

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E PROFISSIONAL
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA (IFMG-SJE)
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SILVICULTURA**

**ANA FLÁVIA SAMPAIO; ELIZETE GOMES COSTA XAVIER; JOÃO FLÁVIO
FERNANDES XAVIER**

**UTILIZAÇÃO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)
COMO COMPOSTO DE SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
*EUCALYPTUS UROPHYLLA***

SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG

DEZEMBRO DE 2010

**ANA FLÁVIA SAMPAIO; ELIZETE GOMES COSTA XAVIER; JOÃO FLÁVIO
FERNANDES XAVIER**

**UTILIZAÇÃO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)
COMO COMPOSTO DE SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
*EUCALYPTUS UROPHYLLA***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Superior de
Tecnologia em Silvicultura, do IFMG
– Campus São João Evangelista –
MG, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Tecnólogo em
Silvicultura.

SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG

DEZEMBRO DE 2010

O48u

OLIVEIRA, Ana Flávia Sampaio

Utilização do lodo de estação de tratamento de água (ETA) como componente do substrato na produção de mudas seminíferas de *Eucalyptus urophylla*. / Ana

Flávia Sampaio; Elizete Gomes Costa; João Flávio Fernandes Xavier. São João Evangelista, MG: IFMG-Campus São João Evangelista, 2010. 31p.

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (graduação) apresentado ao Instituto

Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista – IFMG, Curso de Tecnologia em Silvicultura, 2010.

Orientador: Dr. Aderlan Gomes da Silva

1. Lodo de estação de tratamento de água. 2. Substrato. 3. Produção de mudas seminíferas de *Eucalyptus urophylla*. I. Instituto Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista. Curso de Tecnologia em Silvicultura. II. Título.

CDD 634.46

**ANA FLÁVIA SAMPAIO; ELIZETE GOMES COSTA XAVIER; JOÃO FLÁVIO
FERNANDES XAVIER**

**UTILIZAÇÃO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)
COMO COMPOSTO DE SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
*EUCALYPTUS UROPHYLLA***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Superior de
Tecnologia em Silvicultura, do IFMG
– Campus São João Evangelista –
MG, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Tecnólogo em
Silvicultura.

Aprovada, em ____ de _____ de 2010.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Aderlan Gomes da Silva - IFMG-SJE (Orientador)

Prof^a. Ana Carolina Ferraro - IFMG-SJE

Prof. Msc. Carlos Henrique – IFMG-SJE

Dedico a meus pais, que tanto me incentivaram e apoiaram nessa jornada. À minhas irmãs e amigas pelo companheirismo e dedico principalmente a Deus, que os colocou em minha vida.

Dedico primordialmente à Deus, aos meus pais, Betinho Xavier Costa e Maria Gomes Soares, que são as pessoas mais importantes da minha vida sem a qual não teria conseguido chegar até aqui. Meus agradecimentos, enfim, a todas que acreditaram na minha capacidade de vencer.

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, aos meus irmãos, aos meus colegas da turma 081, aos meus amigos e familiares, sem os quais eu não conseguiria chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista (IFMG – SJE) pelo apoio e pela viabilização da instalação do experimento no viveiro de mudas do Instituto e devidos apoios técnicos.

Não podemos nos esquecer de agradecer a Deus, razão de toda existência e refúgio nas horas mais difíceis.

Agradecemos aos nossos familiares, pelo apoio e dedicação, aos professores por mostrar onde conseguir o molinete e pelas instruções de como pescar, em especial o orientador Dr. Aderlan Gomes da Silva e à coorientadora Dra. Cláudia Aparecida Pontes, por toda paciência, dedicação, pelo apoio e pelas orientações e dicas.

Agradecemos a nossos pais, que mesmo distantes, nos incentivam e nos cobram o aprendizado e as boas virtudes que nos passaram.

Agradecemos em especial a todos os colegas da turma 081 do Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura pelo companheirismo e apoio na realização deste trabalho.

SAMPAIO, A.F.; COSTA, E.G.; XAVIER, J.F.F. **Utilização do lodo de estação de tratamento de água (eta) como composto de substrato na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla***. 2010. 37p. Orientador: Professor Dr. Aderlan Gomes da Silva.

Resumo

Este trabalho tem por objetivo testar a viabilidade da utilização do lodo que se forma na parede e no fundo dos decantadores e floculadores da ETA do IFMG - SJE na composição do substrato para produção de mudas de *Eucalyptus urophylla*. O método de propagação utilizado foi a semeadura em tubetes de seis estrias de 50 cm³. O experimento foi montado em casa de vegetação do viveiro de produção de mudas do IFMG – Campus São João Evangelista no período de Junho a Julho de 2010, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos, contendo seis repetições, com dez mudas cada. Avaliou-se no sistema radicular, o comprimento e a matéria seca de raízes. Na parte aérea, o comprimento, a matéria seca e diâmetro do coleto. O lodo de ETA se mostrou viável como composto de substrato para produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* até a proporção de 25%.

Palavras-chave: Lodo de ETA, semeadura, *Eucalyptus urophylla*.

SAMPAIO, A.F.; COSTA, E.G.; XAVIER, J.F.F. **Use of sludge from water treatment (eta) as a composite substrate in the production of *Eucalyptus urophylla***. 2010. 37p. Orientates: Teacher Dr. Aderlan Gomes da Silva.

ABSTRACT

This study aims to test the feasibility of using the sludge that forms on the wall and bottom of the clarifiers and Flocculation of ETA IFMG - SJE in the substrate for production of seedlings of *Eucalyptus urophylla*. The propagation method used was sowing in tubes of six streaks of 50 cc. The experiment was performed in a greenhouse nursery seedling production of IFMG - Campus St. John in June-July 2010, in a randomized design (CRD) with five treatments with six replicates of ten seedlings each . We evaluated the root system, length and root dry matter. In shoots, the length, dry matter and stem diameter. WTS is viable as a composite substrate for production of *Eucalyptus urophylla* until the proportion of 25%.

Keywords: Sludge from ETA, planting, *Eucalyptus urophylla*.

1 INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Água (ETAs) geram em seus processos de tratamentos alguns resíduos sólidos denominados genericamente de lodo de ETA. Por falta de uma opção de destinação financeiramente viável para esses resíduos em nossa região estes resíduos estão sendo lançados no ambiente. Diante disso, é crescente a preocupação com possíveis danos ambientais, tornando, necessário buscar alternativas para o uso adequado desse resíduo, e também criar leis destinadas a restringir ou proibir a deposição do lodo na natureza.

O presente trabalho objetivou apresentar como alternativa, a utilização deste resíduo na composição do substrato empregado na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla*.

1.1 JUSTIFICATIVA

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais-Campus São João Evangelista (IFMG-SJE), esta localizado numa região na qual estão instaladas diversas empresas do setor florestal com viveiros de mudas próprios. É forte a tendência de instalação de florestas de *E. urophylla* entre os pequenos, médios e grandes produtores rurais, sejam em plantios próprios ou através de parcerias com as empresas do setor florestal, gerando uma grande demanda por mudas dessa espécie.

A utilização do lodo de ETA na composição do substrato para germinação de mudas oriundas de sementes de *E. urophylla* viabilizaria este processo.

1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Os resíduos oriundos da Estação de Tratamento de Água (ETA), lavagem dos decantadores, floculadores e filtros são lançados *in natura*. nos cursos d'água logo abaixo dessa estação. Isso gera problemas ambientais, tornando necessária a criação de alternativas para destinação destes resíduos.

1.3 HIPÓTESE

O lodo da ETA pode ser usado como componente do substrato utilizado na produção de mudas seminais de *E. urophylla*.

1.4 OBJETIVO GERAL

Este trabalho visa testar a viabilidade de utilização do lodo que se forma na parede e no fundo de decantadores e floculadores da ETA do IFMG-SJE, na produção de mudas de *E. urophylla*.

1.5 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Avaliar a viabilidade do lodo de ETA como substrato.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As Estações de Tratamento de Água geram um resíduo nos decantadores denominado lodo de ETA. A utilização do lodo na composição do substrato está intimamente ligada as suas características físico-químicas, que por sua vez são influenciadas pelos processos de tratamento de água, por isso estes dois assuntos devem ser abordados em trabalhos voltados para a utilização do lodo para este fim (PORTELLA et al., 2003; SARON; LEITE 2001).

2.1 TRATAMENTO DE ÁGUA

Para transformar a água bruta em água potável para consumo humano, a Estação de Tratamento de Água (ETA) utiliza os processo de coagulação, floculação, decantação e filtração, adicionados de diversos componentes formando resíduos que serão removidos por sedimentação e filtração principalmente nos decantadores, sendo estes resíduos chamados de lodo de ETA (TSUTIYA; HIRATA, 2001).

Segundo a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA, 2009), o processo de tratamento de água é composto pelas seguintes fases:

- a) coagulação: A remoção das partículas de sujeira se inicia no tanque de mistura rápida com a dosagem de sulfato de alumínio ou cloreto férrico. Estes coagulantes têm o poder de aglomerar a sujeira, formando flocos. Para otimizar o processo adiciona-se cal, o que mantém o pH da água no nível adequado;
- b) floculação: Na floculação, a água já coagulada movimenta-se de tal forma dentro dos tanques que os flocos misturam-se, ganhando peso, volume e consistência;
- c) decantação: Na decantação, os flocos formados anteriormente separam-se da água, sedimentando-se, no fundo dos tanques;
- d) filtração: A água ainda contém impurezas que não foram sedimentadas no processo de decantação. Por isso, ela precisa passar por filtros constituídos

por camadas de areia ou areia e antracito suportadas por cascalho de diversos tamanhos que retêm a sujeira ainda restante;

e) desinfecção: A água já está limpa quando chega a esta etapa. Mas ela recebe ainda mais uma substância: o cloro. Este elimina os germes nocivos à saúde, garantindo também a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios;

f) fluoretação: Finalmente a água é fluoretada, em atendimento à Portaria do Ministério da Saúde. Esse composto consiste na aplicação de uma dosagem de composto de flúor (ácido fluossilícico) que reduz a incidência da cárie dentária, especialmente no período de formação dos dentes, que vai da gestação até a idade de 15 anos.

O processo de tratamento de água realizado na ETA do IFMG-SJE é semelhante ao realizado pela COPASA, diferindo apenas pela ausência da fluoretação no IFMG-SJE.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO LODO

Segundo Silva e Isaac (2002) o lodo de ETA é caracterizado como um fluido não-newtoniano volumoso e tixotrópico, apresentando-se em estado gel quando em repouso e relativamente líquido quando agitado.

Segundo Gradin, Além Sobrinho e Garcia Jr (1993) este lodo de ETA é constituído de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta, tais como: algas, bactérias, vírus, partículas orgânicas em suspensão, colóides, areias, argila, siltes, cálcio, magnésio, ferro, manganês, etc. A composição dos lodos pode conter adicionalmente hidróxidos de alumínio, em grande quantidade, proveniente da adição de produtos químicos e em alguns casos polímeros condicionantes utilizados no processo. (SILVA; BIDONE; MARQUES, 2000).

As características dos lodos podem variar também em função da tecnologia usada no tratamento de água (SARON; LEITE, 2001). Cordeiro (2000) acredita que, além dos parâmetros tradicionais do saneamento, para o lodo de ETA devem ser considerados também a concentração, o tipo e o tamanho das partículas.

De acordo com Awwa (1995) o lodo de ETA possui uma característica mais similar aos solos do que se comparado com o lodo de esgoto. Neste caso, em geral,

o nitrogênio e o carbono orgânico no lodo de ETA são mais estáveis menos reativos e em menores concentrações.

O potencial tóxico dos resíduos de ETAs dependem principalmente do teor de metais presentes, além das características físico-químicas e das condições em que estes resíduos são dispostos. Outros fatores que também influenciam a toxicidade são as reações sofridas durante o processo, forma e tempo de retenção, características do curso d'água, composição e impureza dos coagulantes e outros produtos químicos utilizados no tratamento da água (BARROSO; CORDEIRO, 2001b).

O teor de sólidos totais varia entre 1.000 a 40.000 mg/L (0,1 a 4%), sendo deste, de 75 a 90% sólidos suspensos e 20 a 35% compostos voláteis, apresentando, portanto uma pequena porção biodegradável, mas o qual pode ser prontamente oxidável. A massa específica do lodo de ETA varia de acordo com as concentrações de sólidos presentes neste, ela pode variar de 1,002 kg/m³ para lodos com teor de sólidos de 1%, até 1,5 kg/m³ após processo de desidratação, (RICHTER, 2001).

2.3 PROPAGAÇÃO SEMINÍFERA

A propagação do eucalipto pode ser feita por sementes ou por estaquia, com destaque à miniestaquia de ramos obtidos em jardins miniclonaes (FERREIRA et al., 2004) e microestaquia de jardins microclonaes (TITON et al., 2002). A propagação por sementes é viável e utilizada comercialmente, mas por causa das suas pequenas dimensões o seu manejo despende cuidado e tempo adicional. Da mesma forma, o exame da qualidade das sementes em laboratório é dificultado e condutas específicas devem ser constituídas para a normatização dos processos laboratoriais.

Como a propagação do eucalipto é também realizada por sementes, a tecnologia de produção necessita de maiores conhecimentos a seu respeito. As sementes encontram-se dentro de cápsulas, necessitando de secagem das mesmas para liberação das sementes. Com a redução do teor de umidade da cápsula, ocorre retração da parede do ovário, promovendo o alargamento dos lóculos e retração das valvas (KREMER, 1961).

2.4 SUBSTRATO

Segundo Amaral (2007), o substrato é o meio físico onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo. O substrato pode ser formado por um material ou a mistura de diversos materiais, mas não existe um substrato que atenda as necessidades da planta, sendo assim, o que se utiliza é a mistura de diversos materiais para se formar o substrato como sugerido por Martinez (2002). Essa mistura deve apresentar propriedades físicas, químicas e microbiológicas que atendam ao máximo as exigências da planta.

Segundo Minami (2000) o substrato regula a disponibilidade de nutrientes e água para as raízes, permite a troca gasosa e fornece sustentação para a planta.

É esperado como características de um substrato, ser de fácil disponibilidade, baixo custo, possuir boa capacidade de retenção de água e boa drenagem, ser isento de propágulos de plantas daninhas e microorganismos nocivos, não deve possuir substâncias tóxicas, deve apresentar estabilidade física-química e ser inodoro (ALFENAS et al., 2004).

2.5 QUALIDADE DE MUDAS

O padrão de qualidade de mudas varia entre espécies e, para uma mesma espécie, entre sítios. Mesmo plantando-se em períodos com condições favoráveis para o desenvolvimento das mudas, deseja-se que estas apresentem características que possam oferecer resistência as condições adversas que poderão ocorrer posteriormente.

Dentre os diversos parâmetros utilizados para avaliar qualidade de mudas, o índice de qualidade Dickson (IQD) também é um bom indicador, pois na sua interpretação é considerada a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes, empregados na avaliação da qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002).

No Brasil, a implantação comercial de povoamentos com *Eucalyptus* spp. é realizada, predominantemente, por meio de mudas produzidas em tubetes. Estes proporcionam maior facilidade no manejo das mudas, menor ocupação de espaço no viveiro, menor volume de substrato, diminuem o enovelamento das raízes, além de promover menores custos na produção, devido sua reutilização. Porém, estes recipientes podem causar uma redução da taxa de desenvolvimento das mudas no

viveiro, em decorrência da restrição radicial, por possuírem uma menor dimensão. Segundo CARNEIRO (1995), espécies do gênero *Eucalyptus* são mais tolerantes à restrição radicial que as de *Pinus*.

A qualidade de mudas pode ser definida com base nas suas características internas, denominada classificação fisiológica, e com base na sua forma externa, denominada classificação morfológica. Dentre os parâmetros morfológicos, destacam-se altura da parte aérea, diâmetro de colo, peso de matéria fresca e seca (parte aérea e radicial) e área foliar (CHAVES et al., 2006).

De acordo com Gomes; Paiva (2004)¹ citado por Oliveira Júnior (2009), o peso de matéria seca da parte aérea das mudas é uma informação que indica rusticidade, influenciando positivamente na sobrevivência e desenvolvimento inicial no campo. Entretanto, Carneiro (1995) não recomenda que a classificação da qualidade das mudas seja baseada apenas na avaliação do peso da fitomassa. Segundo esse autor, o ideal é estabelecer associações entre as avaliações fisiológicas e outros parâmetros fitotécnicos.

¹ GOMES, J. M; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais** – propagação sexuada. 3.ed. Viçosa: MG, UFV, 2004. 116p

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro de mudas, situado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Campus São João Evangelista.

Mensalmente, durante dez meses (fevereiro a dezembro de 2009), retirou-se das paredes e do fundo dos decantadores e floculadores da ETA, todo o lodo existente. O lodo foi retirado com o auxílio de pás de aço e balde de plásticos (Figura 1). Em seguida o lodo coletado foi transportado para uma caixa de cimento de amianto de 1000 litros, onde permaneceu para secagem ao ar livre, durante 75 dias.





Figura 1: Lodo existente na estrutura do decantador e floculador da ETA do Campus.
Fonte: Os autores.

Após a secagem, o material coletado foi homogeneizado. Em seguida, fez-se redução granulométrica do lodo com auxílio de um pilão de madeira e peneira de 10 mesh. O material foi acondicionado em baldes plásticos de 10 litros e armazenado em laboratório. No viveiro fez-se as misturas (v/v) do lodo ao substrato utilizado no Viveiro do Campus, composto de vermiculita, palha de arroz carbonizada e superfosfato simples. Para a realização das misturas foram utilizados béqueres de 500ml e 250ml e sacolas plásticas. Os tratamentos foram realizados nas seguintes proporções no viveiro de mudas do IFMG, como mostra o quadro a seguir.

TRATAMENTO	COMPOSIÇÃO (%)
T1	Substrato 100 (testemunha)
T2	Substrato 75+ lodo 25
T3	Substrato 50+ lodo 50
T4	Substrato 25+ lodo 75
T5	Substrato 0+ lodo 100

Quadro 1: Diferentes concentrações do substrato utilizado pelo Campus (vermiculita, palha de arroz carbonizada e superfosfato simples) e do lodo da ETA do IFMG-SJE.

Fonte: Os Autores

Para a produção das mudas utilizaram-se tubetes plásticos, cilíndricos, com seis estrias, 33 mm de diâmetro externo, 27 mm de diâmetro interno, 125 mm de altura e 50 cm³ de volume. O enchimento dos tubetes foi realizado manualmente.

As sementes utilizadas foram de *Eucalyptus urophylla*, compradas no Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF). Foram semeadas de cinco a oito

sementes por tubetes. Após semeadura as bandejas permaneceram na casa de vegetação até 45 dias.

A irrigação e adubação foram feitas de acordo com o programa utilizado pelo viveiro do campus seguindo referências para mudas de eucalipto:

- a) irrigação: diariamente, com duração de dez minutos em intervalos de uma em uma hora.
- b) adubação: nitrogênio total (9%), fósforo (P_2O_5) solúvel em C.N.A+ água (6%), óxido de potássio (K_2O), solúvel em água (9%), natureza física (farelado). Foram realizadas três adubações, cada uma com solução igual a: 20 gramas de adubo por 10 litros de água.

Após uma semana de germinação, realizou-se o primeiro raleio, deixando-se de três a quatro plântulas em cada tubete. Passando-se 15 dias realizou-se o segundo, deixando apenas duas plântulas. O terceiro raleio, resultou na permanência da plântula mais desenvolvida. Todos os raleios foram feitos manualmente.

Após 45 dias de cultivo avaliou-se no sistema radicular, o comprimento e a matéria seca de raízes. Na parte aérea, o comprimento, a matéria seca e diâmetro do coleto. As variáveis avaliadas por planta individual foram: comprimento de raiz e parte aérea e diâmetro de coleto, já as variáveis massa seca de raiz e parte aérea foram avaliadas por repetição.

Para determinação da massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, o material coletado foi seco em estufa a $70^{\circ}C$, até peso constante e depois pesado em uma balança de precisão de 0,0001 gramas. EXPLICAR MELHOR.

ABRIR UM PARÁGRAFO SOBRE IQD E POR A FORMULA

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizados (DIC), com 6 repetições de dez plantas para cada tratamento. Em cada tratamento fez-se Teste de normalidade e homogeneidade, e em seguida realizou-se análise de variância (ANOVA) e análise de regressão, esta utilizando modelo linear de primeiro ($y=b_0+b_1.X$) ou segundo grau ($y=b_0+b_1.X + b_2.X^2$), de acordo com a variação da variável de interesse abordada em função da porcentagem de lodo adicionada ao substrato. Os dados foram de médias de cada tratamento foram submetidos ao teste Dunnett a 5% de significância para verificar a partir de que nível de adição de lodo ao substrato houve diferença em relação à testemunha.

Os cálculos estatísticos foram realizados utilizando-se os softwares SAEG e MICROSOFT EXCEL (2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado obtido em relação à qualidade das mudas mostrou que houve uma tendência decrescente do IQD à medida que aumentava a porcentagem de lodo (Figura 2).

Em estudo realizado por Binotto (2007), onde este avaliou a relação entre variáveis de crescimento e Índice de Qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*, verificou-se que os coeficientes que apresentaram importância significativa foram os do índice de qualidade de Dickson (IQD) com as outras variáveis avaliadas, mostrando uma grande e significativa relação daquele com a altura e diâmetro, o que representa um importante resultado, uma vez que a avaliação destas variáveis não são de caráter destrutivo.

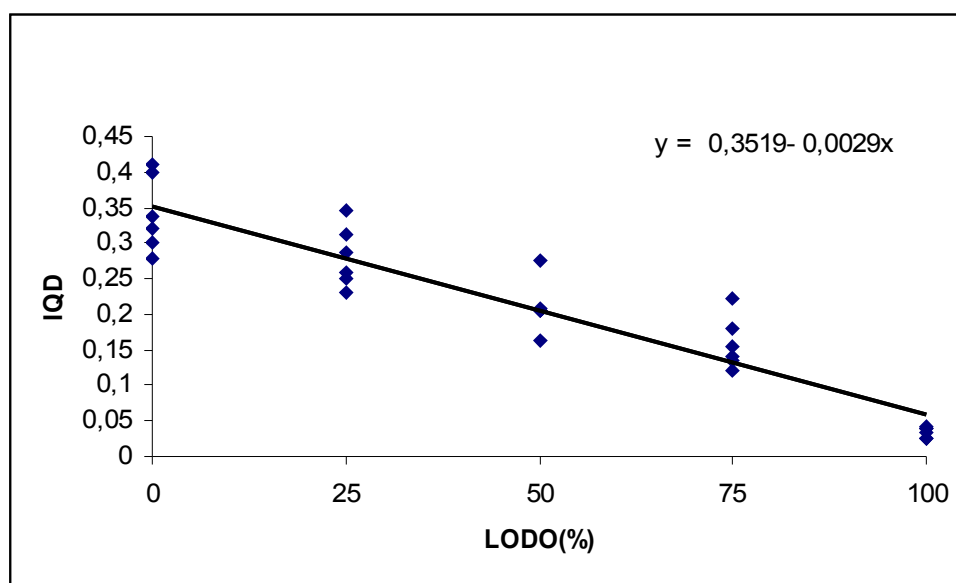


Figura 2: Índice de Qualidade de Dickson das mudas de *E. urophylla*, 45 dias após semeadura.
Fonte: Os autores

A tendência decrescente do IQD ocorreu possivelmente pelo fato de se iniciar uma restrição ao crescimento radicular dentro do tubete e/ou pelas características do substrato, como porosidade, textura, compactação, teor de umidade, entre outras.

A produção de mudas com qualidade superior é o resultado da conjugação da utilização de materiais genéticos, adaptados ao sítio de produção, e do manejo das

mudas em viveiro, durante seu ciclo (DAVIDE; FARIA, 2008 citado por OLIVEIRA JÚNIOR, 2009)².

Os parâmetros de qualidade de mudas são fortemente influenciados pelas técnicas de produção e, em se tratando de mudas em recipientes, ainda tem a influência da forma, dimensões e do material que compõe a sua parede (CARNEIRO, 1995).

As características físicas de um substrato (porosidade, textura, estrutura, densidade aparente e quantidade de matéria orgânica), são grandes influenciadoras na qualidade das mudas.

O lodo como componente do substrato causou a redução do crescimento da muda, possivelmente devido a seu tipo de textura, com alto teor de argila, o que dificulta a drenagem, aumentando o acúmulo de água. Segundo Carneiro (1995), texturas mais grosseiras favorecem a drenagem.

A baixa porosidade do lodo também atua como agente inibidor de desenvolvimento, restringindo o crescimento da raiz devido alta compactação. Como as dimensões dos poros estão relacionados à estrutura do substrato e ao tamanho de suas partículas, minerais e orgânicas, a propriedade de retenção da umidade pelo substrato diminui com a granulação da estrutura e com o aumento do conteúdo de areia (CARNEIRO, 1995).

Com base nos resultados obtidos nas análises para cada variável, verificou-se que o aumento da porcentagem de lodo interferiu no crescimento e desenvolvimento da muda, ou seja, quanto maior a porcentagem de lodo, menor foi o seu vigor, porém foi notório que o lodo não interferiu na germinação, apenas no crescimento.

O índice de mortalidade foi baixo, havendo a morte de apenas duas mudas, que podem ter ocorrido devido raleio mal conduzido ou outras práticas de manejo das mudas.

Após análise com Teste Dunnett (Quadro 2), pode-se verificar que, massa seca de raiz, comprimento de raiz e a relação de comprimento de raiz e parte aérea não diferiram significativamente da testemunha no tratamento T2 (substrato 75 + 25% lodo). Os demais tratamentos diferiram da testemunha em todas as variáveis amostradas.

² DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Produção de sementes e mudas de espécies florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Eds) 46. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1. ed. Lavras: MG, UFLA, 2008. 175p.

TRATAMENTO (% de LODO)	1 (0%)	2 (25%)	3 (50%)	4 (75%)	5 (100%)
VARIÁVEIS					
Massa seca de parte aérea(g)	1,8499	1,3186**	0,9618**	0,6415**	0,1474**
Massa seca de raiz(g)	0,9495	0,8414 ns	0,6255**	0,4730**	0,0993**
Comprimento de parte aérea (mm)	95,9002	78,5616**	62,8435**	52,7946**	35,6857**
Comprimento de raiz (mm)	138,3133	132,9458 ns	122,5725**	127,2118**	115,6035**
Diâmetro o coleto (mm)	1,5307	1,2790**	1,0473**	0,9216**	0,6301**
Relação de massa seca da raiz/ massa seca da parte aérea	0,5091	0,6363**	0,6488**	0,7375**	0,6847**
Relação op comprimento da raiz/ comprimento da parte aérea	1,4703	1,6974 ns	1,9537**	2,4546**	3,2619**

Quadro 2: Resultados obtidos com o Teste Dunnett. Médias de tratamentos seguidas por ** numa mesma linha diferem, da testemunha, estatisticamente ao nível de 5% de significância. ns, não são significativos.

Fontes: Os Autores.

4.1 PARTE AÉREA

Na parte aérea foram avaliados: massa seca, comprimento e diâmetro do coleto.

A massa seca da parte aérea reduziu com o aumento da porcentagem de lodo nos tratamentos (Figura 3).

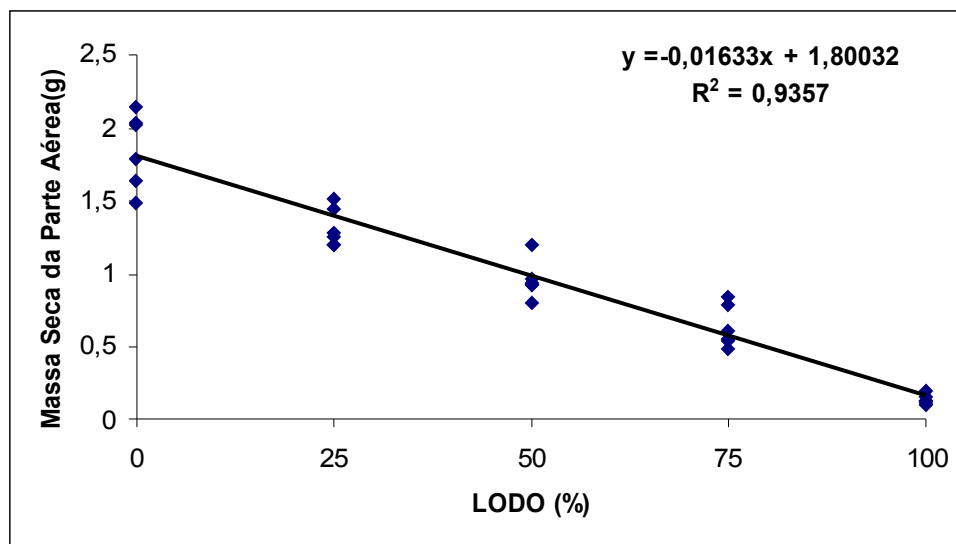


Figura 3 : Massa seca da parte aérea (g) das mudas de *Eucalyptus urophylla* submetidas às diversas concentrações de lodo de ETA.

Fonte: Os autores.

Comportamento semelhante foi observado para o comprimento da parte aérea (Figura 4), onde o aumento do lodo ocasionou diminuição do comprimento da parte

aérea. Segundo Mayer (1977)³, citado por Carneiro (1995), a altura da parte aérea, tomada isoladamente, constituiu-se por muito tempo num único parâmetro para avaliação da qualidade de mudas. Ainda Mayer, recomendou que os valores desta característica só podem ser analisados, quando combinados com os de outros parâmetros, tais como diâmetro de colo, peso, relação peso das raízes/ peso da parte aérea, etc. As diferenças nos tamanhos podem ser observadas na figura 5.

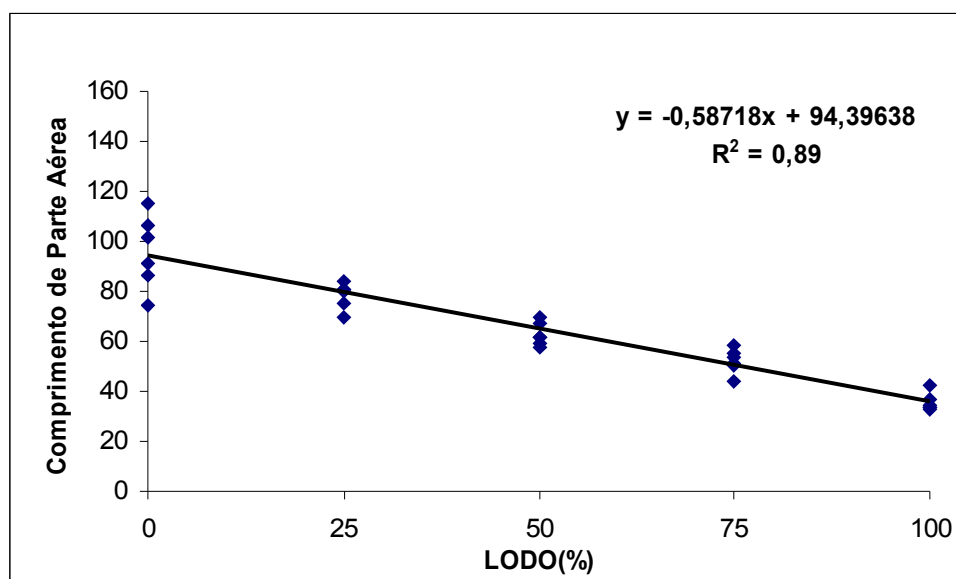


Figura 4 : Comprimento da parte aérea (cm) das mudas de *Eucalyptus urophylla* submetidas às diversas concentrações de lodo de ETA.

Fonte: Os autores.

³ MAYER, Hannes. **Waldbau**: auf soziologisch- oekologische Grundlage. Stuttgart: Gustav Fischer, 1977. 482p.



Figura 5: Mudanças de *Eucalyptus urophylla*, com 45 dias de idade submetidas aos cinco tratamentos. Fonte: Os autores.

Os diâmetros do coleto encontrados diferiram estatisticamente em todos os tratamentos conforme o Teste Dunnett, onde o tratamento 2 (Substrato 75%+ lodo 25%) foi o que mais aproximou da testemunha (Substrato 100%). Verificou-se que à medida que se aumentava a porcentagem de lodo nos tratamentos, o diâmetro do coleto diminuía como mostra Figura 6.

Em estudos realizados com o objetivo de avaliar o desempenho de mudas de *Pinus taeda* em raiz nua e em dois tipos de recipientes, Novaes et al. (199-), verificaram que quanto ao diâmetro do colo, a maior média foi observada nas mudas produzidas no sistema de blocos prensados com 10cm, seguidos das mudas produzidas em raiz nua. As menores médias foram verificadas para mudas produzidas em tubetes.

Estes resultados são similares aos encontrados por Carneiro (1995), que também constatou maior diâmetro médio de mudas produzidas em blocos prensados de 7 cm, enquanto os tubetes produziram mudas de menores valores.

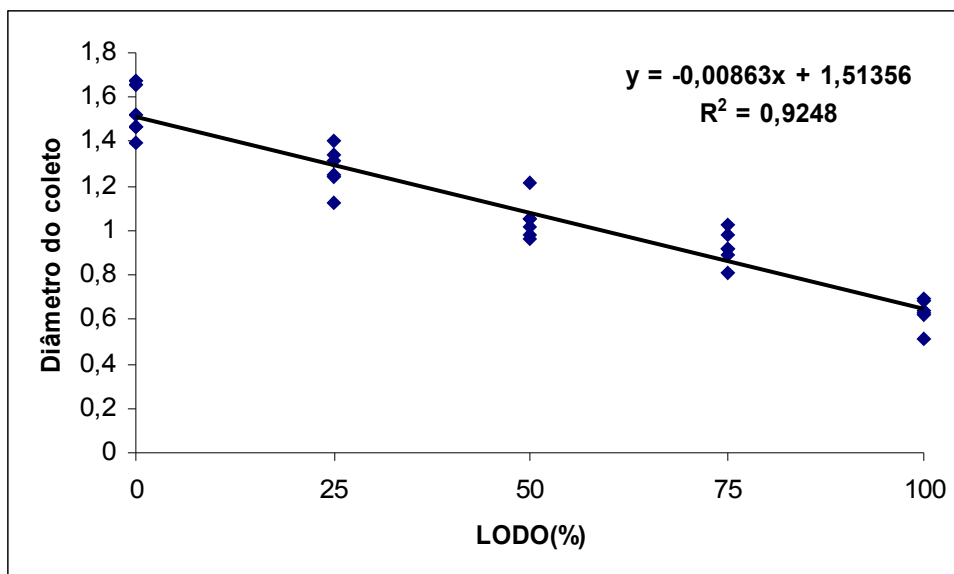


Figura 6 : Diâmetro do coleto (cm) das mudas de *Eucalyptus urophylla* submetidas às diversas concentrações de lodo de ETA.
Fonte: Os autores

4.2 RAIZ

Resultados de massa seca de raiz mostram um comportamento semelhante dos demais parâmetros, como mostra a Figura 7. Onde o tratamento T1 (substrato 100%) apresentou sempre os melhores resultados.

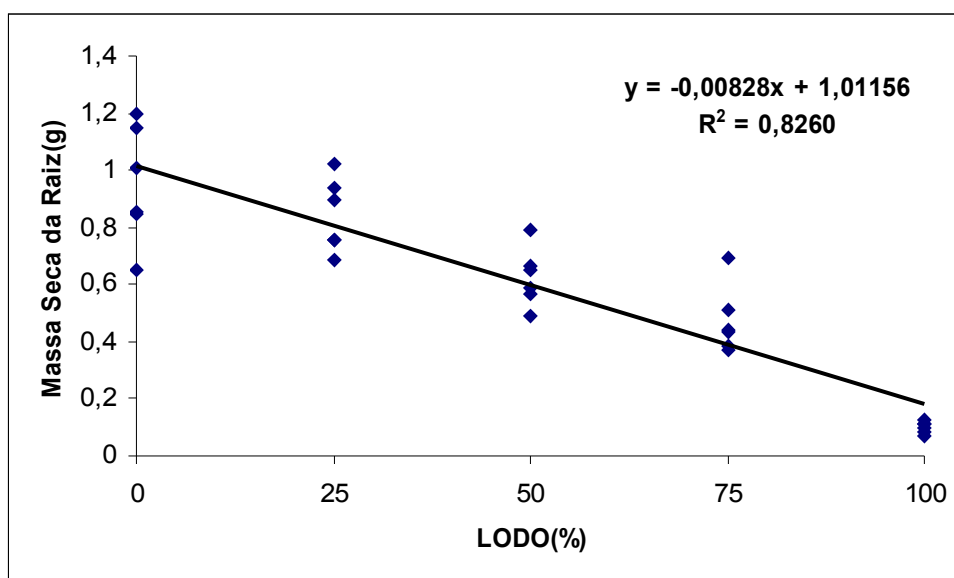


Figura 7: Massa seca da raiz (g) das mudas de *Eucalyptus urophylla* submetidas às diversas concentrações de lodo de ETA.
Fonte: Os autores

Segundo o Teste Dunnett, o comprimento de raiz (Tabela 2) não diferiu significativamente da testemunha no tratamento T2 (substrato 75% + 25% lodo), mostrando assim, a viabilidade no uso do lodo como substrato. Verificou-se uma **aproximidade entre os valores da testemunha e os outros tratamentos, tal fato pode** ser explicado, devido à ocorrência de restrição radicular provocada pelo tamanho do recipiente, que, junto a ações climáticas, interferiram no crescimento do sistema radicular da testemunha (Figura 8).



Figura 8: Mudas de *Eucalyptus urophylla*, com 45 dias de idade submetidas aos cinco tratamentos. Fonte: Os autores.

Essa restrição explica também a diminuição em outras características da muda. Segundo Tschaplinski e Blake (1985)⁴, citado por Carneiro (1995), resultados de pesquisas apontaram nitidamente que restrição do sistema radicular de mudas de diversas espécies reduziu o peso da matéria seca, número de extremidades de raízes, comprimento de raízes, área foliar e assimilação de água.

A figura 9 mostra o comportamento do comprimento da raiz em relação a quantidade de lodo, onde o aumento desse diminuiu o desenvolvimento deste.

⁴ TSCHAPLINSKI, T. J; BLAKE, T. J. Effects of root restriction on growth correlations, water relations and senescence oh alder seedlings. **Physiol. Plant.**, Copenhagen, v. 64, p. 167-176, 1985.

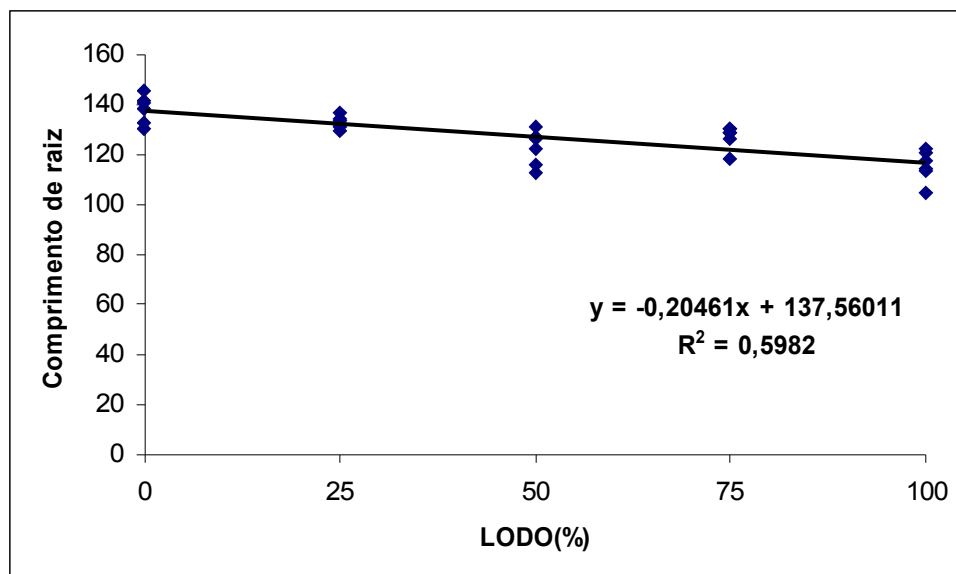


Figura 9: Comprimento da raiz (cm) das mudas de *Eucalyptus urophylla* submetidas às diversas concentrações de lodo de ETA.

Fonte: Os autores

4.3 RELAÇÕES DA RAIZ E PARTE AÉREA

Foi também obtido a relação entre o comprimento radicial e da parte aérea a fim de obter informações sobre quais destas partes da muda tiveram maior sensibilidade ao acréscimo de lodo no substrato. A figura 10 demonstra que, aumentando-se a porcentagem de lodo ao substrato, a proporção de raiz aumenta significativamente, ou seja, o acréscimo de lodo faz com que ocorra maior desenvolvimento da raiz do que parte aérea. Tal fato pode ser explicado devido à interferência de fatores genéticos e/ou ambientais. O maior acúmulo de massa seca da raiz pode ser explicado, em parte, pelo pequeno porte e volume do recipiente, o que pode restringir a disponibilidade de água e de nutriente e a expansão do sistema radicular.

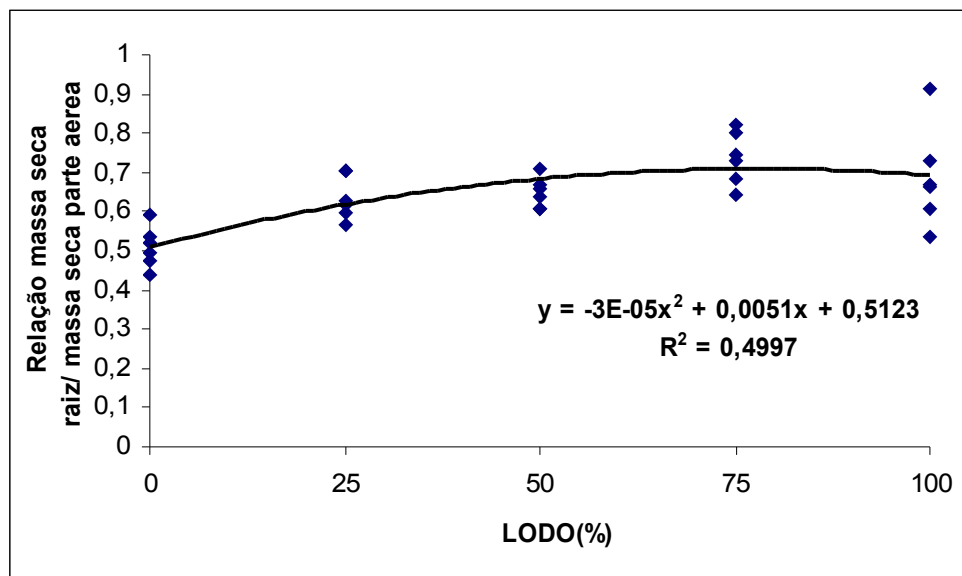


Figura 10: Relação do comprimento de raiz com comprimento da parte aérea nos cinco tratamentos.

A relação de massa seca da raiz com a massa seca da parte aérea aumentou com a adição de lodo ao substrato, atingindo valor máximo em cerca de 75% de lodo (Figura 11).

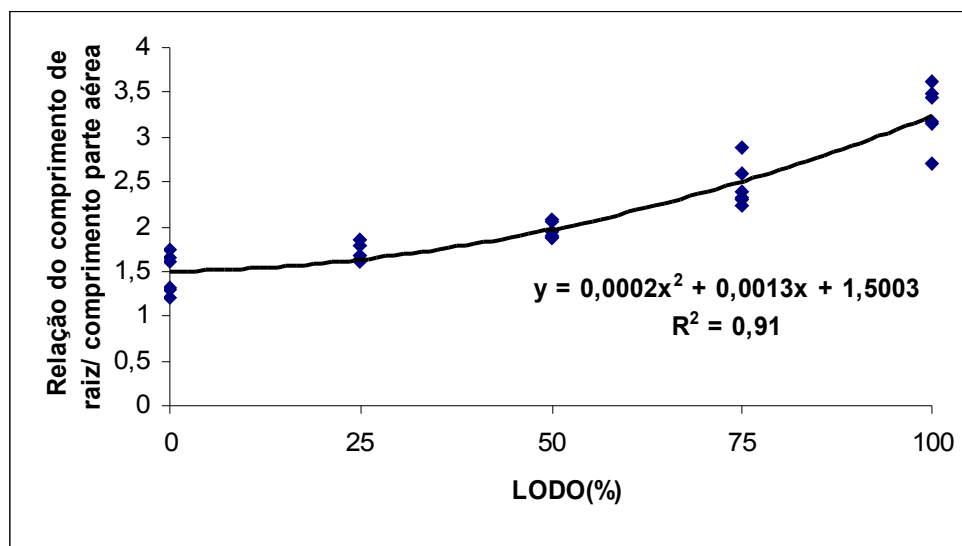


Figura 11: Relação de massa seca de raiz com massa seca de parte aérea nos cinco tratamentos.
 Fonte: Os autores.

5 CONCLUSÃO

A utilização do lodo de ETA como composto de substrato na produção de mudas de *E. urophylla* associado ao composto utilizado pelo Campus do Instituto, por semeadura é viável em concentrações até 25%, tornando-se assim uma alternativa para utilização desse lodo, o que evitaria sua deposição nos cursos d'água.

Sugere-se que sejam feitas novas pesquisas a fim de elucidar tal comportamento visando utilização em outras culturas e com outras formas de propagação.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças de eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 53-124.

AWWA – American Water Works Association. **An Assessment of Cropland Application of Water Treatment Residuals**. USA: AWWARF, 1995.

BARROSO, M. M. ; CORDEIRO, J. S. Metais e Sólidos: Aspectos Legais dos Resíduos de Estação de Tratamento de Água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001 João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.

BINOTTO A. F. 2007. **RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO E O ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON EM MUDAS DE *Eucalytus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm.** Disponível em :< http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1019> Acesso em : 26/10/2010.

CARNEIRO, J. G de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudanças Florestais**. Curitiba: UFPR/ FUPEF, Campos: UENF, 1995. 451p.

CHAVES, L. L. B et al., 2006. **Crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em substrato fertilizado, constituído de resíduos agro-industriais**. Disponível em: < <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr72/cap06.pdf> > Acesso em:16/11/2010.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. **Tratamento da água**. Disponível em : < <http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exes/sys/start.http> >. Acesso em : 20 de outubro de 2009.

FERREIRA, E. M. et al. Determinação do tempo ótimo de enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 183-187, mar./abr., 2004.

FONSECA, E. P et al., 2002, PADRÃO DE QUALIDADE DE MUDAS DE *Trema micrantha* (L.) Blume, PRODUZIDAS SOB DIFERENTES PERÍODOS DE SOMBREAMENTO. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0100-67622002000400015&script=sci_arttext >. Acesso em: 16/11/2010.

KREMER, K.W. The mechanism of seedshed in *Eucalyptus regnans*. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2., São Paulo, 1961. **Relatório...** São Paulo: FAO, 1961. p. 604-611.

GRANDIN, S. R.; ALEM SOBRINHO, P.; GARCIA JR., A. D. Desidratação de Lodos Produzidos em Estações de Tratamento de Água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17., 1993, Natal. **Anais...** Natal: ABES, 1993. v.2, p. 324-341.

MARTINEZ, P.F. Manejo de substratos para horticultura. In: Fulani, A . M . C. et al. **Anais III ENSUB-Characterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**, 2002.

MINAMI, K. Adubação em substrato. **Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. 1 ed., Porto Alegre: Gêneses, 2000.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. A. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos**. Vitória da Conquista, Bahia. Brasil. 2009. Disponível em: < <http://www.uesb.br/mestradoagronomia/dissertacoes/2009/> >. Acesso em: 15/10/2010.

PORTELLA et al., 2003; SARON; LEITE 2001. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LODO CENTRIFUGADO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PASSAÚNA**. CURITIBA/ PR. Disponível em: < http://www.sanepar.com.br/Sanepar/Gecip/Congressos_Seminarios/ >. Acesso em: 20 de outubro de 2009.

RICHTER, C.A. **Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2001.

SARON, A.; LEITE, V. M. B. **Quantificação de Lodo em Estação de Tratamento de Água**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.

SILVA, A. P. da; BIDONE, F. R. A.; MARQUES, D. M. L da M. **Avaliação da Lixiviação de Alumínio e da Produção de Ácidos Graxos Voláteis em Reatores Anaeróbios Utilizados para Estudar a Disposição Final de Lodos de ETAs em Aterros Sanitários**. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, XXVII., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AIDIS, 2000.

SILVA JR., A. P. da; ISAAC, R. de L. **Adensamento por Gravidade de Lodo de ETA Gerado em Decantador Convencional e Decantador Laminar.** In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXVIII, 2002, Cancún – México. Anais... Cancún: AIDIS, 2002.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Dinâmica do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 665-673, nov./dez., 2002.

TSUTUYA, M. T.; HIRATA, A. Y. **Aproveitamento e Disposição Final de Lodos de Estação de Tratamento de Água do Estado de São Paulo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABES, 2001.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 JUSTIFICATIVA.....	9
1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	9
1.3 HIPÓTESE.....	10
1.4 OBJETIVO GERAL.....	10
1.5 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 TRATAMENTO DE ÁGUA.....	11
2.2 CARACTERÍSTICAS DO LODO.....	12
2.3 PROPAGAÇÃO SEMINÍFERA.....	13
2.4 SUBSTRATO.....	13
2.5 QUALIDADE DE MUDAS.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 PARTE AÉREA.....	21
4.2 RAIZ.....	24
4.3 RELAÇÕES DA RAIZ E PARTE AÉREA.....	26
5 CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	29
SUMÁRIO.....	20