

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**

**PERFORMANCE SILVICULTURAL DE *Eucalyptus pellita* F. Muell., EM DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS, BARCARENA-PARÁ**

ARI SOUSA DA SILVA
Engenheiro Florestal

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais para obtenção do título de Mestre.

Orientador:
Eng. Florestal Paulo Luiz Contente de Barros

BELÉM-PARÁ
1999

ARI SOUSA DA SILVA

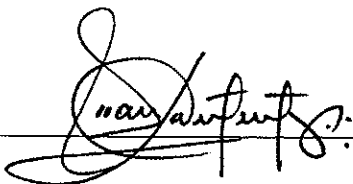
**PERFORMANCE SILVICULTURAL DE *Eucalyptus pellita* F. Muell., EM DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS, BARCARENA-PARÁ**

Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agrárias do Pará, como
parte das exigências do Curso de Pós-
Graduação em Ciências Florestais
para obtenção do título de **Mestre**.

APROVADA em 10 de dezembro de 1999

Comissão Examinadora:

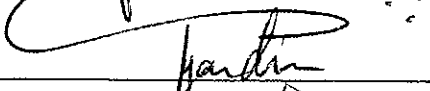
Eng. Florestal Paulo Luiz Contente de Barros, DSc (FCAP)
(Orientador)



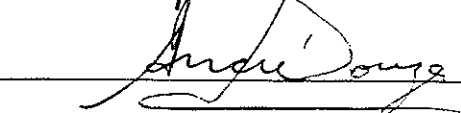
Eng. Florestal Joaquim dos Santos, DSc (INPA/AM)



Eng. Florestal Fernando Cristóvam da Silva Jardim, DSc (FCAP)



Eng. Florestal André Luiz Lopes de Souza, DSc (FCAP)



À DEUS

e aos meus pais

JOÃO (in memoriam) e **JACINTA**

AGRADEÇO

Aos meus filhos **FLÁVIO, FAIANE, FREDY**
e **FARISSON**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. Paulo Luiz Contente de Barros, professor, pesquisador da FCAP e Diretor da mesma, pela orientação dispensada.
- À Empresa Alumínio Brasileiro S. A. (ALBRAS), pelo apoio no transporte para à coleta dos dados no campo.
- À Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP), ao Curso de Pós-Graduação, através do Departamento de Ciências Florestais (DCF), pelo apoio e oportunidade oferecida.
- À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.
- Aos MSc Francisco de Assis Oliveira, professor da FCAP e Aliete Villacorta de Barros, Eng. Florestal e chefe do DI/FCAP, pelas coorientações, críticas e sugestões dispensadas.
- Ao Marcelo Augusto de Brito Malheiros, Técnico do Setor do Meio Ambiente/FCAP e aos secretários Nazareno Pereira da Silva/DCF e Inácia Faro Libonati/CPGCF pela ajuda e compreensão.
- Às MSc Selma Toyoko Ohashi e Leonilde dos Santos Rosa, professoras e pesquisadoras da FCAP, pelas ajudas e sugestões.
- Ao Maurício Batista da Silva, Maria Lindalva Dias da Silva, Maristela Machado de Araújo e Wandréa Macedo dos Santos pelo apoio nos trabalhos de campo quando da marcação da área experimental, do presente trabalho.
- Aos Drs. Joaquim dos Santos, Fernando Cristóvam da Silva Jardim, André Luiz Lopes de Souza e Waldenei Travassos de Queiroz, pelas sugestões e críticas.
- Aos colegas do Curso pelo companheirismo e amizade em especial à Antônio Expedito, Gustavo Pinto, Marcelo Silva e Marcial Maciel.
- E a todos, que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ARI SOUSA DA SILVA, filho de João Roberto Baptista da Silva e Jacinta Sousa da Silva, nasceu em 31 de março de 1962, no Município de Soure, no Estado do Pará.

Em dezembro de 1976, terminou o Curso Primário e o Curso Ginásial em dezembro de 1980.

Em dezembro de 1983, conclui o Curso de Agropecuária e em dezembro de 1986, o Curso de Magistério.

Em novembro de 1994, graduou-se em Engenharia Florestal pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

Em março de 1995, iniciou o Curso de Mestrado em Ciências Florestais, na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

Em dezembro de 1999, concluiu o Curso de Mestrado em Ciências Florestais, na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	viii
RESUMO.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 ESTUDO DO GÊNERO <i>Eucalyptus</i>	3
2.2 ASPECTOS AMBIENTAIS DO CULTIVO DE ESPÉCIES DO GÊNERO <i>Eucalyptus</i>	6
2.3 EFEITOS NA ÁGUA DO SOLO E NA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	8
2.4 ADIÇÃO DE NUTRIENTES E QUALIDADE DA MADEIRA DO GÊNERO <i>Eucalyptus</i> EM PLANTIOS.....	8
2.5 ESCOLHA DA DENSIDADE DE POVOAMENTOS DE REFLORESTAMENTOS.....	10
2.5.1 DENSIDADE DO POVOAMENTO NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA.....	12
2.5.2 POVOAMENTOS DO GÊNERO <i>Eucalyptus</i> EM DIFERENTES DENSIDADES SOB PRÁTICAS SILVICULTURAIS.....	13
2.5.3 POVOAMENTOS DO GÊNERO <i>Eucalyptus</i> EM DIFERENTES DENSIDADES E QUALIDADES DE SÍTIO.....	14
2.5.4 POVOAMENTO DO GÊNERO <i>Eucalyptus</i> NA IDADE DE CORTE.....	15

3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	16
3.2 ESPÉCIE ESTUDADA.....	18
3.3 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	22
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
3.5 PROCEDIMENTO PARA OBSERVAÇÃO DAS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS.....	22
3.6 ANÁLISE DOS DADOS EXPERIMENTAIS.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÕES.....	31
ABSTRACT.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1	Resultados analíticos de concentrações de íons Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} e Na^{+} (S) acrescido de H^{+} e Al^{+++} (CTC); saturação de alumínio (100/Al+S); saturação de bases (V%) e concentração de fósforo em solos com floresta secundária, na região de Barcarena-PA, Área Experimental da ALBRAS.....
	17
TABELA 2	Compilação dos dados das variáveis, durante as mensurações, para análise dos dados obtidos.....
	22
TABELA 3	Valores da média (x), do desvio padrão (s) e do coeficiente de variação (CV%) em diâmetro à altura do peito (cm), altura total (m) e altura comercial (m) de <i>Eucalyptus pellita</i> , com 18 meses de idade, em 4 diferentes espaçamentos na região do rio Barcarena-PA (Julho/1997).....
	23
TABELA 4	Performance de incremento médio anual de <i>Eucalyptus pellita</i> , em função dos espaçamentos em diferentes regiões do Brasil.....
	24
TABELA 5	Análise da variância dos dados relativos da variável altura total, no ensaio silvicultural de <i>Eucalyptus pellita</i> , com 18 meses de idade. ALBRAS, Barcarena-PA.....
	25
TABELA 6	Análise da variância dos dados relativos da variável altura comercial, no ensaio silvicultural de <i>Eucalyptus pellita</i> , com 18 meses de idade. ALBRAS, Barcarena-PA...
	26
TABELA 7	Análise da variância dos dados relativos da variável diâmetro à altura do peito, no ensaio silvicultural de <i>Eucalyptus pellita</i> , com 18 meses de idade. ALBRAS, Barcarena-PA.....
	27
TABELA 8	Comparação do incremento periódico mensal em altura total (m) de <i>Eucalyptus pellita</i> , em função dos diferentes espaçamentos (T1, T2, T3 e T4), com à temperatura e à precipitação no período de janeiro de 1996 à julho de 1997 na região de Barcarena-PA..
	28

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1	4
Distribuição do gênero <i>Eucalyptus</i> , na região natural Australásica (linha sólida) mostrando a sua área de ocorrência. Limita-se ao noroeste com a linha de Wallace que separa o lado asiático PRYOR (1976).....	
FIGURA 2	16
Localização da área do estudo experimental na microbacia do igarapé Água Verde, no Município de Barcarena-PA.....	
FIGURA 3	18
Balanço hídrico, segundo Thornthwaite, para o Município de Barcarena-PA, com base em dados coletados no ano de 1996.....	
FIGURA 4	19
Botões florais (1), detalhe da flor (2) e fruto (3) de <i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell., BLAKELY (1934).....	
FIGURA 5	21
Disposição espacial dos blocos e parcelas experimentais casualizados de acordo com os espaçamentos.....	
FIGURA 6	25
Crescimento em altura média (m) de <i>Eucalyptus pellita</i> , nos 4 espaçamentos (T1, T2, T3 e T4) pelo espaço de 18 meses de idade, Barcarena-PA.....	
FIGURA 7	29
Comparação do incremento médio periódico em altura (m) de <i>Eucalyptus pellita</i> com à precipitação e quanto temperatura, pelo espaço de 18 meses, na região de Barcarena-PA.....	
FIGURA 8	30
Valores médios em diâmetro à altura do peito (cm) de <i>Eucalyptus pellita</i> , calculados nos 4 espaçamentos (T1, T2, T3 e T4) à idade de 18 meses, Barcarena-PA.....	
FIGURA 9	30
Tendência de crescimento em altura dos 4 espaçamentos de <i>Eucalyptus pellita</i> , na região de Barcarena-PA.....	

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Al= alumínio
°C= graus Celsius
Ca= cálcio
CAP= circunferência à altura do peito
CTC= capacidade de troca catiônica
CV%= coeficiente de variação em porcentagem
DAP= diâmetro à altura do peito
DF= Distrito Federal
EP (mm)= evapotranspiração potencial
ER (mm)= evaporação real
ES= Espírito Santo
g= grama
h= hora
H= hidrogênio
HC= altura comercial
Ht= altura total
meq= miliequivalente
Mg= magnésio
mm= milímetro
Na= sódio
P= fósforo
pH= potencial de hidrogênio
P(mm)= precipitação por milímetro
ppm= parte por milhão
Prof.= profundidade
S= bases permutáveis (trocáveis)
s= desvio padrão
SP= São Paulo
T(°C)= temperatura em graus Celsius
V%= saturação de base em porcentagem

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar do ponto de vista silvicultural, a influência dos espaçamentos no crescimento em altura de *Eucalyptus pellita*, durante 18 meses. O experimento está situado na área pertencente à ALBRAS, no Município de Barcarena, no Estado do Pará, com as coordenadas de: 1°30'S; 48°42'W, a altitude variando entre 15-25m. O modelo estatístico adotado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas com 4 tratamentos e 4 repetições, distribuídos aleatoriamente, onde cada parcela continha 49 plantas incluindo a bordadura simples, com 25 plantas centrais úteis para mensuração. O preparo da área foi iniciado em janeiro de 1995. Para o preparo do solo utilizou-se um trator com arado de disco, seguido de duas gradagens. As sementes foram trazidas da Reserva Florestal da CVRD, em Linhares-ES, e as mudas foram produzidas no Viveiro Florestal da ALBRAS, e levadas para o campo com altura média de 12cm. Na ocasião do plantio as mudas receberam adubação de 200g/SPS e 30g/KCL por planta, e após 60 dias colocou-se 40g de uréia. As avaliações dendrométricas foram utilizadas mensalmente, porém à altura comercial e o diâmetro à altura do peito, somente foram obtidas ao final do experimento (18^o mês). Os resultados mostram que o espaçamento influenciou no crescimento em altura e diâmetro, mas a melhor performance de *Eucalyptus pellita*, foi observada no 1m x 1,5m (altura) e 2m x 3m (DAP).

Orientador Eng. Florestal Paulo Luiz Contente de Barros, DSc. Membros da banca examinadora: Eng. Florestal Joaquim dos Santos, DSc, Eng. Florestal Fernando Cristóvam da Silva Jardim, DSc e Eng. Florestal André Luiz Lopes de Souza, DSc.

1 INTRODUÇÃO

Devido à crise energética que passa atualmente o mundo, despertou nos meios econômicos de países de vasta extensão territorial, como o Brasil, o interesse pelo uso da madeira e outros recursos renováveis, como alternativa para os derivados do petróleo a curto prazo. A demanda de madeira cresceu rapidamente, revolucionando assim as técnicas de exploração florestal, com as técnicas de ciclo longo sendo substituídas pelas de ciclo curto, com o intuito de se obter maiores produtividades em maior rotatividade. Essa mudança para uma exploração florestal mais intensiva trouxe consigo a necessidade de uma tecnologia mais aprimorada, não apenas no que diz respeito a espaçamentos e tratos culturais, mas também nas técnicas de propagação e de melhoramento genético.

A rápida expansão da atividade de reflorestamento nas diferentes regiões do Brasil, principalmente do gênero *Eucalyptus*, com seu elevado número de espécies e sua grande capacidade de adaptação às diferentes condições ecológicas onde os mais importantes são os fatores climáticos e os fatores edáficos, ainda necessitam de estudos para avaliar a qualidade de sítio. Desse modo, a disponibilidade de nutrientes, água e oxigênio, a susceptibilidade à erosão e os problemas de mecanização, avaliados em cada ambiente, o uso da espécie mais adaptada ao meio, aliados às práticas de manejo adequadas, irão determinar a capacidade produtiva potencial do local ou região.

Os reflorestamentos com o gênero *Eucalyptus*, no Brasil, apesar da grande diversidade na utilização de sua madeira, são destinados basicamente ao abastecimento das indústrias de celulose e de chapas. Ultimamente, em forma crescente, também para fins energéticos, as espécies de rápido crescimento, em especial o gênero *Eucalyptus*, são indispensáveis para resolver as necessidades do mercado, pelo fato da grande flexibilidade desse gênero em se adaptar às diferentes condições ambientais. Segundo FERREIRA & SANTOS (1998), o consumo anual de madeira no Brasil é estimado em 250 milhões de m³, sendo que 50 milhões são oriundos de plantações florestais e 200 milhões de vegetação natural (florestas e cerrados).

O gênero *Eucalyptus* possui um crescimento comprovadamente rápido em várias partes do globo terrestre. Em função dessa característica, expandiu-se o seu cultivo em quase todas as latitudes e em variadas condições de clima. As indústrias de papel e siderúrgicas formaram o alicerce de sua produção nos reflorestamentos com *Eucalyptus* spp., iniciados na década dos anos 60.

As principais espécies usadas para reflorestamento dado a facilidade de propagação, ao rápido crescimento e às múltiplas finalidades de utilização da madeira produzida pertencem ao gênero *Eucalyptus*. A regeneração natural de *Eucalyptus* é muito rara, sendo que a formação dessa espécie é feita obrigatoriamente, através do plantio artificial das mudas no campo.

Para a região Amazônica, as principais espécies usadas no reflorestamento são *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus pellita*. No Município de Barcarena, Estado do Pará, precisamente na ALBRAS (Empresa Alumínio Brasileiro S. A.) a espécie *Eucalyptus pellita* F. Muell., é usada exclusivamente para produção de varas de onde são extraídos os sarrafos, com 3,1m de comprimento com 3cm de largura e 3cm de espessura, que servem como redutores de combustão durante o processo de produção de alumínio da empresa. Com o super aquecimento da caldeira há queda na temperatura fazendo com que haja formação de bolhas e com isso os lingotes de alumínio ficam ociosos, por isso há necessidade de serem introduzidos sarrafos em número de 8 por cada estouro da bolha de ar, ocorrendo com isso oxigenação e controle da temperatura.

Anteriormente as varas eram retiradas das florestas secundárias existentes em torno da empresa. Porém, devido a degradação dessas florestas e a conseqüente escassez de varas, à ALBRAS, iniciou um programa de reflorestamento com várias espécies do gênero *Eucalyptus*. Atualmente a espécie *Eucalyptus pellita*, vem sendo cultivada em maior escala para produção de varas, devido a sua boa adaptação.

Este ensaio experimental teve como problema de pesquisa, foi a maximização da produtividade de fitomassa madeireira em regime de curtas rotações em sítios oligotróficos na Amazônia oriental, com baixa saturação de bases na área experimental. Admitiu-se como hipótese, que o tamanho do espaçamento influencia a produtividade em regime de curtas rotações, utilizando espécies de rápido crescimento, através de técnicas de ensaio de espaçamento e controle de evolução dendrométrica do povoamento.

Qual será o melhor espaçamento de *Eucalyptus pellita*, que fornece varas apropriadas para produção de sarrafos? O espaçamento de plantio de *Eucalyptus pellita*, em sítio oligotrófico, influenciará numa maior produtividade em regime de curtas rotações? Qual a evolução do crescimento do povoamento de *Eucalyptus pellita*, para produção de sarrafos padrões em forma e comprimento adequados para uso em alto-fornos?

Para responder essas perguntas é que o presente estudo teve como objetivo, avaliar do ponto de vista silvicultural, a influência dos espaçamentos no crescimento em altura de *Eucalyptus pellita*, durante 18 meses.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ESTUDO DO GÊNERO *Eucalyptus*

Eucalipto é o nome dado a todas as espécies do gênero *Eucalyptus*, pertencente a família Myrtaceae, que compreende a subfamília *Leptospermoideae*, na tribo das *Leptospermas*. A primeira espécie a ser reconhecida foi *Eucalyptus obliqua*, com a qual se fundiu também o gênero *Eucalyptus*. São conhecidos os seguintes subgêneros, considerados equivalentes a gêneros: *Monocalyptus*, *Symphyomyrthus* ao qual pertence *Eucalyptus pellita*, *Corymbia* e *Idiogenes* (ANDRADE, 1911 e PRYOR & JOHNSON, 1971).

Eucalyptus são plantas de frutos secos e capsulares, originárias do continente australiano, ocorrendo na Indonésia e ilhas adjacentes. Na Austrália tem-se atualmente mais de 700 espécies, variedades e híbridos, apresentando uma variação latitudinal de ocorrência que vai de 7°N até 43°39'S. Ao ocorrer em tamanha variação de latitudes, deve-se esperar que as espécies de *Eucalyptus* devem ter desenvolvimento genótipos adaptados às mais variadas condições de solo e clima (PRYOR & JOHNSON, 1971 e ELDRIDGE & CROMER, 1987).

De acordo com PRYOR (1976) aparecem, em Timor e algumas ilhas adjacentes de Lesser Sunda como Flores, Alor, Solor e Wetar (Figura 1). São consideradas arbustos 40 espécies que não são utilizadas economicamente (COZZO, 1955 e COTTERIL & BROLIN, 1987).

A capacidade de brotação é uma das características mais importantes das espécies do gênero *Eucalyptus*, como produtora de madeira. Com isso, os povoamentos dessas espécies podem ser explorados de 2 à 4 anos sem necessidade de uma nova implantação, diminuindo assim os custos da madeira em pé quando se considera a produção nas sucessivas rotações (COUTO et al., 1989).

Dependendo da água, essas plantas variam de sistema radicular, sendo que algumas têm sistema radicular superficial e outras profundo com até 3m de profundidade e extrato de 6 até 15m de profundidade (JACOBS, 1955 e PECK & WILLIAMSON, 1987).

O gênero *Eucalyptus*, primeiramente, foi denominado de *Aromadendron* por William Anderson. O nome *Eucalyptus* foi dado por L'Héritier de Brutelle em 1788, mas Robert Brown propôs esse gênero ser chamado de *Eudesmia* em 1814 e Schauer de *Symphyomyrthus* em 1844. A primeira classificação de *Eucalyptus* foi de George Bentham (BENTHAM, 1867) trabalhando, no Royal Botanic Gardens, Kew com material do herbário australiano, transmitido por Ferdinand von Mueller e *Flora Australiensis* (ANDRADE, 1911 e PRYOR, 1976).

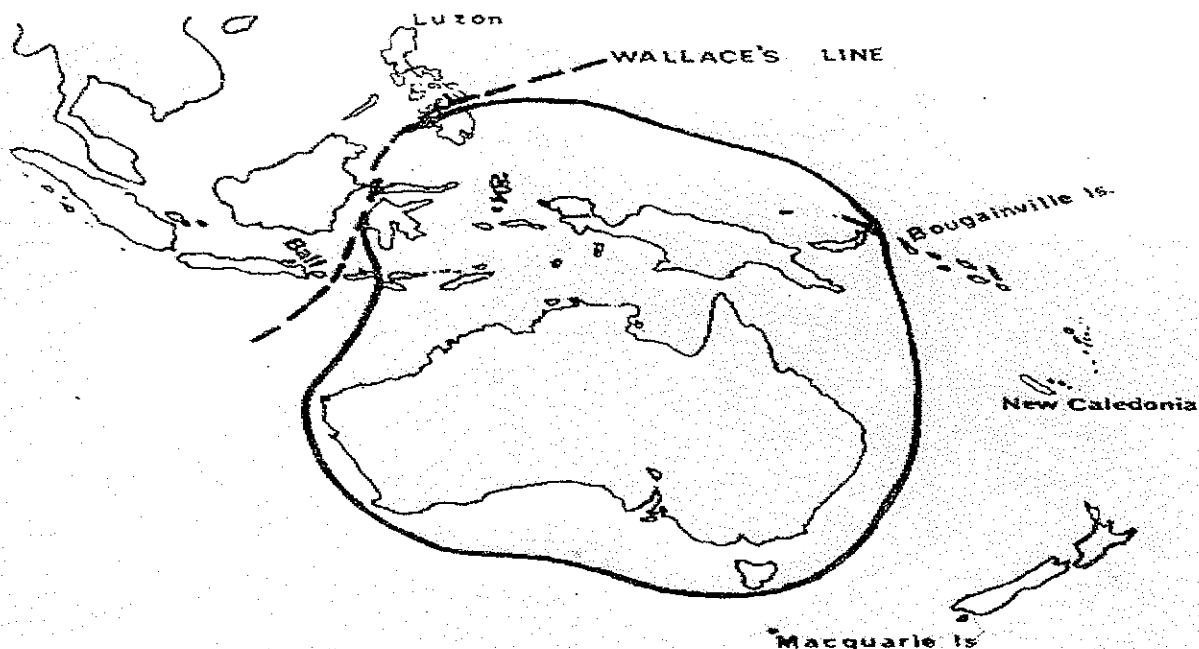


Figura 1— Distribuição do gênero *Eucalyptus* na região Australásica (linha sólida) mostrando a sua área de ocorrência. Limita-se ao noroeste com a linha de Wallace que separa o lado asiático (PRYOR, 1976).

É um gênero dotado de grande plasticidade, cresce satisfatoriamente em condições climáticas e edáficas mais adversas do que as existentes no local de origem da espécie (ELDRIGE, 1976 e BRUNE, 1987). Esse gênero tornou-se economicamente importante para o Brasil pela sua alta produtividade em um período relativamente curto, quando comparado com espécies florestais naturais (HAAG, 1983).

O principal gênero plantado nos trópicos, visando produção madeireira é *Eucalyptus*. É um gênero de fácil manejo, muita plasticidade e adaptação em suas espécies, de grande variabilidade genética no que diz respeito a adaptação a locais secos, úmidos, de climas diversos e solos diversos. Em geral, esse gênero é mais exigente que os demais quanto às qualidades físicas e químicas do solo, que devem ser profundos, drenados e férteis. Em solos pobres, dependem de fertilização mineral no ato do plantio. A exportação de nutrientes do solo é muito grande, com a retirada das árvores, por isso deve-se deixar sempre as folhas para reciclagem (BALLONI, 1980).

No gênero *Eucalyptus*, como em todas as espécies de folhas persistentes, a atividade vegetativa pára durante o inverno e grande parte de outono, ou seja, a árvore entorpece a sua atividade: não elabora, não cresce e nem engrossa. A sua fase vegetativa corresponde ao período que vai de setembro a março. Na Europa, esse período é caracterizado pela falta de chuvas e as raízes dessa espécie são obrigadas a ir buscar nas camadas inferiores do solo a água necessária a sua existência, abrindo, assim, por um lado, verdadeiros drenos e por outro, retirando do terreno grande quantidade de água (COZZO, 1955).

O gênero *Eucalyptus*, é a espécie florestal mais adotada nos programas de reflorestamento no Brasil, devido ao seu rápido crescimento, elevado rendimento econômico e boa adaptação às condições climáticas e edáficas existentes em expressiva área do país, principalmente as de regiões de cerrado (VICTOR & MONTAGNA, 1970 e BERUTTI, 1975).

A existência de uma grande diversidade de espécies confere ao gênero uma ampla fonte de madeiras, que varia em determinadas características como cor, peso, dureza e elasticidade entre outras, proporcionando assim, seu uso para diversas finalidades, como postes, celulose e papel, carvão, estacas e dormentes (BOLAND et al., 1994 e DRUMOND et al., 1998).

Essa espécie apresenta como primeiro sinal da falta de água, o murchamento, seguido da queda das folhas e finalmente a morte das árvores. Isso tem ocorrido freqüentemente em espécies menos tropicais. Verifica-se, em solos arenosos e pobres, que a queima da matéria orgânica durante as operações de preparo do solo, pode contribuir significativamente para essa morte das árvores de *Eucalyptus*, além de propiciar maior desestruturação do solo com conseqüente ativação da erosão (SIMÕES & BRANDI, 1988).

É recomendável utilizar técnicas de preparo do solo que preservem a matéria orgânica, muito importante na retenção de água e nutrientes necessários ao rápido crescimento das plantas e os solos muitos ácidos e pobres devem ser devidamente corrigidos e fertilizados de modo a elevar o pH, neutralizar o alumínio livre e fornecer cálcio, magnésio, fósforo, potássio e nitrogênio, além dos micronutrientes essenciais ao crescimento normal das florestas de *Eucalyptus* (SIMÕES & BRANDI, 1988).

Como todo vegetal, as espécies florestais como o gênero *Eucalyptus*, requerem condições ecológicas bem definidas, por elas adquiridas, ao longo do tempo, nos respectivos habitat (GOLFARI, 1975; FAO, 1976 e GOLFARI & CASER, 1977). Dentre os fatores ecológicos, os mais importantes para um bom trabalho de introdução são, principalmente, os climáticos (precipitações anuais e temperaturas) onde o clima é que determina esta distribuição e os edáficos (fertilidade e topografia), sendo que a distribuição dos vegetais sobre a superfície da terra está condicionada em primeiro lugar, aos fatores climáticos e em segundo, aos edáficos (GOLFARI, 1975 e GOMES, 1973).

O regime de precipitação é de primordial importância, pois a atividade vegetativa das plantas está, em grande parte, subordinada à disponibilidade de água. Com relação ao regime de distribuição de chuvas, as espécies podem ser classificadas em grupos distintos as que requerem chuvas de inverno e seca de verão, as que requerem chuvas de verão e seca de inverno e as que requerem chuvas uniformemente distribuídas durante todo o ano. Geralmente, quando uma espécie possui ampla área de distribuição, adapta-se melhor aos diferentes tipos de precipitação (FAO, 1956; MANGIERE & DIMITRI, 1961 e HALL et al., 1975).

Todos os processos biológicos e químicos dependem da temperatura. As temperaturas mínimas absolutas são as mais decisivas, podendo ser limitantes para a introdução de espécies, como para alguns *Eucalyptus*, que não suportam geadas intensivas. Nas regiões onde não existem dados experimentais para orientar na escolha das espécies mais adequadas, o ecologista florestal tem uma valiosa fonte de ajuda no balanço de Thornthwaite (GOLFARI, 1972 e GOMES, 1973).

A fertilidade do solo tem grande importância no desenvolvimento das plantas, pois dela depende em grande parte a produção madeireira. Algumas espécies desse gênero vivem bem em solos arenosos e pobres, outras preferem solos de aluvião ou areno-argilosos bem drenados, não se desenvolvendo em solos ácidos (JACOBS, 1955; FAO, 1956 e ANDRADE, 1961).

A variação de umidade do solo tem grande influência na escolha das espécies desse gênero, devendo-se observar o grau de umidade e a qualidade da água (ANDRADE, 1961). A profundidade dos solos pode ser decisiva para as espécies florestais, pois em solos profundos há mais disponibilidade de nutrientes (GOLFARI & PINHEIRO NETO, 1970).

A topografia determinará, freqüentemente, relações de textura, profundidade, fertilidade e umidade do solo, de modo que se converterá em fator predominante na escolha da espécie. O conhecimento da altitude é, para o silvicultor, uma condição de primeira importância para a escolha das espécies. Há ocorrência de espécies desde o nível do mar até 1800m, como espécies para vales, para terras planas e terrenos ondulados ou montanhosos (JACOBS, 1955; ANDRADE, 1961; GOLFARI, 1972 e GOMES, 1973)

2.2 ASPECTOS AMBIENTAIS DO CULTIVO DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus*, cresce vigorosamente em áreas úmidas, podendo saneá-las porque as enxuga pela capacidade extraordinária de poder de absorção de água por suas raízes e pela alta taxa de evaporação das folhas. Além disso, como são árvores de folhagem pouco densa, muito espalhada, não impedem a passagem dos raios solares aumentando, assim a evaporação de água estagnada no solo (COZZO, 1955 e LIMA, 1993).

Esse gênero apresenta um número grande de características, às vezes muito diferentes umas das outras. Existem espécies que desenvolvem-se à temperaturas baixíssimas como o clima úmido e frio da Escócia, sul da França e Itália com (18°C abaixo de zero), enquanto outras suportam a prolongada secura e o excessivo calor das regiões desérticas da Austrália Central e do norte da África, com temperaturas elevadas de 50 a 55°C à sombra ou de 70 a 76°C ao sol. Existem espécies que podem viver em solos de grande umidade (terras úmidas), enquanto que outras desenvolvem-se bem em solos muito secos. Algumas espécies se adaptam em solos pobres e outras só em solos ricos (ANDRADE, 1928; ANDRADE, 1939 e GALETI, 1973).

Pelo fato das limitações ambientais de grande parte das regiões dos cerrados brasileiros, bem como pelas características silviculturais das espécies do gênero *Eucalyptus*, deve-se evitar plantios de extensas áreas de floresta de *Eucalyptus*, que tenham os espaçamentos menores que 3m²/planta (BALLONI, 1980).

Existem diversas maneiras pelas quais as plantas desenvolveram a capacidade de enfrentar a seca. Para o gênero *Eucalyptus*, esse desenvolvimento evolucionário caracterizou-se, entre outros aspectos, pelo esclerênquima, um tecido endurecido que confere ao gênero a capacidade de suportar, sem seqüelas, potenciais de água bastante severos na folha. As plantas que adotam essa estratégia são chamadas de esclerófitas. No caso desse gênero essa característica esclerofítica pode, também, ter sido resultado de uma adaptação a baixos conteúdos de nutrientes (PRYOR, 1976 e FLORENCE, 1981).

Esse gênero, conduz à desertificação pelo solapamento da produtividade biológica do ecossistema vulnerável, através de 3 maneiras: a alta demanda de água da espécie esgota a umidade do solo, destrói a recarga da água subterrânea, desestabilizando o ciclo hidrológico; a pesada demanda por nutrientes cria um déficit anual enorme, desestabilizando o ciclo de nutrientes e a liberação de substâncias químicas alelopáticas afeta o crescimento de plantas e de microrganismos do solo, reduzindo, assim ainda mais a fertilidade do solo (LIMA, 1993).

As plantações florestais com espécies de rápido crescimento, sobretudo com o *Eucalyptus*, podem contribuir significativamente aos programas de recuperação de áreas degradadas, assim como fornecer proteção adequada as áreas críticas, tais como: estabilização de dunas, controle da erosão, regularização do regime hídrico das microbacias hidrográficas e recuperação de áreas de mineração a céu aberto, como quebra-ventos (DIAS, 1982; CHIARANDA et al., 1983; POGGIANI et al., 1987; PRASAD, 1987; BUCKLEY, 1988; PRASAD, 1988 e LIMA, 1990).

Seu plantio, entretanto, só deverá ser permitido em terras secas e em quantidades racionadas, tendo-se em vista que o *Eucalyptus*, é inimigo da composição natural da floresta nativa, como ressecador da terra e absorvedor de toda a umidade e mananciais existentes, porque sua própria copa não permite a formação do ambiente de matas naturais que são atraídas das chuvas (SÁ, 1952)

2.3 EFEITO NA ÁGUA DO SOLO E NA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Os possíveis efeitos sobre a água do solo e a água subterrânea tem sido um dos aspectos mais importantes da controvérsia sobre os impactos ambientais da cultura de *Eucalyptus*. A retirada da água do solo pelas plantas depende em primeiro lugar, da configuração do sistema radicular, ou seja da distribuição e ocupação efetiva do perfil do solo pelas raízes finas do sistema radicular (LIMA, 1993).

O resultado da absorção da água pelas raízes finas é um gradiente de potencial que acaba por se desenvolver entre a região imediatamente ao redor dessas raízes e as demais partes do perfil do solo, induzindo, dessa forma, difusão da umidade do solo em direção às raízes finas. À medida que o solo vai se tornando mais e mais seco, esse fluxo de água pela transpiração das plantas tende a diminuir concomitantemente. À medida que o suprimento de água para a transpiração diminui, isto é, à medida que a disponibilidade de água no solo decresce, a taxa de transpiração diminui resultando no fechamento dos estômatos. Quando as plantas experimentam estresse hídrico, seus estômatos se fecham. Talvez esse seja um dos mais importantes mecanismos de defesa que as plantas apresentam contra as perdas exageradas de água e eventual morte por dessecação (LIMA, 1993).

O padrão do sistema radicular do gênero *Eucalyptus*, ao mesmo tempo que ele desempenha importante papel na habilidade com que algumas espécies conseguem crescer e sobreviver em condições de seca, pode ainda ser considerado dentro do contexto do consumo de água do solo e possíveis efeitos sobre a água subterrânea. Os resultados obtidos na medição real do crescimento do sistema radicular, mostram que a profundidade de crescimento da raiz é altamente variável e depende de vários fatores ambientais tais como: temperatura, duração do período vegetativo, água, qualidade de luz e a intensidade de irradiação (ENGLER, 1905; THIRGOOD, 1955; GIORDANO, 1969; POUPON, 1972; GREENWOOD et al., 1982; OGIGIRIGI & IGBOANUGO, 1985; BORGES et al., 1986; KREJCI et al., 1986; MALAVASI, 1988 e CHIARANDA, 1989).

2.4 ADIÇÃO DE NUTRIENTES E QUALIDADE DA MADEIRA DO GÊNERO *Eucalyptus* EM PLANTIOS

A produção volumétrica de madeira em florestas naturais ou cultivadas é influenciada por diversos fatores tais como espécie, clima, qualidade de sítio e tratamentos silviculturais. A fertilização é o método mais popular e talvez o mais efetivo que o silvicultor dispõe para melhorar a qualidade de sítio e com isso, aumentar o incremento anual (LARSON, 1967; LARSON, 1972 e VITAL, 1990). Contudo, as alterações nas condições de crescimento pela aplicação de fertilizantes ou de qualquer outro tratamento silvicultural, são freqüentemente associadas com alterações na qualidade da madeira (BISSET, et al., 1951; KLEM, 1968; LARSON, 1968; BRAZIER, 1977; BENDTSEN, 1978 e HAYGREEN & BOWYER, 1982).

A avaliação do efeito de qualquer tratamento silvicultural sobre a qualidade da madeira é sempre um problema complexo, pois todas as espécies produtoras de madeira possuem variações naturais em suas características que são provenientes de diferenças genotípicas e de diferentes respostas às condições nas quais as árvores estão se desenvolvendo (LARSON, 1968; PANSIN & ZÉEUW, 1980 e HAYGREEN & BOWYER, 1982). Essas variações são inerentes ao crescimento das árvores e devem ser levadas em consideração quando se faz um estudo sobre a qualidade da madeira.

O desvio das condições ótimas de crescimento, ocasiona produção de madeira com características anormais, que poderão ser corrigidas com aplicação de fertilizantes. Com isso, a resposta à aplicação de fertilizantes e as alterações nas características da madeira, dependem da espécie e da fertilidade do solo onde as árvores estão sendo cultivadas (LARSON, 1962; LARSON, 1967; BRAZIER, 1977 e BENDTSEN, 1978).

A madeira juvenil têm propriedades diferentes da madeira adulta e a amplitude dessa diferença depende da espécie considerada. A adubação realizada durante o plantio das mudas geralmente não interfere na qualidade da madeira produzida pela árvore na fase adulta (BRAZIER, 1977). A qualidade média da tora, no entanto, pode ser afetada porque a fertilização realizada na fase jovem tende a aumentar a produção de madeira juvenil (HAYGREEN & BOWYER, 1982). O efeito da adubação na qualidade da madeira é secundário e decorre de um maior crescimento da copa e possivelmente de uma maior eficiência para realização da fotossíntese e conseqüentemente alteração no padrão de crescimento. As diversas propriedades da madeira não respondem de forma homogênea à adubação mineral (LARSON, 1962; LARSON, 1967; LARSON, 1968; HANS & BURLEY, 1972; COWN, 1972 e BRAZIER, 1977).

A qualidade de madeira refere-se a sua capacidade para preencher os requisitos necessários para fabricação de um dado produto, ou ainda, a combinação de características físicas e químicas de uma árvore ou de suas partes, que permitam a melhor utilização da madeira para diferentes usos (PIRES & PAULA, 1997). Das características físicas da madeira, a que tem mais influência sobre a qualidade do carvão vegetal é a densidade básica, que é considerada como índice de qualidade, por afetar outras propriedades da madeira e conseqüentemente as de seus derivados (ANDRADE, 1993).

As diferenças anatômicas também se refletem nas propriedades mecânicas, o que torna a madeira juvenil imprópria para serraria. A duração do período de formação dessa madeira, é bastante variável entre as espécies, podendo ser de 5 à 20 anos. O término desse período é abrupto em algumas espécies e gradual em outras. Relativamente aos modelos de variação das características da madeira, sabe-se que a maioria deles corresponde a uma elevação rápida da curva no período juvenil, para depois crescer gradualmente até estacionar horizontalmente, na forma de um patamar que corresponde ao período de maturidade (FOELKEL et al., 1975).

2.5 ESCOLHA DA DENSIDADE DE POVOAMENTOS DE REFLORESTAMENTOS

A escolha do espaçamento adequado tem como objetivo proporcionar para cada indivíduo o espaço suficiente para se obter o crescimento máximo com melhor qualidade e menor custo. Outro aspecto a ser considerado é com relação à proteção do solo que depende do tempo necessário para o fechamento do dossel. Com o fechamento mais rápido do dossel, a proteção do solo é obtida mais cedo, diminuindo os riscos de degradação, principalmente em locais onde a declividade, o tipo de solo e o clima favorecem à deteriorização do mesmo. Entretanto, na definição do espaçamento de plantio deve-se avaliar o espaço necessário para o crescimento ótimo com a melhor relação custo/benefício, sem entretanto desconsiderar a questão do solo (BOTELHO, 1997).

O número de plantas, varia conforme o espaçamento adotado. O espaçamento a ser utilizado é função de diversos fatores, tais como: a forma como cresce o sistema radicular, o crescimento da parte aérea em relação à tolerância da espécie, a fertilidade do solo, as derramas naturais, a finalidade da plantação e a possibilidade de mecanização das operações. O espaçamento tem influência significativa no diâmetro das plantas e no volume de madeira. Em espaçamentos menores, o volume total da madeira por hectare é maior, mas o diâmetro individual é menor (FAO, 1961 e ZAVITKOWSKI & DAWSON, 1978).

Dependendo da finalidade do plantio, faz-se a opção por espaçamentos maiores ou menores. O espaçamento afeta o crescimento das plantas, qualidade da madeira produzida, idade de corte, principalmente as práticas de implantação, exploração e manejo florestal e conseqüentemente os custos da produção, pois os povoamentos mais densos produzem maior volume. A produção de lenha de madeira fina aumenta quando aumenta o número de árvores por área (ZAVITKOWSKI & DAWSON, 1978).

Dentre as decisões a serem tomadas num reflorestamento, uma das mais importantes é escolher o melhor espaçamento inicial, o qual deve estar relacionado com: a espécie, a finalidade do plantio, a taxa de sobrevivência e a área basal inicial, que tem muita influência na produção. Os espaçamentos maiores mantêm o crescimento das árvores, individualmente, por um período maior do que aqueles espaçamentos menores (KILPATRICK et al., 1981). As árvores de espaçamentos maiores alcançam maiores dimensões num dado tempo, mas a produção total diminui por unidade de área até que todo o espaço de crescimento disponível seja plenamente utilizado.

Durante o crescimento inicial da floresta, o principal fator de competição são as ervas daninhas cujo controle é normalmente feito pelos tratos culturais. Depois de anos, inicia-se a competição entre árvores por luz, água e nutrientes. Nos anos subseqüentes os fatores do crescimento, presentes em quantidades inferiores, começam a escassear e, conseqüentemente, a selecionar as plantas do povoamento, entrando o mesmo em estagnação e aumentando o número de árvores dominantes (BARRETT et al., 1975).

Os espaçamentos 3m x 2m e 3m x 1,5m são usados para produção de madeira de celulose e chapas. A escolha do espaçamento de plantio, na maioria dos planejamentos florestais, tem sido simplesmente direcionada ao uso final de madeira, negligenciando-se outros envolvimento ecológicos/silviculturais importantes. O espaçamento tem uma série de implicações do ponto de vista silvicultural, tecnológico e econômico. A maioria dos plantios comerciais têm sido implantados para a produção de madeira para celulose e/ou chapas de fibras (ZAVITKOWSKI & DAWSON, 1978; BALLONI, 1980 e BRUNI & PRADO, 1987).

A maior conicidade nos espaçamentos maiores deve-se a manutenção de uma maior altura de copa e conseqüentemente um maior crescimento do diâmetro na base da copa. Nos espaçamentos menores ocorre, por causa da competição, uma diminuição gradativa da altura de copa, em função da desrama ou morte dos galhos inferiores. Portanto, a base da copa, onde se concentra o crescimento, vai sendo alterado e o crescimento ocorre de forma mais distribuída ao longo do tronco (BOTELHO, 1997).

O espaçamento pode afetar o desenvolvimento e a produtividade das florestas plantadas, principalmente para espécies de rápido crescimento. Espaçamentos inadequados podem acentuar os efeitos da deficiência hídrica sobre as plantas, diminuindo a produtividade das florestas, em razão da intensa competição intraespecífica por água, nutrientes, luz e espaço ou de subutilização do sítio. O conhecimento das relações hídricas, auxiliará dentre outras na definição dos espaçamentos mais apropriados para cada espécie florestal, visando melhor utilização desses fatores, de modo a aumentar a eficiência produtiva das plantas (LELES et al., 1998).

O espaçamento tem grande efeito sobre o custo da matéria-prima produzida e sobre a contextura dos preços correntes, pela restrita oportunidade de manipulação do produto obtido. Por isso é preciso tomar toda precaução para selecionar o melhor espaçamento inicial e por esse motivo os espaçamentos mais amplos possíveis, sob determinadas condições são os mais apropriados. Decisões precisas sobre os espaçamentos e espécies não podem ser tomadas sem um conhecimento mais apurado da influência na qualidade dos produtos obtidos (PRYOR, 1967 e COELHO, et al., 1970).

A rotação depende do uso da madeira. Aquelas de maior dimensão exigem rotação superior se comparadas com a madeira para energia. Porém, se o objetivo é obter o máximo em material lenhoso, a rotação silvicultural coincide com o ponto em que o povoamento atinge seu máximo incremento médio anual em volume. Em geral, povoamentos de menor espaçamento tem rotação mais curta que aqueles menos densos. Dependendo da densidade do plantio, pode-se atingir um máximo incremento médio anual de peso de madeira seca, numa idade diferente daquele de máximo incremento médio anual de volume (SIMÕES et al., 1976).

2.5.1 Densidade do povoamento na produção de biomassa

Altura, DAP, sobrevivência e conicidade do fuste são características passíveis de alteração pelo espaçamento de plantio e que interferem tanto no volume total da madeira como no volume útil produzido pela floresta. Entretanto, o espaçamento de plantio interfere diretamente no crescimento das árvores em diâmetro e indiretamente na altura média, a qual pode ser usada como índice de qualidade local num povoamento coetâneo (SPURR, 1964 e EVERT, 1971).

O efeito do espaçamento sobre o volume de madeira tem que ser analisado em função dos efeitos sobre o diâmetro e altura das árvores. Deve avaliar o volume total e o volume comercial produzido, considerando, portanto, o objetivo final da floresta que define as dimensões adequadas da madeira a ser produzida. A conicidade do fuste é uma característica que pode ser influenciada pelo espaçamento e conseqüentemente apresentar influência na produção real de madeira, pelo seu efeito principalmente sobre a altura comercial (SCOLFORO, 1997).

Há uma estreita correlação entre os espaçamentos e a produção volumétrica de lenha, pois, à medida que diminui o espaçamento de plantio, aumenta a produção de lenha. As florestas exclusivas para produção de energia, não devem ser exploradas em rotações demasiadamente curtas. Deve haver um tempo suficiente para que haja certa deposição de folhas e outros detritos durante, pelo menos 2 anos, de modo a permitir a ciclagem de nutrientes e a manutenção de níveis mais elevados de matéria orgânica do solo. Por outro lado a floresta manejada intensivamente, esgota o solo rapidamente, através da grande saída de nutrientes, levados pela madeira ainda juvenil e os resíduos da floresta (BALLONI, 1980).

Sob o aspecto econômico, não é aconselhável a adoção de espaçamentos menores que 2m x 2m. Para a produção de lenha e carvão de *Eucalyptus*, o espaçamento 2m x 2m durante muito tempo, foi recomendado em rotações de 7 anos. Nas florestas energéticas de *Eucalyptus*, que apresentam alta capacidade de regeneração por brotação das touças, espera-se obter grande número de cortes, mantendo-se elevada a produtividade volumétrica anual (BALLONI, 1980).

O aumento de produtividade, em termos de volume total de madeira ou biomassa destinada para energia, pode ser obtido pelo arranjo entre a redução do espaçamento e da rotação. É conveniente, em florestas energéticas reduzir o espaçamento para 3 a 4m²/planta, com rotações curtas de 3 a 4 anos com o objetivo de aumentar a produtividade da madeira e biomassa. Para fins industriais deve-se usar espaçamentos de 6 a 7m²/planta, com rotações de 6 a 7 anos (SIMÕES & BRANDI, 1988).

Em florestas energéticas deve-se utilizar espécies de rápido crescimento, bem adaptadas economicamente, de alta densidade de madeira e alto poder calorífico. O gênero *Eucalyptus*, é preferido pela alta produtividade de madeira com essas qualidades. Além do mais, a capacidade de regeneração natural por brotação, possibilita a esse gênero uma sucessão de várias rotações, após a exploração do maciço por corte raso e em ciclos curtos, aumentando a viabilidade econômica do empreendimento (SIMÕES & BRANDI, 1988).

2.5.2 Povoamentos do gênero *Eucalyptus* em diferentes densidades sob práticas silviculturais

A densidade do povoamento pode influir significativamente no crescimento das árvores. O aumento da densidade do talhão implica no aumento dos custos de implantação e exploração, sendo necessário balancear o aumento das produções com os aumentos dos custos. As principais consequências negativas, sob o ponto de vista técnico e econômico, dos espaçamentos mais densos, são o maior consumo das mudas e fertilizantes bem como uma possível dificuldade de exploração e de acesso para os tratos culturais e produção de madeira de pequenas dimensões nos desbastes. Por outro lado, WATTLE RESEARCH INSTITUT (1972) afirma, que além do maior volume total da madeira produzida, os plantios sob espaçamentos mais densos certamente exigirão menor número de tratos culturais, devido a redução mais efetiva do crescimento das ervas daninhas.

Outro aspecto a ser considerado como favorecido pelos espaçamentos mais densos é uma maior possibilidade de se ter uma produção mais favorável, também na segunda rotação, quando a regeneração for por talhadia. Esse detalhe deve ser considerado principalmente para as espécies com problemas de baixa sobrevivência das touças, embora WATTLE RESEARCH INSTITUT (1972) considere, que a mortalidade das touças é aumentada em função do aumento da densidade do talhão. A desrama natural ocorrerá de maneira mais rápida nos espaçamentos mais densos, por causa da competição mais intensa por luz e, conseqüentemente, uma morte mais precoce dos ramos inferiores.

Os ensaios sobre desbastes permitem inferir que a manutenção do ritmo de crescimento acelerado propicia a formação de madeira com menos rachadura, já que haverá uma menor tensão no sentido medula casca. Nesse caso, as árvores atingirão mais cedo maiores níveis de densidade, as quais se manterão ao longo de sua vida se for evitada a competição. Um benefício da atividade de desbaste é relacionada a ciclagem de nutrientes (SCOLFORO & MAESTRI, 1997). Com o passar do tempo, a biomassa de galhos e de folhas diminui em relação a biomassa da árvore toda. Como no lenho se encontra uma menor quantidade de nutrientes que na copa, então ao se promover a exploração das árvores, menos nutrientes estarão sendo removidos da floresta. Esse fato é mais significativo se os galhos, folhas e casca são deixados na floresta (LUZ et al., 1993).

2.5.3 Povoamentos do gênero *Eucalyptus* em diferentes densidades e qualidade de sítio

O crescimento e a produção de um povoamento puro e equiâneo de uma espécie florestal são determinados por 4 fatores principais: idade, capacidade produtiva da área (se refere à qualidade do sítio e é expressa pelo índice de sítio), adaptabilidade da espécie nas suas diferentes formas e estágios de vida e, tratos culturais (fertilização, controle de pragas e doenças, ervas daninhas e desbrota). Para muitas espécies florestais, as áreas com boa qualidade de sítio são aquelas onde as taxas de crescimento em altura são altas (COUTO et al., 1989).

Durante a fase inicial de crescimento, a demanda de uma planta é principalmente por umidade e calor em disponibilidade. Se estes estão presentes em quantidade adequada, qualquer sítio é capaz de suportar o crescimento inicial de um povoamento mesmo em alta densidade. Entretanto, após anos de crescimento da floresta, há um aumento na demanda e as plantas entram em competição por água, luz, nutrientes e pelo espaço para crescimento da copa e do sistema radicial, que é agravada em espaçamentos mais densos. A velocidade de crescimento dependendo da qualidade do sítio e também da espécie, irá influenciar na época de início de competição (GOLFARI, 1972; GOMES, 1973 e BOTELHO, 1997).

Com relação aos sítios muito pobres, deve-se considerar que, havendo uma baixa disponibilidade dos fatores produtivos, principalmente água, a capacidade de suporte do sítio será menor e, portanto, deve-se usar um menor número de plantas por área, ou seja, um espaçamento maior. As plantas de *Eucalyptus*, em espaçamentos menores que 2m²/plantas, somente são indicados para os melhores sítios. Em sítios pobres, os espaçamentos devem ser superiores a 3m²/planta (BALLONI, 1980 e SCOLFORO, 1997).

O plantio em espaçamentos densos e em sítios mais ricos pode também depender da existência de mercado para a madeira fina, caso contrário os desbastes serão considerados como operações culturais necessárias, sem retorno econômico. A escolha do espaçamento de plantio, mesmo em sítios pobres, está ligada à existência de mercado para o produto final da floresta (ASSMANN, 1970). Os locais mais secos e/ou com solos de mais baixa fertilidade apresentam tendências a suportar um número menor de plantas por área do que locais mais úmidos e férteis, ou seja, existe uma área basal máxima para cada sítio (BARRETT et al., 1975).

O crescimento em altura é o fator mais crítico para a sobrevivência de árvores em competição, representando, por isso um dos índices mais seguros para se dizer se a espécie foi ou não plantada em lugar adequado. A altura das árvores de determinada espécie, em crescimento natural, está mais estreitamente relacionada com a capacidade produtiva do local onde cresce que qualquer outra medida. A altura é menos influenciada pela densidade do povoamento que outras medidas, podendo ser usada como índice de qualidade local num povoamento coetâneo (SMITH, 1962; GOLFARI, 1968; GOLFARI, 1971 e GOMES, 1973).

2.5.4 Povoamentos do gênero *Eucalyptus* na idade de corte

A idade de corte varia em função da espécie e do espaçamento adotado, e tem sido definida em função do ritmo de crescimento, do espaçamento, da finalidade da madeira e de algumas interações entre os citados fatores (MELLO et al., 1976). A porcentagem de árvores dominadas e mortas cresce com o avanço da idade, causando conseqüentemente um aumento da porcentagem de falhas em relação ao plantio original. Esse fato ocorre com maior intensidade e mais antecipadamente nos espaçamentos densos. É evidente que uma mortalidade mais acentuada e/ou um maior número de árvores dominadas pode refletir negativamente no volume de madeira, estabilizando e até reduzindo o incremento médio anual (SCHÖNAU, 1974).

A manutenção da floresta com o crescimento estagnado não é desejável, devendo-se fazer o corte ou desbastes, em idades jovens. Dependendo do espaçamento de plantio e do ritmo de crescimento, os cortes tornam-se necessários em fases muito jovens do crescimento, o que pode exportar quantidades excessivas de nutrientes do solo, diminuindo a fertilidade e podendo comprometer o sucesso das rotações futuras, além de produzir madeira de qualidade inferior. De acordo com a espécie a ser implantada, não é conveniente a adoção de espaçamentos extremamente densos para antecipar sua rotação (BELOTTE et al., 1980).

O espaçamento apresenta grande influência sobre a idade de corte da floresta. A idade de estagnação de crescimento e portanto a exploração ou desbaste será tanto mais precoce e freqüentemente quanto maior a densidade populacional, para uma mesma espécie e sítio. Com a alta competição por luz, água e nutrientes nos espaçamentos menores, as árvores alcançam o crescimento máximo suportado pelo sítio mais cedo. Ou seja, a estagnação do crescimento ocorre mais cedo e a manutenção da floresta com o crescimento estagnado não é economicamente lucrativa, conseqüentemente o ciclo de corte será menor ou será necessário fazer desbaste mais cedo e com mais freqüência, implicado na produção de madeira de menor porte com menor preço de mercado (SCOLFORO, 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O ensaio experimental foi realizado na área pertencente à ALBRAS, situada no Município de Barcarena, Estado do Pará, no período de janeiro/96 à julho/97, na microbacia do igarapé Água Verde (Figura 2), com as seguintes coordenadas: 1°30'S; 48°42'W, a altitude varia entre 15-25m (IDESP, 1983).

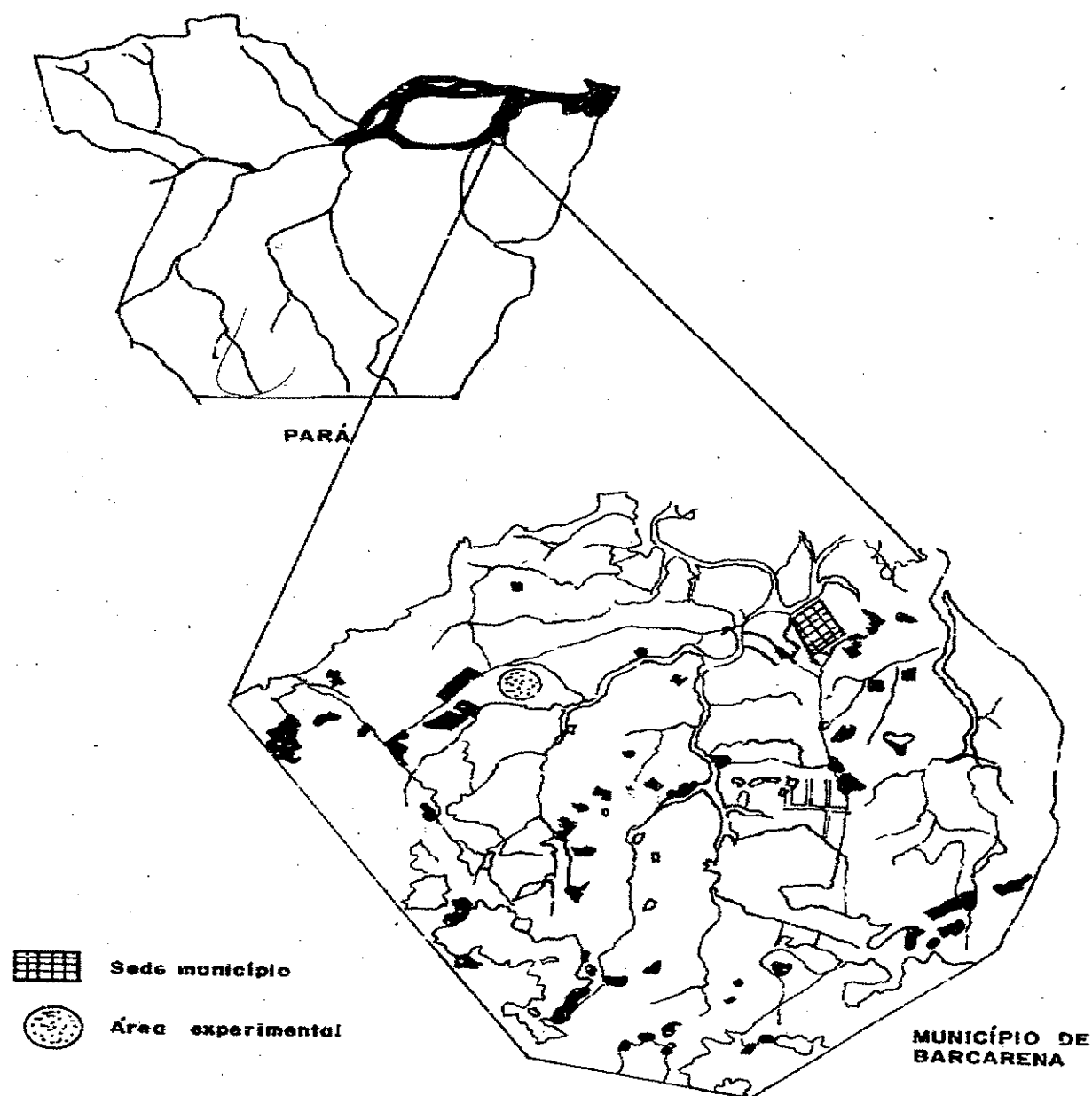


Figura 2- Localização da área do estudo experimental na microbacia do igarapé Água Verde, no Município de Barcarena, Pará

A cobertura vegetal da área, em sua grande maioria, é representada pela vegetação secundária devido a derrubada da floresta original para implantações de agricultura nômade. Foram identificadas capoeiras fina, média e grossa e em alguns locais floresta primária; nas áreas baixas encontra-se a capoeira de várzea com ocorrência esporádica de mata (IDESP, 1983).

A topografia da área faz parte das superfícies pediplanadas onde se encontram baixos platôs e planícies fluviais constituídas de sedimentos do Terciário e Quaternário. Os solos da região são classificados em: Latossolo Amarelo Distrófico Álico, Areias Quartzosas Distróficas Álicas, Areias Quartzosas Hidromórficas Álicas, Concrecionários Lateríticos de Horizonte A moderado e Gleis Pouco Húmicos Distróficos (IDESP, 1983 e IDESP, 1984). Os níveis pouco diferenciados exprimem as condições químicas do solo originadas a partir do Terciário Amazônico (Tabela 1).

Tabela 1- Resultados analíticos de concentrações de íons Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+ (S) acrescido de H^+ e Al^{+++} (CTC); saturação de alumínio ($100/\text{Al}+\text{S}$); saturação de bases (V%) e concentração de fósforo em solos com floresta secundária, na região de Barcarena-PA. Área Experimental da ALBRAS

Prof. (cm)	Complexo Sortivo (meq/100g)								$\frac{100}{\text{Al}+\text{S}}$ (%)	V (%)	P (ppm)
	Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	Na^+	S	H^+	Al^{+++}	CTC			
00-10	0,45	0,90	0,03	0,03	1,41	-	1,28	2,69	47,58	52,42	0,51
10-20	0,90	0,45	0,02	0,02	1,39	-	1,43	2,82	50,71	49,29	1,13
20-30	0,10	0,65	0,02	0,03	0,80	-	1,14	1,94	58,76	41,24	-
30-40	0,10	0,65	0,02	0,02	0,79	-	1,23	2,02	60,89	39,11	-

Lab. de Análise de Solos, DCS/FCAP. Fonte: OLIVEIRA et al., 1994

O clima local é do tipo Afi, segundo a classificação de Köppen, que ocorre em torno de Belém e Oeste da Ilha de Marajó e caracteriza-se pela presença de 2 períodos: um mais chuvoso, que vai de janeiro até maio com aproximadamente 282mm de precipitação pluviométrica média e outro menos chuvoso, que vai de junho até dezembro com precipitação pluviométrica média de 118mm; sua precipitação pluviométrica anual soma 2235mm (IDESP, 1984 e RODRIGUES, 1984).

A evaporação mensal oscila entre 36,3 - 79,5mm. A maior evaporação ocorre no período menos chuvoso, onde há maior incidência de raios solares e maior quantidade de vento. O total anual de radiação soma 2147,5h. A menor incidência é observada em fevereiro com 86,3h e a maior em agosto com 261,2h. A temperatura média anual é de 28,4°C (IDESP, 1983 e FALESI, 1986).

De acordo com a Figura 3, a qual apresenta o balanço hídrico, segundo Thornthwaite, para o período experimental no Município de Barcarena, apresenta excedente hídrico no período de fevereiro à julho com total de 671mm; a deficiência hídrica ocorre de setembro à dezembro, totalizando 265mm, assim como a retirada de água e, finalmente, a reposição de água, ocorre no mês de janeiro.

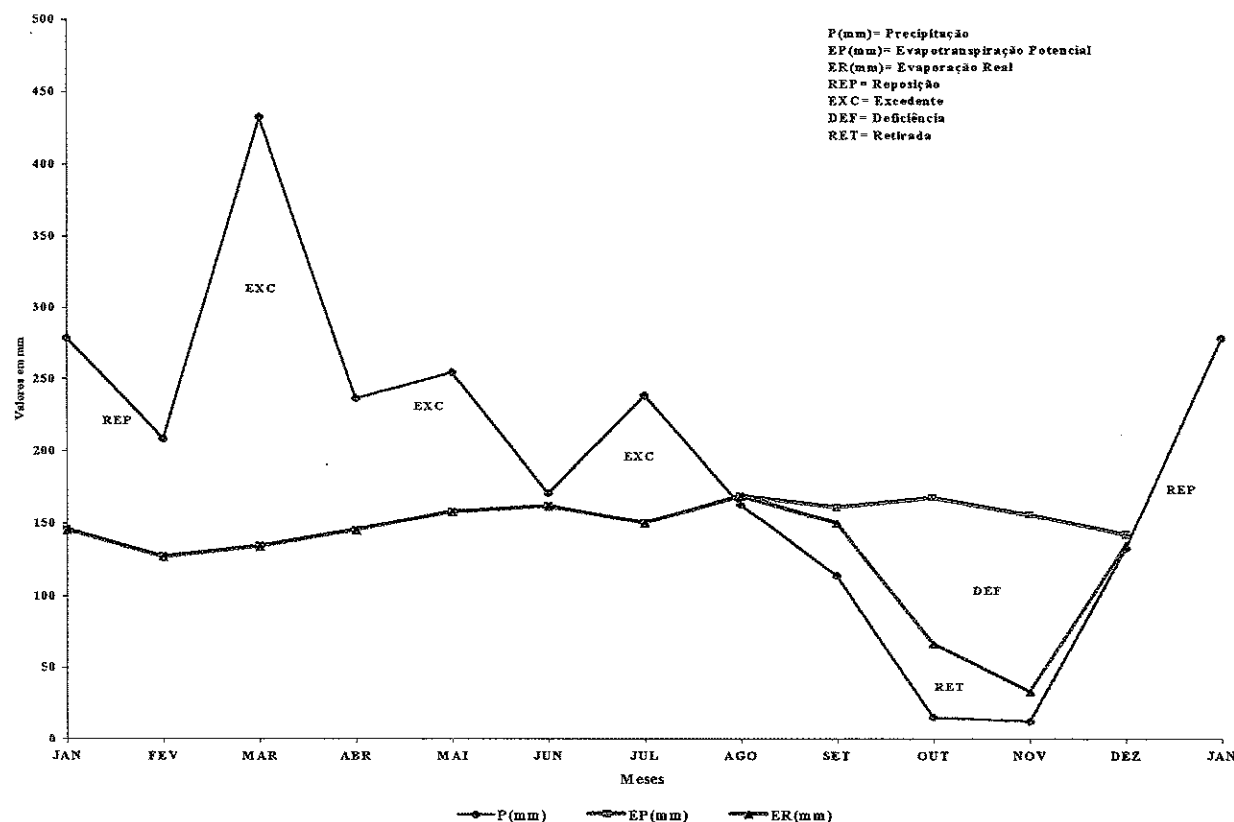


Figura 3— Balanço hídrico segundo Thornthwaite, para o Município de Barcarena-PA, com base em dados coletados no ano de 1996

3.2 ESPÉCIE ESTUDADA

A espécie utilizada foi *Eucalyptus pellita* F. Muell., cujas sementes foram trazidas da Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce em Linhares-ES. As mudas foram produzidas no Viveiro Florestal da ALBRAS, Barcarena-PA, por semeadura direta em tubetes plásticos com 12cm de comprimento, e levadas para o campo, com altura média de 12cm e plantadas nos seguintes espaçamentos: 1m x 1,5m; 1,5m x 2m; 1,5m x 3m e 2m x 3m. Na ocasião do plantio as mudas receberam adubação de 200g de superfosfato simples e 30g de cloreto de potássio por planta, e após 60 dias colocou-se 40g de uréia.

Eucalyptus pellita é uma espécie que tem a casca levemente fibrosa, a sua madeira é vermelha a vermelho escura, por dentro colorida, moderadamente pesada, resistente, dura e durável. As suas folhas, quando em estágio juvenil, são opostas a sub-opostas ou então haste lanceolada e, quando adultas são alternas, porém algumas revertidas para sub-opostas, com algumas hastes desprezadamente falcata. A viabilidade das sementes por grama é 69 unidades (HALL et al., 1963 e LELES et al., 1998).

De acordo com a descrição de BLAKELY (1934), mostra que os botões florais por dentro são de umbelas nas axilas, a pedúnculo achatado, b botões fechados, c receptáculo fechado e d operculum (Figura 4). A flor tem a receptáculo, b anel no cálice, c anel estaminal, d estilo da base e ovário, e e filamento dos estâmes e o fruto tem umbela, a com pedúnculo achatado, b pequeno pedicelo angular, c receptáculo fechado, d anel no cálice, e disco e f válvulas (deltoide e exsert).

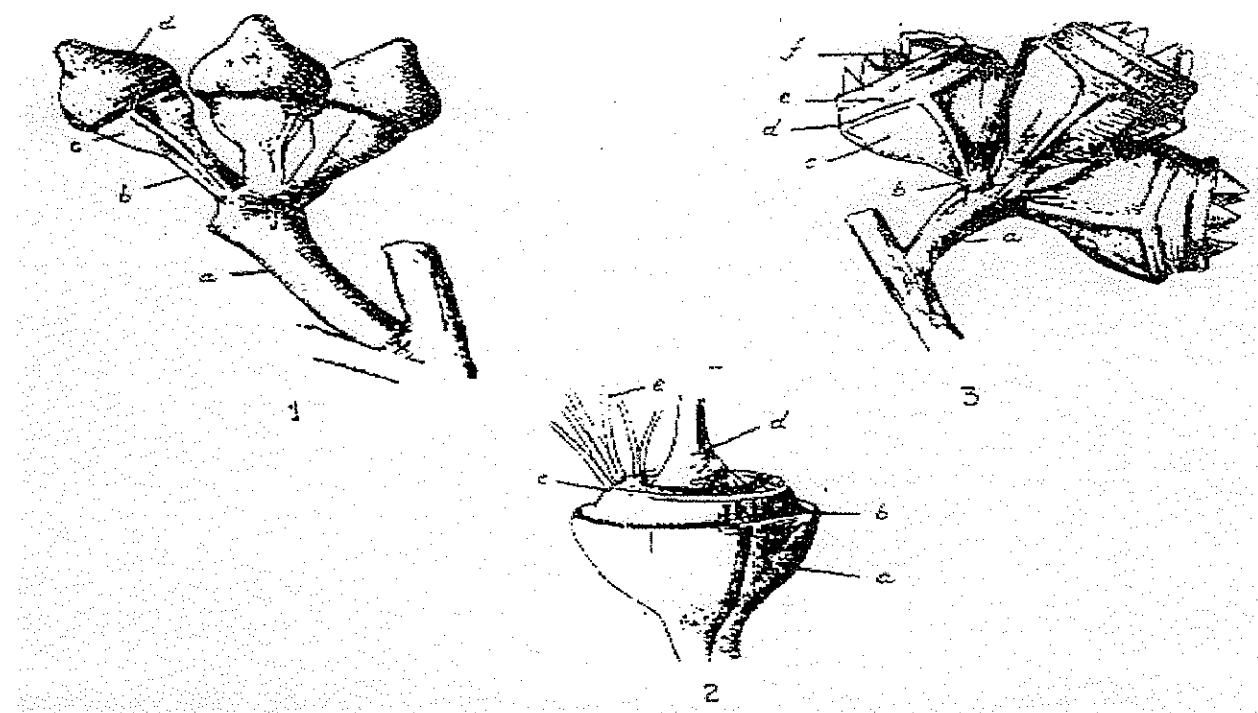


Figura 4- Botões florais (1), detalhe da flor (2) e fruto (3) de *Eucalyptus pellita* F. Muell., BLAKELY(1934)

Esse espécie se caracteriza por apresentar um sistema radicular mais fasciculado e menos pivotante. A árvore de *Eucalyptus pellita*, pode chegar até 50m de altura em poucos anos e recomenda-se que o corte da mesma deve ser feito no período que vai de maio até agosto, pois nesse período a planta está em repouso, tendo pouca atividade e pouca seiva, quando a madeira apresentará maior resistência ao ataque de doenças e pragas, pois há suprimento adequado de água no solo (GALETI, 1973; BALLONI & SILVA, 1978 e REIS et al., 1998).

As condições de ocorrência de *Eucalyptus pellita*, são muito similares as de *Eucalyptus torelliana*, na região nordeste da Austrália, nas procedências de Kuranda e Mereeba. Essa espécie ocorre em clima quente-úmido, com a temperatura mínima oscilando entre 4 e 19°C e a máxima em torno de 24 a 33°C. Do ponto de vista de fertilidade de solo, há estreita relação Ca/Mg no local de sua ocorrência. Isto poderia levar à idéia de que essa espécie pudesse ser relativamente mais exigente em magnésio (BOLAND et al., 1984).

Na Austrália, essa espécie tem duas extensas áreas de ocorrência: Cape York Península e Queensland, próximo de Fraser Island, Queensland até o sul de Bateman's Bay, New South Wales (região de ocorrência natural), onde a latitude na primeira área é de 12 a 18° sul e na segunda é de 27 a 36° sul, com 800m de altitude (BOLAND et al., 1984).

3.3 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O preparo da área foi iniciado no mês de janeiro de 1995. Para o preparo do solo, utilizou-se um trator com arado de disco e em seguida foram feitas duas gradagens. A área experimental foi preparada convencionalmente em regime de mecanização com preservação da camada arável, com abertura de covas de 30cm x 30cm x 30cm.

Utilizou-se 50 piquetes, com as seguintes dimensões 1,20m x 0,05m x 0,05m para delimitação da área experimental. Durante a fase de formação do povoamento florestal foram feitas capinas e roçagens em função da intensidade de *Cyperus rotundus* L, e *Cyperus* spp., por suas agressividades e *Allamandra cathartica* L, por seu nível de infestação bem como da espécie florestal implantada, cujo desempenho inicial depende do espaçamento, da fertilização e das técnicas de implantação.

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O modelo estatístico adotado para o experimento foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com 4 tratamentos e 4 repetições distribuídos aleatoriamente (Figura 5).

Cada bloco tem dimensão de 15m x 80m dividido em 4 parcelas de 15m x 20m cada uma, nos quais foram aleatorizados os 4 tratamentos, isto é, os espaçamentos. Entre os blocos têm-se uma área de 5m e antes do 1º bloco e depois do último bloco outra área de 2,5m para que fossem feitas as limpezas dos mesmos.

Os espaçamentos utilizados no campo representam os seguintes tratamentos: T₁= 1m x 1,5m (1,5m²/planta); T₂= 1,5m x 2m (3m²/planta); T₃= 1,5m x 3m (4,5m²/planta) e T₄= 2m x 3m (6m²/planta); com um dimensionamento de 80m x 80m totalizando uma área experimental de 6400m².

O fator tempo foi utilizado como as 19 subparcelas a saber: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 meses. Cada parcela continha 49 plantas independentemente do espaçamento. Foram utilizadas 25 plantas centrais úteis, para serem computadas na análise estatística, nas quais foram feitas as observações mês a mês até o 18^o mês, sendo as demais plantas por parcelas consideradas como neutralizantes do efeito da bordadura simples.

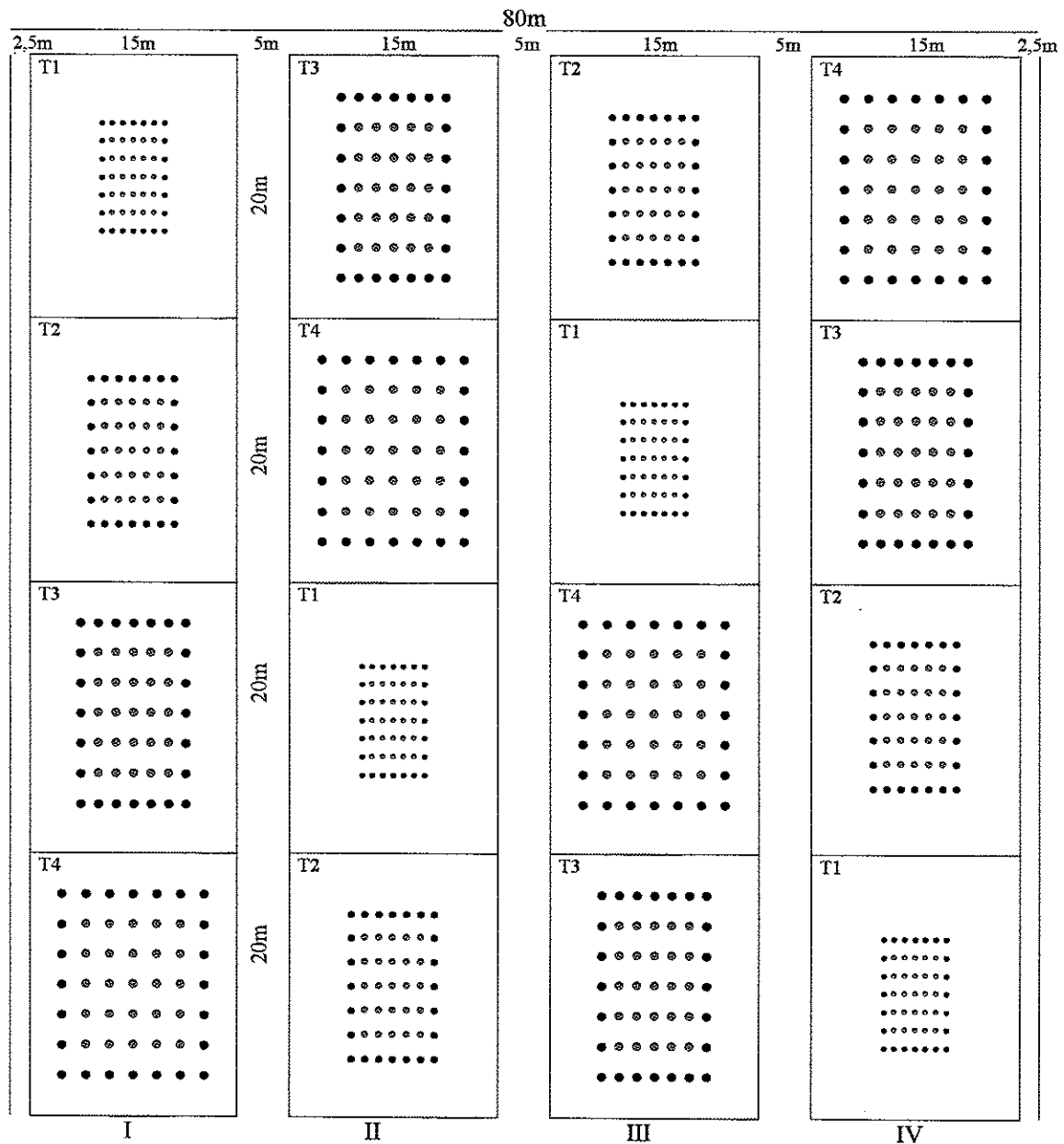


Figura 5- Disposição espacial dos blocos e parcelas experimentais casualizados de acordo com os espaçamentos

⊗= árvores úteis experimentais

●= árvores da bordadura

3.5 PROCEDIMENTO PARA OBSERVAÇÃO DAS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS

Para o procedimento das mensurações dendrométricas como a determinação da altura total (m), utilizou-se uma régua graduada em centímetros, sendo realizada mensalmente durante 18 meses, enquanto que a obtenção da altura comercial foi feita ao final do experimento. Para as medições da circunferência à altura do peito, à 1,30m acima do nível do solo, utilizou-se uma fita métrica comum, medidas estas realizadas somente no 18º mês.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS EXPERIMENTAIS

O delineamento utilizado no campo, foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo (só é aplicável a dados de medidas repetidas) e o modelo matemático desse delineamento, de acordo com GOMES (1973); BANZATTO & KRONKA (1989) e STEEL & TORRIE (1989), foi constituído da seguinte equação: $Y_{ijk}(e) = \mu + \sigma_i + \alpha_j + \beta_k + (\sigma\alpha)_{ij} + \xi_i + \xi_j$ (Tabela 2).

Onde os efeitos de tratamentos, ocasiões e interação entre ocasiões e tratamentos são fixos e a variável do componente aleatório é decomposta em duas fontes independentes de erros (resíduos): a referente às parcelas e b correspondente às subparcelas dentro das parcelas (QUEIROZ, 1993). Para cada variável resposta analisada (Ht, HC, CAP e DAP) em cada espaçamento (T1, T2, T3 e T4) determinou-se a média e o desvio padrão e com estes estabeleceu-se o intervalo de confiança de 99% de probabilidade.

Assim tem-se:

$Y_{ijk}(e)$ = variável de resposta, onde: i= parcela (espaçamentos); j= subparcelas (tempo de observações em meses); k= blocos (repetições) e e= componente aleatório;

μ = média geral do experimento;

σ_i = efeito das parcelas i (espaçamento);

α_j = efeito das subparcelas j (tempo);

β_k = efeito dos blocos k (repetições);

$(\sigma\alpha)_{ij}$ = efeito da interação espaçamento e tempo;

ξ_i = erro experimental devido às parcelas; e

ξ_j = erro experimental devido às subparcelas.

Tabela 2- Compilação dos dados das variáveis, durante as mensurações, para análise dos dados obtidos

Tratamentos Espaçamentos (m x m)	T ₁ (1,0 x 1,5)	T ₂ (1,5 x 2,0)	T ₃ (1,5 x 3,0)	T ₄ (2,0 x 3,0)
Tempo (Subparcela) (Tempo de obs.)	T, mês m0, m1,..., m18	T, mês m0, m1,..., m18	T, mês m0, m1,..., m18	T, mês m0, m1,..., m18
Blocos				
I	y101, y111,..., y1181	y201, y211,..., y2181	y301, y311,..., y3181	y401, y411,..., y4181
II	y102, y112,..., y1182	y202, y212,..., y2182	y302, y312,..., y3182	y402, y412,..., y4182
III	y103, y113,..., y1183	y203, y213,..., y2183	y303, y313,..., y3183	y403, y413,..., y4183
IV	y104, y114,..., y1184	y204, y214,..., y2184	y304, y314,..., y3184	y404, y414,..., y4184

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos na região de Barcarena-PA, sob os diferentes espaçamentos, são vistos na Tabela 3, mostrando a média ($\bar{x}$), o desvio padrão (s) e coeficiente de variação (CV%) para as 3 variáveis estudadas diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (Ht) e altura comercial (HC) nos 4 espaçamentos utilizados, para espécie *Eucalyptus pellita*.

Tabela 3- Valores da média ($\bar{x}$), desvio padrão (s) e coeficiente de variação (%) em diâmetro à altura do peito (cm), altura total (m) e altura comercial (m) de *Eucalyptus pellita*, com 18 meses de idade, em 4 diferentes espaçamentos na região de Barcarena-PA (Julho/97)

Espaçamento (m x m)	DAP (cm)			Ht (m)			HC (m)		
	$\bar{x}$	s	CV%	$\bar{x}$	s	CV%	$\bar{x}$	s	CV%
1,0 x 1,5	3,59	1,98	52,64	3,55	0,95	26,76	2,93	0,95	32,42
1,5 x 2,0	3,81	1,55	40,68	3,37	0,83	24,63	2,82	0,87	30,85
1,5 x 3,0	4,11	2,29	55,72	3,20	0,77	24,06	2,67	0,84	31,46
2,0 x 3,0	4,40	1,98	45,00	3,06	0,73	23,86	2,51	0,72	28,69

O valor médio de DAP para o espaçamento 2m x 3m foi maior que os demais tratamentos, pois o crescimento em DAP é influenciado pelo espaçamento, sendo que a medida que se amplia o espaçamento o DAP aumenta de crescimento, pelo fato de estar ocorrendo menos competição entre as árvores. Quanto ao desvio padrão o espaçamento 1,5m x 2m foi menor que os demais tratamentos devido o seu DAP crescer de forma mais semelhante que os demais tratamentos e por conseguinte menor coeficiente de variação e, quanto ao coeficiente de variação o espaçamento 1,5m x 3m foi maior que os demais tratamentos e conseqüentemente maior desvio padrão que os outros.

De acordo com a altura total, os 4 espaçamentos utilizados apresentaram diferenças significativas, o que não ocorreu com a altura comercial, cujos os espaçamentos não apresentaram diferenças significativas. Onde o espaçamento 1m x 1,5m por ser mais denso, teve maior média de crescimento, maior desvio padrão e finalmente coeficiente de variação, dos demais tratamentos na idade de 18 meses. Pois o maior adensamento força a desrama natural, o que implica na formação de melhor fuste e uma morte mais precoce dos ramos inferiores.

Com 18 meses, quanto à altura total é possível fazer o corte dessas árvores para produção de sarrafos, no tratamentos T1 (3,55m) e quanto à altura comercial apesar de ter atingido T1 (2,93m) ainda não é o suficiente para produzir sarrafos, no tempo estabelecido o qual precisará de um tempo maior para atingir à altura estabelecida pela ALBRAS que é 3,1m.

Uma comparação dos resultados de incremento médio anual em diâmetro à altura do peito e altura total dos diferentes espaçamentos de *Eucalyptus pellita*, nas diferentes regiões do Brasil, nas diferentes idades, é observada na Tabela 4. Verifica-se que o espaçamento 3m x 2m no Município de Barcarena-PA, teve um crescimento maior, com 1,5 ano de idade em comparação com o mesmo espaçamento em Brasília-DF, com 10 e 18 anos de idade respectivamente, tudo indicando ser devido a diferença de idade entre os 3 plantios e talvez pela diferença dos fatores climáticos, edáficos e fisiográficos do meio, que proporcionou essa diferenciação, pois com um certo tempo as árvores param de crescer em altura e continuam crescendo só em diâmetro, até que o seu espaço seja completamente preenchido.

Tabela 4- Performance de incremento médio anual de *Eucalyptus pellita*, em função dos espaçamentos em diferentes regiões do Brasil

Espécie	Ambiente	Idade (ano)	Espaçamento (m x m)	Densidade Arv/ha	m ² /arv Área/Planta	DAP (cm)	Ht (m)	Autor
<i>E. pellita</i>	Piracicaba-SP	14	4,7 x 4,5	473	21,15	1,70	1,84	Simões & Ferreira (1997)
<i>E. pellita</i>	Brasília-DF	10	2,0 x 3,0	1667	6,00	1,62	1,54	Imaña-Encinas (1997)
<i>E. pellita</i>	Brasília-DF	18	2,0 x 3,0	1667	6,00	1,15	1,12	Imaña-Encinas (1997)
<i>E. pellita</i>	Barcarena-PA	1,5	2,0 x 3,0	1667	6,00	2,93	1,96	Este estudo
<i>E. pellita</i>	Barcarena-PA	1,5	1,5 x 3,0	2222	4,50	2,74	2,05	Este estudo
<i>E. pellita</i>	Barcarena-PA	1,5	1,5 x 2,0	3333	3,00	2,54	2,17	Este estudo
<i>E. pellita</i>	Barcarena-PA	1,5	1,0 x 1,5	6667	1,50	2,39	2,29	Este estudo

Pelos resultados encontrados na análise de variância em altura total de *Eucalyptus pellita*, apresentados na Tabela 5, percebe-se que, aos 18 meses de idade, houve diferença altamente significativa, à um nível de significância (α) de 0,01 tanto entre os espaçamentos, quanto entre os blocos e os tempos (meses) isoladamente, o que não ocorreu na interação Espaçamento x Tempo.

É possível constatar os efeitos dos espaçamentos sobre o crescimento em altura das árvores, isto é, os crescimentos em altura diferem segundo o espaçamento adotado. Verifica-se que essa espécie reage diferentemente sob a ação dos espaçamentos, que estão evidenciado na Figura 6.

Como esperado, a análise de variância dos dados relativos às alturas das árvores revelou influência do espaçamento no desenvolvimento em altura das mesmas. Sendo o crescimento em altura uma variável dependente, dentro de amplos limites, das qualidades do solo, o fato pode ser considerado normal. Constatou-se a ação significativa da espécie sobre o crescimento médio, com maior destaque para o espaçamento 1m x 1,5m com altura média de 3,55m seguido do espaçamento 1,5m x 2m com 3,37m de altura.

Tabela 5- Análise da variância dos dados relativos da variável altura total, no ensaio silvicultural de *Eucalyptus pellita*, com 18 meses de idade. ALBRAS, Barcarena-PA

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	α	SIG
Espaçamentos	3	272,2162	90,7387	11,68	0,00002	**
Blocos	3	869,9469	289,9823	37,34	0,00002	**
Erro (a)	9	2343,4850	260,3872			
Tempo	18	32440,4900	1802,2494	230,05	0,00000	**
Espaçamentos x Tempo	54	145,5435	2,6953	0,35	—	NS
Erro (b)	216	1677,6300	7,7668			
Total	303	37749,3116	124,5852	16,04		

**= altamente significativa

CV= 18,42%

Número de dados= 304

NS= não significante

s= 1,12m

Média geral= 1,53m

Pela aplicação do teste Tukey, para comparar as médias de altura entre si, constata-se, entretanto, que a única diferença significativa foi entre os espaçamentos 3m x 2m e 1m x 1,5m ao nível de significância de 0,01. Os demais contrastes não diferiram significativamente entre si.

T1	T2	T3	T4	Tratamentos seguidos pelo mesmo traço não apresentam diferenças significativas
3,55	3,37	3,20	3,06	

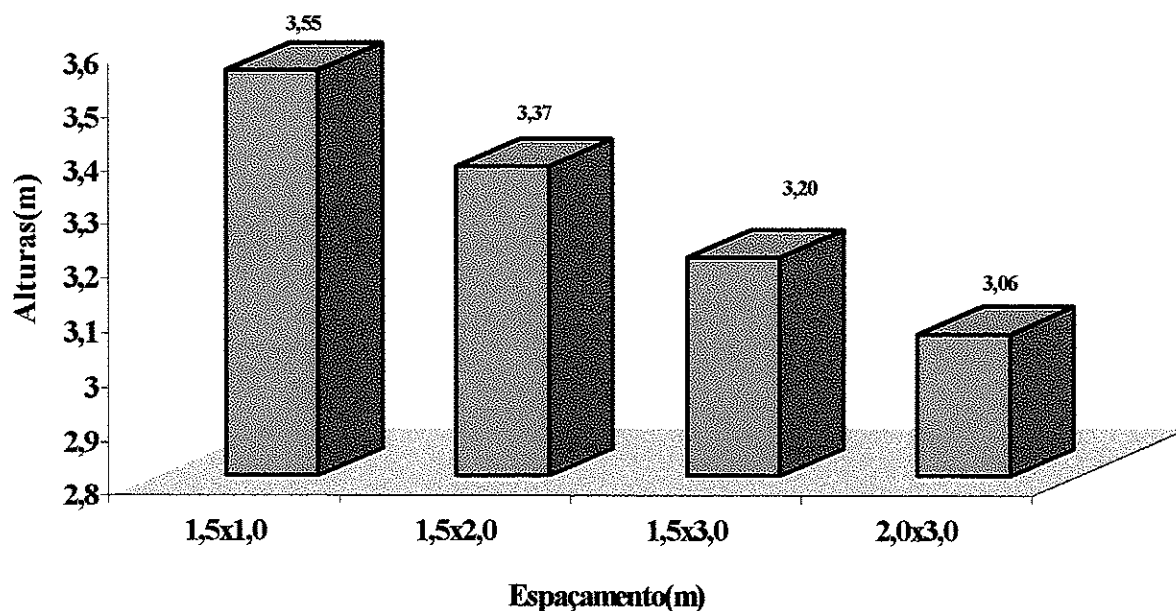


Figura 6- Crescimento em altura média (m) de *Eucalyptus pellita*, nos 4 espaçamentos (T1, T2, T3 e T4) pelo espaço de 18 meses de idade, Barcarena-PA

Verifica-se na Tabela 6, que de acordo com os resultados encontrados a análise de variância dos dados relativos à altura comercial das árvores revelou que não houve influência significativa do espaçamento no desenvolvimento em altura das mesmas. Constatou-se entretanto que o crescimento médio, foi maior para o espaçamento 1m x 1,5m com altura média de 2,93m seguido do espaçamento 1,5m x 2m com 2,82m de altura.

Pela aplicação do teste Tukey, para comparar as médias de altura entre si, constata-se, entretanto, que a única diferença significativa foi entre os espaçamentos 3m x 2m e 1m x 1,5m ao nível de significância de 0,01. Sendo que os demais contrastes não diferiram significativamente entre si.

T1	T2	T3	T4	Tratamentos seguidos pelo mesmo traço
2,93	2,82	2,67	2,51	não apresentam diferenças significativas

Tabela 6- Análise da variância dos dados relativos da variável altura comercial, no ensaio silvicultural de *Eucalyptus pellita*, com 18 meses de idade. ALBRAS, Barcarena-PA

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	α	SIG
Espaçamentos	3	0,61155	0,20385	0,40	-	NS
Blocos	3	0,39125	0,13042	0,26	-	NS
Erro (a)	9	4,56170	0,50686			
Total	15	5,56450	0,84113			

Número de dados= 15

NS= não significativo

CV= 26,05%

Média geral= 2,73m

s= 0,61m

Pelos resultados encontrados na análise de variância do diâmetro à altura do peito de *Eucalyptus pellita*, apresentados na Tabela 7, percebe-se que, aos 18 meses de idade não houve diferença significativa entre os espaçamentos ao nível de significância (α) de 0,01.

De acordo com, a análise de variância dos dados relativos dos diâmetros à altura do peito das árvores constatou-se a que o maior valor médio foi para o espaçamento 2m x 3cm com diâmetro médio de 4,40cm seguido do espaçamento 1,5m x 3m com 4,11cm de diâmetro.

Tabela 7- Análise da variância dos dados relativos da variável diâmetro à altura do peito, no ensaio silvicultural de *Eucalyptus pellita*, com 18 meses de idade. ALBRAS, Barcarena-PA

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	α	SIG
Espaçamentos	3	3,94065	1,31355	0,89	-	NS
Blocos	3	1,48700	0,49567	0,34	-	NS
Erro (a)	9	13,21385	1,46821			
Total	15	18,64150	3,27743			

NS= não significativa
Número de dados= 15

CV= 30,46%

s= 1,11cm
Média geral= 3,98cm

Pela aplicação do teste Tukey, para comparar as médias de diâmetro entre si, constata-se, entretanto, que a única diferença significativa foi entre os espaçamentos 3m x 2m e 1m x 1,5m ao nível de significância de 0,01. Os demais contrastes não diferiram significativamente entre si.

T1	T2	T3	T4	Tratamentos seguidos pelo mesmo traço não apresentam diferenças significativas
3,59	3,81	4,11	4,40	

Conforme a Tabela 8, com o incremento periódico mensal de *Eucalyptus pellita*, nos 4 espaçamentos em relação aos fatores climáticos de temperatura e de precipitação pelo espaço de 18 meses, na região de Barcarena-PA, verifica-se que essa espécie teve um crescimento maior no período menos chuvoso que no período mais chuvoso, porém com exceções que a natureza é capaz de proporcionar.

De acordo com essa tabela que, para todos os espaçamentos houve um crescimento em incremento periódico mensal em altura no período de junho/96 à julho/97, para o T1, T3 e T4 e para o T2 esse período foi de julho/96 à julho/97. Como percebe-se que esses crescimentos periódicos em altura, não são somente devido aos fatores climáticos, mas também aos edáficos e fisiográficos, pois com a maior insolação essas plantas transformarão a energia eletromagnética em energia química, que vai ser de vital importância para ajudar no crescimento das mesmas.

Verifica-se que o mês de maior crescimento em incremento periódico mensal para o T1, ocorreu em setembro/96 com 0,35m e para o T4 com 0,28m também, enquanto para o T2, ocorreu em agosto/96 com 0,35m juntamente com o T3 com 0,31m. Sendo que a maior temperatura ocorreu em agosto/96 com 31,8°C e a maior precipitação ocorreu em março/97 com 546mm.

Tabela 8- Comparação do incremento periódico mensal em altura total (m) de *Eucalyptus pellita*, em função dos diferentes espaçamentos (T1, T2, T3 e T4), com a temperatura e a precipitação no período de janeiro de 1996 à julho de 1997, na região de Barcarena-PA

Mês	T1	$\Delta 1$	T2	$\Delta 2$	T3	$\Delta 3$	T4	$\Delta 4$	T(°C)	P(mm)
Janeiro	0,12	-	0,11	-	0,12	-	0,12	-	26,8	278
Fevereiro	0,21	0,09	0,19	0,08	0,17	0,05	0,19	0,07	26,7	208
Março	0,29	0,08	0,26	0,07	0,23	0,06	0,27	0,08	25,9	432
Abril	0,41	0,12	0,33	0,07	0,31	0,08	0,39	0,12	27,7	236
Maio	0,50	0,09	0,41	0,08	0,37	0,06	0,46	0,07	28,7	254
Junho	0,65	0,15	0,53	0,08	0,50	0,13	0,58	0,12	29,9	171
Julho	0,82	0,17	0,68	0,15	0,66	0,16	0,71	0,13	27,6	238
Agosto	1,08	0,26	1,03	0,35	0,97	0,31	0,95	0,24	31,8	163
Setembro	1,43	0,35	1,34	0,31	1,27	0,30	1,23	0,28	29,5	114
Outubro	1,69	0,26	1,56	0,22	1,48	0,21	1,46	0,23	30,2	15
Novembro	1,92	0,23	1,73	0,17	1,63	0,15	1,61	0,15	28,6	12
Dezembro	2,13	0,21	1,88	0,15	1,81	0,22	1,75	0,14	27,9	114
Janeiro	2,31	0,18	2,08	0,20	1,96	0,15	1,88	0,13	26,3	275
Fevereiro	2,48	0,17	2,29	0,21	2,14	0,18	2,03	0,15	27,5	177
Março	2,70	0,22	2,48	0,19	2,34	0,20	2,22	0,19	21,3	546
Abril	2,90	0,20	2,73	0,25	2,55	0,21	2,46	0,24	25,8	304
Maio	3,08	0,18	2,94	0,21	2,79	0,24	2,69	0,23	24,9	278
Junho	3,28	0,20	3,17	0,23	3,00	0,21	2,88	0,19	30,8	56
Julho	3,55	0,27	3,37	0,20	3,20	0,20	3,06	0,18	28,7	81

Na Figura 7, observa-se o incremento periódico mensal em altura dos 4 tratamentos em relação à precipitação (mm) e à temperatura (°C). Verifica-se que os tratamentos tiveram uma tendência de crescimento e que houve um maior crescimento, quando a precipitação foi menor e a temperatura maior, com a variação percentual do incremento oscilando para T1 de 2,33% (março) à 10,20% (setembro); T2 de 2,15% (março e abril) à 10,73% (agosto); T3 1,68% (fevereiro) à 10,40% (agosto) e T4 2,38% (fevereiro e maio) à 9,52% (setembro). Onde a temperatura, não foi um parâmetro que influencie de forma determinante na variável altura, pois durante o período experimental se manteve de forma constante. Talvez o que tenha influenciado além dos fatores climáticos tenham sido os fatores edáficos e os fisiográficos que determinam as boas condições no crescimento em altura dos espaçamentos adotados.

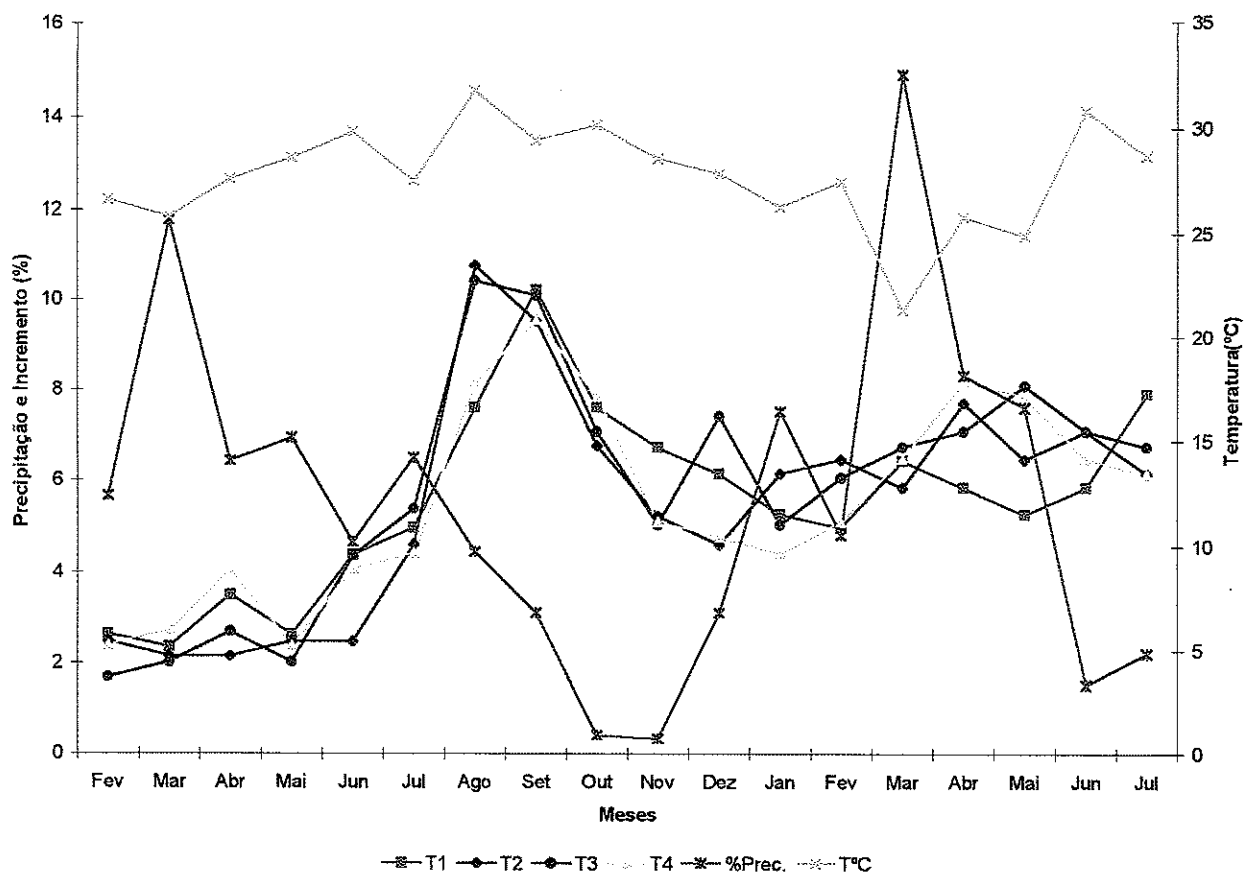


Figura 7– Comparação do incremento médio periódico em altura total (m) de *Eucalyptus pellita* com à precipitação e à temperatura no período de 18 meses, na região de Barcarena- PA

Através da Figura 8, observa-se a ação positiva do DAP médio das plantas de *Eucalyptus pellita*, em relação aos diversos espaçamentos aplicados, onde o T4 (2m x 3m) por ser um espaçamento maior apresentou uma maior sequência de crescimento em DAP do que os demais tratamentos.

De acordo com a Figura 9, percebe-se que o crescimento em altura das plantas de *Eucalyptus pellita*, nos 4 tratamentos aplicados, pelo espaço de 18 meses na região de Barcarena-PA, comportou-se de forma idêntica com a mesma tendência de crescimento, só ocorrendo essa diferenciação a partir do 10^o mês. Onde o T1 mostrou diferença com relação ao T4.

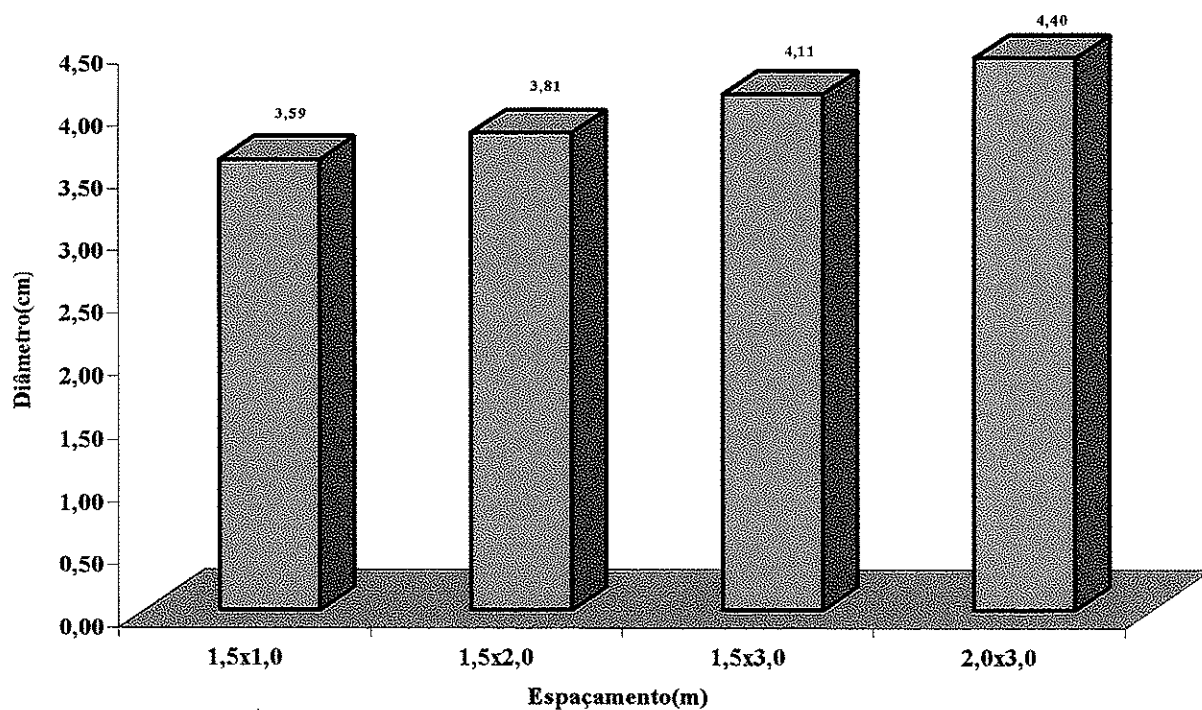


Figura 8— Valores médios em diâmetro à altura do peito (cm) de *Eucalyptus pellita*, calculados nos 4 espaçamentos (T1, T2, T3 e T4) à idade de 18 meses, Barcarena-PA

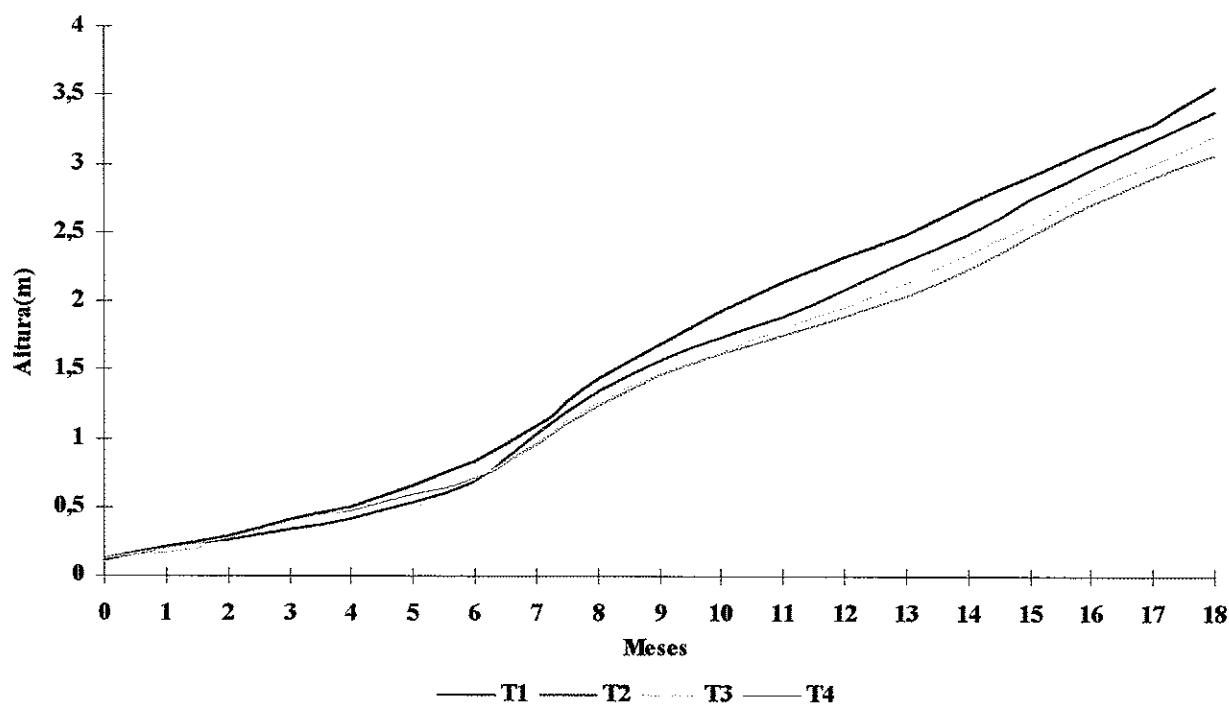


Figura 9- Tendência de crescimento em altura dos 4 espaçamentos de *Eucalyptus pellita*, na região de Barcarena-PA

5 CONCLUSÕES

De acordo com o ambiente em que foi desenvolvida a presente pesquisa e os resultados alcançados nos levantamentos dos plantios de *Eucalyptus pellita*, pode-se concluir que:

- 1- O espaçamento influenciou no desempenho do crescimento em altura e diâmetro das árvores de *Eucalyptus pellita*;
- 2- Com a idade de 18 meses é possível afirmar que todos os tratamentos tiveram crescimento linear, paralelo e contínuo entre si. No entanto, o espaçamento 1m x 1,5m, mostrou melhor crescimento em altura;
- 3- Em relação ao tempo de 18 meses, pode-se dizer que ainda não seria possível fazer o corte de *Eucalyptus pellita* para produção de sarrafos. Considerando-se à altura comercial que atingiu 2,93m, portanto, se faz necessário dar continuidade às medições, para que se tenha de fato o tempo ideal para corte dessa espécie para produção de sarrafos. Por outro lado, considerando a variável altura total, que atingiu 3,55m no espaçamento 1m x 1,5m, pode-se concluir que o tempo de 18 meses é suficiente para produção de sarrafos a serem utilizados em alto-fornos.
- 4- Os espaçamentos testados tiveram uma ação positiva sobre o crescimento em diâmetro. Assim sendo, o espaçamento mais amplo (2m x 3m) resultou em um diâmetro maior que os demais tratamentos;
- 5- Com 18 meses de idade é possível afirmar que todos os tratamentos tiveram crescimento satisfatório e podem ser usados nas diversas finalidades.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate from a silvicultural point of view the influence in terms of height growth of *Eucalyptus pellita* in different spacings, during 18 months. The experiment is localized in an area belonging to ALBRAS, in the Municipal district of Barcarena, in State of Pará, with coordinates 1°30'S; 48°42'W, with altitude varying amongst 15 and 25m. The adopted statistical model was randomized blocks with subdivided parcels with 4 treatments and 4 replicates casually distributed where each portion contained 49 plants, including 25 usefuls for measure. The area preparation was begun in January of 1995. A tractor with disc plow, was used to prepare the soil. The seeds came from Forest Reserve of CVRD, in Linhares-ES, and the seedlings were produced at ALBRAS's nursery and taken for the field with average height of 12cm. In the occasion of plantation the seedlings received fertilization 200g/SPS and 30g/KCl by plant after 60 days 40g of urea was introduced. The dendrometric mensurations were made monthly, but the commercial height and diameter at breast height only were obtained at the end of the experiment (18th month). The results showed that the space influenced the height and diameter growth, but the best performance of *Eucalyptus pellita*, was observed in the space 1m x 1,5m (height) and 2m x 3m (diameter).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. M. Efeitos da fertilização mineral na qualidade da madeira e do carvão vegetal de Eucalipto. Viçosa-MG: Dissertação (Mestrado)-UFV, 1993. 105p.
- ANDRADE, E. N. de. Manual do Plantador de Eucalyptus. São Paulo: Typographia Brazil Rothschild & Comp., 1911. 343p.
- _____. A cultura do Eucalipto. São Paulo: (s. n.), 1928. 228p.
- _____. O Eucalipto. São Paulo: Chácaras e Quintais, 1939. 156p.
- _____. O Eucalipto. Jundiaí-SP: Companhia Paulista de Estradas de Ferro, 1961. 667p.
- ASSMANN, E. The principles of forest yield study; studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands. Oxford: Pergamon Press, 1970. 506p.
- BALLONI, E. A. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal. In: Anais de Simpósio IUFRO em Melhoramento Genético e Produtividade de espécies florestais de rápido crescimento. Águas de São Pedro-SP: IPEF, 1980. p588-592.
- _____. & SILVA, A. P. Condição de touças de *Eucalyptus*: resultados preliminares. Boletim informativo. Piracicaba-SP: IPEF, 1978. v6, n16, p1-8.
- BANZATTO, D. A. & KRONKA, S. do N. Experimentação Agrícola. Jaboticabal-SP: DCEV/FCAV-UNESP, 1989. p175-200.
- BARRETT, R. L.; CARTER, D. T. & SEWARD, B. R. T. *Eucalyptus grandis* in Rhodesia. Rhodesia Bulletin of Forest Research, Salisbury, 1975. v6, p1-87.
- BELOTTE, F. et al. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, em função da idade. Piracicaba-SP: IPEF, 1980. (19) (no prelo).
- BENDTSEN, B. A. Properties of wood from improved and intensively managed. Forest Products Journal, 1978. v28, p61-71.
- BENTHAM, G. Flora Australiensis. London: Reeve, 1867. v3
- BERUTTI, P. A. Aspectos do reflorestamento no Brasil. Brasil Florestal, Rio de Janeiro, 1975. n6, v21, p3-7.
- BISSET, I. J. W.; DADSWELL, H. E. & WARDROP, A. B. Factor influencing tracheid length in conifer stems. Australia Forest, 1951.
- BLAKELY, W. F. A Key to the Eucalyptus, Sydney: Workers Trustees, 1934.
- BOLAND, D. J. et al. Forest trees of Australia. Melbourne: Thomas Nelson, Australia, 1984. p-687.
- _____. Forest trees of Australia. 4ª ed. Melbourne: CSIRO, Austrália, 1994. p93-194.

- BORGES, E. N. et al. Respostas de Mudas de Eucalipto a Camadas Compactadas de solo. Revista Árvore. Viçosa-MG, 1986. v10, n2, p181-195.
- BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. (Ed.). Manejo Florestal. Lavras-MG: ESAL-FAEPE, 1997. p381-438.
- BRAZIER, J. D. The effect of forest practices on quality of the harvested crop. Forestry, 1977. v.50, p9-66.
- BRUNE, A. Estratégias de melhoramento genético de árvores para energia. In: Simpósio sobre o Papel das Florestas Plantadas nos Neotrópicos como Fonte de Energia, 1987. p52-59.
- BRUNI, S. de A. & PRADO, A. C. do. Reflorestamento e pesquisa florestal no Brasil. Bogotá: Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, 1987. 66p.
- BUCKLEY, G. P. Soil Factors Influencing Yields of *Eucalyptus camaldulensis* on Former in Tin-Mining Land in the Jos Plateau Region. Forest Ecology and Management. Nigeria, 1988. v23, n1, p1-17.
- CHIARANDA, R. Efeitos da compactação do solo em mudas de *Eucalyptus torrelliana* F. Muell., e de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. Piracicaba-SP: Dissertação (Mestrado). ESALQ-USP, 1989. 136p.
- _____.; POGGIANI, F. & SIMÕES, J. W. Crescimento das árvores e deposição de folhagem em talhões florestais plantados em solos alterados pela mineração de xisto. Piracicaba-SP: IPEF, 1983. v25, p25-28.
- COELHO, A. S. R.; MELLO, H. A. & SIMÕES, J. W. Comportamento de espécies de Eucalipto face ao espaçamento. Piracicaba-SP: IPEF, 1970. v1, p29-55.
- COTTERIL, P. P. & BROLIN, A. Improving *Eucalyptus* wood pulp and paper quality by Genetic Selection. Proceeding of the IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of *Eucalyptus*. Salvador, Brazil, 1987.
- COUTO, H. T. Z. do; BASTOS, N. L. G. & LACERDA, J. S. Comparação de dois modelos de prognose de madeira de *Eucalyptus* para alto fuste e talhadia. Piracicaba-SP: DCF/USP-ESALQ. IPEF, 1989. v1, p27-32.
- COWN, D. J. The effects of artificial fertilization on the wood properties of conifers: a literature review and problem analysis. Retorna: New Zealand Forest Service Research Institute, 1972. 13p.
- COZZO, D. *Eucalyptus* y Eucaliptotécnica. Córdoba: Buenos Aires. Ateneo, 1955. 393p.
- DIAS, A. C. Reabilitação de áreas mineradas de Bauxita. Silvicultura, 1982. v8, n28, p39-42.
- DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. de & CARVALHO, O. M. de. Comportamento silvicultural de espécies e procedências de *Eucalyptus* na região dos Tabuleiros do Estado de Sergipe. Viçosa-MG: DEF/UFV. Revista Árvore, 1998. v22, n1, p137-142.
- ELDRIDGE, K. G. An annotated bibliography of genetic variation in *Eucalyptus camaldulensis*. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, Canberra, 1976. 59p.

- _____. & CROMER, R. N. Adaptation and Physiology of *Eucalyptus* in Relation to Genetic Improvement. In: Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. CIEF. Buenos Aires, 1987. p1-15.
- ENGLER, A. Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der Holzgewäskologie. Versuchsw: I. Mitt. Schweiz. Centralanst. Forstl., 1905. 8p.
- EVERT, F. Spacing studies: a riview. Information Report, FMR-X, Ottawa, 1971. n37, p1-95.
- FALES, I. C. O ambiente edáfico. In: ALMEIDA JÚNIOR, J. M. G. de. (Org.) Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento. São Paulo: Brasiliense; Brasília: CNPq, 1986. 633p.
- FAO. El eucalipto en la repoblacion forestal. Roma: Litografia Tilli, 1956. 431p.
- _____. Conferência Mundial de *Eucalyptus*. São Paulo. Relatório e Documentos. 1961. p63-98.
- _____. Eucalypts for planting. Roma: FAO, 1976. 398p. (FO: MISC/ 76/ 10).
- FERREIRA, M. & SANTOS, P. E. T. dos. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil breve histórico e perspectivas. LCF/ESALQ/USP e IPEF. In: Anais da Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos. Salvador: Brasil, 1998. v1, p14-34.
- FLORENCE, R. G. The Biology of the *Eucalyptus* Forest. In: PATE (Ed.) & MCCOMB (Ed.). The Biology of Australian Plants. Victoria: University of Western Australian Press, 1981.
- FOELKEL, C. E. B. et al. Variabilidade no sentido radial da madeira de *Pinus elliottii*. IPEF, 1975. v10, p1-110.
- GALETI, P. A. Conservação do solo: reflorestamento: clima. 2ª ed. Campinas-SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. p248-259.
- GIORDANO, E. Osservazioni sull'apparato radicale *dell'Eucalyptus globulus* Labill. Publicazioni del Centro di Sperimentazione Agrícola e Forestale, 1969. v10, p135-147.
- GOLFARI, L. Alguns aspectos sobre o reflorestamento no Sul do Brasil. Anuário Brasileiro de Economia Florestal, Rio de Janeiro, 1968. v19, p233-236.
- _____. Coníferas aptas para reflorestamento nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. IBDF, 1971. 71p. (Boletim Técnico, 1).
- _____. A introdução das espécies exóticas e o processamento de adaptação. Curso de Zoneamento Florestal, 2 (Mimeografado). Belo Horizonte: (s. n.), 1972. 12p.
- _____. Fantasias e realidades sobre plantios de eucaliptos. In: O EUCALIPTO E A ECOLOGIA. Aracruz. Aracruz Celulose S. A., 1975. p5-10.
- _____. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para o reflorestamento. Belo Horizonte: CPFRC, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).

- _____. & CASER, R. L. Zoneamento ecológico da Região Nordeste para experimentação florestal. Belo Horizonte: CPFRC, 1977. 116p. (Série Técnica, 10).
- _____. & PINHEIRO NETO, F. A. Escolha de espécies de eucalipto potencialmente aptas para diferentes regiões do Brasil. Brasil Florestal, Rio de Janeiro, 1970. v1, n3, p17-38.
- GOMES, F. P. Estatística experimental. Piracicaba-SP: ESALQ-USP. Nobel, 1973. 460p.
- GOMES, J. M. Espécies florestais exóticas e sua adaptação. Sete Lagoas-MG: PNUD/FAO/IBDF/BRA-45- IPEACO, 1973. 13p. (Mimeografado).
- GREENWOOD, E. A. N. et al. Evaporation from Vegetation in Landscape Developing Secondary Salinity Using the Ventilated Chamber Technique. IV Evaporation from Regeneration Forest of *Eucalyptus wandoo* on Land Formely Cleared for Agriculture. Journal of Hydrology, 1982. v58, n3, p357-366.
- HAAG, H. P. Nutrição mineral de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Araucaria* e *Gmelina* no Brasil. Campinas-SP: Fundação Cargill, 1983. p1-59.
- HALL, N.; JOHNSTON, R. D. & CHIPPENDALE, G. M. Forest trees of Australia. Canberra, Australian Government Publishing Service, 1975. 333p.
- _____. & MARRYATT, R. The natural occurrence of the *Eucalyptus*. In: Forestry and Timber Bureau. Canberra: Commonwealth of Australia Second edition, 1963. 122p.
- HANS, A. S. & BURLEY, J. Wood quality of *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden in a fertilizer trial at Siamambo, Zambia: Eastern African. Agricultural Forestale Journal, 1972. v38, p157-161.
- HAYGREEN, J. G. & BOWYER, J. L. Forest products and wood science: an introduction. Ames: Iowa State University., 1982. 459p.
- IDESP. PRODIAT-PDRI. Caracterização sócio-econômico e física do API- Barcarena: relatório final. Belém, 1983. 245p.
- _____. PRODIAT-RTP. Síntese do projeto de implantação do núcleo rural de Barcarena. Brasília, 1984. 238p.
- IMAÑA-ENCINAS, J. *Eucalyptus pellita* F. Muell., espécie promissora para cerrado. Brasília-DF: UnB/DEF. In: Anais da Conferência de IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos. Salvador, 1997. v1, p181-183.
- JACOBS, M. R. Growth habits of the *Eucalipts*. Forestry and Timber Bureau. Canberra: Commonwealth of Australia,. In: COUTO, L. (Ed.) & BETTERS, D. R. (Ed.). Short-Rotation Eucalypt plantation in Brazil: Social and environmental issues, 1955. 262p.
- KILPATRICK, D. J.; SANDERSON, J. M. C. & SAVILL, P. S. The influence o five early respacing tratments on the growth of sitka spruce. Forestry, 1981. v54, n1, p17-28.
- KLEM, G. S. Quality of wood from fertilized forests. Quebec: Tappi, 1968. v51, p99-103.

- KREJCI, L. C.; MARTINS, L. G. C. & LOURENÇO, P. Y. Desenvolvimento do sistema radicular de *Eucalyptus* spp., sob diferentes condições de solo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5. Olinda-PE. Anais...de São Paulo: SBS-SBEF, 1986. 24p.
- LARSON, P. R. A biology approach to wood quality. Quebec: Tappi, 1962. v 45, p443-448.
- _____. Silvicultural control of the characteristics of wood used for turnish. In: Fourth Forest Biology Conference, Quebec, Proceedings. Quebec: Tappi, 1967. p143-150.
- _____. Assessing wood quality of fertilized coniferous tree. In: Forest fertilization theory and practice. Gainsville. Proceedings, Muscle Shoals, Tennessee Valley Authority, 1968. p275-280.
- _____. Evaluating the quality of fast-grown coniferous wood. In: Annual Meeting of the Western Fire Committee. Seattle. Proceedings. Portland, Western Forestry and Conservation Association, 1972. p1-7.
- LELES, P. S. dos S. et al. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. Viçosa-MG: DEF/UFV. Revista Árvore, 1998. v22, n1, p41-50.
- LIMA, W. de P. Impacto Ambiental do Eucalipto. 2ª ed. São Paulo: Editora da USP, 1993. p17-168.
- _____. Overland Flow and Soil and Nutrient Losses from *Eucalypts* Plantations. IPEF Internacioanal. Piracicaba-SP, 1990. v1, p35-44.
- LUZ, H. F. et al. Manejo florestal de eucalipto para usos múltiplos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, e CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, Curitiba-PR. Anais...Curitiba: SBS-SBEF, 1993. v1, p283-290.
- MALAVASI, M. de M. Germinação de sementes. In: RODRIGUES, F. C. M. P. (Ed.). Manual de análise de sementes florestais. Campinas-SP: Fundação Cargill, 1988.
- MANGIERE, H. R. & DIMITRI, M. J. Los eucaliptos en la Silvicultura. Buenos Aires: ACNE, 1961. 226p.
- MELLO, H. do A. et al. Influência do espaçamento e da idade de corte na produção de madeira de Eucalipto em solo cerrado. Piracicaba-SP: IPEF, 1976.
- OGIGIRIGI, M. A. & IGBOANUGO, A. B. I. Root Growth Characteristics of some Exotic and Indigenous Tree spp. in the Nigerian Savanna. Pakistan Journal of Forestrey, v35, p97-103. In: Forestry Abstracts, 1985. v47, n9, p 46-49.
- OLIVEIRA, F. de A. et al. Produção madeireira em regime de curtas rotações na região do rio Barcarena: Performance silvicultural e ecológica de espécies de rápido crescimento. Belém: DCF. Convênio FCAP/ALBRAS, 1994. 10p.
- PANSHIN, A. J. & ZÉEUW, C. de. Texbook of wood technology. 4ª ed. New York: MacGraw-Hill, 1980. 722p.

- PECK, A. J. & WILLIAMSON, D. R. Effects of forest clearing on groundwater. Journal of Hydrology. 94: 47-65 In: COUTO, L. (Ed.) & BETTERS, D. R. (Ed.). Short-Rotation *Eucalypt* plantation in Brazil: Social and environmental issues, 1987. v94, p47-65.
- PIRES, I. E. & PAULA, R. C. de. Estados de arte do melhoramento genético para qualidade da madeira de Eucalipto: Uma revisão. UFV/DEF. In: Anais da Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos. Salvador, 1997. v1, p186-191.
- POGGIANI, F. et al. Quantificação da Deposição de Folheto em Talhões Experimentais de *Pinus taeda*, *Eucalyptus viminalis* e *Mimosa scabrella* Plantados em uma Área Degradada pela Mineração do Xisto Betuminoso. Piracicaba-SP, 1987.
- POUPON, H. 1972. Et erien souterrian d'Description des appariels a *Eucalyptus camaldulensis* Dehn introduit en Tunisie du nord. Cahier Orstom, Série Biologi, 1972. v17, p47-59.
- PRASAD, R. Performance of *Eucalyptus* on the Wastelands of madhya Pradesh. Journal of Tropical Forestry, 1987. n3, p311-317. In: Forestry Abstracts, n50, v9, p5455. 1989
- _____. Sal Plantation on Bauxite Mined Out Site Of Madhya Pradesh. Journal of Tropical Forestry, 1988. v4, p68-73. In: Forestry Abstracts, n50, v9, p5453. 1989
- PRYOR, L. D. *Eucalyptus* in plantations present and future. In: FAO World Symposium on Man-made Forest and their Industrial Importance. Rome: FAO. Rome, 1967. v2, p993-1008.
- _____. Biology of *Eucalyptus*. London: The Institute of Biology's. Studies in Biology. Edward Arnold. 1976. n61, 82p.
- _____. & JOHNSON, L. A. S. A classification of the *Eucalyptus*. Canberra: Australian National University, 1971. 192p.
- QUEIROZ, W. T. de. Análise univariada de inventários florestais contínuos; parcelas permanentes. Boletim da FCAP, Belém, 1993. n21, p33-49.
- REIS, M. G. F. et al. Crescimento de raízes laterais e pivotantes de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita*. UFV/DEF. In: Anais da Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos. Salvador, 1998. v1, p 84-87.
- RODRIGUES, I. A. 1984. Inventário florístico em áreas do projeto ALBRAS-ALUNORTE, Barcarena-Pará. In: Simpósio do Trópico Úmido, 1. Belém-Resumos: EMBRAPA-CPATU, 1984. v2, p153-166.
- SCHÖNAU, A. P. G. The effect of planting spacement and pruning on growth, yield and timber density of *Eucalyptus grandis*. South African Forestry Journal, Johannesburg, 1974. n88, p16-23.
- SCOLFORO, J. R. S. Manejo Florestal. Lavras-MG: ESAL-FAEPE, 1997. 438p.
- _____. & MAESTRI, R. 1997. O manejo de Florestas manejadas. In: SCOLFORO, J. R. S. (Ed.). Manejo Florestal. Lavras-MG: ESAL-FAEPE, 1997. p313-379.

- SIMÕES, J. W. & BRANDI, R. M. Análise dos métodos silviculturais adotados em florestas implantadas para a produção de energia. In: Simpósio sobre o Papel das Florestas Plantadas nos Neotrópicos como Fonte de Energia, 1988. p79-94.
- _____, & MALINOVSKY, J. R. Formação de espécies de rápido crescimento. Brasília,-DF: PRODEPEF/PNUB/IBDF/FAO, 1976.
- _____, & FERREIRA, M. Resultados dos desbastes em 14 espécies de Eucalipto para produção de madeira e sementes, Piracicaba-SP: LCF-ESALQ-USP. In: Anais da Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos. Salvador, 1997. v1, p343-348.
- SMITH, D. M. 1962. The practice of silviculture. 7ª ed. New York. John Wiley & Sons. 578p.
- SPURR, S: H. Forest Ecology. New York: Ronald Press, 1964. 352p.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 2ª ed. New York: MacGraw-Hill Book Company, 1989. 633p.
- THIRGOOD, J. V. Effects of *Eucalyptus rostrata* on Groundwater. Rep. For. Dep. Cyprus. In: Forestry Abstracts, 1955. v18, n2, p12-54.
- VICTOR, M. A. M. & MONTAGNA, R. G. Análise panorâmica da situação florestal e efeito da lei dos incentivos fiscais em São Paulo. Silvicultura em São Paulo, 1970. v7, p7-18.
- VITAL, B. R. Reflexos da fertilização mineral na qualidade e na utilização da madeira. In: BARROS, N. F. de (Ed.) & NOVAES, R. F. de (Ed.). Relação, Solo-Eucalipto. Viçosa-MG: UFV/EFV, 1990. p323-330.
- WATTLE RESEARCH INSTITUT. Handbook on eucalipt growing. Pietermaritzburg. South Africa, 1972.
- ZAVITKOWSKI, J. & DAWSON, D. H. Structure and biomass production on 1 to 7 year-old intensively cultured jack pine plants. Washington, USDA (Forest Service Research Paper NC- 157), 1978. 15p.