

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**FREQÜÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO PARA
Eucalyptus grandis E *Pinus elliottii* EM VIVEIRO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ângela Simone Freitag

**Santa Maria, RS, Brasil
2007**

FREQÜÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO PARA
***Eucalyptus grandis* E *Pinus elliottii* EM VIVEIRO**

por

Ângela Simone Freitag

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Relação Solo-água-planta, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola.**

Orientador: Prof. Dr. Toshio Nishijima

Santa Maria, RS, Brasil
2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**FREQÜÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO PARA
Eucalyptus grandis E *Pinus elliottii* EM VIVEIRO**

elaborada por
Ângela Simone Freitag

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:

Toshio Nishijima Dr.
(Presidente/Orientador)

Solon Jonas Longhi Dr. (UFSM)

Oswaldo König Dr. (UFSM)

Santa Maria, 08 de agosto de 2007.

Ao meu companheiro
Jankiel da Rosa Moreira
por ter sido minha rocha forte
mesmo na distância

OFEREÇO

aos meus pais Arno e Neuza,
meus irmãos Fernando e Tiago,
meu filho Jarian
pelo amor sem medidas

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a DEUS pela força incondicional nas horas de aflição e desespero.

Aos meus pais, Arno e Neuza, e irmãos, Fernando e Tiago, pela compreensão nos momentos de fraqueza, sendo o esteio nas horas de luta.

Ao meu filho por muitas vezes, de alguma forma, me fazer lembrar que é preciso seguir porque tenho alguém que precisa muito de mim.

Ao Prof. Dr. Toshio Nishijima pela orientação, confiança e amizade.

À colega Flávia G. König Brun, Isabel Kleinpaul e Everton Poelking pela compreensão nos momentos difíceis e pela amizade sincera.

A Jankiel da Rosa Moreira, por ser amigo, colega e companheiro nas dificuldades, pelas horas de conforto, carinho e por sempre confiar em meu trabalho com apoio incondicional.

Aos colegas e amigos Henrique, Paulo e João Fernando pelo apoio e amizade.

Aos colegas, Denise Ester Ceconi e Igor Polleto, pela mão amiga estendida nas horas difíceis, pelo conforto nos momentos de fraqueza e pela sinceridade.

À Universidade Federal de Santa Maria e a CAPES, pela oportunidade e auxílio técnico.

Aos demais professores do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pelos ensinamentos.

A Eduarda, Milena e Camila pelo apoio com meu filho nos momentos difíceis.

Ao colega Wesley, pela ajuda durante o experimento, na coleta de dados e na aplicação dos tratamentos, o meu muito obrigada.

Ao atual secretário do Centro de Ciências Rurais, Ercelino, pelo apoio prestado durante todo o curso, nas mais variadas dificuldades.

E, finalmente a todos que acompanharam minha caminhada, acreditando em meu trabalho, o meu muito obrigada.

Muita gente tem medo da felicidade.
Para essas pessoas, essa palavra
significa mudar uma série de hábitos ... e
perder sua própria identidade.

Muitas vezes nos julgamos
indignos das coisas boas
que acontecem conosco.
Não aceitamos, porque aceitá-las
nos dá a sensação de que estamos
devendo alguma coisa a Deus.

Pensamos: “é melhor não provar
o cálice da alegria,
porque quando este nos faltar
iremos sofrer muito”.

Por medo de diminuir,
deixamos de crescer.
Por medo de chorar, deixamos de rir.

Paulo Coelho

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

Universidade Federal de Santa Maria

FREQÜÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO PARA *Eucalyptus grandis* E *Pinus elliottii* em viveiro

AUTORA: ÂNGELA SIMONE FREITAG

ORIENTADOR: DR. TOSHIO NISHIJIMA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 08 de agosto de 2007.

O presente estudo teve como objetivo avaliar as influências do manejo da irrigação na produção de mudas de *Pinus elliottii* Engelm. e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden., conforme suas deficiências, mantendo assim, as qualidades de germinação e crescimento. O delineamento experimental utilizado foi um bi fatorial em blocos ao acaso, com parcela subdividida no tempo com três repetições. Como parcela principal foram caracterizadas freqüências de quatro irrigações (tratamentos), sendo elas: T1 (uma irrigação por dia); T2 (duas irrigações por dia); T3 (três irrigações por dia) e T4 (quatro irrigações por dia) e, como subparcela no tempo, oito épocas de avaliação para o pinus e sete épocas para o eucalipto. Utilizou-se para realização do experimento, um sistema de irrigação localizada constituído por um conjunto de motobomba, difusores, tubulações, registros e bandejas de PVC com tubetes. Os dados foram coletados semanalmente, obtendo-se a altura e o número de mudas remanescentes para ambas as espécies, bem como o número de folhas em cada muda para o eucalipto. A quantidade de água utilizada em todos os tratamentos, durante cada irrigação, foi de 5 litros por minuto. A partir deste experimento constatou-se, para ambas as espécies, que baixas freqüências de irrigação geraram resultados deficitários quanto à qualidade e quantidade de mudas no experimento durante a época de avaliação. Para o pinus, a freqüência indicada foi de quatro irrigações por dia enquanto que para o eucalipto a freqüência indicada foi de três irrigações por dia, gerando desta forma mudas mais desenvolvidas.

Palavras-chave: freqüências de irrigação; pinus; eucalipto; mudas.

ABSTRACT

Master Thesis

Pos-graduation Program in Agricultural Engineering

Federal University of Santa Maria

IRRIGATION FREQUENCES FOR *Eucalyptus grandis* AND *Pinus elliottii* IN NURSERY

AUTHOR: ÂNGELA SIMONE FREITAG

ADVISER: DR. TOSHIO NISHIJIMA

Date and place of the defense: Santa Maria, august 08th, 2007.

This study had as object to evaluate the irrigation management influences in *Pinus elliottii* Engelm. and *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. seedlings, according to its deficiencies, keeping the germination and development qualities. The statistical design was a bifactorial in randomized blocks, with time subdivided blocks and three repetitions. As main plot were characterized the frequencies of four irrigation (treatments), being: T1 (one irrigation per day); T2 (two irrigations per day); T3 (three irrigations per day) and T4 (four irrigations per day) and, as subplot in time, eight evaluation periods for pinus and seven for eucalyptus. The data were weekly collected, obtaining the height and the number of remaining seedlings for both species, as well as the number of leaves in each seedling for eucalyptus. The amount of water used in both treatments, during each irrigation, was 5 liters per minute. Based on the results, it was possible to assert that, for both species, low irrigation frequencies gave bad results due to quality and quantity of seedlings during the evaluation period. For pinus, the indicated frequency was four irrigations per day, while for eucalyptus the indicated frequency was three per day.

Keywords: irrigation frequencies; pinus; eucalyptus; seedlings.

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Temperaturas medidas dentro da casa de vegetação nos meses de realização do experimento. Santa Maria – RS, 2007.....	36
TABELA 02 - Volume de água (m ³), utilizado para irrigação por difusão das espécies de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Eucalyptus grandis</i> . Santa Maria - RS, 2007.....	36
TABELA 03 - Quantificação da massa seca para <i>Pinus elliottii</i> conforme as quatro freqüências de irrigação (tratamentos) aplicadas. Santa Maria - RS, 2007.....	42
TABELA 04 - Diâmetro e altura de mudas remanescentes de <i>Pinus elliottii</i> coletados aos seis meses após instalação do experimento e a relação altura da parte aérea/ diâmetro de colo destas mudas, Santa Maria – RS, 2007.....	43
TABELA 05 - Análise da variância para o crescimento em altura de <i>Pinus elliottii</i> avaliados nos quatro tratamentos durante oito épocas de avaliação. Santa Maria - RS, 2007.....	44
TABELA 06 - Média da alturas de mudas (cm) de <i>Pinus elliottii</i> obtidas em quatro tratamentos(T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11h00min); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11h00min e às 19h00min); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07h00min, às 11h00min e as 19h00min) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07h00min, às 11h00min, às 15h00min e às 19h00min). Santa Maria - RS, 2007.....	45
TABELA 07 - Quantificação da massa seca para <i>Eucalyptus grandis</i> conforme as quatro freqüências de irrigação (tratamentos) aplicadas. Santa Maria - RS, 2007.....	51
TABELA 08 - Diâmetro e altura de mudas remanescentes de <i>Eucalyptus grandis</i> coletados aos seis meses após instalação do experimento e a relação altura da parte aérea/ diâmetro de colo destas mudas. Santa Maria – RS, 2007.....	52
TABELA 09 - Análise da variância para o crescimento em altura de <i>Eucalyptus grandis</i> avaliados nos quatro tratamentos durante sete épocas de irrigação. Santa Maria - RS, 2007.....	53

TABELA 10 - Média da alturas de mudas (cm) de *Pinus elliottii* obtidas em quatro tratamentos (T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11h00min); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11h00min e às 19h00min); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07h00min, às 11h00min e as 19h00min) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07h00min, às 11h00min, às 15h00min e às 19h00min). Santa Maria - RS, 2007..... 54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Profundidade de saturação do substrato, em relação à altura dos tubetes (LANDIS, 1989).....	31
FIGURA 02 - Distribuição do experimento dentro da casa de vegetação e a disposição do sistema de irrigação.....	34
FIGURA 03 - Demonstração da instalação do experimento de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Eucalyptus grandis</i> . Santa Maria - RS, 2007.....	34
FIGURA 04 - Crescimento em altura da espécie de <i>Pinus elliottii</i> nos diferentes períodos de avaliação. Santa Maria - RS, 2007.....	40
FIGURA 05 - Sobrevivência de mudas de <i>Pinus elliottii</i> em função dos tratamentos. Santa Maria - RS, 2007.....	41
FIGURA 06 - Equações para o desenvolvimento em altura de <i>Pinus elliottii</i> com relação às épocas de avaliação e a altura média. Santa Maria - RS, 2007. (As equações, F1, F2, F3 e F4 referem-se aos dados dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente).	46
FIGURA 07 – Crescimento em altura de <i>Eucalyptus grandis</i> nos diferentes períodos de avaliação. Santa Maria - RS, 2007.....	47
FIGURA 08 - Sobrevivência de mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> em função dos tratamentos. Santa Maria - RS, 2007.....	49
FIGURA 09 - Desenvolvimento foliar para a espécie de <i>Eucalyptus grandis</i> relacionadas com cada tratamento nas sete épocas de avaliação. Santa Maria - RS, 2007.....	50
FIGURA 10 - Equações para o desenvolvimento em altura de <i>Eucalyptus grandis</i> com relação às épocas de avaliação e a altura média. Santa Maria - RS, 2007 (As equações, F1, F2, F3 e F4 referem-se aos dados dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente).....	54

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivo Geral.....	16
1.1.2 Objetivo específico.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 O Gênero <i>Eucalyptus</i>	17
2.1.1 Descrição Geral.....	17
2.1.2 <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden.....	19
2.1.3 Clima e Solo.....	19
2.2 O Gênero <i>Pinus</i>	20
2.2.1 Descrição Geral.....	20
2.2.2 <i>Pinus elliottii</i> Engelm.....	22
2.2.3 Clima e Solo.....	23
2.3 Irrigação e Manejo da Água	24
2.4 Uso de Recipientes para Produção de Mudanças	27
3 MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1 Local	31
3.2 Materiais Utilizados	31
3.3 Metodologia Utilizada	33
3.4 Variáveis Medidas	35
3.5 Processamento e Análise dos Dados	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Frequências de Irrigação	39
4.2.1 <i>Pinus elliottii</i> Engelm.....	39
4.2.2 <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden.....	47

5 CONCLUSÃO.....	56
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

A agricultura e a pecuária sempre tiveram grande importância na economia e na paisagem mundial. No entanto, atualmente está em emergência uma terceira grande oportunidade, frequentemente esquecida na economia rural. Trata-se da silvicultura, que constitui no ato de formar, manter e manejar povoamentos florestais tanto naturais como plantados, para satisfazer a crescente demanda de produtos madeiráveis e não-madeiráveis pelo mercado.

No Rio Grande do Sul, a importância quanto ao uso de madeira de pinus e eucalipto vem aumentando devido à conscientização que os pequenos produtores rurais e empresas ligadas ao ramo florestal estão dando à preservação de florestas nativas. Isto é possível graças à substituição de madeira nativa por madeira de pinus e eucalipto para os mais variados fins graças principalmente aos incentivos como o fomento florestal. Segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura (2005), o fomento florestal praticado pelas empresas e as recentes modalidades de financiamento aos produtores rurais para produção de madeira, já estão modificando a matriz de suprimento industrial que deverá passar dos atuais 5 a 10% para 30% ou mais, através de produtores florestais.

Do eucalipto tudo se aproveita (SHIMIZU, 2006). Das folhas, extraem-se óleos essenciais empregados em produtos de limpeza e alimentícios, em perfumes e até em remédios. O tronco fornece madeira para sarrafos, lambris, ripas, vigas, postes, varas, esteios para minas, mastros para barco, tábuas para embalagens e móveis. Sua fibra é utilizada como matéria-prima para a fabricação de papel e celulose. Há uma forte tendência em utilizá-la, também, para usos mais nobres, como fabricação de casas, móveis e estruturas, especialmente nas regiões Sudeste e Sul, carentes de florestas naturais.

As espécies do gênero *Pinus* são amplamente utilizadas em reflorestamentos no Brasil, devido principalmente ao seu rápido crescimento. A madeira do pinus é usada em construções leves e pesadas, na produção de laminados, compensados, chapas de fibras e de partículas, na produção de celulose e papel, entre outros. O *P. elliottii* também é muito utilizado para a extração de resina. Podendo inclusive, ser utilizado na implantação de quebra ventos, (SHIMIZU, 2006).

Desta forma, a indústria madeireira necessita de florestas altamente produtivas e que possam fornecer matéria-prima de qualidade, com propriedades uniformes, densidade, cor, e

características tecnológicas que satisfaçam as exigências de mercados segundo cada produto obtido de seu desdobramento final. Para isto, é preciso que se dê uma maior atenção para as práticas silviculturais (HOPPE, 2003).

Para se ter uma floresta de boa qualidade e que atenda às necessidades da humanidade é preciso que se tenham mudas saudáveis e bem desenvolvidas. Para isso, cada vez mais se faz necessário o uso da irrigação. Constituindo uma técnica que proporciona alcançar a máxima produção, em complementação às demais práticas agrícolas, a irrigação tem sido alvo de considerável interesse por parte dos silvicultores (LIMA et. al, 2004).

A irrigação é o método artificial de aplicação de água na agricultura que tem a finalidade de suprir as necessidades hídricas da planta, em caráter total ou suplementar (LÉO e HERNANDES, 2001). Isto quer dizer que a irrigação viabiliza o cultivo de espécies de plantas em locais onde, sem a sua aplicação, seria impossível. Com o desenvolvimento tecnológico e a criação de diferentes métodos de irrigação e metodologias de manejo, a irrigação tornou-se um fator importante para se ter uma eficiência na produção, de forma moderna e com garantia de qualidade dos produtos tendo destaque para o ganho de produtividade.

A irrigação do viveiro florestal merece uma atenção especial, devido ao alto consumo de água, pois segundo Secretaria do Meio Ambiente (1993), um viveiro de porte médio, que chega a produzir 100.000 mudas por ano, necessita aproximadamente de 10.000 litros de água por dia. A irrigação pode ser executada manualmente, com regadores ou mangueiras, por aspersão e por micro-aspersão.

A qualidade das mudas garante a minimização dos custos do reflorestamento, enquanto que as mudas de baixa qualidade incrementam os custos devido à adoção de medidas adicionais de tratamento em função da baixa sobrevivência no campo (FERREIRA, 1997).

De acordo com Gomes et. al (1996), a qualidade das mudas pode ser avaliada apenas com o diâmetro e a altura já que estes juntos contribuem em 83,19% para a qualidade destas. Além de apresentar uma boa contribuição relativa para a sua qualidade, a altura é um parâmetro de fácil medição tratando-se de um método não-destrutivo para a planta.

Desta forma, o plantio de pinus e eucalipto está tendo sua importância no que diz respeito às inovações tecnológicas potencializada na indústria moveleira quanto aos ganhos de produtividade e competitividade, além da geração de renda e empregos permanentes, diretos e indiretos no setor florestal e principalmente pela preservação de madeira de matas nativas. A

fim de contemplar estes dois fatores, é preciso que se tenha disponível florestas bem conduzidas e de boa qualidade.

Contudo, é preciso que haja uma maior importância para o início de tudo, a produção das mudas nos viveiros florestais. Essa produção é baseada nos insumos utilizados e principalmente, na forma com que a irrigação é feita, ou seja, se a demanda de água exigida pela muda é suprida ou não, durante toda a fase de viveiro.

Sendo assim, é essencial o entendimento dos processos que envolvem a produção de mudas destas espécies no que diz respeito ao seu aproveitamento de água para obter mudas com qualidade cada vez maior.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O trabalho tem por objetivo geral avaliar a influência do manejo da irrigação na produção de mudas de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis*, minimizando as deficiências hídricas, mantendo assim, suas qualidades de germinação e crescimento.

1.1.2 Objetivo Específico

Este estudo teve como objetivo específico analisar as relações decorrentes da aplicação de quatro frequências de irrigação em *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* para obtenção de mudas aptas ao plantio com base na análise dos seguintes parâmetros:

- altura e sobrevivência das mudas avaliadas durante todo o período de experimento;
- massa seca e relação H/D das mudas seis meses após a instalação do experimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Gênero *Eucalyptus* W. Hill ex Maiden

2.1.1 Descrição geral

O eucalipto é uma planta originária da Austrália, onde existem mais de 600 espécies. A partir do início do século 20, o eucalipto teve seu plantio intensificado no Brasil, sendo usado durante algum tempo nas ferrovias, como dormentes e lenha para as mareas-fumaças e mais tarde como poste para eletrificação das linhas (MARCHIORI e SOBRAL, 1997).

A introdução do gênero *Eucalyptus*, no Rio Grande do Sul, ocorreu em 1868. Em 1903 o silvicultor Edmundo Navarro de Andrade, deu início a eucaliptocultura, onde teve maior destaque devido ao seu uso pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro, hoje Ferrovia Paulista S.A. - FEPASA que optou pelas espécies desse gênero para produzir lenha para suas locomotivas (LIMA, 1996).

De 1909 a 1966, quando passou a vigorar a Lei 5.106 dos incentivos fiscais ao reflorestamento, segundo Pereira et. al (2000), haviam sido plantados 470.000 hectares de eucalipto em todo o Brasil, 80% dos quais se situavam no Estado de São Paulo. A partir de então, até o ano de 1986, apenas com incentivos fiscais, foram plantados 3,2 milhões de hectares. Em 1987, foram abolidos tais incentivos. Contudo, a tecnologia desenvolvida neste período encontra-se fortalecida e completamente absorvida pelas indústrias florestais.

O gênero *Eucalyptus* tem sido muito utilizado e a sua produção tem atendido a diferentes setores (indústria de celulose e papel, madeira processada e energia). Por exemplo, o carvão vegetal, originado de eucaliptos, pode substituir o óleo combustível em caldeiras. A utilização do Eucalipto para serraria ainda é incipiente no Brasil, devido à exploração (muitas vezes ilegal) de madeira de espécies nativas da Amazônia, por exemplo. Com as novas exigências do mercado consumidor, preocupado com a produção sustentada e a manutenção de florestas nativas, o consumo dos produtos florestais procedentes de florestas plantadas aumenta.

Conforme Shimizu (2006), no final dos anos 20, as siderúrgicas mineiras começaram a aproveitar a madeira do eucalipto, transformando-o em carvão vegetal utilizado no processo de fabricação de ferro-gusa. A partir daí, novas aplicações foram desenvolvidas, principalmente para produção de papel e celulose, matéria-prima mais requisitada atualmente para exportação.

Segundo Marchiori e Sobral (1997), a alta produtividade da espécie também oferece a vantagem de contribuir para o alívio da demanda crescente de madeira, favorecendo a preservação das florestas nativas remanescentes.

Para a implantação de reflorestamento de eucalipto, é muito importante a escolha da espécie que se adapte ao local e aos objetivos pretendidos, como por exemplo, para lenha e carvão são utilizadas espécies que geram grande quantidade de lenha em prazo curto como *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. torilliana*; para a produção de papel e celulose utiliza-se espécies que apresentem cerne branco e macio como *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla* (MARCHIORI e SOBRAL, 1997). Já para postes, moirões, dormentes e estacas as espécies com cerne duro (para resistir às intempéries) como *E. citriodora*, *E. robusta*, *E. globulus* são as mais indicadas e, para a serraria as espécies de madeira firme, em que não ocorram rachaduras como o *E. dunnii*, *E. viminalis*, *E. grandis* são os atualmente mais indicados.

No que tange a área de viveiros, há a necessidade de se melhorar a qualidade das mudas, definindo característica que melhor se relacionem com o desempenho destas à campo (SILVA, 2003). Muitas empresas florestais têm dado maior ênfase na área da silvicultura quanto à qualidade de mudas como diâmetro e altura, no entanto, é extremamente fundamental que sejam feitos estudos mais aprofundados quanto a maior qualificação de mudas para que se tenha um povoamento melhorado que atenda as exigências atuais.

O processo de produção de mudas florestais pode ser dividido em três fases: fase de germinação ou enraizamento, fase de crescimento e fase de rustificação. A fase de rustificação é de grande importância para a adaptação das mudas a campo (SILVA, 2003).

2.1.2 *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden

O gênero *Eucalyptus* compreende um grande número de espécies, com madeiras de características físico-mecânicas e estéticas bastante diferenciadas, o que permite a substituição de várias espécies latifoliadas nativas. No entanto, poucas espécies de eucalipto têm sido plantadas em escala comercial.

Uma das espécies mais utilizadas é o *Eucalyptus grandis*, pertencente a família Myrtaceae (sub-família Leptospermoidae). É conhecido por *Flooded gum* ou *Rose gum*, se assemelhando muito ao *Eucalyptus saligna* e ao *Eucalyptus deanei* e possui ampla área de distribuição natural na costa leste da Austrália (MARCHIORI e SOBRAL, 1997). A madeira rosado clara, moderadamente dura e resistente à decomposição natural, assemelha-se à do *Eucalyptus saligna*, embora sendo um pouco mais leve (0,69 g/cm³).

Em função do sucesso alcançado com o *Eucalyptus grandis* no Estado de São Paulo, ele é recomendado para todas as regiões, com restrições a locais onde ocorram geadas ou deficiências hídricas severas.

2.1.3 Clima e Solo

Adapta-se bem em regiões de clima subtropical, com precipitações entre 1000 e 1800 mm anuais, concentradas na estação quente. Prefere solos limosos, férteis e bem drenados. Segundo Barros (1990), esta espécie se concentra preferencialmente em baixadas ou em partes mais baixas de vales com solos supostamente mais férteis, profundos e bem drenados. Ainda, segundo o autor, o *Eucalyptus grandis*, em sua região de origem, está associado a florestas pluviais, ou seja, não está sujeita ao déficit hídrico.

Pode atingir até 55 m de altura, com uma produtividade de 25–30 m³/ha/ano, apresenta uma exigência nutricional bastante alta e sua produção de mudas é relativamente fácil, com um rápido crescimento inicial e alta susceptibilidade a pragas e doenças (REIS, 2006).

2.2 O Gênero Pinus

2.2.1 Descrição Geral

As diversas espécies de Pinus vêm sendo incorporadas à paisagem brasileira há mais de um século para os mais variados fins. Muitas das espécies foram trazidas pelos imigrantes europeus como curiosidade, para fins ornamentais e para produção de madeira. As primeiras introduções de que se tem notícia foram de *Pinus canariensis*, proveniente das Ilhas Canárias, introduzidas no Rio Grande do Sul, em torno de 1880.

Por volta de 1936, segundo Shimizu (2006), foram iniciados os primeiros ensaios de utilização do Pinus para fins silviculturais, com espécies européias. No entanto, não houve sucesso, em decorrência da má adaptação ao nosso clima. Somente em 1948, através do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, foram introduzidas, para ensaios, as espécies americanas conhecidas como "pinheiros amarelos" que incluem *P. palustris*, *P. echinata*, *P. elliottii* e *P. taeda*. Dentre essas, as duas últimas se destacaram pela facilidade nos tratamentos culturais, rápido crescimento e reprodução intensa no Sul e Sudeste do Brasil. Desde então um grande número de espécies continuou sendo estudado em experimentos a campo por agências do governo e empresas privadas, visando ao estabelecimento de plantios comerciais. Em 1959, o governo de São Paulo, para atenuar as consequências do desmatamento no Estado, resolveu dar início às primeiras experiências com Pinus no Brasil (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MADEIRA, 19--).

A diversidade de espécies e raças geográficas testadas, provenientes não só dos Estados Unidos, mas também do México, da América Central, das Ilhas Caribenhas e da Ásia foi fundamental para que se pudesse traçar um perfil das características de desenvolvimento de cada espécie para viabilizar plantios comerciais nos mais variados sítios ecológicos existentes no país.

As principais espécies de Pinus utilizadas em reflorestamentos, no Brasil são: *Pinus elliottii*, *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa*, *Pinus hondurensis*, *Pinus patula* e *Pinus taeda* (ABPM, 19--). Segundo EMBRAPA (1988), a área plantada com o gênero *Pinus* no Brasil ultrapassa aos 2,5 milhões de hectares, constituindo-se na segunda espécie florestal mais plantada no país. A madeira do pinus é usada em construções leves ou pesadas, na produção de laminados, compensados, móveis, chapas de fibras e de partículas, na produção de celulose

e papel, na fabricação de casas pré-moldadas, embalagens para transporte de produtos, utilidades domésticas e matéria - prima para confecção de material escolar e brinquedos entre outros.

Pinus elliottii é muito utilizado para a extração de resina (EMBRAPA, 1986). Também pode ser utilizado na implantação de quebra - ventos e como auxílio, juntamente com uma forrageira, na recuperação de áreas degradadas pelo processo de arenização. A madeira de pinus, espécie mais empregada em plantios comerciais para serraria, aproximadamente um terço da madeira serrada no Brasil, defronta-se com um sério obstáculo: o esperado déficit na produção de madeira de pinus para serraria e para a indústria moveleira. Entretanto, se há incerteza quanto ao fornecimento de pinus para a indústria moveleira, existe a constatação da crescente disponibilidade da madeira de eucalipto serrada e seca em estufa, de boa qualidade e em condições uniformes de cor, densidade e características tecnológicas, a preços competitivos.

A escolha da espécie a ser plantada é importante para o êxito de um programa de reflorestamento (NOVAES et. al, 2002). Quando se pretende alcançar povoamentos mais produtivos, são as características das mudas a serem produzidas que indicarão a qualidade das árvores adultas.

O aumento da percentagem de sobrevivência das mudas a campo é influenciado diretamente pela importância que é dada para a produção destas mudas na fase de viveiro. Fatores como quantidade de água, luminosidade, temperatura e umidade muitas vezes são determinantes para que as mudas tenham um desenvolvimento satisfatório mesmo a campo. Segundo Carneiro (1995), o replantio torna-se dispensável, dada à pequena taxa de mortalidade que é verificada, mesmo meses após o plantio.

Desta forma, é preciso que se encontrem tecnologias modernas, capazes de produzir mudas de alto padrão de qualidade, para que possam suportar as adversidades do meio, apresentar altos percentuais de sobrevivência no campo, possibilitar a diminuição da frequência dos tratos culturais do povoamento recém-implantado e produzir árvores com volume e qualidades desejáveis.

2.2.2 *Pinus elliottii* Engelm

Pinus elliottii se destacou como espécie viável em plantações comerciais para produção de madeira e resina no Brasil. A região ecológica ideal para o seu desenvolvimento coincide, em grande parte, com a de *P. taeda*. Porém, por ser de ambiente com características mais próximas ao tropical, perde em crescimento para *P. taeda* nas partes mais frias do planalto sulino. Por outro lado, pode ser plantado com grande sucesso em ambientes característicos de Cerrado das Regiões Sul e Sudeste, bem como na planície costeira. A árvore pode atingir até 30 m de altura e sua copa diminui de tamanho com o crescimento. Seu crescimento nos Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul é vigoroso e uniforme (IPEF, 1978).

Ensaio de campo têm indicado baixa ou nenhuma variação em produtividade ligada ao efeito da procedência de sementes. Assim, a maior parte da variação nessa característica está restrita ao nível individual (de árvore para árvore). Isto simplifica muito os trabalhos de melhoramento genético, uma vez que se pode contar com uma extensa população base para seleção individual (IPEF, 1978).

A madeira juvenil de *Pinus* apresenta muitas características indesejáveis para a produção de peças sólidas e sua presença é inevitável nas toras, pois é a madeira formada inicialmente, nos anéis de crescimento mais próximos à medula.

De uma forma geral, o incremento volumétrico de *P. elliottii* costuma ser menor que de *P. taeda*. Porém, *P. elliottii* inicia a produção de madeira adulta a partir dos cinco a seis anos de idade, em contraste com 12 a 15 anos em *P. taeda*. Este pode ser um diferencial muito importante na escolha da espécie para produção de madeira destinada ao processamento mecânico. Isto significa que, em toras da mesma idade, a de *P. elliottii* contém menor proporção de madeira juvenil e, portanto, será de melhor qualidade física e mecânica do que a tora de *P. taeda* (SHIMIZU, 1980).

Embora *P. elliottii* seja amplamente utilizado na fabricação de celulose e papel nos Estados Unidos, o mesmo quase não ocorre no Brasil. Isso se deve ao custo no processo industrial, por causa do alto teor de resina na madeira. Portanto, o uso de *P. elliottii*, no Brasil, se limita à produção de madeira para processamento mecânico e extração de resina (SHIMIZU, 2006).

A resina extraída de árvores de *P. elliottii* possibilitou a criação de uma atividade econômica muito importante no setor florestal que é a produção, processamento e exportação

de resina. Dados de 2002 indicam que a produção brasileira, de aproximadamente 100.000 t/ano, representa uma movimentação financeira de US\$ 25 milhões. Com isso, o Brasil passou de importador a exportador deste produto. A exploração da resina gera mais de 12.000 empregos diretos no campo, oferecendo uma importante contribuição social que resulta no melhoramento das condições de vida no meio rural (SHIMIZU, 1980).

A produtividade média de resina de *P. elliottii*, no Brasil, em árvores não melhoradas, é de 2 kg/árvore ao ano. Esta característica é, também, de alta herdabilidade e pode ser alterada mediante seleção criteriosa das matrizes. Assim, após mais de uma geração de seleção e reprodução controlada, as árvores geneticamente melhoradas que constituem os povoamentos comerciais de hoje chegam a produzir, em média, 6 kg/árvore ao ano. Isto significa que, mesmo mantendo a mesma extensão das florestas atuais, a produção de resina poderá ser triplicada nas próximas rotações, com o uso de semente geneticamente melhorada, agregando um valor substancial aos povoamentos de *P. elliottii* (EMBRAPA, 1986).

A produção mais uniforme de mudas, com menor variação nos parâmetros morfológicos, além de facilitar a mecanização em qualquer estágio, desde as operações de viveiro até o plantio, reduz a necessidade de classificação de mudas (CARNEIRO, 1995).

Segundo Hoppe e Brun (2004), os fatores que afetam a qualidade das mudas são a qualidade genética, peso e tamanho de sementes, estocagem das mudas no viveiro, fertilização das mudas, substrato, recipiente e sombreamento.

Ao estudar a seleção fenotípica de *Pinus elliottii* no viveiro, Shimizu (1980) concluiu que as mudas selecionadas no viveiro mantiveram superioridade em altura, diâmetro e volume significativo cinco anos e meio após o plantio.

2.2.3 Clima e Solo

Em razão do excelente crescimento em zonas de clima subtropical úmido, é largamente cultivado no sul do Brasil (MARCHIORI, 1996).

Pinus elliottii cresce em solos úmidos, nos brejos, em solos ácidos, etc., devendo-se tomar cuidado na proteção para evitar o fogo. Pode ser plantado com grande sucesso em ambientes característicos de Cerrado das Regiões Sul e Sudeste, bem como na planície costeira (SHIMIZU, 2006). A espécie apresenta, moderada tolerância a déficit hídrico, podendo crescer bem nas zonas de transição para os cerrados e as florestas semidecíduais dos

Estados do Paraná e São Paulo, bem como nas áreas com lençol freático próximo à superfície. Portanto, outra região apropriada para o plantio desta espécie são as planícies litorâneas dos Estados do Sul do Brasil (REVISTA DA MADEIRA, 2002).

2.3 Irrigação e Manejo da Água

A irrigação consiste em um conjunto de técnicas destinadas a distribuir a água no solo em um certo tempo ou espaço para modificar as possibilidades agrícolas de cada região, ou seja, a irrigação visa a corrigir a má distribuição das chuvas (WINTER, 1976).

A grande quantidade de água requerida para a prática da irrigação, o decréscimo de sua disponibilidade e o alto custo da energia necessária à sua aplicação têm aumentado o interesse pela racionalização desse recurso, de forma a minimizar as suas perdas (AZEVEDO et. al, 1999). Portanto, é necessário minimizar a quantidade de água aplicada via irrigação sem, contudo, comprometer a produção final. Nos dias atuais, o emprego da irrigação localizada vem sendo muito aplicado com esse objetivo.

Uma irrigação eficiente, segundo Lima et. al (2004), pode ser definida como a relação entre a quantidade de água que a cultura necessita e a quantidade total aplicada pelo sistema para suprir essa necessidade. Quanto menores as perdas de água devido ao escoamento superficial, evaporação, deriva e drenagem profunda, maior será a eficiência de irrigação de um sistema.

A água é provavelmente, o fator ambiental mais limitante ao estabelecimento e desenvolvimento das mudas, pois o estado energético da planta é o resultado da interação entre a demanda evaporativa atmosférica com o potencial de água do solo, densidade e distribuição do sistema radicular e processos fisiológicos (FERREIRA, 1997).

A quantidade de água necessária para produzir espécies florestais em recipiente segundo Landis (1989), depende de muitos fatores, como o clima, o tipo de estrutura, o tipo de irrigação, o substrato e as características de cada planta.

A aplicação de água no solo com a finalidade de fornecer às espécies vegetais a umidade necessária ao seu desenvolvimento, pode ser realizada por meio dos mais diversos métodos de irrigação. Dentre os métodos que aplicam a água com alta frequência e de forma localizada estão o gotejamento, a micro-aspersão e irrigação subsuperficial (BERNARDO, 1995).

A irrigação localizada não deve ser considerada somente como uma nova técnica para suprir de água as culturas, mas como parte integrante de um conjunto de técnicas agrícolas nos cultivos de determinadas plantas, sob condições controladas de umidade do solo, adubação, salinidade, doença e variedades selecionadas, de modo que se obtenham efeitos significativos na produção por área e por água consumida, bem como na época da colheita e na qualidade do produto. Caracteriza-se, basicamente, pela aplicação da água numa fração do volume do solo explorado pelas raízes da planta, de forma pontual ou em faixa contínua, geralmente com distribuição pressurizada por meio de pequenas vazões e curtos intervalos de rega, mantendo níveis de umidade ideais para a cultura (BERNARDO, 1995).

Na irrigação localizada, a uniformidade de aplicação da água ao longo da linha lateral está intimamente relacionada à variação de vazão dos emissores, variação essa devida às perdas de carga ao longo do tubo e das inserções dos emissores, dos ganhos e perdas de energia de posição, da qualidade do tubo, das obstruções e efeitos da temperatura da água sobre o regime de escoamento e geometria do emissor (GOMES, 1999). Todavia, estudos realizados em laboratórios concluíram que temperaturas entre 25 °C e 32 °C não alteram a vazão do gotejador de forma significativa (OLIVEIRA et. al, 2000).

Para as sementeiras ou canteiros em germinação, as regas devem ser freqüentes até as mudas atingirem uma altura aproximada de cinco centímetros (folhas formadas), sendo os melhores horários pela manhã ou no período final da tarde. A irrigação no início das manhãs é recomendável em épocas e em locais frios, para desmanchar o gelo formado por geadas (SOUZA et. al, 2005).

Segundo o mesmo autor, recomenda-se que após a emergência ter alcançado seu ápice, o regime de regas deva ser alterado, substituindo-se gradativamente a irrigação freqüente e leve por outro regime de maiores intensidades e duração de rega. Substratos com teores elevados de areia requerem maior freqüência que os de menores teores.

As qualidades fisiológicas das mudas podem ser mais importantes que os efeitos de ordem morfológica, ou seja, a quantificação da necessidade hídrica na sua formação é extremamente importante, pois a falta ou excesso pode limitar o desenvolvimento das mesmas (NOVAES et. al, 2002). A falta de água leva ao estresse hídrico (desejável somente na rustificação), além da diminuição na absorção de nutrientes (SILVA et. al, 2005).

No entanto, o excesso da irrigação também gera problemas quanto a qualidade das mudas, pois poderá acarretar em conseqüências como diminuição da circulação de ar no substrato, lixiviação das substâncias nutritivas e aumento da sensibilidade das mudas ao ataque de fungos.

Um fato marcante em irrigação são os efeitos que o déficit de água causa na planta, principalmente nas épocas de maiores temperaturas. Conforme Ferreira et. al (1999), o déficit hídrico afeta primeiro as raízes, a partir do qual são desencadeados uma série de efeitos em toda a planta. Segundo Winter (1976), uma redução de água na planta afeta diferentes órgãos de diferentes formas. O efeito mais comum do estresse de umidade é uma redução na taxa de crescimento e desenvolvimento da folhagem e, de maneira inversa, uma diminuição no estresse causa um aumento na produção de folhagem.

O fechamento estomático não reduz apenas a saída de água da planta, mas também, a entrada de dióxido de carbono, fazendo com que haja uma redução da taxa de fotossíntese e conseqüentemente, uma redução do desenvolvimento da planta. Silva et. al (2002), afirma que alguns estudos têm verificado que plantas com deficiência hídrica são mais vulneráveis a pragas e doenças. Além disso, em condições de baixa disponibilidade de água no solo, vários processos metabólicos nas plantas podem ser influenciados, como o fechamento estomático, o declínio na taxa de crescimento, o acúmulo de solutos e antioxidantes e a expressão de genes específicos de estresse. Ainda, segundo Larcher (2004), a primeira e mais simples respostas ao déficit hídrico é a diminuição da turgescência e, associada a esse evento, a diminuição do processo de crescimento.

Os efeitos prejudiciais da carência de água no crescimento e na produção de uma cultura podem ser combatidos através de uma irrigação que tem por medida melhorar as condições locais para que a cultura tenha um bom desenvolvimento (WINTER, 1976).

Os conhecimentos quanto ao déficit hídrico e as reais necessidades de água que as espécies produzidas necessitam, ainda não são motivo de preocupação entre os viveiristas, principalmente em viveiros de pequeno porte. Nos viveiros presentes no estado de São Paulo, a irrigação é feita continuamente até que a semente germine. Após a germinação, diminui-se a freqüência de irrigação. Essa irrigação é feita através de regadores e mangueiras plásticas, pois os aspersores foram suprimidos pelo fato de não molhar todo o canteiro, deixando partes secas (SIMÕES, 1989).

No Rio Grande do Sul, principalmente aqueles viveiros florestais que não estão vinculados a empresas florestais, a parte de irrigação ainda é feita sem conhecimentos científicos adequados quanto a melhor forma de irrigar. Muitos utilizam mangueiras com aspersores adaptados, de forma rústica e até dispendiosa, muitas vezes sem a preocupação em relação a qualidade e quantidade da água utilizada.

A má utilização da irrigação em viveiros florestais acarreta alta mortalidade das mudas bem como mudas muitas vezes tortuosas, aumentando assim, os custos de produção e plantio

destas. Segundo Simões (1989), a qualidade das mudas reflete no crescimento futuro das árvores e, portanto, pode interferir na produtividade da floresta.

Em relação à produção das mudas, segundo Lopes (2005), a quantificação da necessidade hídrica na sua formação é extremamente importante, pois a falta ou excesso pode limitar o desenvolvimento das mesmas. A falta de água leva ao estresse hídrico (desejável somente na rustificação), além da diminuição na absorção de nutrientes. O excesso pode favorecer a lixiviação dos nutrientes e também proporcionar um micro-clima favorável ao desenvolvimento de doenças, além das questões sócio-ambientais relativas à economia de água e o acúmulo de lixiviados no solo.

2.4 Uso de Recipientes para Produção de Mudanças

A escolha do tipo de recipiente a ser utilizado depende do seu custo de aquisição, das vantagens na operação (durabilidade, possibilidade de reaproveitamento, área ocupada no viveiro, facilidade de movimentação e transporte etc.) e de suas características para a formação de mudas de boa qualidade (MACEDO et. al, 2004).

O uso de recipientes na produção de mudas de inúmeras espécies vegetais vem sendo empregado na maioria dos viveiros e, dentre as suas vantagens, salientam-se: (i) controle eficaz de fungos e nematóides; (ii) possibilidade de acelerar o processo de produção de mudas através do uso de substratos específicos; (iii) bom controle da condição nutricional; (iv) obtenção de mudas com sistema radicular bem desenvolvido, sem traumatismos e lesões, com facilidade no transplante e; (v) aumento do número de plantas por área (NICOLOSO, 2000).

Existem vários tipos de recipientes onde se destacam o laminado, o saco plástico e os tubetes de polipropileno (MACEDO et. al, 2004).

O laminado de pinus, embora esteja sendo substituído gradativamente pelos tubetes, apresenta algumas características semelhantes às dos sacos plásticos, ou seja, este tipo de embalagem apresenta como vantagem, a possibilidade de utilização de toretes de madeira, refugo de grandes laminadoras, que ainda podem ser desdobrado em lâminas por pequenos tornos, a custo bastante reduzido. Suas desvantagens são as mesmas dos sacos plásticos, e requer mão-de-obra para a sua confecção. Necessita de um bom controle do tempo de formação das mudas, para que não se degrade antes do período de plantio devido ao ataque de

fungos decompositores de madeira e, requer cuidados no transporte, visto que, por não ter fundo, pode desagregar e perder o substrato, expondo as raízes e causando o seu ressecamento, o que compromete a sobrevivência das mudas no campo (FERRARI, 2003).

Alguns trabalhos com mudas de eucalipto têm sido desenvolvidos sob diferentes condições de disponibilidade hídrica (CHAVES et al., 2004). Tais trabalhos têm sido realizados em vasos que não restringem tão severamente o desenvolvimento das plantas quanto os tubetes plásticos de tamanho reduzido (60 ml).

No entanto, esses tubetes plásticos podem limitar a disponibilidade dos recursos de crescimento, fazendo com que as plantas os utilizem de maneira otimizada, o que pode possibilitar a seleção precoce de material genético. Ferreira et al. (1999) observaram variações no comportamento das plantas de *Eucalyptus citriodora* (*Corymbia citriodora* (Hook.)K.D. Hill & L.A.S. Johnson) sob diferentes condições de disponibilidade hídrica, em tubetes, indicando a viabilidade de uso de plantas em recipientes de tamanho reduzido para obter respostas mais rápidas ao déficit hídrico.

Constatou-se segundo Carneiro (1995), que após alguns experimentos, houve uma melhor estruturação do sistema radicular de mudas de *Eucalyptus grandis* ao ser utilizado tubete ao invés de sacos plásticos.

O saco plástico, muito utilizado no Brasil, apresenta uma série de vantagens em relação a outros tipos de recipientes. Tem como vantagem o baixo custo, a possibilidade de utilização de sistemas de irrigação simples, e a possibilidade de obter mudas de maior tamanho, valorizadas para ornamentação, dependendo da espécie semeada (FERRARI, 2003).

Os sacos plásticos apresentam a vantagem de dispensarem grandes investimentos em infra-estrutura. Os tubetes, ao contrário, requerem investimentos mais elevados, mas apresentam custo operacional muito menor, tanto na produção de mudas quanto no transporte, proporcionando substancial redução no custo final do produto. O tamanho recomendado para os sacos plásticos depende da espécie. Para eucalipto, pinus e pioneiras nativas, são utilizados os de 9 x 14cm ou de 8 x 15cm, com 0,07mm de espessura (MACEDO et. al., 2004).

No entanto, a utilização de sacos plásticos apresentam algumas desvantagens como por exemplo, mudas que ultrapassam seu período normal de rotação no viveiro, apresentam problemas de deformação radicular, com crescimento em espiral das raízes secundárias, além da semeadura não pode ser mecanizada e o enchimento é feito manualmente (CARNEIRO, 1995). Segundo Ferrari (2003), utilizam grande quantidade de substrato ou solo necessário ao seu enchimento, aumentando o peso final da muda pronta, área ocupada no viveiro, diminuindo a produção/m², necessidade de maior mão-de-obra em relação à outros tipos de

recipientes e, dificuldades de transporte, além de gerar grande quantidade de resíduos no ato do plantio devido ao seu descarte.

Ao optar pelo uso de sacos plásticos como recipiente para mudas, pode-se utilizar como substrato para preenchimento destes, terra de subsolo isenta de sementes de plantas indesejáveis e de microorganismos que prejudicam o desenvolvimento das mudas. Deve-se dar preferência para solos areno-argilosos, pois apresentam boa agregação, permitem drenagem e também capacidade de reter água (SILVA, 2005).

A substituição gradativa dos sacos plásticos pelo uso de tubetes (cone de material plástico rígido) vem ocorrendo a alguns anos, trazendo como vantagens a possibilidade de mecanização das operações de produção de mudas (CARNEIRO, 1995).

Segundo o autor, foi utilizado inicialmente para estacas enraizadas, mas vem sendo amplamente destinado também à produção de mudas a partir de sementes. O sistema de produção de mudas de espécies florestais por tubetes favorece o plantio mecanizado das mudas no campo.

Os tubetes são providos de frisos longitudinais internos, segundo Carneiro (1995), em número de 4 ou 6 e equidistantes. Este tipo de recipiente confina as raízes laterais, dirigindo-as ao sentido vertical, para baixo, em direção ao fundo do recipiente onde existe um orifício para o escoamento de umidade e saída de raízes, o que promove sua poda pelo ar. Os mais utilizados são os de formato cônico, com capacidade de 50 cm³ para mudas de rápido crescimento, como eucalipto, pinus e pioneiras nativas. Para as espécies de crescimento inicial mais lento, tal como as não pioneiras nativas, os tubetes devem ter capacidade de 100 cm³, pois as mudas permanecem mais tempo no viveiro (MACEDO, et. al, 2004).

A produção de mudas por meio de sementes utilizando tubetes de polipropileno, acomodados em bandejas metálicas, apresenta algumas vantagens como: proteção do sistema radicular em toda a fase de desenvolvimento; menor quantidade de substrato a ser utilizada; o enchimento é um processo simples e de alto rendimento; as embalagens podem ser reutilizadas, quanto a presença de pragas e doenças; reduzem o espaço físico necessário a produção, apresentando ótima ergonomia de trabalho (REIS, 2006). Os tubetes também possibilitam a sua reutilização, que pode chegar a 5 anos, dependendo da qualidade do plástico utilizado na sua confecção e do armazenamento adequado à sombra (FERRARI, 2003).

Ao se optar pelo uso de tubetes, pode-se fazer uso de substratos orgânicos dos quais os mais utilizados são o esterco de curral curtido, húmus de minhoca, cascas de eucalipto e pinus decompostas e bagacilho de cana decomposto. Esses substratos são geralmente utilizados

como principais componentes de misturas que incluem também palha de arroz carbonizada, vermiculita e terra de subsolo arenosa. Os três últimos são utilizados para melhorar as condições de drenagem do substrato (SILVA, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação coberta com plástico transparente, situada no Viveiro do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, localizado no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul (20°45' Latitude Sul e 42°55' de Longitude Oeste), durante o período de agosto até novembro de 2006.

3.2 Materiais Utilizados

O tipo de tubete utilizado foi o modelo cônico, com secção circular contendo quatro frisos internos longitudinais e equidistantes, com dimensões de 125 mm de altura, fundo aberto de aproximadamente 12 mm de diâmetro, peso de 10 gramas, apresentando 53 cm³ de capacidade volumétrica de substrato e, conforme Landis (1989), tem a capacidade de reter 50% da água aplicada durante um sistema de irrigação. Na figura 01 estão representados quatro tipos de tubetes, relacionando suas alturas e a quantidade de saturação de cada tubete.

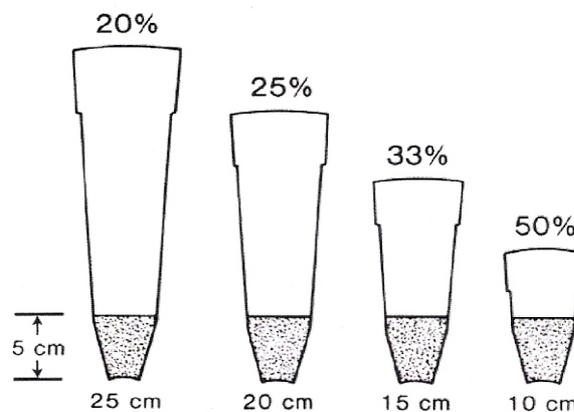


FIGURA 01 - Profundidade de saturação do substrato, em relação a altura dos tubetes (LANDIS, 1989).

As sementes foram provenientes do IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais), situada em Piracicaba, São Paulo, por serem estas de procedência segura, apresentando teste de germinação comprovada. Estas sementes foram coletadas no ano de 2006, na Área de Produção de Sementes (APS- F2) situada em Lençóis Paulista, São Paulo.

Para instalação do experimento foi utilizado um sistema de irrigação localizada constituído de uma bomba com motor elétrico (média pressão), uma mangueira de $\frac{1}{2}$ " com 7,0 m de comprimento para conduzir água do motor até as mangueiras de distribuição de água para os difusores, três mangueiras de $\frac{3}{4}$ " com 3,40 m cada para levar a água da mangueira principal até os difusores, doze mangueiras de $\frac{3}{4}$ " com 0,50 m de altura onde foram instalados os difusores para realização das frequências de irrigação e doze mangueiras de $\frac{3}{4}$ " onde foram instalados doze registros para controle da entrada de água para os difusores. Esses registros foram abertos ou fechados manualmente segundo a necessidade do tratamento em questão, receber ou não a intensidade de irrigação conforme o horário estipulado.

A água teve proveniência de um reservatório utilizado para irrigação automatizada da casa de vegetação, bem como para irrigação de algumas áreas externas a ela. Este reservatório está localizado próximo à parede da casa de vegetação onde o experimento foi realizado.

A irrigação aplicada no experimento foi feita isoladamente da área irrigada no restante da casa de vegetação que opera de forma automatizada. Esta irrigação foi feita de forma sistematizada, com o uso de doze difusores. Cada difusor irrigou duas bandejas, onde em uma bandeja foram semeados pinus e eucalipto e na outra bandeja foi semeado cedro para trabalhos posteriores.

Foram utilizadas 12 bandejas de PVC rígido, onde cada bandeja de PVC continha 96 tubetes removíveis que foram distribuídos igualmente para as duas espécies. Cada bandeja contendo pinus e eucalipto era composta por 48 tubetes para cada espécie. Destes 48 tubetes, 24 foram considerados como bordadura, ou seja, serviram para diminuir os riscos de interferência de agentes como luz, temperatura, etc.

Não foi utilizada a fertirrigação, pois o experimento consistia apenas em verificar o crescimento com relação às frequências de irrigação (tratamentos), sem a interferência de fertilizantes ou outros fatores.

O substrato utilizado para a semeadura das espécies de *Pinus elliottii* *Eucalyptus grandis* foi o Plant Max, utilizado para produção de mudas de espécies arbóreas, sendo composto por casca de Pinus processada e enriquecida, vermiculita e perlita, umidade 50-55%, densidade de $420 \pm 5 \text{ kg/m}^3$, pH de 5,5-6,2 e condutividade elétrica de 1,8-2,0 ms/cm. Os tubetes foram preenchidos a mão de forma uniforme.

Cada tratamento foi isolado com uma cortina de plástico transparente para evitar que a irrigação aplicada em um tratamento interferisse nos tratamentos adjacentes, para uma maior confiabilidade nos dados coletados. Foi utilizada também uma régua de 30 cm para medição da altura das mudas durante um período de 60 dias após o início do experimento.

3.3 Metodologia Utilizada

A instalação do experimento bem como o enchimento de tubetes e semeadura das espécies de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* ocorreu aos vinte e seis dias do mês de agosto, iniciando-se também as frequências de irrigação dentro de cada tratamento.

O experimento foi um bifatorial em blocos ao acaso, com parcela subdividida no tempo com três repetições. Como parcela principal foi caracterizado quatro frequências de irrigação, sendo eles: T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11h00min); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11h00min e às 19h00min); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07h00min, às 11h00min e às 19h00min) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07h00min, às 11h00min, às 15h00min e às 19h00min) e como subparcela no tempo, oito épocas de avaliação para o pinus (1, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a semeadura) e sete épocas para o eucalipto (7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após semeadura).

O sorteio da distribuição dos tratamentos foi feito segundo as exigências estatísticas, ou seja, de forma casualizada.

A distribuição esquemática da disposição do experimento dentro da casa de vegetação bem como os tratamentos distribuídos nele, estão representados na Figura 02.

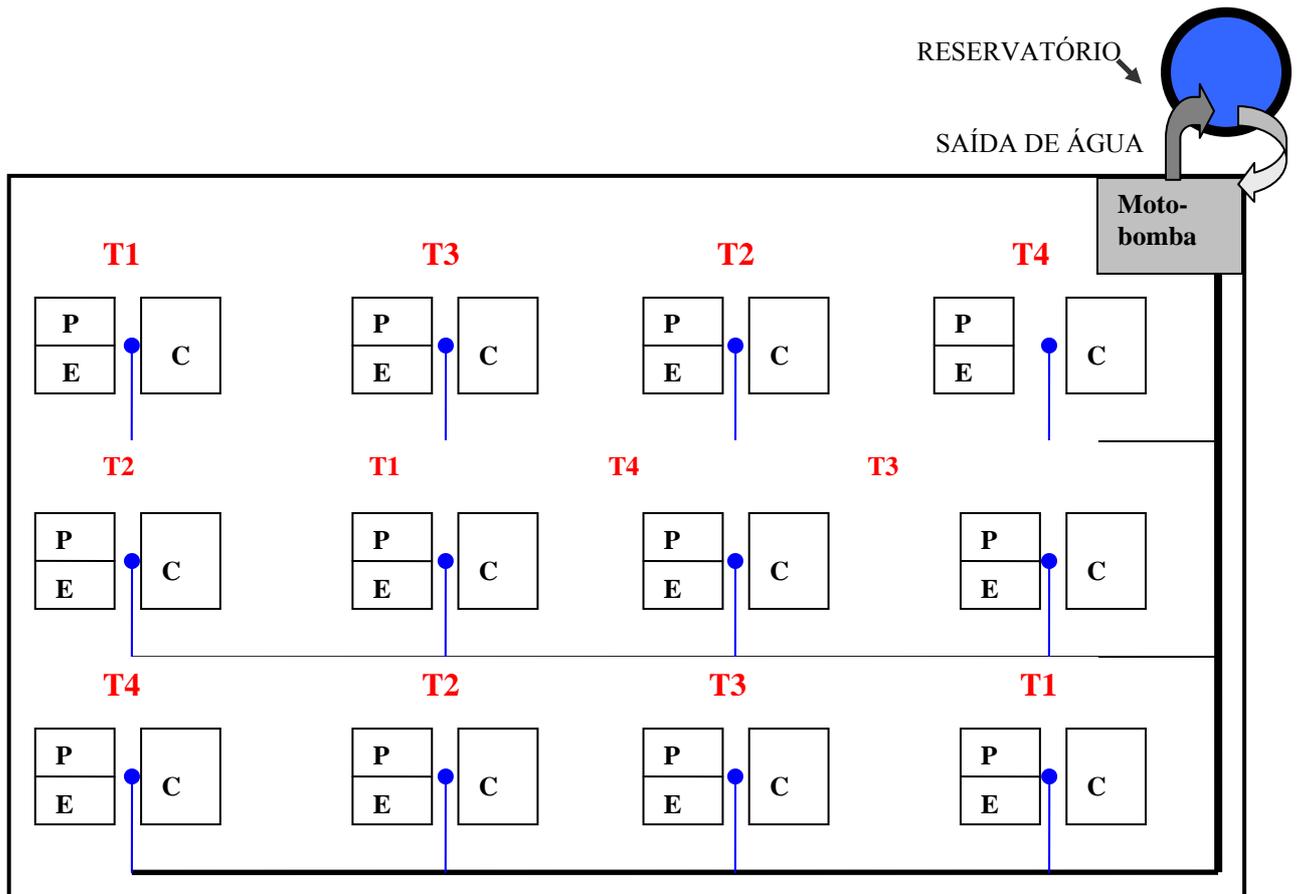


FIGURA 02: Distribuição do experimento dentro da casa de vegetação e a disposição do sistema de irrigação.

Na Figura 03, pode-se observar a disposição do experimento já instalado, pronto para receber as frequências de irrigação conforme cada tratamento.



FIGURA 03 - Demonstração da instalação do experimento de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis*. Santa Maria – RS, 2007.

Observa-se nas figuras 02 e 03, a instalação do experimento no que diz respeito à tubulação, localização dos difusores e as bandejas de PVC (policloreto de vinila) rígido bem como sua disposição.

Os dados foram coletados obedecendo sempre a mesma ordem de avaliação no experimento e dentro de cada bandeja, da esquerda para a direita, bem como a homogeneidade quanto aos materiais utilizados para coleta como, utilização de mesma régua para coleta das alturas e mesma pessoa a coletar em todas as semanas os dados das espécies.

A coleta de dados correspondeu ao período que foi desde a emergência das plântulas e estendeu-se por dois meses, perfazendo um total de oito avaliações para a espécie de pinus e sete avaliações para a espécie de eucalipto. Essas avaliações foram feitas semanalmente onde, cada semana consistia em uma época de coleta. Em cada época de coleta, na espécie de eucalipto, foram observadas e anotadas as alturas utilizando-se uma régua, o número de plantas emergidas e remanescentes e, o número de folhas. Para o pinus, foram avaliados o número de exemplares emergidos e remanescentes totais bem como a altura das mudas.

3.4 Variáveis Medidas

Para avaliação do desenvolvimento das mudas através da aplicação das quatro frequências de irrigação diárias (T1, T2, T3 e T4), observou-se as seguintes variáveis: o número de plantas emergidas, a altura a partir do coleto em centímetros, medida com auxílio de uma régua e, o número de folhas de cada muda de *E. grandis*, observado a partir da data da semeadura, durante oito semanas para o pinus e sete semanas para o eucalipto.

Após seis meses de emergência (agosto de 2006 a março de 2007), além dos dados de altura, número de plantas que sobrevieram e número de folhas, obtiveram-se também dados sobre a altura das plantas (região entre o coleto e o ápice) medidas com uma régua de 30 cm e o diâmetro do caule a 1 cm do solo medido através de um paquímetro manual. Estes dados medidos no mês de março foram utilizados para os cálculos de vigor(D/H) e equilíbrio de desenvolvimento das mudas (H/D). Posteriormente às medições, procedeu-se o corte das mudas na região do coleto e a separação destas em parte aérea e parte radicular, sendo a parte radicular lavada em bandejas de metal com malha de 1 mm para retirada do substrato. Ambas as partes foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados segundo cada

tratamento e mantidos em estufa com circulação de ar (65 ± 3 °C) até atingir peso constante, ou seja, a massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total.

Além dos dados de altura, número de mudas para pinus e eucalipto e número de folhas para o eucalipto, avaliados segundo as frequências de irrigação em cada tratamento, foram coletados também a temperatura dentro da casa de vegetação e a quantidade de água utilizada para irrigação segundo cada tratamento.

A temperatura foi medida com o auxílio de um termômetro afixado dentro da casa de vegetação durante as coletas de dados das mudas. Para a medição da quantidade de água utilizada em cada frequência de irrigação utilizou-se um recipiente com volume conhecido.

Na tabela 01 a seguir, estão mencionadas a temperatura média, máxima e mínima dentro da casa de vegetação durante as épocas de experimento.

TABELA 01 - Temperaturas medidas dentro da casa de vegetação nos meses de realização do experimento. Santa Maria – RS, 2007.

Mês	Temperatura (°C)		
	mínima	média	máxima
setembro	12,4	20,5	28,6
outubro	16,8	24,2	31,6
novembro	18	26,5	35,6

Na tabela 02, verifica-se o volume de água em (m³), utilizada durante o experimento em cada tratamento para as espécies de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis*.

TABELA 02 - Volume de água (m³), utilizado para irrigação por difusão das espécies de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis*. Santa Maria - RS, 2007.

Tratamentos	Volume de água Utilizada			
	m ³ /min.	m ³ /dia	m ³ /mês	l/mês
T1	0,005	0,025	0,750	750
T2	0,005	0,050	1,500	1500
T3	0,005	0,075	2,250	2250
T4	0,005	0,100	3,000	3000

Para fins de quantificação hídrica, o volume de água aplicada nas frequências de irrigação segundo os tratamentos, foi a mesma para ambas as espécies testadas durante um período de rega de 5 minutos, onde aplicou-se uma vazão de $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$. A frequência de irrigação sendo diferente para cada tratamento resultou, desta forma, em diferentes volumes diários de água conforme seus respectivos tratamentos.

Pode-se verificar o volume de água utilizado nos experimentos durante um minuto, a quantidade em m^3 por dia bem como a quantidade de água utilizada durante um mês. Cada valor refere-se a quantidade empregada em cada tratamento multiplicada pelo número de frequências de irrigação (uma, duas ou três irrigações) por dia, durante cinco minutos de irrigação. Por exemplo, quando se avalia a quantidade de água em m^3/dia para o tratamento T3, o valor observado é o valor de $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$ multiplicados pelas três frequências de irrigação do dia e, multiplicado ainda, pelos cinco minutos de duração de cada rega, obtendo assim, um valor de $0,075 \text{ m}^3/\text{dia}$ de água utilizada para irrigar as mudas de pinus e eucalipto, simultaneamente.

3.5 Processamento e Análise dos Dados

Os dados coletados a campo foram processados em Microsoft Excel e analisados estatisticamente pelo programa estatístico SAEG (versão 9.0), com a finalidade de obter a análise da variância bem como os testes de Tukey e as regressões polinomiais. Foi adotado 5% de probabilidade de erro em todas as análises (STORCK et al., 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstra que as mudas de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* sofreram interferências da temperatura medida dentro da casa de vegetação, principalmente através da transpiração foliar. A transpiração foliar é responsável por uma grande proporção das perdas de umidade ocorridas no sistema radicular e consequentemente no substrato. Durante a germinação e a emergência, o substrato seca só na camada superficial, enquanto que na fase de crescimento, será reduzida também a umidade do substrato no recipiente inteiro (LANDIS, 1989). Isto se deve a grande necessidade de água que a planta necessita na fase de crescimento para realizar todos os processos metabólicos, enquanto que na fase de germinação e emergência ela ainda possui em sua semente uma reserva de água e nutrientes, não necessitando desta forma, grandes quantidades neste período.

As perdas de água pelo substrato dependem muito do tipo de tubete utilizado e da temperatura em questão. Quanto menor o tubete, maior será a área de saturação hídrica e maior será a quantidade de água disponível a longo prazo para as mudas. Tubetes com até 12,5 cm de altura podem reter cerca de 50% da água aplicada durante a irrigação ao passo que aumentando o tamanho dos tubetes, a quantidade de água retida irá diminuir.

Não havendo quantidade de água suficiente, as mudas começarão a entrar em estresse hídrico, o que poderá causar perdas significativas para os viveiristas. Segundo Larcher (2004), estresse hídrico é um desvio significativo das condições ótimas à vida e induz à mudanças e respostas em todos os níveis funcionais dos organismos, as quais são reversíveis a princípio, mas podem se tornar permanentes.

As quantidades de irrigação aplicadas nos tratamentos estão em conformidade com as necessidades requeridas pelas espécies frente às temperaturas apresentadas, pois segundo Lopes et al. (2005), irrigações superiores a 0,012 m³/ dia são mais indicadas quando a temperatura está em torno de 30°C, o que foi verificado durante o período de avaliação do experimento. No entanto, Landis (1989) menciona que em viveiros instalados na Universidade de Idaho (EUA) para tubetes de 65 cm³, utilizou-se de 42,6 a 54,7 litros de água por semana, distribuídos sobre 1000 mudas, ou seja, 0,0426 a 0,0547 m³ por semana. Estes valores são bem inferiores às quantidades de água utilizadas neste experimento e em outros experimentos, segundo a literatura citada acima, o que pode ser

devido às espécies utilizadas (*Pseudotsuga menziesii* e *Tsuga*) e ao clima diferente do apresentado em nosso estado no período do experimento.

A temperatura serve de base para avaliação das mudas conforme as diferentes freqüências de irrigação, pois em dias muito quentes estas requerem mais água.

Desta forma, a quantidade de água utilizada, conforme as temperaturas observadas, foi aplicada de forma adequada para que as mudas tivessem um bom desenvolvimento. Porém, é preciso avaliar quais as freqüências mais adequadas para esta distribuição, pois nem sempre uma quantidade de água ideal supre as necessidades se não for distribuída nos períodos do dia de forma correta.

4.1 Freqüências de Irrigação

4.1.1 Pinus elliottii Engelm

A figura 04 representa o crescimento em altura do *Pinus elliottii* com relação aos quatro tratamentos nos oito períodos de avaliação.

Observa-se que o tratamento que proporcionou maior crescimento em altura durante todo o período de avaliação foi o tratamento T4 (freqüência de quatro irrigações por dia). Neste tratamento, é possível observar que, principalmente em meados de outubro, as mudas tiveram um crescimento muito superior aos demais tratamentos no mesmo período. Já os tratamentos T1 (freqüência de uma irrigação por dia) e T2 (freqüência de duas irrigações por dia), quase não se diferenciaram durante todo o período, mantendo a mesma taxa de desenvolvimento, porém, foi verificado na maioria das bandejas com tratamento T1 que as mudas após a quarta avaliação sofreram bifurcações e/ou tortuosidade do caule.

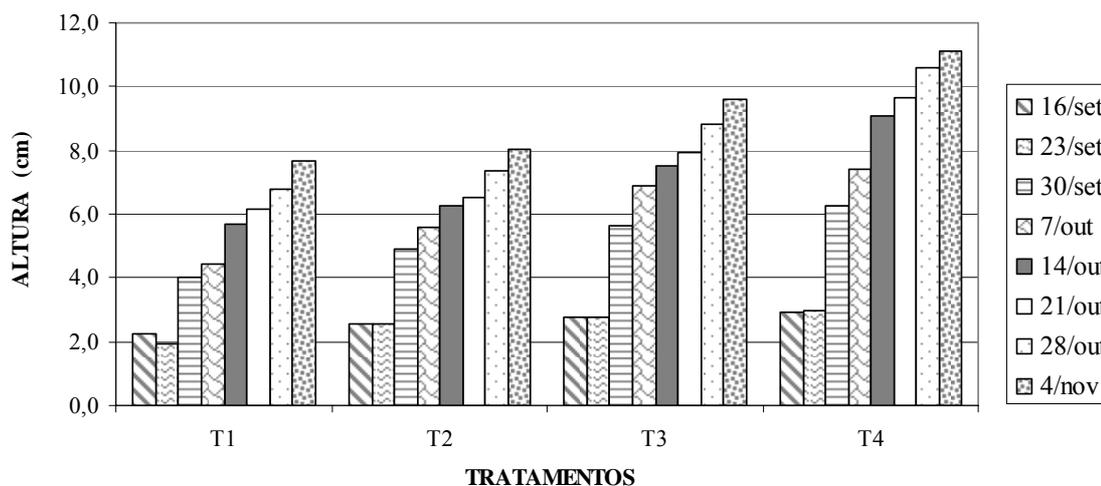


FIGURA 04 - Crescimento em altura de *Pinus elliottii* nos diferentes períodos de avaliação. Santa Maria - RS, 2007.

O tratamento T3 (frequência de três irrigações por dia) obteve valores de crescimento acima do observado para as mudas em relação aos tratamentos T1 e T2. No entanto, esse crescimento não foi tão significativo para que se possa considerar como sendo semelhante ao desenvolvimento encontrado para as mudas do tratamento T4, ou seja, o crescimento em altura para este tratamento, foi muito superior principalmente a longo prazo como o verificado em medições no dia primeiro de março (seis meses após a germinação) período em que as mudas estariam prontas para irem a campo. Nesse período, houve variação no crescimento em altura entre os tratamentos, porém essa variação não foi tão drástica nos primeiros meses quando se compara com os efeitos causados pela falta de água ao avaliar o número de plantas, porém se acentuou no último mês de análise.

Este desenvolvimento diferenciado nos quatro tratamentos demonstra as exigências hídricas muito altas que a espécie necessita para que tenha um bom desenvolvimento proporcionando mudas de boa qualidade, pois mesmo com o emprego de quatro frequências de irrigação por dia, as mudas de T4 não alcançaram o tamanho esperado para o período, no que se refere ao desenvolvimento em altura. Sendo assim, se faz necessário uma nova avaliação com cinco ou mais frequências de irrigação.

A maioria das mudas dos tratamentos T1 e T2 morreram ou não tiveram seu crescimento satisfatório devido a falta de água, pois quando a planta não possui água suficiente para suprir todas as suas necessidades por um longo período, entra em estresse

hídrico, manifestando algumas alterações na sua formação, como por exemplo, tortuosidade do caule e redução da área folhar.

A espécie de *Pinus elliottii*, assim como outras espécies em fase de viveiro, necessita que todos os mecanismos responsáveis pelo seu desenvolvimento estejam em quantidades necessárias para satisfazer suas necessidades como, por exemplo, luz, temperatura, substrato adequado, nutrientes e principalmente a água, como fator de transporte de solutos necessários para a fotossíntese.

Na figura 05, estão representados o número de plantas que sobreviveram segundo cada quinzena de avaliação, nos diferentes tratamentos.

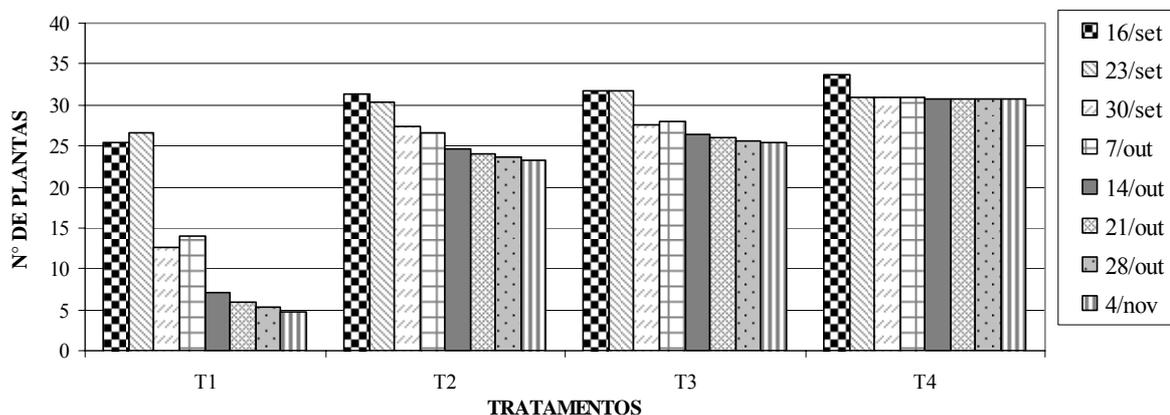


FIGURA 05 - Sobrevivência de mudas de *Pinus elliottii* em função dos tratamentos. Santa Maria - RS, 2007.

Observa-se que o tratamento T1 foi o que mais teve perdas de plantas durante todo o período. Isto se deve principalmente pela baixa frequência de irrigação a que foi submetida. Este fato é explicado por Winter (1976), onde relata que o teor de água nos tecido causa não só uma redução na taxa de síntese de proteínas, mas também, afeta todo o metabolismo da planta.

Os tratamentos T2 e T3 mantiveram taxas semelhantes de sobrevivência, tendo uma leve mortalidade de mudas com o passar do período, para ambos os tratamentos. O tratamento que apresentou maior sobrevivência, tendo uma taxa quase que homogênea de mudas foi o tratamento T4, apresentando pouca mortalidade, mesmo em períodos muito quentes como os que se apresentaram no período de condução do experimento, ou

seja, foi o que melhor satisfaz as condições de quantificação e qualificação de mudas exigidas para poderem ser comercializadas.

A redução de plantas ocorre devido ao fato de que folhas jovens possuem maior resistência à falta de água e à medida que há uma maturação destas, observou-se a diminuição gradativa do número de mudas encontradas nos três primeiros tratamentos, ou seja, para a espécie de *Pinus elliottii*, freqüências de baixa irrigação resultou na diminuição de plantas ao longo do período de avaliação, principalmente no primeiro tratamento.

Na Tabela 03 é apresentada a quantificação da massa seca da parte aérea, radicular e massa seca total das mudas de *Pinus elliottii* sob as diferentes freqüências de irrigação, durante o período de experimento, obtidos através de secagem em estufa.

TABELA 03 - Quantificação da massa seca para *Pinus elliottii* conforme as freqüências de quatro irrigações (tratamentos) aplicadas. Santa Maria - RS, 2007.

Tratamento	Massa seca		
	Parte Aérea	Raízes	Total
T1	0,00	0,00	0,00
T2	13,85	10,8	24,65
T3	20,28	13,93	34,21
T4	26,12	17,68	43,8

(T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e as 19:00 h) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h);

No tratamento T1, a avaliação da massa seca não pode ser realizada pois já não haviam mudas sobreviventes no mês de março, época da coleta de dados para o cálculo da massa seca, com o emprego de apenas uma irrigação diária.

O tratamento que obteve maior quantidade de massa seca, tanto da parte aérea como de raízes foi o T4, onde foram empregadas as maiores freqüências de irrigação. Com o aumento das freqüências de irrigação as mudas foram apresentando um aumento da quantidade de massa seca tanto radicular como aérea.

Segundo Silva (2003), estudos de eficiência do uso da água mostram que a produção de matéria seca total é linearmente proporcional a quantidade de água utilizada.

Na Tabela 04 estão representados os diâmetros e alturas coletados aos seis meses após a instalação do experimento bem como a relação H/D para mudas remanescentes de *Pinus elliottii*.

TABELA 04 - Diâmetro e altura de mudas remanescentes de *Pinus elliottii* coletados aos seis meses após instalação do experimento e a relação altura da parte aérea/ diâmetro de colo destas mudas. Santa Maria – RS, 2007.

Tratamentos	diâmetro (mm)	altura (cm)	H/D	D/H
T1	0,00	0,00	0,00	00,00
T2	2,47	11,375	4,61	21,71
T3	2,72	17,22	6,33	15,80
T4	2,93	22,05	7,53	13,29

* (T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e as 19:00 h) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h); D: diâmetro das mudas; H: altura das mudas.

O tratamento T1 também não foi avaliado pelo mesmo motivo descrito anteriormente, quanto a sobrevivência de mudas.

Em relação ao diâmetro das mudas de pinus, observa-se que entre os tratamentos aplicados, as mudas não apresentaram variações, ou seja, a diferença de diâmetro entre os tratamentos não foi significativo. No entanto, quando se compara as alturas em relação aos tratamentos, observa-se que com o aumento da frequência de irrigação, houve um aumento na altura destas mudas.

Segundo Carneiro (1976), mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua devem ser levadas a campo com diâmetros de colo acima de 3,7mm e quanto à parte aérea, esta deve situar-se entre 20 e 30 cm. Desta forma, apenas o tratamento T4 apresenta valores de altura dentro dos padrões adequados, enquanto que o diâmetro para este tratamento encontra-se um pouco abaixo do esperado devido provavelmente a falta de fertilização já que esta não foi utilizada neste experimento. Os demais tratamentos, levando-se em conta o citado pelo autor, estão fora das normas de qualidade, sendo assim descartados para irem a campo.

A relação H/D representa o equilíbrio de desenvolvimento das mudas. Ao avaliar a relação H/D, em qualquer fase do período de produção de mudas, esta deve situar-se entre os limites de 5,4 até 8,1 (CARNEIRO, 1995). Baseado nisso, os tratamentos T3 e T4 com uma relação H/D de 6,33 e 7,53 respectivamente, encontraram-se dentro dos

padrões de qualidade das mudas enquanto que o tratamento T2 apresentou uma relação H/D inferior aos valores estabelecidos por Carneiro (1976).

Sendo assim, quando se compara a massa seca total e a relação H/D, verifica-se que em ambos os parâmetros de avaliação o tratamento T4 (quatro frequências de irrigação por dia) foi o que obteve valores maiores com uma relação coerente com os valores encontrados por outros pesquisadores e já mencionados no texto.

O desenvolvimento em altura das mudas foi avaliado através de análise estatística com o programa SAEG, através dos testes de análise de variância para os quatro tratamentos, levando-se em consideração as oito épocas de avaliação (Tabela 05).

TABELA 05 - Análise da variância para crescimento em altura de *Pinus elliottii*, avaliados nos quatro tratamentos, durante oito épocas de irrigação. Santa Maria - RS, 2007.

Fontes de Variação	GL	QM	SIG.
Total	95	-	-
Total de Redução	53	12,8344	0,0000
Bloco	2	4,4629	***
A	3	32,2853	0,0023
Erro (A)	6	5,6695	-
D	7	73,6847	0,0000
DxA	21	1,0147	0,0000
Erro(B)	14	0,2373	-
Resíduo	42	0,2468	-

D= épocas de coleta; A= tratamentos; DxA= interação entre épocas de coleta e tratamentos.

Houve interação significativa nas épocas de coleta (D), dentro de cada tratamento (A), bem como na interação destes (DxA), ou seja, os tratamentos diferiram entre si em todas as avaliações.

Após a análise da variância, o comportamento em crescimento em altura com relação aos tratamentos foi também analisado estatisticamente através da realização do Teste de Tukey onde, pode-se verificar a comparação entre os níveis de A com significância de 5% para as médias observadas a partir dos dados analisados a campo conforme apresentado na Tabela 06. Para esta análise, o valor de Δ é igual a 1,8386.

TABELA 06 - Média da altura de mudas (cm) de *Pinus elliottii* obtidas em quatro tratamentos(T1, T2, T3 e T4). Santa Maria - RS, 2007.

Tratamento	Média	Grau de significância 5%
T4	7,51	A
T3	6,46	AB
T2	5,47	B
T1	4,86	B

*(T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e as 19:00 h) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h); tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Segundo a tabela 06, pode-se verificar que o tratamento T4 foi o que mais diferiu dos demais, ou seja, as freqüências de irrigação surtiram efeito diferenciado em altura nestas mudas quando comparadas com as mudas dos demais tratamentos conforme Tabela 04. Estas mudas mesmo com altas temperaturas como as que foram verificadas no período, não tiveram seu crescimento afetado obtendo o maior desenvolvimento em altura quando comparado com os demais, pois as freqüências aplicadas neste experimento supriram de certa forma, a necessidade de água que as mudas necessitaram nos dias com temperaturas mais bruscas evitando assim, um estresse hídrico.

Ao avaliar os tratamentos T1 e T2, verificamos que ambos não apresentaram diferença significativa entre si, ou seja, ambos possuem a mesma letra B (médias semelhantes). Isto permite inferir que as freqüências de irrigação aplicadas nas mudas com T1 não proporcionaram diferenças visíveis em altura quando comparadas com as mudas que tiveram uma freqüência de irrigação para o tratamento T2, ou seja, em T1 e T2 as freqüências de irrigação são insuficientes para suprir as necessidades, ocasionando baixo crescimento em altura e má qualidade das mudas quando comparados com os demais tratamentos. Já para o tratamento T3, as freqüências de irrigação proporcionaram mudas não tão boas quanto às encontradas em T4, porém nem tão ruins com as verificadas nos tratamentos T1 e T2. Ao utilizar três freqüências de irrigação por dia pode-se ter mudas muito próximas daquelas com freqüências de quatro irrigações quanto a qualidade, tendo a convicção de que haverá alguns riscos quanto à qualificação e quantificação destas mudas com o passar do tempo.

Na Figura 06, estão representados os gráficos das equações de crescimento em altura para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 com relação ao desenvolvimento das mudas em cada época de avaliação.

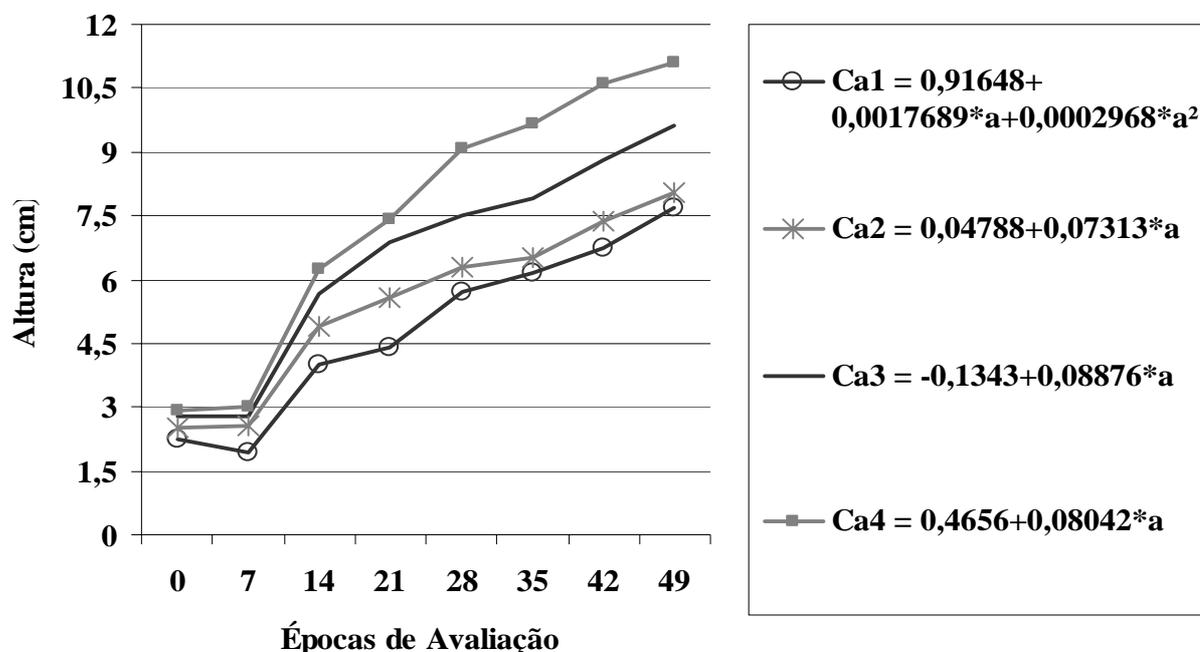


FIGURA 06 - Equações para o desenvolvimento em altura de *Pinus elliottii* com relação às épocas de avaliação e a altura média. Santa Maria - RS, 2007. (As equações, F1, F2, F3 e F4 referem-se aos dados dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente).

*Ca: Crescimento em altura; a: altura medida.

Houve diferença significativa entre os quatro tratamentos quando relacionados com as equações para o desenvolvimento em altura de cada um em relação às médias das alturas e as épocas de avaliação. A equação em que as mudas tiveram um desenvolvimento mais acentuado para o *Pinus elliottii* foi a equação F4, referente ao tratamento T4, onde as mudas receberam freqüências de quatro irrigações por dia. Este tratamento foi o que resultou em mudas com desenvolvimento em altura superior aos demais bem como uma quantidade maior no número de mudas remanescentes, conforme análises feitas anteriormente. A equação F1, oriunda de dados obtidos da análise do tratamento T1, foi a que menos respondeu as avaliações, ou seja, esta equação não teve uma reta muito próxima a equação F4 porque nas freqüências de irrigação, as mudas deste tratamento foram as que menos se desenvolveram em altura e foi também, onde houve maior intensidade de mudas mortas ao longo das épocas de avaliação.

4.2.2 *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden

Na Figura 07 pode ser observado o crescimento médio em altura do eucalipto com relação aos quatro tratamentos nos sete períodos de avaliação.

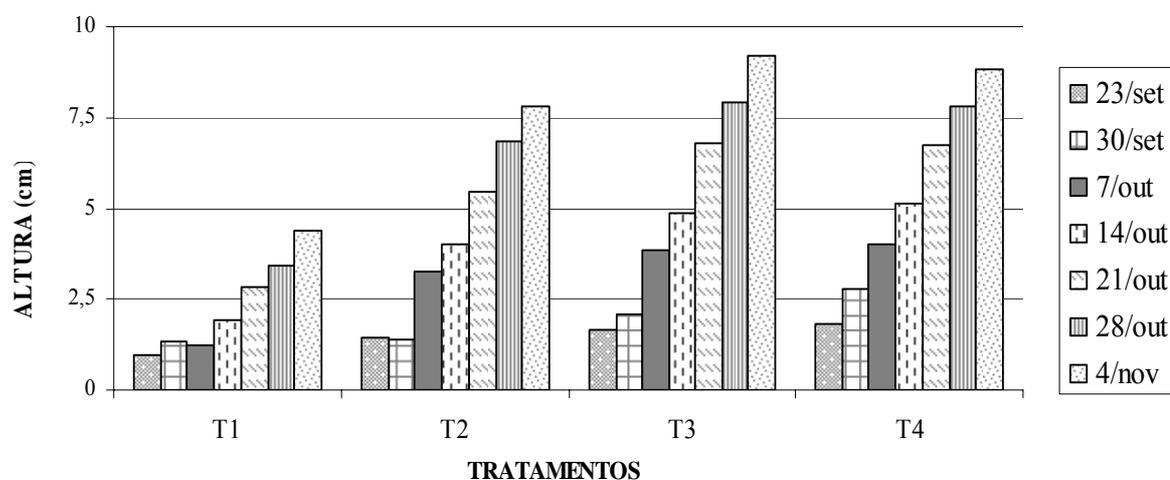


FIGURA 07 - Crescimento em altura da espécie de *Eucalyptus grandis* nos diferentes períodos de avaliação. Santa Maria - RS, 2007.

De forma geral, considera-se que o padrão de crescimento foi igual para todos os tratamentos, ou seja, todos obtiveram um crescimento ascendente durante as épocas de avaliação, respondendo bem ao sistema de irrigação. Isto pode ser explicado, pois segundo Carvalho (1998) mesmo com frequências de uma e duas regas por dia, as mudas se desenvolvem, porém de forma não tão satisfatória, pelo fato de sofrerem uma aclimação segundo as condições impostas.

As mudas presentes no tratamento T1 foram as que menos se desenvolveram em altura enquanto que as mudas representadas nos tratamentos T2, T3 e T4 tiveram crescimento quase que semelhante. Esse fato foi verificado nos demais tratamentos e épocas de coleta de dados. No entanto, quando se avalia o último período, o tratamento T3 foi o que teve maior desenvolvimento em altura, seguido por T4 e T2, respectivamente.

Pode-se constatar que baixas frequências de irrigação causaram impactos mais significativos no desenvolvimento em altura e no número de plantas, principalmente

para o tratamento T1, pois conforme Ferreira (1997), a água constitui-se um recurso limitante, assumindo grande importância em espécies do gênero *Eucalyptus*, principalmente durante a fase inicial da cultura, isto é, processos como germinação, enraizamento e desenvolvimento caulinar, ficam comprometidos diante da deficiência. Estes prejuízos foram menos acentuados nos demais tratamentos, para ambos os fatores avaliados, porém, a mortalidade de plantas, assim como para o pinus, continuou sendo o fator mais afetado pelas baixas frequências impostas pelos tratamentos.

Pode-se observar que quatro meses após a semeadura das mudas, o desenvolvimento em alturas teve um crescimento expressivamente muito superior, gerando mudas aptas a irem a campo após sua aclimatação.

Silva (2003) sugere que mudas de *Eucalyptus saligna* e *E. urophylla* para estarem aptas a irem a campo, deveriam apresentar as seguintes características: diâmetro de colo mínimo de 2 mm, altura entre 15 e 35 cm, sem problemas sanitários aparentes, possuir raiz pivotante normal, parte aérea sem bifurcações, com três pares de folhas no mínimo, haste sem tortuosidade acentuada e alto grau de rustificação. Estas características ideais quanto a altura, para que as mudas possam ir a campo, são verificadas nos tratamentos T2, T3 e T4 respectivamente de forma gradativa.

Tanto quanto o desenvolvimento em altura, o número de plantas germinadas e remanescentes ao longo do período, também é de suma importância para a silvicultura no que diz respeito à qualidade e quantidade de mudas produzidas. Desta forma a Figura 08 representa o comportamento das mudas em função dos tratamentos com relação à média do número de plantas remanescentes.

A sobrevivência das mudas depende muito das frequências de irrigação, sendo este, um dos fatores mais importantes, pois na falta desta, as mudas podem reduzir seu desenvolvimento até a morte, ao contrário do desenvolvimento em altura, que poderá ter influência também de fatores como fertilização. Este fato é explicado também por Ferrari (2003) onde relata que durante as fases de germinação das sementes e início de crescimento das mudas, a irrigação destas requer extremo cuidado, pois são fases muito sensíveis à falta ou excesso de água.

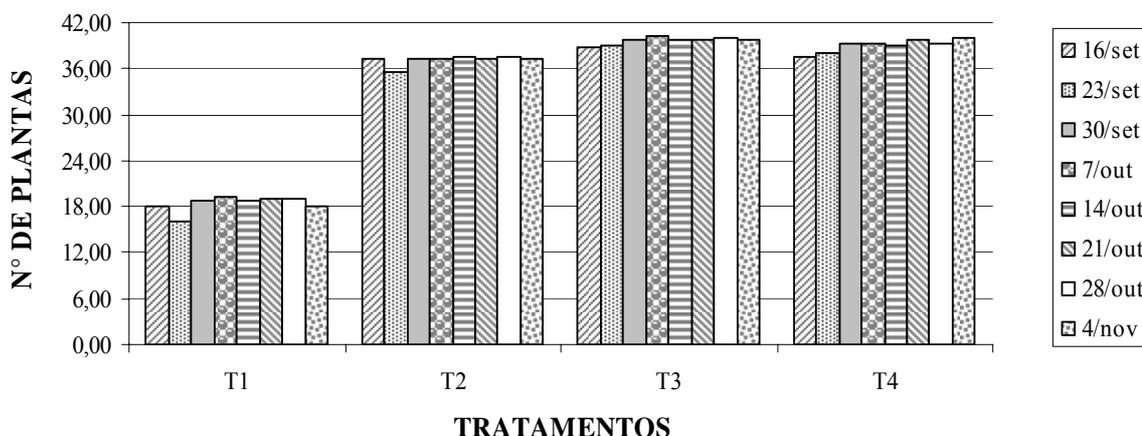


FIGURA 08 - Sobrevivência de mudas de *Eucalyptus grandis* em função dos tratamentos. Santa Maria - RS, 2007.

Desta forma, o tratamento T1 foi o que apresentou maior mortalidade de mudas durante todo o período de coleta. Nos tratamentos T2, T3 e T4, a média do número de mudas que sobreviveram não variou de tratamento para tratamento, ou seja, neste caso as freqüências de irrigação não tiveram interferência determinante entre eles. Mas quando se avalia mais detalhadamente, verifica-se que o tratamento T3 teve maior número de mudas sobreviventes durante todo o período de avaliação, ou seja, foi o tratamento que melhor teve resposta neste experimento.

Outro fator importante é o número de folhas, pois serão estas as responsáveis por produzir energia e alimento suficientes para fazer com que a muda tenha um bom desenvolvimento quando levadas a campo. Na Figura 09 está representado o desenvolvimento foliar para a espécie de *Eucalyptus grandis* em relação a cada tratamento nas sete épocas de avaliação.

No desenvolvimento foliar do eucalipto, verificou-se que a falta de água não trouxe efeitos significativos, ou seja, não houve redução acentuada no número de folhas ao longo das épocas de avaliação para os quatro tratamentos. Portanto, é uma espécie não muito exigente em água, não sofrendo de forma muito drástica pela falta de água, ou seja, é uma espécie que custa mais a entrar em estresse hídrico por ser mais tolerante a seca.

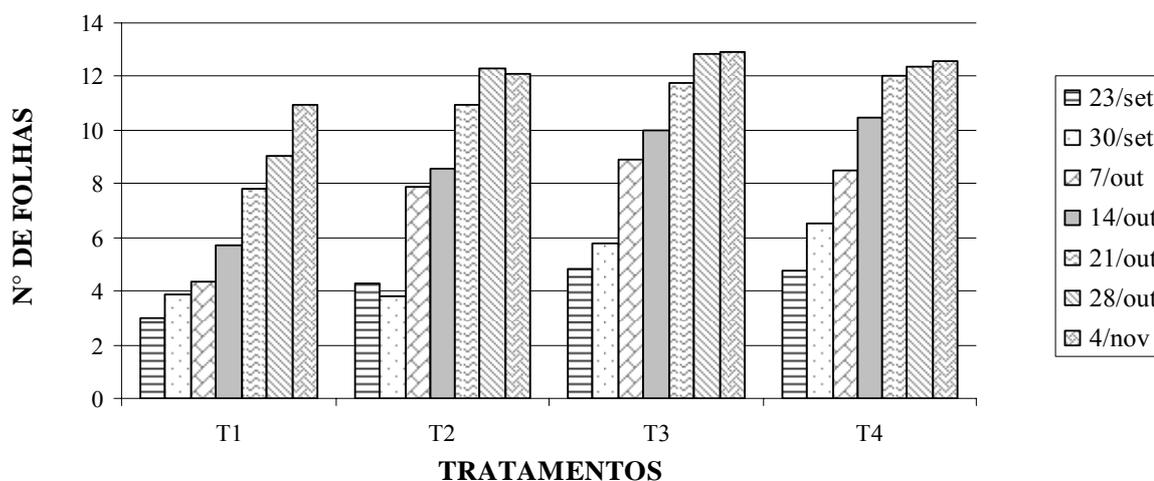


FIGURA 09 - Desenvolvimento foliar para a espécie de *Eucalyptus grandis* relacionadas com cada tratamento nas sete épocas de avaliação. Santa Maria - RS, 2007.

O desenvolvimento foliar é de suma importância, sendo responsável por todo o desenvolvimento da planta, pois são as folhas as responsáveis pela síntese de nutrientes que servem de alimento (fotossíntese). Desta forma, as mudas tiveram um crescimento ascendente tanto dentro como entre os tratamentos. O tratamento T1 foi o que apresentou menor número de folhas durante todo o período de avaliação, ou seja, apenas uma frequência de irrigação por dia não supre as necessidades fisiológicas proporcionando maior quantidade de folhas emitidas ao longo do período quando comparado com os demais tratamentos. Silva (2002), afirma que baixos teores de água afetam de igual forma a sua quantidade nas folhas. O estresse hídrico ocasiona uma redução de todo crescimento da muda de diferentes formas, onde o efeito mais comum é a redução na taxa de crescimento e desenvolvimento da folhagem (WINTER, 1976).

O tratamento T2 teve uma desuniformidade de emissão de folhas durante o período de coleta de dados. Na penúltima avaliação, as plantas deste tratamento apresentavam maior número de folhas que na última avaliação, fato que pode ser explicado por as mudas estarem em estresse hídrico e começarem a perder suas folhas.

Contudo, uma adequada frequência de irrigação direcionada para cada espécie além de evitar que a planta entre em estresse hídrico, irá gerar mudas mais saudáveis, com qualidade e em quantidades.

Na Tabela 07 são apresentados os valores de massa seca para *Eucalyptus grandis* obtidos através de secagem em estufa.

TABELA 07 - Quantificação da massa seca para *Eucalyptus grandis* conforme as quatro freqüências de irrigação (tratamentos) aplicadas. Santa Maria - RS, 2007.

Tratamento	Massa seca		
	Parte Aérea	Raízes	Total
T1	0,00	0,00	0,00
T2	7,15	6,8	13,95
T3	8,3	6,99	15,29
T4	9,39	7,42	16,81

(T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e as 19:00 h) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h);

No tratamento T1, não houve avaliação da massa seca, pois houve mortalidade total das mudas devido à baixa disponibilidade de água com emprego de apenas freqüência de uma irrigação diária. Desta forma, quando realizou-se a quantificação da massa seca no início de março, as mudas do tratamento T1 estavam totalmente dizimadas impedindo a sua quantificação.

Como é possível observar na Tabela 07, o tratamento que obteve maior quantidade de massa seca, tanto da parte aérea como de raízes foi o T4 onde foram empregadas as maiores freqüências de irrigação, seguidos pelos tratamentos T3 e T2, respectivamente. Com a diminuição das freqüências de irrigação as mudas foram apresentando diminuição da quantidade de massa seca tanto da parte aérea como das raízes e conseqüentemente da massa seca total.

Segundo Silva (2003), estudos de eficiência do uso da água mostram que a produção de matéria seca total é linearmente proporcional a quantidade de água utilizada.

A Tabela 08 demonstra a relação H/D obtida pela medição do diâmetro e altura coletados aos seis meses após instalação do experimento em mudas remanescentes de *Eucalyptus grandis*.

Em relação ao diâmetro das mudas de eucalipto, observa-se que entre os tratamentos aplicados, as mudas não apresentaram variações, ou seja, não houve diferenças marcantes entre os diâmetros de cada tratamento.

TABELA 08 - Diâmetro e altura de mudas remanescentes de *Eucalyptus grandis* coletados aos seis meses após instalação do experimento e a relação altura da parte aérea/ diâmetro de colo destas mudas. Santa Maria – RS, 2007.

Tratamentos	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	H/D	D/H
T1	0,00	0,00	0,00	0,00
T2	1,80	15,20	8,44	11,84
T3	1,90	22,44	11,81	8,47
T4	2,10	26,98	12,85	7,78

* (T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e as 19:00 h) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h); D: diâmetro das mudas; H: altura das mudas.

No entanto, quando se compara as alturas em relação aos tratamentos, observa-se que com o aumento da frequência de irrigação, houve um aumento na altura destas mudas de forma significativa, ou seja, a falta de água em mudas de eucalipto, afeta mais a formação da parte aérea do que o incremento em diâmetro, com variações de crescimento muito maiores em altura.

A relação H/D representa o equilíbrio de desenvolvimento das mudas onde, segundo Silva (2003), é uma característica morfológica importante para definir a qualidade das mudas.

As mudas que receberam o tratamento T4 (frequências de quatro irrigações por dia) apresentam uma relação H/D de 12,85, mesmo sem fertilização, estando aptas para irem a campo após adaptações climáticas. As mudas do tratamento T3 obtiveram após seis meses de germinação uma relação H/D inferior às mudas do tratamento T4, no entanto estas mudas apresentaram uma relação D/H superior às mudas do tratamento T4. A relação D/H, segundo Carneiro (1995), representa o vigor das mudas. Esta relação deve ter uma harmonia entre o crescimento em diâmetro e o crescimento em altura, pois mudas com um bom crescimento em altura podem não ser tão boas, pois podem ter diâmetros muito inferiores, incapazes de sustentara planta a campo.

Sendo assim, como já verificados nas análises quanto ao crescimento em altura das mudas, sobrevivências das mudas e número de folhas presentes, o tratamento T3 proporcionou mudas mais aptas a irem a campo com um vigor superior as mudas dos demais tratamentos.

Após as avaliações, efetuou-se a análise estatística para o desenvolvimento em altura, com o programa SAEG, para melhor compreensão do que se observou na Figura 07. Sendo assim, estão representados na Tabela 09, os testes de análise de variância para os quatro tratamentos, levando-se em consideração as sete épocas de avaliação.

TABELA 09 - Análise da variância para os quatro tratamentos com *Eucalyptus grandis* avaliados durante sete épocas, Santa Maria - RS, 2007.

Fontes de Variação	GL	QM	Sig.
Total	83	-	-
Total de Redução	47	11,7902	0,0000
BLOCO	2	0,9070	***
A	3	38,9531	0,0004
ERRO (A)	6	4,9539	-
D	6	62,1131	0,0000
DxA	18	1,7015	0,0000
ERRO (B)	12	0,2033	-
Resíduo	36	0,3911	-

Houve interação significativa nas épocas de coleta (D), entre os tratamentos (A), bem como na interação entre os tratamentos e a época de coleta (AxD), ou seja, houve diferenças entre os tratamentos durante todas as avaliações realizadas.

Efetuou-se, após a análise estatística, uma comparação de médias com o Teste de Tukey para cada época de avaliação (D) dentro de cada tratamento (A) para verificação da interação existente entre estes dois fatores onde, pode-se verificar a comparação entre os níveis de A com significância de 5% para as médias observadas a partir dos dados analisados a campo. Para esta análise, o valor de Δ é igual a 1,8505.

Na Tabela 10, apresenta-se a comparação entre os níveis de A com significância de 5% para as médias observadas a partir dos dados analisados a campo.

Conforme os resultados encontrados nas Figuras 08 e 09 para o desenvolvimento em altura e o número de plantas remanescentes ao longo das épocas de avaliação, respectivamente, evidencia-se que os tratamentos T2, T3 e T4 foram significativamente iguais.

TABELA 10 - Média da altura de mudas (cm) de *Eucalyptus grandis* obtidas em quatro tratamentos (T1, T2, T3 e T4). Santa Maria - RS, 2007.

Tratamentos	Médias	Grau de significância 5%
T4	5,2912	A
T3	5,1917	A
T2	4,4359	A
T1	2,3583	B

* (T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e as 19:00 h) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h); Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra, diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

O tratamento T1 foi o que diferiu dos demais, pois foi o que mais teve interferências nas alturas e no número de mudas existentes causadas pela falta de água.

Com os dados das alturas médias em cada época de avaliação obteve-se a equação de crescimento em altura que mais se ajustou para cada tratamento.

Na figura 10, estão representados os gráficos das equações de crescimento em altura para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 com relação ao desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus grandis* em altura em cada época de avaliação.

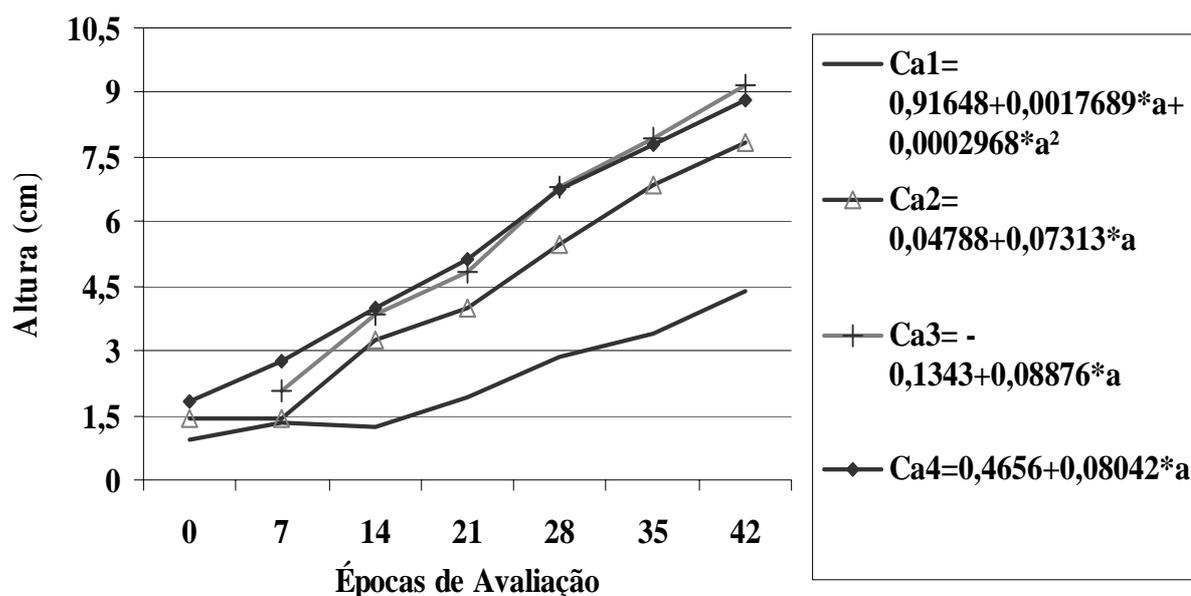


FIGURA 10:- Equações de crescimento em altura de *Eucalyptus grandis* com relação às épocas de avaliação e a altura média. Santa Maria - RS, 2007 (As equações, F1, F2, F3 e F4 referem-se aos dados dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente).

*Ca: Crescimento em altura; a: altura medida.

Pode-se observar o desenvolvimento do eucalipto com relação às médias das alturas em cada época de avaliação a partir das equações de crescimento em altura. Observa-se que as equações F3 e F4 tiveram um comportamento muito semelhante o que permite dizer que estes dois tratamentos, mesmo com crescimento em altura diferentes, resultaram em mudas com desenvolvimento semelhante. No entanto, se for levado em conta o aspecto de que é necessário otimizar o uso da água na irrigação, e analisando o gráfico de forma crítica, observa-se que a equação F3 gerou uma linha mais ascendente, reforçando o fato de este ser o tratamento que melhor obteve respostas quanto a qualidade das mudas, fato este antes já relatado conforme os testes estatísticos realizados acima.

A equação F1, mesmo sendo de terceiro grau, não obteve respostas significativas quanto ao desenvolvimento das mudas em relação às épocas de avaliação. Já a equação F2, mesmo sendo ascendente e se assemelhando as equações F3 e F4, não resultou em um crescimento satisfatório.

6. CONCLUSÕES

Após a coleta de dados e a realização das análises estatísticas para as espécies de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis*, seguidas segundo a metodologia, e ao se analisar as freqüências de irrigação em relação a cada parâmetro avaliado pode-se verificar que para ambas as espécies, a quantidade de água utilizada foi suficiente, no entanto é preciso que haja uma melhor adequação dos tempos de rega com a mesma quantidade já utilizada.

Quanto a utilização das freqüências testadas para a produção de mudas de *Pinus elliottii*, quatro irrigações por dia geraram mudas com melhor desenvolvimento em altura e maior número de plantas por bandeja. Pode-se dizer que é necessário realizar outros testes para esta espécie, com mais freqüências de irrigação durante o dia empregando a mesma quantidade de água já utilizada neste experimento, com o propósito de se atingir o nível máximo de desenvolvimento das mudas de *P. elliottii* em viveiro.

Na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, a utilização de freqüências com três irrigações por dia, geraram mudas com melhor desenvolvimento em altura, maior número de plantas por bandeja e maior número de folhas por plantas durante as sete épocas de avaliação, não sendo necessário mais que três irrigações por dia, pois é uma espécie não muito exigente em água, não sofrendo de forma muito drástica pela falta de água, ou seja, é uma espécie mais resistente ao estresse hídrico por ser mais tolerante a seca.

Sendo assim, ao utilizar um manejo adequado da irrigação em viveiros, na produção de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis*, além de produzir mudas em melhores condições para irem a campo, garantindo maior sobrevivência destas, possibilita otimizar as necessidades reais de água que cada espécie necessita, evitando assim, que haja desperdícios ou déficit de água, mantendo assim, suas qualidades de germinação e crescimento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira dos Produtores de Madeira. **Pinus – Ouro Verde e Perfumado. Essência de Um Novo tempo.** Porto Alegre: Madeireira Rio das Pedras Ltda, 19--.

AZEVEDO, H.J.; et al.. Influência de elementos do clima e da pressão de operação do aspersor no desperdício de água, em um sistema de irrigação por alta pressão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.53-62, 1999.

BARROS, N. F. **Relação Solo-Eucalipto.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6. ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1995. 657 p.

CARNEIRO, J.G.A. **Determinação do Padrão de Qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo.** 1976. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1976.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies introduzidas alternativas às dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* para reflorestamento no centro-sul do Brasil.** In: SEMINÁRIO ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA PLANTIOS COM FINALIDADES PRODUTIVAS E AMBIENTAIS, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA – CNPF, 1998. p. 75-99, 178p.

CHAVES, J. H. et al.. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: Relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p. 333-341, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Floresta. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná.** Curitiba: EMBRAPA – CNPF, 1986. 89p. (EMBRAPA – CNPF. Documentos, n. 17).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Floresta. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina.** Curitiba: EMBRAPA – CNPF, 1988. 113 p. (EMBRAPA – CNPF. Documentos, n. 21).

FERRARI, M.P. **Cultivo do Eucalipto**_ Produção de mudas. EMBRAPA COLOMBO. Centro Nacional de Pesquisas de Floresta. Agosto de 2003. Disponível em: <Site: <http://www.Embrapaflorestas.com>>. Acesso em: 24 jan. 2007.

FERREIRA, C. A. G., **Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de *eucalyptus* spp. produzidas em tubetes e aclimatadas.** 1997, 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

FERREIRA, C. A. G.; et al.. Relações Hídricas em Mudanças de *Eucalyptus citriodora* Hook., em Tubetes, Aclimatadas por Tratamentos Hídricos. **Revista Cerne**, v.05, n 02, p. 95-104, 1999.

GOMES, H.P., **Engenharia de irrigação:** Hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. 3. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412 p.

GOMES, J.M.; et al. Produção de Mudanças de Eucalipto. **Informe Agropecuário**, v.18, n 185, p. 15-23, 1996.

HOPPE, J. M. Crescimento do platanus x acerifolia em diferentes espaçamentos. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9.,2003, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: UFSM/ Prefeitura Municipal de Nova prata, 2003.

HOPPE, J. M; BRUN, E. J. **Produção de sementes e Mudanças Florestais.** Santa Maria: UFSM. 2004, 125p. (Caderno Didático).

IPEF – O *Pinus elliottii*, a goma resina e seus derivados. Piracicaba: ESALQ-USP, 11 e 12 de maio de 1978.

LANDIS, T. D. Manual de Viveiros para la Producción de Especies Forestales em Contenedor. **Riego y Manejo del Agua**, v.04, p, 85 – 87, 1989.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004, 531p.

LÉO, L. F. R.; HERNANDEZ, F. B. T. O Futuro da Irrigação nos Países de Terceiro Mundo. **Correio da Ilha**, v.10 , n. 1.361, , p.02, 21 de Julho de 2001.

LIMA, J. E. F. W. et. al. **O da irrigação no brasil**, 2004. Disponível em: <Site:<http://cf.or.br/cf2004/irrigação.doc>>. Acesso em: 20 nov. 2006.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo: Ed. da USP, 1996. 302 p.

LOPES, J. L. W. et al. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, n. 68, p.97-106, ago. 2005.

MACEDO, A. C.; et al. **Produção de Mudas em Viveiros Florestais**. v. 9, 2004. Disponível em: <Site: <http://www.fflorestal.sp.gov.br>>. Acesso em: 30 out. 2006.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Gimnospermas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1996. 158p.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas: Myrtales**. Santa Maria. Ed. da UFSM, 1997. 304p.

NICOLOSO, F. T. et al. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. **Ciência Rural**, v.30, n.6, p.987-992. 2000.

NOVAES, A. B.; et. al. Avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em diferentes tipos de recipientes, e o seu desempenho no campo. **Revista Árvore**, v.26, n 6, Nov./Dez. 2002.

OLIVEIRA, A.M. de S.; PORTO FILHO, F. de Q; MEDEIROS, J.F. de; COSTA, M. da C. Caracterização hidráulica do tubo gotejador hidrorrip II. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.483-6, 2000.

PEREIRA, J.C.D.; et. al.. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113p. (*Embrapa Florestas*. Documentos, 38).

REIS, E. R. **Variação Espacial e Temporal dos Parâmetros Morfológicos em Mudas de Pinus e Eucalipto**. 2006. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

REVISTA DA MADEIRA. **Pinus: Espécies**. v.12, n. 68. Dezembro de 2002. Disponível em: <Site: <http://www.remade.com.br>>. Acesso em: 19 dez. 2006.

Secretaria do Meio Ambiente Fundação Florestal de São Paulo - **Produção de Mudas em Viveiros Florestais Espécies Nativas**. 1993. Disponível em: <Site: <http://www.auditoriaambiental.com.br>>. Acesso em: 19 dez. 2005.

SHIMIZU, J. Y. **Eucalyptus na Silvicultura Brasileira**, Colombo: Embrapa Florestas. 2006. Disponível em: <Site: <http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 28 dez. 2006.

SHIMIZU, J. Y. Seleção Fenotípica de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* no viveiro e seus efeitos no crescimento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 1, p.19-27, dez. 1980. Disponível em: <Site: <http://www.cnpf.embrapa.br/internet/boletim/boletarqv/boletim01/jshimizu2.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2005.

SHIMIZU, J. Y. Pinus na silvicultura brasileira. **Revista da Madeira**, v. 16, n. 99, p. 4-14, set. 2006.

SILVA, S. R. S.; et. al. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1363-1368, 2002.

SILVA, M. R., **Efeitos do Manejo Hídrico e da Aplicação de Potássio na Qualidade de Mudanças de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. 2003. 116 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Campus Botucatu, São Paulo, 2003.

SILVA, M. R.; et. al. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Revista Scientia Forestalis**, n. 68, p.97-106, agosto de 2005.

SIMÕES, J. W. **Reflorestamento e Manejo de Florestas Implantadas**. Piracicaba: Departamento de Ciências Florestais Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1989, p. 1-29, (Documentos Florestais).

Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Pinus na Silvicultura Brasileira**. 2005. Disponível em: <Site: <http://www.sbs.org.br>>. Acesso em: 07 out. 2006.

SOUZA, I. H.; et. al. Avaliação hidráulica de um sistema de irrigação localizada de baixa pressão, projetado pelo software “*bubbler*”. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.264-271, jan./abr. 2005.

WINTER, E. G., **Efeitos no crescimento e desenvolvimento - A Água, o solo e a planta**. São Paulo: EPU, Editora da Universidade de São Paulo, 1976. 115 p.