

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL

RAFAEL ESTEVES DOHLER

ANÁLISE TEMPORAL DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO PARA  
*O Eucalyptus grandis* NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS - ES.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2014

RAFAEL ESTEVES DOHLER

ANÁLISE TEMPORAL DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO PARA  
*O Eucalyptus grandis* NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS - ES.

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.  
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Cândido Xavier

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2014

RAFAEL ESTEVES DOHLER

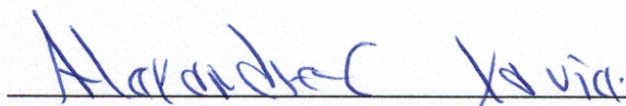
ANÁLISE TEMPORAL DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO PARA O  
*Eucalyptus grandis* NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS-ES.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Cândido Xavier

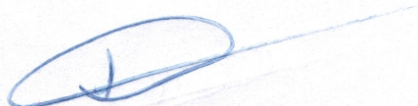
Aprovado em 14 de fevereiro de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA



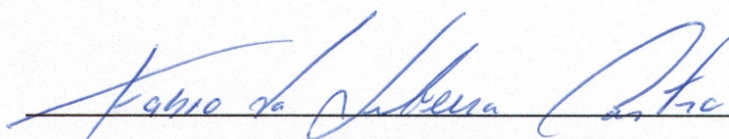
---

Prof. D.Sc. Alexandre Cândido Xavier  
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES



---

Prof. M.Sc. Luciano Roncete Pimenta  
Instituto Federal do Espírito Santo – IFES



---

Doutorando Fábio da Silveira Castro  
Universidade Federal do Espírito Santo

*“Há vitórias que são importantes apenas para aqueles que as conseguem.”  
Nelson Mandela.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS primeiramente, pois esteve sempre comigo em todos estes anos.

Ao meu orientador, Prof. D.Sc. Alexandre Cândido Xavier, pela orientação e aprendizado, pela amizade e confiança em mim depositada.

Ao Prof. M.Sc. Luciano Roncete Pimenta e ao Prof. M.Sc. Fábio da Silveira Castro, por aceitarem participar da banca examinadora.

Aos professores Nilton César Fiedler e Walter Amaral pela amizade e apoio em mim dedicados.

Aos meus pais, Sérgio e Maria do Socorro, que são fonte contínua de inspiração e motivação, não só para a realização deste trabalho, mas em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Lucas e Saulo, pelas conversas e pelo apoio.

A todos os familiares, avôs e avós, tios e tias, primos e primas, pelo apoio e motivação ao longo desses anos de estudos.

Aos meus colegas de Graduação, e aos amigos de Graduação, sem citar nomes para não cometer injustiça. Todos foram importantes nesta longa caminhada.

Aos amigos de Teófilo Otoni, Juiz de Fora e aos companheiros e ex-companheiros da República Katapulta, pelos momentos de distração e pela amizade.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM).

## RESUMO

Para um melhor desenvolvimento das atividades humanas ligadas ao uso racional da água, é importante o desenvolvimento de sistemas de irrigação mais eficientes que diminua o desperdício da água. O estado do Espírito Santo detém a sexta maior área individual com florestas plantadas de eucalipto, cerca de 200.000 ha, sendo o município de São Mateus o maior produtor de eucalipto para celulose. A irrigação em florestas de eucalipto destaca-se principalmente no suprimento de água na fase de plantio. O *Eucalyptus grandis* tem uma madeira considerada leve e fácil de trabalhar em operações de usinagem, e é uma das espécies mais versáteis e indicadas para usos múltiplos. Assim objetivou-se com o presente trabalho avaliar a necessidade de irrigação suplementar, estimando a lâmina de irrigação para o eucalipto no município de São Mateus - ES no período entre 1983 e 2012, utilizando dados mensais médios de temperatura e precipitação obtidos do INMET. Constatou-se que o eucalipto na região de São Mateus necessita de uma lâmina média de irrigação anual de 365mm.

Palavras chave: *Eucalyptus grandis*; Irrigação suplementar; Espírito Santo.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELA.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
1. INTRODUÇÃO .....	10
1.1. Objetivos .....	11
1.1.1. Objetivo geral.....	11
1.1.2. Objetivos específicos.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1. A cultura do <i>Eucalyptus grandis</i> .....	12
2.1.1. O gênero <i>Eucalyptus</i> .....	12
2.1.2. O <i>Eucalyptus grandis</i> .....	12
2.2. Irrigação e uso da água pelo Eucalipto.....	13
3. METODOLOGIA .....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
5. CONCLUSÕES.....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

## LISTA DE TABELA

Tabela 1. Valores da temperatura (°C), precipitação (mm), evapotranspiração de cultura (mm) e lâmina de irrigação (mm) do ano de 1983 até 2012 em São Mateus-ES.....	20
--	----



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Valores médios anuais de temperatura de 1983 a 2012 em São Mateus-ES.....	16
Figura 2- Valores totais anuais de precipitação de 1983 a 2012 em São Mateus-ES.....	17
Figura 3- Valores totais anuais de evapotranspiração de cultura de 1983 a 2012 em São Mateus-ES.....	18
Figura 4- Valores totais anuais de irrigação para o <i>Eucalyptus grandis</i> de 1983 a 2012 em São Mateus-ES.....	19

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF (2012), o Brasil conta com 6,5 milhões de ha de florestas plantadas, sendo 4.873.952 ha de área plantada com eucalipto. Da área total plantada no país, o estado do Espírito Santo detém a sexta maior área individual com florestas plantadas de eucalipto, cerca de 200.000 ha. O município de São Mateus - ES se destaca como o maior produtor de madeira em tora para papel e celulose no Espírito Santo, cerca de 1.223.306 m<sup>3</sup> (IBGE, 2011).

Para um melhor desenvolvimento das atividades humanas ligadas ao uso racional da água, é importante o desenvolvimento de sistemas de irrigação mais eficientes que diminua o desperdício da água (NASCIMENTO et al., 2009). A utilização e aplicação de água de maneira adequada nas culturas podem promover maior qualidade e quantidade do produto agrícola produzido, e melhorar a eficiência no uso deste recurso (CHAVES e OLIVEIRA, 2004).

Um eficiente programa de irrigação pode beneficiar a cultura com o aumento da produtividade, permite maior eficiência no uso de fertilizantes, auxilia na confecção de uma escala de colheita, permite obter duas ou mais colheitas em um só ano na mesma área e auxilia na introdução de culturas de alto custo, minimizando assim o risco do investimento (BERNARDO, 1995).

A irrigação em florestas de eucalipto destaca-se principalmente no suprimento de água na fase de plantio. Esta é uma prática bastante utilizada e fundamental para garantir um alto índice de sobrevivência das mudas (ALVES, 2009).

Stape et al. (2010) analisou o potencial de crescimento das plantações de eucalipto clonal em oito locais no Brasil, manipulando as fontes de nutrientes, água e alterando a uniformidade da árvore, e verificou que a resposta à irrigação em plantios de eucalipto foi muito maior do que a fertilização, comparando todos os tratamentos não irrigados com os irrigados, e que houve um aumento médio de 30% no incremento médio anual (IMA) nas áreas irrigadas.

O Espírito Santo possui uma área com florestas plantadas de eucalipto com cerca de 200.000 ha, porém, apesar da área significativa, há pouco estudo

relacionado à irrigação em florestas de eucalipto. Como a água é um importante fator, principalmente no crescimento inicial do eucalipto, a avaliação temporal da necessidade de irrigação suplementar, incluindo o risco na estimativa da lâmina de irrigação, pode se tornar uma ferramenta eficaz na implantação de projetos de irrigação.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho é avaliar a necessidade de irrigação suplementar, incluindo a estimativa da lâmina de irrigação para o eucalipto no município de São Mateus - ES no período entre 1983 e 2012.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Obtenção no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, os dados de precipitação e temperatura referentes ao período de 1983 a 2012;
- Cálculo da estimativa da Evapotranspiração Potencial (Método de Thornthwaite, 1948)
- Efetuar o balanço hídrico para controle de irrigação;
- Construção de gráficos através das simulações do manejo de irrigação nos diferentes anos, a fim de avaliar o comportamento da lâmina de irrigação.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A cultura do *Eucalyptus grandis***

#### **2.1.1. O gênero *Eucalyptus***

O gênero *Eucalyptus* tem ocorrência natural na Austrália e possui cerca de 600 espécies adaptadas às diversas condições de clima e solo. A madeira do eucalipto tem sido umas das madeiras mais utilizadas, no qual sua produção tem atendido os setores de indústria de energia, madeira processada e celulose (FREITAG, 2007).

As árvores das espécies de *Eucalyptus* possuem características como altas taxas de desenvolvimento, variações nas características da madeira, plasticidade. Grande parte das espécies conhecidas são árvores típicas de florestas altas, com árvores de altura variando entre 10 a 25 m. (MORA & GARCIA, 2000).

O gênero *Eucalyptus* pertence a família Myrtaceae das Angiospermas, e se desenvolvem satisfatoriamente em diferentes situações de solo e clima (SANTOS et al., 2001). As espécies mais utilizadas atualmente são o *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. globulus*, *E. saligna* e *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. viminalis*, *E. urophylla*.

#### **2.1.2. O *Eucalyptus grandis***

O *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden é uma espécie nativa do Norte de Nova Gales do Sul e da costa sul de Queensland, na Austrália. Distribui-se principalmente entre as altitudes de 0-300 m, se adapta em regiões com precipitação entre 1000 e 1750 mm, e valores de temperatura entre 5-32°C (FAO, 1981).

Segundo Mora & Garcia (2000), o *Eucalyptus grandis* é a espécie mais plantada no Brasil, devido a madeira ser de excelente qualidade para serraria e produção de celulose.

A madeira desta espécie é considerada leve e fácil de trabalhar em operações de usinagem, sendo considerada de baixa estabilidade dimensional e de elevada permeabilidade. É uma das espécies mais versáteis e indicadas para usos múltiplos (FAO, 1981).

## **2.2 Irrigação e uso da água pelo Eucalipto**

A irrigação é em um conjunto de técnicas designadas a distribuir a água no solo em certo tempo ou espaço para alterar as possibilidades agrícolas e potencializar a produção da região (WINTER, 1976).

A boa relação entre a quantidade de água que a cultura precisa e a quantidade total utilizada pelo sistema de irrigação para suprir essa necessidade, é considerada uma irrigação eficiente. Para aumentar a eficiência de um sistema de irrigação é preciso evitar as perdas de água por evaporação, escoamento superficial e drenagem profunda (LIMA et al. 2004).

A redução de água na planta leva a um estresse de umidade que implica na redução do crescimento e desenvolvimento da folhagem. Os prejuízos causados pela falta de água no crescimento e na produção de uma cultura podem ser minimizados através de um eficiente sistema de irrigação, que tem como objetivo adequar às condições locais para que a cultura tenha um bom crescimento (WINTER, 1976).

Entretanto, a irrigação em excesso pode diminuir a qualidade das mudas, pois poderá acarretar a lixiviação de nutrientes para a planta diminuição aeração do solo, e pode aumentar a incidência do ataque de fungos na planta (FREITAG, 2007).

A utilização da irrigação deve ser percebida como uma técnica que dê condições para que a planta expresse em campo o seu máximo potencial produtivo, e não somente como uma segurança do plantio na época de seca (HERNANDEZ, 2004).

O interesse pela racionalização da água tem aumentado devido ao decréscimo da sua disponibilidade e a grande quantidade requerida para a prática da irrigação. Estudos em irrigação são realizados de forma a minimizar a perda de água sem comprometer a produção final (AZEVEDO et al., 1999). Atualmente o emprego da irrigação localizada tem sido muito utilizado para evitar o desperdício da água.

Existem diversos métodos de irrigação que tem como finalidade fornecer aos vegetais a umidade necessária ao seu desenvolvimento. A irrigação localizada é o um dos métodos mais vantajosos, pois economiza mão-de-obra, aumenta a eficiência na adubação, melhora a eficiência do uso da água e aumenta a produtividade (BERNARDO, 1995).

Os plantios de eucalipto tem gerado polêmica atualmente, no que diz respeito ao consumo de água e sua relação com a produção. Para a determinação da quantidade de água transpirada pelas florestas, é necessário conhecer as interações que ocorrem entre trocas gasosas da floresta e as condições ambientais do local (CARNEIRO et al., 2008).

De acordo com Stape et al. (2004a), em anos de maior ocorrência de chuvas há um aumento no incremento na produção de madeira comparado aos meses de período seco, evidenciando a necessidade do suprimento de água através do uso da irrigação.

Segundo Alves (2009) o uso da irrigação em florestas plantadas é mais utilizado no suprimento de água para a cultura do eucalipto na fase de plantio. A adoção da prática de irrigação em plantios de eucalipto tem se tornado fundamental para garantir a sobrevivência das mudas no campo, e pode-se associar a utilização de polímeros hidroretentores, chamados de hidrogel, com intuito de elevar a retenção de água no solo.

A utilização de irrigação sem critérios técnicos pode causar a morte de árvores, através do encharcamento do solo, que facilita à entrada de doenças, bem como a lixiviação de nutrientes e sais que compromete o crescimento e o desenvolvimento da planta (WORLEDGE et al., 1998)

Atualmente a irrigação tem sido uma prática adotada para anular os riscos da deficiência hídrica e aumentar a produtividade, porém há poucos trabalhos que quantificam a necessidade de irrigação durante épocas mais críticas.

### 3. METODOLOGIA

O local em estudo é o município de São Mateus - ES, que se localiza aproximadamente a uma latitude 18°42' sul e a uma longitude 39°51 oeste e destaca-se como o maior produtor eucalipto para celulose no Espírito Santo.

Os dados climáticos das variáveis de temperatura média e precipitação total são oriundos da estação meteorológica convencional do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) localizada no município de São Mateus em uma escala temporal diária. O período adotado para este estudo foi do ano de 1983 a 2012, sendo que os anos de 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1998 e 1999 foram desconsiderados neste estudo por falta de uma ou mais variável estudada. Para avaliação da necessidade de irrigação será utilizado uma escala quinzenal.

Será utilizado o roteiro para monitoramento da irrigação conforme Pereira et al. (2002), no qual foi determinada a capacidade de água disponível (CAD) para São Mateus - ES, posteriormente foi determinada a água facilmente disponível (AFD) por fórmula ( $AFD=p.CAD$ ), em que p adotou-se um valor de 0,50 conforme Pereira et al. (2002) e a CAD igual a 300mm, valor utilizado para espécies florestais.

A evapotranspiração potencial foi calculada pelo método desenvolvido por Thornthwaite (1948), que mostra que a taxa de evapotranspiração está diretamente relacionada à temperatura e a localização geográfica do local. Com a evapotranspiração potencial foi calculado a taxa de evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), dado por fórmula ( $ET_c=K_c.ET_o$ ). O  $K_c$  varia de acordo ao estado fenológico da cultura, assim, neste trabalho utilizou-se um  $K_c$  médio para a cultura em estudo. Como o coeficiente de cultura ( $K_c$ ) do eucalipto recomendado pela FAO é equivalente à 1,0 (ALLEN et al., 1998), a  $ET_c$  possui o mesmo valor da evapotranspiração potencial.

A irrigação significa a lâmina de água a ser aplicada, sendo efetuada no início do período em questão, e sempre que a AFD no final do período ( $AFD_f$ ), anterior tenha chegado próximo ao limite crítico, a quantidade de água irrigada dependerá do critério adotado para uma DR fixa ou variável. A DR significa a dotação de rega para a cultura, que corresponde à quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação, e utilizou-se a DR variável. Em seguida foi

calculado a água facilmente disponível inicial (AFDi) e a água facilmente disponível final (AFDf).



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentadas as médias anuais de temperatura do ano de 1983 a 2012 em São Mateus – ES. O ano de 2000 teve a menor temperatura média, por volta de 24°C. O ano de 2009 foi o que apresentou a maior temperatura média com cerca de 25°C, devido as altas temperaturas no período de verão. Os anos com temperaturas mais elevadas causam um aumento na evapotranspiração de cultura aumentando a necessidade de irrigação.

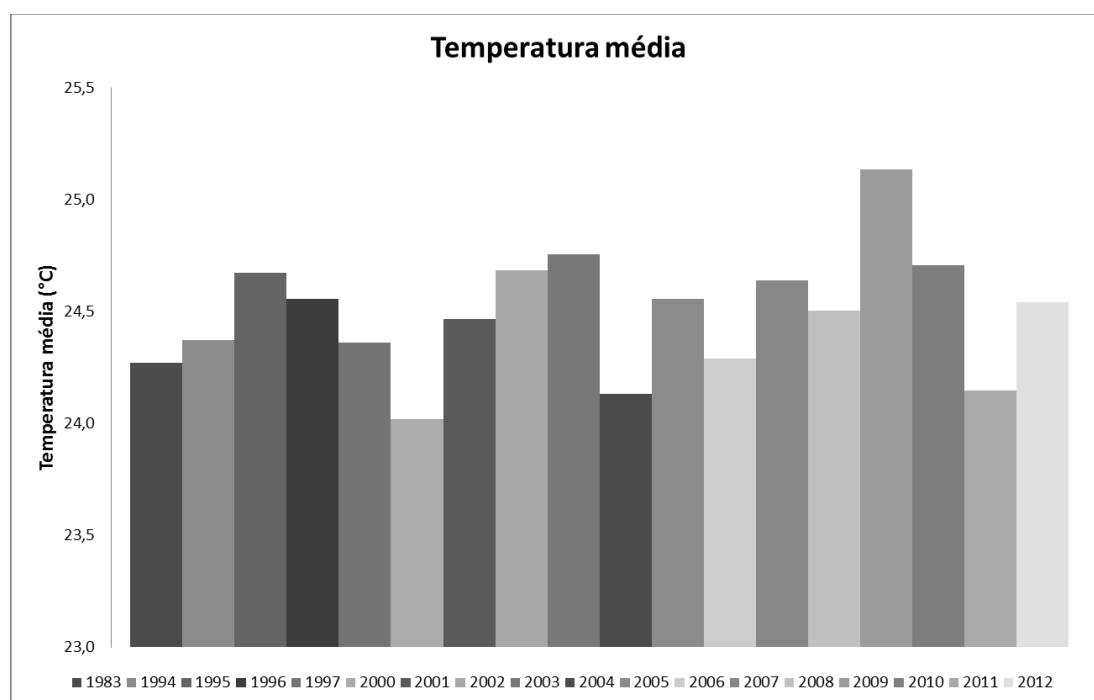


Figura 1- Valores médios anuais de temperatura de 1983 a 2012 em São Mateus - ES.

Analisando a Figura 2 percebe-se a má distribuição de chuvas ao longo dos anos. A média da precipitação ao longo dos anos de 1983 a 2012 foi de 1378 mm. Em 2000 foi o ano que ocorreu a maior quantidade de chuva em São Mateus - ES com cerca de 2063 mm, seguido dos anos de 2004 e 2001 com 1760 mm e 1730 mm, respectivamente. O alto índice de precipitação nos anos de 2000 e 2001 se deu ao fato da grande quantidade de chuva no mês de novembro desses anos. Os anos com altas precipitações implicam em menor aplicação de lâmina de irrigação para o *Eucalyptus grandis*.

O ano de 2010 foi um ano atípico de precipitação em São Mateus - ES, chovendo apenas 1080 mm, cerca de 22% abaixo da média. A queda da precipitação no ano de 2010 foi devido ao mês de janeiro desse ano, que choveu muito pouco ao que era esperado, tendo em vista que é no período de verão onde ocorre a maior quantidade de chuvas na região.

A distribuição das chuvas na região de São Mateus - ES concentra-se entre os meses de Outubro a Março. A época de inverno é o período onde se tem menor precipitação, no qual necessitará em maior aplicação de lâmina de irrigação para o eucalipto.

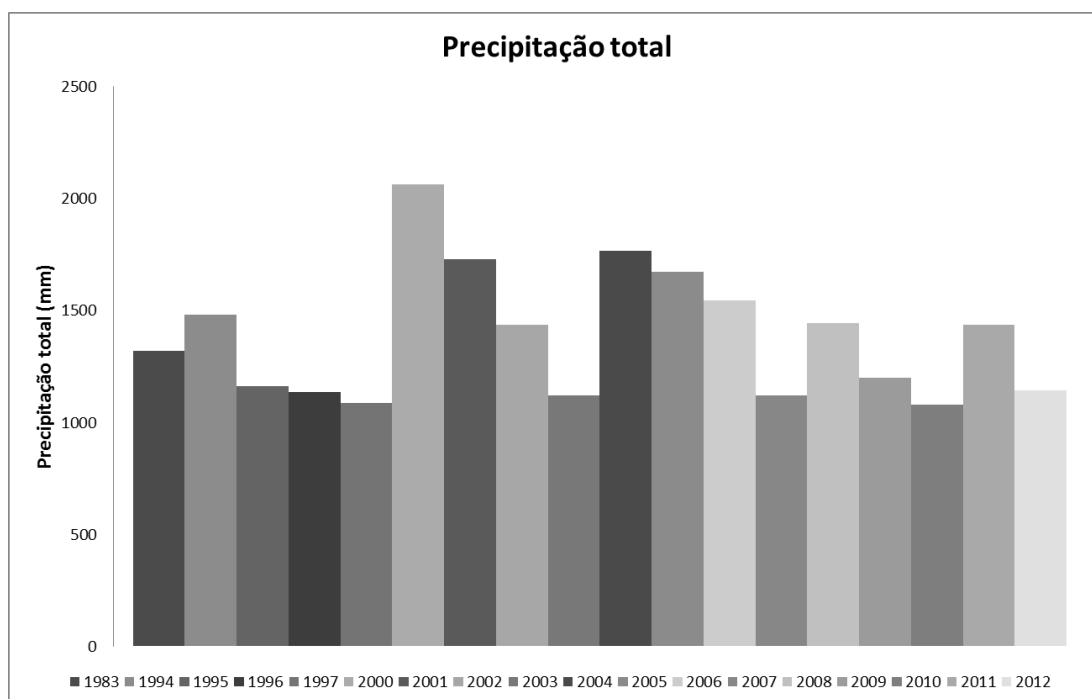


Figura 2- Valores totais anuais de precipitação de 1983 a 2012 em São Mateus - ES.

A Figura 3 mostra as variações ocorridas na evapotranspiração de cultura ao longo dos anos. Os anos de 2009, 2003 e 2002 apresentaram maiores aumentos na evapotranspiração no decorrer dos anos, isto ocorre devido as altas temperaturas destes anos (Figura 1).

No ano de 2000 tem a menos taxa de evapotranspiração de cultura, por volta de 60 mm abaixo da média, em decorrência da menor temperatura média nesse ano. A evapotranspiração de cultura depende da evapotranspiração potencial (ETP) e do coeficiente de cultura ( $K_c$ ), no qual a evapotranspiração

potencial é regulada pela variável de temperatura, ou seja, aumentos ocorridos nesta variável aumentam os valores de evapotranspiração de cultura.

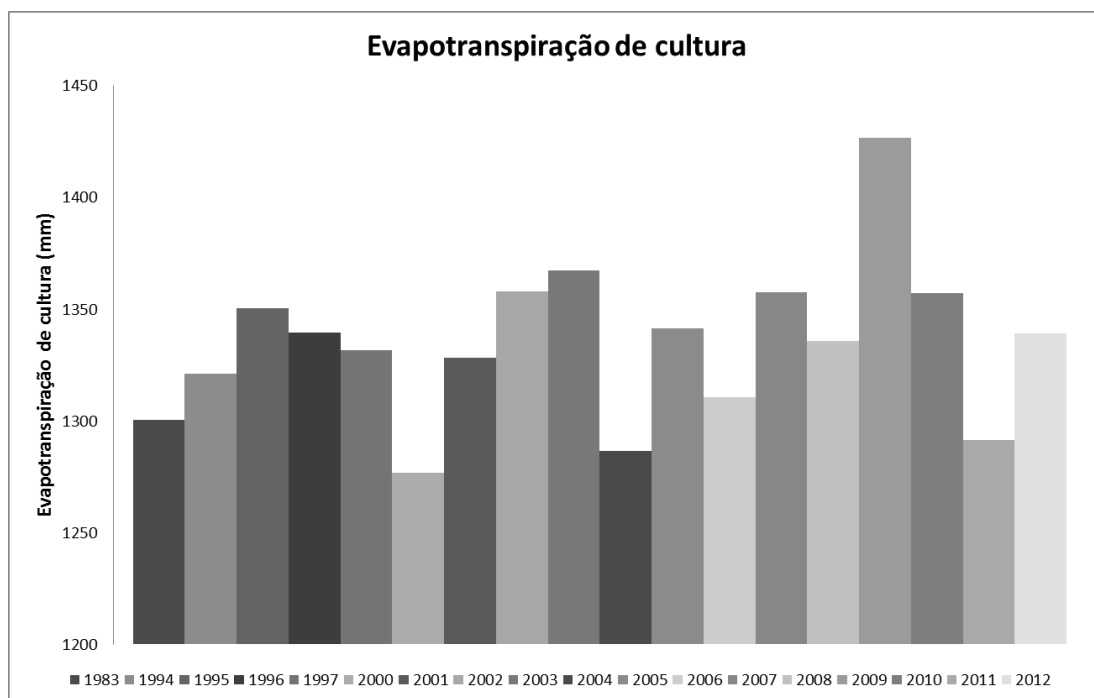


Figura 3- Valores totais anuais de evapotranspiração de cultura de 1983 a 2012 em São Mateus - ES.

Na Figura 4 é apresentada a lâmina de irrigação para o eucalipto dos anos entre 1983 - 2012. Observa-se que nos anos de 2000 e 2004 houve a menor utilização da irrigação para o eucalipto, devido à alta precipitação nestes anos. Os anos que tiveram o verão com poucas chuvas necessitam maior lâmina de irrigação.

Em consequência da pouca chuva no ano de 2003, este foi o ano que será necessário a maior da lâmina de irrigação no eucalipto, cerca de 580 mm. Em todos os anos a utilização da irrigação para o eucalipto se faz necessário, no qual os anos com verões secos e invernos quentes, receberão maior quantidade de lâmina de irrigação, o que implica no aumento de gastos com material de irrigação.

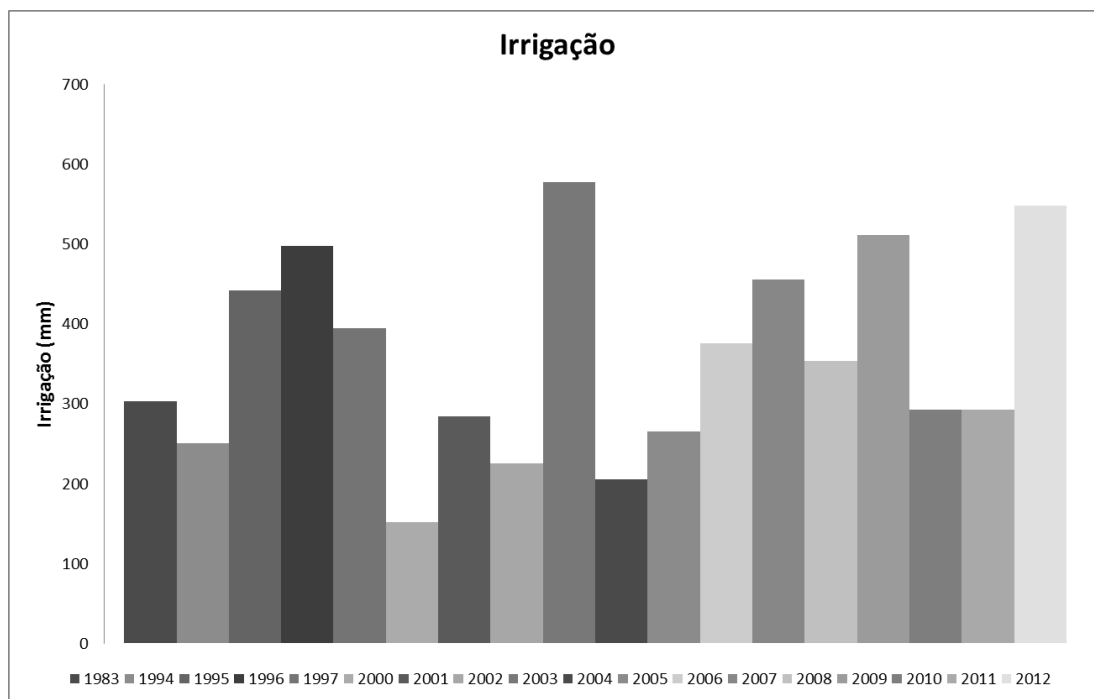


Figura 4- Valores totais anuais de irrigação para o *Eucalyptus grandis* de 1983 a 2012 em São Mateus - ES.

Os dados contidos na Tabela 1 representam as médias das variáveis climáticas e a necessidade de irrigação para o *Eucalyptus grandis*. Percebe-se que o total precipitado durante os anos não é suficiente para atender a demanda hídrica do eucalipto, devido a má distribuição de chuva durante o ano. Em média por ano será preciso irrigar cerca de 365mm na região de São Mateus, para que a cultura não tenha déficit hídrico, e esse valor serve de parâmetro para elaboração de projetos de irrigação na região. Maiores lâminas de irrigação são efetuadas no período de junho á setembro, pois representa o período de seca na região. Através dos dados de temperatura do INMET, pode-se observar uma variação de 1°C na temperatura do ano de 1983 a 2012.

As variações na temperatura e precipitação são as que mais influenciam no manejo de irrigação, por exemplo, nos anos onde a temperatura é mais elevada e há uma menor precipitação é necessário aumentar a lâmina de irrigação para suprir as exigências hídricas da cultura. O aumento da lâmina de irrigação propõe um aumento na vazão e com isso deverá ser feito o redimensionamento das tubulações e do conjunto motobomba.

Tabela 1. Valores da temperatura (°C), precipitação (mm), evapotranspiração de cultura (mm) e lâmina de irrigação (mm) do ano de 1983 até 2012 em São Mateus - ES.

<b>Ano</b>	<b>Temperatura média (°C)</b>	<b>Precipitação (mm)</b>	<b>Evapotranspiração de cultura (mm)</b>	<b>Irrigação (mm)</b>
<b>1983</b>	24,3	1319,1	1300,4	303,8
<b>1994</b>	24,4	1481,8	1321,1	250,8
<b>1995</b>	24,7	1160,5	1350,4	442,0
<b>1996</b>	24,6	1137,5	1339,5	497,5
<b>1997</b>	24,4	1086,2	1331,5	394,9
<b>2000</b>	24,0	2063,2	1276,9	152,3
<b>2001</b>	24,5	1729,0	1328,3	284,6
<b>2002</b>	24,7	1437,1	1357,8	225,6
<b>2003</b>	24,8	1119,6	1367,3	577,3
<b>2004</b>	24,1	1764,9	1286,4	206,0
<b>2005</b>	24,6	1673,9	1341,3	265,7
<b>2006</b>	24,3	1544,9	1310,7	375,9
<b>2007</b>	24,6	1119,7	1357,3	456,0
<b>2008</b>	24,5	1444,0	1335,7	354,1
<b>2009</b>	25,1	1199,5	1426,5	511,4
<b>2010</b>	24,7	1081,1	1357,1	417,5
<b>2011</b>	24,1	1436,7	1291,3	292,6
<b>2012</b>	24,5	1142,0	1339,2	548,6
<b>Média</b>	24,5	1377,9	1337,4	365,0

Stape et al. (2004b) realizaram estudo na Bahia, e constataram que a produtividade das plantações de eucalipto é limitado por abastecimento de água, pois abastecimento de água afeta substancialmente a eficiência da utilização da fertilização e a produção de biomassa.

Segundo Bernardo (1995) deve-se irrigar a planta antes que a razão entre a quantidade d'água no solo e a quantidade de demanda pela evapotranspiração diminua, fazendo com que a deficiência hídrica influencie na

produção. O programa de irrigação bem estruturado propicia maiores eficiências no uso de fertilizantes, aumento na produtividade e permite realizar um planejamento na colheita.

Assim a irrigação do eucalipto na região de São Mateus - ES se faz necessária para a otimização da produtividade. No entanto é necessário mais trabalhos para examinar a necessidade de irrigação do eucalipto, analisando os gradientes de produção e os cenários de mudanças climáticas.

## 5. CONCLUSÕES

- Segundo os dados climáticos do INMET a média anual da temperatura e precipitação em São Mateus - ES é de 24,5°C e 1378 mm.

- A lâmina média de irrigação para o *Eucalyptus grandis* na região de São Mateus é de 365mm, no qual serve de parâmetro na confecção de projetos de irrigação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998, 297p. **FAO**. Irrigation and Drainage Paper, 56.

ALVES, M.E.B. **Disponibilidade e demanda hídrica na produtividade da cultura do eucalipto**. 2009. 136 f. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012**: ano base 2011. Brasília, 2012. 148 p.

AZEVEDO, H.J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M. M.; SEDIYAMA, G. C.; CECON, P. R. 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.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1995, 657p.

CARNEIRO, R.L.C.; RIBEIRO, A.; HUAMAN, C.AM.; LEITE, F.P.; SEDIYAMA, G.C.; NEVES, J.C.L. Consumo de água em plantios de eucalipto: Parte 2 Modelagem da resistência estomática e estimativa da transpiração em tratamentos irrigados e não-irrigados. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.11-18, 2008.

CHAVES, M.M.; OLIVEIRA; M.M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, p.2365-2384, 2004.

FAO. **El eucalipto en la repoblación forestal**. Roma, 1981. 747p.

FREITAG, A. S. **Freqüências de irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* em viveiro**. Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola). Área de Concentração em Relação Solo-água-plantas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 60f, 2007

HERNANDEZ, F.B.T. Manejo da irrigação. 2004. Disponível em<<http://www.irrigaterra.com.br/manejo.php>>. Acesso em: 15 jan. 2014

IBGE (2011) – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320490&coduf=32&tema=prodext2011&codv=v93&lang=>>>. Acesso em: 18 abr. 2013.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**, 2004. Disponível em:<[http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao\\_000fl7vsa7f02wyiv80ispcrr5frxoq4.pdf](http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao_000fl7vsa7f02wyiv80ispcrr5frxoq4.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2014.



MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: SBS, 2000. 112p.

NASCIMENTO, J.M.S.; LIMA, L.A.; CARARO, D.C.; CASTRO, E.M. SILVA, M.V.G. Avaliação da uniformidade de aplicação de água em um sistema de gotejamento para pequenas propriedades. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1728 -1733, 2009.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

SANTOS, A. F.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle**. Embrapa: Circular Técnica. Colombo, Junho, 2001.

STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G.; GOMES, A.N. Water use, water limitation, and water use efficiency in a Eucalyptus plantation. **Bosque**, Valdivia, Chile, v.25, n. 2, p. 35-41, 2004a.

STAPE, J.L., BINKLEY, D., RYAN, M.G. Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**. 193, 17–31, 2004b.

STAPE, J.L. et al. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management** 259: 1684-1694. 2010.

THORNTHWAITE, C.W. An approach ward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, p.55-94, 1948.

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

WORLEDGE, D.; HONEYSETT, J.L.; WHITE, D.A.; BEADLE, C.L.; HETHERINGTON, S.J. Scheduling irrigation in plantations of Eucalyptus globulus and E. nitens: A practical guide. **Tasforests**, v. 10, p. 91- 101, 1998.