



INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA DA E.S.A.L.Q. - USP

SÉRIE TÉCNICA

O ESPAÇAMENTO DE PLANTIO E SUAS IMPLICAÇÕES SILVICULTURAIS

EDSON ANTONIO BALLONI
JOÃO WALTER SIMÕES

IPEF – Sér. Téc.	Piracicaba	v.1	n.3	p. 1 – 16	Set. 1980
------------------	------------	-----	-----	-----------	-----------

SUMÁRIO

INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO NA PRODUTIVIDADE DAS FLORESTAS DE *Eucalyptus*

1. Resumo
2. Introdução
3. Escolha do Espaçamento
 - a. Espaçamentos x Volume da Madeira
 - a.1. DAP e Altura
 - a.2. Sobrevivência
 - a.3. Fator de Forma
 - b. Espaçamento x Espécie
 - c. Espaçamento x Idade de Corte
 - d. Espaçamento x “Site”
 - e. Espaçamento x Práticas Silviculturais
4. Considerações Finais
5. Referências Bibliográficas

INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO NA PRODUTIVIDADE DAS FLORESTAS DE *Eucalyptus*

Edson Antonio Balloni*
João Walter Simões**

RESUMO

O presente trabalho procura avaliar do ponto de vista técnico os reflexos do espaçamento de plantio sobre o desenvolvimento de florestas econômicas. Essa avaliação crítica visa orientar o silvicultor para que o mesmo selecione seu espaçamento de plantio, dentro de limites aceitáveis, minimizando seus riscos de insucesso.

Os reflexos do espaçamento de plantio sobre o volume de madeira e práticas silviculturais, bem como as suas interações com a qualidade do “site”, idade de corte e espécie a ser implantada, foram os principais fatores discutidos neste trabalho.

O comportamento diferencial do *E. saligna* em relação ao *E. grandis*, em espaçamentos mais fechados, ficou evidenciado por um maior auto-desbaste do primeiro quando implantado em espaçamentos inferiores a 7,5 m²/planta. Este fato demonstra que deve ser feita uma revisão de conceitos sobre as técnicas de implantação do *E. saligna*.

Considerando-se as limitações ambientais de grande parte das regiões dos cerrados brasileiros, bem como as características silviculturais das espécies de *Eucalyptus* atualmente disponíveis para plantio, sugeriu-se evitar plantios de extensas áreas de florestas de *Eucalyptus*, com espaçamentos inferiores a 3 m²/planta.

Spacing Influences over *Eucalyptus* Forest Productivity

SUMMARY

This work aims the evaluation from the technical point of view of the planting spacement effects on the economic forest development to guide the planting spacement choice by the forester, within acceptable limits, minimizing the risk.

The planting spacement effects on the wood volumetric yield and in silvicultural practices, as will their interation with the site quality, exploration age and species were the main factors discussed in this work.

The results indicate that when *E. saligna* is planted in small spacing (less than 7.5 m²/tree) it shows a higher self-thinning potential than *E. grandis*. This fact suggest that a complete review of *E. saligna* establishment and management techniques must be done as soon as possible.

Considering the environmental limitations of brazilian savanna regions, and silvicultural characteristics of *Eucalyptus* species available to be planted in those areas, it seems a wise procedure to avoid using spacing less than 3.0 m²/tree.

2. INTRODUÇÃO

* Eng^o Ftal. Do IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

** Professos Adjunto do Depto. de Silvicultura – ESALQ/USP

O objetivo básico da silvicultura moderna não é simplesmente produzir um alto volume de madeira. É necessário que este alto volume seja de um material adequado a cada uso e que proporcione um máximo retorno do investimento aplicado.

A silvicultura brasileira tem hoje dois grandes desafios que, quando solucionados, trarão sem dúvida uma considerável economia de divisas ao país. O primeiro, de solução possível a médio e longo prazo, seria equacionar os problemas silviculturais da Floresta Amazônica. O segundo seria procurar atender, a curto prazo, a crescente demanda de madeira industrial e ainda suprir parte das necessidades energéticas do país.

A evolução atual pela qual vem passando os nossos conhecimentos, com relação às florestas implantadas, certamente permitirá que se atinjam os propósitos deste segundo desafio.

Dentro deste contexto, o conhecimento sobre as possíveis implicações ecológicas e silviculturais do espaçamento de plantio assume uma importância fundamental no sentido de se evitar exageros na adoção dos espaçamentos.

O assunto abordado por este trabalho visa levantar alguns problemas, discuti-los e, quando possível, trazer algumas sugestões de forma que se possa nortear de maneira mais equilibrada a adoção de espaçamentos de plantio.

3. ESCOLHA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO

A escolha do espaçamento de plantio, na maioria dos planejamentos florestais, tem-se fundamentado simplesmente no uso final da madeira, negligenciando-se outros envolvimento ecológicos/silviculturais de suma importância.

O espaçamento tem uma série de implicações do ponto de vista silvicultural, tecnológico e econômico. Ele afeta as taxas de crescimento das plantas, qualidade da madeira, idade de corte, bem como as práticas de exploração e manejo florestal e, conseqüentemente, os custos de produção.

Em nossas condições, a maioria dos plantios comerciais tem sido implantados em função de estudos desenvolvidos com vistas à produção de madeira para celulose e/ou chapas de fibras. Considerando-se a diversidade de comportamento das espécies florestais e as diferentes qualidades de madeira exigidas para cada uso, espera-se que o espaçamento ideal para celulose não seja o mesmo indicado para produção de lenha, carvão ou madeira para energia. A diferenciação entre espaçamentos também pode ocorrer ao nível de espécies, ou seja, espécies diferentes podem apresentar comportamentos diferentes dentro de um mesmo espaçamento de plantio.

Em função dos diferentes aspectos silviculturais correlacionados ou alteráveis pela escolha do espaçamento, considerou-se como importantes a serem abordados:

- a. Espaçamento x volume de madeira;
- b. Espaçamento x idade de corte;
- c. Espaçamento x qualidade do "site";
- d. Espaçamento x espécie;
- e. Espaçamento x práticas silviculturais'

Ressalta-se ainda que o espaçamento também pode afetar a qualidade da madeira. Entretanto, este aspecto não será discutido no presente trabalho.

a. Espaçamento x Volume de madeira

Altura, DAP, sobrevivência e conicidade do fuste são características passíveis de alteração pelo espaçamento de plantio e que interferem tanto no volume total de madeira como no volume útil produzido pela floresta.

a.1. DAP e Altura

Em média, segundo preceitos teóricos silviculturais, o espaçamento tem uma influência maior no desenvolvimento do DAP do que no desenvolvimento em altura das árvores. O aumento do DAP através do aumento do espaçamento entre árvores foi comprovado por centenas de trabalhos experimentais desenvolvidos nas mais diversas regiões do mundo. Entretanto, existe alguma controvérsia com relação aos reflexos do espaçamento sobre o crescimento em altura das árvores. Existem casos onde a altura média aumenta com o espaçamento e outros onde o resultado é o inverso (EVERT, 1971).

Em um experimento conduzido pelo IPEF, verificou-se uma tendência em diminuir a altura média das árvores à medida que se diminuía o espaçamento. Entretanto, conforme se observa na tabela 1, a altura média de 15% das árvores dominantes das parcelas não sofreu alterações significativas para ambas as espécies estudadas, aos 74 meses de idade.

TABELA 1. Altura média total e altura média de 15% das maiores árvores da parcela de *E. grandis* e *E. saligna*, aos 74 meses de idade, sob diferentes espaçamentos.

Espaçamento	<i>E. grandis</i>			<i>E. saligna</i>		
	H (m)	CV%	*H dom. (m)	H (m)	CV%	*H dom. (m)
3,0 x 1,50	20,4	23	26,7	16,9	32	24,6
3,0 x 2,00	21,4	17	26,6	18,3	31	24,3
3,0 x 2,50	21,2	20	26,0	19,2	23	24,8
3,0 x 3,75	22,8	23	27,2	19,4	26	24,7

* Altura média das maiores árvores da parcela (15% do total).

A explicação para tal fato é de certa forma simples, pois a diminuição do espaçamento dentro de certos limites tende, para muitas espécies, a aumentar o número de árvores dominadas as quais contribuem efetivamente para diminuição da altura média do povoamento. O aumento do coeficiente de variação da altura, no caso do *E. saligna*, sob espaçamento mais apertados, reforça a citada explicação.

É bastante conhecido o fato de que povoamentos mais densos produzem maior volume total de madeira que aqueles menos densos. Por outro lado, os espaçamentos maiores produzem um número mais elevado de árvores com maior volume individual. Entretanto, apesar da produção volumétrica total de madeira ser mais elevada em povoamentos com maior número de árvores, o volume útil pode não sofrer alterações, conforme se observa nas tabelas 2 e 3. Nota-se que o volume útil se mantém e a produção de lenha fina aumenta, quando se aumenta o número de árvores por área.

Estes dados sugerem que as indústrias de celulose e chapas de fibras devem estudar as possibilidades de redução dos espaçamentos de plantio, no sentido de se aumentar a produção de lenha fina para energia sem, entretanto, afetar o volume de madeira para celulose ou chapas.

Por outro lado, existem casos, para certas espécies, onde o volume útil chega a aumentar quando se aumenta o espaçamento, apesar do volume total diminuir. Estes casos tornam-se mais viáveis à medida que se exigem madeiras de bitolas mais largas.

TABELA 2. Crescimento médio em diâmetro, altura e volume por classes de diâmetro útil, em povoamento de *E. grandis*, com 10 anos e 4 meses de idade, sob diferentes espaçamentos.

Espaçamento* inicial (m)	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ /ha)		
			0 > 5 cm	0 > 7,5 cm	0 > 12,5 cm
3,0 x 2,8	17,6	15,0	118	109	62
2,8 x 2,8	17,7	14,7	127	117	62
2,4 x 2,8	17,3	14,2	138	127	62
2,1 x 2,8	17,9	13,8	152	139	61

Fonte: SCHONAU (1974)

* Estimado em função da escala original (pes²/acre).

TABELA 3. Crescimento médio em diâmetro, altura e volume para todas as árvores e para árvores com DAP maior que 10,24 cm, em povoamentos de *E. grandis*, com 7 anos e 3 meses de idade, sob diferentes espaçamentos.

Espaçamento* inicial (m)	Altura (m)		DAP (cm)		Volume m ³ /s/casca ha		Altura DAP > 10,24 cm	
	Média	Médio	DAP > 10,24cm	Médio	DAP > 10,24cm	Árv/ha Nº	%	
1,2 x 2,5	11,7	8,1	12,2	90 a	54 a	828	29	
2,5 x 2,5	12,0	10,2	14,2	72 ab	62 a	684	45	
3,6 x 2,5	11,6	10,4	14,0	53 b	45 a	541	52	
4,9 x 2,5	12,6	12,7	14,7	54 b	52 a	561	72	

Fonte: MESKIMEN & FRANKLIN (1978)

* Estimados em função da escala original (pes²/acre).

Conforme observado por VAN LAAR (1961), o volume útil (até 7,6 cm) das árvores dominadas (9 a 12 m de altura) diminuiu com o acréscimo de árvores por hectare, enquanto que o volume útil das classes de árvores com 12 a 15m de altura não foi alterado. Por outro lado, o volume útil das árvores dominantes (20 a 30 m de altura) aumentou com a diminuição do espaçamento de plantio, dentro dos limites e espécies (*E. saligna*) usados pelo autor.

Estes dados mostram que a adoção de espaçamentos não adequados para uma certa espécie pode resultar em um número excessivo de árvores dominadas as quais influem negativamente no volume útil e possivelmente no volume total.

Os dados apresentados na tabela 4 dão uma idéia da magnitude da redução do volume útil, quando o número de árvores dominadas no povoamento é excessivamente grande, já que o volume de lenha fina tem maior representatividade nas classes menores de DAP.

TABELA 4. Porcentagem de lenha fina (diâmetro menor que 8 cm) para diferentes classes de DAP.

DAP (cm)	Lenha fina %
10,0	45
12,5	25
15,0	15
17,5	9
20,0	5

a.2. Sobrevivência

A sobrevivência das plantas por ocasião é altamente importante para os regimes de talhadia e reflete diretamente sobre o volume total de madeira produzida.

EVERT (1971), através de uma revisão de literatura, observou que a sobrevivência foi influenciada por espaçamentos até 3,5 m²/planta. Além deste valor, as causas, segundo o autor, seriam outras que não o efeito da competição entre plantas.

Os estudos efetuados por *GUIMARÃES (1960)* mostraram que a sobrevivência do *E. saligna*, aos 8 anos de idade, foi afetada pelo espaçamento. Enquanto que nos espaçamentos inferiores a 2 m²/planta a sobrevivência foi da ordem de 38%, nos maiores que 4,5 m²/planta ela foi aproximadamente 56%.

É bem verdade que, para a maioria das espécies, os espaçamentos mais apertados, mesmo com maior percentual de falhas e árvores dominadas, permitirão que se tenha um maior volume total de madeira, além de um maior número de árvores para segunda rotação, o que é desejável nos regimes de talhadia. Entretanto, este aspecto carece de maiores informações, principalmente aquelas de caráter econômico.

a.3. Fator de Forma

A conicidade do fuste representa pelo fator de forma é outra característica que pode ser influenciada pelo espaçamento e que tem reflexos na produção real de madeira.

EVERT (1971) levanta a possibilidade das relações entre o fator de forma e o espaçamento serem puramente um reflexo do efeito do espaçamento no DAP e, portanto, não seria necessário estudar o efeito residual do espaçamento no fator de forma. Talvez *EVERT* tenha razão, entretanto, mesmo que as interferências no fator de forma sejam produto do reflexo do espaçamento no DAP, estas interferências alteram o volume real final e, assim, deverão ser consideradas.

VAN LAAR (1978), trabalhando com *P. patula*, para um dado DAP (35,1 cm) e altura (28,6 m), verificou que o fator de forma diminuiu com o aumento do espaçamento, sendo 0,477 quando haviam 902 plantas/há e 0,437 para 124 plantas/há. Essa alteração pode significar um acréscimo de quase 10% no volume real, evidenciando a importância da avaliação de tal característica nos estudos de espaçamentos. Os dados apresentados por MONTAGNA *et alii* (1973) também mostram alguma tendência de aumento da conicidade com o aumento do espaçamento, a partir de um certo número de plantas por hectare.

b. Espaçamento x Espécie

Durante o crescimento inicial da floresta, o principal fator de competição é a erva daninha cujo controle é normalmente feito pelos tratos culturais. Alguns anos após, inicia-se a competição entre árvores por luz, água e nutrientes. Nos anos subsequentes, os fatores limitantes do crescimento, presentes em quantidades marginais, começam a escassear e conseqüentemente a selecionar as plantas do povoamento, entrando o mesmo em estagnação e aumentando o número de árvores dominadas.

A maioria das espécies de *Eucalyptus* de rápido crescimento é intolerante à competição (HILLIS & BROWN, 1978), ocorrendo uma rápida segregação do talhão em estratos (dominantes, codominantes e dominado). O tempo para definição dos estratos será maior ou menor dependendo do espaçamento, da espécie, da qualidade do “site” e de uma interação entre estes fatores. Esta estratificação é produto da habilidade competitiva das árvores, cuja variação ocorre tanto entre espécies como entre árvores dentro de uma mesma espécie.

Existem espécies mais tolerantes à competição, ou seja, que possuem uma baixa taxa de autodesbaste, mesmo em talhões homogêneos. HILLIS & BROWN (1978) citam o *E. camaldulensis* e *E. maculata* como espécies mais toleantes à autocompetição. O *E. pilularis* seria tolerante e o *E. regnans* intolerante, segundo os mesmos autores.

Para os povoamentos implantados, o grau de autodesbaste ou a porcentagem de árvores dominadas no talhão pode também ser produto do grau de melhoramento genético em que se encontra a espécie. Os dados da tabela mostram, para o espaçamentos mais apertados, que o *E. saligna* apresenta um maior número de plantas dominadas, falhas e mortas do que o *E. grandis*, sendo que ambas as espécies originaram-se de sementes colhidas em povoamentos naturais em Coff's Harbour, na Austrália. No caso dos espaçamentos mais abertos, as diferenças entre as espécies praticamente desaparecem no que tange às características avaliadas.

TABELA 5. Proporção de árvores dominadas, falhas e mortas em parcelas experimentais de *E. grandis* e *E. saligna*, aos 6 anos e 2 meses de idade, sob diferentes espaçamentos.

Espaçamento	<i>E. grandis</i>		<i>E. saligna</i>	
	% Falhas e mortas	% Dominadas*	% Falhas e mortas	% Dominadas*
3,0 x 1,50	16	15	21	30
3,0 x 2,00	18	6	21	20
3,0 x 2,50	15	9	11	12
3,0 x 3,75	19	12	11	16

Fonte: BALLONI *et alii* (1980)

* Dominada = $\frac{1}{2}$ da altura das maiores árvore da parcela (15% do total).

Estes dados, apesar de não serem conclusivos, mostram claramente que o plantio de *E. saligna*, em espaçamentos inferiores a 3,0 x 2,0 m, deve ser encarado com cautela para rotações convencionais, ou seja, corte com 6 a 7 anos de idade.

c. Espaçamento x Idade de corte

O espaçamento e a idade de corte encontram-se intimamente relacionados, ou seja, os plantios sob espaçamentos menores normalmente exigem desbastes ou ciclos mais curtos de cortes, pois a competição entre plantas ocorre mais precocemente, antecipando a estagnação do crescimento do povoamento.

Em função das relações entre as referidas características e por não justificar discussões isoladas de cada uma, elas serão abordadas conjuntamente.

A idade de corte tem sido definida em função do ritmo de crescimento, espaçamento, finalidade da madeira e de algumas interações entre os citados fatores. Pouca ênfase tme sido dada as suas interações com a espécie, conforme já ressaltado anteriormente.

A porcentagem de árvores dominadas e mortas cresce com o avanço da idade, causando conseqüentemente um aumento da porcentagem de falhas. Este fato ocorre com maior intensidade e mais precocemente nos espaçamentos mais apertados.

A tabela 6 mostra alguns dados sobre a evolução da mortalidade em função da idade, enquanto que a tabela 7 mostra a evolução da porcentagem de árvores dominadas em função da idade e do espaçamento.

TABELA 6. Volume da madeira e mortalidade de *E. grandis* em diferentes idades.

Anos	Idade	Meses	Mortalidade %	Vol. (m ³ /ha)*
2		3	1,9	4,4
2		9	1,9	8,1
4		4	2,6	22,7
5		5	3,6	39,9
6		6	5,6	57,2
**7		6	13,4	70,1
9		1	19,6	94,7
10		4	25,0	109,8

Fonte: SCHONAU (1974)

* Volume até 5 cm de diâmetro no espaçamento 2,8 x 2,8 m.

** Ocorrência de um período anormal de estiagem.

TABELA 7. Porcentagem de árvores dominadas de *E. saligna*, em função do espaçamento e da idade.

Espaçamento (m)	Idade (anos)		
	4	6	9
3,0 x 1,50	31%	45%	57%
3,0 x 2,0	31%	37%	43%
3,0 x 2,50	13%	22%	38%
3,0 x 3,75	21%	25%	35%

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.

Os resultados obtidos por *MELLO et alii* (1976) mostram que a idade de corte varia em função da espécie e do espaçamento adotado.

A manutenção da floresta com o crescimento estagnado não é desejável, devendo-se para evitar tal problema fazer o corte ou desbaste em idades mais jovens. Todavia, dependendo do espaçamento de plantio e do ritmo de crescimento, os cortes tornar-se-iam necessários em fases muito jovens do crescimento, o que poderia exportar quantidades excessivas de nutrientes do solo, diminuindo sua fertilidade e podendo comprometer o sucesso das rotações futuras, além de produzir madeira de qualidade inferior. Portanto, dependendo da espécie a ser implantada, não seria conveniente a adoção de espaçamentos extremamente apertados para se antecipar sua rotação.

Os incrementos gravimétricos anuais obtidos por *BELLOTTE* (1980) (tabela 8) sugerem, para o espaçamento estudado (3,0 x 2,0 m), que o corte do *E. grandis* à idades inferiores a 4 anos não seria compensador, já que a curva de crescimento em peso sofre uma grande inclinação positiva a partir do 4º ano. Esses acréscimos do crescimento gravimétrico podem ser parcialmente explicados devido a um provável aumento na densidade da madeira à partir do 5º ano, além evidentemente do crescimento volumétrico.

Os dados obtidos por esse autor mostram a importância de se fazer um inventário florestal criterioso de forma a acompanhar o crescimento da floresta não só do ponto de vista dendrométrico mas também quanto ao crescimento gravimétrico.

TABELA 8. Peso total da matéria seca da parte aérea de *E. grandis* em função da idade.

Idade ano	Peso* (Ton/ha)	IMA (Ton/ha/ano)
1	12,1	12,1
2	39,4	19,7
3	64,3	21,4
4	108,4	27,1
5	149,1	29,8
6	289,6	48,3
7	224,2	32,0

Adaptado de *Belotte (1980)*

* Peso dos ramos, folhas e caule de 1.500 árvores/ha.

IMA – Incremento médio anual, em peso.

d. Espaçamento x “Site”

Conforme já salientado, após alguns anos de crescimento da floresta, as plantas entram em competição por água, luz e nutrientes. Por tanto, é esperado que os fatores abióticos do “site” (climáticos, edáficos e fisiográficos) devam ter suas influências na escolha do espaçamento. 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 “site”.

Sobre este aspecto, *BARRET et alii (1975)* afirmam que plantios de *Eucalyptus* em espaçamentos menores que 2 m²/planta somente seriam indicados para os melhores “sites”. Em “sites” pobres, os espaçamentos deveriam ser superiores a 3 m²/planta.

Já o *WATTLE RESEARCH INSTITUT (1970)* recomenda, para os sites mais pobres, o plantio de *Eucalyptus* sob espaçamento mais amplos caso contrário a indicação daquela Instituição seria o plantio de *Pinus*.

Os resultados obtidos por *VAN LAAR (1961)*, para *Eucalyptus saligna*, não confirmaram, para os sites estudados, a necessidade de se abrir os espaçamentos em sites mais pobres. Afirma o autor que o problema é bastante complexo, pois o crescimento do talhão não só depende do consumo de água pelas árvores, mas também da água consumida pela vegetação competidora. Desta forma, a maior competição das ervas daninhas nos espaçamentos mais amplos poderia influir nos resultados.

O plantio em espaçamentos apertados e em “sites” mais ricos pode também depender da existência de mercado para a madeira fina, pois, caso contrário, os desbastes serão considerados como operações culturais necessárias, sem retorno econômico. Segundo essa última afirmativa feita por *ASSMANN (1970)*, depreende-se que a escolha do espaçamento de plantio, mesmo em “sites” pobres, estaria ligada à existência de mercado para o produto final da floresta.

e. Espaçamento x Práticas silviculturais

Conforme salientado nos itens anteriores, a densidade do povoamento pode influir significativamente no crescimento das árvores.

Dependendo da espécie e das características ambientais, quanto maior o número de árvores por unidade de área, dentro de certos limites, maior o volume total de madeira produzida. Por outro lado, o aumento da densidade do talhão implica no aumento dos custos de implantação e exploração, sendo necessário balancear os aumentos das produções com os aumentos dos custos.

Maior consumo de mudas e fertilizantes bem como uma possível dificuldade de exploração, acesso para os ratos culturais e produção de madeira de pequenas dimensões nos desbastes, são as principais conseqüências negativas, sob o ponto de vista técnico e econômico, dos espaçamentos mais apertados. Por outro lado, além do maior volume total de madeira produzida, os plantios sob espaçamentos mais apertados certamente exigirão menor número de tratos culturais, devido a uma ocupação mais rápida do terreno, abafando de forma mais efetiva o crescimento das ervas daninhas.

Outro aspecto a ser considerado como favorecido pelos espaçamentos mais apertados é uma maior possibilidade de se ter uma produção mais favorável também na 2ª rotação, quando a regeneração for por talhadia. Este detalhe deve ser considerado principalmente para as espécies com problemas de baixa sobrevivência das touças, muito embora a *WATTLE RESEARCH INSTITUT (1970)* considere que a mortalidade das touças é aumentada em função do aumento da densidade do talhão.

A desrama natural também ocorrerá de maneira mais rápida nos espaçamentos mais apertados, devido à competição mais intensa por luz e, conseqüentemente, uma morte mais precoce dos ramos inferiores.

Não só a densidade de plantio mas também a retangularidade do espaçamento, ou seja, a relação entre a distância entre linhas e a distância dentro da linha, pode influenciar significativamente os rendimentos de plantio. Teoricamente os espaçamentos retangulares proporcionam, para uma mesma densidade de plantas, maiores rendimentos de plantio que espaçamentos quadrados.

WIANT JR. (1973), através de modelos teóricos, constatou através da tabela 9 que da densidade de plantas, a sistemática de distribuição na área pode influenciar o crescimento.

Sandrasegaran (1966), citado por *EVERT (1973)*, também verificou, par aum mesmo número de árvores por área, que os espaçamentos triangulares levavam certa vantagem sobre os quadrados, já que os primeiro utilizavam 90,69% do espaço disponível, e os últimos apenas 78,54%.

TABELA 9. Porcentagem teórica de recobrimento do solo em função da forma de disposição das plantas no terreno.

Espaçamento	Porcentagem teórica de recobrimento
Retangular	< 78%
Quadrado	78%
Triângulo Equilátero	91%

Adaptado de *WIANT JR. (1973)*

Segundo ASSMANN (1970), considerando-se melhor e mais uniforme aproveitamento do espaço para crescimento, obtido pelo espaçamento triangular, o mesmo deve ser adotado desde que as condições locais e técnicas permitam.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função do que foi discutido nos itens anteriores, observa-se que alguns conceitos tidos como imutáveis dentro da Silvicultura Brasileira merecem ser revistos e reestudados. Buscando dar uma contribuição a essa revisão de conceitos e evitar insucessos nos futuros plantios, são apresentadas abaixo, algumas sugestões:

- Instalação imediata de experimentos buscando informações quanto às interações entre espécies, espaçamentos e idades de corte com as espécies/procedências já definidas como potenciais para as diferentes regiões do país.

- Avaliar, nos experimentos de espaçamentos e idades de corte, além dos parâmetros convencionais (DAP, altura e % de falhas), o volume útil, fator de forma, qualidade da madeira, porcentagem de árvores mortas e dominadas, e de maneira especial, no caso de madeira para energia, os incrementos gravimétricos.

- Evitar a extrapolação de resultados de estudos de espaçamentos feitos com outras espécies e em outras situações de solo e clima, para espécies e/ou condições ambientais particulares.

- Finalmente como medida de precaução e considerando-se as limitações ambientais de grande parte da região dos cerrados, bem como as características silviculturais das espécies de *Eucalyptus* atualmente disponíveis para plantio, evitar o plantio de grandes áreas florestas de *Eucalyptus* com espaçamentos inferiores a 3 m²/planta, até que as pesquisas em andamento mostrem suas reais possibilidades.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, E. – *The principles of Forest yield study*. Oxford, Pergamon Press, 1970. 506p.

BALLONI, E.A. et alii – Comportamento florestal do *E. saligna* e *E. grandis* em diferentes espaçamentos de plantio, 1980 (no prelo).

BARRETT, R.L.; CARTER, D.T. & SEWARD, B.R.T. – *Eucalyptus grandis* in Rhodesia. *Rhodesia bulletin of forest research*, Salisbury (6): 1-87, 1975.

BELOTTE, F. et alii – Extração e exportação de macronutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, em função da idade. IPEF, Piracicaba (19), jun.1980. (no prelo).

BELOTTE, F. et alii – Extração e exportação de micronutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, em função da idade. IPEF, Piracicaba (19), jun.1980. (no prelo).

EVERT, F. – Spacing studies: a review. *Information report. FMR-X*, Ottawa, (37): 1-95, dez.1971.

- GOES, E. – *Os eucaliptos: ecologia, cultura, produções e rentabilidade*. Lisboa, Portucel, 1977. p.291-355.
- GUIMARÃES, R.F. – Observações sobre diâmetros, alturas, sobrevivência e peso da madeira de *E. saligna* em vários espaçamentos. *Anuário brasileiro de economia florestal*, Rio de Janeiro (17): 31-45, 1965.
- HILLIS, W.E. & BROWN, A.G. – *Eucalyptus for wood production*. Melbourne, CSIRO, 1978. 433p.
- MELLO, H. do A. et alii – Influência do espaçamento e da idade de corte na produção de madeira e eucalipto em solo de cerrado. IPEF, Piracicaba (13): 143-62, dez.1976.
- MESKINEN, G. & FRANKLIN, E.C. – Spacing *Eucalyptus grandis* in Southern Florida. *Southern journal of applied forestry*, Washington, 1(1): 3-6, fev.1978.
- MONTAGNA, R.G. et alii – Estudo sobre o crescimento e a densidade da Madeira de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* em função do espaçamento. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo (8): 33-52, 1973.
- SCHONAU, A.P.G. – The effect of planting spacement and pruning on growth, yield and timber density of *Eucalyptus grandis*. *South African forestry journal*, Johannesburg (88): 16-23, 1974.
- VAN LAAR, A. – *Eucalyptus saligna* in South Africa: an investigation into the silviculture and economics. *Annales universitat van Stellenbosh*, Stellenbosh, 36 (A): 1-110, 1961.
- VAN LAAR, A. – The growth of unthinned *Pinus patula* in relation to spacing. *South African forestry journal*, Johannesburg (107): 3-11, jun.1978.
- WATTLE RESEARCH INSTITUT – *Handbook on eucalypt growing*. Pietermaritzburg, 1972. 164p.
- WIANT JR., H.V. – Efficiency of regular spacing planting designs. *Tree planter's notes*, Washington, 24 (3): 31-2, ago.1973.