mudas não adubadas e não se observou diferença significativa entre o substrato à base de biossólido, independente de apresentar ou não adubação. Os tratamentos que se destacaram significativamente dos demais nessa análise foram o LE e LE-A, e estes não diferiram do SM. Observa-se assim como ocorreu no parâmetro altura das mudas, e pode-se observar com facilidade na figura 4, que com o passar dos dias, o Substrato Comercial, apresentou uma redução no desenvolvimento, não sendo mais considerado como destaque na avaliação dos 60 dias, e apresentando um desenvolvimento abaixo dos demais substratos.

O diâmetro de colo, como já mencionado, é um bom indicador do desempenho da muda quando plantada no campo para determinadas espécies (GOMES; PAIVA, 2004).

O parâmetro diâmetro de colo também foi influenciado somente pelo substrato em trabalho realizado por Uesugi (2014) analisando o desenvolvimento de

mudas em substrato a base de lodo de esgoto compostado. No referido trabalho os substratos compostos por biossólido compostado apresentaram os melhores resultados, como pode-se observar na análise aos 60 dias, que os parâmetros LE e LE-A, apresentaram estatisticamente os mesmos resultados, indiferente da adubação ou não contida. O que também fica evidenciado pelo fato do substrato misto apresentar um maior desenvolvimento no tratamento que não apresentou adubação. Araújo e Sobrinho (2011) analisando mudas de tamboril em diferentes substratos destacaram a importância da presença da matéria orgânica nos substratos para o incremento desta variável, o que segundo Souza *et al.* (2006), está diretamente relacionado com sobrevivência e crescimento pós-plantio devido a maior capacidade de formação e desenvolvimento de novas raízes.

Na sequência, foi tabulada a relação altura/diâmetro de colo (H/D). Os resultados das relações H/D também apresentaram diferenças estatísticas, sendo apresentado na sequência a tabela com os resultados após comparação por teste de Tukey.

Tabela 3 - Médias e Desvio Padrão da Relação Altura/Diâmetro de Colo (H/D) das Mudas de *Cedrela fissilis* Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.

Tratamento	Período de Avaliação			
	30 dias	CV (%)	60 dias	CV (%)
SC	2.6737 ^b ± 0,0958	3,58	3.1022 ^c ± 0,2656	8,56
SC-A	3.4106 ^a ± 0,3095	9,07	3.2878 ^{bc} ± 0,2995	9,11
SM	3.6212 ^a ± 0,4742	13,09	4.4079 ^a ± 0,4193	9,51
SM-A	2.7828 ^b ± 0,3861	13,56	3.3457 ^{bc} ± 0,2593	7,72
LE	3.7552 ^a ± 0,1226	3,26	4.0081 ^{ab} ± 0,4471	11,15
LE-A	2.6736 ^b ± 0,0804	2,25	4.5542 ^a ± 0,5825	12,79

A relação H/D, apresentada por Carneiro (1995) representa o equilíbrio no desenvolvimento das mudas. Para esse parâmetro aos 30 dias, o substrato comercial apresentou superioridade significativa das plantas no adubado, no substrato misto houve superioridade no não adubado. Já para os substratos a base de biossólido não se observou diferença significativa entre o adubado e não adubado. Os tratamentos que se destacaram significativamente dos demais nessa análise foram os SC-A, SM, LE e LE-A.

Já para a medição realizada aos 60 dias, para o substrato comercial (C) não se observou diferença significativa, no substrato misto (M) houve superioridade no não adubado e não se observou diferença significativa entre o substrato a base de

biossólido. Os substratos que se destacaram significativamente dos demais nessa análise foram os SM, LE e LE-A.

Moreira e Moreira (1996) citam que mudas com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. Essa variável é reconhecida como um dos melhores, se não o melhor indicador do padrão de qualidade de mudas.

Em relação H/D, Carneiro (1995) justifica que razões menores são mais interessantes, deve situar-se entre 5,4 e 8,1, para demonstrar equilíbrio de crescimento entre a altura e o diâmetro das mudas. Podemos observar no trabalho, que nesse parâmetro os maiores valores ocorreram também nos mesmos tratamentos que apresentaram os maiores resultados na altura e diâmetro de colo, mostrando a superioridade dessas mudas em relação as demais.

Os valores obtidos para a relação H/D variaram de 3,10 a 4,55, para os 60 dias de desenvolvimento, o que ainda deixa os valores abaixo da média indicada por Carneiro (1995). Porém os valores comparados pelo referido autor ocorre para mudas de *Pinus sp.* o que erroneamente pode ser utilizado para comparar para o desenvolvimento de demais mudas. Para evitar isso, o mesmo autor ressalta que pesquisas devem ser realizadas a fim de se determinar este índice por espécie.

Os resultados obtidos neste experimento condizem em alguns tratamentos (SM, LE e LE-A) com o encontrado por Delgado (2012) analisando a qualidade de mudas de *Inga vera*, no qual este índice estava entre 3,70 a 5,04, conforme o manejo hídrico submetido.

Pelo fato das medições terem sido realizadas após mesmo período durante dois momentos (30 e 60 dias), foi comparado o crescimento entre eles, para verificar em qual substrato o desenvolvimento estava ocorrendo mais rápido. Para esses valores, foram reduzidas as medições de 30 dias das de 60 dias, para possuir apenas os valores que cresceram no período analisado. Os valores apresentaram diferenças estatísticas e também foram analisados através de teste para a comparação entre eles, conforme se pode observar na tabela a seguir:

Tabela 4 - Médias e Desvio Padrão do Crescimento em Altura e Diâmetro de Colo das Mudas de *Cedrela fissilis* Cultivadas em Diferentes Substratos, Durante Duas Medições.

Tratamento	Período de Avaliação entre 30 e 60 dias			
	Altura	CV (%)	Diâmetro do colo	CV (%)
SC	3.8500 ^b ± 0,8350	21,68	0.0975 ^d ± 0,0050	5,13
SC-A	4.1700 ^b ± 0.6400	15,35	0.1400 ^{bc} ± 0.0140	10,10
SM	8.4000 ^a ± 1,5520	18,48	0.1500 ^b ± 0,0080	5,44
SM-A	4.9125 ^b ± 0,5910	11,57	0.1200 ^{cd} ± 0,0140	12,30
LE	7.8875 ^a ± 1,2980	16,46	0.1850 ^a ± 0,0100	5,41
LE-A	10.1175 ^a ± 1,2940	12,79	0.1800 ^a ± 0,0140	7,86

Em relação ao crescimento em altura no substrato comercial (SC e SC-A) não se observou diferença significativa, no substrato misto houve superioridade no não adubado (SM) e não se observou diferença significativa entre o substrato a base de bio-sólido adubado (LE-A) e não adubado (LE). Os tratamentos onde o crescimento das mudas em altura se destacou significativamente dos demais foram os SM, LE e LE-A.

Já em relação ao crescimento em diâmetro no substrato comercial também não se observou superioridade significativa, no substrato misto houve superioridade no não adubado (SM) e não se observou diferença significativa entre o substrato a base de bio-sólido adubado e não adubado, assim como ocorreu com os substratos em relação ao crescimento em altura. Os tratamentos que se destacaram significativamente dos demais em relação ao crescimento em diâmetro do colo foram apenas os a base de bio-sólido (LE e LE-A).

Podemos observar que os maiores incrementos em altura e diâmetro estão relacionados aos acréscimos de matéria orgânica no substrato. Gonçalves e Poggiani (1996) em seu trabalho testaram mais de 50 substratos, observando que os substratos mais ricos em composto orgânico propiciaram melhor crescimento das mudas, com boa formação do sistema radicular (bem aderido ao substrato e firme) e melhor balanço nutricional, conforme pode-se observar no maior desenvolvimento em altura para os tratamentos (SM, LE e LE-A) e em diâmetro de colo para os tratamentos (LE e LE-A).

Scheer *et al.* (2012) ao analisarem o desempenho das mudas em compostos de lodo, em relação às mudas no substrato comercial, evidenciaram a superioridade nutricional dos compostos com lodo, o que contribuiu para a produção de mudas com boa qualidade. Diversos autores, citados por Scheer *et al.* (2012), como Nóbrega *et al.* (2007), na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius*, por Wilson *et al.*

(2006) em mudas de *Forestiera segregata* var. *pinerotum*, *Myrcianthes fragrans* e *Viburnum obovatum*, por Maia (1999) para a produção de mudas de *Pinus taeda*, Scheer *et al.* (2010) para *Parapiptadenia rigida* e Scheer *et al.* (2012) para *Prunus brasiliensis*, apresentaram resultados indicando crescimentos similares ou melhores de mudas em substratos com lodo de esgoto em relação a substratos comerciais.

Segundo os autores acima citados, o uso de lodos de esgoto como componentes de substratos para a produção de mudas também é uma alternativa economicamente viável aos substratos comerciais, dado a economia de insumos e qualidade das mudas, além do aspecto ambiental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como, grande parte dos municípios brasileiros, o Município de Caçador-SC, o qual foi base de estudo e elaboração do presente trabalho, também possui problemas para o descarte do lodo gerado pela ETE. Visando a utilização do material nas atividades do Horto Florestal da Fundação Municipal de Meio Ambiente, o aproveitamento do bio sólido foi satisfatório na produção de mudas de Cedro.

A comparação dos dados obtidos para os três substratos indica que os compostos de lodo de esgoto possuem boas características nutricionais, permitindo bons resultados no crescimento (altura, diâmetro, relação altura da parte aérea e diâmetro de colo) para mudas de *Cedrela fissilis*.

Os nutrientes presentes no substrato com 100% de lodo de esgoto já é suficiente para promover um bom crescimento das plantas, não apresentando diferença para a adubação nesse tipo de substrato.

Os resultados observados para os compostos à base de lodo comprovam que estes podem ser usados para substituir o substrato comercial utilizado atualmente para a produção de mudas nativas, em razão da economia de insumos, da sustentabilidade e do adequado crescimento das mudas.

Para a utilização do lodo de esgoto pela Fundação para a produção de suas mudas, deve-se, no entanto, obedecer aos aspectos legais para a utilização de lodo de esgoto, que regulam sobre teores de metais pesados e parâmetros sanitários (higienização ou esterilização).

Como sugestão indica-se o acompanhamento do desenvolvimento das mudas nos próximos meses e a utilização do substrato para a produção das mudas de outras espécies para observar se o substrato composto por lodo de esgoto apresentará também desenvolvimento satisfatório para as demais mudas produzidas.

REFERÊNCIAS

- AISSE, M. M.; FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P.; Aspectos tecnológicos e de Processos. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de Biossólidos: transformando problemas em soluções**. Curitiba: SANEPAR, Finep, 2001. cap. 2.
- ALTAFIN, V. L.; POLONIO, W.; MEDEIROS, G. A.; BRANDÃO, M. F.; ZUIN, F. D.; BUSCARATO, E. A.; MENEZES, M. O. Utilização de lodo de fosfatização na produção de mudas de espécies nativas. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 1, n. 1, p. 45-50, 2004.
- ANDREOLI, C. V.; FERREIRA, A. C.; CHERUBINI, C.; TELES, C. R.; CARNEIRO, C.; FERNANDES, F. Higienização do lodo de esgoto. In: ANDREOLI, C.V. (Coord). **Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final**. Rio de Janeiro: Prosab/ABES, 2001. p 87-117.
- ARAÚJO, A. P.; SOBRINHO, S.P. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 35, n.3, Edição Especial, p. 581-588, 2011.
- ASSENHEIMER, A. Benefícios do uso de biossólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais. **Ambiência**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 321-330, 2009.
- BARBEDO, C. J.; FILHO, J. M.; NOVEMBRE, A. D. L.C. Condicionamento osmótico e armazenamento de sementes de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.354-360, 1997.
- BERTON, R. S.; NOGUEIRA, T. A. R. Uso do lodo de esgoto na agricultura. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A.; PIRES, A. M. M. (Orgs). **Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a Resolução n. 375 do CONAMA**. Botucatu: FEPAF, 2010. p. 31-50.
- BETTIOL, W.; CAMARGO, O. de. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.
- BONNET, B. R. P.; WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C. B.; NOGUEIRA, A. C.; ANDREOLI, C. V.; BARBIERI, S. J. Effects of substrates composed of biosolids on the production of *Eucalyptus viminalis*, *Schinus terebinthifolius* and *Mimosa scabrella* seedlings and on the nutritional status of *Schinus terebinthifolius* seedlings. **Water Science and Technology**, New York, v.46, n.10, p.239-246, 2002.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº375, de 29 de agosto de 2006**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>.

CALDATO, S. L.; LONGHI, S. J. FLOSS, P. A. Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma Floresta Ombrófila Mista, em Caçador (SC). **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v.9, n.1, p.89-101, 1999.

CALDEIRA, M. V. W. GARCIA, G. de O.; GONÇALVES, E. de O.; ARANTES, M. D. C.; FIEDLER, N. C. **Contexto e perspectivas da área florestal no Brasil**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 418 p, 2011.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013.

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

CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G.; SOARES, L.M.S. Crescimento de mudas em raiz nua de *Pinus taeda*, L., sob cinco espaçamentos no viveiro e seu desempenho no campo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, p.305-310, 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA, Vol. 1. 1039p., 2003.

CASSINI S. T.. **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Rio de Janeiro: Prosab, RIMA ABES, 2003.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T.; Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia sp*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DELGADO, L. G. M. **Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos**. 2012. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - FCA, UNESP, Botucatu, 2012.

FAUSTINO, R.; KATO, M. T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato na produção de Senna siamea. Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, Supl., p.278-282, 2005.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de bio-sólidos**. Londrina: UEL, 2006. 91p.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma plyneuron* Mull. Arg. Produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Tese (Doutorado) – Jaboticabal, SP. Universidade Estadual Paulista, 2000. 113 p.

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

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

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2004. 116p.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M. ; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, cap. 11, p. 309-350.

GONÇALVES, L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-ROM.

GUEDES, M. C.; POGGIANI, F. Variação dos teores de nutrientes foliares em eucalipto fertilizado com bio sólido. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 63, p. 188-201, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JARENKOW, J. A; BUDKE, J. C. Padrões florísticos e análise estrutural de remanescentes florestais com *Araucaria angustifolia* no Brasil. In: FONSECA, C. S. D.; SOUZA, A. F.; ZANCHET, A. M. L.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADE, G. M. S. (Eds.). **Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. Ribeirão Preto: Holos. p. 113-126, 2009.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros, 2005. 256p.

KÄMPF, A. N.; TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. **Floricultura: Técnicas de preparo de substratos**. Brasília: LK, 2006. 132p.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KRATZ, D; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 125-136, 2013

LELES, P. S. S., LISBOA, A. C., OLIVEIRA NETO, S. N., GRUGIKI, M. N.; FERREIRA, M. A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, v. 13, p. 69-78, 2006.

LINDNER, E. A. **Estudo de eventos hidrológicos extremos na bacia do Rio do Peixe – SC com aplicação de índice de umidade desenvolvido a partir do Tank**

Model (PDF). 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seus desempenho no campo**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.

MAAS, K. D. B. **Biossólido como substrato na produção de mudas de timburi**. 2010. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

MAGELA, M. L. M; CAMARGO, R. de; SOUZA, M. F. de; FILHO, A. A.; PAULA, C.O. de. Biossólido na Produção de Mudas de Eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.14, p.166-178, 2012.

MAIA, C. M. B. F. Uso da casca de pinus e lodo biológico como substrato para a produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 39, n.1, p. 81-92, 1999.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W. ; CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA MEIO AMBIENTE, p. 109-141, 2000.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 26, n. 1/2, p. 3-16, 1996.

NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELLO, E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após a aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 385-392, 2004.

PADOVANI, V. C. R. **Uso de composto orgânico de lodo de esgoto para adubação de plantio de essências florestais**. 2013. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

PAEZ, D. R. M. **Utilização do lodo de esgoto na produção de mudas e no cultivo do eucalipto (*eucalyptus spp*)**. 2011. 44p. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação e Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. de M.; FERRAZ, A. de V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n.84, p. 499-511, dez. 2009.

PEGORINI, E. S. **Avaliação de impactos ambientais do programa de reciclagem agrícola de lodo de esgoto na região metropolitana de Curitiba**. 217p. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

PERONI, L. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus grandis***. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

REITZ, J. R. **Meliaceae**. Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí, 1984. 140p.

ROCHA, G. N.; GOLÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 623-639, 2004.

RODRIGUES, V. A. **Propagação vegetativa de aroeira (*Schinus terebinthifolius Raddi*), canela-sassafrás (*Ocotea pretiosa* Bent & Hook) e cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo), através de estacas radicais e caulinares**. 1990. 90 f. Tese (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR. 1990.

SANTOS, G. A.; XAVIER, A.; WENDLING, I; OLIVEIRA, M. L. Uso da miniestaquia na propagação clonal de cedro rosa (*Cedrela fissilis*). In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., Porto Seguro. **Resumos técnicos**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 203 p., 2000.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Paraptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 637-644, 2010.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O. A.; SANTOS, K. G. dos. Compostos de lodo de esgoto para a produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 613-621, 2012.

SILVA, B. V. N.; PINTO, L. V. A.; Potencial do uso do lodo de esgoto como adubo orgânico em cobertura de espécies florestais nativas plantadas em área degradada por pastagem. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre – MG, v. 2, p. 50-56, 2010.

SILVA, P. H. M.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; MOREIRA, R. M. Crescimento de *Eucalyptus grandis* tratado com diferentes doses de lodos de esgoto úmido e seco, condicionados com polímeros. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.77, p.79-88, 2008.

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 91-100, 2012.

SOUZA, C.A.M.; OLIVEIRA, R. B. de; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. de S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, L.A. Uso de biossólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.150-162, 2003.

TSUTYA, M. T. Alternativas de disposição final de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgoto. In: BETTIOL, W. e CAMARGO, O. A. (Eds). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.69-106.

UESUGI, G. **Desenvolvimento e viabilidade econômica de mudas de espécies florestais nativas com o uso de fertirrigação em substratos a base de biossólido compostado**. 112p. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu-SP, 2014.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M. ; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 167-190.

WENDLING, I; GATTO, A. **Substratos, fertilização e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2002. 166p.