

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

JOSEANE BORTOLINI

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS PARA  
A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS UTILIZANDO CAMA  
DE AVIÁRIO E LODO DE ESGOTO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2014

JOSEANE BORTOLINI

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS PARA  
A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS UTILIZANDO CAMA  
DE AVIÁRIO E LODO DE ESGOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
como requisito parcial para a  
conclusão do Curso de Bacharelado  
em Engenharia Ambiental da UTFPR,  
Câmpus Francisco Beltrão.

Orientadora: Dra. Dinéia Tessaro

Co-orientadora: Dra Morgana Suszek  
Gonçalves

FRANCISCO BELTRÃO

2014



---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso – TCC - 2**

Produção de mudas de espécies arbóreas nativas para a recuperação de áreas degradadas utilizando cama de aviário e lodo de esgoto

por

Joseane Bortolini

Monografia apresentada às **16:00 horas. do dia 30 de Janeiro de 2014** como requisito parcial para obtenção do título de **ENGENHEIRA AMBIENTAL**, Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Banca examinadora:

---

**Prof<sup>ª</sup>. MsC. PRISCILA S. DA  
CONCEIÇÃO**  
UTFPR – convidada

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup>. DINÉIA TESSARO**  
UTFPR Orientadora

---

**Prof<sup>ª</sup>. MsC. MARLISE SCHOENHALS**  
UTFPR Convidada

---

**Prof. Dr. Juan Carlos Pokrywiecki**  
Coordenador do TCC-2

A copia original encontra-se assinada na coordenação de Engenharia Ambiental

Com muito carinho, dedico este trabalho a toda minha família, pela compreensão apoio e contribuição para minha formação acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Há tantos a agradecer, por tanto se dedicarem a mim, não somente por terem ensinado, mas por terem me feito aprender. Sem dúvidas estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte desta importante fase da minha vida, portanto peço desculpas aos que não estão presentes entre essas palavras, mas estejam certos que em meus pensamentos fazem parte da minha gratidão.

Primeiramente reverencio a Professora Dra. Dinéia Tessaro pela sua dedicação e pela orientação deste trabalho e a Professora Dra. Morgana Suszek Gonçalves pela coorientação e, por meio delas, me reporto a toda a comunidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pelo apoio incondicional.

Agradeço também aos pesquisadores e professores da banca examinadora e a todos os demais pela contribuição e atenção dedicadas ao estudo, em especial a Professora Dr. Sheila Oro.

Sou grata à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) por terem cedido as mudas necessárias para a realização do estudo e terem ainda permitido que o experimento fosse conduzido na estufa do Viveiro Municipal da Prefeitura.

Deixo ainda registrado o meu reconhecimento à minha família e ao meu noivo, que me acompanharam e me incentivaram nesses cinco anos de dedicação e compreenderam meus momentos de ausência, hoje não tenho dúvidas que o futuro, é feito a partir da constante dedicação no presente.

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”

(Mahatma Gandhi)

## RESUMO

BORTOLINI, JOSEANE. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas para a recuperação de áreas degradadas utilizando cama de aviário e lodo de esgoto. 2014. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão. 2014.

O aumento populacional e sua expansão desordenada tem levado a demanda crescente por produtos de origem animal e vegetal capazes de atender as necessidades desta população. Conseqüentemente, grandes áreas de terras precisam ser utilizadas para este fim, sendo que seu manejo inadequado tem sido responsável pelo aumento significativo de áreas degradadas em diferentes regiões do mundo. Neste sentido, uma alternativa para a recuperação é o reflorestamento com espécies arbóreas nativas. Considerando o exposto, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar tratamentos formulados com substratos alternativos, com o intuito de avaliar a melhoria no desenvolvimento e viabilidade da produção de mudas. Para isso, no Viveiro Municipal da Prefeitura de Francisco Beltrão, esses substratos alternativos foram testados em mudas de duas espécies nativas do estado do Paraná (*Cedrela fissilis* e *Anadenanthera macrocarpa* (Benth).Brenan) indicadas para aplicação na recuperação de áreas degradadas. Os tratamentos testados foram: T0: 100% substrato; T1: 75% substrato + 25% cama de aviário; T2: 50% substrato + 50% cama de aviário; T3: 75% substrato + 25% lodo de esgoto; T4: 50% substrato + 50% lodo de esgoto. Com o intuito de verificar sua eficácia, as plantas de cada tratamento foram avaliadas aos 30, 60 e 90 dias após replantio quanto aos parâmetros fitométricos: comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR). Em cada avaliação foram analisados os parâmetros fitométricos de cinco mudas de cada espécie em cada um dos tratamentos, permitindo verificar sua influência sobre a viabilidade das mudas. O uso da cama de aviário na produção das mudas não foi eficiente, uma vez que as plantas, nos tratamentos T1 e T2, não sobreviveram. Quanto ao uso do lodo de esgoto, o mesmo apresentou resultados estatisticamente iguais, aos 90 dias após o replantio, ao tratamento T0, que utilizava apenas substrato comercial, evidenciando a possibilidade do seu reaproveitamento na produção de mudas de angico e cedro.

Palavras-chave: Parâmetros fitométricos. Resíduos sólidos. Ambiente degradado. Recuperação.

## ABSTRACT

BORTOLINI, JOSEANE. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas para a recuperação de áreas degradadas utilizando cama de aviário e lodo de esgoto. 2014. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão. 2014.

Population growth and its sprawl has led to increasing demand for products of animal and plant capable of meeting the needs of this population origin. Consequently, large areas of land must be used for this purpose, and the inadequate management has been responsible for the significant increase of degraded areas in different regions of the world. In this sense an alternative to recovery is reforestation with native tree species. Considering the above, this study aims to assess formulated with different alternative substrates, in order to verify the improvement in the development and viability of seedlings treatments. For this, the Municipal Nursery Prefectural Francisco Beltrão, these alternative substrates were tested in seedlings of two native species in the state of Paraná (*Cedrela fissilis* e *Anadenanthera macrocarpa* (Benth). *Brenan*) indicated for use in reclamation. The treatments were: T0:100 % substrate , T1: 75 % + 25 % substrate poultry litter,T2: 50 % substrate + 50% poultry litter,T3: 75 % + 25 % substrate sewage sludge,T4: 50 substrate + % 50 % sewage sludge . In order to verify its effectiveness , the plants in each treatment were evaluated at 30, 60 and 90 days after replanting regarding fitometric parameters: length of root (CR),shoot length (CPA),number of leaves (NL) , root dry mass (RDM), dry mass (MSPA), stem diameter(DC), fresh weight (MFPA) and fresh root mass (MFR). In each review the parameters fitometric five seedlings of each species in each treatment, allowing you to check their influence on the viability of the seedlings were analyzed. The use of poultry litter in the nursery was not efficient, since the plants, the T1 and T2, did not survive. Regarding the use of sewage sludge, the same results showed statistically similar at 90 days after replanting, the T0, which used only commercial substrate, showing the possibility of their reuse in producing seedlings of cedar and mimosa.

Keywords: Parameters fitometric. Solid waste. Degraded environment. Recovery.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espécies utilizadas e os respectivos tratamentos utilizados em %.....	23
Tabela 2 – Caracterização química dos resíduos de cama de aviário e lodo de esgoto.....	24
Tabela 3 – Valores médios dos parâmetros fitométricos analisado para as mudas de Angico aos 30 dias após o replantio.....	28
Tabela 4 – Valores médios dos parâmetros fitométricos analisado para as mudas de Angico aos 60 dias após o replantio.....	29
Tabela 5 – Valores médios dos parâmetros fitométricos analisado para as mudas de Angico aos 90 dias após o replantio.....	30
Tabela 6 – Valores médios dos parâmetros fitométricos analisado para as mudas de Cedro aos 30 dias após o replantio.....	32
Tabela 7 – Valores médios dos parâmetros fitométricos analisado para as mudas de Cedro aos 60 dias após o replantio.....	34
Tabela 8 – Valores médios dos parâmetros fitométricos analisado para as mudas de Cedro aos 90 dias após o replantio.....	35

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1 Áreas degradadas .....	13
2.2 Resíduos sólidos .....	15
2.2.1 Cama de Aviário .....	15
2.2.2 Lodo de Esgoto .....	17
2.3 Produção de mudas .....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	22
3.1.1 Local.....	22
3.1.2 Experimento .....	22
3.1.3 Análise estatística .....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Angico .....	27
4.1.1 Aos 30 dias após o replantio .....	27
4.1.2 Aos 60 dias após o replantio .....	29
4.1.3 Aos 90 dias após o replantio .....	30
4.2 Cedro.....	32
4.2.1 Aos 30 dias após replantio .....	32
4.2.2 Aos 60 dias após replantio .....	33
4.2.3 Aos 90 dias após replantio .....	34
5 CONCLUSÃO.....	37

## 1 INTRODUÇÃO

O homem, desde os primórdios de sua existência necessita da terra e de seus recursos naturais para a sua sobrevivência, os quais são utilizados em escala superior a sua capacidade natural de reposição. Com isso, muitas áreas ficam desprotegidas, sujeitas a degradação, tornando necessária a tomada de medidas de recuperação.

Levando em consideração essa crescente necessidade de recuperação de áreas já degradadas ou em processo de degradação, buscam-se métodos economicamente viáveis, eficientes e de fácil aplicação para tal fim.

Muitas são as técnicas disponíveis para a recuperação de áreas degradadas, sendo o reflorestamento uma das alternativas mais utilizadas, por ser uma opção viável, de baixo custo e com bons resultados. Neste sentido, a possibilidade de novas alternativas para a produção de mudas, como o uso de resíduos sólidos, pode trazer resultados satisfatórios, como redução no tempo de produção de mudas, melhoria de sua qualidade, bem como maior viabilidade no transplante para o campo.

Embora esta potencialidade exista, as respostas quanto à sua efetividade ainda são bastante restritas no âmbito da produção de mudas de espécies arbóreas nativas. As principais lacunas a serem preenchidas referem-se aos potenciais fertilizantes de cada resíduo sólido, bem como das melhores dosagens para a obtenção de resultados satisfatórios.

Considerando esta preocupação, é necessária a realização de estudos que avaliem a utilização e os efeitos de diferentes resíduos e dosagens sobre o crescimento de diferentes espécies nativas. Esta análise é de grande importância, pois as concentrações de nutrientes presentes nos diferentes tipos de resíduos podem exercer influências distintas sobre os parâmetros fitométricos das plantas e, conseqüentemente, sobre sua viabilidade. Além disso, a resposta de plantas de uma mesma espécie pode ser distinta em relação a cada tipo de resíduo, permitindo verificar as diferentes interações planta-resíduo, identificando qual a melhor interação para cada espécie. A obtenção destas respostas é capaz de aumentar o sucesso da implantação de sistemas de reflorestamento em áreas degradadas, além

de criar uma alternativa para disposição final de uma série de resíduos sólidos capazes de desencadear processos nocivos ao ambiente.

Neste sentido, este trabalho buscou apresentar uma opção de uso de substratos alternativos na produção de mudas nativas indicadas para a recuperação de áreas degradadas, com o intuito de gerar benefícios ambientais, econômicos e sociais. Para isso, a análise do crescimento e desenvolvimento das mudas foi realizado com base nos parâmetros fitométricos: Comprimento de Raiz (CR), Comprimento da Parte aérea (CPA), Número de folhas (NF), Massa Seca de Raiz (MSR), Massa Seca de Parte Aérea (MSPA), Diâmetro do Coleto (DC), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Fresca da Raiz (MFR), verificando a possibilidade de influência dos resíduos sólidos (cama de aviário e lodo de esgoto) sobre o crescimento das mesmas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Áreas degradadas

O crescente aumento populacional gera cada vez mais a necessidade de alimentos, espaço e condições para sobrevivência, intensificando as ações antrópicas no ambiente (KITAMURA et al.,2008).

Essas atividades antrópicas, quando desenvolvidas de forma desordenada, acarretam na degradação dos ecossistemas, podendo acelerar processos erosivos, deslizamentos e o esgotamento dos recursos naturais (VALCARCEL & SILVA, 2004).

A degradação pode atingir diferentes níveis, de acordo com o agente desencadeador do processo, bem como das medidas de controle empregadas para reverter esse processo. No entanto, dependendo do grau de degradação causado, nem sempre é possível o retorno às condições originais da área degradada (ARATO et al.,2003).

O Decreto Federal nº 97.632 (1989), que regulamenta o Artigo 2º da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) define nos artigos Art.2º e Art.3º respectivamente,

“São considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais” e que, “a recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”.

Nesse contexto, o tema Recuperação de Áreas degradadas (RAD) está ganhando cada vez mais espaço no Brasil e refere-se às diversas técnicas que podem ser aplicadas no ambiente degradado com o intuito de reverter a situação (ARONSON et al., 2011).

Ocorre na literatura confusão entre os termos recuperação e restauração, mas a Lei Federal nº 9.985 de 18/07/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) distingue os termos no seu Art. 2º da seguinte forma:

XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;  
XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original;

Com o intuito de recuperar tais áreas, várias técnicas tem sido desenvolvidas e aprimoradas, como por exemplo, as técnicas de bioengenharia e diferentes processos biológicos (ARAUJO et al., 2013; MATTA et al.,2007).

No entanto, no Brasil, especialmente nos casos em que a causa de degradação é o uso inadequado do solo, a recomposição de áreas tem sido efetuada através da técnica de reflorestamento, sendo assim necessário o conhecimento do comportamento nutricional das espécies utilizadas para tal finalidade (FERNANDES et al.,2000).

Neste sentido, Sarzi et al. (2008) estudaram a formação de mudas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) *brenan*) em substrato a base de casca de pinus compostada, variando as soluções de fertirrigação, sendo, a cada 15 dias, avaliada a altura da parte aérea das mudas e o diâmetro de colo. Os autores verificaram que a partir dos 54 dias após a semeadura, o parâmetro altura aumentou com o incremento das concentrações de fertilizantes das soluções. A aplicação das soluções de fertirrigação foi realizada semanalmente via irrigação por subsuperfície em soluções completas com concentrações seguindo as doses de adubação a fim de alcançar condutividades elétricas das soluções próximas de 1,0dS m<sup>-1</sup>; 2,0 dS m<sup>-1</sup>; 3,0 dSm<sup>-1</sup>; 4,0 dS m<sup>-1</sup> e 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados indicam que mudas de *Anadenanthera macrocarpa* devem ser produzidas em solução de fertirrigação de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, já que alcançaram alturas adequadas, e maiores diâmetros de colo, indicando maior resistência da muda em campo.

De encontro ao trabalho citado, Silva et al. (2012) avaliaram os parâmetros fitométricos: altura de colmo ; altura até o ápice da folha em expansão ; altura de perfilho ; diâmetro de colmo; número de folhas e área foliar, com o objetivo de identificar quais parâmetros apresentavam relação com a massa seca da parte aérea na espécie *Brachiaria decumbens* em Latossolo do Cerrado. A adubação de implantação foi realizada dois dias antes do transplante, com fósforo na dose de 200 mg dm<sup>-3</sup>, cuja fonte utilizada foi o superfosfato simples. A segunda adubação foi

realizada dez dias após o transplante, com nitrogênio e potássio, nas doses de 200 e 150 mg dm<sup>-3</sup>, com as fontes uréia e cloreto de potássio, respectivamente. Os resultados obtidos permitiram aos autores, concluir que todos os parâmetros, com exceção do diâmetro do colmo, possuem correlação com a massa seca da parte aérea, porém o parâmetro fitométrico que melhor estima a massa seca da parte aérea de *Brachiaria decumbens* é a altura de colmo, pois apresentou maior coeficiente de correlação.

Contudo, observa-se que a demanda de conhecimento gerada pela sociedade com o intuito de reverter os problemas ambientais, tem provocado a criação de novas técnicas e estratégias de recuperação de áreas degradadas (VALCARCEL & SILVA, 2004).

## 2.2 Resíduos sólidos

### 2.2.1 Cama de Aviário

Nas últimas décadas, a produção de animais tem sido aprimorada, passando de criação extensiva para o modelo intensivo de confinamento, visando aumentar a eficiência do processo e reduzir custos de produção (KUNZ & OLIVEIRA, 2006).

Segundo o Sindicato das Indústrias de Produtos Avícolas do estado do Paraná (Sindiavipar), a produção de frango (cabeças abatidas) passou de 26,90% do ano 2011, para 27,93% em 2012, no estado do Paraná. Sendo que a exportação do mês de outubro de 2013 foi de 116.502.502 kg para o estado do Paraná, seguido de 86.865.295 em Santa Catarina e 59.153.084 no Rio Grande do Sul.

Dentre os resíduos gerados na atividade, destaca-se em maior quantidade a cama de aviário, a qual pode ser reutilizada por até 12 lotes dependendo da sua qualidade, volume e manejo (VIEIRA, 2011; TESSARO, 2011).

Os materiais constituintes da cama de aviário são basicamente a serragem, maravalha, casca de arroz, sabugo de milho e capim (GONÇALVES, 2013).

São gerados anualmente um grande volume de resíduos na forma de esterco, efluentes, camas de aves e aves mortas. O estrume em específico possui

um teor de nitrogênio (N) suficiente, para fertilizar grandes áreas de cultivo de cereais, contendo um nível de fósforo (P) e potássio (K) suficiente para suprir as necessidades de cereais como o milho. Indicando a potencialidades deste resíduo como fertilizante agrícola (SEIFFERT, 2000).

Em função da alta concentração dos resíduos do sistema de produção de animais confinados (SPACs), os problemas ambientais tem se intensificado, criando a necessidade de alternativas para minimizar os impactos e agregar valor aos resíduos gerados (KUNZ & OLIVEIRA, 2006). Como possibilidade, o esterco de aves pode ser usado como fertilizante orgânico, em cultivos hortícolas, fruticultura, florestas e para compor os solos destinados à jardinagem (SEIFFERT, 2000).

Segundo Trazzi et al. (2012), o uso dos estercos de origem animal proporciona melhoria nos atributos químicos dos substratos. Os autores salientam que para comprovar a potencialidade dos substratos formulados com esse material é recomendado testar mudas florestais como indicadores biológicos.

Carvalho et al. (2004) testaram dosagens crescentes de cama de aviário, nas proporções de 0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50% em mistura com terriço retirado de 0-20cm de um Latossolo Amarelo. Os pesquisadores observaram que a cama de aviário propiciou aumento no crescimento das mudas de Abieiro nas doses de 10% e 20%, e morte ou redução do crescimento nas doses superiores. Com base neste resultado, os autores observaram que a dose de cama de aviário frango, como fonte de nutrientes, na formação de substrato para a produção de mudas de Abieiro, deve ser na proporção de 10% a 15% da mistura, obtendo-se a máxima produção da plântula, em matéria seca.

Estudo similar foi desenvolvido por Frade Junior et al. (2011), para avaliar o uso de cama de aviário combinada a outros componentes em diferentes proporções na produção de mudas de Ingazeiro (*Inga edulis* Mart) .

Os tratamentos avaliados foram: T1: testemunha absoluta: 100% substrato comercial; T2:cama de frango 10%, moinha de carvão 70%, argila 10% e areia 10%; T3:cama de frango 20%, moinha de carvão 60%, argila 10% e areia 10%; T4:cama de frango 30%, moinha de carvão 50%, argila 10% e areia 10%; T5:cama de frango 40%, moinha de carvão 40%, argila 10% e areia 10%; T6:cama de frango 50%, moinha de carvão 30%, argila 10% e areia 10% e T7:areia 100%.

Os resultados reportados pelos autores demonstraram que o tratamento T3, composto com 20% de cama de frango, proporcionou maiores valores para os



parâmetros altura da parte aérea, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, sendo que o substrato comercial foi inferior aos substratos alternativos apenas na variável comprimento da raiz.

Os resultados descritos nos diferentes estudos citados indicam o potencial de utilização da cama de aviário na produção de mudas, embora doses elevadas desencadeiem efeito tóxico sobre as mudas. Neste sentido, fica clara a necessidade de estudos adicionais utilizando outras espécies e dosagens distintas a fim de confirmar esta potencialidade e o estabelecimento de doses máximas.

### 2.2.2 Lodo de Esgoto

O aumento populacional dos centros urbanos ocasiona cada vez mais a geração de grandes quantidades de diversos resíduos, destacando-se o resultante do tratamento de águas servidas, conhecido como lodo de esgoto (NASCIMENTO et al., 2004).

O Brasil é um país em desenvolvimento e fomenta a proteção dos recursos hídricos através dos sistemas de tratamento de esgoto. No entanto, está se deparando com o problema da disposição do lodo gerado no processo (DAMASCENO & CAMPOS, 1998).

A composição do lodo de esgoto pode variar em função da origem, tratamento e caráter sazonal, sendo que um lodo de esgoto típico é composto em sua maior porcentagem por matéria orgânica (40%), pequenas porcentagens de nitrogênio (4%) e fósforo (2%), demais macro e micro nutrientes e alguns elementos tóxicos (BETTIOL & CAMARGO, 2006).

Neste sentido, uma alternativa promissora para a disposição final deste resíduo é a utilização do lodo de esgoto como adubo orgânico, principalmente na recuperação de áreas degradadas (CAMPOS & ALVES, 2008).

Portanto, o uso do lodo de esgoto como fertilizante pode ser limitado em função de alguns fatores, como a presença desses compostos tóxicos e patógenos, capazes de promover a contaminação de águas superficiais e transmissão de metais na cadeia alimentar (DAMASCENO & CAMPOS, 1998).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 375 de 2006, define os critérios e procedimentos necessários para o uso agrícola do lodo de esgoto, em especial em seu Art. 7º, define que a caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado a ser aplicado deve incluir os seguintes aspectos:

- I - potencial agronômico;
- II - substâncias inorgânicas e orgânicas potencialmente tóxicas;
- III - indicadores bacteriológicos e agentes patogênicos; e
- IV - estabilidade.

Sendo que os lotes de lodo de esgoto e de produtos derivados, devem respeitar os limites máximos apresentados nas tabelas 2 e 3 da seção III da mesma.

Em países mais desenvolvidos, o lodo de esgoto vem sendo muito utilizado na agricultura e em plantios florestais como condicionador de solos desestruturados e pobres e como fonte de matéria orgânica e nutriente (PAIVA et al., 2009).

No caso de reflorestamento, seu uso apresenta grande vantagem por tratar-se de uma atividade que não envolve produtos para consumo alimentar e pode ser instalado em áreas distantes de núcleos populacionais, com acesso restrito a seres humanos e animais (CAMPOS & ALVES, 2008).

Campos & Alves (2008), estudaram a influência do lodo de esgoto na recuperação de propriedades físicas de um Latossolo Vermelho degradado, cultivado há 2,5 anos com eucalipto (*Eucalyptus citriodora Hook*) e braquiária (*Brachiaria decumbens*) no município de Selvíria – MS, e observaram que seu uso proporcionou maior teor de matéria verde e seca da braquiária e promoveu maior crescimento das plantas de eucalipto.

Paiva et al.,(2009) por sua vez, analisaram o crescimento inicial de mudas das espécies nativas aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolia Raddi*), cabreúva-vermelha (*Myroxylon peruiferum L. f.*), pau-de-viola (*Cytarexillum myrianthum Cham*) e unha-de-vaca (*Bauhinia forficata Link*), adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral segundo os seguintes tratamentos: T0 – testemunha (sem lodo e sem adubo mineral); testemunha com fertilização mineral; sendo que os demais tratamentos (T1; T2; T3; T4 e T5) foram constituídos por diferentes doses de lodo de esgoto gerado na ETE de Barueri da SABESP nas seguintes proporções: 1,25 g dm<sup>-3</sup>, 2,25 g dm<sup>-3</sup>, 5 g dm<sup>-3</sup>, 10 g dm<sup>-3</sup> e 20 g dm<sup>-3</sup>. Com

base nos resultados obtidos pelos autores observou-se que as diferentes doses de lodo de esgoto no solo estimularam o crescimento das mudas das espécies em altura e na produção de biomassa, indicando a potencialidade de seu uso para o aumento da viabilidade de mudas de espécies arbóreas.

### 2.3 Produção de mudas

A preocupação mundial com a qualidade ambiental tem ganhado cada vez mais espaço, estimulando o aumento de serviços voltados à produção de mudas de espécies indicadas para recuperação de áreas degradadas (JOSÉ et al., 2005).

O sucesso de projetos de reflorestamento comercial ou conservacionista depende principalmente da escolha correta das espécies a serem utilizadas (CUNHA et al., 2005). Neste contexto, visando à recuperação de áreas degradadas, a recomendação é que sejam utilizadas mudas de espécies nativas, adaptadas as condições do ambiente a ser recuperado, sendo a qualidade das mudas um fator determinante para seu sucesso, pois interfere na sua capacidade de sobrevivência inicial no ambiente, bem como no crescimento futuro das árvores, o qual se encontra diretamente ligado à produtividade da floresta (SAIDELLES et al., 2009; SIMÕES, 1987).

A produção de mudas em ambientes protegidos permite que as mudas sejam de melhor qualidade, resultando em lavouras produtivas, indicando que as mesmas são oriundas de locais específicos para sua produção. No entanto, além do ambiente outros fatores são fundamentais para a qualidade das mudas como: sombreamento, ventilação, recipiente, bem como a qualidade do substrato (REISSER JUNIOR et al., 2008), pois este atua como fonte de matéria orgânica, responsável por reter a umidade e fornecer os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento (CUNHA et al., 2006). Em função destas potencialidades, os estudos referentes à qualidade do substrato têm sido intensificados em busca da melhoria da qualidade das mudas produzidas, com o intuito de promover sucesso de seu transplante para o campo (GONÇALVES et al., 2008).

Além disso, nos plantios em áreas degradadas têm-se dado preferência às mudas produzidas em sacos plásticos, do que, as produzidas em tubetes, em função

das maiores dimensões para o desenvolvimento da muda, o que acaba influenciando na maior sobrevivência e crescimento após o plantio (JOSÉ et al., 2005).

Diversas espécies nativas podem ser utilizadas para a recuperação de áreas degradadas, dentre elas a Bracatinga (*Mimosa scabrella*), Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan), Cedro (*Cedrela fissilis*), Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*), Aroeira-preta (*Astronium graveolens*), entre outras.

Dentre essas espécies, o Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) ou popularmente conhecido como Angico- preto, é uma espécie arbórea de ocorrência natural no Brasil, pertencente à família *Leguminosae* *Mimosoideae*, com grande potencial para a recuperação de áreas degradadas (OLIVEIRA et al., 2012).

Esta espécie (Figura 1) ocorre em solos secos e úmidos; e, além disso, é tolerante a solos rasos, compactados, mal drenados e até encharcados, apresentando crescimento moderado a rápido. Tais características a tornam interessante para uso em reflorestamentos de áreas degradadas pode ser utilizada para a construção civil, produção de carvão etc. (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2000 apud GONÇALVES et al., 2008).



**Figura 1. Mudas de Angico.**  
Fonte: Autora, 2013

Outra espécie nativa usada com sucesso na recuperação de áreas degradadas é a *Cedrela fissilis* (Figura 2), pertencente à família *Meliaceae*, ocorre

no Brasil, do Acre, Mato Grosso até o Rio Grande do Sul, sendo conhecida como cedro, cedro-rosa, cedro-branco e cedro-batata, no estado do Paraná é mais conhecida como cedrinho e cedro-rosa. Além de suas finalidades paisagísticas e comerciais da madeira, esta espécie nativa é recomendada para a recuperação de áreas degradadas (REGO et al., 2009; CARVALHO, 2005).



**Figura 2. Mudanças de Cedro.**  
**Fonte: Autora, 2013**

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Material e Métodos

#### 3.1.1 Local

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Viveiro Municipal, localizado no município de Francisco Beltrão-PR com latitude de 26° 04' S e longitude de 53° 03' W e altitude média de 650m. O clima da região é classificado segundo Wladimir Koppen, como Cfa (clima subtropical úmido mesotérmico) com verões quentes com temperatura superior a 22°C, sem estação seca definida, e meses frios inferior a 18°C (ACIAFB, 2003; GOVERNO DO PARANÁ, 2002).

Segundo dados disponibilizadas pelo Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR); Instituto Tecnológico SIMEPAR, e Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SEAB), os últimos 12 meses, atualizados em outubro de 2013, mostram que nos meses iniciais do experimento a precipitação mensal, em mm (milímetros), foi de 140 no mês de agosto, 210 em setembro e 224 em outubro.

O município está situado na região sudoeste do Estado do Paraná, inserido no Terceiro Planalto do Paraná, sendo o solo predominante caracterizado como Latossolo Roxo e Terra Roxa e a vegetação de florestas subtropicais (GOVERNO DO PARANÁ, 2002; ACIAFB, 2003).

#### 3.1.2 Experimento

As mudas utilizadas para a realização do experimento foram disponibilizadas pelo Viveiro Municipal de Francisco Beltrão, sendo selecionadas entre as espécies arbóreas nativas da região, a *Cedrela fissilis* popularmente conhecido como Cedro e *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, conhecido como Angico.

Os compostos utilizados foram preparados através de uma mistura de substrato (o qual é utilizado costumeiramente para a produção de mudas, obtido comercialmente) com diferentes dosagens de cama de aviário e lodo de esgoto.

As proporções utilizadas totalizaram 5 tratamentos para cada espécie avaliada: T0: 100% substrato; T1: 75% substrato + 25% cama de aviário; T2: 50% substrato + 50% cama de aviário; T3: 75% substrato + 25% lodo de esgoto; T4: 50% substrato + 50% lodo de esgoto (Tabela 1).

O resíduo de cama de aviário utilizado no experimento foi coletado em uma granja próximo a Francisco Beltrão, utilizando a cama de aviário do decimo segundo lote.

O resíduo de lodo de esgoto foi disponibilizado pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) de Francisco Beltrão, o tratamento utilizado consiste basicamente nas etapas de gradeamento, desarenador, reator anaeróbio de lodo fluidizado (RALF), filtro biológico (camada filme de microrganismos), leito de secagem, e calagem para estabilização e desinfecção do lodo.

Tabela 1 - Espécies utilizadas e os respectivos tratamentos em %

Tratamentos	<i>Cedrela fissilis</i> (Cedro)			<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) <i>Brenan</i> (Angico)		
	Substrato	Cama de aviário	Lodo de Esgoto	Substrato	Cama de Aviário	Lodo de Esgoto
T0	100	-	-	100	-	-
T1	75	25	-	75	25	-
T2	50	50	-	50	50	-
T3	75	-	25	75	-	25
T4	50	-	50	50	-	50

Fonte: Autora, 2014.

Os resíduos e o substrato comercial foram caracterizados quimicamente (Tabela 2), no Laboratório de Análises Agrícolas e Ambientais (Agrilab), segundo metodologias da ABNT.

Tabela 2 – Caracterização química dos resíduos de cama de aviário e lodo de esgoto.

<b>Parâmetros</b>	<b>Cama de aviário</b>	<b>Lodo de esgoto</b>	<b>Substrato</b>
<b>pH</b>	8,9	7,5	5,6
<b>Umidade (%)</b>	26,8	10,2	10,2
<b>CO(%)</b>	36,9	9,7	19,2
<b>MO (%)</b>	63,4	16,7	33,0
<b>N (%)</b>	1,9	1,2	0,6
<b>P2O5 (%)</b>	1,7	0,7	1,0
<b>K2O (%)</b>	3,4	0,1	0,4
<b>Ca (%)</b>	2,8	5,3	2,6
<b>Mg (%)</b>	0,7	0,3	0,7
<b>S (%)</b>	0,5	0,8	0,3
<b>Boro (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	55,0	24,0	34,0
<b>Cu (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	416,0	114,0	53,0
<b>Mn (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	382,0	222,0	257,0
<b>Zn (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	300,0	283,0	63,0
<b>Fe (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	7027,0	7519,0	1000,0
<b>Relação C/N</b>	19,5	8,2	30,4

Para o preparo das diferentes proporções de substratos e resíduos, os mesmos foram peneirados em malha de 9 mm, e, então misturados nas porcentagens correspondentes aos tratamentos.

Em seguida, os sacos plásticos para plantar as mudas (10cmx20cm) foram preenchidos de acordo com cada tratamento, sendo então realizada a transferência das mudas. Foram utilizadas mudas com 30 dias de cada uma das espécies. Antes da transferência, o substrato utilizado para a germinação e aderido às raízes foi removido.

Após a transferência das mudas, as mesmas foram mantidas e acompanhadas diariamente no Viveiro Municipal de Francisco Beltrão, o qual conta com irrigação automática quatro vezes ao dia.

### 3.1.3 Análise estatística

Aos 30, 60 e 90 dias após o replantio das mudas nos respectivos tratamentos, seriam selecionadas aleatoriamente cinco mudas de cada tratamento, contemplando um total de 50 plantas em cada uma das coletas. No entanto o T2 foi desconsiderado na primeira coleta contemplando um total de 40 plantas, sendo que



aos 60 e 90 dias, o tratamento T1 também passou a ser desconsiderado, totalizando 30 plantas por coleta aos 60 e 90 dias após o replantio.

Os parâmetros fitométricos analisados foram: Comprimento de Raiz (CR), Comprimento da Parte aérea (CPA), Número de folhas (NF), Massa Seca de Raiz (MSR), Massa Seca de Parte Aérea (MSPA), Diâmetro do Coleto (DC), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Massa Fresca da Raiz (MFR).

A determinação dos parâmetros comprimento de raiz e comprimento da parte aérea foram realizadas com auxílio de régua graduada em milímetros, o número de folhas foi realizado por contagem, enquanto que o diâmetro do coleto foi determinado com paquímetro calibrado. Após mensuração destes parâmetros, as plantas foram separadas em parte aérea e raiz, para a medição da massa fresca de raiz e massa fresca de parte aérea através da pesagem em balança de precisão.

Após esta avaliação, partes aéreas e raízes foram acondicionadas individualmente em sacos de papel Kraft e secas em estufa de circulação de ar, a 60°C, até peso constante, com posterior pesagem em balança de precisão para determinação da massa seca de raiz e massa seca de parte aérea.

Para a realização das análises estatísticas foram considerados apenas os dados referentes aos tratamentos T0, T3 e T4, uma vez que as mudas nos tratamentos T1 e T2 não sobreviveram durante o decorrer do experimento. Os parâmetros fitométricos para cada uma das espécies estudadas foram analisados estatisticamente segundo delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos e cinco repetições, sendo realizada a comparação entre médias pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, com auxílio do software SISVAR, versão 4.6.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Todo o experimento foi conduzido a fim de controlar as condições necessárias para o desenvolvimento das espécies. No entanto, 7 dias após o replantio das mudas, nos respectivos tratamentos a serem testados, notou-se que no tratamento T2 ocorreu à morte de todas as mudas de ambas as espécies utilizadas. Buscando verificar o motivo da morte das plantas, realizou-se, na mesma

semana, uma nova mistura do substrato e da cama de aviário, procedendo-se novo replantio, no entanto, o resultado obtido foi o mesmo.

Aos 15 dias após o replantio notou-se resultados similares no tratamento T1: 25% cama de aviário + 75 % substrato, onde percebeu-se à morte das mudas da espécie de Angico.

Tais resultados, vem de encontro ao reportado por Carvalho et al. (2004), que testaram dosagens crescentes de cama de aviário no desenvolvimento de mudas de Abieiro, sendo: 0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50% em mistura com terriço retirado da camada de 0-20cm de um Latossolo Amarelo. Os autores observaram que a adição de cama de aviário propiciou um aumento no crescimento das mudas nas doses mais baixas (10% e 20%), e morte ou redução do crescimento nas doses superiores.

Com base neste resultado, os autores concluíram que a dose de cama de frango, como fonte de nutrientes, na formação de substrato para a produção de mudas de Abieiro, não deve exceder a proporção de 10% a 15% da mistura, obtendo-se a máxima produção da plântula, em matéria seca. Os referidos autores não descreveram a causa para a redução do crescimento ou morte das plantas.

No entanto, segundo Gianello e Ernani (1983 apud CARVALHO et al., 2004), com base em estudos de vários autores, os danos causados às plantas em função do uso de altas doses de material orgânico podem estar associados à diminuição no suprimento de oxigênio, estresse hídrico, presença de quantidades tóxicas de amônia, de nitrito e de sais, principalmente os de potássio. Esses resultados demonstram a importância do tipo de material orgânico usado como fonte de nutrientes para o Abieiro e seu percentual na composição do substrato.

Frade Junior et al. (2011), por sua vez, testaram os seguintes tratamentos T1: testemunha absoluta:100% substrato comercial; T2:cama de frango 10%, moinha de carvão 70%, argila 10% e areia 10%; T3:cama de frango 20%, moinha de carvão 60%, argila 10% e areia 10%; T4:cama de frango 30%, moinha de carvão 50%, argila 10% e areia 10%; T5:cama de frango 40%, moinha de carvão 40%, argila 10% e areia 10%; T6:cama de frango 50%, moinha de carvão 30%, argila 10% e areia 10% e T7:areia 100% e os resultados descritos indicam o potencial de utilização da cama de aviário na produção de mudas, embora doses elevadas desencadeiem efeito tóxico sobre as mesmas.

Observa-se os resultados apresentados na Tabela 2, que a relação C/N para o resíduo de cama de aviário foi de 19,5. De acordo com Paullus et al. (2000) a relação C/N de um composto estabilizado, pronto para ser utilizado como adubo, deve ser menor que 18/1. Contudo, o composto é considerado humificado ou completamente curado, quando apresenta relação C/N em torno de 10/1 (KIEHL, 1985; HUANG et al. 2004), indicando que possivelmente a cama de aviário utilizada não estava totalmente estabilizada, o que interferiu na sobrevivência das mudas.

Coelho & Verlengia (1973) salientam que a faixa de pH ideal para o desenvolvimento de plantas deve estar próxima à neutralidade, entre 6,0 e 6,5, na qual ocorre maior disponibilidade de nutrientes às plantas. Observa-se que o pH do lodo de esgoto e o substrato estão mais próximos destes valores, enquanto a cama de aviário apresentou pH mais alcalino (8,9).

Considerando a morte prematura das mudas nos tratamentos com cama de aviário, optou-se por realizar a análise estatística considerando apenas os seguintes tratamentos: T0: 100% substrato, T3: 25% lodo de esgoto + 75% substrato e T4: 50% lodo de esgoto + 50 % substrato, para cada uma das espécies nativas.

## 4.1 Angico

### 4.1.1 Aos 30 dias após o replantio

Com os resultados obtidos para as mudas de Angico, aos 30 dias após o replantio, realizou-se o teste de normalidade, constatando-se que todos os parâmetros fitométricos apresentaram normalidade em seus dados pelo teste de Anderson-Darling a 5% de significância.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados obtidos, aos 30 dias, quanto aos parâmetros fitométricos para as mudas de Angico.

**Tabela 3.** Valores médios dos parâmetros fitométricos analisados para as mudas de angico aos 30 dias após o replantio.

Tratamento	CR (cm) <sup>1</sup>	CPA (cm) <sup>2</sup>	NF <sup>3</sup>	MFPA (g) <sup>4</sup>	MFR (g) <sup>5</sup>	DC (cm) <sup>6</sup>	MSR (g) <sup>7</sup>	MSPA (g) <sup>8</sup>
T0	8,44 a	4,00 a	6,00 a	0,13 a	0,11 b	0,1 a	0,02 a	0,06 a
T3	6,84 a	6,18 b	3,60 a	0,13 a	0,05 a	0,1 a	0,01 a	0,05 a
T4	7,30 a	6,56 b	3,60 a	0,13 a	0,06 ab	0,1 a	0,01 a	0,05 a

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey. CR: comprimento de raiz; CPA: comprimento da parte aérea; NF: número de folhas; MFPA: massa fresca da parte aérea; MFR: massa fresca da raiz; DC: diâmetro do coleto; MSR: massa seca da raiz; MSPA: massa seca da parte aérea. T0: 100% Substrato; T3: 25% lodo de esgoto + 75% substrato e T4: 50% lodo de esgoto + 50% substrato. <sup>1</sup>CV: 20,00%; <sup>2</sup>CV: 20,68%; <sup>3</sup>CV: 41,70%; <sup>4</sup>CV: 54,41%; <sup>5</sup>CV: 40,05%; <sup>6</sup>CV: 0,00%; <sup>7</sup>CV: 42,45%; <sup>8</sup>CV: 49,72%.

As análises realizadas com as mudas de Angico demonstram alto coeficiente de variação (CV%) para alguns parâmetros permitindo afirmar que as amostras não provém de uma população homogênea. Acredita-se que esta ampla faixa do coeficiente de variação (%), esteja relacionado com algum fator não controlável ao longo do experimento, como a genética de cada uma das espécies utilizadas e a qualidade das mesmas, sendo este um resultado normal em experimento com plantas.

Em linhas gerais, aos 30 dias após replantio, observou-se que os parâmetros fitométricos, comprimento da parte aérea (CPA) e massa fresca da raiz (MFR) apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Para o parâmetro CPA o tratamento T0 se difere estatisticamente dos tratamentos T3 e T4, os quais não diferiram entre si, apresentando as melhores médias. Tais resultados corroboram com os obtidos por Caldeira et al. (2013), que constataram que as maiores médias de altura para mudas de eucalipto foram obtidas nos tratamentos com 60%, 40% e 20% de lodo de esgoto associado à vermiculita 60:40 (T3), 40:60 (T4), 20:80 (T5), respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. Segundo Caldeira et al. (2012), os tratamentos nos quais foi empregado biossólido apresentaram crescimento superior ao tratamento com apenas substrato comercial na sua formulação.

Quanto ao parâmetro massa fresca da raiz (MFR), observou-se que o tratamento T4 é estatisticamente igual aos tratamentos T0 e T3. No entanto, os tratamentos T0 e T3 são estatisticamente diferentes entre si, ao nível de 5% de significância pelo Teste Tukey, sendo que, o tratamento T0 apresentou melhor média, portanto indica-se o uso dos tratamentos T0 ou T4.

Os demais parâmetros não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Tal fato é interessante em função da possibilidade do uso do lodo de

esgoto como adubação em substituição ao substrato convencional, contribuindo não apenas para a destinação deste resíduo sólido, mas também para a diminuição de custos na produção de mudas.

#### 4.1.2 Aos 60 dias após o replantio

Com os resultados obtidos para as mudas de Angico, aos 60 dias após o replantio, realizou-se o teste de normalidade constatando-se que os parâmetros fitométricos CR, CPA, NF, MFPA, MSR e MSPA apresentaram normalidade em seus dados pelo teste de Anderson-Darling a 5% de significância. Os demais parâmetros (MFR e DC) apresentaram normalidade em seus dados pelos testes de Ryan-Joiner e Komolgorov-Smirnov a 5% de significância.

Na tabela 4 são apresentados os resultados obtidos aos 60 dias quanto aos parâmetros fitométricos para as mudas de Angico.

**Tabela 4.** Valores médios dos parâmetros fitométricos analisados para as mudas de angico aos 60 dias após o replantio.

Tratamento	CR (cm) <sup>1</sup>	CPA (cm) <sup>2</sup>	NF <sup>3</sup>	MFPA (g) <sup>4</sup>	MFR (g) <sup>5</sup>	DC (cm) <sup>6</sup>	MSR (g) <sup>7</sup>	MSPA (g) <sup>8</sup>
T0	17,54 a	16,50 a	14,40a	0,55 a	0,26 a	0,18 a	0,06 a	0,19 a
T3	16,50 a	13,70 a	11,60a	0,32 a	0,14 a	0,12 a	0,05 a	0,14 a
T4	13,00 a	14,30 a	13,80a	0,35 a	0,21 a	0,14 a	0,06 a	0,18 a

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey. CR: comprimento de raiz; CPA: comprimento da parte aérea; NF: número de folhas; MFPA: massa fresca da parte aérea; MFR: massa fresca da raiz; DC: diâmetro do coleto; MSR: massa seca da raiz; MSPA: massa seca da parte aérea. T0: 100% Substrato; T3: 25% lodo de esgoto + 75% substrato e T4: 50% lodo de esgoto + 50% substrato. <sup>1</sup>CV: 21,37%; <sup>2</sup>CV: 23,24; <sup>3</sup>CV: 30,24%; <sup>4</sup>CV: 42,53%; <sup>5</sup>CV: 63,34%; <sup>6</sup>CV: 32,93%; <sup>7</sup>CV: 51,71%; <sup>8</sup>CV: 41,98%.

Observa-se que nenhum dos parâmetros estudados apresentou diferença significativa entre os tratamentos aos 60 dias após o replantio, indicando novamente a possibilidade do uso do lodo de esgoto na produção de mudas de Angico. Tal fato é reforçado por Caldeira et al (2012), que concluíram que uso de bio-sólido na composição do substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* é uma alternativa viável para a disposição final desses resíduos, tendo em vista a economia de fertilizantes, além do benefício ambiental.

#### 4.1.3 Aos 90 dias após o replantio

Com os resultados obtidos para as mudas de Angico, aos 90 dias após o plantio, realizou-se o teste de normalidade, sendo que os parâmetros fitométricos CR, CPA, NF, MFPA, MFR e MSPA apresentaram normalidade em seus dados pelo teste de Anderson-Darling, a 5% de significância. O parâmetro DC apresentou normalidade em seus dados pelos testes de Ryan-Joiner e Komolgorov-Smirnov a 5% de significância. Os dados do parâmetro MSR não apresentaram normalidade por meio de nenhum dos testes a 5% de significância, e, portanto, passaram por transformação de Box-Cox.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados obtidos aos 90 dias, quanto aos parâmetros fitométricos para as mudas de Angico.

**Tabela 5.** Valores médios dos parâmetros fitométricos analisados para as mudas de angico aos 90 dias após o replantio.

Tratamento	CR (cm) <sup>1</sup>	CPA (cm) <sup>2</sup>	NF <sup>3</sup>	MFPA (g) <sup>4</sup>	MFR (g) <sup>5</sup>	DC (cm) <sup>6</sup>	MSR (g) <sup>7</sup>	MSPA (g) <sup>8</sup>
T0	20,00 a	29,8 a	34,4 a	1,42 a	0,52 a	0,22 a	0,28 a	0,62 a
T3	21,60 a	34,3 a	42,2 a	2,98 a	0,54 a	0,24 a	0,19 a	0,87 a
T4	18,60 a	28,0 a	33,2 a	1,98 a	0,37 a	0,24 a	0,15 a	0,80 a

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey. CR: comprimento de raiz; CPA: comprimento da parte aérea; NF: número de folhas; MFPA: massa fresca da parte aérea; MFR: massa fresca da raiz; DC: diâmetro do coleto; MSR: massa seca da raiz; MSPA: massa seca da parte aérea. T0: 100% Substrato; T3: 25% lodo de esgoto + 75% substrato e T4: 50% lodo de esgoto + 50% substrato. <sup>1</sup>CV: 16,21%; <sup>2</sup>CV: 18,96%; <sup>3</sup>CV: 32,87%; <sup>4</sup>CV: 45,45%; <sup>5</sup>CV: 41,24%; <sup>6</sup>CV: 22,13%; <sup>7</sup>CV: 28,41%; <sup>8</sup>CV: 66,43%.

Os resultados, aos 90 dias após o replantio, demonstram que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos em nenhum dos parâmetros estudados. Contudo, observou-se que a maior média para todos os parâmetros fitométricos é referente ao tratamento T3 (25% lodo de esgoto + 75% substrato), indicando que este tratamento seria o mais adequado para a produção das mudas de Angico. Observa-se que este resultado é contrário ao observado aos 30 dias após o replantio, em que a maior média foi observada para o tratamento T0.

Segundo Coelho & Verlengia (1973), a disponibilidade de nutrientes no solo varia em função do pH, quando o mesmo é elevado acima de 6,5, ocorre à diminuição na disponibilidade dos nutrientes zinco, cobre, manganês, ferro e boro,

principalmente quando existentes em pequenas quantidades. Como o pH do lodo de esgoto era 7,5, isto pode ter ocasionado a diminuição da disponibilidade dos nutrientes para a planta pois, possivelmente, no período inicial (fase de adaptação) a planta necessitava absorver maior quantidade de nutrientes em função de terem passado por um período de estresse com a mudança para os respectivos tratamentos. Segundo Caldeira et al. (2013), em seu estudo utilizando lodo de esgoto na produção de mudas de *Eucaliptus grandis*, o melhor substrato testado foi o que apresentou 20% de lodo de esgoto associado a 80% de vermiculita.

A resolução do Conama 375/2006, determina a concentração máxima permitida para diversos metais, sendo que para o Cu o valor é de 1500 mg/kg e para o Zn de 2800 mg/kg. Observa-se na Tabela 2 que os valores referentes ao Zn e Cu para o resíduo lodo de esgoto, ficaram de acordo com o estabelecido pela legislação, sendo 114 e 283 mg/kg, respectivamente.

Hernandes et al (2009) observaram o desenvolvimento e nutrição do Capim-Tanzânia em função da aplicação de zinco e concluiu que do Capim-Tanzânia apresenta alta tolerância á toxicidade de zinco, indicando possuir um nível crítico de 273 mg/kg. Possivelmente, mesmo com os valores de Cu e Zn estarem de acordo com a legislação, ao utilizar o T4, o valor crítico para as mudas de angico pode ter sido ultrapassado, o que justificaria as melhores médias obtidas no tratamento T3.

Os resultados referentes à tabela 5 demonstram que as mudas de Angico alcançaram alturas superiores a 20 cm no período de 90 dias, indicando a possibilidade do seu transplante para o campo. Esta afirmativa encontra respaldo em Sarzi et al. (2008), os quais estudaram a formação de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* em substrato a base de casca de Pinus compostada, variando as soluções de fertirrigação afim de alcançar condutividades elétricas das soluções próximas de 1,0dS m<sup>-1</sup>; 2,0 dS m<sup>-1</sup>; 3,0 dSm<sup>-1</sup>; 4,0 dS m<sup>-1</sup> e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, a aplicação de solução de 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup> proporcionou mudas que alcançaram altura de 20 centímetros, aos 54 dias após a semeadura, que é considerada adequada para plantio em campo.

## 4.2 Cedro

### 4.2.1 Aos 30 dias após replantio

As análises realizadas com as mudas de Cedro demonstram alto coeficiente de variação (CV%) para alguns parâmetros permitindo afirmar que as amostras não provém de uma população homogênea.

Com os resultados obtidos para as mudas de Cedro, aos 30 dias após o plantio, realizou-se o teste de normalidade e constatou-se que os parâmetros fitométricos CPA e MSPA apresentaram normalidade em seus dados pelo teste de Anderson-Darling a 5% de significância. Os parâmetros NF e DC apresentaram normalidade em seus dados pelos testes de Ryan-Joiner e Komolgorov-Smirnov a 5% de significância. O parâmetro MSPA apresentou normalidade em seus dados apenas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância. Os dados dos parâmetros CR, MFR e MSR não apresentaram normalidade por meio de nenhum dos testes a 5% de significância, e, portanto, passaram por transformação de Box-Cox.

Na tabela 6 são apresentados os resultados obtidos aos 30 dias quanto aos parâmetros fitométricos para as mudas de Cedro.

**Tabela 6.** Valores médios dos parâmetros fitométricos analisados para as mudas de cedro aos 30 dias após o replantio.

Tratamento	CR (cm) <sup>1</sup>	CPA (cm) <sup>2</sup>	NF <sup>3</sup>	MFPA (g) <sup>4</sup>	MFR (g) <sup>5</sup>	DC (cm) <sup>6</sup>	MSR (g) <sup>7</sup>	MSPA (g) <sup>8</sup>
T0	7,96 a	5,92 a	4,00 a	0,39 a	0,31 b	0,17 a	0,03 a	0,07 a
T3	5,22 a	5,82 a	4,20 a	0,25 a	0,13 a	0,14 a	0,02 a	0,04 a
T4	5,10 a	5,94 a	3,60 a	0,29 a	0,14 ab	0,18 a	0,02 a	0,05 a

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey. CR: comprimento de raiz; CPA: comprimento da parte aérea; NF: número de folhas; MFPA: massa fresca da parte aérea; MFR: massa fresca da raiz; DC: diâmetro do coleto; MSR: massa seca da raiz; MSPA: massa seca da parte aérea. T0: 100% Substrato; T3: 25% lodo de esgoto + 75% substrato e T4: 50% lodo de esgoto + 50% substrato. <sup>1</sup>CV: 38,30%; <sup>2</sup>CV: 16,12%; <sup>3</sup>CV: 27,46%; <sup>4</sup>CV: 37,78%; <sup>5</sup>CV: 27,11%; <sup>6</sup>CV: 29,57%; <sup>7</sup>CV: 34,13%; <sup>8</sup>CV: 45,48%.

Observa-se que aos 30 dias após o replantio, apenas o parâmetro massa fresca de raiz (MFR) apresentou diferença estatística entre os tratamentos. O



tratamento T4 é estatisticamente igual aos tratamentos T0 e T3. No entanto, os tratamentos T0 e T3 são estatisticamente diferentes entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey, sendo que, o tratamento T0 apresentou melhor média, embora esta não difira estatisticamente do tratamento T4.

Em estudo similar, Faustino et al (2005) testaram as seguintes proporções de lodo com solo: 0% (T1), 25% (T2), 50% (T3), 75% (T4) e uma mistura de 25% de lodo com 25% de pó de coco (T5) no desenvolvimento de mudas de *Senna siamea* Lam. Os autores observaram que os substratos mais ricos em composto orgânico propiciaram melhor crescimento das mudas, com boa formação do sistema radicular e melhor balanço nutricional, sendo o melhor resultado obtido com substrato contendo 50% de lodo, seguido do tratamento composto de 25% de lodo + 25% de pó de coco.

Os demais parâmetros não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, o que indica a possibilidade da substituição do substrato comercial pelo lodo de esgoto, sem prejuízos ao o desenvolvimento das mudas de Cedro.

É interessante observar que aos 30 dias após o replantio das mudas de Angico os parâmetros CPA e MFR foram significativos, no entanto aos 30 dias após o replantio apenas o parâmetro MFR foi significativo para as mudas de Cedro, apresentando médias mais elevadas comparado com a espécie de Angico, sugerindo que esta espécie apresenta maior adaptabilidade ao uso do lodo de esgoto.

#### 4.2.2 Aos 60 dias após replantio

Com os resultados obtidos para as mudas de Cedro, aos 60 dias após o replantio, realizou-se o teste de normalidade constatando-se que os parâmetros fitométricos CR, CPA, NF, MFPA, MFR, MSR e MSPA apresentaram normalidade em seus dados pelo teste de Anderson-Darling a 5% de significância. O parâmetro DC apresentou normalidade em seus dados pelos testes de Ryan-Joiner e Komolgorov-Smirnov a 5% de significância.

Na tabela 7 são apresentados os resultados obtidos aos 60 dias quanto aos parâmetros fitométricos para as mudas de Cedro.

**Tabela 7.** Valores médios dos parâmetros fitométricos analisados para as mudas de cedro aos 60 dias após o replantio.

Tratamento	CR (cm) <sup>1</sup>	CPA (cm) <sup>2</sup>	NF <sup>3</sup>	MFPA (g) <sup>4</sup>	MFR (g) <sup>5</sup>	DC (cm) <sup>6</sup>	MSR (g) <sup>7</sup>	MSPA (g) <sup>8</sup>
T0	15,10 a	15,8 a	26,2 a	1,47 a	0,81 a	0,24 a	0,09 a	0,29 a
T3	13,40 a	16,7 a	27,4 a	1,45 a	0,69 a	0,32 a	0,10 a	0,27 a
T4	13,10 a	17,0 a	28,0 a	1,38 a	0,75 a	0,32 a	0,10 a	0,27 a

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey. CR: comprimento de raiz; CPA: comprimento da parte aérea; NF: número de folhas; MFPA: massa fresca da parte aérea; MFR: massa fresca da raiz; DC: diâmetro do coleto; MSR: massa seca da raiz; MSPA: massa seca da parte aérea. T0: 100% Substrato; T3: 25% lodo de esgoto + 75% substrato e T4: 50% lodo de esgoto + 50% substrato. <sup>1</sup>CV: 28,67%; <sup>2</sup>CV: 26,42; <sup>3</sup>CV: 33,22%; <sup>4</sup>CV: 57,71%; <sup>5</sup>CV: 65,73%; <sup>6</sup>CV: 25,66%; <sup>7</sup>CV: 60,06%; <sup>8</sup>CV: 57,71%.

Observa-se que nenhum dos parâmetros estudados apresentaram diferença significativa entre os tratamentos aos 60 dias após o replantio, indicando a possibilidade do uso do lodo de esgoto na produção de mudas de Cedro, assim como observado para as mudas de Angico.

Resultados semelhantes foram descritos por Trigueiro e Guerrini (2003), que afirmaram que o uso de bio-sólido como componente de substrato é uma alternativa viável para a disposição final deste resíduo, tendo em vista a economia de fertilizante proporcionada e o benefício ambiental. Tal consideração também foi observada por Faustino et al. (2005), que observaram que o uso de lodo de esgoto higienizado como componente de substratos para produção de mudas pode ser uma alternativa viável para sua disposição final e além disso, constitui uma ferramenta a ser utilizada pelas prefeituras, na arborização urbana e recuperação de áreas degradadas.

#### 4.2.3 Aos 90 dias após replantio

Com os resultados obtidos para as mudas de Cedro, aos 90 dias após o plantio, realizou-se o teste de normalidade, sendo que os parâmetros fitométricos CR, CPA, NF, MFPA, MFR, MSR e MSPA apresentaram normalidade em seus dados pelo teste de Anderson-Darling a 5% de significância. O parâmetro DC apresentou normalidade em seus dados pelos testes de Ryan-Joiner e Komolgorov-Smirnov a 5% de significância.

Na tabela 8 são apresentados os resultados obtidos aos 90 dias quanto aos parâmetros fitométricos para as mudas de Cedro.

**Tabela 8.** Valores médios dos parâmetros fitométricos analisados para as mudas de cedro aos 90 dias após o replantio.

Tratamento	CR (cm) <sup>1</sup>	CPA (cm) <sup>2</sup>	NF <sup>3</sup>	MFPA (g) <sup>4</sup>	MFR (g) <sup>5</sup>	DC (cm) <sup>6</sup>	MSR (g) <sup>7</sup>	MSPA (g) <sup>8</sup>
T0	20,20 a	31,9 a	69,8 a	5,65 a	2,24 a	0,48 a	0,44 a	1,49 a
T3	23,10 a	36,6 a	56,4 a	7,23 a	2,32 a	0,52 a	0,46 a	1,52 a
T4	22,20 a	34,4 a	65,6 a	7,55 a	2,14 a	0,56 a	0,50 a	1,77 a

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey. CR: comprimento de raiz; CPA: comprimento da parte aérea; NF: número de folhas; MFPA: massa fresca da parte aérea; MFR: massa fresca da raiz; DC: diâmetro do coleto; MSR: massa seca da raiz; MSPA: massa seca da parte aérea. T0: 100% Substrato; T3: 25% lodo de esgoto + 75% substrato e T4: 50% lodo de esgoto + 50% substrato.<sup>1</sup>CV: 19,69%; <sup>2</sup>CV: 12,61; <sup>3</sup>CV: 22,30%; <sup>4</sup>CV: 30,82%; <sup>5</sup>CV: 45,04%; <sup>6</sup>CV: 18,243%; <sup>7</sup>CV: 50,67%; <sup>8</sup>CV: 38,14%.

Observa-se que nenhum dos parâmetros estudados apresentou diferença significativa entre os tratamentos aos 90 dias após o replantio. Estes resultados corroboram com Trigueiro e Guerrini (2003), os quais avaliaram a produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) testando as seguintes proporções de bio-sólido/casca de arroz carbonizada: 80/20; 70/30; 60/40; 50/50; e 40/60. Os autores observaram que doses iguais ou superiores a 70% de bio-sólido na composição do substrato foram prejudiciais ao desenvolvimento das mudas de eucalipto, recomendando-se uma proporção de 40% a 50% desse material em mistura com casca de arroz carbonizada.

Segundo Rocha et al. (2013), que testaram doses de composto de lodo de esgoto e casca de arroz carbonizada nas seguintes proporções (v/v): 100/0, 80/20, 60/40, 50/50, 40/60 e 20/80, as quais foram comparadas ao substrato comercial comumente utilizado em viveiros, observou que a utilização do composto de lodo de esgoto acima de 40% proporcionaram maior crescimento vegetativo das mudas de eucalipto, indicando que a destinação do lodo de esgoto para esse fim é tecnicamente viável para produção de mudas. De acordo com os dados obtidos na literatura, a proporção de lodo de esgoto na composição dos substratos depende das espécies testadas e principalmente dos diferentes materiais estruturantes utilizados na mistura com o lodo.

Dessa forma, pode-se indicar o uso do tratamento T4 que utiliza uma maior quantidade de lodo de esgoto na composição do substrato para a produção de mudas de cedro, demonstrando viabilidade no aproveitamento do lodo de esgoto

para produção de mudas utilizadas na recuperação de áreas degradadas, desde que sejam utilizados de acordo com a legislação.

Contudo, alguns fatores são importantes na produção de mudas, segundo Macedo (1993) o tempo necessário para a produção de mudas depende da espécie e das condições de clima. É possível afirmar que o tempo médio para mudas de eucalipto e as espécies pioneiras nativas é de 60 a 90 dias e para os pinus é de 150 a 180 dias, mas estes períodos servem apenas como indicadores. As espécies de crescimento muito lento podem necessitar de até 200 ou mais dias de viveiro.

Segundo Pralon (1999 apud CHAVES et al.,2006), o angico vermelho pertence a família *Leguminosae Mimosoideae*, espécies florestais leguminosas, que são pioneiras, ocorrendo espontaneamente, na revegetação de áreas desmatadas ou degradadas, possibilitando o posterior estabelecimento de outras espécies mais exigentes. Lorenzi (2002 apud DIAS et al.,2012) afirma que a característica de rápido crescimento torna o angico vermelho interessante para ser aproveitada em reflorestamento de áreas degradadas.

Segundo Freiburger et al. (2013), o Cedro pertence ao grupo das espécies sucessionais secundárias iniciais a secundárias tardias.

Nota-se, no geral, que as maiores médias para o parâmetro MSR foram aos 90 dias para ambas as espécies em todos os tratamentos, tal resultado colaboram com Carneiro (1995 apud CHAVES et al.,2006), que afirmam que as plantas com maior MSR tem maior probabilidade de sobrevivência, pois sua massa é determinada por seu comprimento e volume. Logo, raízes mais desenvolvidas, apresentam maior área de absorção de água e nutrientes, essenciais para a sobrevivência das plantas (TESSARO et al., 2013).

## 5 CONCLUSÃO

Observa-se a importância que o tema recuperação de áreas degradadas vem ganhando frente à degradação ambiental e, conseqüentemente, a necessidade de alternativas para a redução e mitigação de seus efeitos. Contudo, os trabalhos com espécies nativas indicadas para a recuperação de áreas degradadas são pouco difundidos no estado do Paraná, demandando esforços na busca de respostas.

Conclui-se que a cama de aviário não é adequada para a produção de mudas de Cedro e Angico nas proporções testadas, no entanto, ressalta-se a importância, de em trabalhos posteriores, testar doses menores de cama de aviário na produção das mudas.

A utilização do lodo de esgoto foi eficiente na produção das mudas de Cedro e Angico, sendo similar ao substrato comercial, aos 90 dias após o replantio. Entretanto, deve-se utilizar as dosagens adequadas para cada espécie e considerar a legislação vigente referente ao uso agrícola do lodo de esgoto.

Para a produção de mudas de Angico pode-se indicar o tratamento T3, ou seja, o uso de 75% de substrato juntamente com 25% de lodo de esgoto, enquanto para a produção de mudas de Cedro sugere-se o uso do tratamento T4, composto por 50% de substrato com 50% de lodo de esgoto, indicando que as diferentes espécies respondem de maneira diferenciada ao uso do lodo de esgoto.

## REFERÊNCIAS

ACIAFB. Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Francisco Beltrão. **Perfil de Francisco Beltrão**. Elaboração: Departamento de Eventos. 1. Ed. 80p. 2003.

ARATO, Helga D. et al. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa – MG. **Revista Árvore.**, Viçosa-MG, v.27, n.5, p.715-721, 2003.

ARAUJO, Gustavo, H. et al. **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. 10. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 322p.

ARONSON, James. et al. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **Instituto Florestal: Série Registros.**, São Paulo, n. 44, p. 1-38, 2011.

BETTIOL, Wagner.; CAMARGO, Otávio 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, p. 25-36, 2006.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. **Disponível em:** <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D97632.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm)>. Acesso: em: 30 de ago. 2013.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). **Disponível em:** Acesso: em: 30 de ago. 2013.

CARVALHO, José E. U. et al. Efeito de Doses Percentuais de Cama de Frango na Produção de Mudas de Abieiro. **Comunicado Técnico n. 90**, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 1-3, 2004.

CALDEIRA, Marcos V. et al. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v 43, p.155-163, 2013.

CALDEIRA, Marcos V. W. et al. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Revista Floresta**. Curitiba, v 42, p.77-84, 2012.

CAMPOS, Fabiana. S.; ALVES, Marlene. C. Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado. **R. Bras. Ci. Solo.**, v. 32, p.1389-1397,2008.

CARVALHO, Paulo E. R. Cedro Taxonomia e Nomenclatura. **Circular Técnica n. 113.**, Colombo- PR: Embrapa Florestas, p. 1- 17, 2005.

COELHO, Fernando, S. VERLENGIA, Flávio. **Fertilidade do Solo**. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p.

CONAMA. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos gerados em estação de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e da outras providencias. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. **Acesso em:** 18 fev. 2014.

CUNHA, Adriane C. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore.**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

CUNHA, Alexson M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore.**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

CHAVES, Luciana, L. B. et al. Crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em substrato fertilizado, constituído de resíduos agro-industriais. **Scientia Forestalis**, n. 72, p. 49-56, 2006.

DAMASCENO, Simone; CAMPOS, José R. Caracterização de lodo de estação de tratamento de esgotos sanitários para uso agrícola. **Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS)**,1998.

DIAS, Poliana C. et al. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*(Benth) Brenan) por miniestaquia. **Revista Árvore.**, Viçosa-MG , v.36, n.3, p.389-399, 2012.

FAUSTINO, Ronaldo. et al. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental.**, Campina Grande, v.9, p.278-282, 2005.

FERNANDES, Luiz A. et al. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000.

FRADE JUNIOR, Elizio F. et al. Substratos de resíduos orgânicos para produção de mudas de ingazeiro (*Inga edulis* Mart) no vale do Juruá- Acre. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer.**, Goiânia, v.7, n.13, p. 959- 969, 2011. (Elizio Ferreira Frade Junior)

FREIBERGER, Mariângela B. et al. Crescimento inicial e nutrição de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em função de doses de nitrogênio. **Revista Árvore.**, Viçosa-MG , v.37, n.3, p.385-392, 2013

GONÇALVES, Elzimar O. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore.**, Viçosa-MG , v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.

GONÇALVES, Morgana S. et al. **Caracterização de cama de frangos e perus visando o manejo adequado de resíduos avícolas.** III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management., São Pedro – SP, Brasil, 2013.

GOVERNO DO PARANÁ. **Projeto Riquezas Minerais:** Avaliação do potencial mineral e consultoria técnica do município de Francisco Beltrão: Relatório Final. Curitiba, 2002.

HERNANDES, Amanda. et al. Desenvolvimento e nutrição do capim-tanzânia em função da aplicação de zinco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.5, p.383-389, 2009.

HUANG, G.F.A. et al. Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust. **Waste Manage.** 24: 805-813. 2004.

JOSÉ, Anderson C. et al. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne.**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

REISSER JUNIOR, Carlos. et al. Produção de mudas em estufas plásticas. **Revista Campo & Negócios**, 2008.

ROCHA, José H. T. et al. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira.** Colombo, v 33, p.27-36,2013.



KITAMURA, Aline E. et al. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira Ciência do Solo.**, v. 32, p. 405-416, 2008.

KIEHL, Edmar, J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492p.

KUNZ, Airton.; OLIVEIRA, Paulo A. V. Aproveitamento de dejetos de animais para a geração de biogás. **Revista de Política Agrícola.**, Ano XV, n 3, p. 28-35, Jul./Ago./Set. 2006.

MACEDO, Antônio. C. et al. **Produção de Mudanças em viveiros florestais: espécies nativas**. Governo do Estado de São Paulo: Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Fundação Florestal, São Paulo, 1993.

MATTA, Julio Cesar. et al. **Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. 1. ed. Editora oficina de textos. 2007. 176p.

NASCIMENTO, Clístenes. W.A. et al. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira Ciência do Solo.**, v. 28, p. 385-392,2004.

OLIVEIRA, Silva S.C de. et al. Caracterização Morfométrica de Sementese Plântulas e Germinação de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. **Ciência Florestal.**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 643-653,2012.

PAIVA, Ary V. et al. 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.

PARANÁ. Espécies utilizadas na recuperação de áreas degradadas. Projeto Mata Ciliar. Disponível em: <<http://www.mataciliar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=8>>. **Acesso em:** 11 de setembro, 2013.

PAULUS, Gervásio. et al. **Agroecologia aplicada: Práticas e Métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000.

REGO, Gizelda M. et al. **Monitoramento da fenologia de espécies arbóreas das florestas brasileiras**. Embrapa Florestas: Folder, 2009.

SAIDELLES, Fabio L. F. et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Seminário: Ciências Agrárias.**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1173-1186, 2009.

SARZI, Isabele. et al. Produção de mudas de angico-vermelho (*anadenanthera macrocarpa* (benth.) brenan) em substrato a base de casca de pinus compostada, variando as soluções de fertirrigação. **VI encontro nacional sobre substratos para plantas materiais regionais como substrato.**, Fortaleza- CE. p.9 - 12 , 2008.

SEIFFERT, Nelson F. **Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental.** Simpósio sobre Resíduos da produção Avícola., Concordia-SC , 2000.

SINDIAVIPAR. Sindicato das indústrias de produtos avícolas do estado do Paraná. Estatística de produção e exportação de frango. Disponível em: <<http://www.sindiavipar.com.br/index.php?modulo=8&acao=frango>>. **Acesso em:** 10 Janeiro, 2014.

SIMÕES, João. W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais: Serie Técnica.**, Piracicaba, n.13, p. 1- 29, 1987.

SILVA, Edna M. B. et al. Parâmetros fitométricos para *brachiaria decumbensem* latossolo do cerrado. **Enciclopédia Biosfera:** Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.8, n.14, p. 761-770, 2012.

TESSARO, Amarildo. A. **Potencial energético da cama de aviário produzida na região sudoeste do Paraná utilizada como substrato para a produção de biogás.** 2011. 79f. Dissertação (Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em desenvolvimento de Tecnologia) - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC); Instituto de Engenharia do Paraná (IEP), Curitiba, 2011.

TESSARO, Dinéia. et al. Produção agroecológica de mudas e desenvolvimento a campo de couve-chinesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2013.

TRIGUEIRO, Rodrigo. M.; GUERRINI, Iraê. A. Uso de bio sólido como substrato para a produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n 64, p. 150-162, 2003.

TRAZZI, Paulo A. et al. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis.**, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 455-462,2012.

VALCARCEL, Ricardo.; SILVA, Zilanda S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta e Ambiente.**, v. 27, p. 101-114, 2004.

VIEIRA, Maria F. A. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente.** 2011. 81f. Dissertação (Pós – Graduação Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2011.

## ANEXOS

## ANEXO A – Precipitações mensais em mm nos últimos meses.

Precipitações Mensais em mm - Situação dos últimos 12 meses Atualização: 11/10/2013

Núcleos Regionais	09/12	10/12	11/12	12/12	01/13	02/13	03/13	04/13	05/13	06/13	07/13	08/13	09/13	10/13
Apucarana	65	83	165	178	160	413	180	173	179	328	89	4	103	121
Campo Mourão	52	95	43	254	292	362	289	65	200	363	71	11	150	95
Cascavel	51	313	162	240	202	320	160	101	295	396	24	39	147	148
Cianorte	53	75	98	229	107	244	325	99	125	332	67	1	82	158
Cornélio Procópio	70	99	68	110	136	210	166	252	139	211	57	2	108	233
Curitiba	70	158	47	230	60	279	132	51	90	231	127	29	175	102
Francisco Beltrão	75	249	21	326	183	211	316	125	251	383	81	140	210	224
Guarapuava	71	226	138	195	133	295	268	105	160	461	119	55	228	101
Irati	76	186	78	188	164	214	187	109	80	362	111	46	210	115
Ivaiporã	114	107	120	226	161	269	209	92	99	421	70	3	99	144
Jacarezinho	64	167	125	171	137	224	125	236	119	174	29	2	179	142
Londrina	62	120	111	238	209	317	144	130	167	257	54	0	110	231
Maringá	67	53	99	163	97	373	205	149	171	283	53	2	117	126
Paranaguá	114	224	161	344	348	311	209	42	122	267	160	58	202	112
Paranavá	91	33	131	205	66	372	182	175	130	258	43	1	97	80
Pato Branco	72	251	61	295	176	228	361	114	267	417	73	150	207	133
Ponta Grossa	117	142	71	221	90	351	109	119	122	328	109	34	167	109
Toledo	52	149	153	125	198	316	204	76	206	330	26	10	133	199
Umuarama	53	185	118	164	73	292	244	85	165	394	62	7	98	187
União da Vitória	72	205	35	229	119	178	185	66	131	383	106	109	256	114
<b>Médias Regionais</b>														
Norte	73,7	104,8	114,7	181,0	150,0	301,0	171,6	171,9	145,8	279,1	58,6	2,2	119,3	166,0
Noroeste	65,7	97,6	115,7	199,0	82,1	302,6	250,5	119,8	140,1	328,1	57,3	3,1	92,3	141,7
Oeste	51,1	230,9	157,5	182,4	200,0	317,9	182,0	88,6	250,3	363,2	24,9	24,4	139,9	173,6
Centro-oeste	51,6	94,6	43,0	254,2	291,8	362,4	288,8	64,6	200,2	363,0	70,6	10,6	149,8	94,8
Sudoeste	73,3	249,8	41,4	310,6	179,8	219,5	338,5	119,8	259,1	400,0	77,0	144,6	208,6	178,6
Sul	81,4	183,5	73,7	212,6	112,9	263,5	176,4	89,9	116,7	352,9	114,4	54,6	207,3	108,4
<b>Médias Paranaenses</b>														
Total	73,0	156,0	100,3	216,5	155,5	289,0	210,1	118,2	160,9	329,0	76,5	35,1	153,9	143,7
Total sem paranaguá	70,9	152,4	97,1	209,8	145,4	287,8	210,2	122,2	163,0	332,2	72,1	33,9	151,4	145,4

Fonte: IAPAR; SIMEPAR; SEAB/DERAL

Obs.: as médias são aritméticas