



IPEF: FILOSOFIA DE TRABALHO DE UMA ELITE DE EMPRESAS FLORESTAIS BRASILEIRAS

ISSN 0100-3453

CIRCULAR TÉCNICA Nº 103

Maio/1980

PBP/3.1.8

PRODUÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DE FLORESTAS DE RÁPIDO CRESCIMENTO

Edson Antonio Balloni*
Antonio José Migliorini*
José Otávio Brito**

I. INTRODUÇÃO

O início da silvicultura de florestas implantadas em nosso país, o que remonta do início do século atual, deve-se a um problema puramente energético. A escassez de combustível (lenha) para atender à demanda das locomotivas da Companhia Paulista de Estrada de Ferro obrigou a empresa a buscar novas opções. Foi então que se introduziram os *Eucalyptus* no Brasil e passou-se a produzir florestas de rápido crescimento.

Portanto, a idéia de “floresta energética”, ou melhor, florestas produtoras de madeira para energia, não é nova totalmente desconhecida do ponto de vista técnico.

A floresta como produtora de energia é uma realidade incontestável, haja visto que a madeira representava, em 1977, 22,6% da energia consumida pelo Brasil. Deve-se ressaltar que grande parte dessa madeira foi originada do remanescente de florestas naturais, o que é inadmissível do ponto de vista técnico, econômico e ambiental. O suprimento energético industrial à base de madeira deve ser sustentado por um sistema que garanta um abastecimento contínuo e uniforme, a curto, médio e longo prazo, o que dificilmente poderá ser conseguido através de florestas naturais. O estabelecimento, portanto, de florestas uniformes de rápido crescimento, visando o abastecimento industrial ocupará, à curto prazo, uma posição de destaque no contexto energético nacional. Resta saber qual a melhor

* Engº Ftal. Do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF

** Prof. Assistente do Depto. de Silvicultura – ESALQ/USP

forma de produzir essas florestas, dentro de um enfoque econômico silvicultural e ambiental.

Existe uma série de limitações e dúvidas que carecem de estudos imediatos, a fim de se definir as técnicas de estabelecimento de florestas com finalidades energéticas ou para usos múltiplos.

Atualmente existem três alternativas pelas quais as florestas de rápido crescimento poderão atender às necessidades energéticas industriais. A primeira, à curto prazo ou de imediato, que é através do aproveitamento dos resíduos florestais. A segunda seria promover pequenas mudanças nas técnicas de implantação e manejo das florestas, o que pode ser alcançado a curto e médio prazo. A terceira seria à médio prazo, onde procurar-se-ia o estabelecimento de florestas específicas para energia tanto em áreas normais como em áreas consideradas marginais ao reflorestamento. Não se sabe ainda se as técnicas de implantação dessas florestas diferirão muito das técnicas tradicionais de produção de florestas para celulose e chapas de fibra.

É evidente que as indústrias que usam a madeira como matéria-prima e que têm florestas próprias poderão lançar mão de qualquer uma das alternativas citadas.

Essa breve introdução reflete o caráter puramente técnico das abordagens que serão feitas a seguir, com relação à viabilidade, limitações e indefinições do uso de florestas para fins energéticos.

2. OPÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA FLORESTAL COMO FONTE DE ENERGIA

2.1. Aproveitamento dos resíduos florestais

Define-se resíduos florestais como sendo todo material originado das árvores e que tradicionalmente permanece no campo após a exploração das mesmas. Folhas, galhos, casca e madeira com diâmetro inferior ao limite exigido pela indústria, é o material que atualmente se encontra disponível para uso energético. Existem ainda as touças e as raízes que também são consideradas resíduos, mas que nas condições atuais carecem de estudos sobre a viabilidade econômica de sua exploração.

A potencialidade dos resíduos é mostrada na tabela 1, onde se observa que os mesmos podem contribuir, em média, com 15% a mais de matéria seca do que produziria uma floresta explorada dentro dos padrões normais.

Tabela 1: Peso de matéria seca produzida por povoamentos florestais constituídos de diferentes espécies a diferentes idades e sob diferentes espaçamentos.

Espécie	Idade (anos)	Nº árvores/ha	Matéria seca (t/ha)		Local	Fonte nº
			Troncos	Resíduos*		
<i>E. grandis</i>	2,5	5400	83	16	Brasil	8
<i>E. grandis</i>	4,0	1300	35	22	Brasil	8
<i>E. saligna</i>	8,0	1300	77	29	Brasil	8
<i>E. saligna</i>	7,0	1400	78	14	Brasil	10
<i>E. delegatensis</i>	18,0	-	152	18	Austrália	5
<i>P. radiata</i>	26,0	300	177	44	N. Zelândia	3
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	14,0	1000	187	30	Brasil	8
<i>P. oocarpa</i>	8,0	2300	72	34	Brasil	4
<i>P. oocarpa</i>	4,0	720	103	36	Brasil	4
<i>P. oocarpa</i>	18,0	530	132	42	Brasil	4

* Resíduo = casca + folhas + ramos

Considerando-se um poder calorífico para resíduos da ordem de 3000 kcal/kg e para óleo combustível de 10500 kcal/kg, verifica-se que os resíduos podem fornecer de 4 até 12 t de óleo combustível por hectare, dependendo da espécie, idade, espaçamento e produtividade da floresta.

Existem, entretanto, duas limitações para um aproveitamento racional desses resíduos.

A primeira diz respeito à exploração ou coleta dos mesmos. As dificuldades básicas residem na alta dispersão e baixa densidade do material a ser explorado. Sistemas mecanizados de picagem e adensamento dos resíduos no campo se constituem nas soluções aparentemente mais viáveis. Entretanto, os estudos atualmente em desenvolvimento nortearão a escolha do sistema mais econômico e com um balanço energético mais favorável.

Ressalta-se que a Aracruz Florestal desenvolveu um sistema de exploração de resíduos* o qual já vem suprindo uma significativa porcentagem das necessidades energéticas da fábrica de celulose.

A outra limitação para o aproveitamento dos resíduos diz respeito ao aproveitamento das folhas. Questiona-se o aproveitamento desses órgãos em função dos mesmos representarem, em florestas em idade de corte, por volta de 5% da matéria seca total produzida pela árvore e conter, em algumas situações, mais de 50% dos nutrientes essenciais às plantas. Essa exportação adicional de nutrientes certamente acarretará necessidades de reposição dos mesmos através da adubação, para que se mantenha a produtividade da floresta nos ciclos subsequentes. Considerando-se os atuais preços dos fertilizantes e a baixa representatividade das folhas como matéria seca, é recomendável que na exploração dos resíduos se deixe as folhas no campo. Para a maioria das espécies, basta deixar que os resíduos sequem por algumas semanas no campo para a sua posterior retirada. As folhas secas, quando os ramos são colocados nos picadores móveis, desprendem-se dos ramos com maior facilidade, permanecendo no solo.

2.2. Alterações nas práticas de implantação e manejo florestal

* Madeira fina + galhos + parte das folhas

O objetivo dessas alterações seria aumentar o volume total da madeira, sem diminuir o volume disponível como matéria-prima industrial. Isso significa aumentar a produção de lenha fina, ou seja, com diâmetro menor que 6 cm, sem afetar a produção de madeira com diâmetro maior que 6 cm que seria usada para celulose.

Uma alteração do espaçamento por ocasião do plantio, ou mesmo após o primeiro corte (*Eucalyptus*) através do adensamento da floresta, poderia resultar numa maior produção de lenha para energia, dependendo da espécie e local que se estivesse trabalhando. A tabela 2 mostra a viabilidade da adoção de técnicas dessa natureza.

Tabela 2: Produção volumétrica total e das árvores com DAP (diâmetro à altura do peito) maior que 10,24 cm, de *E. grandis* com 7,4 anos de idade, em diferentes espaçamentos.

Espaçamento* inicial (m)	Volume m ³ /s/casca (ha)	
	Total	DAP > 10,24 cm**
1,2 x 2,5	90 a	54 a
2,5 x 2,5	72 ab	62 a
3,6 x 2,5	53 b	45 a
4,9 x 2,5	54 b	52 a

Fonte (*MESKIMEN & FRANKLIN, 1978*)

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

** Volume das árvores com DAP > 10,24 cm

Observa-se que os volumes totais foram significativamente diferentes enquanto que o volume útil, nesse caso somente constituído por árvores com DAP maior que 10,24 cm, não diferiram de forma marcante.

Outra técnica que vem sendo testada no sentido de aumentar a produção de madeira para energia é o aproveitamento da desbrota de talhões de *Eucalyptus*. Normalmente a desbrota é executada 10 a 14 meses após o corte, deixando-se de 2 a 3 brotos por touça. Os brotos cortados são abandonados na floresta apodrecendo com o passar do tempo. A filosofia básica da técnica que vem sendo testada consiste em se retardar a desbrota de forma que os brotos ganhem maiores dimensões e possam ser aproveitados após sua eliminação da touça.

A tabela 3 mostra os resultados do emprego dessa técnica utilizada em um povoamento de *E. saligna* no espaçamento 2 x 2 m, desbrotado aos 18, 24, 30, 36 meses após o 1º corte.

Tabela 3: Volume e peso seco obtido de brotos cortados aos 18, 24, 30 e 36 meses após o 1º corte de um povoamento de *E. saligna*.

Idades (meses)	Brotos cortados	
	Volume (st/ha)	Peso seco (kg/ha)
18	13,75	1144
24	13,24	2246
30	36,19	5714
36	16,17	3557

Fonte: (*YONEZAWA, 1980*)

Os resultados apresentados acima, mesmo excetuando-se aqueles obtidos aos 30 meses que estão um tanto exagerados, mostram, para as condições do estudo, que existe boas possibilidades para a adoção dessa técnica. Resta, evidentemente, conhecer os reflexos da desbrota tardia sobre o crescimento dos brotos remanescentes, quando comparado com a prática normal, bem como suas vantagens ou desvantagens quando comparada com áreas que permaneceriam sem desbrota até o final da 2ª rotação.

2.3. Implantação de florestas para energia

As definições das técnicas ideais visando a implantação de florestas, cujo uso principal seja energia, deverão ser tiradas dos estudos das interações entre espécies/espaçamentos e idades de corte em diferentes locais. Preocupados com essas definições, a CESP (Companhia Energética de São Paulo) e o IPEF firmaram um convênio no sentido de estudarem o desenvolvimento de práticas silviculturais, visando a produção de madeira para energia. Com esse objetivo foram instalados mais de 50 há de experimentação às margens da represa de Jupia em Três Lagoas – MS., cujos resultados preliminares serão obtidos dentro de 1,5 anos.

Embora não exista ainda a definição dessas técnicas, o empresário florestal necessita de uma orientação segura, dentro dos conhecimentos atuais, de forma que possa, de imediato, implantar suas florestas para energia sem que se cometa erros grotescos do ponto de vista silvicultural.

É importante ressaltar que embora este trabalho não traga orientação definitivas, ele encontra-se apoiado na experiência adquirida pelo IPEF durante 12 anos, sobre as características silviculturais de diferentes espécies implantadas em diferentes locais e espaçamentos, bem como a viabilidade de corte, em diferentes idades, e outros fatores que porventura possam estar envolvidos.

2.3.1. Escolha das espécies

O conhecimento atual, fruto de pesquisas conduzidas há alguns anos principalmente visando a produção de madeira para celulose, permitiu que se selecionassem algumas espécies consideradas prioritárias para a execução dos programas florestais.

Inicialmente a seleção das espécies foi feita em função de seu comportamento silvicultura sob certas condições climáticas. Atualmente, como uma seqüência normal ou paralela aos novos programas de introdução de espécies, também existe uma preocupação em considerar o solo como um fator de seleção dentro das regiões bioclimáticas.

2.3.1.1. Condições bioclimáticas

Crescimento, susceptibilidade à pragas e doenças, habilidade para manejo e características da madeira foram os principais fatores considerados na eleição das espécies potenciais. Entretanto, a execução dos grandes programas fica limitada à disponibilidade de sementes, na atualidade e num futuro bem próximo. Em função desses aspectos, selecionou-se algumas espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, sendo que o último gênero apresenta grande potencial para produção de biomassa, principalmente em condições edafo-climáticas marginais para o *Eucalyptus*.

O *E. grandis* (Coff's Harbour), *E. saligna* (Coff's Harbour e Itatinga) e *E. urophylla* (Timo) são as espécies e procedências de *Eucalyptus* que atualmente, e num futuro bem próximo, terão condições de atender aos programas florestais, visando a produção de celulose, chapas de fibras e carvão vegetal. Estas mesmas espécies e procedências assumem hoje uma importância fundamental para a condução dos programas de implantação de florestas energéticas até que estudos tecnológicos/silviculturais possa efetivamente definir as espécies mais adequadas.

Convém salientar a particularidade do comportamento e situação de pelo menos 3 espécies aqui também selecionadas com potenciais para os programas atuais: o *E. citriodora*, *E. robusta* e o *E. viminalis*.

O *E. citriodora* foi selecionado devido ao bom crescimento apresentado em quase todo o Estado de São Paulo, parte de Minas Gerais e Mato Grosso, bem como por possuir uma madeira com alta densidade e ter quantidades relativamente grandes de sementes disponíveis. Embora a semente atualmente existente no mercado apresente uma boa genética desconhecida, limitando portanto o seu uso para programas de melhoramento genético, ela se presta para programas de plantios comerciais até que novas introduções permitam um melhoramento da mesma.

O *E. robusta*, no momento, é a espécie que tem apresentado maior potencialidade para plantios em solos hidromórficos e, por esta razão, foi incluída então neste trabalho. Ela tem apresentado uma inconstância de comportamento mais em função dos diferentes graus de hidromorfismo dos solos do que devido ao material genético. Por outro lado, nesses tipos de solo ela não tem revelado diferenças significativas entre procedências, o que dá uma maior segurança para utilização do material comercial existente hoje no mercado. É importante frisar que este material não fornece base para um programa de melhoramento genético, necessitando para tanto novas introduções de sementes da espécie.

O *E. viminalis* (Canela – RS) é atualmente a única espécie que pode atender grandes programas de reflorestamento nas regiões sujeitas às geadas que ocorrem nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Apesar dessa espécie ser menos tolerante às geadas que o *E. dunnii*, ela apresenta um crescimento bom e possui sementes no mercado para atender grandes plantios comerciais. O mesmo não ocorre com o *E. dunnii*, cujo crescimento é muito bom, mas existe, a curto prazo, qualquer possibilidade de produção de grandes quantidades de sementes.

Apesar de algumas procedências de outras espécies tais como o *E. pilularis*, *E. propinqua*, *E. maculata*, *E. cloeziana*, *E. tereticornis*, *E. resinifera*, *E. camaldulensis* apresentarem um bom comportamento nas diferentes regiões dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso, no momento ficam limitadas a pequenos programas em função da escassez de sementes de boa qualidade genética.

Com relação às espécies de *Pinus*, a maior potencialidade para as regiões tropicais é mostrada pelo *P. caribaea* var. *hondurensis* (Agudos - SP., Casa Branca – SP., Poptum – Guatemala, Tem Pine Ridge – Belize e outras procedências de Honduras), *P. oocarpa* (Agudos, Casa Branca, Nicarágua, Belize e algumas procedências da Guatemala e Centro de Honduras).

Para o Sul do país seriam o *P. taeda* (Telêmaco Borba – PR., Canoinhas – SC., Florida, Carolina do Sul e Mississipi) e o *P. elliottii* var. *elliottii* (Telêmaco Borba – PR., Canoinhas – SC, Lousiane – ST. Tammany). Ressalta-se que, para a maioria das procedências importadas, a obtenção de sementes é bastante difícil e cara.

2.3.1.2. Exigências edáficas

A inclusão deste particular, para diferentes espécies florestais, é de estudo recente e pouco explorado em nossas condições. Entretanto, algumas evidências tiradas da literatura e de observações de campo indicam que essa característica pode e deve ser utilizada num zoneamento florestal, a nível regional, como mais um fator de aumento da produtividade.

O objetivo de tal preocupação, de uma forma bastante simplista, seria zonedar as espécies potenciais de uma região bioclimática, em função de suas exigências edáficas.

É evidente, conforme salientado, que o nosso conhecimento atual das relações entre espécies e propriedades do solo são bastante superficiais, necessitando ainda de estudos bastante profundos.

O caso da relativa tolerância a solos hidromórficos demonstrado pelo *E. robusta* pode ser citado como exemplo. Essa particularidade da espécie tem sido amplamente aproveitada na prática. Entretanto, essa tolerância é limitada a um certo grau de hidromorfismo ou superficialidade do lençol freático, o qual ainda não foi exatamente pesquisado e esclarecido.

A menor exigência nutricional das espécies de *Pinus*, quando comparadas às de *Eucalyptus*, é um outro exemplo bastante conhecido e com reais possibilidades de utilização num zoneamento de plantio a nível regional.

Com relação ao *E. grandis* e *E. saligna*, suas exigências quanto às condições edáficas parecem ser algo diferente. Aparentemente o *E. saligna* tem mostrado ser mais exigente em solos com maior fertilidade e/ou maior teor de argila e maior capacidade de retenção de umidade do que o *E. grandis*. É evidente que outras características podem estar interagindo e alterando o comportamento das espécies. A tabela 4, que foi obtida de ensaios de introdução de espécies conduzidos pelo IPEF, em diferentes locais, mostra que as diferenças entre *E. grandis* e *E. saligna* tendem a diminuir à medida em que se melhora as condições ambientais.

Tabela 4: Crescimento, em altura (m), de algumas espécies de *Eucalyptus* em função do local, aos 6 anos de idade.

Espécie	Localidade do Estado de São Paulo				Relação Mogi Guaçu/Casa Branca
	Casa Branca	Mogi Guaçu	Salto	Paraibuna	
<i>E. grandis</i>	14,0	21,0	24,0	24,4	1,50
<i>E. saligna</i>	10,7	19,0	22,0	22,5	1,78

Observa-se ainda, através da última coluna desta mesma tabela, que para uma mesma região bioclimática o *E. saligna* sentiu mais a mudança de solo do que o *E. grandis*. Enquanto o *E. grandis* teve um acréscimo de 50% na altura média com a mudança de Casa Branca (Latossol Vermelho amarelo arenoso) para Mogi Guaçu (Latossol Vermelho Escuro barro argiloso), o *E. saligna* cresceu 78% a mais com essa mesma mudança.

Quanto ao *E. urophylla* ainda não se tem dados suficientes para afirmações mais seguras.

Ressalta-se que, enquanto nas condições de solos inférteis de Casa Branca o *E. grandis* tem apresentado crescimentos da ordem de 25-30 m³/ha/ano e o *E. saligna* 20-25 m³/ha/ano, em média com 100 g fertilizante NPK (10:34:6) por planta, os *Pinus* tropicais tem apresentado incrementos semelhantes e até superiores sem qualquer adubação.

O *P. caribaea* var. *bahamensis* apresenta nessa região um incremento da ordem de 25 m³/ha/ano, enquanto que o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *P. oocarpa* podem superar a casa dos 30 m³/ha/ano. Uma simples calagem de 2 a 3 ton/ha de calcário dolomítico pode aumentar o incremento do *P. caribaea* var. *bahamensis* em até 50%.

Estes dados demonstraram que, em regiões com solos e climas semelhantes aos encontrados na referida região, ao *Pinus* tropicais devem ser também consideradas espécies altamente prioritárias, na condução de programas florestais visando a produção de biomassa para energia.

2.3.1.3. Escolha do espaçamento e idade de corte

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 a 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 a nível de espécies, ou seja, espécies diferentes podem apresentar comportamentos diferentes dentro de um mesmo espaçamento de plantio.

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 tem sido dada às suas interações com a espécie, conforme já ressaltado anteriormente.

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

A tabela 5 mostra alguns dados sobre a evolução da mortalidade em função da idade, enquanto que a tabela 6 mostra a evolução da percentagem de árvores dominadas em função da idade e do espaçamento.

Tabela 5: Volume de madeira e mortalidade de *E. grandis* em diferentes idades.

Idade		Mortalidade %	Vol. (m ³ /ha)*
Anos	Meses		
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**	7	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 6: Percentagem 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 2,00	31%	37%	43%
3,0 x 2,50	13%	22%	38%
3,0 x 3,75	21%	25%	35%

Fonte: (BALLONI et alii, no prelo)

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.

A manutenção da floresta com o crescimento estagnado não é desejável, devendo-se, para evitar tal problema, fazer o corte ou desbastes, 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 (tabela 7) sugerem, para o espaçamento estudado (3,0 x 2,0 m), que o corte do *E. grandis* com idade inferior 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 a 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 7: Peso total da matéria seca da parte aérea de *E. grandis* em função da idade.

Idade Ano	Peso* (t/ha)	IMA (t/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

Do ponto de vista teórico, para tornar viável o corte da floresta em idades mais jovens, seria necessário a implantação da mesma em espaçamentos mais apertados. Entretanto, esse fato nem sempre ocorre devido às interações entre espécies / espaçamento. Existem certas espécies que quando colocadas sob intensa competição (espaçamento apertado) não o suportam e mostram um grande número de árvores dominadas e mortas, ou seja, se autodesbastam com mais facilidade que outras. Os dados da tabela 8 mostram que, nos espaçamentos mais apertados, o *E. saligna* apresenta um maior número de árvores dominadas e mortas que o *E. grandis*. No caso dos espaçamentos mais abertos, as diferenças entre as espécies praticamente desaparecem, mostrando que o *E. saligna* provavelmente é uma espécie que não deva ser implantada em espaçamentos muito apertados.

Tabela 8: Proporção de árvores dominada, falhas e mortas em parcelas experimentais de *E. grandis* e *E. saligna*, aos 6 anos e 2 meses de idade, em 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*, no prelo)

Outro fator importantíssimo e que pode agravar ainda mais o problema de mortalidade de plantas em espaçamentos muito apertados é a qualidade do “site”. Após alguns anos de crescimento da floresta, as plantas entram em competição por água, luz e nutrientes a qual é agravada pelos espaçamentos mais apertados. Portanto, 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 em 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”. Considerando-se que grande parte de nossos reflorestamentos tem caminhado para regiões de solo pobre e principalmente sujeitas a déficits híbridos acentuados, a adoção, nessas áreas, de espaçamento inferiores a 3 m²/planta deve ser encarada com muita cautela, mesmo a nível experimental.

3. CONCLUSÕES

- a. O aproveitamento dos resíduos florestais para fins energéticos é perfeitamente viável. É importante, entretanto, que se evite a retirada das folhas, por ocasião da exploração.
- b. O retorno das cinzas das caldeiras ao campo é um fator altamente interessante, no sentido do balanço de nutrientes.
- c. Para certas espécies é possível aumentar o volume total de madeira sem afetar o volume útil, reduzindo-se os espaçamentos dentro de limites compatíveis com as atividades silviculturais.
- d. O aproveitamento da desbrota parece silviculturalmente exequível. É necessário, no entanto, que estudos econômicos sejam desenvolvidos para observar sua total validade, principalmente em áreas com baixa produtividade.
- e. A interação espécie/solo é um importante fator a ser considerado no aumento da produtividade florestal, tanto a nível regional como a nível de propriedade florestal. O plantio da espécie certa no solo certo é fundamental.
- f. Os *Pinus* se constituem em espécies altamente importantes para produção de biomassa em solos de baixíssima fertilidade, no qual os *Eucalyptus* não produzem a contento.
- g. A interação espécie/espaçamento/idade de corte deverá nortear todo o programa de implantação de florestas para energia.
- h. Evitar a extrapolação de resultados de estudos de espaçamentos feitos com outras espécies e em outras situação de solo e clima, para espécies e/ou condições ambientais particulares.
- i. Finalmente, como medida de precaução, considerando-se as limitações ambientais de grande parte da região dos cerrados, bem como as características silviculturais das espécies *Eucalyptus* atualmente disponíveis para plantio, evitar o plantio de grandes extensões de florestas de *Eucalyptus* com espaçamentos inferiores a 3 m²/planta.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

- BELOTTE, F. et alii – Extração e exportação de macronutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, em função da idade. IPEF, Piracicaba (20), jun. 1980 (no prelo).
- BUNN, E.H. & WILL, G.M. – Management operations affecting nutrient cycling and fertilizer reponse in forst stands. In: FAO-IUFRO International Symposium on Forest Fertilization. Paris, 1973. p. 33-53.
- CASTRO, C.F. de A. & POGGINAI, F. – Quantificação da biomassa arbórea em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. Boletim informativo. PPT, Piracicaba (7): 1-11, 1979.
- CRANE, W.J.B. & RAISON, R.J. – The nutricional effect of short rotation silviculture. IUFRO. Symposium and workshop on genetic improvement and productivity of fast growing tree species. Águas de São Pedro, agosto 1980. 6p.
- GOLDEMBERG, J. – Biomassa como fonte de energia. Energia, São Paulo, 1 (2): 21-3, 1979.
- MESKIMEN, G. & FRANKLIN, E.G. – Spacing *Eucalyptus grandis* in Southern Florida. Southern journal of applied forestry, Washington, 1 (1): 3-6, fev.1978.
- POGGIANI, F. – Florestas para fins energéticos e ciclagem de nutrientes. Série Técnica, IPEF, Piracicaba, 1 (2): D-1/-11, 1980.
- SALMERON, A. – Pesquisa sobre mecanização florestal para abastecimento industrial com resíduos visando geração de energia. Série Técnica, IPEF, Piracicaba, 1 (2): B-1/-12, 1980.
- 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.
- YONEZAWA, J.T. – Asperspectiva de uso da floresta com supridora de energia na Cia. Suzano de Papel e Celulose. Série Técnica, IPEF, Piracicaba, 1 (2): G-1/-7, 1980.

Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos publicados nesta circular, sem autorização da comissão editorial.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço:

IPEF – Biblioteca
ESALQ-USP
Caixa Postal, 9
Fone: 33-2080
13.400 – Piracicaba – SP
Brasil

Comissão Editorial da publicação do IPEF:

Marialice Metzker Poggiani – Bibliotecária
Walter Sales Jacob
Comissão de Pesquisa do Departamento de Silvicultura – ESALQ-USP
Prof. Hilton Thadeu Zarate do Couto
Prof. João Walter Simões
Prof. Mário Ferreira

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – Prof. João Walter Simões
Diretor Técnico – Prof. Helládio do Amaral Mello
Diretor Administrativo – Luiz Ernesto George Barrichelo

Responsável por Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Junior