

ISBN 978-85-89281-20-1

# Formação de Povoamentos Florestais

Organizadores

**Carlos Alberto Ferreira  
Helton Damin da Silva**

**Embrapa**

# Formação de Povoamentos Florestais

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Florestas  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

# Formação de Povoamentos Florestais

Organizadores

Carlos Alberto Ferreira  
Helton Damin da Silva

*Embrapa Florestas*  
Colombo, PR  
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

***Embrapa Florestas***

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,

83411 000 - Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675 5600

Home page: [www.cnpf.embrapa.br](http://www.cnpf.embrapa.br)

E-mail: [sac@cnpf.embrapa.br](mailto:sac@cnpf.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida

Membros: Álvaro Figueredo dos Santos, Dalva Luiz de Queiroz

Santana, Edilson Batista de Oliveira, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski,

José Alfredo Sturion, Maria Augusta Doetzer Rosot, Sérgio Ahrens

Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Revisão de texto: Mauro Marcelo Berté

Normalização bibliográfica: Elizabeth Denise Câmara Trevisan

Editoração eletrônica: Mauro Marcelo Berté

Foto da Capa: Paulo Eduardo Telles dos Santos

**1ª edição**

1ª impressão (2008): 500 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

***Embrapa Florestas***

---

Ferreira, Carlos Alberto

Formação de povoamentos florestais / organizadores Carlos  
Alberto Ferreira, Helton Damin da Silva. – Colombo : Embrapa  
Florestas, 2008.

p. 109

ISBN 978-85-89281-20-1

1. Povoamento florestal. I. Ferreira, Carlos Alberto, org. II. Silva,  
Helton Damin da, org. III. Título.

CDD 634.9 (21. ed.)

---

© Embrapa 2008

## Organizadores

**Carlos Alberto Ferreira**

Engenheiro Agrônomo, Doutor

Pesquisador aposentado da *Embrapa Florestas*

calberfe@yahoo.com.br

**Helton Damin da Silva**

Engenheiro Florestal, Doutor

Pesquisador da *Embrapa Florestas*

helton@cnpf.embrapa.br



## **Autores**

**Antonio Francisco Jurado Bellote**

Engenheiro Agrônomo, Doutor  
Pesquisador da *Embrapa Florestas*  
bellote@cnpf.embrapa.br

**Carlos Alberto Ferreira**

Engenheiro Agrônomo, Doutor  
Pesquisador aposentado da *Embrapa Florestas*  
calberfe@yahoo.com.br

**Guilherme de Castro Andrade**

Engenheiro Florestal, Doutor  
Pesquisador da *Embrapa Florestas*  
andrade@cnpf.embrapa.br

**Helton Damin da Silva**

Engenheiro Florestal, Doutor  
Pesquisador da *Embrapa Florestas*  
helton@cnpf.embrapa.br





# **Apresentação**

Coube-me a tarefa de apresentar o livro “Formação de Povoamentos Florestais”, um bom exemplo de tornar pública e acessível a tecnologia gerada pela pesquisa florestal.

Embora seja difícil e sempre incompleta a tentativa de difundir a última palavra em pesquisa florestal, este livro foi escrito com essa finalidade, mas em linguagem acessível, e sem a preocupação de fundamentação excessiva em argumentos técnico-científicos.

Ao longo de seus capítulos, o leitor encontrará a experiência acumulada pelos seus autores, pesquisadores que, em parceria com outros profissionais da iniciativa privada, dedicaram grande parte de suas vidas ao desenvolvimento de tecnologias voltadas para o aumento da produtividade das plantações florestais brasileiras.

Ao mesmo tempo em que disponibiliza a maioria das informações necessárias à execução de boas práticas florestais, seu texto poderá servir de apoio e informação parcial, para cursos de formação de técnicos e profissionais de nível superior.

A qualidade desta publicação se deve à competência e dedicação dos pesquisadores que se dispuseram a escrever e disponibilizar os capítulos que a compõe.

Orgulho-me de poder ter organizado este livro, e gostaria de encorajar aos demais pesquisadores e profissionais, da área florestal, a produzirem obras semelhantes, que poderão em muito contribuir para a divulgação de novas tecnologias e conhecimentos e para o aprimoramento da atividade florestal em nosso País.

Carlos Alberto Ferreira  
Organizador



# Sumário

Capítulo 1. O Contexto Florestal.....	13
Capítulo 2. Importância da Atividade Florestal no Brasil.....	19
Capítulo 3. O que são Povoamentos Florestais.....	23
Capítulo 4. Manejo dos Recursos Florestais.....	27
Capítulo 5. As Plantações Florestais.....	33
Capítulo 6. Implantação de Povoamentos.....	39
Capítulo 7. Plantios Florestais com Finalidade de Serviços e Benefícios Indiretos de Natureza Ambiental.....	43
Capítulo 8. Silvicultura do Eucalipto.....	51
Capítulo 9. Nutrição, Adubação e Calagem para <i>Eucalyptus</i> .....	55
Capítulo 10. Nutrição de <i>Pinus</i> no Sul do Brasil.....	67
Capítulo 11. Condução de Plantações para Produção de Madeira para Desdobro.....	79
Capítulo 12. Condução de Plantios de <i>Eucalyptus</i> em Sistema de Talhadia....	85
Capítulo 13. Sustentabilidade da Produtividade Florestal.....	99
Referências.....	103



# Capítulo 1

## O Contexto Florestal

*Carlos Alberto Ferreira*

*Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução

As principais razões históricas para a implementação de programas de desenvolvimento florestal têm sido a crescente demanda por produtos florestais, gerada pelo crescimento populacional, da renda per capita e do desenvolvimento industrial. Entretanto, outras razões tornaram-se igualmente importantes. Os serviços ambientais e benefícios indiretos proporcionados pelas florestas, como a regularização dos mananciais, a fixação do gás carbônico, amenização do clima e a beleza cênica, dentre outros, têm sido impostos como externalidades fundamentais oriundas das florestas.

Embora muitos progressos tenham sido verificados nos últimos anos, o desenvolvimento silvicultural, para implantação de florestas com as finalidades apontadas no parágrafo anterior, ainda é insatisfatório em muitos aspectos. A provisão de sementes, por exemplo, é insuficiente, tanto qualitativa quanto quantitativamente. As opções silviculturais disponíveis para plantios com finalidades não econômicas, biológica e ecologicamente recomendáveis são onerosas e de difícil aplicação prática. Faz-se necessário aumentar o conhecimento sobre os ecossistemas florestais envolvidos e a auto-ecologia das espécies mais importantes, com o objetivo primordial de aumentar a eficiência dos métodos de regeneração preconizados e reduzir os custos das ações silviculturais.

Além das vantagens próprias das plantações florestais, avanços tecnológicos recentes favorecem a utilização da madeira proveniente de florestas de rápido crescimento. Dentre os avanços tecnológicos, deve-se destacar aqueles que permitem maior eficiência no processamento da madeira, menor quantidade de resíduos e maior possibilidade de reciclagem. Os produtos industriais de base florestal, como as chapas de fibra tipo OSB e MDF, são atualmente independentes das características específicas da madeira e essa tendência deverá acentuar-se nos próximos anos. Para outros produtos como celulose e papel, desdobro e mesmo para siderurgia a carvão vegetal, procura-se continuamente a adequação da matéria prima.

A demanda futura de produtos florestais é condicionada por inovações em outros setores, não apenas no setor florestal, que lhe confere características de alta variabilidade e de elevado dinamismo, gerando constantes avaliações da necessidade de pesquisa.

Nas regiões de ocorrência de florestas naturais, com alta disponibilidade de madeira acessível a baixos custos, esta fonte ainda será uma opção. Entretanto, a exploração desse recurso deverá ser efetuada em regimes de baixo impacto, que assegurem a manutenção da biodiversidade, implicando na elevação dos custos da madeira. Analisando as tendências atuais, a motivação primordial para a manutenção das florestas naturais remanescentes, em outras regiões, com exceção da Região Amazônica, será para o lazer e a obtenção de serviços ambientais.

Os plantios florestais desempenham um papel de extrema importância do ponto de vista econômico, social e ambiental, não apenas no Brasil, mas também em diversos países onde espécies exóticas de rápido crescimento foram introduzidas. O sucesso das espécies de eucalipto e pínus se deve à sua extrema capacidade de adaptação, ao rápido crescimento e à possibilidade de utilização da sua madeira para os mais variados fins.

### 1.1 Situação florestal no mundo

O crescimento da população mundial, estimado em 245 mil novos habitantes por dia, gera crescente demanda por produtos florestais e agropecuários e exerce enorme pressão sobre os recursos naturais, entre estes os recursos florestais. Em resumo, o impacto da população sobre as florestas é devido a dois fatores: a) o tamanho da população e b) a demanda de cada indivíduo pelos produtos florestais. A população mundial deverá crescer dos 5,3 bilhões de habitantes no ano de 1990 para 10 bilhões no ano 2050 e estabilizar-se por volta de 11,6 bilhões no início de 2200, de acordo com as previsões das Nações Unidas (BROWN et al., 1997). Estas projeções são, entretanto, contestadas por autores como Avery (1995), que estima que a população mundial deverá atingir o pico de 8 bilhões em 2030, tendendo a decrescer nos anos subseqüentes (NAMBIAR, 1996). Permanece indubitável a premissa de que a demanda por madeira e produtos de base florestal deverá continuar aumentando.

O consumo de madeira cresce proporcionalmente ao aumento do Produto Interno Bruto. Embora seja difícil prever o efeito do desenvolvimento tecnológico sobre a demanda e o consumo de madeira, em um mundo em rápidas mudanças, todas as estimativas apontam para o aumento da demanda. A maior parte, por razões diversas além das já apontadas, será suprida com madeira oriunda de florestas plantadas (BROWN et al., 1997).

O crescimento da demanda mundial de madeira industrial foi extremamente elevado entre 1900 e 1950. Entretanto, decresceu após esse ano pelo desenvolvimento de produtos substitutivos da madeira como, por exemplo, os plásticos, a madeira reconstituída e os derivados de celulose. O desenvolvimento tecnológico, gerando melhores técnicas e produtos para preservação da madeira e para uso na construção civil, possibilitou ainda maior eficiência e rendimento na conversão e utilização da madeira industrial, aumentando o aproveitamento e a durabilidade da madeira e a utilização de árvores de menores diâmetros. O desenvolvimento tecnológico, em outras áreas, indiretamente, possibilitou a redução do uso de madeira industrial como, por exemplo, a reciclagem intensiva, principalmente de papéis e o desenvolvimento da informática e das telecomunicações (BROWN et al., 1997). Apesar desse cenário, há necessidade de suprir a crescente demanda de madeira. Na ausência de outras fontes, as florestas nativas continuam sendo exploradas a taxas cada vez maiores. A situação brasileira, no que se refere às fontes de madeira, a despeito da participação crescente das florestas plantadas, mostra, ainda, uma participação muito alta das florestas nativas. A demanda anual de madeira, no Brasil, é estimada em 350 milhões de metros cúbicos e a produção a partir de florestas plantadas em 90 milhões. O déficit anual de 260 milhões de metros cúbicos é suprido pela madeira oriunda de florestas nativas (FERREIRA; GALVÃO, 2000; O SETOR ..., 1998).

## 1.2 Redução da cobertura florestal

A perda de superfície florestada, também, está diretamente relacionada com o aumento da população. Nas últimas décadas, as taxas de desmatamento têm atingido níveis elevados, superando em muito as observadas nas décadas anteriores. Na Figura 1, resumem-se as informações disponíveis até o final da década de 1980. O desmatamento, que chegou à cifra de 17 milhões de hectares por ano, na década de 1980, superou a observada na década de 1970, que foi estimada em 11 milhões de hectares por ano. Isto representa aumentos médios de 54,5 % e de 183 %, respectivamente, em relação à média histórica de 6 milhões de hectares desmatados por ano. Na década de 1990, houve um ligeiro decréscimo, alcançando desmatamento de aproximadamente 16 milhões de hectares. Considerando-se o aumento da área de plantios florestais e a regeneração de florestas em outras áreas abandonadas pela agricultura, principalmente no hemisfério norte e países desenvolvidos, o desmatamento recuou para 14,2 milhões segundo estimativas da FAO (2001) (Quadros 2 e 3). Deve ser salientado que a totalidade desse desmatamento ocorre em 87 países situados na região tropical. Dentro deste cenário, a América Latina é responsável por praticamente a metade dessa área, e o Brasil pela metade da área desflorestada anualmente na América Latina. O Quadro 1 resume as principais causas para o avanço do desmatamento.

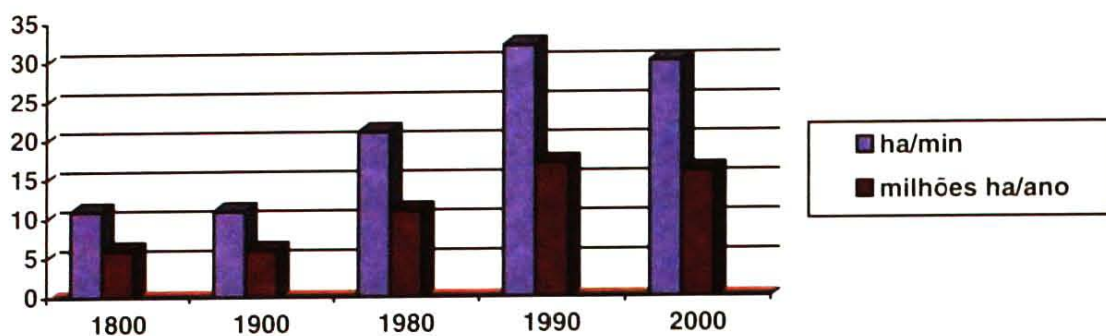


Figura 1. Evolução do desmatamento no mundo (FAO, 2001).

O Brasil aparenta uma situação confortável quanto à disponibilidade de recursos florestais, por ser detentor da maior floresta tropical úmida do planeta e de uma área reflorestada superior a 4,6 milhões de hectares. A disponibilidade de grandes volumes de madeira, na Amazônia, não assegura o atendimento das necessidades de outras regiões do País. Embora a árvore em pé tenha baixo valor na Amazônia, dificuldades de exploração, custos elevados de extração e transporte, bem como métodos ultrapassados e anti-econômicos de utilização da madeira inviabilizam sua colocação em grande escala nas outras regiões do País. Por outro lado, a maior conscientização da sociedade, valorizando outros produtos e serviços, que não apenas bens econômicos, pressiona para que se faça o uso racional dos recursos naturais, quando não a sua preservação pura e simples.

#### Quadro 1. Causas de desmatamento.

<i>Fatores humanos</i>			
<b>Políticos</b>	<b>Pressão Populacional Rural e Urbana</b>	<b>Desenvolvimento Econômico</b>	<b>Culturais e Tradicionais</b>
<i>Instabilidade</i>	<i>Crescimento</i>	<i>Agricultura</i>	<i>Agricultura migratória</i>
<i>Corrupção</i>	<i>Densidade</i>	<i>Indústria madeireira</i>	<i>Pecuária</i>
<i>Tenência da terra precária</i>	<i>Infra-estrutura</i>	<i>Extração de lenha</i>	<i>Incêndios provocados</i>
<i>Administração ineficaz</i>		<i>Dependência-externa</i>	
<i>Fatores naturais</i>			
<i>Cobertura florestal</i>	<i>Risco de erosão</i>	<i>Geadas</i>	
<i>Incêndios</i>	<i>Acessibilidade</i>	<i>Chuvas torrenciais</i>	
<i>Furacões</i>	<i>Terremotos</i>	<i>Secas</i>	



Quadro 2. Cobertura florestal situação mundial (FAO, 2001).

Cobertura florestal mundial	3,9 bilhões de ha
Cobertura florestal por habitante	0,6 ha / capita
Florestas naturais	95 % do total
Plantações florestais	5 % do total
Distribuição por região ecológica	
Nos Trópicos	47 % da área total
Na Região Boreal	33 % da área total
Na Região Temperada	11 % da área total
Na Região Sub-Tropical	9 % da área total

Quadro 3. Plantações florestais: extensão e distribuição mundial por região (FAO, 2001).

Área total de plantações florestais	180 milhões de há
Área de plantio anual	4,5 milhões de ha/ano
Área efetivamente plantada	3,1 milhões de ha/ano
Distribuição por região	
Ásia	62 %
Europa	17 %
América do Norte e Central	10 %
América do Sul	5 %
África	4 %
Oceania	2 %

# Capítulo 2

## Importância da Atividade Florestal no Brasil

*Carlos Alberto Ferreira*

*Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução

As florestas naturais e plantadas são importante patrimônio do Brasil, que proporcionam significativos benefícios sociais, ambientais e econômicos. O patrimônio florestal brasileiro é constituído por aproximadamente 566 milhões de hectares, que ocupam 67 % da superfície do País, representando 3,76 hectares por habitante. A maior superfície florestada é a Amazônia, 284 milhões de hectares, representando 30 % das reservas mundiais de florestas tropicais. A vegetação dos cerrados ocupa 160 milhões de hectares, mas tem sido devastada para expansão da fronteira agrícola. As florestas plantadas com espécies de rápido crescimento cobrem aproximadamente 5,2 milhões de hectares (Quadro 1), segundo dados publicados em Sociedade Brasileira de Silvicultura (2006).

### 2. Importância econômica e social

A atividade florestal representa aproximadamente 4 % do PIB nacional (US\$ 7 bilhões), sendo responsável pelo recolhimento de US\$ 2 bilhões em impostos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2006). As exportações de produtos florestais alcançaram US\$ 5,4 bilhões (Quadro 2), em 2004, correspondendo a 10 % das exportações brasileiras e a 18,9 % do total das exportações agropecuárias, só sendo inferior à participação da soja (20,1 %). O carvão vegetal, oriundo de florestas nativas e reflorestamentos, é responsável por 40 % da produção nacional de ferro gusa. A madeira fornece 20 % da energia primária consumida no Brasil, sendo utilizada em secagem de grãos, em caldeiras industriais, olarias e padarias e para o consumo doméstico, principalmente nas regiões mais carentes do País.

A importância social da atividade florestal pode ser avaliada pelo expressivo número de empregos que gera (700 mil diretos e 2 milhões indiretos). Estima-se que toda a cadeia produtiva de base florestal empregue 6 milhões de trabalhadores. Apenas o segmento moveleiro, que compreende inclusive móveis fabricados com outras matérias primas, concentrado nas regiões Sul e Sudeste, é composto por 16.298 empresas, proporciona 200 mil empregos diretos e movimenta cerca de

US\$ 6 bilhões por ano. As exportações cresceram de US\$ 39,7 milhões para US\$ 390,5 milhões, no período de 1990 a 1997, alcançando US\$ 500 milhões em 1999 e US\$ 991 milhões em 2005 (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2006). Desde a década de 1980, a madeira de *Pinus* tem sido utilizada como a principal matéria-prima para a produção de móveis.

O potencial da atividade florestal na região amazônica tem sido bastante enfatizado. Estima-se em 45 bilhões de metros cúbicos o seu potencial de produzir madeira. A metade da madeira em toras consumida no Brasil é originária dessa região (Quadro 3). Devido ao esgotamento das reservas florestais do sudeste da Ásia, prevê-se um aumento da participação brasileira no mercado externo. Entretanto, o aproveitamento da madeira e dos produtos da floresta como fonte de renda e para geração de empregos é ainda incipiente.

### **3. Participação brasileira no mercado mundial**

O mercado mundial de produtos florestais alcança aproximadamente os US\$ 145 bilhões anuais. Este valor é superior ao total dos outros produtos agropecuários como cereais, carne, leite e derivados. Esta posição relativa ocorre desde a metade da década de 1980. Além da sua importância, este mercado caracteriza-se por uma demanda expansiva. Os principais produtores tradicionais têm enfrentado dificuldades para continuar atendendo essa demanda, convivendo com situações de custo crescente. No Canadá, por exemplo, exploram-se florestas cada vez mais setentrionais e, conseqüentemente, distantes de seus principais centros populacionais e industriais. Teme-se, ainda, um decréscimo na produtividade florestal devido ao manejo inadequado das florestas já exploradas. Situação semelhante é enfrentada pelos países da antiga União Soviética, forçada a explorar as florestas da Sibéria, após sobre-explorar suas reservas florestais mais acessíveis. A Suécia e a Finlândia estão rapidamente alcançando seus limites de produção sustentável, tendo inclusive, reduzido os incentivos à produção madeireira.

Embora o cenário mundial se apresente bastante favorável a uma maior participação brasileira no mercado internacional, as exportações brasileiras (Quadro 2) alcançam apenas aproximadamente 3,7 % do total desse mercado (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2006).

O incremento da participação brasileira no mercado mundial de produtos florestais depende, no entanto, do aumento da oferta de madeira, quer pelo aumento da área plantada, quer pelo aumento da produtividade das florestas submetidas a manejo. Nas últimas três décadas, o ritmo de implantação de novas áreas ficou abaixo da necessidade estimada, gerando desequilíbrio entre oferta e demanda, resultando em uma escalada sem precedentes do preço da madeira. O cenário

deste momento indica provável falta aguda de madeira, no caso de toras de grandes dimensões, já nos próximos anos.

Embora o ritmo de implantação de novas plantações florestais tenha se elevado dos 200 mil ha para mais de 400 mil em 2004 e alcançando 553 mil ha em 2005 (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2006), há expectativa de falta aguda de toras no mercado até 2020.

Quadro 1. Área plantada com pinus e eucaliptos no Brasil (ha).

<b>Estado</b>	<b>Área reflorestada</b>
Minas Gerais	1.216.744
São Paulo	946.542*
Paraná	792.768
Santa Catarina	588.245*
Bahia	582.132*
Rio Grande do Sul	364.770*
Espírito Santo	208.933*
Mato Grosso do Sul	152.340*
Pará	106.182*
Amapá	87.928*
Goiás	60.872*
Maranhão	60.745*
Mato Grosso	42.460*
Outros	31.112
<b>Total</b>	<b>5.241.774</b>

Fonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura (2006).

Apesar do incômodo desta situação, o Brasil está entre os sete maiores exportadores de produtos florestais do mundo. É o maior exportador mundial de celulose de fibra curta e de compensados de pinus, e o terceiro maior exportador de madeira serrada e de compensado de madeira tropical.

Quadro 2. Principais produtos e participação na receita total oriunda das exportações de produtos de base florestal.

<b>Produtos</b>	<b>Participação Percentual</b>
Papel, papelão e celulose	<b>68,5</b>
Panéis chapas e laminados	<b>12,4</b>
Toras e madeira serrada	<b>17,5</b>
Ouros produtos	<b>1,8</b>
<b>Total</b>	<b>US\$ 5,4 bilhões</b>

Fonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura (2006).

Quadro 3. Distribuição das florestas naturais do Brasil por Estado.

<b>Estado</b>	<b>Distribuição (%)</b>
Amazonas	26,2
Pará	23,7
Mato Grosso	11,2
Bahia	5,4
Mato Grosso do Sul	4,2
Rondônia	4,2
Outros	25,2

Fonte : Anuário Brasileiro da Silvicultura (2005).

## Capítulo 3

# O que são Povoamentos Florestais

*Carlos Alberto Ferreira*

*Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução e conceito de povoamento florestal

A definição do que se constitui um povoamento florestal não é tão simples quanto possa parecer. Existem desacordos com relação à classificação das diversas coberturas vegetais originais que poderiam ser consideradas como verdadeiras formações florestais. Assim, de acordo com Ab'Saber (1973), haveria no Brasil seis domínios geográficos e macroecológicos:

- i) as florestas de terras baixas da Amazônia;
- ii) o planalto central ou os chapadões do Brasil Central predominantemente cobertos pelo cerrado;
- iii) a região montanhosa Atlântica, originalmente coberta por florestas;
- iv) a caatinga;
- v) os planaltos do Sul do Brasil originalmente recobertos pelas Florestas de Araucária;
- vi) os campos do Sul do Brasil recobertos por vegetação onde predominam gramíneas.

Dentre estes domínios, tiveram importância, sob o ponto de vista de produção madeireira, apenas as formações florestais que ocorrem na Amazônia, na região Atlântica e nos planaltos do Sul do Brasil. A intensidade de exploração, verificada na Mata atlântica e nas Florestas de Araucária, foram tão intensas que, atualmente, existem apenas pequenas áreas remanescentes cuja exploração para produção madeireira, mesmo sob regimes de baixo impacto, é desaconselhável. A vegetação natural denominada de cerrado, que originalmente cobria os chapadões do Brasil central, foram praticamente dizimadas pela expansão da agricultura e pela produção de carvão vegetal. Na floresta amazônica, diversos projetos estão em execução utilizando conceitos de manejo de baixo impacto. Entretanto, enfrentam problemas de sustentabilidade econômica, devido à heterogeneidade da floresta e o baixo retorno da exploração madeireira.

## 2. Conceitos e terminologia

A definição de povoamento florestal encontrada em glossários é, por vezes, contraditória. Assim, o glossário publicado recentemente<sup>1</sup> define como povoamento florestal “um conjunto bem delimitado de plantas arbóreas plantadas numa determinada área”. O mesmo glossário define povoamento natural “quando formado por árvores nascidas espontaneamente, sem nenhuma intervenção do homem”. Portanto, o povoamento natural não poderia ser um povoamento florestal se adotarmos como correta a definição de povoamento florestal apresentada no mesmo glossário. Outra situação que pode acarretar alguma confusão é o uso dos termos como povoamento artificial e povoamento natural, dando idéia de que o povoamento poderia ser composto por árvores artificiais.

Se considerarmos povoamento florestal como uma formação vegetal em que predominem elementos arbóreos, sem referência à forma de regeneração, é possível contornar o problema. Ainda, pode ser simplificado o entendimento, se a denominação “plantações florestais” for adotada. Teríamos, portanto, povoamentos florestais naturais formados sem a influência humana e as plantações florestais que teriam origem em plantios por sementes ou por mudas.

## 3. Termos comumente encontrados na literatura

A equipe de pesquisadores da *Embrapa Florestas* reuniu diversos glossários de termos florestais e sua significação. A finalidade foi estabelecer uma discussão visando à harmonização e melhor compreensão entre os diversos autores (FERREIRA, 1982; GRUPO PERMANENTE DE TRABALHO EM NUTRIÇÃO E FERTILIZAÇÃO FLORESTAL, 1983).

Como poderá ser entendido, na seqüência, há necessidade de maior discussão sobre o assunto e propostas mais claras para a definição de termos com melhor aceitação no meio técnico-científico. No momento, ocorre uma profusão de termos muitos diferentes, significando a mesma coisa e outros muito parecidos e até iguais, com significados diferentes.

Assim, são destacados alguns termos referentes a formações florestais que são citados por Veiga (1977). Recomenda-se que, sempre que necessário, destaque-se o significado do termo empregado.

**Povoamento completo.** Em silvicultura, o povoamento é completo quando a projeção das copas recobre todo o solo.

---

<sup>1</sup> OSMOND, J.P.G. **Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais.** Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Rio de Janeiro, p 292, 2004.

**Povoamento entrecortado** (ou interrompido, incompleto). Designa o maciço florestal em que há vãos ou aberturas entre as árvores.

**Povoamento florestal.** Refere-se a uma associação de árvores em uma “dada” área para produção de produtos florestais. Sinônimos: maciço florestal, talhão florestal.

**Formação.** Conjunto de plantas que habitam uma região, constituindo-lhe o fácies, composto de formas de crescimento de características fixas: campos, florestas. Define-se, também, como “formação” a aglomeração de duas ou mais associações.

**Floresta.** Na definição antiga, uma associação de árvores em grandes extensões, sendo considerada como não cultivada. Atualmente, defini-se como um conjunto de árvores de certa densidade populacional e certo desenvolvimento. As florestas se diferenciam quanto à forma, composição, altura e origem.

Quanto à forma: floresta de mesma idade (coetânea ou equiânea); de idades diversas (disetânea, dissentânea ou multiânea).

Quanto à composição: homogêneas, com um único gênero ou espécie, ou homóclitas, quando ocorrem dois ou mais gêneros ou espécies.

Quanto à altura: simples (altura uniforme) ou composta (alturas diversas entre as árvores).

Quanto à origem: natural ou artificial.

**Floresta de proteção.** Destinada à proteção dos mananciais d’água, do solo, sem considerar, como função precípua, a produção de madeira.

**Floresta nacional** (Reserva Florestal). Diz-se da reserva federal, de domínio público, destinada à produção permanente de madeira, à proteção de bacias hidrográficas que fornecem água para uso doméstico, energia elétrica, enfim, de benefício público.

**Floresta secundária** (ou de substituição). É a floresta formada naturalmente após a destruição parcial ou total da floresta primária. A tendência é formar a secundária a partir do estágio primário não destruído, o que depende do estado de degradação pelo qual se sujeitou o solo.

**Floresta tropical.** Aglomeração heteróclita de árvores, desde espécimes de grande porte aos arbustos, sub-arbustos, epífitas, lianas, sub-bosque, flora hipógea, simbioses e parasitos. São as florestas do Brasil, da África, das Índias e das ilhas da Oceania.



**Plantação florestal.** Diz-se do processo através do qual se implanta um maciço, quer através de sementeiras diretas, quer de transplante de mudas ou de estacas.

**Maciço comercial** (floresta comercial). Aquele que é conduzido para a produção de material lenhoso, de tanino, de resina e outros produtos. Seu principal objetivo é a renda.

**Maciço de proteção** (floresta de proteção). Diz-se do povoamento localizado em áreas sujeitas à erosão, ou à neve; onde haja nascentes d'água; ou destinado à proteção de bacias hidrográficas.

**Maciço florestal.** Vide povoamento florestal.

**Maciço florestal de uso múltiplo.** Aquele que abrange emprego ou usos múltiplos de madeira; utilizado em sistema silvo-pastoril; formado para recreação, preservação ou para o abrigo de animais silvestres.

**Maciço não comercial.** Povoamento existente em locais inacessíveis; de baixa produtividade. Diz-se, também, das florestas que não devem ser exploradas (parques, áreas selvagens, etc).

**Maciço zebrado** (ou marchetado). Refere-se ao povoamento onde haja faixas diferentes de plantas, no que diz respeito à uniformidade.

**Povoamento.** Conjunto bem delimitado de plantas arbóreas plantadas numa determinada área ou conjunto de indivíduos da mesma espécie.

**Povoamento artificial.** Povoamento formado por árvores provenientes de outras plantações ou sementeiras efetuadas diretamente pelo homem.

# Capítulo 4

## Manejo dos Recursos Florestais

*Carlos Alberto Ferreira*

*Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução

Uma combinação de plantios intensivamente manejados com florestas nativas sob regime de manejo extensivo e áreas protegidas mantidas intactas para preservação da biodiversidade, produção de produtos não madeireiros e outros benefícios diretos e indiretos, é considerado o modelo mais apropriado para os anos vindouros (WITHMORE, 1998). Entretanto, em muitas regiões, a remoção das florestas foi tão intensa que, mesmo áreas protegidas por lei, ou de elevado interesse paisagístico e ambiental, foram desmatadas. Os remanescentes florestais ficaram erodidos de tal forma que a única possibilidade de recuperação é através do plantio de árvores. Neste contexto, estão muitas matas ciliares e outras áreas de preservação permanente e de proteção ambiental.

### 2. Opções de manejo de recursos florestais

O manejo dos recursos florestais depende do tipo de floresta existente, portanto, ocorre de modo muito variável, principalmente devido aos diferentes biomas florestais das diversas regiões. Naturalmente, a demanda por produtos ou serviços ambientais é o principal motivador das ações a serem desencadeadas. A potencialidade dos recursos florestais para oferecer os produtos demandados é a principal limitação a ser considerada. Os impactos decorrentes do uso dos recursos florestais devem ser considerados e suas conseqüências avaliadas de forma ampla. Portanto, as decisões de manejo são complexas, exigindo amplos conhecimentos além dos silviculturais e, por vezes, dependem da aprovação da sociedade e, ainda, podem demandar ações prévias de pesquisa.

As regiões Sul e Sudeste, que até a década de 1970 exportaram madeira oriunda de florestas naturais, atualmente, dependem da floresta amazônica para atender parte de suas demandas. A Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS) e outras associações setoriais apontam para um desequilíbrio entre a oferta e a demanda de madeira para atender os planos de expansão das indústrias de base florestal, já nas próximas décadas. Para as indústrias de celulose e papel, os estoques disponíveis não são suficientes sequer para atender a demanda do mercado interno. Portanto, parece inviável manter ou melhorar a posição brasileira

no mercado internacional, a médio e longo prazos (PROGRAMA NACIONAL DE FLORESTAS, 2000). No caso de madeira oriunda de florestas naturais, a situação é ainda pior. A exploração madeireira na Amazônia, em geral, acompanha as frentes de colonização. As árvores retiradas são processadas com técnicas inadequadas, sendo sub-utilizadas. Muitas árvores, mesmo com valor madeireiro, não são devidamente aproveitadas, sendo simplesmente queimadas por falta de interesse econômico imediato. Os preços pagos pelas árvores em pé são aviltantes, tornando desinteressante a manutenção de áreas para exploração madeireira. Em curto prazo, os estoques acessíveis de baixo custo se esgotam e as serrarias deslocam-se para novas frentes, tornando a atividade incerta, temporária, pouco remuneradora e socialmente desinteressante.

A inserção da madeira tropical brasileira no mercado mundial depende da adoção de técnicas de exploração e manejo que atendam a preceitos de sustentabilidade e conservação da biodiversidade. A certificação dos processos adotados é imprescindível, face às barreiras de mercado impostas principalmente na Europa e nos Estados Unidos. Impõe-se, dessa forma, a necessidade da adoção de explorações de baixo impacto. No entanto, a baixa produtividade e alta heterogeneidade das florestas naturais aliada aos altos custos e longos períodos entre explorações simultâneas, e remuneração pouco compensatória para esse tipo de madeira, tornam a atividade desinteressante. Assim, as explorações irracionais, altamente seletivas, com preocupação única de lucro imediato, com comprometimento da produtividade futura, são os sistemas predominantes, degradando as florestas exploradas. Aparentemente, a exploração sustentada das florestas naturais tenderá a ser executada apenas em casos excepcionais onde o interesse de lucro pela produção madeireira seja secundário.

### **3. Os sistemas silviculturais**

O maior desafio da silvicultura reside na concepção e aplicação de sistemas silviculturais. A análise da situação atual da área florestal e os seus objetivos, geralmente de ordem econômica, são determinantes para a escolha do sistema silvicultural a ser adotado. Antes de comentar sobre os diversos sistemas silviculturais, é importante deixar claro o conceito aqui adotado para esse termo. De acordo com Smith (1962), sistema silvicultural é um programa de tratamentos silviculturais aplicados ao povoamento florestal, durante toda a sua vida. Por outro lado, Ford–Robertson (1971) define-o como um processo, obedecendo a princípios silviculturais consolidados, em que as florestas são conduzidas, exploradas e substituídas, resultando em produtos florestais diferenciados. Nos povoamentos naturais, os sistemas silviculturais constituem-se, primordialmente, em métodos de regeneração aplicáveis no momento em que as árvores alcançam sua maturidade, antes ou logo após a exploração das mesmas.

A decisão pelo sistema silvicultural a ser adotado depende do tipo de floresta a ser manejado e, fundamentalmente, da ocorrência e frequência das árvores de interesse econômico. Na Figura 1, resume-se, esquematicamente, o processo decisório para adoção e escolha do sistema silvicultural. No caso em que a floresta objeto da aplicação dos sistemas silviculturais assegure possibilidades de rendimentos econômicos aceitáveis ou satisfatórios em novas rotações, podem ser aplicados os sistemas silviculturais baseados na regeneração natural. Em situações onde a presença de árvores de interesse econômico é pouco frequente e as possibilidades de rotações econômicas compensadoras é remota, é necessário aplicar processos que possibilitem aumentar o número de árvores de interesse econômico ou mesmo que prevejam a substituição da vegetação existente. Nestes casos, podem ser aplicados os sistemas silviculturais baseados na regeneração por mudas, ou na regeneração natural complementada pelo plantio de mudas.

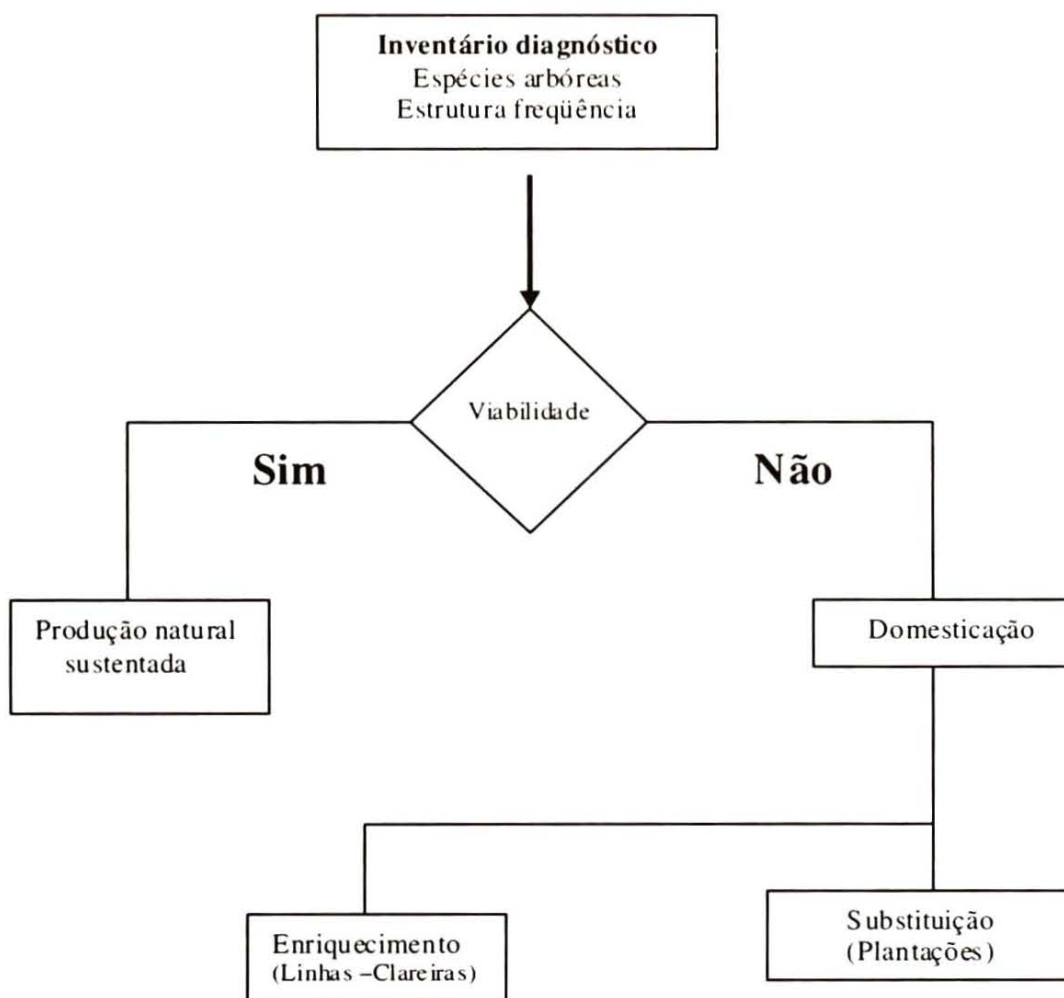


Figura 1. Esquema ilustrativo para tomada de decisão, do ponto de vista econômico, para aplicação de sistemas silviculturais.

A maioria dos sistemas silviculturais é identificada de acordo com os métodos de regeneração em que se baseiam, como segue:

Métodos por alto-fuste – Povoamentos regenerados por sementes

Povoamentos equiâneos

1. Alto fuste regular com regeneração por corte único.
2. Alto fuste regular com regeneração por cortes progressivos.
3. Alto fuste jardinado.

Povoamentos coetâneos

4. Cortes seletivos.

Métodos por talhadia – Povoamentos regenerados por brotação de cepas

5. Talhadia simples regular.
6. Talhadia composta ou sob alto fuste
  - com árvores reservadas para rotações mais longas.

Todos estes sistemas silviculturais baseiam-se na regeneração natural, não no uso de mudas.

As plantações florestais, embora se assemelhem ao sistema por corte raso (único), têm a diferença fundamental de que a regeneração é assegurada por meio de mudas. As pesquisas relacionadas com a indução ou condução da regeneração natural têm progredido lentamente nas florestas tropicais, face aos problemas e dificuldades inerentes à aplicação dos próprios sistemas. Outras dificuldades residem na estrutura complexa das florestas tropicais, como também no número elevado de espécies componentes. Dificulta, também, a adoção da regeneração natural, a falta de conhecimentos relativos à auto-ecologia das espécies, o crescimento agressivo de plantas invasoras, quando as florestas apresentam-se excessivamente abertas e ainda o estágio de degradação que as explorações seletivas acarretam. Portanto, sistemas silviculturais baseados em regeneração natural têm sido pouco aplicados nos trópicos. Uma exceção é o método malaio e suas modificações denominadas de sistema Celos e o sistema Embrapa (FERREIRA et al., 1999). Também de utilização restrita são os métodos de domesticação conhecidos como plantios sob cobertura. Embora resultados experimentais promissores tenham sido relatados.

Métodos de domesticação ou substituição – Povoamentos regenerados por mudas.

1. Plantios puros a pleno sol.
2. Plantios mistos a pleno sol.
3. Plantios sob cobertura em faixas
  - plantios de enriquecimento
  - plantios de conversão.
4. Plantios sob cobertura em clareiras
  - plantios de enriquecimento
  - plantios de conversão.



# Capítulo 5

## As Plantações Florestais

Carlos Alberto Ferreira  
Helton Damin da Silva

### 1. Introdução

A elevada produtividade em plantações, com fins industriais, aliada à capacidade de adaptação a novos ambientes e rotações relativamente curtas, apresentada por espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, têm motivado a preferência por estas espécies. Aproximadamente um terço da área reflorestada, nas regiões tropicais do mundo, é ocupada por pinus e eucaliptos (BOYLE et al., 1997; FAO, 1993). Com poucas exceções, a maioria das espécies plantadas, desses dois gêneros, provém de áreas de climas com regimes de chuva sazonais, úmidos e sub-úmidos, tropicais e subtropicais.

As principais espécies utilizadas no Brasil são as seguintes: *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, Híbrido "urograndis", *C. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. dunnii*, *E. viminalis*, *Pinus taeda*, *P. elliottii* var. *elliottii*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. oocarpa* e *P. patula*. A *Acacia mearnsii* (acácia negra), exótica originária da Austrália, limita-se aos estados da Região Sul do Brasil, tendo grande importância como produtora de tanino no Rio Grande do Sul. De introdução mais recente, mas ganhando importância em regiões específicas, podem ser destacadas ainda o *E. benthamii* e o *Pinus maximinoi*. Extensos plantios de teca (*Tectona grandis*) e, mais recentemente, de *Acacia mangium* foram implantados no Mato Grosso e em Roraima. Esta última, com objetivo de produção de madeira de alta qualidade e para celulose e papel. Entre as espécies nativas, também nas regiões Sul e Sudeste, destaca-se a araucária (*Araucaria angustifolia*) cuja área plantada é menor que das outras espécies.

Embora grande número de espécies ocorra nos ecossistemas florestais naturais do Brasil, algumas com excepcional qualidade de madeira, taxa de crescimento relativamente elevada e silvicultura razoavelmente conhecida, praticamente nenhuma outra espécie, além da araucária (CARVALHO, 2000), paricá e seringueira, são plantadas em grande escala.



## 2. Vantagens das plantações florestais

As plantações florestais como fornecedoras de matérias primas para os mais diversos fins estão se tornando cada vez mais importantes e é imperioso que sejam bem manejadas do ponto de vista produtivo, ecológico, social e econômico. Nenhum manejo pode ser aplicado para qualquer forma de uso da terra, sem alteração no ecossistema. No caso dos plantios florestais, por serem, na maiorias dos casos, monoculturas, são impostas algumas restrições relacionadas à fauna, consumo de água e nutrientes. Não deveria haver resistência para as alterações que são necessárias, mas dever-se-ia conhecer seus riscos e minimizar ou prevenir seus impactos em ambientes associados.

Reconhece-se que as plantações florestais podem apresentar algumas desvantagens com relação às florestas nativas, principalmente relacionadas à biodiversidade do ecossistema. Entretanto, diversas vantagens podem ser apontadas, sendo a principal delas a possibilidade, na maioria das vezes, de obtenção de produtividades mais elevadas que nas florestas nativas. Deve-se considerar, também, que existe margem para aumentos de produtividade, mesmo em plantios executados com tecnologia avançada. Há sempre necessidade de redução de custos operacionais, de controle de pragas e doenças, dentre outras ações.

As plantações florestais, embora exijam dispêndios relativamente elevados na sua implantação, têm vantagens marcantes sobre as florestas nativas, inclusive, possibilitando técnicas de manejo mais eficientes e bastante diferenciadas daquelas aplicáveis em povoamentos naturais. Algumas considerações nesse sentido, favoráveis e restritivas com relação a florestas plantadas, são apresentadas por Nambiar (1996) e Withmore (1998):

- Produtividade mais elevada que as florestas nativas em sítio similar, tendo como consequência maior demanda dos fatores de sítio.
- Possibilidade de implantar, no início de cada rotação, o material genético capaz de produzir matéria prima de melhor qualidade e mais rapidamente.
- Maior facilidade para implementar técnicas de manejo, visando minimizar os efeitos adversos da exploração intensiva e controlar a competição por fatores de sítio.
- Necessidade de intervenções (distúrbios) mais freqüentes devido às rotações mais curtas.

- Mais oportunidades para aumentar a produtividade, incluindo a qualidade da madeira, ao longo da rotação, pela possibilidade de aplicar melhores práticas de implantação, desrama, desbastes e adubação.
- Possibilidade de retorno mais rápido a partir de investimentos direcionados ao mercado.
- Menor conflito ecológico na produção e colheita da madeira.

### **3. Possibilidades de aumento de produtividade**

Em muitos sítios, a produtividade florestal está aquém do seu potencial biológico, havendo possibilidades de aumento da produtividade, em grande escala, pela adoção de técnicas apropriadas de manejo de solo e da plantação. Nas regiões tropicais, o ambiente biofísico é altamente diversificado e a produtividade florestal varia acentuadamente, embora alguns fatores relevantes sejam comuns como, por exemplo, a alta radiação solar e as altas temperaturas o ano todo. Isso, na presença de outros fatores favoráveis, deveria conduzir sempre a altas produtividades. Entretanto, as variações observadas na produtividade demonstram que as condições ideais são raras. Embora a produtividade seja, mais freqüentemente, limitada pela disponibilidade de água e nutrientes, pode ser afetada positiva ou negativamente por outros fatores:

- As plantações, em sua primeira rotação, podem beneficiar-se de nutrientes e água acumulada nas coberturas florestais anteriores.
- A geomorfologia e as propriedades do solo, e conseqüentemente os fatores restritivos à produção, de natureza edáfica, podem ser desconhecidos.
- A produção pode ser menor que a prevista devido à escolha inadequada da espécie para o sítio a ser plantado, principalmente quando a ocorrência de geadas ou secas ocasionais é ignorada e outras restrições referentes à água disponível são desconhecidas.
- O material genético utilizado pode ser de baixa qualidade; por exemplo, uma procedência inadequada, uma raça local com altas taxas de endogamia ou, ainda, material genético não melhorado.
- Baixa sobrevivência devido à má qualidade das nascediças, preparo inadequado de área, controle ineficiente de pragas, doenças e plantas daninhas, danos por geadas, pastoreio inadequado, fogo e cortes não autorizados.

- Deficiências nutricionais não diagnosticadas e/ou não corrigidas.
- Investimento insuficiente em planejamento e manejo para atingir a produtividade potencial.
- Pragas (principalmente formigas) e doenças não controladas.

#### **4. Finalidades da implantação de florestas**

As plantações florestais são executadas em razão dos benefícios que oferecem. Os benefícios diretos das florestas são os seus produtos úteis ao homem como madeira, resina, mel, óleos essenciais e frutos, dentre outros. Os benefícios indiretos são os serviços prestados pelas árvores ou florestas como consequência dos efeitos da própria floresta sobre o meio em que se encontra. Os benefícios da floresta ocorrem sobre o clima, o solo, os recursos hídricos e também sobre a flora, a fauna e a vida do homem em seus aspectos culturais e psicológicos (CARPANEZZI, 2000). No Quadro 1, resumem-se diversas finalidades dos plantios florestais.

A título de generalização, pode-se afirmar que os objetivos da implantação de florestas, ou mais genericamente, o plantio de árvores, tem três finalidades principais:

- i) A produção de bens, no sentido econômico do conceito;
- ii) O fornecimento de serviços;
- iii) A obtenção de benefícios indiretos.

As consequências do alcance destes objetivos podem ser resumidas em:

- i) Desenvolvimento econômico e social, pela geração de riquezas através da produção de madeira e derivados para o mercado interno e para exportação;
- ii) Desenvolvimento rural pela criação de empregos e infra-estrutura na zona rural, complementação da atividade agrícola e uso de áreas marginais dentre outras;
- iii) A recuperação (restauração) e preservação ambientais.

Quadro 1. Finalidades dos plantios florestais.

Suprir a demanda de madeira
Atender demanda industrial de madeira
Suprir demanda por produtos madeireiros de alta qualidade
Atender necessidade de aumentar as exportações de produtos de base florestal
Fornecer madeira para usos domésticos como lenha carvão, postes, mourões, e madeira para construções
Recuperar áreas e ecossistemas degradados
Proteger e manter ecossistemas
Proteger nascentes e cursos de água
Conservar geneticamente espécies de alto interesse econômico e ambiental
Atender finalidades sociais, recreativas e culturais
Melhorar o ambiente urbano
Possibilitar o desenvolvimento rural – geração de empregos, complementação da atividade agrícola, utilização de áreas marginais
Dar apoio à agricultura – cortinas quebra-vento, sombreamento de culturas e pastagens
Capturar carbono proveniente de fontes diversas



# Capítulo 6

## Implantação de Povoamentos

*Carlos Alberto Ferreira*

*Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução

A sistemática de implantação florestal dependerá da finalidade do plantio florestal, da cobertura vegetal ou ocupação anterior da área a ser utilizada e da disponibilidade de recursos. Os plantios visando produção, em geral, são estabelecidos mediante práticas silviculturais que contemplam todos os possíveis fatores de crescimento. Quando necessário, eliminando toda e qualquer vegetação competidora e, por vezes, até mesmo incluindo irrigação. Nas condições brasileiras, há predomínio absoluto de essências exóticas para esta finalidade, embora existam algumas áreas com plantios de araucária e de paricá.

### 2. Aspectos gerais e cuidados essenciais para o sucesso da implantação

Entre as opções de espécies exóticas predominam as dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. De modo geral, os eucaliptos comportam-se como espécies pioneiras. Seu crescimento inicial é favorecido quando as plantas se desenvolvem livres de competição, após o plantio no campo. O preparo da área, até duas décadas atrás, era considerado um procedimento fundamental para o sucesso do plantio florestal. Preconizava-se o preparo esmerado da área, com a eliminação da vegetação e posterior aração e gradagem do solo, antes da demarcação e plantio das mudas. Por essa época, predominavam as áreas recobertas por vegetação natural degradada para utilização por plantios florestais. Atualmente, este tipo de área não está mais disponível ou é protegida por lei. A implantação de florestas está sendo executada, na maioria dos casos, em áreas anteriormente ocupadas por agricultura, pastagens ou, ainda, por antigos plantios florestais. Não se admite, em nenhuma das fases de preparo ou condução da floresta, a prática de queimadas. Entretanto, a exemplo do que ocorreu com a agricultura, o advento do uso de herbicidas de alta eficiência possibilitou o desenvolvimento de alternativas de preparo de áreas menos intensivas. Estas são denominadas, genericamente, de cultivo mínimo do solo.

O bom crescimento das mudas, após plantio, depende da manutenção adequada da área plantada. A competição das plantas daninhas não permite o desenvolvimento normal das mudas recém plantadas. Assim, deve-se manter a

plantação livre de plantas daninhas, pelo menos no primeiro ano, ou enquanto as árvores não crescerem o suficiente para dominá-las.

Embora existam restrições, devido aos seus inconvenientes ambientais, o uso de herbicidas traz vantagens e deve ser considerado. Isto se justifica pela sua eficiência, pela escassez de mão de obra na zona rural e pela necessidade de assegurar a sobrevivência das mudas, mantendo-as livres de plantas daninhas e assegurar seu crescimento. O glifosato é um herbicida que deve ser aplicado sobre as plantas daninhas em pleno desenvolvimento e com quantidade de folhas suficiente para absorver o produto (4 l/ha) para assegurar o seu efeito. Como o glifosato não atua no interior do solo, não tem efeito sobre as raízes, ou sobre as sementes presentes no solo. Por isso, precisa ser aplicado diversas vezes. Recentemente, foi desenvolvido um herbicida do grupo dos isoxasoles, pré-emergente e com ação prolongada. Aplicado pós-plantio é totalmente seletivo para mudas de pinus e de eucalipto e controla um grande número de plantas daninhas por até 100 dias. A denominação comercial desse produto é ForDor®.

Após o plantio das mudas, diversos cuidados devem ainda ser tomados para assegurar sua sobrevivência e o seu desenvolvimento. Entre eles, o controle de formigas que deve ser iniciado antes do preparo da área. Entretanto, dependendo do objetivo, outros cuidados também se fazem necessários e são muito importantes para o sucesso da implantação florestal como podas de condução, desbastes, desramas, corte de cipós, dentre outros.

Os avanços silviculturais incorporados, principalmente à cultura do eucalipto, são responsáveis por grande parcela do aumento de produtividade. Dentre esses, destacam-se: i) uso de sementes melhoradas; ii) propagação vegetativa de indivíduos superiores (clones); iii) adubação fundamental e de manutenção; iv) incorporação de resíduos; v) manejo de serrapilheira. A adaptação dessas tecnologias às florestas com fins ambientais pode, igualmente, resultar em significativos ganhos no sucesso da regeneração e na redução de custos operacionais.

### **3. Sustentabilidade**

Embora exista uma longa história de plantações florestais, tanto em regiões temperadas quanto nas tropicais, principalmente de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, usadas para diversas finalidades, há relativamente pouca informação com relação aos problemas potenciais que possam limitar a produtividade, em longo prazo. A sustentabilidade da produção em plantações florestais depende da interação de diversas variáveis que incluem: a capacidade ecológica do sítio; a intensidade do manejo; os impactos no solo e na água e outros benefícios

ambientais, econômicos e sociais. Destes, apenas a capacidade ecológica está diretamente ligada ao sítio, pois, segundo Nambiar e Brown (1997), pode ser entendida por sua dependência com:

- a) as limitações edáficas e biofísicas;
- b) a capacidade de resposta do solo ao manejo;
- c) o potencial genético das espécies e suas interações com o ambiente do sítio.

#### **4. Restrições biofísicas e do solo**

A maior restrição biofísica dos solos nas regiões tropicais reside na baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente fósforo. O baixo teor de matéria orgânica e a textura arenosa da maioria dos solos não favorecem a retenção de nutrientes no perfil. Possuem baixa capacidade de troca catiônica, baixa a muito baixa saturação em bases e elevados teores de alumínio trocável. Por serem também solos geologicamente muito antigos, possuem pequenas quantidades de minerais intemperizáveis. Em determinadas regiões, a baixa disponibilidade de água durante parte do ano pode comprometer severamente a produtividade. Devido à pressão que as rotações curtas exercem, o uso do solo, nestas condições, exige intervenções para suplementar as pequenas reservas de nutrientes, e manejo conservador direcionado ao aumento da matéria orgânica do solo.

A necessidade de controlar erosão e manter um balanço adequado de umidade no solo torna recomendável preservar o solo coberto, seja pela serrapilheira seja por outra cobertura, de preferência vegetal. A perda da matéria orgânica e de nutrientes pelo mau uso do solo, bem como de práticas culturais inadequadas que comprometem as características físicas e químicas, podem levar à degradação do solo, reduzir sua capacidade produtiva e a sustentabilidade das plantações futuras.





# Capítulo 7

## Plantios Florestais com Finalidade de Serviços e Benefícios Indiretos de Natureza Ambiental

*Carlos Alberto Ferreira  
Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução

Podem-se identificar, generalizadamente, três finalidades para o plantio de florestas, aquelas destinadas a produzir bens de natureza econômica (as florestas de produção), as destinadas a oferecer serviços através da criação de empregos e aquelas de onde se obtém benefícios indiretos (as florestas de interesse, ou para conservação, ambiental). Nenhuma das finalidades, dentro de certos limites, exclui a outra. É possível, também, obter produtos, mesmo em florestas de interesse ambiental. O texto do Quadro 1 do Capítulo 5 resume uma gama das possíveis finalidades das florestas. Estas variam de acordo com os interesses dos proprietários rurais (vinculados ao mercado), com os diversos interesses econômicos e políticos. As limitações na forma de uso dependem das características das espécies e ecossistemas a serem utilizados.

### 2. Atendimento às demandas de madeira e serviços

As florestas plantadas devem continuar a se expandir como resultado das demandas crescentes por seus produtos, geralmente renováveis e diversificados, em função da sua importância para diminuir os danos provocados pelo efeito estufa e por tornar possível a preservação de grandes áreas de florestas nativas. Portanto, é extremamente importante que a produtividade das florestas plantadas seja aumentada a taxas as mais altas possíveis dentro de princípios de bom manejo florestal, face à necessidade de conservação dos recursos naturais (POSITION ..., 2000).

Atualmente, a madeira consumida no mundo provém de três fontes principais: a) floresta primária, b) floresta secundária e c) plantios florestais. Pode-se admitir que cada um destes tipos de formação florestal contribui com 30 % do consumo mundial. Entretanto, a proporção devida a plantios florestais tem aumentado consideravelmente nos últimos anos (WITHMORE, 1998). Parte substancial da madeira industrial de coníferas e a metade da madeira industrial de folhosas são utilizadas nos países desenvolvidos. A maior parte da madeira para lenha e carvão é produzida nos países em desenvolvimento (Tabela 1). As florestas situadas nas

regiões tropicais destinam-se, predominantemente, para a produção de lenha, com apenas uma pequena parcela sendo utilizada para fins industriais. A maior parte dessa madeira ainda provém de florestas nativas. Evidencia-se, portanto, que a madeira nos países em desenvolvimento atende as demandas pouco remuneradoras e de pouco valor econômico. Ao mesmo tempo, devido conseqüentemente ao desinteresse em sua manutenção, as florestas são eliminadas dando lugar a usos alternativos do solo mais remuneradores como agricultura, pastagens ou mesmo especulação imobiliária.

Tabela 1. Produção mundial de madeira em toras, em 1991 (milhões de metros cúbicos). Valores entre parêntesis são porcentagens em relação ao total das colunas.

	Madeira Industrial Coníferas	Madeira Industrial Folhosas	Carvão e Lenha	Total
Países Desenvolvidos	948 (88)	263 (50)	235 (13)	1442 (42)
Países em Desenvolvimento	127 (12)	262 (50)	1594 (87)	1983 (58)
Total	1075 (100)	525 (100)	1829 (100)	3429 (100)
Tropical	118 (11)	156 (30)	1306 (71)	1580 (46)

Fonte: Brown et al. (1997).

### 3. Captura de carbono e efeito estufa

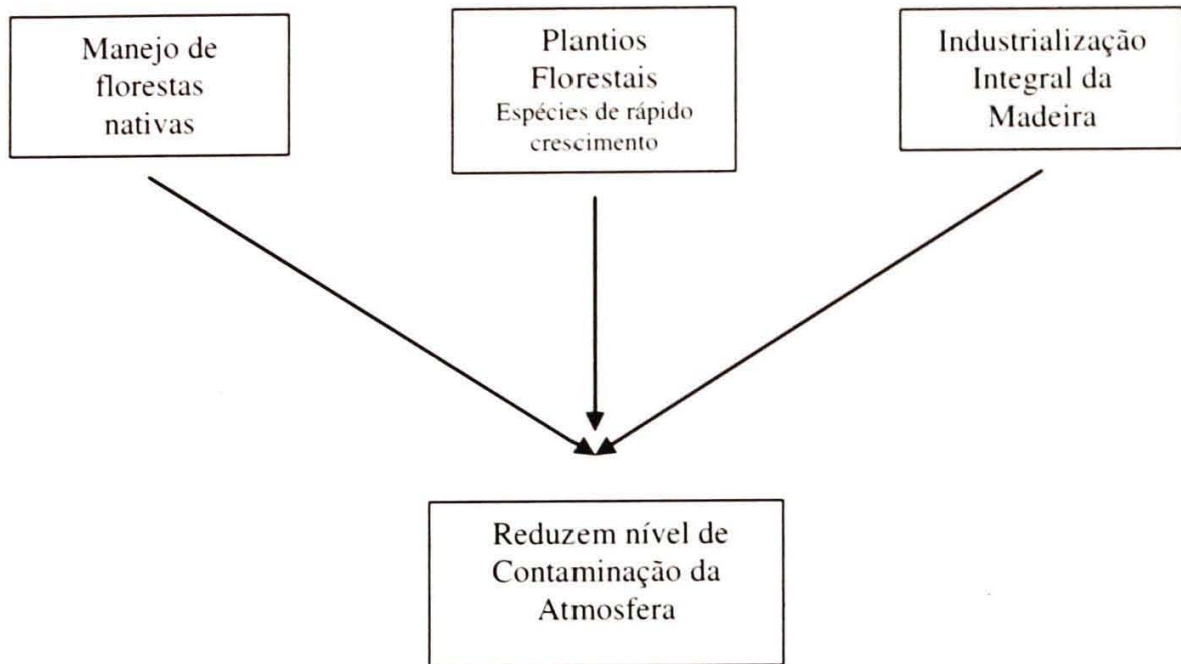
A crescente emissão de gases gerados, principalmente, pela queima de combustíveis fósseis e pela atividade industrial, vem acarretando alterações na atmosfera terrestre como, por exemplo, a destruição da camada de ozônio que favorece a intensificação do efeito estufa, causando apreensão com relação aos seus efeitos sobre o clima e a vida na Terra. Na Segunda Conferência Mundial das Nações Unidas, ou Rio/92, cristalizou-se o conceito de desenvolvimento sustentável, segundo o qual, o desenvolvimento social e econômico das nações deve levar em conta a conservação e a proteção do meio ambiente. Outro marco importante que merece destaque foi a assinatura de duas convenções de extrema importância: a convenção para a biodiversidade e a convenção referência para mudanças climáticas. O objetivo desta última é estabilizar a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, em níveis aceitáveis, que não acarretem possíveis mudanças climáticas. A emissão anual líquida de CO<sub>2</sub> é estimada em 2,9 a 3,0 x 10<sup>9</sup> de t eq. C/ano (Quadro 1)), que contribuem de forma cumulativa para o agravamento do efeito estufa. Providências urgentes fazem-se necessárias, tanto

para reduzir a emissão de gases, através dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (M.D.L.), quanto para incentivar atividades que reduzam ou fixem os gases liberados. O plantio florestal é recomendado, pela reunião de Quioto, como um dos processos mais eficientes para a fixação de CO<sub>2</sub> (Quadro 2) Inclusive, propõe-se um sistema de quotas pelas quais os países industrializados, obrigados a reduzir suas emissões, adquiririam participações em projetos em países tropicais.

Quadro 1. Importância das florestas para a redução dos níveis de dióxido de carbono atmosférico (Índices adotados para as estimativas do texto).

Emissão global anual líquida	2,9 a 3,0 x 10 <sup>9</sup> t eq. de C
Fixação aproximada por m <sup>3</sup>	0,26 t eq. de C
Crescimento médio anual	30 m <sup>3</sup> / ha.ano
Fixação média de C por hectare	7,8 t eq. de C
Área necessária de novos plantios	372 x 10 <sup>6</sup> hectares

Quadro 2. A importância das florestas naturais e dos plantios florestais para a fixação de dióxido de carbono atmosférico.



### **Possibilidades de redução de níveis da contaminação atmosférica pela atividade florestal**

**Plantios florestais** (em 100 anos, rotações de 10 anos)  
Produz 3 mil m<sup>3</sup>/ha de madeira  
Fixa 780 t eq. de C

**Florestas nativas** (em 100 anos, rotações de 50 anos)  
Produz 300 m<sup>3</sup>/ha de madeira  
Fixa 78 t eq. de C

A estabilização do teor de CO<sub>2</sub> pela fixação da emissão líquida através de plantios florestais requer, no entanto, uma área imensa e uma grande soma de recursos (Quadro 1). Dependendo das premissas adotadas, a área varia, por exemplo, de 60 x 10<sup>6</sup> a 380 x 10<sup>6</sup> hectares de novas áreas de plantios florestais (CARPANEZZI, 2000). Considerando-se que a taxa anual mundial de incremento

de novas áreas de plantio é de 1,8 milhão de hectares, pode-se avaliar o tempo e os recursos que precisam ser mobilizados. Entretanto, esta é uma possibilidade de fonte de recursos que deve ser considerada. O protocolo de Quioto preconiza a redução, de 5,2 % da emissão de CO<sub>2</sub> sobre os níveis observados em 1990, até 2008-2012. A área necessária para cumprir essa meta, pela fixação em plantios florestais, e da ordem de 18,6 x 10<sup>6</sup> hectares.

As regiões tropicais devem ser preferidas para a fixação de CO<sub>2</sub>, devido às altas produtividades florestais que propiciam. Deve-se registrar que alguns projetos já estão em andamento, em países tropicais. A existência de cerca de 5 milhões de hectares implantados com essa finalidade, até o primeiro semestre de 1998, são relatados por Costa (1998). Essas áreas incluem plantios florestais, áreas de florestas protegidas, áreas florestais manejadas e projetos agroflorestais. Também, neste caso, o aumento da produtividade pode contribuir para a redução dos custos e da área necessária.

#### **4. Manutenção de recursos hídricos**

As florestas desempenham papel importante na manutenção dos recursos hídricos. Elas tendem a exercer um papel regulador sobre os ciclos hidrológicos, sendo controversa sua ação em relação às chuvas.

A evaporação da água da superfície dos oceanos é responsável pela maior parte da água presente na atmosfera, da qual se originam as chuvas, por diversos processos termodinâmicos. As superfícies florestadas lançam na atmosfera maiores quantidades de água, através da evapotranspiração, do que as áreas sem vegetação ou destinadas à agropecuária. Dessa forma, as áreas florestadas estariam contribuindo para o aumento das chuvas, fato compreensível no caso das originadas por convecção que, geralmente, não caem no local de origem do vapor de água. Pesquisas na Região Amazônica têm demonstrado que uma grande quantidade de chuvas que cai no interior da bacia, tem origem na evapotranspiração da floresta tropical. Entretanto, não existem dados seguros que possam relacionar desmatamentos com redução do volume e distribuição global das chuvas.

O papel das florestas é mais preponderante no ciclo hidrológico. A vegetação em geral e, de maneira mais acentuada, as florestas, não conservam a água armazenada no solo, nem aumentam o volume total de água produzida em bacias hidrográficas, quando comparadas com áreas não florestadas nas mesmas condições (CARPANEZZI, 2000). Entretanto, as florestas desempenham um papel regulador, permitindo maior infiltração e armazenamento temporário de água no solo. Dessa forma, as florestas regulam a vazão dos rios, controlam a erosão do solo e reduzem a intensidade dos extremos das estiagens e das enchentes.

Deve-se considerar, no entanto, que as florestas utilizam grandes quantidades de água. Neste particular, as plantações florestais de rápido crescimento, quer pela interceptação da água pelas copas, quer pela absorção da água do solo, intensificam a redução do deflúvio quando comparadas às florestas nativas e culturas agrícolas. Algumas práticas silviculturais podem contribuir para reduzir a perda de água pelas florestas e aumentar o deflúvio. Entre estas práticas, destacam-se os desbastes e as desramas, a escolha de espécies com sistema radicular superficial e controle estomático eficiente, e adoção de rotações mais longas.

As matas ciliares ou ripárias, presentes às margens dos corpos de água, desempenham importante papel conservacionista. Sua retirada causa prejuízos ao homem e à natureza. As matas ciliares retêm grandes quantidades de P e N, na maioria das vezes, vindas de áreas agrícolas, melhorando, dessa forma, a qualidade da água, reduzem a eutrofização dos cursos e reservatórios de água, bem como a proliferação excessiva de algas e plantas aquáticas.

O desbarrancamento dos rios é acentuado pela retirada das matas ciliares, causando turbidez na água e assoreamento dos rios. Os sedimentos oriundos de áreas agrícolas, também, são retidos pelas matas ciliares. O excesso de turbidez da água impede a penetração da luz, o desenvolvimento e a reprodução das plantas aquáticas benéficas, prejudicando a alimentação e a reprodução de peixes e insetos aquáticos. Concentrações elevadas de sedimentos causam mortandade em algumas espécies de peixes, mesmo na fase adulta.

Uma parcela das enchentes é incontrolável e, nestes casos, as matas ciliares não as evitariam, acentuado o risco de prejuízos pelo assoreamento excessivo.

## **5. Dificuldades para a implantação de matas ciliares**

Diversos problemas são apontados que dificultam a implantação de maiores áreas de matas ciliares. Os problemas que serão a seguir apresentados, não são exclusivos das matas ciliares, podem ser estendidos para outras situações onde a implantação de povoamentos florestais atende a outros objetivos, que não apenas o de produção de bens. Campos (1998) destacou que as principais dificuldades encontradas na implantação de matas ciliares têm as seguintes causas:

- Desconhecimento técnico, altos custos e baixo retorno – Os custos de recuperação de matas ciliares são elevados, variando de US\$ 550 a US\$ 4.000 por hectare. Há limitações de ordem legal para o uso das áreas e poucas possibilidades de associação com outras atividades. Qualquer atividade está sujeita à apresentação e aprovação de planos de manejo.

- Indisponibilidade de mudas, alta variação intra-específica, despreparo e capacidade financeira reduzida da maioria dos proprietários rurais, falta de incentivos específicos para a atividade.

## **6. Sistemas de implantação**

No caso dos plantios com objetivos de proteção/recuperação ambiental, a preferência é por essências nativas. Em alguns casos, entretanto, como em áreas excessivamente degradadas ou infestadas por gramíneas, pode-se optar por essências exóticas devido a sua maior frugalidade, plasticidade e agressividade. Com condução adequada, em rotações longas, as essências nativas podem se estabelecer sob a proteção dessas essências exóticas. Descrições dos sistemas de implantação florestais com fins ambientais são encontrados em Carvalho (2000), Carpanezzi (2000), Shepherd (1986), Ferreti (2002). Os maiores problemas destes sistemas residem no elevado custo de implantação, no prazo e na expectativa de retorno econômico, que pode ser de longo prazo e até mesmo nula. Dessa forma, há maior motivação para a implantação de plantações florestais com fins de produção.

No Quadro 3 são indicadas algumas ações esperadas que podem contribuir para o aumento das áreas reflorestadas para fins ambientais. Diversas ações enumeradas referem-se aos aspectos políticos e financeiros e sua resolução independe de conhecimento técnico. Entretanto, algumas só serão realizáveis, a custos compatíveis, caracterizando a necessidade de projetos de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias apropriadas. Os problemas diversificados que limitam a implantação de florestas para fins ambientais exigirão esforços inter e multidisciplinares. A adaptação de tecnologias disponíveis, embora aparentemente simples, requer também esforços complementares.



Quadro 3. Matriz da situação atual, causas, e ações esperadas para problemas de manutenção e implantação de reflorestamentos com fins ambientais.

Situação atual	Possíveis causas	Ações esperadas
<p>Áreas insignificantes implantadas para fins ambientais</p>	<p>Retorno econômico nulo/longo prazo Tecnologia disponível insatisfatória</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleção de espécies insuficiente</li> <li>• Indisponibilidade de sementes</li> <li>• Baixa qualidade das sementes</li> <li>• Incidência elevada de pragas</li> <li>• Baixa sobrevivência em plantios</li> <li>• Altos custos de implantação</li> <li>• Altos custos de manutenção</li> <li>• Desenvolvimento insatisfatório</li> <li>• Condução difícil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoração dos benefícios indiretos</li> <li>• Incentivos financeiros</li> <li>• Flexibilização da legislação</li> <li>• Adoção de planos de manejo</li> <li>• Testes de espécies/procedências</li> <li>• Propagação vegetativa e micropropagação</li> <li>• Programas de melhoramento</li> <li>• Técnicas avançadas de implantação manutenção e manejo</li> </ul>
<p>Áreas de interesse ambiental degradadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobreexploração de espécies raras</li> <li>• Extinção de espécies valiosas</li> <li>• Cortes ilegais e incêndios propositais</li> <li>• Exposição excessiva e erosão do solo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de conservação genética</li> <li>• Plantios de enriquecimento</li> <li>• Indução da regeneração natural</li> <li>• Uso de fertilizantes e resíduos</li> <li>• Plantios de enriquecimento</li> <li>• Fortalecimento institucional</li> <li>• Recuperação do solo e plantios</li> </ul>

# Capítulo 8

## Silvicultura do Eucalipto

*Carlos Alberto Ferreira*

*Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução

Neste capítulo, discutem-se as tendências atuais da silvicultura do eucalipto no Brasil, com ênfase nas operações de plantio com fins produtivos e múltiplo uso da madeira. Omitem-se detalhes operacionais e concentra-se nos cuidados necessários à implantação de plantações florestais de elevada produtividade, com fins econômicos. A tecnologia para implantação e manejo de povoamentos ou plantações florestais de eucalipto está em constante evolução. Existem práticas silviculturais desenvolvidas e aplicadas especificamente em “unidades de manejo”, portanto específicas para determinadas condições edafoclimáticas. Deve ser destacado o dinamismo da pesquisa neste campo, resultando na rápida geração de novas tecnologias e produtos.

### 2. Preparo da área para plantio

O preparo da área para o plantio deve ser o melhor possível, sujeito aos conhecimentos atuais e adequado às possíveis limitações da área a ser plantada. Os sistemas de preparo de área evoluíram muito nos últimos anos, de alguma forma acompanhando as tendências verificadas na agricultura. Assim, ocorreu progressiva diminuição no uso de máquinas e crescente utilização de herbicidas. O sistema de preparo advindo dessa tendência recebeu a denominação de cultivo mínimo.

Os sistemas de preparo de solo, inicialmente utilizados na silvicultura brasileira, preconizavam o desmatamento, encoivara e queima da vegetação retirada, descoivara, aração e gradagem, sulcamento, adubação e plantio no sulco ou nas covas. O preparo do solo é uma operação cara que, em casos de solos em condições de relevo desfavorável, pode provocar erosão. Entretanto, ele tem sido considerado uma técnica que propicia ganhos em produtividade. Todavia, o efeito benéfico devia-se muito mais ao controle das plantas daninhas do que ao revolvimento do solo em si. No caso do cultivo mínimo, as operações resumem-se em aplicação de herbicidas sobre toda a área (quando houver uma vegetação a ser controlada, por exemplo, uma pastagem), sulcamento, aplicação de herbicidas pré-emergentes na linha de plantio, adubação e plantio.

Apesar do controle de plantas daninhas assegurar resposta efetiva aos adubos e, aparentemente, dispensar qualquer operação mecanizada, é necessário executar a subsolagem em casos de adensamento das camadas sub-superficiais do solo. Este problema é mais intenso em solos argilosos e quando a colheita florestal é mecanizada com a retirada da madeira com caminhões. O fenômeno observado assemelha-se ao conhecido pé-de-grade, que ocorre com frequência nas culturas agrícolas.

O cultivo mínimo, além de ser mais barato, incorpora maior quantidade de matéria orgânica ao solo. Mantendo os restos da vegetação na superfície, evita erosão, propicia melhores condições para a sobrevivência e o desenvolvimento da mesofauna e microflora do solo, contribuindo para a sustentabilidade dos plantios florestais.

### **3. Plantio**

O plantio é uma das operações mais importantes para o sucesso da implantação de povoamentos florestais. Deve ser executado portanto com o maior cuidado possível. As mudas para serem levadas ao campo devem estar bem desenvolvidas (aproximadamente 25 cm de altura) e com os caules firmes. Mudanças muito tenras ou estioladas (finas e compridas, com poucas folhas) sofrem muito quando levadas ao campo e expostas ao sol, podendo morrer em grande número. Se ocorrer atraso no plantio das mudas e estas permanecerem por período muito longo no viveiro, tendo as raízes atravessado o fundo do recipiente e atingido o solo, é preciso fazer poda das raízes antes de enviá-las ao campo. Este problema não ocorre com o uso de tubetes. Entretanto, mesmo neste caso, atrasos muito prolongados podem prejudicar a muda devido ao enovelamento do sistema radicular no interior dos tubetes. Não se deve deixar as mudas expostas ao sol por muito tempo após retiradas dos recipientes. As raízes são muito sensíveis ao sol e ao vento e ressecam-se com muita facilidade.

### **4. Combate a formigas**

O combate às formigas deve ser iniciado antes do plantio e com boa antecedência (geralmente um mês antes do plantio). O método mais indicado atualmente é o uso de iscas à base de sulfloramida, aplicadas com porta-iscas (BOARETTO; FORTI, 1997). O combate às formigas em datas muito próximas do plantio não evita que elas causem danos às mudas. Quando necessário, o controle pode ser executado próximo à data de plantio, mas usando-se outros meios mais difíceis como a termonebulização e a fumigação. As formigas devem ser controladas sempre que necessário, sendo fundamental nos dois primeiros anos após o plantio. Entretanto, elas podem ocasionar redução de crescimento e morte de plantas, mesmo após esse período.

## **5. Adubação**

Quando os solos forem naturalmente pobres em nutrientes ou estiverem muito degradados, erodidos, e utilizados por longo período em atividades agropecuárias, além da adubação na cova, recomenda-se aplicar resíduos orgânicos como restos de cultura, composto de lixo urbano ou de serragem e outros.

A adubação química depende da análise do solo mas, de um modo geral, pode-se recomendar a aplicação de 250 g de N:P:K 10:30:10 por planta, no momento do plantio. Os resíduos orgânicos também são uma alternativa para a adubação, mas precisam ser utilizados com muito critério. Alguns resíduos, orgânicos ou não, podem ser prejudiciais às plantas, ao solo e ao meio ambiente. Deve haver sempre a preocupação de não transformar o plantio florestal em lata de lixo. Entretanto, diversos resíduos orgânicos, como cinzas de caldeira, serragem compostada e resíduos da fabricação de celulose e papel, podem ser aplicados em quantidades elevadas, de até 30 toneladas por hectare, com excelentes resultados para o crescimento das plantas. A aplicação de resíduos orgânicos apropriados, ao longo das linhas de plantio, além de melhorar o crescimento, auxilia no controle de plantas daninhas. Quando incorporados ao solo, podem aumentar a capacidade de retenção de água.

## **6. Tratos culturais**

Após o plantio das mudas, diversos cuidados devem ser tomados para assegurar a sobrevivência e o desenvolvimento das futuras árvores. Entre eles, o controle de formigas é dos mais importantes e deve ser feito sempre que necessário. Entretanto, outros cuidados como capinas, limpezas, podas de condução, desbastes, desramas, corte de cipós, dentre outros, também se fazem necessários para o sucesso da implantação florestal. As operações visando beneficiar o povoamento florestal são chamadas de tratos culturais. Não se considera trato cultural o corte de regeneração ou qualquer forma de manejo do solo.

## **7. Capinas**

Para diminuir a competição com as plantas invasoras, deve-se fazer capinas em intervalos de tempo curtos, geralmente de 2 a 4 vezes no ano, sendo a primeira normalmente após 60 dias do plantio. A maneira a ser adotada para executar a manutenção da área plantada dependerá da forma como ela tenha sido preparada e das disponibilidades de cada produtor. As capinas podem ser manuais, mecânicas ou químicas.

As capinas manuais são feitas na linha das plantas depois que as entrelinhas tenham sido capinadas ou roçadas manualmente ou mecanicamente tenham sido

executadas. As operações mecanizadas são mais eficientes em terrenos lavrados antes do plantio. Nos terrenos não lavrados, as operações mecanizadas são difíceis e deve-se dar preferência às realizadas manualmente nas linhas, ou com equipamentos portáteis ou com uso de herbicidas nas entre linhas.

Apesar desses inconvenientes, justifica-se o uso dos herbicidas dada a escassez de mão-de-obra na zona rural para as capinas manuais e pela necessidade de assegurar a sobrevivência das mudas, livres de competição com plantas daninhas.

Podem existir, ainda, restrições legais para o uso de defensivos agrícolas em determinadas áreas. Por exemplo, é proibido o uso de inseticidas ou herbicidas em Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Proteção Ambiental (APAs).

A aquisição de defensivos agrícolas está sujeita à legislação que exige a emissão de receita por profissionais habilitados. Os produtos referidos devem ter registro no Ministério da Agricultura e do Abastecimento para uso florestal (PERRANDO, 2001).

# Capítulo 9

## Nutrição, Adubação e Calagem para Eucalyptus

*Antonio Francisco Jurado Bellote  
Carlos Alberto Ferreira  
Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução

Os plantios florestais ocupam extensas áreas onde, normalmente, os solos são de baixa fertilidade natural, ocorrendo, portanto, baixas produtividades. Assim, a utilização da adubação passa a ser uma necessidade.

As espécies de eucaliptos, na maioria das situações, apresentam ganhos substanciais de produtividade em resposta à adubação. Estes ganhos dependem da qualidade do sítio, do material genético utilizado, da exigência nutricional e da adubação recomendada. As respostas à adubação podem ser observadas através do aumento da produção e/ou da capacidade produtiva do sítio em rotações sucessivas.

Em plantios comerciais, a recomendação da adubação é feita de forma generalizada, quase sempre sem considerar as variações de solos. É necessário, portanto, estabelecer critérios para maximizar o aproveitamento dos adubos, definindo-se quais nutrientes devem ser aplicados, doses, época, modo de aplicação e localização do adubo em relação à planta. Neste contexto, o conhecimento das exigências nutricionais e do potencial de acúmulo e exportação de nutrientes das espécies e das interações solo-planta favorece o diagnóstico das deficiências. Isso possibilita correções e contribui diretamente para a sustentabilidade do sítio.

Essencialmente, para se definir um programa de adubação, deve-se dimensionar as necessidades nutricionais das plantas e a capacidade do solo em suprir a demanda, considerando-se, também, as práticas de manejo, que propiciem o uso mais eficiente do solo e do adubo.

### 2. Importância dos nutrientes minerais

Embora as espécies de eucalipto, comercialmente plantadas, sejam de rápido crescimento, apresentam uma variação muito grande em seu ritmo de crescimento. Os principais fatores que interferem no desenvolvimento e na produtividade estão relacionados com o material genético utilizado e com as condições de solo e clima onde é plantado, (BELLOTE; SILVA, 2000).

O conhecimento das exigências nutricionais das árvores de eucalipto é importante para que se possa fazer recomendações de uso de fertilizantes minerais. A indicação correta propicia melhor aproveitamento dos nutrientes e pode resultar em aumento da produtividade florestal (BELLOTE; FERREIRA, 1993).

## 2.1 Exigências nutricionais

As árvores, assim como todos os vegetais, necessitam de um conjunto de nutrientes para crescer. Se o fornecimento de nutrientes for inadequado e/ou não estiverem disponíveis nas quantidades necessárias, as árvores não terão crescimento satisfatório ( ZÖTTL; TSCHINKEL, 1971).

São considerados nutrientes, os elementos químicos que, de alguma forma, fazem parte da constituição do tecido vegetal e dos processos metabólicos que resultam em crescimento das plantas (MARSCHNER, 1995).

Destes elementos, se conhecem 16 que são denominados nutrientes minerais. Eles são extremamente necessários para o crescimento e desenvolvimento normal das árvores e não podem ser substituídos por outro elemento químico. De acordo com Zöttl e Tschinkel (1971), são os seguintes:

carbono (C)	nitrogênio (N)	boro (B)
hidrogênio (H)	fósforo (P)	cloro (Cl)
oxigênio (O)	potássio (K)	cobre (Cu)
	cálcio (Ca)	ferro (Fe)
	magnésio (Mg)	manganês (Mn)
	enxofre (S)	molibdênio (Mo)
		zinco (Zn)

As plantas retiram do ar e da água o carbono, o hidrogênio e o oxigênio. Os demais nutrientes são absorvidos pelas raízes e retirados dos minerais e da matéria orgânica do solo. Cada um desses elementos é requerido em quantidades diferentes. Os absorvidos em maiores quantidades são chamados de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), enquanto que os absorvidos em menores quantidades são denominados micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn e Cl).

## 2.2 Funções dos nutrientes minerais

Os elementos minerais considerados nutrientes para as plantas exercem funções extremamente importantes. Na maioria das vezes, eles são específicos nos processos fisiológicos. A carência de um dado elemento pode provocar distúrbios nas plantas, fazendo com que os processos fisiológicos dele dependentes

não se completam. Assim, não ocorre a formação de compostos orgânicos essenciais ao desenvolvimento normal das plantas. Quando isso acontece, a planta diminui o seu ritmo de desenvolvimento e, conseqüentemente, reduz a produtividade.

Dentre os nutrientes minerais necessários ao desenvolvimento dos eucaliptos, que podem ser corrigidos através da adubação, estão: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e boro. Estes nutrientes, de acordo com Zöttl e Tschinkel (1971), Haag (1983) e Marschner (1995), apresentam as seguintes funções na planta:

**Nitrogênio:** é um elemento que ocupa uma posição especial entre os nutrientes minerais e de grande importância para o *Eucalyptus*, nas diferentes fases de seu desenvolvimento. Ele se apresenta como essencial para as plantas porque participa na formação de todos os compostos orgânicos fisiologicamente importantes como as proteínas, os nucleotídeos e a clorofila, tendo notável influência sobre o crescimento vegetativo. As plantas podem absorver o N, tanto na forma de amônio quanto de nitrato e o transformam rapidamente em compostos orgânicos.

**Fósforo:** é um dos elementos minerais mais carentes nos solos brasileiros, o que torna necessária sua aplicação na forma de fertilizante, em quase todas as áreas utilizadas para o plantio de *Eucalyptus*. Desempenha papel fundamental em reações bioquímicas do metabolismo dos carboidratos, particularmente na respiração, divisão celular e desenvolvimento de tecidos meristemáticos, sendo, também, constituinte de ácidos nucléicos.

**Potássio:** a absorção do K pelas plantas ocorre sempre na forma de  $K^+$ . É um elemento bastante móvel na planta e sempre se acumula nas partes das plantas onde a divisão celular e os processos vegetativos estão ativos. Ele é um componente dos tecidos vegetais, mas está presente na forma solúvel no suco celular como regulador do potencial osmótico. Além disso, participa como catalisador de processos respiratórios.

**Cálcio:** as plantas absorvem o Ca na forma catiônica e o transportam para os sítios de metabolismo onde ele vai atuar e ali, em função da sua baixa mobilidade, se acumula. Ele é o catiônio principal da lamela média da parede celular, na forma de pectato. Por isso, este elemento tem importante relação com a resistência mecânica dos tecidos, sendo indispensável para o funcionamento dos meristemas e desenvolvimento do sistema radicular.

**Magnésio:** é absorvido pelas plantas na forma catiônica e, normalmente, concentra-se nos tecidos mais velhos. Se a planta apresentar deficiência deste elemento, ocorre uma migração interna na planta dos tecidos mais velhos para os mais



novos. Ele desempenha um papel de importância capital na fotossíntese, em função de ser um nutriente constituinte da molécula de clorofila. A síntese deste pigmento é reduzida na ausência do Mg, com conseqüente diminuição do processo fotossintético. Além disso, este elemento está envolvido em muitos sistemas enzimáticos atuando, também, como ativador específico de numerosas enzimas, sempre associado aos compostos de P. Estes são fornecedores de energia e funcionam como transportadores de Mg.

**Boro:** é o micronutriente, que, em função dos baixos teores encontrados nos solos tropicais, raramente é fornecido em quantidades necessárias, tornando as plantas deficientes. Entre as diversas funções atribuídas ao B, provavelmente, as mais importantes dizem respeito à atividade normal dos tecidos meristemáticos e a translocação de carboidratos.

### 2.3 Análise foliar

A técnica de se utilizar o conteúdo mineral de tecidos vegetais, como critério para avaliar o estado nutricional das plantas e, assim, auxiliar nas recomendações de adubação, é uma prática bastante comum (BELLOTE; SILVA, 2000). Vários autores revisaram esse assunto e concluíram que as folhas são, usualmente, a partes mais adequadas das plantas para serem amostradas. Alterações na disponibilidade de nutrientes no solo são, de certa forma, refletidas nas concentrações dos nutrientes nas folhas.

A análise foliar, como critério de diagnose, se baseia na premissa que existe uma relação significativa entre a oferta de nutrientes às plantas e os níveis desses nas folhas. Além disso, que aumentos ou decréscimos das concentrações nas folhas se relacionam com produtividades maiores ou menores, respectivamente (EVENHUIS; WAARD, 1980).

A amostragem foliar correta é fundamental para o sucesso dos estudos nutricionais. Diagnósticos incorretos são associados a diversos fatores como amostragens inadequadas, época de amostragem, tipo de tecido vegetal amostrado, o clima; o tipo e manejo do solo, a ação de organismos do solo; os tratos culturais e silviculturais (BELLOTE; SILVA, 2000).

A padronização da amostragem é necessária para que se possam estabelecer padrões comparativos. Em termos práticos, identificam-se 3 fases distintas na idade vegetativa das folhas: folhas novas ou jovens (período de crescimento); folhas adultas ou maduras (período de peso constante, após cessado o crescimento); e folhas velhas ou senescentes (um período de declínio em peso e desorganização interna), de acordo com Bellote (1990).

Nas folhas novas, prevalece o desenvolvimento vegetativo; nas adultas ou maduras, alta atividade fotossintética; nas velhas, a ausência de desenvolvimento vegetativo, baixa atividade e migração de nutrientes minerais móveis, notadamente N, P, K, e Mg, para tecidos mais jovens da árvore.

Em relação à época de amostragem, são as flutuações climáticas sazonais os fatores que mais influenciam as variações nos teores de nutrientes minerais nas folhas. É no período de maior temperatura ambiente e maior umidade no solo que são encontrados os maiores teores de nutrientes nas folhas (BELLOTE; SILVA, 2000).

## 2.5. Recomendação de amostragem foliar para *Eucalyptus*

De acordo com Bellote e Silva (2000), recomenda-se coletar amostras no período do verão, em árvores dominantes, de folhas recém maduras, do meio da copa. Selecionam-se os galhos do meio da copa e desses, coletam-se as folhas 3, 4, 5 e 6, identificadas na Figura 1. Dependendo do regime de chuva e da temperatura no período, algumas variações podem ocorrer e, dessa forma, prejudicar o desenvolvimento da folha 3, que pode não estar completamente formada e/ou ainda não totalmente madura. Neste caso, recomenda-se coletar apenas as folhas 4, 5 e 6.

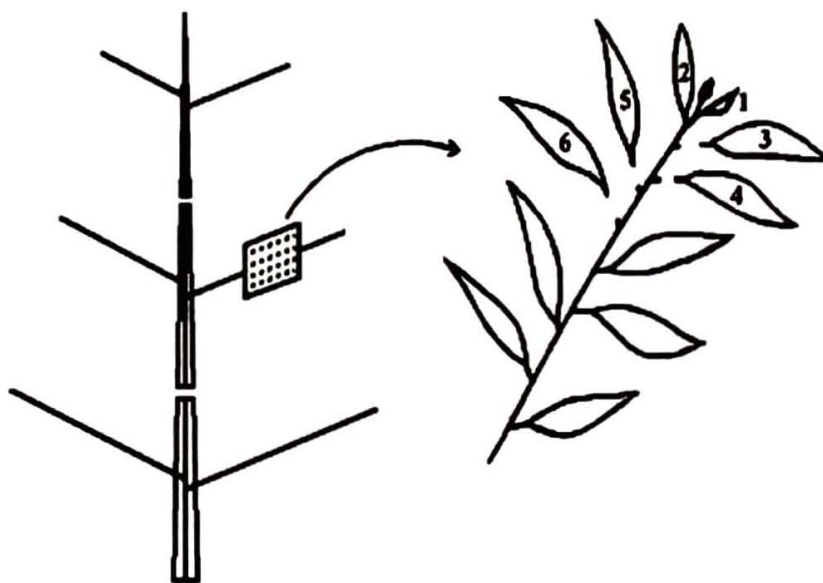


Figura 1. Esquema ilustrativo da região de seleção de galhos e posição de coleta das folhas recém maduras de *Eucalyptus*, para avaliações nutricionais. Adaptado de Bellote e Silva (2000).

As folhas devem estar completamente formadas. Nestas condições, elas apresentam-se com as seguintes características morfológicas: **aspecto e cor** - lisa e brilhante, com coloração verde escura na parte superior e verde pálida na inferior; **forma**: lanceolada.

Recomenda-se que cada amostra seja composta por folhas de, no mínimo, três árvores dominantes. O número total de amostras compostas, por área, depende do local, do tipo de solo e do material genético plantado. Em termos práticos, recomenda-se a coleta de 10 a 20 amostras compostas por talhão. A interpretação dos resultados é feita com base nos teores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de macro e micronutrientes adequados para *Eucalyptus* em amostras de tecido foliar.

Elemento	Teores Observados*		Intervalo dos Teores Adequados*		
	Mínimos	Máximos			
N (mg/g)	8,1	23,0	20,0	-	22,0
P (mg/g)	0,7	1,3	0,9	-	1,4
K (mg/g)	3,8	11,4	7,5	-	8,3
Ca (mg/g)	3,8	15,1	3,8	-	6,0
Mg (mg/g)	1,2	3,4	2,6	-	6,2
B (mg/g)	12,0	104,0	20,0	-	60,0
Fe (mg/g)	62,0	491,0	80,0	-	200,0
Mn (mg/g)	151,0	2875,0	300,0	-	700,0
Zn (mg/g)	2,0	39,0	10,0	-	15,0

Fonte: Bellote e Silva (2000).

### 3. Adubação e calagem para eucalipto

#### 3.1 Adubação

No Brasil, a adubação é uma prática intensamente utilizada na atividade florestal, principalmente nos plantios de eucalipto. Além dos fertilizantes químicos usados, é recomendado também o uso de resíduos de origem orgânica, que servem como fonte de nutrientes para as plantas e também como matéria orgânica para os solos, (BELLOTE; FERREIRA, 1993).

Segundo esses autores, para o eucalipto, a recomendação é feita, principalmente, em função do tipo de solo utilizado para o plantio e da análise foliar já preconizada. Para solos de baixa fertilidade, o uso do adubo torna-se fundamental para que as plantas possam se desenvolver.

#### 3.2 Recomendação de adubação mineral

Não existem recomendações de adubação baseadas apenas nas análises de solo e específicas para as diferentes espécies plantadas. Algumas empresas realizam agrupamentos por grandes grupos de solos. De modo geral, pode-se recomendar que os eucaliptos sejam adubados considerando os teores de nutrientes P e K detectados nas análises de solo, de acordo com os Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Interpretação dos teores de P e K no solo, com base nos resultados da análise química.

Teores no solo	Interpretação		
	Baixo	Médio	Alto
P ( $mg/dm^3$ )	$\leq 3,0$	$> 3,0 - < 7,0$	$\geq 7,0$
K ( $mmol^{l+1}/dm^3$ )	$\leq 0,5$	$> 0,5 - < 1,5$	$\geq 1,5$

Tabela 3. Recomendação de adubação com fertilizante mineral, para eucaliptos, com base nos teores de P e K do solo, em gramas de nutriente e da formulação mais próxima.

Interpretação		N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O	Fórmula Sugerida	Eucaliptos	
P	K			kg/ha	g/planta
B	B	30 - 120 - 60	8-32-16	375	220
B	M/A	30 - 120 - 45	10-30-10	400	240
M	B	30 - 90 - 60	8-30-20	300	180
M	M/A	30 - 90 - 45	8-28-16	320	190
A	B	30 - 60 - 60	8-28-16	220	130
A	M/A	30 - 60 - 30	10-20-10	300	180

B = baixo ; M = médio ; A = alto.

Com base na interpretação dos teores de nutrientes no solo, selecionam-se a formulação e a quantidade de adubo que deve ser aplicada. Para as quantidades de adubo sugeridas na Tabela 3, considera-se um plantio em espaçamento de 3 m x 2 m, que representa uma população de 1.666 árvores por hectare.

**Adubo mineral** – Os nutrientes mais freqüentemente utilizados nas adubações de espécies florestais são o N, P e K; com menor freqüência o B e o Zn. O Ca e o Mg são aplicados através de calagem. É comum o uso de adubo formado por apenas um composto químico, os chamados adubos simples. Neste caso, normalmente, são utilizados: sulfato de amônio ou uréia, como fontes de nitrogênio; superfosfato simples, superfosfato triplo ou fosfato natural, como fontes de fósforo; cloreto de potássio ou sulfato de potássio, como fontes de potássio; e bórax como fonte de boro.

Além dos adubos simples, existem os formados a partir da mistura de dois ou mais fertilizantes, representados por formulações, que são denominados de adubos mistos (MANUAL ... 1983). A formulação do fertilizante varia conforme a região e de acordo com a exigência da cultura. De maneira geral, principalmente nos plantios de eucalipto, o fósforo é colocado em maior quantidade que os demais

elementos, por ser normalmente presente em menor concentração no solo e pela própria exigência das espécies.

### 3.2.1 Época de aplicação

Identificada a necessidade de se fazer correções no solo, o próximo passo é a determinação da época mais adequada para se aplicar o calcário e o fertilizante. A calagem é realizada durante o preparo do solo e a adubação depende da espécie florestal utilizada, do solo, da idade das plantas e da intensidade da colheita.

Normalmente, a adubação é realizada em duas etapas. A primeira, chamada de adubação fundamental, é feita antes ou no momento do plantio, utilizando-se nitrogênio, fósforo e potássio. A segunda, chamada de adubação de manutenção, é realizada quando as árvores têm entre 30 e 36 meses de idade (BELLOTE; FERREIRA, 1993). Na adubação de manutenção, recomenda-se, em solos de baixa fertilidade, a aplicação de 90 kg/ha de cloreto de potássio (ou aproximadamente 50 g/ planta) e 2 toneladas de calcário por hectare. Em solos com altos teores de cálcio e magnésio, a adubação de manutenção é realizada apenas com o cloreto de potássio.

**Adubação no plantio:** A regra é colocar o adubo o mais próximo possível da muda, podendo ser aplicado na cova ou no sulco de plantio. No primeiro caso, o adubo deve ser colocado no fundo da cova, antes do plantio, bem misturado com a terra para evitar danos à raiz. No segundo caso, o adubo é distribuído no fundo do sulco de plantio, aberto pelo sulcador ou outro implemento agrícola.

**Adubação de cobertura:** Embora não seja uma prática comum, a adubação de cobertura é indicada como complemento à adubação de plantio. No caso de não se fazer a adubação de cobertura, a quantidade recomendada deve ser aplicada no ato do plantio.

A adubação de cobertura é feita aproximadamente de 30 a 40 dias após o plantio. O adubo é distribuído ao lado das plantas, em faixas ou em coroamento. Após aplicação, recomenda-se incorporar o adubo no solo.

**Adubação de manutenção:** A adubação de manutenção tem como objetivo fornecer K, Ca e Mg para as plantas. Esses nutrientes devem ser aplicados quando as plantas tiverem de 2,5 a 3,0 anos de idade. Nos casos de solos muito ácidos ou baixos teores de Ca e Mg, é recomendado aplicar, juntamente com o potássio, o calcário dolomítico, na dosagem de 2 toneladas por hectare. A aplicação é feita distribuindo-se o adubo e o calcário entre as linhas de plantio. Após a aplicação, deve-se fazer uma incorporação superficial do adubo e do calcário, no solo, a aproximadamente 5 cm de profundidade.

### 3.3 Calagem

Os solos usados para plantios florestais, além de pobres em nutrientes minerais, na maioria das vezes, apresentam problemas de acidez. Desta forma, para que a produção seja adequada, é necessário aplicar, além do fertilizante, o cálcio. A calagem é realizada durante o preparo do solo e a adubação depende da espécie florestal utilizada, do solo da idade das plantas e da intensidade da colheita.

A calagem é recomendada para se elevar os teores de Ca e Mg no solo (ALCARDE, 1985). Neste caso, deve-se efetuar a calagem antes do plantio e durante a rotação, juntamente com a adubação de manutenção. A calagem é recomendada quando o solo é muito ácido ( $\text{pH} < 5,0$ ) ou quando apresentar baixos teores de Ca e Mg. O objetivo é elevar o pH para um valor próximo a 5,5 e/ou obter a Saturação de Bases entre 40 % a 50 %.

#### 3.3.1 Recomendação de calagem

O calcário é o corretivo mais usado para a correção do solo. Além de ser o mais disponível, é o mais barato. Normalmente, é recomendada a aplicação de calcário dolomítico, que contém além do Ca, concentração elevada de Mg. Os teores de magnésio e de cálcio variam dependendo do tipo de calcário (Tabela 4).

Tabela 4 Teores de cálcio encontrado em diferentes tipos de calcário. Adaptado de Malavolta (1984).

Calcário	Teores de MgO (%)	Teores de CaO (%)
Cálcico ou calcítico	Até 4	45 – 54
Magnésiano	7 – 9	40 – 42
Dolomítico	mais de 12	21 – 35

De forma geral, as espécies de eucalipto plantadas no Brasil são tolerantes à acidez do solo. Nessas plantações, a calagem tem sido utilizada muito mais para elevar os teores de Ca e Mg nos solos do que para corrigir pH. Dois métodos, recomendados por Malavolta (1984), podem ser utilizados para determinar a quantidade de calcário a ser aplicada. Um deles é baseado nos teores de Al no solo (A) e o outro na saturação de bases do solo (B), conforme mostrados a seguir:

A. Determinação da quantidade de calcário a se aplicado através dos teores de alumínio do solo:

$$t \text{ calcário/ha} = 2 \times \text{cmol}^{(+)} \text{ Al} / \text{dm}^3 \text{ de solo}$$

Esse método, embora de fácil utilização, não é freqüentemente recomendado na agricultura. Ele apresenta alguns inconvenientes, principalmente para culturas muito exigentes em Ca e Mg e que apresentem baixa tolerância aos altos teores de Al e Mn no solo. Para os eucaliptos, esses inconvenientes não são limitantes, uma vez que as espécies plantadas no Brasil são tolerantes a altos teores de Al e Mn no solo.

B. Determinação da quantidade de calcário a ser aplicado através da saturação de bases do solo

No método da saturação de bases, o objetivo é elevar a saturação de bases do solo a valores próximos a 40 %. A quantidade de calcário a ser aplicada é determinada através da formula sugerida por Raij (1981):

$$t.\text{calcário} / \text{ha} = \frac{(V2 - V1)}{100} \times T, \text{ onde}$$

V2 = saturação de bases desejada (%)

V1 = saturação de bases do solo (%)

T = capacidade de troca de cátions do solo (cmol<sup>(+)</sup>/dm<sup>3</sup>)

Na prática, não é aconselhável aplicar doses muito elevadas de calcário pois, além de se tornar onerosa, ela pode interferir na estrutura e na microfauna do solo. Assim, o ideal é aplicar, no máximo, 2 t/ha. Caso seja necessário uma aplicação maior, por exemplo 4 t/ha, aconselha-se a aplicação em duas etapas. A primeira antes do plantio e a segunda quando o plantio estiver com 30 a 36 meses de idade, juntamente com a adubação de manutenção.





# Capítulo 10

## Nutrição de *Pinus* no Sul do Brasil

Carlos Alberto Ferreira  
Helton Damin da Silva  
Antonio Francisco Jurado Bellote  
Guilherme de Castro Andrade

### 1. Introdução

As plantações com espécies do gênero *Pinus* foram intensificadas a partir da segunda metade da década de 1970, após a promulgação da lei dos incentivos fiscais para essas atividades. Extensas áreas foram ocupadas, predominantemente com *Pinus taeda* e *P.elliottii* var. *elliottii*, constituindo atualmente a base florestal de importantes atividades industriais como produção de celulose e papel, embalagens, aglomerados, mobiliário, compensados, chapas, dentre outras.

Estima-se em aproximadamente 1.834.570 ha a área ocupada por espécies de *Pinus* no Brasil. Na Região Sul, estima-se em 1.384.936 ha a área plantada com a seguinte distribuição: 677.772 ha no Paraná, 522.079 ha em Santa Catarina e 185.080 ha no Rio Grande do Sul (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2006). Essas plantações desempenham papel preponderante no suprimento de madeira, fornecendo, por exemplo, mais de 90 % do total de madeira consumida no Estado do Paraná, atualmente.

Evidentemente, uma área de tal dimensão engloba uma variação muito grande de classes de solos, como descrito por Reissmann e Wisniewski (2000) e de clima. Como consequência, ocorrem acentuadas diferenças de produtividade, como relatado por Carvalho et al. (1999), entre outros autores. As variações em produtividade são devidas às interações entre os fatores biofísicos e os biológicos. Essa interação é denominada sítio e, geralmente, expressa pela altura dominante das árvores numa determinada idade. Entre os fatores ligados ao solo, a textura, com reflexos diretos na capacidade de retenção de água no solo, e a fertilidade natural desempenham papel preponderante na definição da qualidade do sítio (GONÇALVES et al., 1990; CARVALHO et al., 1999).

Este documento tem por objetivo apresentar, de forma sintética, uma revisão dos estudos sobre nutrição de *Pinus*, com destaque para *Pinus taeda* e *P.elliottii* var. *elliotti*. Além disso, propõe-se identificar possíveis prioridades de pesquisa, visando ao aumento da produtividade e à sustentabilidade em longo prazo.

## 2. Restrições à produtividade

*Pinus taeda* e *P.elliottii* var. *elliottii* são consideradas espécies de baixa exigência nutricional (PRITCHETT; ZWINFORD, 1961). A rapidez de crescimento e a ausência de sintomas de deficiências, particularmente nas primeiras rotações, condicionaram a idéia de que as plantações de *Pinus* dispensariam a prática da fertilização mineral. Entretanto, diversos autores estudaram os fatores de solo, suas relações com o estado nutricional e a produtividade dessas espécies, demonstrando estreita interdependência entre essas variáveis.

Assim, problemas nutricionais em *P.elliottii*, que merecem maior atenção, já haviam sido apontados por Goor (1965), merecendo destaque a alta correlação entre a qualidade do sítio e a soma de bases trocáveis do solo, em especial a quantidade de Ca e Mg e o teor total de P.

Diversos autores têm recomendado que a oferta de nutrientes pelo solo seja determinada pela quantidade absorvida pelas plantas; as folhas têm sido as partes preferidas para este tipo de análise. Alguns trabalhos apresentam teores médios, máximos e mínimos, faixas de bom suprimento, níveis críticos aproximados, relações entre nutrientes para *Pinus elliottii* e *P.taeda* (MENEGOL, 1991; LASO GARICOITS, 1990; LA TORRACA, 1984; REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000). Baixos teores foliares de Mg e Zn foram associados com baixo crescimento em altura de *Pinus elliottii* na região de Telêmaco Borba e considerados como limitantes ao crescimento dessa espécie por Menegol (1991). Os teores foliares de N, Mg, Cu, K e Zn foram os mais correlacionados com a altura dominante aos 15 anos de idade.

Os fatores limitantes ao crescimento de *Pinus taeda*, em solos derivados de três materiais de origem, na região de Telêmaco Borba, foram estudados por Laso Garicoits (1990). Os teores foliares de K, Fe, Cu e Zn foram significativamente mais elevados nas acículas das árvores desenvolvidas em solos derivados de diabásio. Também, nestes solos, as árvores apresentaram maior desenvolvimento comparado com árvores em solo derivado de arenito.

Dentre os levantamentos de solo, dos estados nutricionais, e da sua relação com a produtividade, destacam-se os trabalhos conduzidos na região de Ponta Grossa e Telêmaco Borba com *Pinus taeda* (REISSMANN et al.; 1990). As respostas em produtividade desta espécie aparentaram estar mais relacionadas às propriedades do solo e à exigência em nutrientes. Apesar das limitações bastante conhecidas das interpretações sobre concentrações foliares, os autores relatam tendências consistentes de aumento dos teores foliares dos nutrientes com a melhoria da qualidade do sítio. Além disso, chamaram a atenção para as

concentrações extremamente baixas de K, Mg e Zn nos sítios menos produtivos. Em bio-ensaios, em casa-de-vegetação, com omissão de nutrientes em substrato solo com baixo suprimento, notadamente de K, Ca, Mg, Zn e Cu, observaram-se reduções significativas na altura das mudas aos oito meses, quando foram omitidos Mg, N e P. No caso do K, reduções mais significativas de crescimento poderiam ser obtidas. Entretanto, os resultados indicaram que apenas o aumento do suprimento hídrico foi suficiente para assegurar boa disponibilidade do nutriente, pelo menos na fase de plântula. Deficiências de N e P não foram detectadas na análise foliar de amostras coletadas no campo (NALDONY, 1991). A ciclagem biológica e a retranslocação de nutrientes são responsáveis pelo aparente bom estado nutricional apresentado pelas acículas amostradas, dando idéia errônea de sua real condição nutricional (REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000).

Embora a análise de tecidos possa demonstrar as deficiências nutricionais, a disponibilidade de alguns elementos nutrientes é mascarada devido aos efeitos de diluição e concentração, levando a resultados enganosos. O emprego de dados expressos em conteúdo de nutrientes é uma abordagem mais consistente e, freqüentemente, mais relacionada com variações de fertilidade ou adição de nutrientes (FERREIRA, 1989; REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000). A utilização conjunta de diversos métodos de diagnóstico, apesar de sua complexidade, talvez seja a melhor maneira de determinar os elementos químicos que necessitem de correção. A identificação das deficiências nutricionais, por métodos fisiológicos e bioquímicos como, por exemplo, os detalhados por Bouma (1983), podem ser extremamente úteis devido à rapidez e simplicidade. Devem-se considerar, ainda, as relações entre os nutrientes. Reissmann e Wisniewski (2000) discutiram sobre as relações entre os teores de N/K e de P/Zn, nas acículas de *P. taeda* e sua relação com a produtividade da espécie. A importância de cada nutriente e a ação bioquímica deles também são abordadas pelos referidos autores.

Outro aspecto importante, sobre o qual há pouco progresso nos últimos anos, é a amostragem do solo. Embora existam sistemas de amostragem desenvolvidos para culturas agrícolas, estes são inadequados para culturas florestais (HILDEBRAND, 1991). Os próprios extratores de nutrientes utilizados nas análises químicas do solo precisam ser melhor avaliados. Há indícios de que o ácido cítrico seria promissor para essa finalidade, devido à correlação elevada entre os teores de Ca, Mg e K obtidos nas análises de solo com este extrator e os teores foliares (REISSMANN; ZOTTL, 1987).

### **3. Exportação de nutrientes pela colheita florestal**

A exportação de nutrientes pela colheita florestal é um dos fatores a serem considerados quando há preocupação com a manutenção da produtividade dos

sítios, principalmente em condições de baixo suprimento de elementos essenciais às árvores, pelo solo. As explorações intensivas em rotações curtas, sem previsão de um período mínimo necessário para reposição de nutrientes, têm sido apontadas como as maiores responsáveis pela exaustão do solo.

A intensidade de exploração e seu impacto sobre a exportação de nutrientes foram estudadas por diversos autores, que concluíram pela inconveniência da exploração total da árvore e da importância da manutenção das galhadas e acículas no campo. Quando possível, recomenda-se o descascamento das toras no local da exploração, ou mesmo o retorno da casca ou das cinzas provenientes de sua queima ao solo, devido à quantidade relativamente alta de nutrientes contidos nelas.

As quantidades de nutrientes exportadas pela madeira de *Pinus taeda* no primeiro e no segundo desbastes foram estimadas por Valeri (1988) (Tabela 1). Alguns nutrientes apresentam percentuais relativamente baixos em relação ao total de cada nutriente presente no povoamento, inclusive na manta orgânica. Entretanto, os percentuais de K, Ca, Mg, Cu, Zn e B exportados são relativamente altos, e poderão ser potencialmente limitantes ao crescimento em futuras rotações.

Tabela 1. Quantidade de biomassa e nutrientes exportados pela colheita de madeira comercial com casca de povoamentos de *Pinus taeda* nos três primeiros desbastes aos 7, 10 e 14 anos de idade (adaptado de VALERI, 1988).

Idade (anos)	7	10	14
Matéria seca (t/há)	11	36	49
Elementos Nutrientes	Macronutrientes (kg/ha)		
N	21,5 (4)	52,8 (7)	58,3 (7)
P	1,7 (5)	5,2 (9)	4,4 (8)
K	9,5 (5)	24,0 (12)	22,7 (14)
Ca	9,7 (5)	31,9 (12)	41,3 (13)
Mg	2,1 (5)	6,3 (10)	8,1 (11)
	Micronutrientes (g/ha)		
Fe	533 (4)	2019 (5)	2237 (6)
Mn	528 (4)	1233 (9)	1592 (9)
Cu	50 (8)	120 (13)	181 (18)
Zn	70 (7)	204 (14)	221 (13)
B	103 (8)	296 (11)	362 (13)

A quantidade total de K, acumulada na madeira dos três desbastes, por exemplo, corresponde a uma exportação de aproximadamente 31 % da quantidade do elemento presente na biomassa do povoamento incluindo a manta orgânica. Situação semelhante é verificada com Ca, Mg, Cu, Zn e B. A falta de reposição destes nutrientes pode acarretar redução da produtividade dos povoamentos em médio prazo.

A reposição natural de nutrientes dá-se, primordialmente, pela água das chuvas e pela intemperização do material de origem do solo. Portanto, é necessária uma avaliação precisa de todas as entradas e saídas de nutrientes dos povoamentos florestais, para antecipar futuros problemas nutricionais. Na maioria das operações florestais, a contribuição do material de origem do solo para o fornecimento de nutrientes é muito limitada, tanto pela quantidade presente quanto pelo longo

tempo necessário para sua intemperização (FERREIRA, 1989). As informações relativas à contribuição da chuva, e outros aportes atmosféricos no fornecimento de nutrientes são limitadas a um pequeno número de regiões. O acúmulo anual de nutrientes, necessários para assegurar a produtividade *P. elliotii*, considerando-se apenas o total na biomassa aérea das árvores, são bem mais elevados que o aporte via precipitações atmosféricas, com exceção possivelmente do magnésio (Tabela 2).

Tabela 2. Entrada de nutrientes e acúmulo em um plantio de *Pinus elliotii* var. *elliotii*, com 14 anos de idade, na região do segundo planalto paranaense.

	N	P	K	Ca	Mg
	kg/há.ano				
Entrada máxima via atmosfera	7,3	0,9	7,9	6,0	5,2
Acúmulo na árvore inteira	721 (51)	42 (3)	175 (12)	262 (19)	63 (4)
Acúmulo no lenho com casca	247 (18)	20 (1,5)	101 (7)	165 (12)	33 (2,4)
Acúmulo no lenho sem casca	190 (13)	15 (1,1)	79 (6)	137 (10)	25 (2)

Reduções de produtividade, em rotações sucessivas, não têm sido comumente relatadas. Possivelmente, em curto prazo, a troca de material propagativo por genótipos mais eficientes na extração e aproveitamento de nutrientes e melhores cuidados na implantação e manutenção dos povoamentos tenham encoberto as perdas de produtividade pela redução da oferta de alguns nutrientes. Parece evidente, portanto, que em médio e longo prazos, a manutenção da produtividade de povoamentos florestais dependerá da reposição ao sítio, dos nutrientes contidos na madeira e exportados no processo da colheita florestal.

#### 4. Ciclagem e acúmulo de nutrientes na serrapilheira

O conhecimento da ciclagem de nutrientes é extremamente importante para se avaliar o impacto e as implicações das ações de manejo na sua disponibilidade no solo e assegurar produtividade futura dos povoamentos

florestais. A preocupação com a exaustão de nutrientes dos sítios florestais já existia no século 19, quando silvicultores alemães recomendavam que a reposição dos nutrientes, extraídos pela madeira e outros produtos florestais, deveria ser, em quantidades, no mínimo igual às retiradas.

A identificação dos processos de ciclagem e a quantificação das entradas e saídas de nutrientes, bem como a previsão da reação de determinados sítios às alterações impostas pelo homem, são relevantes para subsidiar decisões sobre alternativas de manejo e de aplicação de fertilizantes (KIMMINS, 1987). Os nutrientes envolvidos nos processos de ciclagem, quer sejam bioquímicos ou biogeoquímicos, suprem grande parte das necessidades das árvores. Na maioria das florestas maduras, praticamente todas as necessidades anuais de nutrientes são supridas dessa forma. Attiwill (1981) relata que 82 % do P, 86 % do K, 84 % do Ca e 78 % do Mg, demandados anualmente por uma floresta de *Eucalyptus obliqua*, na Austrália, provêm desses processos. Entretanto, para que os processos ocorram em níveis ótimos de produtividade, é necessário que quantidades adequadas de nutrientes tenham sido previamente acumuladas nos diversos compartimentos das árvores. Caso contrário, a ciclagem é processada às expensas de um menor crescimento.

Na serrapilheira, depositada na superfície do solo, são acumuladas quantidades significativas de nutrientes que, após a decomposição, retornam ao solo e são reabsorvidos pelas árvores. A quantidade de nutrientes disponibilizada depende da velocidade de decomposição dos resíduos florestais que, por sua vez, depende, dentre outros fatores, da composição da serrapilheira, da água da chuva, da temperatura e da qualidade do sítio (FERREIRA, 1993; REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000).

A quantidade de serrapilheira depositada tem correlação positiva estreita com a biomassa produzida pelos povoamentos florestais. A velocidade de decomposição da serrapilheira também é mais elevada nos sítios mais produtivos. Dessa forma, a sua camada acumulada em sítios pouco produtivos é significativamente mais espessa do que em sítios comparativamente mais produtivos (REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000). Portanto, maiores produtividades estão diretamente relacionadas com a quantidade e velocidade de decomposição do material vegetal depositado no solo.

Um exemplo da importância da ciclagem de nutrientes para as plantas pode ser demonstrado pela análise da serrapilheira depositada por uma floresta de *Eucalyptus saligna*. Aos 11 anos de idade, apresentava, por hectare, 50 kg de N, 5 kg de P, 11 kg de K, 60 kg de Ca e 15 kg de Mg. A quantidade de P equivale a cinco anos de deposição atmosférica nessa região (POGGIANI, 1985). A variação



na quantidade de nutrientes na serrapilheira de *Pinus elliottii* é exemplificada por Reissmann e Wisniewski (2000), com base em dados de literatura. De acordo com estes autores, a quantidade de N varia de 210 a 436 , de P de 7 a 20, de K entre 4 e 73, de Ca entre 16 e 140 e de Mg de 4 a 27 kg/ha, dependendo da quantidade de serrapilheira depositada, da idade do povoamento e do tipo de solo.

A imobilização de grandes quantidades de nutrientes na biomassa da serrapilheira não decomposta pode acarretar deficiências nutricionais, como a deficiência de N relatada por Miller (1981, 1984) em povoamentos de *Pinus silvestris*. Provavelmente, pela mesma razão, observaram-se deficiência de K e baixos teores de N, Fe, Mn e B nas acículas de *P. elliottii* (VALERI, 1988), no terceiro desbaste, comparado com povoamentos nos primeiro e segundo desbastes.

Tratamentos silviculturais que levem à aceleração da decomposição da serrapilheira têm reflexos positivos na produtividade de povoamentos florestais. Aumentos de produtividade em povoamentos de eucalipto, de *P. elliottii* e de *P. taeda*, após aplicação de cinza e resíduos industriais de celulose e papel, foram atribuídos por Ferreira et al. (1995) e Bellote et al. (1995) à aceleração da decomposição da serrapilheira, além do aumento na capacidade de retenção de água pelo solo.

## 5. Revisão de resultados experimentais

No âmbito internacional, existe extensa literatura sobre a adubação de *Pinus* de clima temperado. Especial atenção tem merecido o *P. radiata*. Entretanto, o mesmo não acontece no Brasil, onde a literatura é bastante escassa. As pesquisas, geralmente, têm sido pontuais, não permitindo extrapolações e a maioria dos esforços neste campo concentrou-se no gênero *Eucalyptus* e em *Pinus* tropicais.

O interesse pela adubação no campo florestal remonta a 1954, tendo-se demonstrado a sua necessidade no Estado de São Paulo (VEIGA, 1967). A partir desta data, diversos ensaios de adubação de mudas foram conduzidos e publicados (HAAG, 1983).

Os trabalhos publicados no Brasil demonstram que os pinus, de uma forma geral, respondem menos à adubação que os eucaliptos, mas que incrementos em volume podem chegar a 20 % ou mais, em solos pobres. Respostas mais acentuadas foram obtidas com a aplicação de P, K e de Ca + Mg na forma de calcário. Por vezes, a aplicação de N tem se mostrado prejudicial ao desenvolvimento das árvores (HAAG, 1983; SILVA et al., 2003) (Figuras 1 e 2).

Ensaio de adubação em campo, conduzido em solo rico em matéria orgânica e nitrogênio total e com elevada acidez, alta CTC (Capacidade de Troca de Cátions), baixo teor de P e baixa saturação de bases, é relatado por Muniz et al. (1975). Aos sete anos de idade, concluiu-se que a aplicação de N foi prejudicial ao desenvolvimento das plantas, o P teve efeito positivo e linear principalmente em *Pinus taeda*, e as repostas à aplicação de K não foram significativas. Um conjunto de experimentos de adubação em *Pinus elliottii* foi analisado por Balloni et al. (1978). Concluíram estes autores, que havia respostas positivas à adubação fosfatada, mas ausência de resposta aos outros nutrientes. Esses trabalhos referem-se apenas ao efeito dos adubos no crescimento das árvores, sem considerar as interações entre os tratamentos silviculturais, a disponibilidade de água e a adubação, e os aspectos econômicos, nem os possíveis efeitos dos adubos na qualidade da madeira. Trabalhos mais recentes (SILVA et al., 2003) mostraram elevada resposta do *Pinus taeda* à aplicação de P e K, em solos de baixa fertilidade com cobertura florestal primitiva de cerrado, na região de Jaguariaíva, Estado do Paraná. A resposta à adubação orgânica, pela aplicação de resíduos da indústria de celulose e papel também foi extremamente acentuada, demonstrando o grau de limitação na produtividade pela carência de elementos minerais e orgânicos nesse tipo de solo (Figuras 1 e 2).

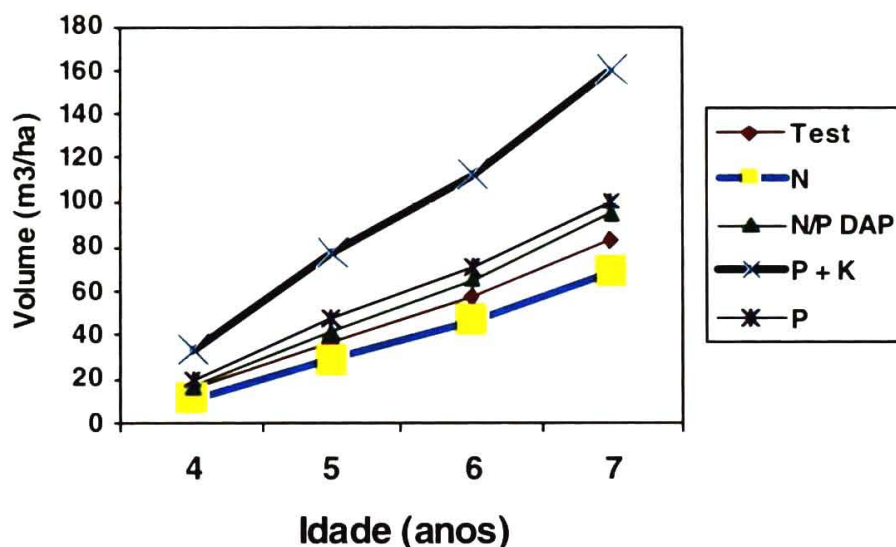


Figura 1. Resposta do *Pinus taeda* à adubação mineral em solos de baixa fertilidade (região de Jaguariaíva, PR).

Tratamentos: N = 500 kg/ha de Sulfato de Amônio; N + P = 200 kg/ha de Diamônio Fosfato; P + K = 555 kg/ha de Superfosfato Simples e 177 kg/ha de Cloreto de Potássio; P = 555 kg/ha de Superfosfato Simples.

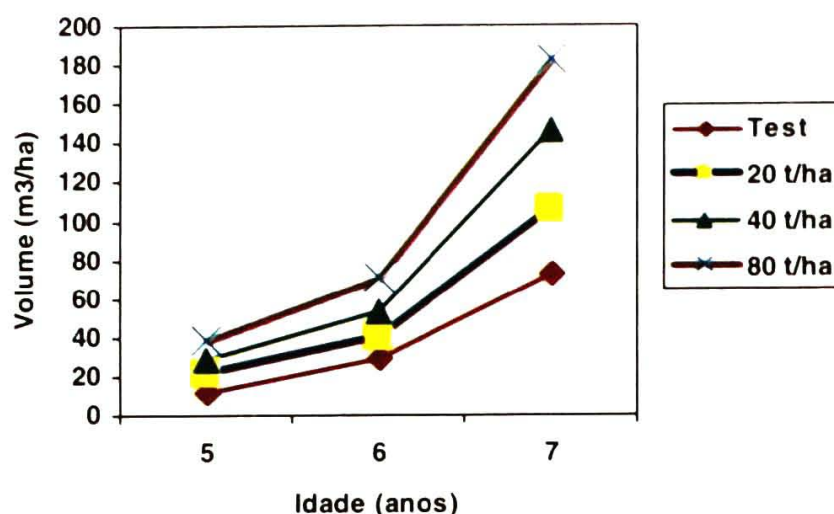


Figura 2. Resposta do *Pinus taeda* à adubação orgânica, com resíduos da fabricação de celulose e papel, em solos de baixa fertilidade (região de Jaguariaíva, PR).

Os efeitos da adubação nas propriedades da madeira são controversos. Embora as características da madeira sejam, predominantemente, controladas geneticamente, tratamentos silviculturais e condições ambientais podem modificá-las. Geralmente, a adubação aumenta o crescimento e pode, indiretamente, alterar as propriedades da madeira. A proporção de madeira outonal, as características das fibras, a densidade e a proporção de madeira juvenil na parte central do lenho são as propriedades mais influenciadas pela adubação, conforme Binkley (1986) e Megraw (1985). Alterações no lenho, em função da adubação na fase de mudas, foram relatados por Santos et al. (1967) e por Malavolta et al. (1966). A aplicação de doses crescentes de N resultou em redução da espessura e do comprimento dos traqueídeos e fibro-traqueídeos, mas os efeitos da aplicação de P e K não foram bem definidos. A concentração de celulose não foi afetada significativamente pela aplicação desses nutrientes.

Tem-se demonstrado, em diversos trabalhos, que a efetividade da aplicação de nutrientes é altamente dependente da condição de umidade no perfil do solo. Por exemplo, os resultados apresentados por Butcher (1977), com *Pinus pinaster* plantado em região de clima mediterrânico com precipitação sazonal pluviométrica anual de aproximadamente 780 mm, mostraram crescimento significativamente maior em povoamentos desbastados. Nestes, a competição efetiva por água era menor e, conseqüentemente, o teor de umidade do solo manteve-se elevado durante período maior. Em *Pinus radiata*, em situação climática semelhante, o incremento periódico anual, em volume de madeira (20,5 m<sup>3</sup> /ha.ano) não foi alterado somente com a adubação. Entretanto, em presença de maior quantidade de água, a

produtividade aumentou para 33 m<sup>3</sup>/ha.ano. A aplicação conjunta de irrigação e adubação por via sólida, assim como, a irrigação e a adubação por via líquida, resultaram em produtividades de 44,0 e 50,4 m<sup>3</sup>/ha.ano, respectivamente, em povoamentos de *Pinus radiata*, na Austrália (SNOWDON; BENSON, 1992). A alocação de assimilados para a madeira do tronco foi estimulada pela irrigação, enquanto que a adubação, isoladamente, alterou apenas a biomassa da copa, acarretando o aumento do diâmetro dos ramos.

## 6. Conclusões e recomendações

Devido ao pequeno número de pesquisas, no Brasil, envolvendo a nutrição e a adubação em *Pinus*, principalmente de clima temperado, há crença geral de que essas espécies dispensariam adubação ou responderiam muito pouco à sua aplicação. Entretanto, a intensa remoção de nutrientes dos solos, pelas colheitas sucessivas, e os resultados expressivos obtidos com a adubação de *Pinus taeda*, em solos de baixa fertilidade, mostraram a necessidade de pesquisas aprofundadas tanto com adubação mineral quanto orgânica, em diferentes tipos de solos. Entre as pesquisas demandadas, podem ser destacadas:

a) A identificação de critérios e indicadores, para avaliação de fertilidade dos solos, com ênfase em métodos de amostragem e de análise de solo e planta, que sejam compatíveis com as exigências nutricionais das espécies florestais;

b) Determinação das implicações da ciclagem de nutrientes na produtividade florestal, em longo e médio prazos, em povoamentos de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* conduzidos sob diferentes sistemas de manejo;

c) Avaliação da necessidade, época, dosagens e métodos de aplicação de adubos em povoamentos de *Pinus taeda* e *P. elliottii*.



# Capítulo 11

## Condução de Plantações para Produção de Madeira para Desdobro

*Carlos Alberto Ferreira*

*Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução

O volume de madeira produzido em um determinado sítio, em determinado espaço de tempo, numa condição homogênea, cresce com o aumento do número de árvores por hectare. No entanto, o diâmetro do tronco das árvores tende a diminuir com o aumento do número de árvores por unidade de área, e o custo da implantação do povoamento tende a aumentar. Portanto, para a tomada de decisão em relação ao espaçamento inicial entre árvores e à condução do povoamento, é necessário estimar os custos financeiros e compará-los com a receita esperada. Devem, igualmente, ser levados em consideração o produto final desejado e suas dimensões, bem como a qualidade da madeira que varia em função do material genético, da idade e do manejo adotado.

Existe a tendência de desenvolvimento de árvores estioladas se o povoamento for mantido excessivamente adensado por período muito longo. Além disso, há o aumento do número de árvores suprimidas e mortas. Isto ocorre devido ao fato de cada sítio (entendido como a soma dos fatores bióticos e abióticos condicionantes de maiores ou menores produtividades) comportar um máximo de área basal (entendida como a somatória das áreas transversais do tronco das árvores tomadas à altura do peito). Como conseqüência, o crescimento das árvores dominantes e co-dominantes ocorre apenas devido à supressão das árvores menos desenvolvidas e ou morte das árvores dominadas. Artificialmente, este processo lento pode ser antecipado pela prática do desbaste. O desbaste tem, ainda, a vantagem de permitir o aproveitamento da madeira das árvores suprimidas e antecipar retornos do capital investido na implantação do povoamento.

### 2. Espécies recomendáveis para produção de madeira para desdobro

Diversas espécies de *Eucalyptus* podem ser plantadas com a finalidade de produzir madeira para desdobro. A escolha da espécie depende fundamentalmente do clima da região a ser plantada e das características físicas e químicas do solo. O *Eucalyptus grandis*, *E. dunnii*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. microcorys*, *E. maculata*, *E. pilularis*, *E. cloeziana*, *E. paniculata* e *E. resinifera* têm sido manejados,

preferencialmente a outras espécies, para produção de madeira para desdobro. *E. benthamii* e *E. badjensis* são espécies de rápido crescimento e tolerantes a geadas. Por essas razões, mais indicadas para as regiões mais frias do Brasil. Entretanto, não produzem madeira de alta reputação para desdobro, como as espécies anteriormente citadas. Entretanto, prestam-se para construções leves, devendo-se evitar seu contato direto com o solo, e podem ter seu uso ampliado com o desenvolvimento de tecnologia apropriada.

### **3. Desbastes**

Os desbastes de plantios florestais, que constituem parte do manejo, são necessários quando se deseja obter toras de grandes diâmetros ao final da rotação. Este é o caso da produção de toras para desdobro e de postes. Quando o objetivo for a produção do maior volume possível de madeira de pequenos diâmetros (lenha e carvão, por exemplo), em espaço de tempo reduzido, o desbaste não é necessário.

Tendo em vista que cada sítio permite apenas um determinado valor limite de área basal, com a redução no número de árvores, a área basal máxima se distribuirá por um número menor de árvores remanescentes e estas atingirão diâmetros maiores. A estratégia de manejo mais recomendável é manter o povoamento crescendo em taxas próximas ao máximo incremento corrente anual em área basal. Isto pode ser conseguido mediante desbastes menos intensos e mais freqüentes.

Nos primeiros desbastes, devem-se eliminar as árvores dominadas, mal formadas, tortas, bifurcadas e doentes, mesmo que apresentem grandes dimensões. Deve-se evitar a retirada de grupos de árvores adjacentes procurando-se manter uma distribuição uniforme de espaçamento entre as remanescentes. Isto evita a formação de clareiras e o crescimento de plantas invasoras entre as árvores. No caso do eucalipto, evita-se, também, o surgimento de número excessivo de brotações ao longo do tronco, o que pode prejudicar a qualidade da madeira. Este último inconveniente ocorre devido ao estímulo, pela luz, de gemas dormentes ao longo do fuste e, também, quando as árvores entortam devido a desbastes excessivos.

### **4. Marcação para desbaste**

A marcação para desbaste é uma operação especializada que requer treinamento e capacidade de discernimento entre as árvores que devem ser retiradas e as que devem permanecer, mantendo-se uma distribuição adequada de espaço entre as árvores.

Para se assegurar que o número desejado de árvores por hectare permaneça após o desbaste, é recomendável indicar o comprimento de duas linhas de árvores que contenham dez unidades, por exemplo, ao final do desbaste. Um método simples de calcular consiste em multiplicar o número de árvores remanescentes pela distância entre linhas, dividir este valor pela área de um hectare (10.000 m<sup>2</sup>). Em seguida, dividir-se 5 (número de árvores em uma linha) pelo valor anteriormente obtido. O valor resultante é o comprimento de duas linhas onde devem ser deixadas 10 árvores. Aplicando esta regra para uma distância entre linhas de 3 m e número de árvores remanescentes de 500, temos a distância de:

$$3 \text{ m} \times 500 = 1.500 \text{ m} / 10.000 \text{ m}^2 = 0,15 \text{ m}^{-1}$$
$$5 / 0,15 \text{ m}^{-1} = 33,3 \text{ m}$$

Assim, para se obter a densidade de plantas remanescentes pretendida (500 árvores/ha), é necessário deixar dez árvores a cada 33 m de linha dupla. Não é necessário deixar-se sempre, por exemplo, cinco árvores em cada linha de 33 m. Pode-se, se necessário, deixar quatro árvores em uma linha e seis na outra, e outras combinações.

## 5. Sistemas de desbaste

Do ponto de vista econômico e operacional, em grandes áreas é preferível executar o corte e a extração de madeira, mecanizados. Isto torna o desbaste sistemático mais econômico. Em geral, nos desbastes sistemáticos, retira-se totalmente uma linha de árvores a cada três, efetuando-se, em operações subseqüentes, desbastes seletivos, nas duas linhas remanescentes. Este sistema é recomendável para plantios homogêneos, plantados com material genético selecionado e com técnicas silviculturais adequadas. Este sistema aplica-se, também, quando não houver interesse no manejo da rebrota das touças, ou para espécies que não apresentem rebrota satisfatória. Nos demais casos, os desbastes seletivos são os mais recomendáveis.

## 6. Recomendações gerais para eucaliptos

O aproveitamento das toras para desdobro é mais elevado quanto maior for o diâmetro da tora, desde que dentro dos limites operacionais dos equipamentos das serrarias. Assim, quanto mais cedo o povoamento apresentar troncos com diâmetros de maiores dimensões, mais lucrativo será o empreendimento florestal. Para atingir este objetivo, desbastes intensivos e precoces são recomendáveis por estimularem o crescimento diamétrico das árvores jovens. Entretanto, a madeira produzida, nos quinze primeiros anos de crescimento, de espécies como o *Eucalyptus grandis*, é de qualidade inferior com acentuadas tensões de crescimento.



Para aumentar a proporção de madeira de boa qualidade e limitar a madeira de qualidade inferior a um pequeno cilindro central, devem-se executar desbastes leves inicialmente. O desbaste deve ser protelado, até quando houver interesse em retirar madeira com diâmetros maiores e mais apropriados do ponto de vista comercial.

Os desbastes, segundo recomendações adotadas na África do Sul, devem ser de baixa intensidade até o 15º ano e mais intensos após essa idade. Para evitar fustes deformados e supressão exagerada de copa viva, os demais desbastes devem ser repetidos em intervalos curtos. O regime de desbaste proposto é resumido na Tabela 1.

Tabela 1. Regime de desbaste proposto para *Eucalyptus grandis* com base nas recomendações adotadas na África do Sul.

Idade (anos)	Nº árvores remanescentes	Porcentagem de desbaste	Estimativa do DAP <sup>1</sup> das árvores retiradas
0	1666	-	-
6 – 7	1250	25	11 – 17
9 – 10	940	25	18 – 20
12 – 13	630	33	22 – 24
15 – 16	315	50	25 – 28
18 – 19	189	40	29 – 30
21 – 22	127	33	32 – 36
30	0	100	56 – 61

(1) Diâmetro à altura do peito (cm).

Os regimes de desbaste que vêm sendo adotados na silvicultura brasileira não seguem o modelo apresentado. De modo geral, adotam-se desbastes precoces e pesados, por vezes aos 4 anos de idade, com o objetivo de produzir toras de 35 cm a 45 cm de diâmetro em rotações curtas de 15 a 18 anos. Esses regimes têm o inconveniente de produzir alta proporção de madeira juvenil, de baixa qualidade, no cilindro central da tora. Entretanto, são mais versáteis e permitem alterar a destinação da madeira produzida em função de alterações de mercado. Esses regimes de desbaste possibilitam, ainda, maior gama de produtos, em menor tempo, que pode ser interessante para se obter maior retorno do investimento. Por outro lado, o prolongamento da rotação para muito mais de 35 anos com o objetivo de aumentar a proporção de madeira de alta qualidade aumenta o risco de ocorrência de podridão do cerne.

Visando assegurar a adoção do manejo específico para o povoamento e a região de interesse, considerando o potencial de produção e o sortimento específico do povoamento florestal, é necessário utilizar simuladores de crescimento e de produção. Existe, no mercado, um simulador denominado "SisEucalipto". Desenvolvido pela *Embrapa Florestas*, é uma ferramenta de extrema importância para a definição do regime de desbastes para cada povoamento, situação de mercado e interesse do empreendedor. Além das informações resumidas (Tabela 2), o simulador fornece ainda o diâmetro médio e a frequência de árvores no povoamento. Podem ser formuladas diversas propostas de desbaste e o simulador permitirá analisá-las, possibilitando ao empreendedor definir a solução ideal.

Em princípio, a proposta de manejo apresentada pode ser aplicada. Entretanto, deve ser reconsiderada quando houver disponibilidade de dados de inventário e informações de mercado para cada caso e local.

Quadro 2. Simulação de regime de desbaste proposto para *Eucalyptus grandis* obtido com a aplicação do "SisEucalipto".

Idade (anos)	Árvores removidas/ha	Árvores remanescentes por ha	Porcentagem de desbaste	Volume total de madeira (m <sup>3</sup> )	Madeira para celulose (m <sup>3</sup> )	Madeira para desdobro (m <sup>3</sup> )
0	0	1047	-			-
5	647	400	62	288,3	143,4	0
8	200	200	50	320,9	108,8	34,4
15	200	0	100	409,4	90,2	306,4

Índice de sítio (idade 15 anos) = 40,0; Densidade (árvores/ha) = 1111; Sobrevivência (%) = 100.

## 7. Podas de formação

Cuidados adicionais podem ser necessários nos povoamentos florestais, pois algumas espécies podem produzir vários troncos, tanto nos povoamentos de alto fuste quanto nos de talhadia para produção de toras. Neste caso, deve-se deixar o fuste ou o broto mais desenvolvido e mais reto e eliminar os demais brotos para favorecer o seu crescimento. Quanto mais cedo for feita a eliminação dos brotos concorrentes, mais rápido será o crescimento do fuste restante. Esse procedimento deve ser adotado apenas para produção de toras de grandes diâmetros.

## **8. Desbrota e desrama**

A presença de nós soltos prejudica a qualidade e desvaloriza a madeira produzida, principalmente quando se destina ao desdobro. Para evitar a presença excessiva desses nós e concentrá-los numa região interna de menor volume, recomenda-se fazer desbrotas e desramas. Estas operações devem ser feitas junto ao tronco. Quando se corta o ramo ainda verde, a cicatrização é mais rápida e o nó fica preso no interior da madeira, não comprometendo a sua resistência. Determinadas espécies como o cinamomo (*Melia azedarach*) são beneficiadas com a desbrota executada ao longo do tronco. Eliminam-se mesmo as gemas pouco desenvolvidas, na base das folhas e de ramos adultos. Esta operação tem o mesmo efeito que as desramas em idades maiores, e não favorece a formação de nós no interior da madeira.

## **9. Condução da brotação das cepas**

A eliminação das cepas é a melhor alternativa quando não houver perspectivas de mercado ou interesse na produção de madeira de menores dimensões, que poderiam ser obtidas mantendo-se e conduzindo-se as brotações. A produção de madeira das árvores remanescentes é maior no caso de eliminação das cepas.

A condução das cepas, quando desejável, se faz pela retirada dos brotos extranumerários, mantendo-se de dois a três brotos por cepa. Os brotos a serem mantidos devem estar bem distribuídos e ligados ao tronco o mais próximo possível do solo. Para uma seleção correta, é necessário aguardar o crescimento das brotações por, pelo menos, um ano ou até que ocorra diferenciação clara no tamanho entre os mesmos.

# Capítulo 12

## Condução de Plantios de *Eucalyptus* em Sistema de Talhadia

Carlos Alberto Ferreira

Helton Damin da Silva

### 1. Introdução

A condução da brotação de cepas de *Eucalyptus*, como alternativa de regeneração de povoamentos, era uma prática comum na década de 1970 e no início dos anos 80. À medida que materiais genéticos de melhor qualidade e mais produtivos foram sendo introduzidos e utilizados em grande escala, por motivos econômicos, a alternativa de reforma dos povoamentos passou a ser adotada, apesar dos maiores custos e as dificuldades inerentes ao preparo de áreas anteriormente ocupadas por plantios. A partir de 1980, o interesse pela condução das cepas diminuiu e a pesquisa, relativamente intensa sobre esse tema, realizada em meados da década de 1970 foi interrompida. Com o advento da silvicultura clonal, a situação não se alterou significativamente, havendo sempre interesse no plantio extensivo de novos clones selecionados, com produtividade crescente e melhor qualidade da madeira. No entanto, o regime de talhadia pode ser uma alternativa atraente para pequenos e médios produtores rurais, para assegurar o suprimento de madeira de boa qualidade para suas necessidades diárias e propiciar um retorno financeiro atrativo com a comercialização do excedente. Mesmo grandes empresas, em situações específicas, podem adotar o sistema de condução de cepas de maneira lucrativa, retardando o custoso processo de reforma de suas áreas de plantio.

### 2. Variação da capacidade de brotação entre espécies

Existem diferenças na capacidade de rebrota entre as diversas espécies de *Eucalyptus* conhecidas (Tabela 1). É importante considerar este fato na tomada de decisão sobre a adoção do regime de condução de brotações (talhadia) num plantio florestal. Algumas espécies apresentam uma estrutura de reserva de nutrientes chamada de lignotuber (também denominado de lignotubérculo), no colo da planta, que favorece a emissão de brotações. Quando a parte aérea dessa planta é destruída, as reservas nutricionais no lignotuber permitem o desenvolvimento de novas brotações que são, no geral, mais vigorosas que as iniciais (FAO, 1981). Esta é uma estratégia de condução de *Corymbia citriodora*, praticada em alguns países (PRYOR, 1971).

Segundo Balloni e Silva (1978), a ausência de lignotuber, em uma determinada espécie, não impossibilita que a mesma tenha uma intensa e vigorosa brotação. Entretanto, em condições adversas de solo e clima, as maiores sobrevivências de touças são obtidas com espécies que apresentam lignotuber.

Tabela 1. Capacidade de rebrota observada em algumas espécies de *Eucalyptus*.

Espécie	Capacidade de rebrota			
	Literatura Internacional*	Literatura Nacional**		
	Observações	Pedra Corrida	São Mateus	Bom Despacho
		(MG – região da mata)	(MG – região da mata)	(MG – região do cerrado)
	(% 60 dias após corte)	(% 60 dias após corte)	(% 60 dias após corte)	
<i>E. camaldulensis</i>	Alta	87,0	96,0	92,9
<i>C. citriodora</i>	Alta	87,0	59,0	37,6
<i>E. cloeziana</i>	Baixa	97,0	100,0	82,8
<i>E. grandis</i>	Alta	85,0	86,0	25,1
<i>C. maculata</i>	Alta	90,0	90,0	81,0
<i>E. microcorys</i>	Alta	96,0	100,0	100,0
<i>E. paniculata</i>	Alta	-	-	-
<i>E. pilularis</i>	Baixa	90,0	93,0	86,9
<i>E. resinifera</i>	Alta	-	-	-
<i>E. saligna</i>	Alta	60,0	96,0	41,4
<i>E. tereticornis</i>	Alta	92,0	91,0	54,6
<i>E. robusta</i>	Alta	-	-	-
<i>E. propinqua</i>	Alta	89,0	90,0	78,2
<i>E. punctata</i>	Alta	-	-	-

\*Balloni e Silva (1978), adaptado de Handbook on *Eucalyptus* Growing (1972).

\*\*Guimarães et al. (1983).

A capacidade de brotação pode variar entre espécies em diferentes locais (Tabela 1). Os fatores ambientais como solo, clima e regime pluviométrico e a estação do ano interferem diretamente no processo de brotação das cepas e podem influenciar a tomada de decisão sobre a aplicação do regime de talhadia no povoamento florestal. Portanto, embora uma determinada espécie possa ser considerada como potencial para rebrota, recomenda-se que se façam estudos pilotos para confirmar essa potencialidade.

### 3. Manejo da Rebrotas

#### 3.1 Efeito da época do ano

A capacidade de brotação em *Eucalyptus* está intimamente relacionada com o potencial genético da espécie e do indivíduo. Todavia, a época do ano em que é realizado o corte para a regeneração das touças influencia sobremaneira o resultado final, uma vez que temperaturas extremas, ausência de chuvas, insolação excessiva ou inadequada, podem reduzir o número de brotos obtidos, bem como a sua qualidade.

A época de corte deve ser programada para evitar períodos secos e com ocorrência de geadas fortes que podem provocar o desprendimento da casca das cepas. A melhor época pode variar entre locais. Portanto, há necessidade de se conhecer o regime climático da região de estudo. Em regiões frias, o princípio do crescimento após período das geadas fortes é provavelmente a melhor época para o corte, já que os brotos se estabelecerão bem antes do inverno seguinte. Se houver uma estação muito seca, o corte deverá ser feito no princípio da estação das chuvas para assegurar bastante umidade no solo (FAO, 1981).

Dexter (1967)<sup>1</sup>, citado por Cremer et al. (1978), relatou que mudas de *E. camaldulensis* têm sobrevivência prolongada em terrenos alagados. No entanto, um trabalho realizado em Israel indicou que as brotações da talhadia, na mesma situação de solos alagados, são mais sensíveis (KARSCHON, 1974<sup>2</sup>, citado por CREMER et al., 1978). De forma generalizada, os melhores resultados em termos de sobrevivência e desenvolvimento das touças, foram obtidos após cortes executados nos meses mais chuvosos. Portanto, em períodos com maior disponibilidade de água no solo. Quanto maior for a disponibilidade de água no solo, no período imediatamente posterior ao corte, melhores resultados, em termos de sobrevivência e produção, serão esperados (FERREIRA; SILVA, 1977; SILVA, 1978, 1983).

Por razões práticas, nos grandes empreendimentos, é impossível concentrar-se o corte dos povoamentos em uma única época. Porém, pode-se recomendar que o corte seja efetuado no início da estação de crescimento, evitando-se, por um lado, períodos com alto risco de geadas e, por outro, períodos de secas prolongadas anteriormente ao corte. Estas recomendações aumentam em importância para espécies que apresentam dificuldades de brotação.

---

<sup>1</sup>DEXTER, B. D. Flooding and regeneration of River Red Gum (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.). **Forests Commission of Victoria Bulletin**, Australia, n. 20, 1967.

<sup>2</sup>KARSCHON, R. Coppice regeneration of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. following flooding. **La Yaaran**, n. 24, p. 53-54, 1974.

### 3.2 Efeito da altura do corte

A altura de corte e a forma com que os tocos são cortados condicionam o número de gemas ativas remanescentes na touça, com possibilidade de brotarem. Quanto maior a altura de corte, maior é a probabilidade de sobrevivência da touça. Até certo ponto, isto pode ser contestado para as espécies que apresentam lignotuber. No entanto, para as espécies sem lignotuber, como é o caso de *E. grandis*, parece não haver dúvidas quanto a isso (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da altura de corte na regeneração de *Eucalyptus grandis* em regime de talhadia simples regular no cerrado do Estado de São Paulo (corte realizado em agosto).

Altura do corte (cm)	Número médio de gemas ativas	Sobrevivência (%)
5	1,8	90
10	2,6	90
15	4,1	90
20	4,7	100
25	5,2	100
30	5,9	100

Para as espécies que apresentam lignotuber, a altura de corte pode ser sensivelmente reduzida sem maiores prejuízos para a brotação e sobrevivência das touças, como no caso de *E. citriodora* (NASCIMENTO FILHO et al., 1983).

Segundo Balloni et al. (1980), a altura de corte das árvores de eucalipto é um fator importante a ser considerado, principalmente para espécies com baixa capacidade de brotação, plantadas em locais sujeitos a deficiências hídricas acentuadas.

Nascimento Filho et al. (1983) detectaram variação na capacidade de rebrota entre alturas de corte de espécies de eucalipto. *E. grandis* e *E. cloeziana* apresentaram semelhança quanto à sobrevivência das touças, após corte realizado a uma altura de 15 cm. Por outro lado, *C. citriodora* não respondeu positivamente em termos de sobrevivência, mesmo com o aumento da altura de corte. Portanto, para esta espécie, recomenda-se a altura de corte variando de 5 cm a 10 cm.

Segundo as recomendações da FAO (1981), a altura dos tocos não deve ser maior que 12 cm, quando em talhadia bem manejada. Quando se corta a árvore,

formam-se brotações a partir de cada uma das várias gemas latentes que os *Eucalyptus* apresentam ao longo do tronco. As brotações da parte alta da cepa tendem a se desenvolver mais rapidamente do que as da parte de baixo. As brotações surgidas na parte superior de tocos altos são menos estáveis do que as presentes em tocos cortados à altura de 12 cm ou menos. O calo que se forma em cepas altas é mais frágil do que nas partes mais baixas da cepa, não permitindo boa fixação no tronco. Essa aparente divergência sobre a altura ideal de corte apenas indica a necessidade de estudos mais aprofundados para as espécies de interesse (presença ou não de lignotuber) e das particularidades de clima e solo do local onde se queira conduzir o regime de talhadia.

### 3.3 Efeito do diâmetro do toco

O diâmetro dos tocos é um fator que também influencia a rebrota. Diâmetros muito grandes ou muito pequenos apresentam, geralmente, maior mortalidade ou não rebrotam. No primeiro caso, é um problema para a seleção de árvores para clonagem. Observações realizadas em Natal (África do Sul), no primeiro corte de um povoamento de *E. grandis* com sete anos de idade, indicaram variações na rebrota entre cepas de diferentes diâmetros. As cepas menores, até 10 cm de diâmetro, e as maiores que 20 cm apresentaram alta mortalidade; as cepas com diâmetro de 10 cm a 20 cm apresentaram baixa mortalidade. Essas observações indicam que, quanto mais uniforme for a plantação, e quanto menor for a variação nos diâmetros das cepas, melhor será a sua sobrevivência e maior a produção de madeira do plantio conduzido pelo regime de talhadia (FAO, 1981).

Little (1938)<sup>3</sup> e Roth e Sleeth (1939)<sup>4</sup>, citados por Kramer e Koslowiski (1972), determinaram que a emissão de brotos em carvalhos aumenta com o diâmetro da árvore até cerca de 12,5 cm e decresce em cepas com mais de 15 cm de diâmetro. É possível que exista um efeito da capacidade de colonização do sistema radicular por microrganismos e da disponibilidade de nutrientes necessários ao processo de brotação, que estaria correlacionado com o diâmetro da cepa. Wenger (1953)<sup>5</sup>, citado por Ferrari et al. (2004), sugeriu que o tamanho do novo lançamento pode estar relacionado com os efeitos que a dimensão do sistema radicular exerce sobre o abastecimento de água e nutrientes minerais.

---

<sup>3</sup>LITTLE, S. Jr. Relationships between vigor of resprouting and intensity of cutting in coppice stands. *Journal of Forestry*, n. 36, p. 1216-1223, 1938.

<sup>4</sup>ROTH, E. R.; SLEETH, B. **But rot in unburned sprout oak stands**. USDA. Department of Agriculture, 1939. 43 p. (USDA. Technical Bulletin, 684).

<sup>5</sup>WENGER, K. F. The sprouting of sweetgum in relation to reason of cutting and carbohydrate content. *Plant Physiology*, v. 28, p. 35-49, 1953.



### 3.4 Causas de mortalidade dos tocos

Existem vários fatores que influenciam a sobrevivência das cepas recém cortadas, ou já em condução da brotação. Segundo Ferreira e Silva (1977), as falhas no plantio original são uma das principais causas da baixa produtividade das áreas em regime de talhadia. Estas ocorrem por diversos motivos, entre os quais, técnicas inadequadas de implantação, controle ineficiente de formigas, ocorrência de outras pragas, material genético não uniforme e outros. Povoamentos bem implantados e bem conduzidos, com material genético de boa qualidade, tendem a apresentar poucas falhas no momento do primeiro corte. Entretanto, as operações de colheita de madeira podem acarretar significativa mortalidade nas áreas conduzidas em regime de talhadia. Os danos causados na casca dos tocos acabam por eliminar as gemas potencias para a formação das brotações. Portanto, a colheita florestal deve ser planejada e executada cuidadosamente. Existem ainda outros fatores, que acarretam mortalidade das cepas, como a qualidade das mudas utilizadas, a menor capacidade de rebrota de algumas espécies, a idade e a época de corte do povoamento, dentre outros (Tabela 3).

Tabela 3. Causas da ocorrência de falhas em plantios conduzidos em regime de talhadia simples regular.

Possíveis causas	Percentual (%)		
	Médios	Mínimos	Máximos
Falhas de plantio	8,2	5,1	14,9
Cobertura por galhadas	7,8	5,2	15,6
Ataque de formigas	3,4	3,9	5,2
Retirada de madeira	5,8	5,0	14,0
Retirada de lenha fina	1,9	1,0	4,2
Empilhamento de lenha fina	2,5	1,0	6,0
Outras causas	5,6	1,0	12,7
<b>Médias gerais</b>	<b>33,8</b>	<b>25,0</b>	<b>44,4</b>

As ferramentas de corte também influenciam a sobrevivência final das touças. Experiências na Austrália e na África do Sul mostraram que o corte com motosserra é mais eficiente que o uso do machado para a condução da rebrota (FAO 1981).

Por outro lado, Simões et al. (1972) não constataram diferença significativa no número de brotações, em *E. saligna*, comparando o corte com machado e com motosserra. Aparentemente, o que importa não é o equipamento utilizado mas sim o cuidado com que se processa o corte, e a afiação da ferramenta utilizada. Os equipamentos modernos, de grande porte e elevada produtividade, também precisam estar regulados para a altura de corte adequada e bem afiados, para que suas lâminas cortem a casca sem "mascá-la". No caso da lubrificação de correntes de motosserras e outras ferramentas ou instrumentos de corte, recomenda-se utilizar óleo vegetal degomado ao invés de óleo mineral que pode deixar resíduos tóxicos nas touças.

Outro fator importante é fazer o corte de modo que não fiquem sinuosidades ou rugosidades na secção transversal da cepa, facilitando o escoamento da água e impedindo que a umidade sobre os tocos facilite o desenvolvimento de fungos patogênicos. Estes também podem reduzir o número de brotos obtidos e causar alta mortalidade dos mesmos. É recomendável, também, que se observe a inclinação do terreno onde estão os plantios a serem manejados. O corte dos tocos deve ser levemente inclinado, no sentido da declividade, de modo que o escoamento da água seja facilitado.

### 3.5 Número de rotações

A produtividade dos plantios conduzidos em sistema de talhadia é afetada, também, pelo número de rotações conduzidas no povoamento. Normalmente, o número de cepas vivas e a produtividade florestal tendem a cair com o aumento do número de rotações. Vários fatores são responsáveis por esses declínios. Dentre eles, a própria exaustão da planta submetida ao estresse devido a sucessivos cortes e ao declínio da fertilidade do solo.

Myburgh (1967)<sup>6</sup>, citado por Cremer et al. (1978), observou uma correlação positiva entre o decréscimo da produtividade e o número de rotações em plantios de *Eucalyptus* na África do Sul. Em cada rotação sucessiva, há uma diminuição do número de cepas que rebrotam após o corte. Ao final, haverá poucas cepas para produzir um incremento anual razoável. Nessas circunstâncias, é aconselhável proceder-se um novo plantio (FAO, 1981). Carter (1974)<sup>7</sup>, citado por Cremer et al. (1978), sugere que essa redução da produtividade se deve ao elevado número de cortes dos troncos, que resulta em um menor número de cepas sobreviventes, não permitindo uma compensação da mortalidade. Laar (1961) concluiu em seus

---

<sup>6</sup>MYBURGH, H. H. Kraft pulping of eucalypts in South Africa. **Appita**, n. 21, p. 49-53, 1967.

<sup>7</sup>CARTER, W. G. Growing and harvesting of eucalypts on short rotations. Australia. **Journal of Forestry**, n. 36, p. 214-225, 1974.

estudos que diferenças observadas na produtividade de *E. saligna*, no norte do Transvaal (África do Sul), entre as médias dos sítios de diferentes índices não foram devidas ao método de regeneração ou ao número de rotações. As análises mostraram que o crescimento em altura e, conseqüentemente, o índice de sítio, não muda, mesmo com o aumento do número de rotações, mas o número de brotações por hectare declina devido ao aumento do número de cepas mortas.

Em sítios de produtividade média, pode-se supor que se obterão pelo menos duas colheitas satisfatórias em talhadia, posteriores à colheita do plantio inicial por mudas, se os cortes ocorrerem em rotações curtas de até 10-12 anos; isto se aplica para *E. grandis*, *E. saligna*, *E. cloeziana*, *C. maculata*, *E. paniculata*, *E. globulus*, *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*. Se as rotações forem mais curtas, podem ser satisfatórias mais de duas colheitas do povoamento (FAO, 1981).

### 3.6 Disposição dos resíduos da colheita florestal

As cepas, para rebrotarem satisfatoriamente, necessitam de água, luz e aeração adequada. Assim, após a colheita, o resíduo resultante (galhos, folhas, cascas provenientes de descascamento em campo) não deve ser depositado sobre os tocos, sob pena de abafá-los e diminuir ou mesmo impedir a brotação. Ferreira et al. (1978) constataram falhas na brotação de cepas de *Eucalyptus* em até 15 % do povoamento devido ao recobrimento dos tocos pelos restos da colheita (Tabela 3). Por outro lado, os resíduos representam, em regiões com períodos de estiagem prolongada, uma ameaça às cepas pela facilidade de propagação do fogo, extremamente prejudicial, e causa de elevada mortalidade de brotações. Embora se tenha recomendado empilhar os restos da exploração a cada três ou quatro linhas de cepas e queimá-los em dias úmidos e sem ventos ou deixá-los apodrecer (FAO, 1981), essa prática hoje não é mais recomendável. A queima prejudica o desenvolvimento das touças, enquanto que a presença de resíduos condiciona maior produtividade dos povoamentos florestais (GONÇALVES, 1995).

### 3.7 Efeito da compactação do solo no desenvolvimento das brotações

A compactação dos solos pode trazer conseqüências danosas ao desenvolvimento dos plantios florestais. Já na implantação, o crescimento da floresta é prejudicado quando esta se encontra em solos compactados, seja pela exploração agrícola mal conduzida, seja pelo pisoteio do gado ou pela própria colheita florestal. Os sistemas de colheita intensivos, bem como outras operações florestais mecanizadas podem ocasionar esse efeito nos solos florestais. A compactação será tanto mais intensa quanto maior for a circulação de máquinas no interior da floresta. O tipo de solo também influi no processo de compactação, sendo mais susceptíveis os solos com maiores teores de argila (INCERTI et al.,

1987). Pesquisas mais recentes, em áreas de rebrota de *Eucalyptus*, sobre solos arenosos, demonstraram alterações na densidade do solo devido à colheita florestal, tendo, como consequência, redução de até 66 % na produção florestal nas áreas mais atingidas (DEDECEK; GAVA, 1997). Essa redução na produtividade florestal pode tornar inviável a aplicação do regime de talhadia, ou tornar obrigatória a escarificação ou subsolagem, nas áreas de solo compactado.

#### **4. Condução da rebrota e seleção dos brotos a serem mantidos**

Ao iniciar a rebrota das cepas, observa-se, em muitas espécies de eucaliptos, uma grande quantidade de brotos a partir das gemas latentes da casca viva, ou de gemas no lignotuber, perto da união entre a raiz e a parte aérea. Esses brotos, geralmente, sofrem auto-raleio. Possivelmente eles se reduzirão a cinco ou seis brotos por toco, que serão sempre curvos, gerando produtos de qualidade inferior. Para a obtenção de troncos retos e de maior valor, o povoamento deve ser raleado para até dois ou três brotos por cepa. Isso deve ser feito quando os brotos atinjam a idade entre 12 e 18 meses (FAO 1981; COUTO et al., 1973).

Balloni et al. (1980) concluíram que o maior rendimento volumétrico em brotações de *Eucalyptus* é obtido deixando-se dois brotos por cepa. Essa recomendação é reforçada pela possibilidade de se obter diâmetros maiores e peças mais adequadas para moirões, estacas e celulose. Laar (1961) preconizou que a condução de dois brotos por cepa, em vez de um, compensará a perda de produção devido à diminuição do número de cepas, mas este procedimento não pode ser aplicado em todas as circunstâncias. O procedimento não é recomendado para plantios destinados à produção de madeira para desdobro porque estes têm de ser desbastados, regularmente, com a finalidade de oferecer o espaçamento adequado para cada árvore. Por outro lado, quanto mais brotos forem deixados em uma cepa, menores serão seus diâmetros finais. Porém, maior número de brotações pode produzir maior volume em rotações curtas de talhadia. Se as rotações forem de 10 a 12 anos, o volume por hectare produzido com um broto por cepa é semelhante ao produzido por mais de um broto por cepa, e o valor comercial do material produzido, reto e bem formado, é possivelmente muito superior (FAO, 1981).

As brotações escolhidas para a condução devem mostrar o seu potencial, com fustes retos e vigorosos, boa sanidade e desenvolvimento. Segundo recomendação da FAO (1981), devem-se eleger os brotos que provenham de gemas mais baixas em relação à parte superior do toco. Isto facilita a formação do calo e sua fixação na parte superior da cepa. As brotações laterais, inseridas em posições altas na cepa tendem a desprender-se com o peso dos novos fustes e com o vento.

A quantidade final de brotos selecionados por hectare na talhadia raleada não deve ser inferior à densidade da população original. Quando alguns dos tocos morrem, deve-se deixar mais de um broto nas cepas adjacentes (FAO, 1981).

## **5. Época da desbrota**

Para a obtenção de brotos retos, vigorosos e, conseqüentemente, com maior valor comercial, recomenda-se a desbrota quando os fustes atingirem a idade entre 12 e 18 meses (FAO, 1981). Nesta fase, já é possível a seleção dos melhores brotos.

Após a seleção, é preciso proceder à retirada dos demais brotos da cepa. É preferível que tal procedimento ocorra nos meses menos susceptíveis a geadas intensas e aos ventos fortes (FAO, 1981). A desbrota deve ser realizada cuidadosamente, utilizando-se cortadores costais ou serrotes apropriados para a poda, sempre evitando danificar os fustes ou arrancar a casca dos tocos. Este procedimento evita a contaminação das cepas por fungos patogênicos e conseqüente morte das mesmas, reduzindo a produtividade final.

## **6. Adubação das cepas**

As touças respondem, favoravelmente, à adubação, tal como ocorre em povoamentos de alto fuste, em sítios similares. As respostas observadas são mais acentuadas em terrenos de baixa fertilidade como nos solos arenosos da região dos cerrados (Tabela 4). Por outro lado, segundo Laar (1961), em povoamentos de *E. saligna*, na África do Sul, manejados por talhadia, a disponibilidade imediata de um bom sistema radicular para o transporte de água e nutrientes favorece o crescimento precoce e rápido do plantio. O uso adequado da adubação no plantio e na manutenção do povoamento contribui para a boa formação do sistema radicular, além de fornecer os nutrientes necessários para o desenvolvimento das cepas. Ferreira (1973), Balloni e Silva (1978); Ferrari et al. (2005), estudando os efeitos da aplicação de adubos em touças de *Eucalyptus* sp, observaram efeitos positivos da adubação na produtividade das touças (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados experimentais da aplicação de adubos em touças de *Eucalyptus* sp.

Tratamentos	Espécie	Volume (m <sup>3</sup> /ha) (*)		
		<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>E. saligna</i>
	Idade (anos)	7	6	6
	Local	Sorocaba	Casa Branca	Casa Branca
1 – Testemunha (sem adubo)		365	73	84
2 – Adubação em cobertura após o corte		365	97	142
3 – Trat. 2 + adubação 1 ano após o corte		377	125	172
4 – Trat. 3 + adubação 3 anos após o corte		421	155	206
5 – Trat. 4 + adubação 5 anos após o corte		405	173	224

Fonte: Ferreira (1973); Balloni e Silva (1978). (\*) Adubação: 490 g/planta formulação N:P:K; 6:10:15 em cada época de aplicação e 3 t/ha de calcário (adubos aplicados em cobertura sem incorporação).

Todas as espécies aumentaram a produtividade em função de doses crescentes de adubo, indicando que a prática é recomendada. Entretanto, a resposta à adubação é sensivelmente mais elevada nos solos de baixa fertilidade, como é o caso do Município de Casa Branca.

## 7. Eliminação de touças

O sistema de condução da floresta por talhadia permite a tomada de decisão sobre o uso de desbastes, tanto quanto os plantios por alto fuste. Se o objetivo do manejo for a obtenção de madeira com maior valor agregado, com fustes progressivamente maiores, a quantidade de plantas no talhão deve diminuir à medida que aumenta a altura das árvores, através de desbastes, que podem ser sistemáticos no primeiro raleio (FAO, 1981).

Cremer et al. (1978) preconizaram que, quando há alta competição e sombreamento, pode ocorrer enfraquecimento das gemas necessárias para a regeneração por talhadia, e estas, eventualmente, morrem quando o povoamento é desbastado. Segundo os autores, desbastes, normalmente, não são praticados a menos que se vise a rotações longas para madeira de desdobro e, nestes sistemas, o estoque de árvores vivas ao final do ciclo é muito baixo para se aplicar o sistema de talhadia.

Esta aparente divergência entre autores deve-se ao fato de existirem grandes variações na capacidade de rebrota entre espécies, além de interações dessas espécies com fatores ambientais envolvendo solo, clima, regime pluviométrico, dentre outros. Cremer et al. (1978) observaram que a maioria das plantações no sudoeste da Austrália é de espécies que não se adaptam ao sistema de talhadia, necessitando de replantio ao final de cada ciclo. Há evidências que algumas espécies que crescem sob regime de talhadia em ciclo de curta rotação em alguns países não se desenvolvem neste sistema na Austrália. A talhadia mista vem sendo praticada em algumas regiões, com a finalidade de produzir postes, ou madeira para desdobro. As árvores remanescentes, em geral, são em pequeno número e muito esparsas.

## **8. Recomendações gerais para manejo da rebrota dos povoamentos de eucalipto**

Para a tomada de decisão sobre a adoção ou não do regime de talhadia em um plantio de eucalipto, recomenda-se:

- Verificar se a espécie a ser utilizada rebrota bem;
- Observar a idade para se iniciar o corte, pois a maioria das espécies não rebrota bem se o corte inicial for muito tardio (mais de 7 ou 8 anos);
- Observar a época ideal do corte com relação ao clima, evitando-se períodos de seca prolongada e invernos rigorosos;
- Fazer o corte na altura adequada para a brotação (entre 5 cm a 10 cm em relação ao solo);
- Realizar adubações de manutenção no povoamento, de modo a manter a capacidade de produção do sítio, principalmente em solos de baixa fertilidade;
- Fazer o corte de forma cuidadosa, evitando-se descascar a cepa ou danificar o câmbio;
- Proceder à desbrota de forma criteriosa, em época sem secas ou geadas, selecionando os brotos mais vigorosos, retos e sadios;
- Cuidar para que a colheita florestal não danifique as cepas e evitar que os resíduos da colheita recubram as cepas, abafando-as;
- Proceder, durante todo ciclo da floresta, a tratamentos culturais adequados, como limpeza de ervas invasoras e combate a formigas cortadeiras;

- Realizar os desbastes (seletivos ou sistemáticos) no povoamento, deixando apenas um broto por touça, principalmente se o objetivo final for a produção de madeira de maior valor agregado;
- Controlar, através de medições anuais, a produtividade da floresta, de modo a se determinar o número de rotações ideais em regime de talhadia, procedendo a reforma do plantio quando as prognoses de produção indicarem a sua necessidade.





# Capítulo 13

## Sustentabilidade da Produtividade Florestal

*Carlos Alberto Ferreira*

*Helton Damin da Silva*

### 1. Introdução e alguns conceitos básicos

Considerando-se o conceito de manejo florestal, proposto pela Sociedade Norte Americana de Engenheiros Florestais, em 1958, como: “Aplicação de métodos comerciais e princípios técnicos florestais na operação de uma propriedade florestal”, para os dias atuais, é possível identificar as mudanças de paradigma que ocorreram ao longo das últimas seis décadas. O decreto regulamentador da exploração da floresta amazônica (Decreto 12182 de 19.10.1995, da Presidência da República) define o “Manejo sustentável” como: “a administração da floresta (ou da plantação florestal) para obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema”. Portanto, incluem-se neste conceito além dos benefícios econômicos, preocupações com aspectos sociais, e a sustentabilidade do ecossistema, que poderiam estar anteriormente implícitos, mas não claramente expressos.

Quando se trata de assuntos de manejo, existem conceitos que se referem à produção sustentada que, muitas vezes, podem gerar confusões. Se estivermos nos referindo a um empreendimento florestal, a produção pode ser sustentada, simplesmente pelo fornecimento contínuo de matéria prima. Neste caso, o termo mais adequado seria “suprimento sustentado”. Voltando ao exemplo do empreendimento florestal, o mesmo estaria sendo abastecido sustentadamente, desde que não ocorresse a exaustão do recurso florestal. Para tanto, o manejo deveria ser conduzido com a inclusão de práticas que assegurassem mecanismos de sustentação dos recursos florestais e, conseqüentemente, conduzissem à produção sustentada.

A sustentabilidade da produtividade florestal, que se insere em um contexto temporal, é mais importante, do ponto de vista prático, do que a manutenção da produção florestal. A mesma produção florestal pode ser obtida em povoamentos com diferentes produtividades. Assim, um povoamento que apresente produtividade de 25 m<sup>3</sup>/ha.ano necessitará de quatro anos para acumular a mesma produção de um povoamento produzindo 50 m<sup>3</sup>/ha.ano em dois anos. Portanto, há importantes diferenças quando nos referimos à sustentabilidade da produtividade e da produção.

## 2. Rotação e ciclo de corte

Normalmente ocorre alguma confusão quando se faz referência à rotação e ao ciclo de corte. Rotação se refere ao número de anos decorridos entre o estabelecimento (regeneração ou plantio) e o corte final da área florestal. O ciclo de corte, entretanto, refere-se ao número de anos planejado nos quais todas as subdivisões de uma área florestal devem ser cortadas em uma seqüência ordenada.

Dependendo do objetivo, a rotação de uma plantação florestal pode variar substancialmente. Isto é mais fácil de ser entendido quando os objetivos estão relacionados ao tipo de produto que se visa obter ao final da rotação. Se desejarmos toras para desdobro, devemos adotar rotações mais longas do que para produzir madeira para lenha ou celulose. Quando o objetivo for econômico, a decisão envolve vários outros critérios e é mais complexa. Essa decisão deverá, inclusive, ser reavaliada no decorrer do tempo, dependendo das flutuações do mercado ou das necessidades econômicas do proprietário da área. Quando, além de fixar a rotação, se deseja manter a produtividade, o problema é bem mais complexo.

Para fins de manejo florestal e com inserção no problema da sustentabilidade, são conceituados três tipos de rotação: i) rotação silvicultural; ii) rotação econômica e; iii) rotação ecológica.

i) A rotação silvicultural tem como objetivo obter das plantações florestais a máxima produção de madeira, ou de qualquer outro produto florestal. A decisão sobre a rotação ideal fundamenta-se na conformação das curvas de Incremento Médio Anual e Incremento Corrente Anual, estabelecendo-se, como momento adequado para o corte, a interseção das duas curvas. Portanto, a rotação pode variar dependendo do produto desejado;

ii) A rotação econômica fundamenta-se na obtenção da maior remuneração pelos produtos dos plantios florestais. Ela depende, portanto, da expectativa de quantidade produzida e de preços que possam ser obtidos na venda dos diferentes produtos. Na sua condução, necessita-se de funções de sortimento e projeções de crescimento e produção para os diferentes produtos da floresta;

iii) A rotação ecológica tem como premissa que o corte final só deverá ser executado quando for assegurado, após a colheita florestal, que o solo da área florestal tenha retornado à mesma condição em que se encontrava no início da regeneração da floresta. Isto é, se houver transcorrido tempo necessário para a reposição natural dos nutrientes acumulados na biomassa a ser retirada pela colheita florestal.

O ideal seria uma harmonização entre os três objetivos das rotações. Na prática, isto requer o acúmulo de muitas informações silviculturais e, em muitos casos, a intervenção inevitável para compensar possíveis desequilíbrios na oferta dos fatores de crescimento.

### **3. Sustentabilidade da produtividade**

A manutenção da produtividade é um dos maiores desafios da atividade florestal. Não haveria razão para preocupação com declínios de produtividade se a colheita florestal fosse baseada em rotações longas, com extração apenas de madeira com altas percentagens de cerne e em períodos suficientemente longos para que houvesse reposição dos nutrientes retirados. Entretanto, os cenários presente e futuro são bastante claros. As florestas naturais maduras, situadas em locais de fácil acesso, foram quase inteiramente exploradas. Nos casos em que estas não foram substituídas por outro uso do solo, as regenerações estão sendo manejadas intensivamente, mas com expectativas de produtividade relativamente baixas. Dessa forma, está se tornando mais comum o uso de: a) espécies de rápido crescimento; b) plantações florestais; c) programas de melhoramento genético; d) de controle de pragas e doenças; e) de fertilizantes; f) de irrigação em alguns casos especiais; g) de desbastes freqüentes e intensivos; h) redução do período de rotação; i) utilização mais intensiva da biomassa. Essas atividades geram impactos sobre os recursos naturais e os fatores de crescimento, com conseqüências marcantes sobre a disponibilidade de nutrientes.

Reconhece-se que as plantações florestais podem apresentar algumas desvantagens com relação às florestas nativas. Entretanto, diversas vantagens também podem ser apontadas. A principal delas é a possibilidade, na maioria das vezes, da obtenção de produtividades mais elevadas que nas florestas naturais. Deve-se considerar que, mesmo em áreas altamente tecnificadas, ainda existe margem para aumentos de produtividade, necessidade de redução de custos operacionais, de controle de pragas e doenças, dentre outras ações.

Entre as principais restrições às plantações florestais está a adoção de rotações curtas. As conseqüências dessa prática para a nutrição de árvores podem ser divididas em duas categorias:

- i) efeitos diretos oriundos da retirada de nutrientes do sítio;
- ii) efeitos indiretos associados à preparação das áreas, à colheita florestal e ao desenvolvimento da nova floresta ou plantação florestal.

A taxa de exportação de nutrientes de um ecossistema florestal, por sua vez, depende de quatro fatores:

- i) espécies ou grupo de espécies;
- ii) duração da rotação;
- iii) componentes das árvores e sua proporção na biomassa removida;
- iv) disponibilidade de nutrientes no solo.

# Referências

- AB'SABER, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 41, p. 1-39, 1973.
- ALCARDE, J. C. Corretivos da acidez do solo: características de qualidade. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS, 1984, Piracicaba. **Seminário...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 97-119.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA SILVICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2005. 136 p.
- ATTIWILL, P. M. Energy, nutrient flow and biomass. In: AUSTRALIAN FOREST NUTRITION WORKSHOP, 1981, Canberra. **Productivity in perpetuity: proceedings**. Canberra: CSIRO, 1981. p. 131-134.
- AVERY, D. T. Saving the planet with pesticide and plastic: **The environmental triumph of high-yield farming**. Indianapolis: Hudson Institute, 1995. 432 p.
- BALLONI, E. A., JACOB, W. S., SIMÕES, J. W. Resultados parciais de experimentação desenvolvida pelo setor de implantação florestal com diferentes espécies de *Pinus*. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v. 6, n. 18, p. 1-117, jul. 1978.
- BALLONI, E. A.; SILVA, A. P. Condução de touças de *Eucalyptus*: resultados preliminares. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v. 6, n. 16, p. B1-B8, 1978.
- BALLONI, E. A.; SIMÕES, J. W.; SILVA, A. P. Condução de touças de *Eucalyptus*. **Silvicultura**, São Paulo, v. 2, n. 14, p. 87-89, 1980.
- BELLOTE, A. F. J. **Nahrelementversorgung und Wuchsleistung von gedungenen *Eucalyptus grandis* - Plantagen im Cerrado von Sao Paulo (Brasilien)**. Freiburg: Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 1990. 159 p. (Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen, 26). Tese apresentada ao Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, para obtenção do título de Doutor.
- BELLOTE, A. F. J; FERREIRA, C. A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no Estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 26/27, p. 17-28, 1993.

BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA C. A.; SILVA, H. D.; ANDRADE, G. C. Efecto de la aplicación de ceniza y residuo de celulosa en el suelo y en el crecimiento de *Eucalyptus grandis*. In: SIMPOSIO IUFRO PARA CONO SUR SUDAMERICANO; Manejo Nutritivo de Plantaciones Forestales, 1995, Valdivia. **Actas**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 1995. p. 317-323.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Nutrição e crescimento de plantações de eucaliptos. In: GONCALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 105-133.

BINKLEY, D. **Forest nutrition management**. New York: J. Willey, 1986. 290 p.

BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. Perspectiva no controle de formigas cortadeiras. **Serie Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 31-46, maio 1997. Edição das Memórias da 4ª Reunião Técnica sobre Manejo de Brotação de Eucalyptus, 1997, Piracicaba.

BOUMA, D. Diagnosis of mineral deficiencies using plant tests. In: LÄUCHLI, A.; BIELESKI, R. L. (Ed.). **Inorganic plant nutrition**. Berlin: Springer-Verlag, 1983. p. 120-146. (Enciclopedia of plant physiology. New series, v. 15A).

BROWN, A. G.; NAMBIAR, E. K. S.; COSSALTER, C. Plantations for the tropics: their role, extend and nature. In: NAMBIAR, E. K. S.; BROWN, A. G. (Ed.). **Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests**. Canberra: ACIAR, 1997. p. 1-23. (ACIAR Monograph, 43).

BUTCHER, T. B. Impact of moisture relationships on the management of *Pinus pinaster* Ait. plantations in Western Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 1, p. 97-107, 1977.

CAMPOS, J. B. Recomposição de matas ciliares. In: RECUPERAÇÃO E MANEJO DE ÁREAS DEGRADADAS NO CONTEXTO DA EMBRAPA E DO SNPA, 1997, Campinas. **Memória do workshop**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. p. 21-23. (EMBRAPA-CNPMA. Documentos, 13).

CARPANEZZI, A. A. Benefícios indiretos da floresta. In: GALVÃO A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 19-55.

CARVALHO, A. P. de; MENEGOL, O.; OLIVEIRA, E. B. de; MACHADO, S. A.; POTTER, R. O.; FASOLO, P. J.; FERREIRA, C. A.; BARTOZESCK, A. Efeitos de características do solo sobre a capacidade produtiva de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 51-66, jul./dez. 1999.

CARVALHO, P. E. R. Produção de mudas de espécies nativas por sementes e a implantação de povoamentos. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 151-174.

COSTA, P. M. Breve história da evolução dos mercados de carbono. **Silvicultura**, São Paulo, v. 19, n. 76, p. 24-32, 1998.

COUTO, H. T. Z. do; MELLO, H. A.; SIMOES, J. W.; VENCOVSKY, R. Condução da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, Piracicaba, n. 7, p. 115-123, 1973.

CREMER, K. W; CROMER, R. N.; FLORENCE, R. G. Stand establishment. In: HILLS, W. E; BROWN A. G. **Eucalypts for wood production**. Canberra: CSIRO, 1978. p. 81-135.

DEDECEK, R. A.; GAVA, J. L. Compactação do solo pela colheita de eucalipto: sua avaliação e efeito na produtividade da rebrota. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. v. 3, p. 63-68.

EVENHUIS, B.; WAARD, P. W. F. Principles and practices in plant analysis. In: SOIL and plant testing and analysis. Rome: FAO, Land and Water Development Div., 1980. p. 152-163. (FAO. Soils bulletin, 38/1). Report of an Expert Consultation, Rome, 13-17 June 1977

FAO. **El eucalipto en la repoblación forestal**. Roma, 1981. 723 p. il. (Colección FAO. Montes, 11).

FAO. **Forest resources assessment 1990: tropical countries**. Rome, 1993. 61 p. (Forestry paper, 112).

FAO. **Global forest resources assessment 2000: main report**. Rome, 2001. 479 p. (FAO forestry paper, 140).

FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da. **Condução de plantios de *Eucalyptus* em sistema de talhadia**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 28 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 104).

FERREIRA, C. A. Nutrição mineral de florestas plantadas: O estado atual e tendências da pesquisa e da prática. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Floresta para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado: anais**. São Paulo: SBS; [S.l.]: SBEF, 1993. v. 3, p. 157-162.

FERREIRA, C. A. **Nutritional aspects of the management of *Eucalyptus* plantations on poor sandy soils of the Brazilian cerrado region**. 1989. 193 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – Oxford Forestry Institute, Oxford University, Oxford, UK

FERREIRA C. A. **Problemas de manejo de eucaliptos de segundo corte**. Mogi-Guaçu: Champion Papel e Celulose, 1973. 15 p. Relatório interno de pesquisa. Não publicado.

FERREIRA, C. A.; GALVÃO, A. P. M. Importância da atividade florestal no Brasil. In: GALVÃO A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 15-18.

FERREIRA C. A.; SILVA, A. P. **Estudos sobre a regeneração em 2ª rotação de *Eucalyptus grandis***. Mogi-Guaçu: Champion Papel e Celulose, 1977. 2 p. Relatório interno de pesquisa. Não publicado.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. C. Efecto de la aplicación de ceniza y residuo de celulosa en la descomposición y liberación de nutrientes de la hojarasca en plantaciones de *Eucalyptus grandis*. In: SIMPOSIO IUFRO PARA CONO SUR SUDAMERICANO MANEJO NUTRITIVO DE PLANTACIONES FORESTALES, 1995, Valdivia. **Actas**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 1995. p. 335-339.



FERREIRA, C. A.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; SANTOS, A. F. dos; AZEVEDO, C. P. de; LIMA, R. M. B. de; NEVES, E. J. M.; SCHWENGBER, D. R.; ARAUJO, H. J. B. de. **Manejo florestal na Amazônia brasileira: situação atual e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 1999. 20 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 37).

FERREIRA, M. **Terminologia de melhoramento genético florestal**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1982. 91 p. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 8).

FERRETI, A. Modelos de plantios para a restauração. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. de S. (Ed.). **A restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. p. 35-43.

FORD-ROBERTSON, F. C. **Terminology of forest science, technology practice and products**. Washington, D.C.: Society of American Foresters, 1971. 349 p.

GONÇALVES, J. L. de M. Efeito do cultivo mínimo sobre a fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1., 1995, Curitiba. **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1995. p. 43-60.

GONÇALVES, J. L. de M.; DEMATTÊ, J. L. I.; COUTO, H. T. Z. Relações entre a produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. **IPEF**, Piracicaba, n. 43/44, p. 24-39, 1990.

GOOR, C. P. van. **Reflorestamento com coníferas no Brasil: aspectos ecológicos dos plantios na região sul, particularmente com *Pinus elliottii* e *Araucaria angustifolia***. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Departamento de Recursos Naturais Renováveis, Divisão Silvicultura, Seção de Pesquisas Florestais. 1965. 58 p. (Boletim, n. 9).

GRUPO PERMANENTE DE TRABALHO EM NUTRICAÇÃO E FERTILIZAÇÃO FLORESTAL. **Pesquisa em nutrição e fertilização florestal: diagnóstico e prioridade**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1983. 12 p. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 13).

GUIMARÃES, D. P.; MOURA, V. P. G.; REZENDE, G. C.; MENDES, C. J. MAGALHÃES, J. G. R.; ASSIS, T. F. de; ALMEIDA, M. R. de; RESENDE, M. E. A. de; SILVA, F. V. da. **Avaliação silvicultural dendrométrica e tecnológica de espécies de *Eucalyptus***. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1983. 73 p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de pesquisa, 20).

HAAG, H. P. (Coord.). **Nutrição mineral de *Eucalyptus*, *Pinus* e *Gmelina* no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 202 p.

HANDBOOK on eucalypt growing: notes on the management of eucalypt plantations grown for timber in the wattle-growing regions of South Africa. Pitermaritzburg: The Wattle Research Institute, 1972. 164 p.

HILDEBRAND, E. E. Análise química do solo florestal em amostras natural-estruturadas. Métodos e Resultados. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL "O DESAFIO DAS FLORESTAS NEOTROPICAIS, 1991, Curitiba. **O desafio das florestas neotropicais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; Freiburg: Universidade Albert Ludwig, 1991. p. 20-28.

INCERTI, M.; CLINNICK, P. F.; WILLATT, S. T. Changes in soil physical properties of a forest soil following logging. **Australian Forest Research**, Canberra, v. 17, p. 91-98, 1987.

KIMMINS, J. P. **Forest ecology**. New York: McMillan Publ., 1987. 531 p.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.

LA TORRACA, S. M. Recrutamento e exportação de nutrientes por *Pinus elliottii* var. *elliottii* em latossolo vermelho escuro, na região de Agudos, SP. **IPEF**, Piracicaba, n. 27, p. 41-47, 1984.

LAAR, A. van. *Eucalyptus saligna* in South Africa. **Annale van die Universiteit van Stellenbosch**: Reeks A, Stellenbosch, v. 36, n. 1, p. 1-110, 1961.

LASO GARICOITS, L. S. **Estado nutricional e fatores do solo limitantes do crescimento de *Pinus taeda* L. em Telêmaco Borba**. 1990. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MALAVOLTA, E. **A prática da calagem**. 3. ed. Piracicaba: ESALQ, 1984. 43 p.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; SARRUGE, R. J.; VENKOVSKY, R.; VALSECHI, O.; SANTOS, C. L. O. The relation of the concentration of nitrogen, phosphorous and potassium in the substrate and the foliage to cell wall thickness and cellulose concentration in the xylem of slash pine (*Pinus elliottii*). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 1, p. 173-186, 1966.

MANUAL de adubação. São Paulo: ANDA, 1983. 295 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2<sup>nd</sup> ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MEGRAW, R. A. **Wood quality factors in loblolly pine**: the influence of tree, age, position in tree, and cultural practice on wood specific gravity, fiber length and fibril angle. Atlanta: TAPPI Press, 1985. 88 p.

MENEGOL, O. **Índice de sítio e relação entre altura e teores nutricionais das acículas em povoamentos de *Pinus elliottii* var. *elliottii* no Segundo Planalto Paranaense**. 1991. 74 f. Tese (Mestrado em Ciências) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MILLER, H. G. Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. In: BOWEN, G. D.; NAMBIAR, E. K. S. (Ed.). **Nutrition of plantation forests**. London: Academic Press, 1984. p. 53-78.

MILLER, H. G. Nutrient cycles in forest plantations, their change with age and the consequence of fertilizer practice. In: AUSTRALIAN FOREST NUTRITION WORKSHOP, 1981, Canberra. **Productivity in perpetuity**: proceedings. Canberra: CSIRO, 1981. p. 187-199.

MUNIZ, P. J. da C.; BALDANZI, G.; PELLICO NETO, S. de. Ensaio de adubação em *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* no Sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 5-13, 1975.

NAMBIAR, E. K. S. Sustained productivity of forests is a continuing challenge to soil science. **Soil Science of America Journal**, v. 60, p. 1629-1642, 1996.

- NAMBIAR, E. K. S.; BROWN, A. G. (Ed.). **Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests**. Canberra: ACIAR, 1997. 571p. (ACIAR Monograph, 43).
- NASCIMENTO FILHO, M. B.; MAGALHÃES, J. G. R.; FERNANDES, J. C.; PEREIRA, A. R. Influência da altura de corte sobre a sobrevivência das touças de *Eucalyptus*. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8 n. 28, p. 389-390, 1983.
- PERRANDO, E. Uso de herbicidas em áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO DE INDUSTRIALIZAÇÃO E USOS DE MADEIRA DE REFLORESTAMENTO, 2.; SIMPÓSIO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 6.; ENCONTRO BRASILEIRO DE TÉCNICAS PARA HABITAÇÃO E ESTRUTURAS, 2001, Caxias do Sul. **Anais**. Caxias do Sul: SINDIMADEIRA: Universidade de Caxias do Sul; Porto Alegre: AGEFLOR, 2001. p. 113-125.
- POGGIANI, F. Nutrient cycling in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations ecosystems: silvicultural implications. **IPEF**, Piracicaba, n. 31, p. 33-40, 1985.
- POSITION statement on benefits and risks of transgenic plantations. **IUFRO News**, v. 29, n. 1, p. 8-9, 2000. IUFRO working party on molecular biology of forest trees, 2.04.06.
- PRITCHETT, W. L.; ZWINFORD, K. R. Responses of slash pine to colloidal phosphate fertilization. **Soil Science of America Proceedings**, v. 25, p. 397-400, 1961.
- PRYOR, L. D. Aspectos da cultura do eucalipto no Brasil. **IPEF**, Piracicaba, n. 2/3, p. 53-59, 1971.
- RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.
- REISSMANN, C. B.; KOEHLER, C. W.; SOUZA, M. L. de P. **Classificação de sítio para *Araucaria angustifolia*, *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* no 2º Planalto do Paraná**: Sub-Projeto I. Nutrição. [Curitiba]: UFPR: FUNPAR; [S.I.]: FINEP, 1990. 286 p.
- REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-166.
- REISSMANN, C. B.; ZOTTL, H. W. Problemas nutricionais em povoamentos de *Pinus taeda* em áreas de arenito da formação Rio Bonito – Grupo Guatá. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 9, n. ½, p.75-80, 1987.
- SANTOS, C. F. O.; MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P. Efeito de concentrações de macronutrientes N, P e K no aumento do espessamento da parede dos traqueídeos de *Pinus elliottii* (plantas em vaso). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 24, p.317-322, 1967.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **O setor florestal brasileiro: fatos e números**. São Paulo, 1998. 18 p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo, 2006. 1 CD-ROM.
- SILVA, A. P. **Efeitos da época e alturas de corte em *Eucalyptus grandis***. Mogi-Guaçu: Champion Papel e Celulose, 1978. Relatório interno de pesquisa. Não publicado.

SILVA, A. P. **Estudo do comportamento da brotação de *Eucalyptus grandis* W. Hill. Ex Maiden a nível de (sic) progênes de polinização livre.** 1983. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – ESALQ, USP, Piracicaba.

SILVA, H. D. da.; BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R. A.; GOMES, F. dos S. Adubação mineral e seus efeitos na produção de biomassa em árvores de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Benefícios, produtos e serviços da floresta: oportunidades e desafios do século XXI.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 2003. 1 CD-ROM.

SIMÕES, J. W.; PEREIRA, R. A. G.; TANAKA, O. K.; POMPEU, R. M. Efeito da ferramenta de corte sobre a regeneração do eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, n. 4, p. 3-10, 1972.

SMITH, D. **The practice of silviculture.** 6<sup>th</sup> ed. New York: J. Wiley, 1962. 578 p.

SNOWDON, P.; BENSON, M. L. Effects of combinations of irrigation and fertilisation on the growth and above-ground biomass production of *Pinus radiata*. **Forest Ecology and Management**, v. 52, p. 87-116, 1992.

VALERI, S. V. **Exportação de biomassa e nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades.** 1988 164 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VEIGA, A. de A. A adubação no campo florestal. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 6, n. único, p. 161-165, 1967.

VEIGA, A. A. Glossário em dasonomia. **Publicação IF**, São Paulo, n. 4, p. 1-97, 1977.

WITHMORE, J. L. La importancia social y ambiental de las plantaciones forestales. In: CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO, 1., 1998, Valdivia, Chile. **El manejo sustentable de los recursos forestales, desafío del siglo XXI: actas.** [S.l.]: CONAF: IUFRO, 1998. 1 CD-ROM.

ZÖTTL, H. W.; TSCHINKEL, H. **Nutricion y fertilization: una guía práctica.** Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Dep. Recursos Forestales, 1971. 111 p.





---

*Florestas*

CGPE 7246

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

