

CIRCULAR TÉCNICA Nº 10

ISSN 0101-1847

Julho, 1987

**A CONCEPÇÃO DE REGIMES DE MANEJO PARA PLANTAÇÕES
DE *Pinus* spp. NO BRASIL**

Sergio Ahrens



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro Nacional de Pesquisa de Florestas

CNPF

Curitiba, PR.

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

EMBRAPA - CNPF
Estrada da Ribeira, km 111
Telefone: (041) 256-2233
Telex: (041) 5835
Caixa Postal 3319
80.000 – Curitiba, PR

Tiragem: 1.000 exemplares

Comitê de Publicações:

Jarbas Yukio Shimizu	-	Presidente
Arnaldo Bianchetti	-	Membro
Maria Elisa Cortezzi Graça	-	Membro
Antonio Aparecido Carpanezi	-	Membro
Carmem Lucia Cassilha Stival	-	Membro
José Alfredo Sturion	-	Suplente

Ahrens, Sergio

A concepção de regimes de manejo para plantações de *Pinus* spp. no Brasil. Curitiba, EMBRAPA-CNPF, 1987.
23p. (EMBRAPA-CNPF. Circular Técnica, 10).

1. *Pinus* spp. – Manejo - Brasil. I. Título. II. Série.

CDD 634.9751

©EMBRAPA – 1987

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. A NATUREZA DA PROPRIEDADE FLORESTAL E AS PRÁTICAS DE MANEJO .	2
3. AS PRÁTICAS DE MANEJO DE PLANTAÇÕES DE <i>Pinus</i> spp., EM USO CORRENTE NO BRASIL	4
4. ALTERNATIVAS PARA O MANEJO DE POVOAMENTOS FLORESTAIS	8
5. PERSPECTIVAS PARA A CONCEPÇÃO DE REGIMES DE MANEJO DE PLANTAÇÕES NO BRASIL	17
6. REFERÊNCIAS	20

A CONCEPÇÃO DE REGIMES DE MANEJO PARA PLANTAÇÕES DE *Pinus* spp. NO BRASIL*

Sergio Ahrens**

RESUMO

Faz-se uma apreciação sucinta das práticas de manejo de plantações de *Pinus* spp., em uso corrente no Brasil. Questionando o uso generalizado de práticas tradicionais de espaçamento inicial, de poda e de desbaste, na silvicultura de espécies coníferas, o estudo sugere e analisa a adoção de novos conceitos de produção florestal. O trabalho apresenta uma classificação para propriedades florestais (empresas verticalizadas, empresas não verticalizadas, pequenos proprietários florestais e o poder público), e sugere a análise de alternativas operacionais para o manejo de plantações, considerando os objetivos para uso industrial da madeira: a) produção de madeira para processamento de fibras; b) produção de madeira para processamento mecânico; e, c) produção de madeira para processamento de fibras e para processamento mecânico, em uma mesma propriedade florestal. Alguns efeitos destes regimes opcionais para a produção de madeira, sobre o crescimento das árvores e dos povoamentos, assim como sobre a qualidade da madeira produzida, são brevemente discutidos. O estudo apresenta, também, uma descrição das possibilidades para uso das técnicas de modelagem, de simulação e de otimização, no manejo de plantações florestais.

1. INTRODUÇÃO

Em função da política para uso de recursos de incentivo fiscal para florestamento/reflorestamento, assim como em consequência das normas para reposição florestal obrigatória, cerca de 1.000.000 ha de povoamentos florestais foram implantados, no Brasil, com espécies de *Pinus* durante o período de 1967 a 1982. Adicionalmente, sabe-se, também, do estabelecimento de outras áreas com aquela cobertura florestal, formadas, no entanto, pela aplicação de recursos financeiros próprios, tanto por parte de grandes empresas daquele setor, como pela ação isolada e independente de grandes e pequenos proprietários de terras.

A existência destes recursos florestais formados por povoamentos estabelecidos com espécies de *Pinus* está, ou deveria estar, vinculada a alguma forma de processamento da madeira sendo produzida. Para tanto, torna-se necessário o manejo racional e adequado destas plantações florestais, de tal forma que seja possível produzir a matéria-prima necessária aos diferentes usos. Por manejo das plantações florestais, deve-se entender tanto o estudo, a concepção, como a prática de regimes integrados de espaçamento inicial, tratos culturais, prescrições de poda e de desbaste, e idade de rotação/corte final ou corte raso. Estes regimes de manejo de plantações devem considerar, também, a qualidade da madeira (dimensões e qualidade da madeira propriamente dita), assim como aspectos econômico-financeiros associados com a prática da silvicultura.

* Palestra apresentada no II Seminário de Estudos Florestais do Sul, "Manejo Florestal e a Informática", Porto Alegre, RS, 25 a 27 de abril de 1985.

** Eng. Florestal, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

Este estudo tem como propósito proceder a uma apreciação ampla e objetiva das práticas de manejo de plantações de *Pinus* spp. no Brasil. Essencialmente, esta avaliação questiona os regimes de desbaste em uso corrente no país e propõe que novas estratégias sejam consideradas na concepção de planos de manejo de recursos florestais e na definição das práticas silviculturais a adotar.

2. A NATUREZA DA PROPRIEDADE FLORESTAL E AS PRÁTICAS DE MANEJO

Grande parte da área coberta por florestas plantadas com *Pinus* spp., no Brasil, tem vínculo direto com empresas que necessitam da matéria-prima sendo produzida, em suas atividades industriais. São as chamadas "empresas verticalizadas". Este grupo de empresas inclui, basicamente, as indústrias de celulose e papel, as de chapas de partículas de madeira aglomerada, serrarias, laminadoras e indústrias de processamento de resina.

Por outro lado, existem também os proprietários florestais e/ou as "empresas não verticalizadas". Nesta categoria, encontram-se aquelas que somente estabeleceram os povoamentos para fazer uso das facilidades fiscais disponíveis à época, ou que pretendiam estabelecer, também, complexos industriais de alguma natureza, mas que por algum motivo foram frustradas em suas intenções. Há também que se considerar os pequenos proprietários florestais independentes, assim como aqueles proprietários rurais que estabeleceram pequenos povoamentos florestais de *Pinus* spp., com área variável, e sem um propósito pré-estabelecido para utilização da madeira. Nestes casos, observa-se que muitas vezes fez-se uso de terras marginais e não utilizadas nas atividades de agropecuária. Finalmente, existem as áreas florestais estabelecidas pelo poder público federal e/ou estadual. Em muitos casos, estas áreas com florestas plantadas são reflexo da atitude pioneira do Estado no estabelecimento de plantações com espécies florestais exóticas, como, por exemplo, as Florestas Nacionais, vinculadas ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal-IBDF.

A constatação da existência destas classes ou grupos de proprietários de florestas de *Pinus* spp. (empresas verticalizadas, empresas não verticalizadas, pequenos proprietários florestais, e o poder público), permite que se faça uma distinção entre as atitudes adotadas e praticadas no manejo das plantações estabelecidas.

Observa-se, desta forma, que as empresas verticalizadas, normalmente desenvolvem e praticam algum regime de desbaste para os seus povoamentos florestais. Estes regimes de desbaste, entretanto, nem sempre são concebidos de forma adequada ou aplicados de maneira conveniente.

Os proprietários florestais independentes e as empresas não verticalizadas, por outro lado, raramente dispõem de planos de manejo adequadamente estruturados para as suas reais necessidades e objetivos. Na realidade (BURGER 1975), até mesmo os objetivos para uso de madeira nem sempre estão claramente definidos.

A partir de 1980, principalmente, e para todas as classes de propriedade florestal, entretanto, tem sido observado um atraso na realização de desbastes. Este fato tem ocorrido sempre que o mercado não se mostra favorável à comercialização do produto industrializado, ou do produto de desbaste. Indagados sobre as suas intenções no manejo dos povoamentos de *Pinus* spp. já estabelecidos, pequenos proprietários florestais localizados nas regiões Sudeste e Sul do País, justificam aquela atitude, afirmando a sua esperança de que o mercado, em cada caso, melhore. Na realidade, sabe-se que, muitas vezes, o mercado para madeira fina, produto do primeiro desbaste, principalmente, não existe, e que as perspectivas para a sua formação são muito remotas. A observação mais cuidadosa de algumas

características dos povoamentos, no entanto, revela fortes evidências de que a não realização dos desbastes, sempre que, biologicamente, a sua execução é uma prioridade, poderá comprometer a estabilidade das árvores, assim como a dos próprios povoamentos. Este atraso na realização de desbastes, também, poderá impedir, muitas vezes, que as árvores atinjam as dimensões desejadas segundo a rotação originalmente proposta. O retorno financeiro do investimento realizado na plantação florestal estará comprometido, desta forma, em muitos casos.

3. AS PRÁTICAS DE MANEJO DE PLANTAÇÕES DE *Pinus* spp, EM USO CORRENTE NO BRASIL

3.1 Densidade inicial dos povoamentos florestais.

A grande maioria das plantações de *Pinus* spp. estabelecidas no Brasil têm uma densidade inicial variando entre 1.600 a 2.500 plantas por hectare. Nestas condições, os espaçamentos iniciais utilizados com mais frequência são os de 2,00 x 2,00; 2,00 x 2,50; 2,50 x 2,50 e 2,00 x 3,00 m. Atualmente., existe uma forte tendência para que futuras plantações de *Pinus* spp. sejam estabelecidas fazendo uso de espaçamentos mais amplos, como, por exemplo, 3,00 x 3,00 e até 4,00 x 4,00 m. A mais evidente motivação para esta tendência tem sido a baixa remuneração para a matéria-prima removida em desbastes realizados em povoamentos excessivamente densos. Apesar desta sólida justificativa, julga-se conveniente analisar a questão do espaçamento inicial com mais profundidade.

As principais razões para o estabelecimento de povoamentos florestais (florestas de produção) com uma elevada densidade inicial de plantas por unidade de área (pequenos espaçamentos) podem ser sumarizadas como segue (JAMES et al. 1970):

- a) suportar a ocorrência de mortalidade inicial, a níveis aceitáveis;
- b) permitir a seleção de árvores para abate e remoção no corte final ou corte raso;
- c) controlar o crescimento dos ramos;
- d) impedir o crescimento e a concorrência da vegetação nativa; e,
- e) obter produções intermediárias de madeira durante a rotação.

A reposição de mudas que tenham eventualmente morrido logo após o seu plantio inicial é uma prática recomendada universalmente. No Brasil, adicionalmente, o replantio é também uma exigência prevista nas normas que regem os aspectos técnicos do florestamento/reflorestamento. Além de se procurar obter o estabelecimento definitivo do número de plantas previsto no projeto técnico, o replantio é muitas vezes justificado como sendo necessário para evitar a existência de clareiras no povoamento. Sabe-se, no entanto, que mudas replantadas após um período de tempo muito longo, um ano após o plantio original, por exemplo, pouco benefício poderão trazer ao povoamento, formando essencialmente árvores dominadas/supressas e de pouco valor. Adicionalmente, controlar o crescimento da vegetação nativa por meio do sombreamento causado pelas copas das árvores é uma prática bastante ineficiente, uma vez que a competição entre estas estará estabelecida em pouco tempo, prejudicando sobremaneira o seu desenvolvimento.

Estabelecer plantações de *Pinus* com um elevado número de árvores por hectare, tendo como propósito o controle do crescimento em diâmetro dos ramos, somente se justifica quando o objetivo for a produção de biomassa, para processamento de fibras, i.e, madeira para celulose, chapas de partículas e de fibras. Quando o objetivo é produzir madeira para processamento mecânico, em serrarias e laminadoras, a prática da poda torna-se muito mais apropriada.

Entende-se, portanto, que as únicas razões efetivamente justificadas, para o estabelecimento de florestas de produção com elevada densidade inicial de plantas por unidade de área, são a possibilidade de selecionar as árvores que irão compor o estoque disponível para o corte final, e a remoção de árvores em cortes intermediários durante a rotação, produzindo, desta forma, rendas antecipadas e que irão contribuir para com a economicidade do empreendimento.

3.2 Regimes de desbaste e rotação.

A Tabela 1 sumariza regimes silviculturais para plantações de *Pinus* spp., conforme concebidos ou adotados por algumas empresas florestais, no Brasil. As informações apresentadas são valores aproximados para o número de mudas plantadas por hectare e para o número remanescente de árvores por hectare, após a realização de desbastes, nas idades indicadas. Na prática, obviamente, existem variações devidas a particularidades locais ou necessidades específicas e ocasionais de cada empresa. Trata-se, portanto, de valores médios e que assim devem ser interpretados. Adicionalmente, algumas das empresas referidas poderão já ter modificado as suas práticas quando da conclusão deste estudo.

Uma apreciação ampla e genérica das informações disponíveis indica a existência de práticas de desbaste bastante similares e consistentes. Desta forma, observa-se que a maior parte dos regimes de manejo apresentados prescreve a realização de três a quatro desbastes, executados, respectivamente, às idades aproximadas de 8-10, 11-12, 14-15, e 18-20 anos. O corte raso, ou corte final, é efetivado entre 20 e 25 anos^{1/}. Além de praticados por empresas verticalizadas, aqueles regimes de desbaste são muitas vezes adotados, também, pelas empresas não verticalizadas e por pequenos proprietários florestais, localizados próximo às indústrias consumidoras de madeira. Entende-se assim, que a comunidade de proprietários florestais que fazem uso destas práticas, e, conseqüentemente, a área total com plantações de *Pinus* spp. manejadas segundo aqueles regimes, é bem maior do que se possa imaginar.

^{1/} No Brasil, a única empresa que pratica a silvicultura de *Pinus*, sem a realização de desbastes, é a Cia. Florestal Monte Dourado, Almeirin, PA, que estabelece plantações de *P. caribae* var. *hondurensis* com um espaçamento inicial de 3,00 x 3,00 m e realiza o corte raso entre 10 e 12 anos de idade.

TABELA 1. Regimes de desbaste e idades de rotação, para plantações de *Pinus* spp, em uso corrente por algumas empresas florestais, no Brasil (número remanescente de árvores por hectare, por idade)

Empresa	Klabin *	PCC	Cafma	Seiva	Embrasca	Rigesa	Fiat-Lux	Resa	Manville	Cmesp	Irani	Batistella	Mt. Carlo	Pisa
Local	Telemaco Borba-PR	Lages-SC	Agudos-SP	Santa Cecilia-SC	Joinville-SC	Canoinhas-SC	Guarapava-PR	Sacramento-MG	Otocilio-Costa-SC	Camanducaia-MG	Catanduvas-SC	Lages-SC	Campos Novos-SC	Jaguariava-PR
Espécie	PT, PE	PT	PO,PCH,PCC	PE, PT	PE	PT	PE	PO, PCH	PT	PE,PT,PP	PE,PT	PE,PT	PE,PT	PE,PT
Espaçam. Inicial(m)	2,50x1,70	2,00x2,50	2,00x2,50	2,00x2,00	2,50x2,50	2,5x2,5	3,00x3,00	3,00x2,50	2,00x2,50	2,00x2,50	2,00x2,50	2,00x2,50	2,00x2,50	2,00x2,00
0	1900	2000	2000	2500	1600	1600	1111	1667	2000	2000	2000	2000	2000	2500
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7	1064													
8			1400					1000	1000	1450	1340	1100	1000	
9		1060		1250	1017					1150				1300
10	744		1000			1000	740				737		600	
11			800				750		500					780
12		600	700		709					810		800		
13	521						490	525						
14			500	500	1493	410					442			468
15									220	0		400	300	
16	(300)**	360						(367)						
17							330							327
18														
19			300											
20	(312)	(0)		(230)	(296)	0			(0)		(0)	(0)	(0)	(0)
21							220							101
22														
23														
24														
25	(0)		0	(0)	(0)			(0)						
26														
27														
28														
29														
30				(0)										

FONTE: levantamento realizado pelo autor em 1984/1985.

* a denominação completa das empresas e das espécies citadas é apresentada abaixo.

** valores entre parênteses referem-se aos cortes previstos, mas ainda não realizados, em plantações comerciais.

Legenda para a denominação das empresas e para os códigos de espécies incluídos na Tabela 1.:

Empresas:

KLABIN: Klabin do Paraná Agroflorestal S.A.

PCC: Papel e Celulose Catarinense

CAFMA: Cia. Agroflorestal Monte Alegre

SEIVA: SEIVA S/A - Florestas e Indústrias

EMBRASCA: Empreendimentos Florestais e Agrícolas Ltda.

RIGESA: RIGESA, Celulose, Papel e Embalagens Ltda.

FIAT-LUX: Cia. Fiat Lux de Fósforos de Segurança

RESA: Reflorestadora Sacramento S.A.

MANVILLE: MANVILLE Produtos Florestais Ltda.

CMESP: Cia. Melhoramentos de São Paulo

IRANI: Celulose Irani S/A

BATTISTELLA: Indústria e Comércio de Madeiras Ltda.

MONTE CARLO: Reflorestadora Monte Carlo

PISA: PISA Florestal S.A.

Espécies:

PT: *Pinus taeda* L.

PE: *Pinus elliptica* var. *elliptica* Engelm.

PO: *Pinus oocarpa* Schiede.

PP: *Pinus patula* Schiede & Deppe.

PCH: *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf.

PCC: *Pinus caribaea* var. *caribaea* Barr. et Golf.

A análise comparativa dos regimes apresentados na Tabela 1 sugere, entretanto, uma pergunta básica: Por que proceder assim, uma vez que se trata de empresas localizadas em diferentes regiões, trabalhando com diferentes espécies, sujeitas a diferentes condições edafoclimáticas, com diferentes condições e custos de transporte e, principalmente, com diferentes objetivos industriais? Por que então o uso de regimes de manejo padronizados, ou pelo menos, bastante similares?

A nível de uma mesma empresa, entende-se que a prática de procedimentos padronizados pode simplificar substancialmente a administração (e os custos) das operações de campo. Da mesma forma, aquela atitude poderá também facilitar o controle dos recursos florestais existentes. Em se tratando de diferentes empresas, no entanto, aparentemente existem quatro justificativas básicas e que podem ser facilmente identificadas:

- a) por tradição: porque se acredita que aqueles regimes têm funcionado até hoje, nada deve ser modificado e, desta forma, ainda não foi necessário raciocinar de forma criativa, a fim de aprimorar as práticas de desbaste em uso;
- b) por razões de formação profissional: porque, na sua grande maioria, profissionais que atuam no setor florestal, no Brasil, foram ensinados a entender o assunto desta forma. Este tem sido o conteúdo do treinamento formal em disciplinas acadêmicas nas Universidades e assim os regimes de desbaste são tratados em instituições de pesquisa florestal. Adicionalmente, porque assim tem sido a prática dos desbastes em outros países, tidos como possuidores de uma sólida tradição em silvicultura, como, por exemplo, aqueles da Europa Central. Porque este é o procedimento adotado por outros silvicultores, considerados profissionais com maior experiência. Porque, muitas vezes, torna-se bastante cômodo adotar as recomendações técnicas já produzidas, sem que antes se proceda a um questionamento sobre a sua real e efetiva aplicabilidade para determinadas condições específicas e diferentes daquelas para as quais aquelas tecnologias foram originalmente orientadas;
- c) por suposta homogeneidade do crescimento das plantações estabelecidas: porque o ritmo de crescimento das espécies de *Pinus* incorporadas à prática da silvicultura, no Brasil, tem sido considerado bastante homogêneo, em termos absolutos. Adicionalmente, para uma determinada espécie, *Pinus elliottii*, por exemplo, não existe uma variação substancial dos níveis de produtividade, embora a evidente dispersão territorial com que as plantações foram estabelecidas. Esta suposta baixa variabilidade dos níveis de produção entre diferentes povoamentos de uma mesma espécie, ou mesmo entre povoamentos de espécies diferentes, tem sido utilizada como argumento para justificar a prática de regimes padronizados de manejo; e,
- d) por desconhecimento das alternativas silviculturais: porque ainda não se reconheceu que a existência de diferentes destinações para a madeira a ser produzida sugere que diferentes sistemas de produção de madeira (ou regimes de manejo de plantações) sejam concebidos e praticados em cada caso específico.

4. ALTERNATIVAS PARA O MANEJO DE POVOAMENTOS FLORESTAIS

Nos segmentos anteriores deste estudo discutiram-se algumas vantagens e desvantagens da adoção de regimes padronizados para o manejo de plantações de *Pinus* e questionou-se o uso generalizado destas práticas. Na realidade, um bom sistema silvicultural não deve ser escolhido dentre vários, suposta ou eventualmente existentes, mas sim concebido e formulado como uma solução apropriada para um conjunto específico de condições que caracterizam um problema.

No que se refere à concepção de regimes de desbaste adequados para plantações de *Pinus*, a natureza da propriedade florestal é condição suficiente para que seu proprietário tenha, muitas vezes, propósitos específicos para uso da madeira. Desta forma, existem situações em que não seria conveniente ou desejável adotar as práticas utilizadas por outros proprietários florestais, mesmo quando localizados em uma mesma região. Pelo contrário, sob determinadas circunstâncias, será altamente recomendável produzir matéria-prima com outras características, e assim participar do mercado oferecendo um produto mais competitivo, talvez melhor elaborado e, freqüentemente, com melhor remuneração.

Nesta linha de raciocínio, a distinção entre empresas florestais verticalizadas, empresas florestais não verticalizadas, pequenos proprietários independentes e o proprietário florestal público (instituições do estado) reveste-se de capital importância. Nem sempre a prática florestal conduzida por proprietários integrantes destas diferentes categorias têm as mesmas justificativas básicas, ou, necessariamente, os mesmos objetivos para a produção. Da mesma forma, há que se distinguir, também, sobre as situações em que se faz necessária a silvicultura de proteção (com propósitos de proteção do solo, por exemplo) e outras em que é prioritária a silvicultura de produção (quando a produção de riquezas é o objetivo maior).

4.1 Proposições de regimes alternativos para o manejo de plantações

Em se tratando da prática da silvicultura com espécies de *Pinus*, entende-se que a justificativa básica para qualquer empreendimento é a produção de riquezas e benefícios econômico-financeiros.

Desta maneira, uma forma adequada de tratar o assunto é analisar as possibilidades de se conceber e praticar regimes de manejo específicos para diferentes propriedades florestais, sempre que diferentes também forem os objetivos da produção.

Adicionalmente, em uma mesma propriedade florestal, e quando múltiplos forem os objetivos da produção, convém analisar as possibilidades de se desenvolver e praticar regimes de manejo de forma igualmente diferenciada, por talhão ou grupos de talhões, considerando tanto os níveis de produtividade (sítio) como a sua distribuição espacial ou localização. Três alternativas básicas para a concepção de regimes alternativos de manejo são propostas e discutidas, como seque:

4.1.1 Produção de madeira para processamento de fibras: (processamento químico ou mecânico de cavacos/fibras para a produção de celulose/ papel, chapas de fibras, chapas de partículas de madeira aglomerada, etc.)

Quando este for o propósito da produção de madeira de um talhão, deve-se reduzir o número de desbastes ao mínimo, podendo-se evitar, mesmo por completo, se possível, a adoção de qualquer regime de desbaste.

Segundo BENNETT (1971a, 1971b), um elevado número de empresas norte-americanas têm adotado a prática de regimes simplificados, sem desbastes, para o manejo de plantações de *Pinus* spp., objetivando a produção de madeira para celulose. Atualmente (FEDUCCIA 1983), este conceito continua sendo amplamente recomendado e praticado. Na Suécia (HAGNER 1973), existem também poucas justificativas para a realização de desbastes, uma vez que esta madeira será sempre mais cara que aquela obtida por meio de cortes rasos precoces. As perspectivas para o manejo de plantações de *Pinus* spp., sem desbastes, para a produção de madeira para celulose, na Austrália, são exploradas por KERRISH & MOORE (1982). Apesar do recente estabelecimento de plantações com espécies florestais

coníferas, no Brasil, FISHWICK (1972) sugere que a não realização de desbastes é também uma possibilidade bastante atraente.

Os crescentes custos da mão-de-obra, a localização das florestas em relação às indústrias, assim como a homogeneidade e os níveis de produtividade das novas plantações de *Pinus*, podem justificar o uso daquela prática, no Brasil, a curto prazo. As rotações a se utilizar devem ser curtas: talvez 15 anos, em regimes diretos, sem desbastes, ou 20 anos, quando um ou dois desbastes, no máximo, serão necessários. Adicionalmente, a rotação a utilizar ficará sempre, também, condicionada ao espaçamento inicial adotado, à mortalidade natural ocorrida (intensidade e forma da sua distribuição no povoamento) e às características da madeira que se pretenda produzir. Para tanto, deve-se considerar as dimensões (o diâmetro médio das toras/toretes), assim como as características da madeira propriamente dita (densidade básica e comprimento de fibras, essencialmente), que será finalmente explorada e utilizada pela indústria. A este respeito, sabe-se que as indústrias de produção de pasta mecânica e as de chapas de partículas de madeira aglomerada, por exemplo, têm preferência pela matéria-prima com densidade básica baixa (HARRIS 1981; ZOBEL 1981). À indústria de celulose, por outro lado, interessa processar madeira com densidade básica mais elevada (FOELKEL & BARRICHELO 1975), pois esta característica afeta positivamente o rendimento industrial (maior produção de celulose para um determinado volume de cavacos de madeira).

Os custos de exploração (abate, traçamento, transporte primário até um estaleiro e descascamento) e os de transporte até a unidade fabril, também são influenciados pelas dimensões das árvores. Por estes motivos, aqueles fatores devem ser também devidamente avaliados para uma decisão adequada sobre espaçamento e rotação.

A preocupação maior deve ser a de se maximizar a produção de toneladas/equivalente do produto industrial por hectare e não necessariamente maximizar a produção volumétrica.

4.1.2. Produção de madeira para processamento mecânico: (toras para processamento em serrarias e indústrias de produção de desenrolados e faqueados, essencialmente).

Com este propósito, devem ser adotadas rotações mais longas, talvez entre 20 e 30 anos. No que se refere ao espaçamento inicial e ao regime de desbaste e poda, no entanto, convém considerar duas possibilidades:

a) espaçamentos amplos:

O plantio de mudas por meio de espaçamentos amplos deve ser praticado somente quando as características de homogeneidade do futuro talhão (ou talhões) estiverem asseguradas. Para que isto ocorra, são condições básicas: a homogeneidade e a qualidade superior das sementes e das mudas a serem utilizadas, a homogeneidade das condições edafoclimáticas locais e do preparo do solo, tratos culturais adequados e realizados na época oportuna e utilização de material genético (espécie procedência e progênie) adequado ao sítio específico.

Neste caso, pode-se estabelecer a plantação, utilizando-se de espaçamentos que permitam obter uma densidade aproximada de 1.000 árvores/ha (3,0 x 3,00 m; 3,00 x 4,00 m; 2,50 x 4,00 m, etc.). Nestas condições, um ou dois desbastes comerciais pesados serão necessários, para liberar as árvores de corte final da competição com as demais, permitindo que elas cresçam até as dimensões desejadas, na menor rotação possível.

b) espaçamentos tradicionais:

Quando o desconhecimento do grau de variabilidade entre as futuras árvores (em termos de diâmetro à altura do peito, DAP, altura total, h, forma do tronco, intensidade de ramificação e volume) for evidente, e esta é a realidade na grande maioria das plantações, no Brasil, convém estabelecer os talhões segundo os espaçamentos usuais (2,00 x 2,00; 2,00 x 2,50; 2,50 x 2,50; 2,00 x 3,00 m). Na medida em que as árvores forem crescendo, e iniciar-se uma competição pelos fatores limitantes ao crescimento (água, nutrientes e luz, essencialmente), haverá uma diferenciação dos indivíduos em classes sociais.^{2/} Será conveniente realizar, então, um desbaste pré-comercial (desbaste desperdício, provavelmente sem nenhum uso para as árvores abatidas) procurando dar condições de máximo crescimento para as árvores remanescentes^{3/}. O principal objetivo deste desbaste é liberar as melhores árvores existentes no povoamento (considerando DAP, altura e forma do tronco) da competição com as concorrentes, permitindo a formação de uma copa verde, ampla e extensa, um crescimento vigoroso em diâmetro, respeitadas as condições limitantes de cada sítio.

A prática de desbastes pré-comerciais em implantações de *P. radiata*, na Nova Zelândia, é amplamente discutida por FENTON (1972) e por SUTTON (1984). Em adição às recomendações oficiais para a realização de desbastes pré-comerciais em povoamentos de *P. taeda*, *P. elliottii* e *P. radiata* na Austrália (FORESTRY COMMISSION 1978), os trabalhos de HARVEY (1983) fornecem sólidos argumentos que favorecem a prática desta operação em plantações de *P. caribaea* var. *hondurensis* em Queensland. Nos Estados Unidos da América, os estudos de BENNETT (1971b), BURNS (1973), BURTON (1976) e FEDUCCIA (1983) enfatizam os vários benefícios da aplicação de desbastes pré-comerciais na produção de madeira para serraria, em plantações de *P. elliottii* e *P. taeda*.

4.1.3. Produção simultânea de madeira para processamento de fibras e para processamento mecânico, em uma mesma propriedade florestal.

Ao analisar-se esta alternativa para a produção florestal, é extremamente importante que primeiro se compreenda que o uso da expressão "reflorestamento para usos múltiplos" não significa que cada talhão de *Pinus* spp. deva, necessariamente, produzir sempre madeira e/ou outros produtos para todos os diferentes e possíveis usos ou finalidades industriais. Ao proceder-se ao "Manejo de Recursos Florestais" será sempre adequado entender que a gerência (ou manejo) da propriedade florestal pode perfeitamente significar que alguns talhões sejam manejados para a produção de determinada matéria-prima, toras de pequenas dimensões para celulose, por exemplo, enquanto que outros poderão ser conduzidos para a produção de toras para serraria.

Desta forma, dentro de uma mesma propriedade florestal, alguns talhões podem ser submetidos a rotações curtas, sem desbastes, e outros manejados adequadamente com vistas a produção de toras de grandes dimensões, em rotações mais longas, e submetidos a regimes de desbastes e de poda concebidos para tal fim.

^{2/} Além da concorrência, também a manifestação física (fenótipo) das integrações entre as características genéticas intrínsecas ao indivíduo (genótipo) com aquelas do ambiente, contribuem sobremaneira para que as árvores tenham diferentes dimensões e comportamento, em uma mesma idade e condições edafoclimáticas homogêneas.

^{3/} Na realidade, este desbaste pré-comercial deve ser realizado o quanto antes na vida do povoamento, e tão logo seja possível, identificar tanto as árvores que deverão permanecer até o corte final, como aquelas que poderão ser removidas em desbastes comerciais.

Sempre que possível, no entanto, a silvicultura com propósitos de produção (florestas de produção) deve ser praticada nos melhores sítios. Contudo, se uma seleção de talhões for necessária, como o é nesta proposição de manejo, deve-se considerar os critérios econômicos que podem afetar a produção florestal, as características silviculturais da espécie ou espécies, bem como algumas alternativas para interpretar-se o conceito de Rendimento Sustentado (sustentação da rentabilidade ou sustentação da produção volumétrica). Aparentemente, existem as seguintes possibilidades:

a) produção de madeira para processamento mecânico:

Para tal propósito, deve-se sempre reservar os talhões com melhor crescimento, homogeneidade e forma dos troncos das árvores, dentre outras características desejáveis na matéria-prima requerida. Quanto à localização dos talhões, deve-se dar preferência àqueles próximos às unidades de processamento das toras que, por sua vez, devem também estar próximas ao consumidor final do produto florestal elaborado. Os preços normalmente pagos pelas toras de grandes dimensões (para serraria e laminação, basicamente) são, entretanto, freqüentemente mais elevados que aqueles pagos para a madeira de pequeno diâmetro (para celulose, por exemplo). Desta forma, entende-se que toras para serraria podem ser transportadas a maiores distâncias, permitindo, ainda assim, condições para a viabilidade econômica da atividade florestal. Por estes motivos, pode-se aceitar que a produção de madeira para processamento mecânico seja praticada em talhões localizados a maiores distâncias que aqueles conduzidos para a produção de biomassa. Adicionalmente, sempre existe a possibilidade de que um mercado local seja criado no futuro, uma vez que a inversão de capital em uma pequena serraria é substancialmente inferior àquela necessária a uma grande unidade de produção de celulose/papel.

Devemos sempre considerar também que não será por reflorestar em terras baratas que estará necessariamente assegurada uma conveniente remuneração ao capital total investido na atividade florestal. A economicidade do empreendimento é também função dos custos de transporte da matéria-prima produzida até a indústria que a irá processar, assim como dos custos de transporte do produto elaborado, até que este chegue ao consumidor final.

b) produção de madeira para processamento de fibras:

Também, neste caso, talhões cujas árvores tenham crescimento vigoroso e homogêneo, devem ser selecionados. A distância de transporte da matéria-prima a ser produzida assume, no entanto, fundamental importância. As distâncias máximas de transporte da madeira para processamento de fibras são bem menores.

A decisão final de como estratificar os recursos florestais é, no entanto, virtualmente complexa e requer uma análise econômica de custos/benefícios bastante detalhada. O custo financeiro está fazendo com que decisões dessa natureza sejam cautelosas, embora necessárias, quando se observa a realidade atual. Decisões inadequadas nos primeiros anos da rotação podem significar prejuízos de grande magnitude, por ocasião da exploração.

4.1.4. Produção de madeira para usos múltiplos, em um mesmo povoamento florestal.

A análise das alternativas para o manejo de plantações de *Pinus* spp., conforme descritas anteriormente, não sugere, entretanto, que a continuidade das práticas de desbaste em uso corrente no Brasil seja totalmente inadequada. A produção de madeira para usos múltiplos, considerando a sua conceituação clássica e tradicional,

poderá sempre ser praticada, e de forma econômica, na medida em que exista um mercado que propicie uma remuneração satisfatória para toda a matéria-prima produzida. Desta forma, não há por que não realizar desbastes comerciais em talhões localizados a distâncias econômicas de transporte, em relação aos centros consumidores de madeira. Adicionalmente, em se tratando de pequenos proprietários florestais, a madeira obtida nos primeiros desbastes, freqüentemente, tem um uso local (energia, construções locais, etc), o que justifica sua produção.

Há que se considerar, no entanto, que o crescimento das árvores selecionadas para o corte final (essencialmente árvores dominantes, concomitantes e intermediárias vigorosas e com boa forma de tronco), pode ser substancialmente prejudicado pela presença de árvores inferiores. Assim, aguardar o tempo necessário para que árvores dominadas e defeituosas possam atingir dimensões que tornem um desbaste efetivamente comercial, pode significar que o corte raso será fatalmente postergado. Esta situação será tanto mais crítica quanto menor for o espaçamento inicial, e quanto mais fraca for a capacidade produtiva de um sítio. Desta forma, será sempre mais apropriado analisar as vantagens e as desvantagens da prática dos desbastes no contexto de toda uma rotação e todos os demais talhões ou povoamentos que formam, no seu conjunto, os recursos florestais de uma propriedade.

4.2 A qualidade da madeira produzida

Recomendações tão sistematizadas para o manejo de plantações de *Pinus* spp., como aquelas apresentadas anteriormente, podem motivar algum questionamento quanto à qualidade da madeira produzida. No que diz respeito aos efeitos resultantes da realização de desbastes, entretanto, convém fazer uma distinção entre a qualidade da madeira de todo um povoamento florestal e aquela das árvores individuais.

O efeito mais imediato dos desbastes seletivos é decorrente da remoção, de árvores mal formadas, defeituosas e supressas, aprimorando substancialmente, desta forma, a qualidade da madeira existente do povoamento remanescente. Ademais, em consequência ao desbaste, o maior espaço de crescimento disponível para as árvores permite que estas obtenham determinadas dimensões em menor tempo. Portanto, se concebidos de forma apropriada e realizados na intensidade e momento convenientes, os desbastes podem reduzir a rotação, produzindo matéria-prima mais homogênea e com maior qualidade e valor. Além das dimensões (comprimento, diâmetro e forma do tronco), no entanto, outro aspecto a considerar é o da qualidade da madeira propriamente dita.

Embora os evidentes efeitos do espaçamento inicial (EVERT 1971) e dos desbastes (SMITH 1962) sobre as dimensões das árvores e dos seus ramos, assim como sobre a forma dos troncos, os seus efeitos sobre a qualidade da madeira são pouco conhecidos (WARDLE 1967). A literatura contém um elevado número de trabalhos reportando informações parciais e, freqüentemente, contraditórias. Raramente, os resultados são conclusivos ou podem ser generalizados.

Qualidade da madeira é o resultado das características físicas e químicas do material lenhoso de uma árvore, ou de parte do tronco da mesma, que permitem satisfazer certas propriedades necessárias a diferentes produtos finais (MITCHEL 1962). Em adição às dimensões das toras e ausência de defeitos físicos, a densidade básica talvez seja o índice mais simples, e, simultaneamente, o mais útil, para expressar a qualidade da madeira. Na produção de celulose (FOELKÉL & BARRICHELO 1975), a sua principal influência se faz sentir no rendimento volumétrico do processo de produção de celulose, penetração do licor de cozimento

e qualidade da celulose produzida. Por outro lado, a densidade básica está também associada com o módulo de ruptura e com o módulo de elasticidade, expressões da resistência físico-mecânica da madeira (PANSIN & DE ZEEUW 1964, KROMHOUT & BOSMAN 1981).

Um conceito que tem sido tradicionalmente difundido (GOMES 1968), e que ainda é aceito, é aquele de que as características de resistência da madeira de uma árvore estão associadas com o ritmo de crescimento com o qual ela foi formada. De acordo com este conceito, a estimulação do crescimento em diâmetro do tronco de árvores de espécies coníferas, por meio de espaçamentos amplos e através de desbastes, sempre foi vista como uma prática que iria fatalmente produzir madeira de baixa densidade e com pouca resistência (SMITH 1962).

Segundo TURNBULL (1948) e LARSON (1957), entretanto, os efeitos da idade e do ritmo de crescimento têm sido confundidos e, na realidade, a idade em que a madeira é produzida tem maior significado sobre a sua qualidade. Ou seja, se uma espécie conífera é posta a crescer rapidamente, por meio de um desbaste, por exemplo, ela irá produzir um maior volume de madeira com as mesmas características daquela que seria produzida se não tivesse ocorrido a sua liberação da concorrência (SPURR & HSIUNG 1954).

Os efeitos gerais dos desbastes sobre a qualidade da madeira não são prejudiciais, apesar das muitas opiniões e de algumas poucas evidências em contrário (SMITH 1962). ZOBEL et al. (1972), por outro lado, afirmam que o efeito do ritmo de crescimento em diâmetro sobre a densidade básica da madeira é mínimo ou insignificante. A idade em que a madeira é formada, no entanto, tem influência definitiva sobre as suas características (BOYD 1967). Conseqüentemente, o controle da rotação sempre terá um efeito crítico sobre as possibilidades de utilização, assim como sobre o valor da madeira.

No entender de KELLISON (1981), existe muito pouco potencial no uso dos desbastes para aprimorar as propriedades da madeira de espécies coníferas. As recomendações que ocasionalmente são feitas no sentido de se estabelecer os povoamentos com elevado número de mudas (pequenos espaçamentos), realizando desbastes leves e freqüentes, objetivando reduzir a proporção de madeira juvenil, são simplesmente impraticáveis. A produção de madeira com determinadas características será sempre mais eficiente na medida em que uma segunda rotação seja estabelecida usando a espécie e o material genético mais apropriado.

Na produção de celulose (pasta mecânica ou química), de chapas de partículas de madeira aglomerada e de madeira serrada ou laminada, a homogeneidade das características da madeira e a presença de nós, são fatores definitivamente mais importantes que a sua densidade básica. No que diz respeito aos produtos sólidos de madeira, por exemplo, o tamanho, número e condição dos nós (nós verdes ou mortos), afetam tanto a sua aparência e resistência como a sua aceitação comercial. Por este motivo, a produção de elevadas proporções de madeira limpa, sem nós no tronco das árvores destinadas a processamento mecânico, é condição determinante para o aprimoramento da sua qualidade e do seu valor. Com este propósito, a prática de regimes de poda adequadamente concebidos é extremamente necessária e importante.

5. PERSPECTIVAS PARA A CONCEPÇÃO DE REGIMES DE MANEJO DE PLANTAÇÕES NO BRASIL

A produção florestal será tanto melhor efetivada quanto mais eficientes forem a utilização e o controle dos processos de produção e dos seus fatores componentes.

O propósito dos estudos sobre produção florestal é o de examinar a extensão quantitativa dos processos de crescimento de povoamentos florestais em relação ao tempo, ao sítio e às medidas técnicas e econômicas disponíveis ao homem (ASSMAN 1970). Ou seja, a pesquisa em produção florestal deve ser desenvolvida objetivando uma avaliação quantitativa do fenômeno do crescimento individual das árvores e do povoamento florestal, considerando-se a sua associação com características do sítio e com os tratamentos silviculturais que tenham sido ou que possam ser aplicados.

Uma extensão natural destes conceitos é a possibilidade de tratar as informações quantitativas disponíveis por meio das técnicas de modelagem, de simulação e de otimização.

Modelagem é uma nova denominação para uma prática que tem sido intensivamente utilizada em estudos de mensuração e de inventário florestal. Modelagem trata da representação gráfica ou analítica da estrutura matemática da associação entre quaisquer variáveis que possam descrever o crescimento de árvores individuais ou de povoamentos florestais. A classificação de modelos matemáticos, conforme apresentada por MUNRO (1983), é bastante apropriada para melhor compreensão das possibilidades de uso da modelagem. Como um exemplo do desenvolvimento e da aplicação prática de modelos de crescimento, SUTTON (1984) descreve os benefícios obtidos por meio do pacote SILMOD (Silvicultural Modelling) no manejo de plantações de *P. radiata* na Nova Zelândia.

A existência de modelos previamente concebidos é fator fundamental para que os estudos de simulação possam ser conduzidos. Essencialmente, a simulação envolve o uso de modelos para explorar ou investigar as respostas de um sistema biológico, quando este é sujeito a alterações provocadas em diferentes segmentos ou setores daquele sistema (idade e intensidade de poda ou desbaste, por exemplo). Observando-se as soluções obtidas pela alteração dos níveis de participação de diferentes segmentos do sistema (isoladamente ou em grupos), pode-se decidir por aquele(s) conjunto(s) de operações ou fatores que propicia as respostas mais satisfatórias.

O planejamento do manejo de recursos florestais, envolvendo a organização, no tempo e no espaço, das operações silviculturais a serem conduzidas em um elevado número de talhões, é uma situação típica em que as técnicas de programação matemática podem ser aplicadas. Dentre estas técnicas, a Programação Linear tem como propósito determinar a alocação ótima de recursos limitados a fim de satisfazer determinados objetivos de produção. Ou seja, Programação Linear determina aquele conjunto de condições que propicia o ótimo valor (máximo ou mínimo) para um critério previamente estabelecido (produção volumétrica, custos, rendas descontadas, etc). Programação Não-Linear, Programação Dinâmica, Programação Inteira e Programação Pragmática são extensões específicas de um algoritmo básico e de uso generalizado. Todas estas técnicas estão integradas e organizadas sob a denominação de Programação Matemática. O estudo relatado por CHEN et al. (1980) exemplifica a aplicação de Programação Linear nas decisões sobre a intensidade da prática de agricultura, pecuária e silvicultura em pequenas propriedades rurais. Em essência, trata-se do uso otimizado dos recursos disponíveis (terra, capital e mão-de-obra) objetivando a maximização dos benefícios financeiros. CLUTTER et al. (1983) apresentam uma descrição detalhada do uso das técnicas de Programação Matemática no manejo de plantações florestais e na regulação do corte, objetivando alcançar rendimento sustentado.

A julgar pela literatura e pelas atuais práticas silviculturais em outros países, as perspectivas para o uso das técnicas de modelagem, de simulação e de programação matemática, no planejamento do manejo de plantações de *Pinus* spp.,

são bastante promissoras. O desenvolvimento e o uso prático destes instrumentos de análise quantitativa de questões inerentes ao manejo florestal, no Brasil, certamente irão aprimorar o nível de eficiência observado no uso dos recursos disponíveis.

6. REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, R.C. & HEADY, E.O. **Operations research methods for agricultural decisions**. Ames, The Iowa State University Press, 1972. 303p.
- ASSMAN, E. **The principles of forest yield study**, New York, Pergamon Press, 1970. 506p.
- BENNET, F.A. **Spacing and slash pine quality timber production**. Asheville, USDA. Forest Service, 1969. 9p. (USDA. Forest Service – Research Paper, SE-53).
- BENNET, F.A. Modern thinning practice: technical and economic effects. In: ANNUAL FORESTRY SYMPOSIUM, 20., Baton Rouge 1971. **Proceedings....** Baton Rouge, Louisiana State University, 1971 a.p.33-45.
- BENNET, F.A. **The role of thinning and some other problems In management of slash pine plantations**. Asheville, USDA – Forest Service, 1971b. 14p. (USDA. Forest Service - Research Paper, SE-86).
- BOYD, J.D. IV. Aprovechamiento. In: SIMPOSIO MUNDIAL DE LA FAO SOBRE BOSQUES ARTIFICIALES Y SU IMPORTANCIA INDUSTRIAL. **UNASYLVA**, 21(3/4):66-78, 1967.
- BURGER, D. **Ordenamento florestal 1: a produção florestal**. 2.ed. Curitiba, Universidade Federal do Paraná - Setor de Ciências Agrárias - Curso de Engenharia Florestal, 1976. n.p.
- BURNS, R.M. Management of sand pine plantations. In: SAND PINE SYMPOSIUM, Panama City Beach, 1972. **Proceedings**. Asheville, USDA-Forest Service, 1973. p.153-61.
- BURTON, J.D. Sawlogs in a pulpwood rotation. **Forest Farmer**, 36(1):8-9, 1976.
- BRYANT, P.A.V. The impact of fast growth in plantations on wood quality and utilization. In: SIMPOSIUM ON SITE AND PRODUCTIVITY OF FAST GROWING PLANTATIONS, Pretoria e Pietermaritzburg, 1984. **Proceedings**. Pretoria, South African Forest Research Institute, 1984. V.1. p.403-16.
- CHEN,C.M.; ROSE, D.W. & LEARY, R.A. **How to formulate and solve optimal stand density over time problems for even-aged stands using dynamic programming**. St. Paul, USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 1980. 17p. (General Technical Report NC-56).
- CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H. & BAILEY, R.L. **Timber management: a quantitative approach**. New York, J. Wiley, 1983. 333p.
- COUTU, A.J. & ELLERTSEN, B.W. **Farm forestry planning though linear programming**. Novis, Tennessee Valey Authority, Division of Forestry Relations, 1960. 31p. (Report, 236-60).
- EVERT, F. **Spacing studies** - a review. Ottawa, Forest Management Institute, 1971. 95p. (Information Report FMR-X-37).
- FEDUCCIA, D.P. Thinning pine plantations. **Forest Farmer**, 42 (10):10-1, 1983.

- FENTON, R. New approaches in softwood silviculture. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 7., Buenos Aires, 1972. **Proceedings....** Buenos Aires, Instituto Forestal Nacional, 1972. p.2568-73.
- FISHWICK, R.W. **Pesquisa sobre desbaste em plantios de Pinus**. Curitiba, PRODEPEF, 1972. 12p. Palestra apresentada no "Curso Intensivo sobre Melhoramento Florestal e Dasonomia", Capão Bonito, 1972.
- FOELKEL, C.E.B. & BARRICHELO, L.E.G. **Tecnologia de celulose e papel**. Piracicaba, Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", 1975. 207p.
- FORESTRY COMMISSION, New South Wales, Australia. **Pine planting in New South Wales**. 3.ed. Sidney, 1978. 104p. p.35-42.
- GOMES, A.M. de A. Desbastes. In: CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO SOBRE DESRAMAÇÕES E DESBASTES. Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, 1968. p.18-66.
- HAGNER, S. Thinnings - silvicultural and economic aspects. In: SEMANA BRASIL-SUÉCIA DESENVOLVIMENTO PELA TECNOLOGIA, São Paulo, 1973. **Forestry and logging-** planning, methods and equipment. **Reflorestamento, extração de madeira** -planejamento, métodos e equipamento. São Paulo, Embaixada da Suécia e Câmara de Comércio Sueco-Brasileira, 1973. V.1 p.1-8.
- HARRIS, J.M. Effect of rapid growth on wood processing. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 17., Kioto, 1981. **Proceedings**; DIVISION 5. KIOTO, IUFRO. 1981. p. 117-25.
- HARVEY, A.M. **Management of honduras caribbaean pine for sawlog production in tropical Queensland**. Queensland, Department of Forestry, 1983. 23p. (trabalho apresentado no XV Pacific Science Congress, Dunedin, fev. 1983).
- HUSCH, B.; MILLER, C.I. & BEERS, T.W. **Forest mensuration**. New York, J. Wiley, 1972. 409p.
- JAMES, R.N.; TUSTIN, J.R. & SUTTON, W.R.J. Forest research institute symposium on pruning and thinning. **New Zealand Journal of Forestry**, 15 (1):25-26, 1970.
- KELLISON, R.C. Characteristics affecting quality of timber from plantations, their determination and scope for modification. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 17., Kioto, 1981. **Proceedings**; DIVISION 5. Kioto, IUFRO, 1981. p. 77-88.
- KERRUISH, C.M. & MOORE, G.A. Potential harvesting systems for row thinning of plantations for pulpwood. **New Zealand Journal of Forestry Science** 12(2): 344-53, 1982.
- KOCH, P. Concept of southern pine plantation operation in the year 2.020. **Journal of Forestry**, 78(2):78-82, 1980.
- KROMHOUT, C.P. & BOSMAN, D.L. The influence of short rotation forestry on wood production for sawnwood and veneer. **South African Forestry Journal**, (120):11-8, 1982.
- LARSON, P.R. Effect of environment on the percentage of summerwood and specific gravity of slash pine. **Bull. Yale Sch. For**, (63): 1-80, 1957.
- LARSON, P.R. **Wood formation and the concept of wood quality**. New Haven, Yale University, School of Forestry, 1969. 54p. (Bulletin, 74).
- MITCHEL, H.L. Development of adequate concept of wood quality for the guidance of geneticists and forest managers. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 5., Seattle, 1960. **Proceedings...** Seattle, 1960. v.3 p.1341-8.

- MUNRO, D.D. Teaching growth model construction - a case study. In: FOREST GROWTH MODELLING AND SIMULATION, Viena, 1982. **Proceedings**. Viena, IUFRO, 1983. p.173-88.
- PANSHIN, A.J. & DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. New York, McGraw-Hill, 1964. V.1. 643p.
- RENDLE, B.J. & PHILLIPS, E.W.J. The effect of rate of growth (ring width) on the density of softwoods. **Forestry**, **31** (2):113-20, 1958.
- SIMÕES, J.W.; BRANDI, R.M.; LEITE, J.B. & BALLONI, E.A. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. Brasília, IBDF, 1981. 131p.
- SMITH, D. **The practice of silviculture**. New York, J. Wiley, 1962. 578p.
- SPIECKER, H. **Métodos de pesquisa operacional com aplicação em manejo florestal**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná - Setor de Ciências Agrárias - Curso de Engenharia Florestal, 1975. 146p.
- SPURR, S.H. & HSIUNG, W.-Y. Growth rates and specific gravity in conifers. **Journal of Forestry**, **52**(3):191-200, 1954.
- SUTTON, W.R.J. **New Zealand experience with radiata pine**. Rotorua, Forest Research Institute, 1984. 21p. (Palestra apresentada na Universidade de British Columbia, Vancouver, fev. 1984).
- TURNBULL, J.N. Some factors affecting wood density in pine stems. **Journal of the South African Forestry Association** (16):22-43, 1948.
- WARDLE, P.A. Practice and research in spacing thinning and pruning. In: WORLD SYMPOSIUM ON MAN-MADE FORESTS AND THEIR INDUSTRIAL IMPORTANCE, Canberra, 1967. Roma, FAO, 1967. p. 295-320.
- ZOBEL, B.J.; KELLISON, R.C.; MATTHIAS, M.F. & HATCHER, A.V. Wood density of the southern pines. **Technical Bulletin North Carolina Agricultural Experiment Station**, (208):1-56, 1972.
- ZOBEL, B.J. Wood quality from fast-grown plantations... **TAPPI**, **64**(1): 71-4, 1981.