MANEJO DE FLORESTAS DE TERRA-FIRME DA AMAZÔNIA BRASILEIRA[1]

Natalino N.Silva

Introdução

O Brasil, detentor da maior área contínua de florestas tropicais do planeta, pode se tornar um dos principais produtores de madeiras tropicais do mundo, caso se confirmem as previsões de esgotamento das reservas asiáticas no final deste século.

Em oposição à essa situação favorável, existe uma forte e crescente pressão dos grupos preservacionistas dos países do chamado primeiro mundo, contra a importação, por parte daqueles países, de madeiras tropicais de áreas não manejadas. Os mais radicais chegam ao extremo de defender uma total abolição, do uso industrial de madeiras duras tropicais, e substituição destas, por madeiras duras de folhosas de clima temperado.

Toda essa preocupação mundial com a preservação do que resta das florestas tropicais do globo não é apenas um modismo. A ecologia, outra palavra muito em moda nos dias atuais, pode ser vista como quase uma doutrina, ensinada às crianças nas escolas primárias nos países desenvolvidos, e, mais recentemente, nos países em desenvolvimento. O que muitas vezes não é dito, nem exemplificado, é que a floresta, tal como o mar, pode, se utilizado racionalmente, contribuir permanentemente para o bem estar do homem na face da terra. O que se mostra, em geral, são exemplos negativos da utilização dos recursos naturais. Exemplos positivos são sempre omitidos.

Ao final desta década, o Brasil terá completado quase meio século de pesquisa florestal tropical. Ainda assim, há muita gente que diz que não há conhecimento científico para manejar nossas florestas. Mesmo que não tivéssemos bastante experiência, o mundo nos oferece mais de um século de silvicultura tropical, que já seria o bastante para orientar nossos passos e ações no sentido de utilizá-las racionalmente nossas florestas.

A atividade madeireira, geradora de milhares de empregos e de divisas para a nação, é, em sua essência, uma atividade tipicamente extrativista. **Não se faz silvicultura tropical em nosso país para conservar e manter produtivas nossas florestas**. Nossas principais espécies de exportação logo terão o mesmo destino do Pau-brasil e do Pinheiro-do-Paraná: **a exaustão de seus estoques economicamente aproveitáveis**.

Independente da adequabilidade ou não da política e legislação florestal vigentes no país, é importante que o empresário que utiliza a floresta adquira uma consciência de que é preciso usar com inteligência a mata que lhe proporciona o meio de vida, e tomar, ele mesmo, a iniciativa de conservá-la para que seus descendentes possam continuar usufruindo de seus benefícios.

Ao Engenheiro Florestal amazônida cabe a tarefa de enfrentar o desafio e de mostrar, não só para o Brasil, mas para o mundo, que somos capazes de manejar nossas florestas tropicais.

Este texto é destinado a ajudar o profissional florestal nesta importante missão. Não pretende ser um manual, mas apenas apresentar conceitos importantes, mostrar alguns exemplos de manejo com sucesso e também apresentar um pouco de nossa própria experiência silvicultural. Propõem-se, também, a adoção de um sistema silvicultural para nossas florestas tropicais. **É importante que começemos a fazer silvicultura, de fato, na Amazônia**.

---

[1] **José Natalino Macedo Silva, PhD** - *Pesquisador Florestal* - **José Natalino Macedo Silva, PhD**
Pesquisador Florestal
Embrapa Amazônia Oriental

PARTE 1. MANEJO FLORESTAL: CONCEITOS IMPORTANTES

O termo Manejo, tem sido usado com muita freqüência em nosso país, muitas vezes impropriamente. No caso do Manejo Florestal, além das conotações de administração, gerência ou direção que o termo encerra, há que considerar também o sentido silvicultural. Ainda há muitos que pensam que manejar uma floresta tropical é efetuar uma limpeza de sub-bosque para "promover" o crescimento das mudinhas pré-existentes na mata.

Uma definição clássica de Manejo Florestal, datada de 1958, vem da Sociedade Norte-Americana de Engenheiros Florestais: Manejo Florestal, segundo aquela Sociedade, **"É a aplicação de métodos comerciais e princípios técnicos florestais na operação de uma propriedade florestal"** Esta definição deixa claro a multidisciplinaridade que o termo encerra.

Uma definição mais atual encontra-se no próprio decreto que regulamentou a exploração das florestas da Bacia Amazônica (Decreto 1282, de 19.10.95): **manejo sustentável é a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema**. A sustentabilidade é um termo de significado amplo, que no caso do manejo florestal, significa que essa atividade deve ser economicamente viável, ecologicamente correta e socialmente justa.

O Manejo Florestal é, pois, o coração da atividade florestal: o especialista em manejo deve controlar tudo que afeta a operação da floresta sob sua direção. Para isso ele deve ter o conhecimento florestal do silvicultor, a visão de longo prazo do planejador, a habilidade do administrador e a esperteza e flexibilidade de um homem de negócios.

Disciplinas relacionadas ao Manejo Florestal:

Aspectos comerciais e sociais	Aspectos tecnológicos
Economia	Silvicultura
Organização e administração	Mensuração
Finanças	Exploração e indústria
Contabilidade	Tecnologia da madeira
Estatística	Patologia florestal
Mercado	Entomologia
Legislação comercial	Uso e controle de fogo
Relações trabalhistas	Vida silvestre
Propriedade rural	Recreação
Ciências sociais e políticas	Pecuária
	Água
	Engenharia civil

Fonte: Davis, K.P. (1966). **Forest Management: regulation and valuation**. McGraw-Hill. New York. 2 Ed.

Muitas vezes ouve-se o termo **"projeto de manejo"** com o sentido de projetos demonstrativos e ensaios, ou, como no caso do Brasil, denotando de reposição florestal em decorrência do comprimento da legislação florestal. Outras vezes ouve-se dizer que o "manejo seria anti-econômico", para significar que os tratamentos silviculturais o seriam. O manejo deve ser entendido em seus muitos possíveis componentes: **a silvicultura é um componente do manejo**, porém é possível ter-se um manejo efetivo de uma floresta, com poucos ou mesmo nenhum tratamento silvicultural e com somente algumas das mais importantes atividades do manejo.

Exemplos de outros termos que freqüentemente são confundidos em seus significados são os termos "produção sustentada" e "suprimento sustentado". Muitas vezes o termo "produção sustentada" é utilizado para significar continuidade de suprimento de madeiras de uma floresta, quando de fato o significado refere-se ao termo "suprimento sustentado". O abastecimento de uma industria florestal se faz sustentadamente, ou continuamente, enquanto o recurso floresta não for exaurido. Quando isso acontecer, ou a industria fecha suas portas ou procura outra área para continuar sua atividade. Se a produção é sustentada, significa dizer que a empresa está empregando tecnologia que lhe permite utilizar indefinidamente o recurso floresta sem o risco de esgotá-lo.

Finalmente convém esclarecer o significado de dois termos freqüentemente confundidos em florestas tropicais que são **Rotação e Ciclo de Corte.**

O termo **Rotação**, no caso de florestas, se refere ao número de anos decorridos entre a formação ou regeneração de um povoamento e seu corte final; **Ciclo de Corte** é o período de tempo planejado no qual todas as porções de uma área florestal devem ser cortadas em uma seqüência ordenada.

A diferença básica entre esses dois termos é que a rotação é o tempo médio que um indivíduo de uma determinada espécie leva para crescer desde o estágio de semente até o tamanho final escolhido para a derruba; e o ciclo de corte é o comprimento do intervalo de tempo entre dois cortes sucessivos de árvores que alcançaram o tamanho mínimo planejado para a derruba.

O MANEJO E SUA INTENSIDADE

Poore e colaboradores em seu livro "No Timber Without Trees" (Não há madeira sem árvores), apresentam uma classificação muito interessante dos diferentes níveis de intensidades de manejo observados nas regiões tropicais. Esses níveis são assim chamados e descritos:

Esperar e Ver[2]: quando a floresta é inacessível ou não existe ainda mercado para madeira em uma determinada região, o manejo mais efetivo talvez fosse demarcar a floresta e protegê-la de invasões até que valha a pena explorá-la;

Explorar e Deixar: esta é uma forma extensiva de manejo, onde, após a exploração, a floresta é "fechada" e protegida de invasões e/ou de explorações posteriores. A velocidade de recuperação e o volume da colheita futura dependerão do tipo de floresta, da natureza e do padrão da primeira exploração (intensidade de danos) e do período de tempo que a floresta permanecer "fechada";

Intervenção Mínima: as árvores marcadas para a colheita (até o limite definido pelo volume de corte permitido[3]) são extraídas com o mínimo de danos ao povoamento residual, e de acordo com um sistema silvicultural bem pesquisado. Um estoque adequado de árvores residuais das espécies desejáveis é deixado para a próxima colheita após um determinado número de anos. A extração é limitada às árvores que serão vendidas e às árvores defeituosas das espécies comercializáveis. A área é então "fechada" e protegida de novas intervenções até a época da nova colheita.

Tratamento do Povoamento: a exploração é realizada como no modelo acima, porém o crescimento das árvores remanescentes e a regeneração natural são favorecidos por vários tratamentos, que podem incluir eliminação de árvores indesejáveis, corte de cipós, limpezas, etc.

Plantios de Enriquecimento: tudo como no modelo anterior, acrescido do plantio de espécies comerciais onde o estoque de regeneração natural é considerado baixo; um tratamento especial é realizado para ajudar o crescimento das mudas plantadas.

Todos os níveis ou modelos de manejo apresentados acima levam à produção sustentada. Os benefícios gerais, em termos de venda de madeira, custos, proteção, limpezas, plantio, e uso produtos químicos, crescem da primeira opção para a última. A escolha sobre qual opção utilizar, depende exclusivamente de uma decisão política que provavelmente será fortemente influenciada pela relação custos/benefícios.

PARTE 2. REGENERAÇÃO NATURAL; AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL

As espécies em uma floresta tropical podem ser divididas em dois grandes grupos, de acordo com sua resposta à luz: espécies que demandam luz e espécies que suportam sombra.

As espécies que demandam luz recebem muitas outras denominações tais como: pioneiras, tolerantes à luz, secundárias, sucessionais, intolerantes à sombra, serais e nômades. A principal características dessas

---

[2] Estes termos são tradução da língua inglesa. Por isso, às vezes, parecem sem sentido em nossa língua.

[3] O volume de corte permitido é definido como o volume máximo que deve ser permitido extrair de uma floresta, de modo a atender o princípio do rendimento sustentado. Este volume deveria ser no máximo igual ao incremento volumétrico líquido total produzido pela floresta ao final um ciclo de corte.

podem regenerar "in situ", i.e., sob sua própria sombra. Produzem grandes quantidades de sementes, geralmente muito pequenas e eficientemente dispersas pelo vento ou por animais. As sementes de muitas das espécies pioneiras têm a capacidade de permanecer dormentes no solo, mesmo debaixo de uma cobertura vegetal fechada. Devido à essa propriedade, as espécies pioneiras colonizam rapidamente as grandes aberturas na floresta.

Exemplos típicos de espécies pioneiras são *Cecropia* spp. na América Tropical, *Macaranga* spp. no Sudeste da Ásia e *Musanga cecropioides* na África. Algumas pioneiras são de curta longevidade, como *Trema micrantha* e outras são de vida longa como é o caso de *Goupia glabra*.

Ao contrário das espécies pioneiras, as sementes das espécies clímax ou tolerantes à sombra, podem germinar mesmo sob a sombra densa da floresta. Suas sementes, em geral de grande tamanho, apresentam reservas de alimento abundantes, que as permitem sobreviver ao período de supressão e se estabelecerem quando da abertura eventual de uma clareira.

As espécies que demandam luz e as que demandam sombra representam apenas classes extremas de tolerância à luz. Existe, de fato, um espectro completo de respostas à luz. Há autores que reconhecem pelo menos três categorias de espécies: aquelas especializadas em grandes clareiras, cujas sementes somente germinam em condições encontradas em aberturas de grande tamanho, com altas temperaturas e luminosidade; as espécies especializadas em pequenas clareiras, cujas sementes germinam na sombra, mas requerem a presença de uma abertura para crescerem ao tamanho em que possam se reproduzir; e as espécies de sub-bosque, que não requerem aberturas para germinarem e crescerem à tamanhos reprodutivos.

A FORMAÇÃO DE UMA CLAREIRA

As árvores, em uma floresta tropical, podem morrer por diversas causas: de idade avançada, por ataque de organismos vivos, como insetos e fungos, por serem derrubadas em conseqüência de fortes ventanias, deslizamentos de terra e outras. Ao morrer uma ou um grupo de árvores, abre-se uma clareira, cujo tamanho depende geralmente do tamanho da árvore e da causa da morte. Uma árvore sendo derrubada pelo vento, pode levar consigo algumas outras árvores vizinhas, e assim se forma uma clareira de tamanho considerável.

Por outro lado, a morte de um único indivíduo por causas naturais (e.g. senescência), não causa geralmente a abertura de uma clareira muito grande, uma vez que aquele indivíduo vai se decompondo lentamente, caindo em primeiro lugar as folhas, depois os galhos e, finalmente, o tronco.

As clareiras assim formadas, quer pela queda de uma única árvore, ou por um grupo de indivíduos, são "preenchidas" por nova vegetação que ali se estabelece, ou que inicia um crescimento vigoroso, se já estava presente no momento da abertura da clareira.

O tamanho da clareira tem importância fundamental na sucessão florestal. Pequenas clareiras como aquelas formadas pela queda de um único galho, não criam um microclima favorável ao estabelecimento de espécies pioneiras. Nessa situação, as espécies clímax normalmente preenchem a clareira, pelo crescimento das mudas previamente existentes no lugar. Essas pequenas clareiras são também preenchidas pelo crescimento lateral dos galhos das árvores ao redor. No outro extremo, se a clareira é de tamanho bastante considerável, é colonizada primeiro por espécies pioneiras.

O tamanho da clareira é, portanto, um importante fator para ser considerado no planejamento da exploração florestal. Quando as espécies que se pretende regenerar são essencialmente umbrófilas, a exploração deverá ser planejada cuidadosamente, e a uma intensidade tal que minimize a criação de aberturas de tamanho exagerado.

É comum dizer-se que uma floresta tropical é um mosaico de clareiras em diversos estágios de desenvolvimento. Esses estágios ou fases do crescimento da floresta são chamados de "fase de clareira", "fase de construção" e "fase madura". Essas fases são, de fato, apenas abstrações, i.e., elas não constituem entidades separadas. A fase de clareira, que é constituída principalmente de mudas e varas, cresce, passando à fase de construção, que é constituída de árvores no estágio de postes. Finalmente o crescimento da fase de construção leva à fase madura, onde se encontram árvores consideradas de tamanho comercial ou maduro.

AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL

Os sistemas silviculturais baseados na regeneração natural, dependem da presença de um estoque adequado de mudas e varas das espécies desejáveis no momento da exploração e/ou de seu recrutamento após a abertura do dossel.

O levantamento do *status* da regeneração natural antes e após a exploração é uma importante ferramenta para orientar a tomada de decisão quanto ao sistema silvicultural a ser aplicado. Em outras palavras, a floresta apresenta um estoque suficiente de espécies desejáveis para suportar um sistema baseado exclusivamente na regeneração natural ? Ou será que são necessários tratamentos pré-exploratórios para induzí-lo e assim melhorar o estoque e composição do povoamento ? Ou mais ainda, será que o estoque de regeneração natural é tão baixo que levasse o silvicultor a indicar plantios de enriquecimento ?

Perguntas como essas têm sido motivo de preocupação para os florestais por diversas décadas e muito esforço de pesquisa foi gasto no desenvolvimento de métodos para avaliar a regeneração natural.

Os primeiros métodos foram desenvolvidos para florestas de clima temperado. Talvez uma das medidas mais antigas para estimar a regeneração natural foi o número de mudas por acre[4]. Embora essa variável proporcionasse alguma informação, ela apresentava dois defeitos importantes: a contagem de mudas é vagarosa e tediosa ainda que em pequenas parcelas; o número total de mudas por acre dizia muito pouco ou praticamente nada quanto à área ocupada ou sobre a distribuição espacial da regeneração natural. As mudas, em uma dada área, podem se apresentar, por exemplo, distribuídas uniformemente ou agrupadas em uma pequena porção.

Outros métodos utilizados para avaliar a regeneração natural incluem o "método dos quadrados estocados" e o "método das distâncias". Este último não utiliza uma parcela de forma definida, mas a distância de pontos ou plantas aleatórias para um ou mais vizinhos mais próximos.

O método do quadrado estocado é baseado na suposição de que se uma dada área for dividida em quadrados de tamanho tal que uma muda estabelecida (ou árvore) por quadrado preencherá totalmente aquele espaço na maturidade, então a percentagem de quadrados estocados, independente do número de mudas por unidade de área, indicaria a proporção de área (terra) que estaria sendo ocupada pelo crescimento das árvores.

O tamanho da unidade de amostra a utilizar foi matéria de discussão. Alguns pesquisadores utilizaram o "miliacre"[5] porque foi achado conveniente tanto no campo como na compilação de dados no escritório.

Em se tratando de regiões tropicais, o desenvolvimento da silvicultura Malaia, na qual a nova colheita era baseada na população de mudas presente no momento do primeiro corte, gerou a necessidade de desenvolver um método de amostragem que produzisse informações quanto à composição, distribuição, desenvolvimento e *status* da regeneração natural de valor econômico. Esses dados eram destinados a orientar o silvicultor na tomada de decisão quanto às operações silviculturais a serem realizadas na floresta.

O crédito da criação de um sistema de amostragem para avaliar a regeneração natural nas florestas da Malásia é atribuído ao silvicultor F.H. Landon que utilizou o princípio da "amostragem de miliacre" para unidades de amostra de tamanho maior, dependendo do tamanho médio da regeneração natural que se quisesse avaliar.

Coube, no entanto, ao silvicultor R. C. Barnard, melhorar aquele método e criar a técnica que é conhecida hoje como "Amostragem Linear da Regeneração - ALR". Passaremos, em seguida, a descrever com mais detalhes essa técnica, mostrando um exemplo de sua aplicação no Brasil.

Em sua primeira versão, ALR era um processo em três estágios, consistindo de:

a. Amostragem de Miliacre (AM), para conhecer, no momento da exploração, a freqüência e distribuição da regeneração de espécies econômicas abaixo de 1,5 m de altura, e se essa regeneração era em quantidade suficiente para permitir uma exploração completa da floresta;

---

[4] 1 acre equivale, aproximadamente, a 1/2 ha.

[5] No sistema métrico equivale a um quadrado de aproximadamente 2 x 2 metros.

b. Amostragem de 1/4 de Corrente[6] (AL 1/4) para avaliar, 3 a 5 anos após a exploração, o estoque, composição, desenvolvimento e *status* das varas e pequenos postes (1,5 m de altura e abaixo de 10 cm de diâmetro) das espécies de valor econômico; e

c. Amostragem de 1/2 Corrente (AL 1/2) para avaliar, 10 anos após a exploração, o estoque, composição, desenvolvimento e estado de competição das espécies de valor econômico no tamanho de grandes postes e árvores (diâmetro igual ou maior que 10 cm);

A amostragem era sistemática, no sentido de cobrir a maior variação possível da floresta, e consistia de faixas distanciadas umas das outras por um espaçamento fixo, estabelecidas perpendicularmente ao principal gradiente topográfico. Cada faixa era dividida em quadrados de dimensões variáveis, de acordo com o tipo de amostragem: 2 x 2 m no caso de AM, 5 x 5 m, no caso de AL 1/4 e 10 x 10 m, no caso de AL 1/2. A intensidade de amostragem variava com o tipo de levantamento: de 2 a 10%, em se tratando de uma amostragem intensiva, e 0,5 a 5 %, no caso de uma amostragem extensiva.

Em cada quadrado escolhia-se a melhor árvore das espécies da lista das desejáveis que tinha maior possibilidade de sobreviver e tornar-se parte da próxima colheita (essa árvore era chamada "líder desejável"); uma segunda árvore era também escolhida dentre a lista das espécies desejáveis, que teoricamente "substituiria" a líder desejável no caso de sua morte (essa árvore era chamada de "substituta").

Os seguintes padrões de estoque foram considerados adequados nos três tipos de amostragem:

AM: 40% ou 988 mudas por ha;
AL 1/4: 60% ou 237 varas por ha;
AL 1/2: 75% ou 74 árvores por ha.

A técnica sofreu algumas modificações por outros silvicultores que a utilizaram (especialmente Wyatt-Smith). O Departamento de Florestas da Malásia publicou em 1975 novas instruções para a amostragem linear da regeneração que são utilizadas no presente. O Departamento entendeu que na prática, a realização de três tipos de amostragens (AM, AL 1/4 e AL 1/2) não estava sendo satisfatória. A restrição de cada um daqueles tipos de amostragem a um pequena faixa de tamanhos da regeneração poderia resultar em uma subestimativa dos estoques.

As instruções foram então modificadas de tal sorte que todos os tamanhos de regeneração fossem amostrados simultaneamente. Com essas novas instruções, o sistema foi chamado simplesmente de "Amostragem Linear da Regeneração - ALR", acrescentado-se o sufixo 1,2,3, etc., para indicar a primeira, segunda, terceira, etc., vez em que o levantamento era repetido em uma mesma área.

Com essas novas instruções, a regeneração de até 3 m de altura era amostrada em quadrados de 2 x 2 m ("miliacre") e aquela até 40 cm de diâmetro, em quadrados de 10 x 10 m (meia corrente). Com isso eliminou-se a amostragem de 1/4 de corrente - AL 1/4. O procedimento de seleção era o mesmo utilizado para AM, AL 1/4 e AL 1/2, porém apenas uma árvore era selecionada por quadrado, abolindo-se completamente o conceito da líder desejável substituta.

O estoque mínimo aceitável era de 30% (750 mudas por ha) até 3 m de altura para AM e 60% ou 60 arvores por ha nos tamanhos de 3 m de altura a 40 cm de diâmetro para AL 1/2.

O método Malaio de amostragem da regeneração natural foi introduzido no Brasil pelo silvicultor inglês John Pitt que trabalhou na Amazônia de 1955 a 1961. Os três tipos de amostragem foram aplicados em escala experimental em diversas regiões como Curuá-Una - Santarém, Macapá e Belém. Mais tarde, o silvicultor Jean Dubois continuou as investigações com esse tipo de amostragem na região de Curuá-Una, introduzindo-a também na região do Tapajós onde até hoje continua a ser investigado pela Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Pesquisas sobre a aplicação deste método em florestas da Amazônia Ocidental têm sido também conduzidas pelo INPA - Instituto de Pesquisas da Amazônia.

---

[6] Antiga medida dita "imperial", britânica, equivalente a aproximadamente 20 metros. Uma corrente era subdividida em 100 elos, cada elo equivalendo a aproximadamente 20 cm.

Avaliação e monitoramento da regeneração natural em uma floresta de terra-firme foram realizados em um experimento silvicultural localizado na Floresta Nacional do Tapajós, no município de Santarém - Pará. O histórico do experimento, que foi instalado em 1975, é apresentado a seguir:

Histórico da Área Experimental

Antes de 1975:

- explorações leves, principalmente de *Aniba duckei*, *Cedrela odorata* e *Cordia goeldiana*, provavelmente 30-40 anos atrás.

1975:

- inventário pré-exploratório a 100% de intensidade
- primeira amostragem de regeneração
- ensaio de anelagem utilizando 20 espécies indesejáveis, com diâmetros variando de 10 a 50 cm (20 árvores/ha)
- corte de cipós em 35 ha

1979:

- operações de exploração em 64 ha removendo 16 árvores/ha e 75 m^3/ha

1981:

- estabelecimento e medição de parcelas permanentes
- segunda amostragem de regeneração

1982:

- segunda medição nas parcelas permanentes

1983:

- terceira medição nas parcelas permanentes

1985:

- terceira amostragem de regeneração
- quarta medição nas parcelas permanentes

1987:

- quinta medição nas parcelas permanentes

Foi empregado o método Malaio de amostragem de regeneração, denominado AL 1/4 para determinar o estoque de mudas, varas e pequenas árvores das espécies desejáveis.

A área foi dividida em 35 compartimentos de 1 ha cada. Em cada compartimento uma parcela de 100 m x 5 m foi estabelecida ao acaso. As classes de tamanhos empregadas incluíram outras classes não consideradas no sistema Malaio para esta amostragem (ver Tabela 1). A classe Ho, no entanto, não foi considerada no cálculo do estoque.

Tabela 1: Classes de tamanho usadas na amostragem linear de 1/4 de corrente na Floresta Nacional do Tapajós (Fonte: Silva 1989).

Limites de classes	Nome	Símbolo	Símb. Malaio
H < 0,3 m	Recruta	R	H0
0,3 m < H < 1,5 m	Muda não estabel.	U1	H1
1,5 m < H < 3,0 m	Muda não estabel.	U2	H5
H > 3,0 m; dap < 5,0 cm	Muda estabel.	E	H10
5,0 cm < dap < 10,0 cm	Vara	1A	G1/2
10,0 cm < dap < 15,0 cm	Pequeno poste	1B	G1

A escolha da líder desejável foi feita entre as espécies listadas a partir da classe U1, de boa forma, e com maior possibilidade de sobreviver e alcançar o dossel superior.

O critério utilizado para definir os grupos de espécies foi a capacidade de comercialização. O grupo 1 (51 elementos) foi constituído das espécies que na época eram vendidas no mercado de Santarém e no mercado externo (Brasil ou exterior). O grupo 2 (106 elementos) consistiu das espécies que pelas suas características silviculturais e propriedades tecnológicas das madeiras, poderiam ser consideradas com potencial para serem comercializadas no futuro.

Estoque de espécies desejáveis

Na Tabela 2 apresenta-se o estoque de espécies desejáveis (espécies comerciais e potenciais) distribuídas nas classes de tamanho consideradas na amostragem linear da regeneração. Mostra-se também a contribuição de cada classe de tamanho para a formação do estoque final.

Tabela 2: Estoque de árvores desejáveis (%) antes e depois da exploração por grupo de espécies e classes de tamanhos. (Fonte: Silva 1989)

Grupo de espécies	Classe de tamanho					
	U1	U2	E	1A	1B	Total (%)
Comercial						
1975	22.3	4.4	9.4	3.4	1.6	41.1
%	54.2	10.8	22.9	8.3	3.8	100.0
1981	5.6	13.9	25.3	8.0	1.1	53.9
%	10.3	25.7	46.9	14.9	2.1	100.0
1985	16.0	11.0	30.7	11.4	6.4	75.6
%	21.2	14.6	40.6	15.1	8.5	100.0
Potencial						
1975	14.1	13.1	37.1	17.6	11.4	93.4
%	15.1	14.1	39.8	18.8	12.2	100.0
1981	5.7	11.3	50.1	21.9	7.7	96.7
%	5.9	11.7	51.8	22.6	8.0	100.0
1985	8.9	12.1	44.9	22.9	10.1	98.9
%	9.0	12.3	45.4	23.1	10.3	100.0

Estoque de árvores escolhidas
% do número de quadrados estocados

O estoque de espécies comerciais antes da exploração era 41%, um pouco abaixo do mínimo sugerido por Wyatt-Smith (1963)[7] para florestas completamente exploradas e ao nível mínimo para florestas parcialmente exploradas. A classe U1 (30 cm - 1,5 m de altura) representou 54% do total. A maior proporção do estoque naquela classe sugere que a amostragem mais indicada, de acordo com o procedimento Malaio, teria sido a Amostragem de "Miliacre", utilizando uma variação para florestas parcialmente exploradas que inclui as classes

[7] Este autor sugeriu um estoque mínimo de 50% para florestas completamente exploradas e de 40% para florestas parcialmente exploradas.

R, U1, e U2 (Wyatt-Smith 1963). No levantamento de 1975, a floresta foi considerada "anormal"[8] ao invés de "parcialmente explorada", que certamente foi o caso visto que as extrações ocorridas no passado (ver histórico do povoamento) foram, de fato, bem leves. Os únicos sinais de distúrbios passados são os aglomerados de *Bixa arborea*, uma espécie pioneira que colonizou as clareiras criadas pela exploração. Não foram encontrados tocos das árvores abatidas no passado.

Nos levantamentos de 1981 e 1985, a regeneração havia crescido para o tamanho adequado para a aplicação da Amostragem de 1/4 de Corrente, uma vez que a maioria das plantas estava na classe de tamanho E (3 m de altura a 5 cm de dap).

O número de quadrados estocados com espécies comerciais cresceu de 41% (164/ha) em 1975, antes da exploração, para 76% (302/ha) em 1985, seis anos após, representando um acréscimo de 85% (Tabela 2). A abertura do dossel, em decorrência da exploração, promoveu melhores condições de luminosidade e beneficiou a regeneração de espécies comerciais. Este fato constitui uma indicação muito promissora da capacidade da floresta regenerar após exploração. Os tratamentos silviculturais passados devem também ter tido algum efeito benéfico na indução da regeneração, muito embora haverem sido leves em intensidade.

O estoque de espécies potenciais foi acima de 90% nos três levantamentos (Tabela 2) e perto de 100% em 1985, seis anos após a exploração. Embora esse grupo, no caso deste exemplo, seja composto de 106 espécies, o que aumenta a possibilidade de um quadrado estar estocado, essa alta percentagem de estocagem é uma indicação muito promissora da composição florística da próxima colheita. Algumas das espécies mais freqüentes desse grupo, por exemplo, *Couratari oblongifolia* e *Virola* spp., já têm mercado em pleno decorrer do atual período de regeneração do povoamento.

Competição por Cipós, Palmeiras e Árvores/Galhos Caídos

Como foi mencionado anteriormente, a exploração florestal removeu, em média, 75 m^3 equivalentes a 16 árvores/ha. Essa intensidade resultou em uma abertura do dossel que não somente promoveu a regeneração de diversas espécies de árvores, como também criou condições favoráveis ao aparecimento de 'impedidores de crescimento' - cipós, palmeiras e árvores/galhos caídos. Enquanto 81% dos quadrados estavam livres de cipós em 1975, antes da exploração, apenas 12% estavam naquela situação em 1985, seis anos após (Tabela 3).

As palmeiras também aumentaram em número. Em 1975, 93% dos quadrados estavam livres de palmeiras. Essa proporção caiu para 57% em 1985. Além disso, o número de quadrados 'impedidos' por árvores e/ou galhos caídos também aumentou, provavelmente devido à mortalidade de árvores danificadas e às árvores derrubadas pelo vento.

Refinamentos e/ou limpezas deveriam ser consideradas como práticas silviculturais normais para evitar que as mudas e varas das espécies desejáveis fossem suprimidas por esses 'impedidores de crescimento' e para libertar de competição, árvores pequenas de espécies valiosas.

Conclusões sobre o tópico:

- é importante ao silvicultor, o entendimento dos processos envolvidos na regeneração natural de florestas tropicais;

- neste contexto, o entendimento do processo de formação e repovoamento de clareiras, ajuda o silvicultor quanto aos cuidados serem recomendados na exploração florestal para dar condições favoráveis à regeneração natural das espécies de interesse.

- é importante também que o silvicultor conheça com bastante profundidade a floresta que ele pretende manejar, quanto a seus aspectos qualitativos (composição florística e ecologia das principais espécies, por ex.) e quanto a seus aspectos quantitativos (banco de sementes no solo, número de árvores, volume e área basal, principalmente)

---

[8] Florestas 'anormais,' na concepção da silvicultura Malaia, eram aquelas nas quais a exploração não era bem realizada, deixando um número consideravel de árvores relíquias. Nesse caso, recomendava-se inicialmente uma exploração de "salvamento" ("salvage logging"), seguida da seqüência normal de operações do Sistema Uniforme Malaio.

Tabela 3: Incidência de impedidores de crescimento por ano de observação.

Impedidores	Incidência			
	Leve	Moderada	Pesada	Livre
Cipós				
1975	17	118	6	609
	2,3	15,7	0,8	81,2
1981	325	48	2	375
	43,3	6,4	0,3	50,0
1985	429	154	75	92
	57,2	20,5	10,0	12,3
Palmeiras				
1975	50	0	0	700
	6,7	0,0	0,0	93,3
1981	186	2	0	562
	24,8	0,3	0,0	74,9
1985	264	46	9	431
	35,2	6,1	1,2	57,5
Árvores/galhos caídos				
1975	77	21	9	643
	10,3	2,8	1,2	85,7
1981	256	117	63	314
	34,1	15,6	8,4	41,9
1985	303	139	100	208
	40,5	18,5	13,3	27,7

Fonte: Silva (1989)

Número de quadrados
Porcentagem do número total de quadrados

- a avaliação e monitoramento da regeneração natural antes e após as principais intervenções (exploração e tratamentos silviculturais) são atividades indispensáveis ao manejo com sucesso das florestas tropicais.

Sugestões para leitura adicional:

Bongers, F. & Popma, J. (1988). Trees and gaps in a Mexican tropical rain forest. Tese. Doutorado. Universidade de Utrecht. 185 p.

Gómez-Pompa, A., Whitmore, T.C. & Hadley, M. (1991). **Rain forest regeneration and management**. The Parthenon Publishing Group.

Silva, J.N.M. (1989). ***The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging***. *Tese*. Doutorado. Universidade de Oxford. 302 p.

Whitmore, T.C. (1984). Tropical rain forests of the Far East. Clarendon Press. Oxford.

Whitmore, T.C. (1990). **An introduction to tropical rain forests**. Clarendon Press. Oxford.

Wyatt-Smith, J. (1963). Manual of Malayan silviculture for inland forests. **Malayan Forestry Records 23**. 2 v.

PARTE 3. SISTEMAS SILVICULTURAIS: ALGUNS EXEMPLOS DE SISTEMAS IMPORTANTES APLICADOS EM FLORESTAS TROPICAIS

INTRODUÇÃO

O mundo presencia o desaparecimento de florestas tropicais a uma velocidade alarmante. Estimativas da FAO mostram que área anual desflorestada subiu de 11,4 milhões de ha em 1980 para 17 milhões de ha em 1990, o que representa um acréscimo de cerca de 50%. Estimativas mais pessimistas consideram que esse aumento foi de 79%, chegando a área anual desmatada a 20,4 milhões de ha (Panayotou & Ashton, 1992).

Entre as causas principais do desmatamento estão o avanço da fronteira agropecuária, o corte de árvores para lenha e, como causa indireta, a exploração florestal para produção de madeiras.

A extração seletiva de madeiras é vista com uma causa importante do desflorestamento, não pela atividade em si, que não resulta em desmatamento, mas porque abre caminho para a ocupação não controlada de novas áreas por colonos sem terra, que dão início ao processo de desmatamento e conversão do sistema de uso da terra.

O manejo para a produção sustentada de madeiras em florestas tropicais é, sem dúvida, uma das formas de uso da terra que, se bem conduzido, mantém as principais funções ambientais da floresta. Nos últimos anos a questão do manejo ganhou importância crescente em função das campanhas de boicote às importações de madeiras de países tropicais. Surgem então as entidades certificadoras de matéria prima florestal, cujos critérios de bom manejo deverão mudar o cenário internacional no que concerne ao tratamento da floresta. A preocupação com a conservação das florestas tropicais chega a Organização Internacional de Madeiras Tropicais, ITTO, que estabelece o ano 2000 como meta para que toda a madeira produzida nos países membros, provenha de florestas consideradas como em produção sustentada.

A silvicultura tropical, como ferramenta para o bom manejo, tem uma história que remonta ao século passado. Dawkins (1988), nos mostra a evolução histórica da silvicultura tropical, desde as primeiras experiências na Índia por volta de 1800 com as primeiras tentativas do estabelecimento de plantações de *Tectona grandis* (Teca), passando pelo desenvolvimento dos sistemas silviculturais fora da região Indo-Paquistanesa. O autor aponta ainda alguns exemplos onde o estabelecimento de plantações ou a regeneração de florestas naturais foram considerados bem sucedidos.

Embora havendo consenso entre os pesquisadores, ser o manejo sustentado de florestas tropicais tecnicamente possível, este tem sido aplicado em uma escala diminuta em relação ao total de florestas produtivas do mundo. Lanly (1982) considera que somente 4% das florestas tropicais do mundo recebem algum tipo de tratamento no sentido de promover a regeneração natural; Poore *et al.* (1989) reportam que menos de um milhão de ha de um total de 828 milhões de ha de florestas produtivas no mundo são realmente manejadas. Relatos recentes sobre diferentes sistemas de manejo aplicados a florestas tropicais são encontrados em Schmidt (1987), Silva (1989), Poore *et al.* (1989), Pearl *et al.* (1991), Panayotou & Ashton (1992) e Johnson & Carbale (1993).

OS SISTEMAS DE MANEJO

Um sistema silvicultural pode ser definido como o processo pelo qual um cultivo florestal (ou uma floresta) é estabelecido, tratado, extraído e substituído por uma nova colheita, resultando na produção de madeiras de distintas formas e para diferentes finalidades. Esta é uma definição que se aplica mais facilmente à silvicultura artificial, mas que também pode ser adaptada à silvicultura natural.

Os sistemas silviculturais aplicados em florestas tropicais, classificam-se, basicamente, em duas categorias: sistemas monocíclicos e sistemas policíclicos.

No sistema monocíclico, a retirada da madeira comercial se dá de uma só vez, e o próxima colheita é baseada nas mudas das espécies comerciais existentes no momento do primeiro corte. Os ciclos de corte dependem do crescimento médio das espécies a regenerar, mas em geral, são longos, de 70 a 100 anos. Um exemplo clássico de um sistema monocíclico é o Sistema Uniforme Malaio.

No sistema policíclico, apenas uma parte ou todas as árvores comerciais que atingiram o tamanho de corte são retiradas. As árvores de tamanho intermediário, permanecem, e passam a constituir o estoque do próximo corte. Devido a isso, os ciclos de corte são bem menores que os do sistema monocíclico, variando de 20 a 40 anos. Exemplos típicos de sistemas policíclicos são o Sistema Seletivo da Indonésia, o

Sistema de Seleção de Gana e o Sistema CELOS do Suriname. Alguns desses sistemas são discutidos em seguida:

Comparação entre o sistemas silviculturais monocíclico e o policíclico
Fonte: Lamprecht (1993)

Referindo-se a	Policíclico	Monocíclico
Objetivo	Floresta de seleção	Floresta uniforme
Semelhança ao processo natural	Considerável: somente modificações florísticas	Menos considerável: modificações florísticas e estruturais
Custos de transformação	Menores	Maiores
Colheita de madeira	Mais cedo, menor volume, porém mais freqüente	Mais tarde, maior volume, porém apenas uma vez por rotação
Danos ao povoamento residual	Relativamente altos e freqüentes	Baixo, somente na regeneração e apenas uma vez por rotação
Controle	Difícil	Menos difícil

ALGUNS SISTEMAS IMPORTANTES APLICADOS EM FLORESTAS TROPICAIS

O Sistema Uniforme Malaio

Este é o sistema silvicultural que se tornou mais conhecido mundialmente. Foi aplicado em florestas de dipterocarpaceae no Sudeste da Ásia, especialmente na Malásia Peninsular onde ele foi concebido (Wyatt-Smith, 1963). O sistema consiste na extração, em uma única operação, de todo o volume das espécies comerciais em tamanho de corte, seguida imediatamente por envenenamento das árvores remanescentes até o diâmetro de 5 a 15 cm, aproximadamente. Era necessário, no entanto, haver, no momento da exploração, um estoque adequado de mudas das espécies comerciais de dipterocarpaceae. Esse estoque era avaliado por uma amostragem sistemática da regeneração natural pelo sistema Malaio. O intervalo entre cortes nesse sistema era estimado em, no mínimo, 70 anos.

Como visto, o sucesso técnico do Sistema Uniforme Malaio baseava-se na presença, no momento da exploração, de um estoque adequado de mudas das espécies de valor econômico. De fato, a abertura drástica da cobertura arbórea pelo envenenamento das árvores remanescentes, favorecia tremendamente as mudas de espécies do gênero **Shorea** (conhecidas vulgarmente por Merantis) presentes no chão da floresta, que respondiam com crescimento vigoroso, suplantando e suprimindo, inclusive, os cipós. Árvores de tamanho médio das espécies comerciais poderiam permanecer, mas nenhum cuidado era tomado para evitar danificá-las. O próximo corte não era baseado nessas árvores.

O sistema teve muito sucesso nas florestas de dipterocarpaceae de terras baixas. Nas florestas mistas de dipterocarpaceas, situadas em topografias mais acidentadas, o sistema deu maus resultados, justamente pela ausência do "tapete" de mudas de **Shorea** encontrado nas florestas de terras baixas (Burgess, 1970).

Os críticos do sistema diziam que ele promovia o empobrecimento da floresta onde era aplicado por causa da pesada intensidade de exploração aplicada e pelos excessivos danos causados ao povoamento residual (Mok, 1977).

Um importante fator apontado para o insucesso do sistema, foi que nem sempre o "tapete" de Shoreas era encontrado. Quando isso ocorria, a exploração deveria ser adiada até ocorrer uma disseminação maciça daquelas espécies, o que geralmente acontecia em intervalos de 5 anos. Essa recomendação raramente era obedecida pelos madeireiros ou concessionários de áreas florestais.

A grande maioria das terras baixas da Malásia Peninsular onde o sistema era aplicado, foi convertida em plantios de seringueira e dendê. Hoje em dia o sistema é utilizado em escala bem limitada.

⇒ Seqüência simplificada das operações

Ano	Operação
n-1 ½	Amostragem de regeneração (ALM) e enumeração das árvores comerciais
n -> n-1	Extração, seguida de envenenamento até 5 cm de DAP
n+3 -> n+5	Amostragem de regeneração (AL1/4), seguida por limpezas, corte de cipós e envenenamento, se necessário
n+10	Amostragem de regeneração (AL1/2), seguida por tratamentos, se necessário, ou então considerar a área regenerada
n+20, n+40, etc...	Amostragem de regeneração (AL1/2) e tratamentos, se necessário.

n= ano da extração

O Sistema de Manejo Seletivo Malaio

A década de 70 marcou o estabelecimento de grandes complexos madeireiros na Malásia Peninsular, cujas concessões somavam centenas de milhares de ha, quase a metade da área reservada à produção florestal naquele país (Cheah, 1978).

O insucesso verificado com o Sistema Uniforme Malaio nas florestas de colinas ou também chamadas de florestas mistas de dipterocarpaceas, levou os silvicultores a desenvolver novas técnicas que assegurassem o suprimento contínuo de madeiras para as sofisticadas industrias que se instalaram no país (Abdul Rashid, 1983).

Além das dificuldades técnicas na aplicação do Sistema Uniforme Malaio às florestas de colinas, argumentou-se que um sistema monocíclico não seria economicamente atrativo para encorajar os grandes investimentos necessários ao setor florestal da Malásia. A limitação de áreas florestais foi outro importante fator que levou os silvicultores a pensar em reduzir os ciclos de corte (Thang, 1987).

A seqüência de operações no Sistema de Manejo Seletivo Malaio, consiste, resumidamente, de um inventário pré-exploratório para permitir a determinação dos regimes de corte, da marcação das árvores residuais para retenção, **antes da exploração**, e de um inventário pós-exploratório, para determinar os tratamentos silviculturais mais apropriados.

Quando o ciclo de corte a adotar é de 25-30 anos[9], os limites de diâmetro de derruba das dipterocarpaceas e das não dipterocarpaceas são, respectivamente, 50 cm e 45 cm. O estoque residual médio não pode ser inferior a 32 árvores de boa forma por ha, com diâmetros variando de 30-45 cm.

Em Sarawak, nas florestas de pântanos, aplicou-se o Sistema Uniforme Malaio Modificado, onde não somente as mudas como também a regeneração avançada eram beneficiadas pelos tratamentos silviculturais (Lee & Lai 1977). Esses tratamentos eram realizados um ano após a extração e destinavam-se a refinar a composição da floresta e acelerar as taxas de crescimento da floresta residual pela eliminação de árvores defeituosas e danificadas a partir de 20 cm de DAP. Um inventário diagnóstico era realizado dez anos após a exploração para verificar a necessidade de realizar um segundo tratamento e a floresta era monitorada através de inventário florestal contínuo.

[9] O ciclo de corte varia com a composição floristica da floresta. Se há predominância de dipterocarpaceas, o ciclo de corte pode ser este (25-30 anos), pois as espécies dessa família apresentam crescimento relativamente rápido. Caso contrário, adotam-se ciclos maiores.

Seqüência das operações

Ano	Operação
n-2 -> n-1	Inventário pré-exploratório (sistemático) Determinação dos limites de corte
n-1 -> n	Corte de cipós Marcação de árvores para derruba (direcionada)
n	Extração
n+2 -> n+5	Inventário pós-exploratório para determinar estoque residual e tratamentos silviculturais

n= ano da extração

A partir de 1974, pesquisas realizadas com a assistência da FAO para definirem as bases técnicas para o manejo das florestas mistas de dipterocarpaceas em Sarawak, levaram a adoção dos Desbastes de Liberação como uma ferramenta silvicultural para o manejo das florestas daquele estado da Malásia (Hutchinson 1981). O objetivo destes desbastes era o de liberar árvores selecionadas das espécies comerciais com DAP entre 10 e 60 cm, através da eliminação de árvores não comerciais competindo com as árvores selecionadas.

Baseados nos resultados dos experimentos com Desbastes de Liberação, foi recomendada a adoção de um sistema de manejo para as florestas mistas de dipterocarpaceas de Sarawak, que consiste da exploração seletiva com DAP mínimo de 60 cm, seguida dos desbastes de liberação um ano após a extração. Adota-se um ciclo de corte de 30 anos.

Os Desbastes de Liberação estão em uso corrente e rotineiro em Sarawak, onde aproximadamente 4.000 ha são tratados anualmente (F. Tieh, comunicação pessoal, 1988)

O Sistema Seletivo da Indonésia

A Indonésia também adotou um sistema de manejo policíclico para suas florestas de dipterocarpaceas. O sistema consiste na exploração das árvores comerciais com diâmetro de no mínimo 50 cm, deixando pelo menos 25 árvores por ha com um diâmetro mínimo de 35 cm. O ciclo de corte adotado é de 35 anos quando se espera repor o volume retirado na primeira exploração (Johnson & Dykstra 1978).

As principais críticas surgidas com relação ao sistema, não são de ordem técnica. Têm sido encontrados povoamentos residuais com danos exagerados, mas isso é porque os concessionários não obedecem as recomendações técnicas para a exploração e também não obedecem o número mínimo de árvores a deixar para a próxima colheita.

⇒ Seqüência das operações

Ano	Atividades
n-(1 1/2-2)	Inventário, por amostragem, como base para preparar o plano de operações (5 anos), DAP ≥ 20 cm
n-(1/2-1)	Inventário para preparar plano anual (100%) Marcação de árvores a extrair (dir. queda) e árvores reservadas (com mapeamento).
n	Exploração com técnicas de impacto reduzido
n+1	Inventário pós-exploratório para levantar danos (20% de intensidade) e para localizar áreas com pouca regeneração
n+2	Viveiro
n+3	Plantio de enriquecimento: áreas com pouca RN, pátios e estradas de arraste
n+5	Tratamentos silviculturais

n= ano da extração

O Sistema "Tropical Shelterwood"

O Sistema "Tropical Shelterwood" (STS), - Método Tropical de Regeneração sob Cobertura - é uma versão do sistema "Shelterwood" Europeu, modificado para as condições encontradas nos trópicos. Este sistema, que foi intensivamente testado na Nigéria e em Gana, foi inspirado no Sistema Uniforme Malaio, que, por sua vez, foi inspirado no sistema Shelterwood europeu (Lancaster 1961).

O STS foi introduzido na Nigéria na metade da década de 40. Tinha como objetivo induzir a regeneração das espécies comerciais através de uma série de tratamentos pré e pós-exploratórios.

Anelagem e envenamento das espécies não comerciais eram realizados para permitir que mais luz chegasse ao solo; cortes de cipós eram executados com o objetivo libertar as mudas e varas das espécies comerciais do emaranhado de cipós que se formava com a abertura do dossel.

Os envenenamentos e o cortes de cipós eram repetidos durante um periodo de 8 a 10 anos. A exploração era realizada no sexto ano. Duas contagens da regeneração eram realizadas antes da exploração. Considerava-se satisfatório um estoque de 80 mudas e varas por ha das espécies comerciais (Oseni & Abayoni, 1973).

O ciclo de corte foi questão para discusssões por muitos anos, entre os funcionários do Serviço Florestal e os empresários. O ciclo de corte inicialmente adotado foi de 100 anos, que depois foi reduzido para 70 anos (igual ao da Malásia) e, finalmente, foi reduzido ainda mais para 50 anos, para "aumentar a produtividade" (Lowe, 1975).

Durante os anos 50, aproximadamente 200.000 ha foram tratados pelos STS no oeste e meio-oeste da Nigéria. Em média, 5 árvores por ha eram exploradas, com um diâmetro mínimo de abate de até 80 cm para algumas espécies. O volume removido era menos que 20 m^3 ha^{-1} de um total de aproximadamente 200 m^3 ha^{-1} (Lowe, 1984).

Muitos fatores contribuíram para o insucesso to STS, que levaram ao seu abandono na Nigéria no início da década de 60, em favor de plantios puros e sistemas agroflorestais (Lamb, 1967; Adejou, 1975; Lowe, 1978). Entre esses fatores, citam-se:

- as espécies que regeneravam profusamente em função dos tratamentos silviculturais não tinham mercado. A proporção das espécies realmente valiosas era muito baixa;
- onde havia abundância de árvores porta-sementes a qualidade da regeneração era até aceitável, porém onde a densidade era pequena os resultados eram realmente fracos. Em algumas florestas era difícil encontrar-se um árvore por ha das espécies valiosas;
- a produção das florestas Nigerianas não compensava os custos dos tratamentos aplicados.

Além desses fatores, a abertura do dossel pelos pesados e repetidos tratamentos silviculturais, que objetivavam promover o crescimento das mudas e varas das espécies comerciais, ajudavam também (e às vezes mais) o crescimento de espécies pioneiras indesejáveis e de cipós;

Finalmente, a principal crítica ao STS foi a dificuldade de ser realizado em áreas extensas, apenas para ajudar o crescimento de uma regeneração relativamente esparsa. Fiscalizar se o trabalho havia sido bem executado ou não, era outra tarefa muito difícil.

⇒ Seqüência das operações

Ano	Operação
n-5	Demarcação dos talhões (aprox. 250 ha) Corte de cipós e espécies indesejáveis até DAP 5 cm e arbustos herbáceos
n-4	Envenenamento de espécies indesejáveis dos andares inferior e médio. Inventário da regeneração. Se insuficiente, continuar abertura de baixo para cima
n-3	Limpezas para liberar a regeneração e eliminação sucessiva da concorrência de árvores do dossel médio e inferior, dependendo da necessidade de luz das espécies da regeneração
n-2	Inventário da regeneração
n-1	Igual a n-2
n	Exploração se há suficiente regeneração. Caso contrário, continuar a abertura de baixo para cima. Exploração adiada e todas as operações subsequentes. Somente espécies valiosas (aprox. 20) contadas. Espaçamento mínimo de 1,8 m, separadas em classes de altura : < 1, 1-3 m, > 3 m - 10 cm DAP, 10-50 cm DAP. Regeneração suficiente: 100 arv/ha.
n+1	Cuidar da regeneração. Eliminar árvores danificadas. Espécies indesejáveis são rápida ou progressivamente eliminadas, dependendo dos necessidades de luz da regeneração. Os cuidados continuam ao longo do tempo.
n 16	Primeiro desbaste do povoamento jovem
n+21	Segundo desbaste

O Sistema Celos do Suriname

As pesquisas silviculturais no Suriname, datam do início dos anos 50. O Sistema Uniforme Malaio foi testado, porém logo foi considerado inadequado para ser aplicado no país, devido aos altos custos envolvidos, e o longo período de tempo requerido para o próximo corte.

A silvicultura de plantações também foi experimentada, principalmente plantios de *Pinus caribaea* e de algumas espécies nativas. Essas experiências também não tiveram sucesso do ponto de vista econômico (mão-de-obra muito cara) e do ponto de vista ecológico, além de não apresentarem uma produtividade satisfatória, segundo os silvicultores locais.

Não obstante o fato dos resultados com o Sistema Uniforme Malaio não terem sido positivos, eles foram bastante encorajadores para justificar mais pesquisa em silvicultura natural, desta vez tendo como base um sistema policíclico.

Diversos experimentos silviculturais conduzidos desde 1967 naquele país serviram de base para a proposição de um sistema silvicultural batizado de Sistema Silvicultural CELOS[10]. Esse sistema objetiva estimular o crescimento das árvores comerciais residuais de tamanho médio a grande, em florestas que sofreram exploração seletiva, de modo que os cortes subseqüentes possam ser realizados em ciclos de 20-25 anos (Graaf, 1986).

Recomenda-se uma intensidade de exploração de 20 m^3 ha^{-1}, seguida de três refinamentos no decorrer do período de regeneração, utilizando arboricidas. Os resultados experimentais mostraram que se pode obter incrementos volumétricos de 2 m^3 ha^{-1} ano^{-1} e incrementos em diâmetro de 9-10 mm ano^{-1}. Espera-se, com esse sistema, uma produção de 40 m^3 ha^{-1} no final do ciclo de corte. Os "inputs"

[10] CELOS é uma sigla que, em Holandês, significa Centro de Pesquisas Agrícolas.

necessários para os três refinamentos são 10 H/D por ha e 40 litros de arboricida por ha. Jonkers (1987) propôs modificações no sistema no sentido de diminuir os custos dos tratamentos silviculturais pela redução da quantidade de arboricida e melhor organização das equipes de campo.

Uma tentativa de aplicação do sistema CELOS em escala empresarial (600 ha) na região de Mapane, teve de ser interrompida devido aos problemas políticos por que o país atravessa (K. Tjon, comunicação pessoal, 1993).

⇒ Seqüência de operações

Ano	Operações
n-1	Inventário de prospecção Corte de cipós Marcação de matrizes Medição de parcelas permanentes
n	Exploração
n+1	Amostragem para determinar distribuição diamétrica e área basal residual
n+2	Primeiro refinamento: corte de cipós e envenenamento. AB residual aprox. 20 m^2 ha^{-1}
n + (8-10)	Segunda medição das parc. Permanentes Segundo refinamento se AB > 20 m^2 ha^{-1}
n+16	Terceira medição das parc. Permanentes Terceiro refinamento, se necessário
n+(20-25)	Segunda extração

n= ano da extração

Projeto Portico

Com exceção, talvez, da Floresta de Arena em Trinidad, outro raro exemplo de manejo em escala operacional na América Latina, está na Costa Rica. A empresa Portico, através de sua subsidiária Tecnoforest, está conduzindo um projeto de manejo na planície de Tortuego, na costa atlântica norte do país, iniciado em 1987 (Lehmann, 1991). A área destinada ao projeto é de 5.000 ha, com 400 ha sendo explorados anualmente. Outros 5.000 ha deverão ser incorporados ao projeto para garantir a sustentabilidade do suprimento e da produção de madeira.

A empresa produz portas de alta qualidade para exportação, consumindo anualmente um volume de toras de aproximadamente 10.000 m^3. A principal espécie utilizada é *Carapa guianensis* (Andiroba), que representa 90% do volume consumido. O sistema silvicultural utilizado é um sistema policíclico com intervalos de corte previstos para 15 anos.

O sistema de manejo envolve uma exploração seletiva, principalmente de *Carapa* em floresta de várzea. Essa espécie, juntamente com *Pentaclera macroloba* perfazem aproximadamente 60% da área basal (R. Peralta, comunicação pessoal 1993). Os tratamentos silviculturais consistem de cortes de liberação e eliminação de árvores impedindo o crescimento das árvores reservadas para as futuras colheitas.

O diâmetro mínimo de abate para Carapa é de 70 cm, embora a lei permita cortar com o mínimo de 60 cm. A exploração é feita com tratores de esteira equipados de guinchos e cabos a uma intensidade de 35 m^3/ha. Os danos são mantidos ao mínimo pela equipe de controle. As áreas abertas variam de 300 a 900 m^2. Os blocos de exploração são monitorados através de inventários temporários e inventário contínuo.

Os tratamentos silviculturais de liberação das árvores reservadas são realizados dois a três anos após a extração e consistem no anelamento/envenenamento das árvores que estão competindo com aquelas escolhidas para a próxima colheita. Em média são eliminadas 30 árvores por ha a partir de 20 cm de diâmetro a um custo de 110 dólares por ha (R. Peralta, comunicação pessoal, 1993).

Projeto Mil Madeireira

A Empresa Mil Madeireira Itacoatiara Ltda, é uma subisidiária da Empresa Precious Woods, com sede na Suíça e com atuação na Costa Rica no setor de reflorestamento. O projeto brasileiro da empresa está localizado no município de Itacoatiara, estado do Amazonas.

As atividades da empresa tiveram início em 1993 tem como objetivo produzir, sustentadamente, madeira serrada para o mercado local e de exportação. A serraria tem capacidade parar produzir 30.000 m^3 de madeiras por ano, oriundos totalmente da reserva da empresa.

As operações da empresa estão concentradas na Fazenda Dois Mil, em uma propriedade de cerca de 80.000 ha. Da área total, aproximadamente 61.000 ha são destinados à produção florestal e o restante destinado à preservação permanente.

O plano de manejo é baseado no Sistema Celos, com a introdução de técnicas silviculturais desenvolvidas pela EMBRAPA e pelo INPA. Sua concepção é baseada no corte seletivo de aproximadamente 35 m^3 ha^{-1} de 59 espécies comerciais, em blocos de extração anual de 2.000 ha. O ciclo de corte inicialmente previsto é de 25 anos.

⇒ Seqüência de operações.

Ano	Atividades
n-2	Levantamento topográfico dos talhões e estradas Delimitações dos talhões (2000 ha). Unidade silvicultural = 10 ha Inventário pré-corte Corte de cipós Instalação e medição das parcelas permanentes (1 de 1 ha para cada 200 ha) Construção de estradas
n-1	Análise final dos dados do inventário pré-corte Planejamento da colheita
n	Colheita e transporte de madeira
n+1	Remedição das parcelas permanentes
n+3	Tratamentos silviculturais Remedição das parcelas permanentes
Obs::	Tratamentos repetidos a cada 10 anos Remedição das parcelas permanentes a cada 5 anos

Este projeto, embora recente, pode ser considerado, atualmente, como o único exemplo de manejo operacional de floresta tropical em curso na Amazônia brasileira, seguindo as técnicas recomendadas pela pesquisa e obedecendo completamente a legislação florestal vigente. As operações florestais da empresa fora, recentemente certificadas.

Um sistema silvicultural brasileiro ?

No Brasil as primeiras tentativas de desenvolver um sistema silvicultural para nossas florestas tropicais datam de mais de quatro décadas com as pesquisas iniciadas pela FAO na Reserva Florestal de Curuá-Una, Pará. Nessa reserva, uma versão do Sistema Tropical Shelterwood foi testada no final da década de 50. Análise recente daquele experimento, 36 anos após o seu estabelecimento (Yared 1995), mostrou que o sistema teve sucesso do ponto de vista silvicultural e ecológico, isto é, a diversidade de espécies foi mantida, a estrutura da floresta foi preservada, com a vantagem de aumentar a densidade e o volume das espécies comercias .

Na busca de alternativas silviculturais para o manejo das florestas tropicais brasileiras, novos experimentos silviculturais, agora com uma abordagem policíclica, foram instalados a partir de 1975 na Floresta Nacional do Tapajós, inicialmente pelo ex-IBDF e depois pela EMBRAPA. Outros experimentos silviculturais foram também instalados em Curuá-Una - Pa, pela FCAP - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, na região de Manaus pelo INPA - Instituto de Pesquisas da Amazônia e, mais recentemente, pela Companhia Vale do Rio Doce em Marabá - Pa e em Buriticupú, Ma.

Um desses mais antigos experimentos silviculturais, instalado em 1975 na Floresta Nacional do Tapajós, foi analisado em 1989 pelo autor deste trabalho. O objetivo desse experimento é investigar o comportamento de uma floresta de terra-firme da Amazônia, após sofrer uma exploração florestal bem organizada, mas relativamente pesada, seguida de nenhuma intervenção posterior. A intensidade de manejo investigada por esta pesquisa, poderia ser classificada na categoria "explorar e deixar".

As avaliações feitas até o momento permitiram algumas importantes conclusões:

- a exploração, por si só, estimula a regeneração natural. Seis anos após a abertura do dossel, o estoque de espécies comerciais quase dobrou. Plantios de enriquecimento, são, portanto, desnecessários;
- considerando ciclos de corte de 30 anos, a exploração de 75 m^3/ha foi considerada muito pesada para sustentar uma nova extração de igual intensidade e com as mesmas espécies extraídas na primeira colheita;
- o crescimento da floresta aumentou até 4 vezes nos primeiros anos após a exploração, porém, este efeito benéfico não persistiu por mais de 4 anos, quando começou a declinar. Treze anos após a exploração, as taxas de crescimento assemelham-se às da floresta primária não explorada;
- projeções do povoamento por um ciclo de corte mostraram que a intensidade de exploração aplicada não seria sustentável, a não ser que algumas espécies potenciais fossem promovidas e que tratamentos silviculturais fossem aplicados para aumentar a produtividade.

Os resultados das pesquisas no Tapajós e Jari, permitiram estabelecer, pela primeira vez na região, uma seqüência de operações de uma sistema silvicultural para o manejo de florestas de terra firme da Amazônia (Silva, 1989).

Em resumo este sistema consiste de:

- explorar 40 m^3/ha, com pré-mapeamento das árvores e derruba direcionada para minimizar os danos às árvores reservadas para a segunda colheita;
- estimular o crescimento das árvores reservadas, pela liberação de suas copas da competição por luz com árvores não reservadas, no ano seguinte após a exploração;
- monitorar o crescimento e produção através de parcelas permanentes para orientar as ações do manejo;
- aplicar tratamentos silviculturais (basicamente liberação) a cada 10 anos para estimular a regeneração natural e manter um bom crescimento da floresta.

Aplicando-se esse sistema pode-se esperar um incremento diamétrico médio de 0,7-1,0 cm/ano e uma produtividade volumétrica em torno de 2 $m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$. O ciclo de corte estimado é de 30 anos.

As recomendações técnicas resultantes dessas pesquisas foram incorporadas à legislação florestal através do Decreto no. 1.282 de 19 de outubro de 1994 que regulamenta os artigos 15, 19, 20 e 21 do Código Florestal (lei no. 4.771 de 15 de setembro de 1965) e pela portaria do IBAMA, de no. 48/95, de 10 de julho de 1995, que disciplina a exploração florestal na Bacia Amazônica.

LIMITAÇÕES AO MANEJO DE FLORESTAS TROPICAIS

As limitações ao manejo de florestas tropicais são indicadas na literatura como sendo de ordem econômica, social e institucional e não de ordem técnica, embora se saiba que existam casos onde as falhas técnicas foram as principais causas do fracasso. (Johnson & Carbale ,1993) É o caso, por exemplo, do Sistema Uniforme Malaio que foi um sucesso em florestas de terras baixas da Malásia, mas que fracassou ao ser aplicado nas florestas de colinas.

Limitações de ordem econômica:

- as florestas são subvalorizadas, que leva ao desperdício e desencoraja a aplicação de investimentos tanto públicos quanto privados;
- a pressão de mercado, seja interno ou externo, geralmente leva o manejador a abandonar suas práticas sustentáveis de manejo e adotar ciclos de corte menores do que aqueles recomendados no sistema silvicultural;
- estabelecimento de taxas de exploração muito baratas, que não levam em conta os custos de reposição e a perda de produtos não madeireiros e serviços ambientais das florestas. O valor das taxas de exploração não cobrem os custos do manejo;

- as madeiras produzidas em florestas bem manejadas não podem competir com aquelas oriundas de exploração não sustentada, essas muito mais baratas para produzir; o retorno dos investimento em práticas sustentáveis, é, portanto, impraticável;
- as limitações de mercado de espécies menos conhecidas, faz com que nenhum cuidado seja tomado na exploração de modo a minimizar os dados às árvores dessas espécies.

Limitações de ordem institucional:

- falta de uma política nacional de uso da terra forte o bastante para evitar ou proteger a conversão de áreas destinadas à produção florestal em outros usos;
- mesmo onde áreas florestais são designadas para produção florestal permanente, os concessionários tem pouco incentivo para investir em sustentabilidade porque, em geral, as concessões de exploração são de tempo inferior ao ciclo de corte. É claro que concessões de longo prazo não garantem sustentabilidade, se os concessionários não obedecerem práticas de exploração e de tratamentos silviculturais sustentáveis;
- a prática de conceder concessões a aliados políticos põe em risco a sustentabilidade porque o concessionário fará tudo para obter lucro fácil e rápido antes da mudança do governo que o beneficiou. Quando as florestas são exploradas para obter lucros fáceis e rápidos, o recurso sofre danos severos, se não for totalmente destruído;

Limitações de ordem social:

Recursos humanos

- práticas corretas de manejo requerem, além de recursos financeiros adequados, pessoal técnico e trabalhadores bem treinados. Quando isso não acontece, a exploração é mal executada, os danos são exagerados, a regeneração da floresta é prejudicada e, consequentemente, a sustentabilidade fica comprometida;
- representatividade inadequada ou falta de participação das populações locais no estabelecimento de políticas florestais que influenciem seus direitos, culturas e modos de vida. Se as pessoas vivendo na floresta ou nas proximidades são deixadas fora do plano de manejo, elas podem vir a prejudicá-lo através de ocupação e desmatamento de áreas recém exploradas, exploração ilegal, etc.

Pressão demográfica

Este é sem dúvida outro importante fator limitante à sustentabilidade da atividade florestal. O aumento populacional combinado com uma desigual distribuição de terras faz com que cada vez mais pessoas necessitem comida e trabalho em terras impróprias para sustentá-los.

A pressão populacional nos cada vez menores recursos florestais torna a produção sustentada de madeiras cada vez mais difícil. Muitas áreas da África e Malásia Peninsular destinadas a produção florestal sustentada foram convertidas para a agricultura. Na América do Sul, colonos sem terra ocupam espontaneamente novas áreas pelas estradas abertas pelos madeireiros.

Aliviar a pressão social sobre as florestas significa exercer um melhor controle sobre esse recurso, envolver as populações locais no planejamento florestal e assegurar-lhes que os benefícios do uso e conservação das florestas seja distribuídos equitativamente.

HÁ ESPERANÇA ?

Apesar das diversas limitações, é consenso entre muitos florestais, que o manejo sustentado de florestas tropicais é possível desde que haja planejamento adequado, controle rígidos do plano de manejo, além de incentivos e reformas institucionais.

Embora se reconheça que os principais entraves para o manejo sejam econômicos, sociais e institucionais, as recomendações nesses sentido tem sido muito gerais. As soluções para ultrapassar essas dificuldades deve ser buscada dentro de cada país.

As pressões exercidas pelos ambientalistas contra o uso de madeiras tropicais não produzidas sustentadamente deverá mudar a atitude dos madeireiros e das autoridades governamentais para com os

recursos florestais. O aparecimento recente das entidades certificadoras de boa madeira são um claro sinal que essas mudanças estão próximas.

PARTE 4. Fundamentos Técnicos um Sistema Silvicultural Policíclico Brasileiro: resultados recentes de um experimento silvicultural na Flona do Tapajós

Ainda que a apresentação dos principais sistemas silviculturais aplicados em florestas tropicais tenha sido apenas superficial, creio que ficou claro, que muitos sistemas falharam, não por problemas técnicos, mas, principalmente, por problemas de ordem política, administrativa e econômica. O sistema "Tropical Shelterwood", por exemplo, é tecnicamente viável, se aplicado em condições adequadas, porém sua aplicação correta é de difícil controle, além de que, a freqüência de tratamentos silviculturais necessários para garantir uma boa regeneração natural, o torna anti-econômico.

Os sistemas policíclicos são os que apresentam maiores possibilidades de sucesso, tanto técnico como econômico, porém, ainda assim enfrentam problemas de ordem político-administrativa. Esses sistemas são utilizados em escala operacional em alguns países da África e da Ásia. Na América Latina, infelizmente, sua aplicação tem sido apenas em escala experimental.

E no Brasil, não há pesquisa que indique que sistema silvicultural adotar para nossas florestas tropicais ? É comum, em nosso país, ouvir-se o discurso de que ainda não existe conhecimento científico que mostre que é possível manejar florestas tropicais. Pessoas com esse discurso são completamente ignorantes quanto a história da silvicultura tropical no mundo. O pior de tudo é muitas dessas pessoas são as que são ouvidas pelos políticos ou por pessoas que assumem cargos públicos com poderes de mudar a política florestal do país.

Foi visto que o STS foi tentado no Brasil durante a década de 50 com resultados, infelizmente, não conclusivos. Ainda assim, a experiência de outros países, principalmente da África, mostram que o sistema não é adequado para nossas florestas, em muito semelhantes à algumas florestas africanas.

Esses resultados, digamos, negativos, não desistimularam os cientistas brasileiros a continuar procurando soluções para manejar nossas florestas. Novos experimentos silviculturais, agora com uma abordagem policíclica, foram instalados desde 1975 na Floresta Nacional do Tapajós, inicialmente pelo ex-IBDF, que prosseguiram e foram ampliados pela EMBRAPA. Novos experimentos silviculturais foram também instalados em Curuá-Una - Pa, pela FCAP - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, na região de Manaus pelo INPA - Instituto de Pesquisas da Amazônia e pela Companhia Vale do Rio Doce em Marabá - Pa e em Buriticupú, Ma.

Comportamento de uma floresta após a extração

Os dados apresentados nesta seção são provenientes de um experimento silvicultural instalado em 1981, em uma área de 144 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém, Pará. O objetivo principal do experimento é estudar o comportamento de uma floresta de terra-firme, submetida a uma extração planejada e a quatro (0%, 30%, 50% e 70%) intensidades de redução da densidade (área basal) pela desvitalização de árvores de espécies não comerciais.

A colheita da madeira (90 m^3 ha^{-1} , 12 árvores por ha) foi realizada em 1982 e os tratamentos silviculturais, que deveriam ser aplicados em seguida, isto é, em 1983, só o foram em 1994 devido a problemas administrativos e financeiros. Desse modo, os resultados apresentados em seguida mostram o comportamento da floresta desde antes da exploração até depois dos tratamentos silviculturais. A discussão, no momento, não leva em conta os tratamentos silviculturais, pois esses foram aplicados em 94 e a última avaliação do experimento deu-se em 1995, apenas um ano após os tratamentos.

Iluminação das copas e crescimento

A quantidade de luz que chega à copa das árvores é um fator decisivo na velocidade de crescimento das árvores em florestas tropicais. Estudos anteriores (Silva 1989, Silva *et al.* 1995; Silva *et al.* 1996, Korsgaard 1992) têm demonstrado diferenças significativas no crescimento de árvores quanto ao grau de iluminação das copas. De um modo geral, há uma hierarquia no incremento diamétrico em relação ao grau de exposição das copas à luz: árvores com copas totalmente expostas à luz crescem mais rápido do que aquelas com copas apenas parcialmente expostas, as quais, por sua vez, têm crescimento superior àquelas totalmente sombreadas ou recebendo apenas luz lateral (Tabela 4).

Tabela 4. Incremento diamétrico (cm ano^{-1}) analisado por grupo ecológico e grau de iluminação das copas na Flona do Tapajós, Km 114

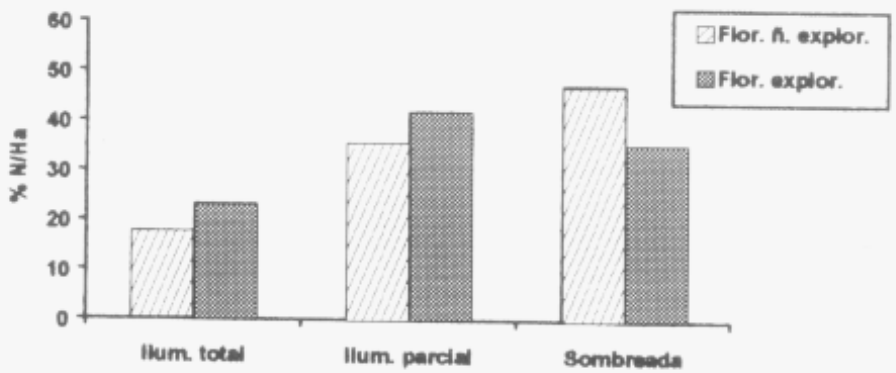
Grupo ecológico	Iluminação da copa	Floresta explorada			Floresta não explorada		
		n	IPA	s	n	IPA	s
Intolerante	Ilum. total sup.	67	0.9 a	0.7	37	0.7 a	0.5
	Ilum. parcial	67	0.8 a	0.5	79	0.5 b	0.5
	Sombreada	104	0.3 b	0.3	81	0.2 c	0.3
Tolerante	Ilum. total sup.	164	0.5 a	0.3	57	0.4 a	0.3
	Ilum. parcial	313	0.4 b	0.3	253	0.2 b	0.2
	Sombreada	1054	0.2 c	0.2	558	0.1 c	0.1

Notas:
1. Fonte: Silva *et al.* 1996
2. As médias seguidas pelas mesmas letras em cada grupo ecológico não diferem significativamente pelo teste de Tukey (α=0.05)
3. Análise realizada com dados de sete anos após a exploração.

Na Figura 1 mostra-se a situação da iluminação das copas em 1995, treze anos após a exploração e um ano após os tratamentos silviculturais, na área explorada e na testemunha do experimento. A porcentagem de árvores comerciais, com copas recebendo iluminação total ou parcial, é claramente maior na floresta explorada e tratada. Do mesmo modo, a porcentagem de árvores comerciais totalmente sombreadas é nitidamente menor na floresta explorada e tratada.

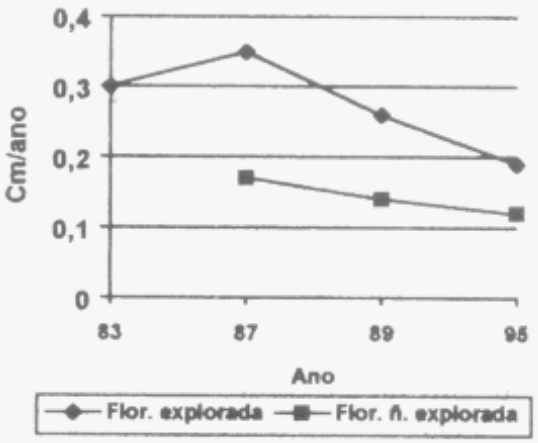
A abertura do dossel provocada pelos tratamentos silviculturais deverá, nos próximos anos, provocar um reação positiva no crescimento da floresta. Considerou-se muito cedo para investigar essa reação, já que a última medição do experimento foi realizada apenas um ano após a aplicação dos tratamentos silviculturais.

Figura 1 :Situação da iluminação das copas das espécies comerciais em 1995.



De fato, como se pode observar na Figura 2 o IPA (Incremento Periódico Anual) em diâmetro, após mostrar um leve acréscimo no período 83-87, ainda como conseqüência da abertura do dossel provocada pela exploração, inicia um declínio acentuado até a última observação realizada, que se deu um ano após o tratamento silvicultural, este realizado em 1994. A floresta ainda não reagiu aos tratamentos, pelo menos se for considerada a média geral do incremento, sem levar em conta as três intensidades de redução de área basal aplicadas. Investigação sobre o efeito das diferentes intensidades de desbaste aplicadas nos parâmetros da floresta será realizada nos próximos meses.

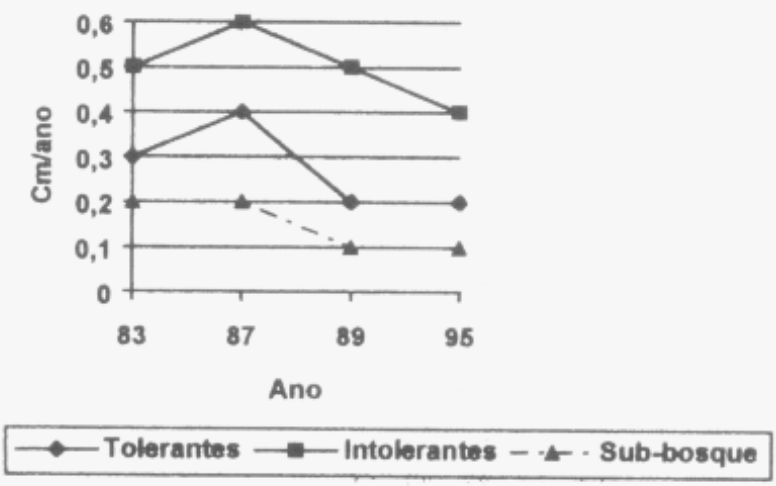
Figura 2: Incremento periódico em diâmetro



Há diferenças marcantes no crescimento entre os grupos ecológicos das espécies, como se pode observar na Figura 3. As espécies intolerantes mostram um crescimento bem superior às tolerantes, que por sua vez crescem mais rápido que as espécies do sub-bosque. Essas diferenças são importantes quando se trata de modelar o crescimento da floresta. Semelhante ao que acontece com a iluminação das copas, há uma hierarquia em relação ao crescimento entre os grupos ecológicos das espécies: espécies intolerantes > espécies tolerantes > espécies do sub-bosque (ver Swaine 1990 para resultados semelhantes em Ghana, África ocidental).

O pico do crescimento ocorreu no período 83-87, a partir do qual a floresta mostra um acentuado declínio, em virtude do progressivo aumento da competição por luz e nutrientes e do gradual desaparecimento dos efeitos benéficos da abertura do dossel pela extração (realizada em 1982). Fato semelhante foi observado em outro experimento na mesma floresta (Silva 1989), onde o declínio iniciou 3-4 anos após a extração, mais cedo, portanto, do que no presente caso.

Figura 3: Crescimento periódico por grupo ecológico

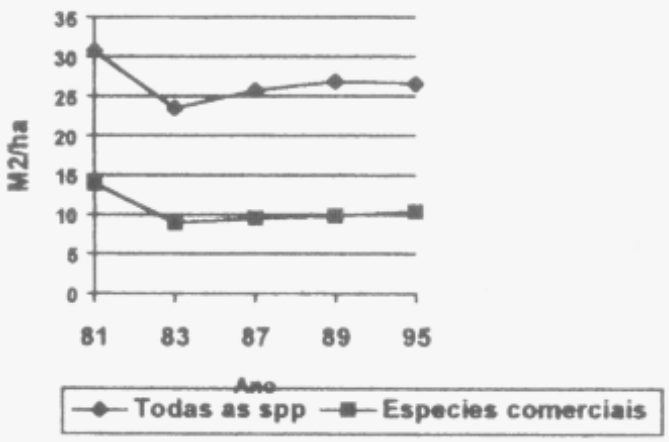


Desenvolvimento da área basal

A exploração reduziu aproximadamente 7 m^2 ha^{-1} (23%) da área basal da floresta (DAP ≥ 5 cm), estando incluídas nessa redução as árvores extraídas e as árvores destruídas pela extração. Destes, aproximadamente 4 m^2 ha^{-1} (57%) correspondem à área basal extraída e os restantes 3 m^2 ha^{-1} (43 %) constituem a área basal destruída.

Após a exploração a floresta começa a repor a biomassa extraída (Fig. 4). No caso de todas as espécies em conjunto, observa-se um pequeno declínio no período 89-95, devido aos tratamentos silviculturais aplicados em 94. As espécies comerciais não mostram essa redução, pois este grupo não foi incluído nos tratamentos . Espera-se, nos próximos anos, um aumento significativo no incremento em área basal, em resposta à redução da competição decorrente dos tratamentos aplicados.

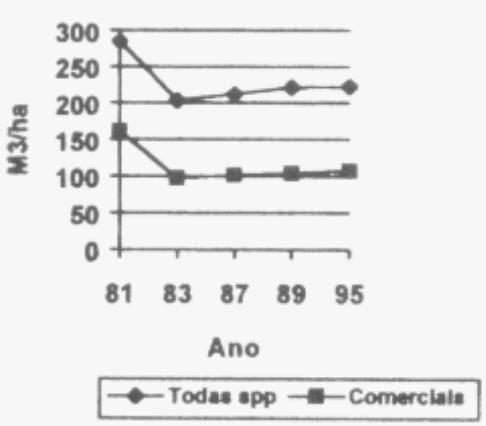
Figura 4: Desenvolvimento da área basal



Volume

O desenvolvimento do volume segue a mesma tendência da área basal (Fig.5), pois estão correlacionados. Há um decréscimo entre 1981 e 1983 decorrente da extração, e a partir daí o povoamento começa a repor, via crescimento, o volume extraído. As espécies comerciais mantêm um estoque acima de 100 m^3 ha^{-1} (DAP ≥ 20 cm).

Figura 5: Desenvolvimento do volume

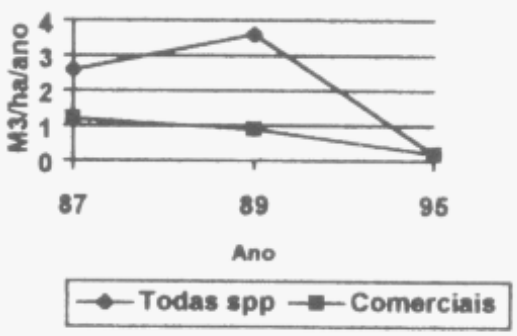


A exploração reduziu em 29% o estoque de volume total (DAP ≥ 20 cm). A redução do estoque de espécies comerciais a partir desse mesmo diâmetro foi de 40%, incluindo o volume extraído e o destruído.

Este representou 26% da redução geral do estoque volumétrico da floresta. A relação encontrada entre o volume extraído e o volume destruído foi de 1: 0,3, isto é, para cada m^3 extraído, 0,3 m^3 foram destruídos. Esta relação é baixa, se comparada com dados reportados para extração não planejada na região de Paragominas que tem sido de 1:2, ou seja para cada m^3 extraído outros dois são destruídos (Veríssimo *et al.*1992).

A produtividade volumétrica geral da floresta após a extração teve seu pico no período 87-89 (Fig. 6), seguindo-se uma drástica queda no período seguinte, 89-95. As espécies comerciais do mesmo modo apresentaram um declínio acentuado já a partir de 87. A produtividade é baixa, tanto para a floresta de um modo geral, como para as espécies comerciais, quando comparada à plantações de espécies de rápido crescimento. No entanto, acredita-se que essa produtividade teria sido bem mais alta, se os tratamentos silviculturais tivessem sido aplicados logo após a exploração, pois as condições favoráveis ao crescimento das árvores (aumento de luz e diminuição da competição por nutrientes) teriam sido criadas bem cedo e mantidas por mais tempo. Os próximos anos que se seguirão aos tratamentos silviculturais, que foram aplicados em 1994, deverão comprovar esta afirmativa. Em média a floresta produziu 2,1 m^3 $ha^{-1}ano^{-1}$ no período 83-95, enquanto que as espécies comerciais cresceram apenas 0,8 m^3 $ha^{-1}ano^{-1}$ no mesmo período.

Figura 6: Produtividade volumétrica após a extração



Ingressos e Mortalidade

Os ingressos e mortalidade em quatro períodos de observações são apresentados na Tabela 5 Um balanço negativo, isto é, onde a mortalidade foi maior que o recrutamento, foi verificado, com relação à floresta de um modo geral e às espécies comerciais, apenas logo após a exploração, devido a adição da mortalidade catastrófica (devido à exploração) à mortalidade natural. O fato se repetiu no último período de observações, que incluiu a mortalidade devido aos tratamentos silviculturais, porém as espécies comerciais ainda apresentaram balanço positivo nesse período, posto que não foram incluídas nos tratamentos aplicados. Nos demais períodos observados, a floresta manteve-se recompondo sua estrutura.

Tabela 5: Ingressos e mortalidade em quatro períodos de observações na Floresta Nacional do Tapajós - Km 114

Período	Ingressos (média anual)				Mortalidade			
	Todas spp.		Comerciais		Todas spp.		Comerciais	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
81-83	36	3,3	4	2,6	127	11,5	23	11,9
83-87	89	9,3	20	18,2	19	2,0	2	1,8
87-89	45	3,8	10	4,8	29	2,4	5	2,1
89-95	24	2,0	6	2,6	32	2,6	5	2,0

Análise dos tratamentos silviculturais

A aplicação dos tratamentos silviculturais foi iniciado em novembro de 1993, mas teve que ser interrompida devido a incidência das chuvas. Essa atividade foi somente concluída na estação seca de 1994.

Métodos

A determinação das áreas basais a reduzir para atingir os níveis planejados, foi feita a partir das tabelas de distribuição da área basal, calculadas para tratamento (Tabela 3). Uma vez determinada a redução planejada (c), de acordo com os tratamentos previamente estabelecidos, calculou-se a área basal já reduzida pela exploração (d), mais reduções naturais entre os dois anos de medição, e, por subtração, determinou-se a área basal adicional (e) a reduzir por desvitalização (Tabela 6)

Tabela 6: Áreas basais (m^2 ha^{-1}) a reduzir na aplicação dos tratamentos silvilculturais do experimento silvicultural do Km 114 da Santarém-Cuiabá, Flona do Tapajós

Tratamento	AB 81	AB 89	Red. planejada	AB reduzida	Red. adicional
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
T2: 20%	32,11	28,95	6,42	3,16	3,26
T3: 40%	29,53	26,18	11,81	3,35	8,46
T4: 60%	28,94	25,57	17,36	3,37	13,99

AB reduzida (d): (a)-(b)
Redução planejada (c): 20%, 40% e 60% de (a)
Redução adicional (e): (c)-(d)

Uma vez determinadas as áreas basais a eliminar, calculou-se a distribuição da área basal por classe de diâmetro e por grupo de espécies, para estabelecer as prescrições para a desvitalização, dando-se prioridade para desvitalizar, as espécies não-comerciais. Se a redução desejada não fosse atingida somente com as espécies daquele grupo, então o grupo das espécies potenciais seria considerado.

Exemplifica-se, em seguida, a determinação das prescrições para o Tratamento 2 (redução de 20% da AB original):

A Tabela 7 contém a distribuição da área basal do povoamento, como encontrada e 1989, ano da última medição antes dos tratamentos.

Tabela 7: Distribuição da área basal (m^2 ha^{-1}) no Tratamento 2, em 1989.

Grupo	5-14,9	15-24,9	25-34,9	35-44,9	45-54,9	55-64,9	65-74,9	75-84,9	85-94,9	95-104,9	105+	Total
Comercial	0,69	0,87	0,98	1,26	1,30	0,99	0,87	-	-	-	0,48	7,45
Potencial	1,13	1,27	1,47	0,89	0,93	0,46	0,81	1,00	0,41	0,26	-	8,83
Não comer.	3,21	2,92	2,19	1,16	1,17	0,68	0,74	0,45	-	-	0,35	12,87
Total	5,03	5,07	4,65	3,32	3,41	2,13	2,42	1,45	0,41	0,26	0,83	29,85

Para determinar o diâmetro para desvitalizar, somou-se as áreas basais desde a maior classe de diâmetro encontrada, no sentido da menor classe, até atingir a redução desejada. No caso do tratamento 2, as classes sombreadas na Tabela 7 somam 3,39 m^2 ha^{-1}, valor aproximado ao valor para a redução adicional (3,26 m^2 ha^{-1}) encontrado na Tabela 6.

Desta maneira as prescrições para a desvitalização foram assim definidas:

T2: desvitalizar todas as árvores das espécies não-comerciais a partir do DAP de 45 cm;

T3: desvitalizar todas as árvores das espécies não-comerciais a partir do DAP de 15 cm, mais espécies potenciais a partir do DAP de 65 cm;

T4: desvitalizar todas as árvores das espécies comerciais e potenciais a partir do DAP de 15 cm, com exceção de Tauari (*Couratari sp.* e *Cariniana sp.*) e Pau-rosa (*Aniba duckey*)[11]

Para cada tratamento foi preparada uma lista das espécies (Anexos 2-4) para serem desvitalizadas e entregues ao identificador botânico (mateiro).

As árvores tratadas foram identificadas pelo mateiro, medidos seus diâmetros e marcadas com tinta com uma pistola especial para marcar árvores. A desvitalização (tratamento silvicultural) foi efetuada com uma mistura de óleo diesel e arboricida 2,4 D a uma concentração de 5%, aplicada em um anel de entalhes, feito com machadinha, na base da árvore.

A equipe de campo foi composta por 1 Técnico Agrícola (anotador e supervisor); 1 mateiro (identificador e marcador das árvores), 7 aneladores e 2 operadores de pulverizadores, 1 cozinheira e 1 motorista.

Para a avaliação da efetividade dos tratamentos, realizou-se uma medição das parcelas permanentes em 1995, com o objetivo principal de determinar a mortalidade das árvores tratadas. O cálculo da mortalidade foi feito determinando-se o total de árvores mortas em 1995 que tinham código de tratamento silvicultural igual a 13 (árvore anelada e envenenada).

Na determinação dos custos foram considerados a mão-de-obra utilizada, material de consumo (arboricida, tinta, thinner e óleo diesel) e depreciação dos equipamentos, ferramentas e do veículo.

Resultados

Produtividade e custos operacionais

O número médio de árvores tratadas foi de 6 árv. ha^{-1} no T2, 182 árv.ha^{-1} no T3 e 257 árv.ha^{-1} no T4. As produtividade finais obtidas com base em 75 ha de área tratada foram: 0,6 H/ha/D para o T2; 3,17 H/ha/D para o T3 e 4,12 H/ha/D para o T4.

Os custos por ha dos tratamentos T2, T3 e T4 foram de US$ 10.37, US$ 93.07 e US$ 138.81, respectivamente. Dados detalhados sobre os custos das operações em cada tratamento são apresentados no Anexo 5.

Efetividade dos tratamentos silviculturais

A efetividade do tratamento silvicultural foi analisada independente da intensidade de redução da área basal, uma vez que o objetivo foi o de conhecer, um ano após a aplicação do tratamento, qual a porcentagem de árvores mortas e quais as espécies/famílias mais resistentes ao arboricida.

Nos 108 ha onde foi aplicado o desbaste, foram tratados 1473 indivíduos. As famílias com maior representação foram Moraceae, Leguminosae, Sapotaceae, Violaceae e Lecythidaceae, que juntas representaram 68% do número total de árvores tratadas. A mortalidade geral foi 45,2% (666 indivíduos). No momento da avaliação, indivíduos das famílias Bixaceae, Caricaceae e Malphigiaceae mostraram-se mais susceptíveis ao tratamento, enquanto que os mais resistentes, isto é, apresentando 0% de mortalidade, pertenciam às famílias Anacardiaceae, Apocynaceae, Celastraceae, Combretaceae, Ebenaceae, Monimiaceae e Sterculiaceae.

PARTE 5. Plano de Manejo: fases e elementos importantes para sua produção.

Neste tópico discutiremos algumas das fases e elementos importantes que devem ser considerados pelo silvicultor, ou pelo manejador, para produzir um plano de trabalho para uma determinada floresta. A abordagem será geral, constituindo apenas indicações das ações necessárias para confeccionar um plano de manejo.

Dawkins (1958), em seu excelente trabalho sobre o manejo das florestas tropicais de Uganda, apresenta três fases fundamentais pelas quais todo e qualquer processo de manejo deve passar: uma fase **política ou de estabelecimento dos objetivos do manejo**, uma fase de **exame ou avaliação dos recursos florestais** e finalmente a fase de **determinação do sistema de manejo** a utilizar.

---

[11] Estas duas espécies foram poupadas por serem comerciais no momento do planejamento dos tratamentos

5.1 Estabelecimento dos objetivos

O manejo de uma propriedade florestal não pode iniciar sem que uma definição clara dos objetivos do manejo seja apresentada. O engenheiro florestal, deve, portanto, obter do proprietário da floresta, informações que definam claramente para que propósito deve a floresta ser manejada e quais são os recursos (financeiros e humanos) existentes.

Um exame da política e legislação florestal vigente no país e da legislação estadual, se for o caso, é também um passo importante dentro dessa fase inicial, pois a própria política de produção florestal está atrelada à política florestal.

Se o proprietário da floresta é também um industrial, faz-se necessário um estudo da produção industrial, mercados atuais e potenciais, espécies utilizadas, demanda atual e futura de matéria prima, planos de expansão, disponibilidade de mão-de-obra na floresta, e outros. Se a política de utilização dos recursos inclui também a exploração de produtos não madeireiros, tais como, produtos químicos, farmacêuticos, ecoturismo, pesca, etc, o estudo deve, por conseguinte, estender-*se* à esses produtos.

5.2 Avaliação dos recursos

Uma vez estando bem definidos os objetivos do manejo, a fase seguinte consiste na avaliação dos recursos disponíveis. Se um dos objetivos é converter uma floresta previamente não manejada, em uma floresta produtora de madeiras, por exemplo, o primeiro passo será, então, examinar o estoque de madeira disponível na propriedade.

Esse exame pode ser divido em algumas etapas a saber: o levantamento físico, o levantamento biológico e o levantamento de produção. O levantamento biológico ainda pode ser subdividido em levantamento estático, para estimar o estoque presente, e o levantamento dinâmico, para estimar as taxas de crescimento, recrutamento, mortalidade, e todas as outras mudanças que ocorrem com o tempo.

Levantamento físico

No levantamento físico estão incluídos o levantamento topográfico, o levantamento de solos e o levantamento climático.

Para muitas regiões da Amazônia, existem disponíveis levantamentos das características físicas do terreno, porém a uma escala geralmente não adequada. É normal encontrarem-se mapas na escala de 1:250.000 ou 1:100.000, que foram as escalas utilizadas pelo Projeto Radam. As escalas indicadas para planos de manejo estão na faixa de 1:30.000 a 1:50.000, que são aquelas que permitem efetuar um bom planejamento das unidades de manejo, estradas, inventário florestal e produção de mapas de tipos de vegetação.

Dentre as características dos solos importantes de serem anotadas em um levantamento, estão a profundidade de ocorrência do lençol freático, a composição dos solos (argila, areia), a profundidade, e, embora com menor aplicação em manejo florestal, o Ph, liteira e fertilidade.

Os fatores climáticos mais importantes que afetam o manejo, são a precipitação, a temperatura e a umidade. A rede de estações climatológicas existentes na Amazônia são suficientes, talvez, apenas para uma macro avaliação do clima. Portanto, é aconselhável prever a instalação de uma ou mais estações na propriedade, pelo menos capaz de obter dados de chuvas, temperatura e umidade, que não exigem um investimento muito alto.

Levantamento biológico

Uma vez definidos os objetivos do manejo e de posse do levantamento físico da propriedade, isto é, de mapas de solo e de vegetação, o próximo passo é realizar uma avaliação quantitativa e qualitativa da floresta.

Esta fase pode compreender um levantamento estático e um levantamento dinâmico. O levantamento estático, nada mais é de que um inventário florestal, que pode também ser dito temporário ou exploratório.

O objetivo principal do inventário exploratório é produzir, com um mínimo de custos, informações sobre a composição florística e sobre o potencial volumétrico da floresta. Os resultados deste levantamento são apresentados em formas de tabelas. Essas tabelas, ditas tabelas do povoamento, são a tabelas que mostram, para cada espécie, e para o povoamento total, a distribuição do número de árvores, da área basal e do volume e classe de diâmetro.

O sistema de amostragem a utilizar depende de muitos fatores como o tamanho da área e da acessibilidade. A amostragem estratificada, com a alocação sistemática das unidades de amostra em cada estrato é recomendada para a floresta amazônica, por ser esta, altamente heterogênea em espécies. Este tipo de amostragem, permite obter informações mais precisas sobre a variabilidade da floresta, em relação, por exemplo, à alocação aleatória das unidades de amostra.

O tamanho e forma das unidades de amostra pode ser variável conforme a situação ou mesmo com a própria preferência do inventariador. Convém, no entanto, observar, que em florestas tropicais, as unidades compridas e estreitas (retangulares, por conseguinte) são as que melhor detectam as variações devido à distribuição espacial das espécies[12], e a variabilidade tipológica da floresta. O tamanho pode também ser variável, se for preferido utilizar transectos (faixas de comprimento variável e de largura, em geral, de 10 a 20 metros) ou unidades de tamanho fixo. Unidades de amostra retangulares de 1000 x 10 m, 500 x 20 m ou de 250 x 10 m têm sido muito utilizadas em inventários florestais na região.

A intensidade de amostragem para o inventário exploratório, dependerá do limite de erro admissível. Em levantamentos desse tipo um limite de erro de no máximo 20% da média poderia ser aceitável. É comum, entretanto, recomendar-se um limite máximo de 10%, com uma probabilidade de 95% para o intervalo de confiança.

O levantamento dinâmico objetiva conhecer, principalmente, o crescimento, mortalidade e recrutamento da floresta e das espécies de interesse para o manejo. Este levantamento é de importância fundamental para as ações silviculturais a serem programadas para a floresta.

O levantamento dinâmico é feito através de inventário florestal contínuo. Utilizam-se, nesse levantamento, parcelas especiais, denominadas parcelas permanentes. Parte das parcelas permanentes podem ser as mesmas utilizadas para o inventário temporário, se assim for desejo do manejador.

Do mesmo modo que para o inventário temporário, o tamanho e forma das unidades de amostra são variáveis. Devido a natureza da amostragem, utilizam-se, em geral, parcelas de forma quadrada ou retangular, de tamanho de até 1 ha.

A intensidade de amostragem não é possível estabelecer até que algumas medições tenham sido realizadas, para se conhecer a variabilidade do incremento. No entanto, como ponto de partida recomenda-se, para a Amazônia brasileira, o estabelecimento de pelo menos uma parcela permanente de 1 ha cada, para cada 200 ha de floresta manejada, até que os resultados do inventário contínuo produza as informações necessárias para o cálculo da intensidade de amostragem.

Alder e Synnott (1992) recomendam estabelecer o número de parcelas de 1 ha, de acordo com a área sob manejo, segundo o seguinte esquema:

Área do projeto	Número de parcelas permanentes
< 50.000 ha	50
50.000 - 1.000.000 ha	1 Parc. para cada 1000 ha
> 1.000.000 ha	1.000

O crescimento em diâmetro é a principal variável a ser obtida no inventário contínuo. Esta variável deve ser obtida com o máximo de exatidão possível, pois sendo o crescimento de muitas espécies, extremamente lento, a variação observada no crescimento anual pode ser tão pequena, que o próprio erro de medição pode ser maior que o incremento real verificado. Fitas de diâmetros novas são recomendadas para serem utilizadas em cada medição, ou pelo menos fitas que não estejam danificadas a ponto de prejudicarem em demasia a precisão das leituras.

[12] Muitas espécies da floresta tropical úmida apresentam distribuição espacial agrupada.

Outras variáveis também podem ser levantadas em uma parcela permanente, tais como: forma de copa, iluminação da copa, danos à árvore e infestação por cipós. Dentre essas variáveis, a iluminação da copa tem uma importância especial, pois é fortemente correlacionada com o crescimento das árvores. Conseqüentemente, uma alta porcentagem de árvores de espécies desejáveis com copas recebendo pouca luz, pode indicar a necessidade de tratamentos silviculturais para liberá-las de competição.

As principais informações a serem geradas com os dados das parcelas permanentes são tabelas mostrando o crescimento em diâmetro, área basal e volume por espécie e classe de diâmetro. Do mesmo modo tabelas mostrando a mortalidade e os ingressos por espécie ou grupo de espécie. Os ingressos, em particular, são importantíssimos para verificar se o recrutamento de espécies desejáveis está sendo satisfatório, ou se há necessidade de tratamentos silviculturais para promovê-lo.

5.3 Determinação do sistema de manejo

A determinação do sistema de manejo só poderá ser realizada quando completadas as fases anteriores, isto é: quando forem estabelecidos os objetivos do manejo, realizado o levantamento físico da propriedade e quando forem conhecidos os resultados do inventário temporário e do inventário contínuo. Uma vez que as informações sobre o crescimento dependem de pelo menos duas medições consecutivas, uma alternativa seria utilizar dados de crescimento de florestas semelhantes, até que possam ser obtidos os próprios dados produzidos pelas parcelas permanentes instaladas pela empresa.

Da breve revisão dos principais sistemas silviculturais utilizados em florestas tropicais, creio que ficou claro que dentre os dois principais sistemas testados, isto é, o sistema uniforme e o sistema policíclico, este último é o que apresenta maiores possibilidades de sucesso nas condições de nossas florestas. Do mesmo modo em que os sistemas silviculturais ou de manejo (aqui os dois termos se confundem) pesquisados em outros países receberam nomes particulares, poderíamos batizar o sistema que está sendo pesquisado na Floresta Nacional do Tapajós, como Sistema de Manejo do Tapajós, ou quem sabe, Sistema Brasileiro de Manejo de Florestas Tropicais, ou ainda Sistema Embrapa de Manejo Policíclico.

A experiência observada em outros países tropicais, bem como os próprios resultados das pesquisas silviculturais conduzidas na Amazônia brasileira, indicam que a sustentabilidade da produção da floresta tropical de terra-firme brasileira pode ser conseguida se for adotado um enfoque conservador para o sistema de manejo. As florestas tropicais úmidas da América do Sul são muito vulneráveis a serem dominadas por espécies indesejáveis como *Cecropia spp.*, *Vismia spp.*, *Miconia sp.*, *Sloanea spp.* e outras, quando se abre a cobertura em demasia. Esta é a conseqüência natural quando uma intensidade de exploração muito pesada é aplicada, sem mencionar a infestação de cipós, que pode evitar ou retardar a regeneração natural das espécies desejáveis.

Portanto, uma intensidade de exploração moderada é extremamente aconselhável, para minimizar a formação de clareiras exageradamente grandes. A derruba direcionada, deve, pela mesma razão, ser aplicada sempre que possível. Como ponto de partida, uma intensidade leve a média (por ex. 30-40 m^3/ha), combinada com refinamentos durante o ciclo de corte (25-30 anos) para promover um bom desenvolvimento das espécies desejáveis para as colheitas seguintes poderiam ser adotados, enquanto espera-se resultados mais definitivos de experimentos de intensidades de corte e de tratamentos silviculturais em andamento, para retificar os planos de manejo porventura existentes.

O diâmetro mínimo de abate poderia ser de 60 cm, que é o tamanho requerido pela maioria das industrias madeireiras. No entanto, para algumas espécies que não atingem diâmetros de grandes dimensões, como por exemplo *Carapa* e *Virola*, esse diâmetro poderia ser menor.

As árvores residuais mantidas para o próximo corte deveriam ser marcadas, com o objetivo de avisar o madeireiro de suas presenças, e assim tentar evitar ou diminuir os danos.

Como foi visto, os ciclos de cortes em um sistema policíclico são muito mais curtos do que, por exemplo, em um sistema uniforme. É importante, portanto, que antigos pátios de estocagem, trilhas de arraste e mesmo estradas principais e secundárias sejam re-utilizadas em colheitas subseqüentes, do contrário, a longo prazo, os danos ao solo seriam muito grandes (principalmente compactação) e isso, dificultando a regeneração natural da floresta, poderia comprometer a sustentabilidade do sistema.

A lista de espécies a regenerar deveria incluir as espécies potenciais e deveria ser feita tão ampla quanto possível de modo a assegurar uma boa diversidade. Os Desbastes de Liberação, que têm dado excelentes resultados em florestas de dipterocarpaceas em Sarawak, Malásia, são também um alternativa a serem adotada como tratamento silvicultural.

Seqüência de operações para um sistema silvicultural para florestas de terra-firme da Amazônia brasileira:

Ano	Operação
n-2	Inventário pré-exploratório das árvores ³ 60 cm de dap e preparação dos mapas de exploração.
n-1	Seleção de árvores para o abate observando uma boa distribuição espacial para evitar a formação de clareiras exageradamente grandes. Marcação de árvores a derrubar e árvores reservadas. Corte de cipós, se necessário, para reduzir os danos provocados pela derruba. Estabelecimento e medição de parcelas permanentes para estudos de crescimento e produção (1 parcela de 1 ha para cada 200 ha de floresta manejada). Construção de estradas
n	Extração, observando derruba direcionada sempre que possível. Diâmetro mínimo de derruba de 60 cm. Excepcionalmente menor para algumas espécies que não atingem grandes diâmetros. Ex.: Virola melinonii, Carapa guianensis.
n+1	Remedição das parcelas permanentes para estimar os danos da exploração e o estoque da floresta residual.
n+2	Eliminação de espécies não comerciais e de espécies comerciais severamente danificadas. Reduzir a área basal em aproximadamente 1/3 da original. Considerar a redução inicial devido a exploração.
n+3	Remedição das parcelas permanentes.
n+5	Remedição das parcelas permanentes.
n+10	Refinamento para promover boas condições de crescimento das árvores residuais. Remedição das parcelas permanentes. Repetir as medições cada 5 anos e os tratamentos silviculturais cada 10 anos.

n= ano da extração

Conclusões sobre os tópicos 3,4 e 5:

- a exploração florestal, quando bem conduzida, pode induzir a regeneração natural de espécies valiosas;

- embora benéfica para a regeneração natural, a abertura do dossel provocada pela exploração, cria condições para o aparecimento progressivo de 'impedidores de crescimento' (cipós, árvores/galhos caídos e palmeiras). Isso sugere que operações de refinamento e de limpezas deveriam ser consideradas como parte essencial do sistema silvicultural, com vistas a promover melhores condições de crescimento à floresta em regeneração;

- uma intensidade de exploração muito pesada leva a ciclos de corte muitos longos para que seja mantido o princípio do rendimento sustentado. Ciclos de corte muitos longos não são atrativos do ponto de vista econômico;

- a derruba deveria ser tanto quanto possível espacialmente bem distribuída, de modo a minimizar a formação de clareiras excessivamente grandes. A abertura em demasia do dossel provoca a infestação de cipós, que onera os custos dos tratamentos silviculturais e retarda a regeneração das espécies desejáveis;
- o corte de cipós deveria ser considerado como prática silvicultural normal quando necessário, bem como os refinamentos após a exploração, com o objetivo de liberar de competição as espécies desejáveis;

- a luz tem uma forte influência no crescimento das árvores. Indivíduos com copas totalmente expostas à luz crescem significantemente mais rápido que aqueles recebendo apenas luz parcial ou completamente sombreados;

- o estudo de modelos simuladores de crescimento de florestas tropicais deveria ser estimulado no Brasil, pois o avanço científico nesse campo possibilitaria ganhar tempo na obtenção de resultados de pesquisas sobre alternativas de silviculturais para o manejo de nossas florestas;

- o estudo de modelos de simulação do crescimento e produtividade de florestas tropicais deixa claro a necessidade de desenvolver pesquisa para estudar respostas da floresta a diferentes intensidades de exploração e de tratamentos silviculturais, para apoiar o desenvolvimento desses modelos.

- existem sistemas silviculturais suficientemente pesquisados e adequados para regenerar e manejar florestas tropicais;

- é extremamente importante que o Brasil inicie imediatamente de a adoção de um sistema silvicultural para regenerar florestas tropicais na Amazônia brasileira.

Sugestões para leitura adicional:

Abdul Rashid, M.A. (1983). **The implementation of the selective management system in Peninsular Malaysia**. Dissertação. Mestrado. Universidade de Oxford.

Baur, G.N. (1968). **The ecological basis of the rain forest management**. Forestry Comission, New South Wales.

Brasil. Sudam. (1978). **Estudo de viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada em floresta de terra-firme da região de Curuá-Una**. Belém. Sudam. 133 p.

Costa Filho, P.P; Costa, H.B. da & Aguiar, O.R. de (1980). Exploração mecanizada da floresta tropical úmida sem babaçú. **EMBRAPA.CPATU Circular Técnica 9**.

Dawkins, H.C. (1958). The management of natural tropical high-forest with special reference to Uganda. **Imperial Forestry Institute, Paper 34**.

Dubois, J.L.C. (1976). Silvicultural research in the Amazon. [**FAO Report**] no. FO:SF/BRA 4. **Technical Report 3**.

Graaf, N.R. de (1986) **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname**. Agricultural University, Wageningen.

Hutchinson, I.D. (1981). Sarawak liberation thinning. [**FAO Report**] no. FO: Mal/76/008. **Field Document 15**.

Jonkers, W.B. (1987). **Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname**. Agricultural University, Wageningen.

Kofod, E.O. (1982). Stand table projections for the mixed dipterocarp forest of Sarawak. [**FAO Report**] no. FO:Mal/76/008. **Field Document 9**.

Korsgaard, S. (1988). **A manual for the stand table projection simulation model**. The research Council for Development Research, Copenhagen, Denmark.

Lee, H.S. & Lai, K.K. (1977). Silvicultural management in Sarawak. **Malaysian Forester 45**, 1-9.

Lowe, R.G. (1978). Experience with the tropical shelterwood system of regeneration in natural forest in Nigeria. **Forest Ecology and Management 1**, 193-212.

Maitre, H.F. (1987). Natural forest management in Cote d'Ivoire. **Unasylva 39**, 53-60.

Lowe, R.G. (1978). Experience with the tropical shelterwood system of regeneration in natural forest in Nigeria. **Forest Ecology and Management 1**, 193-212.

Maitre, H.F. (1987). Natural forest management in Cote d'Ivoire. **Unasylva 39**, 53-60.

Mergen, F. & Vincent, J. (1987). **Natural management of tropical moist forests. Silvicultural and management prospects of sustained utilization**. Yale University. School of Forestry and Environmental Studies, New Haven, C.T.

Neil, P.E. (1981). Problems and opportunities in tropical forest management. **C.F.I Occasional Papers 16**.

Schmidt, R.C. (1987). Tropical rain forest: a status report. **Unasylva 39 (2)**: 2-17.

Silva, J.N.M. (1989). **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. Tese. Doutorado. Universidade de Oxford.

Vanclay, J.K. (1983). **Techniques for modelling timber yield from indigenous forests with special reference to Queensland**. Tese. Mestrado. Universidade de Oxford.

Wyatt-Smith, J. (1987). The management of tropical moist forest for sustained production of timber: some issues. **IUCN/IIED Tropical Forest Policy Paper 4**.

6. SILVICULTURA DE PLANTAÇÕES

A silvicultura de plantações de espécies tropicais teve seu maior desenvolvimento na África tropical, onde as primeiras experiências com plantios datam do início do século. Duas escolas predominaram: a escola Inglesa, que defendia a regeneração natural para repor os recursos florestais, e a escola Francesa que advogava as plantações como meio de manter a produtividade das florestas tropicais.

As técnicas utilizadas na silvicultura de plantações podem ser classificadas em totalmente artificiais e semi-naturais. Um plantio puro, a plena abertura, é um exemplo de uma técnica totalmente artificial, onde se faz a substituição completa da floresta original por uma nova espécie. Um plantio de "enriquecimento" é o melhor exemplo de uma técnica semi-natural, pois preserva e utiliza parte da floresta original para compor a futura colheita.

Os plantios em regiões tropicais ainda podem ser chamados de plantios de conversão e plantios agroflorestais. Os primeiros são aqueles que objetivam converter uma floresta, geralmente pobre em espécies comerciais, em um povoamento economicamente mais rico em espécies valiosas. O termo plantios agroflorestais é empregado para designar técnicas de manejo do solo que combinam espécies florestais com cultivos agrícolas e/ou animais no mesmo terreno.

Em seguida veremos algumas das técnicas utilizadas:

6.1 Técnicas Artificiais

6.1.1 O Método "Limba-Okoumé"

Este método foi desenvolvido para estabelecer plantações de *Terminalia superba* (Limba) e *Aucoumea klaineana* (Okoumé), ambas espécies fortemente heliófilas, e que formam grandes maciços naturais, principalmente na Costa do Marfim, Gana, Nigéria, Congo e Gabão. Estas espécies eram plantadas à plena abertura, após desmatamento e queima da floresta original.

Os espaçamentos variavam de 6 x 6 m a 14 x 14 m (final) para *Terminalia* e de 1,5 x 1,5 m a 12 x 12 m (final) para *Aucoumea*.

Para *Terminalia* as limpezas eram realizadas três vezes por ano durante os primeiros quatro anos e duas a três vezes por ano durante o 5º, 6º e 7º anos. No caso de *Aucoumea*, as limpezas eram realizadas três vezes por

6.2 Técnicas Semi-naturais

6.2.1 O Método "Martineau"

Este método tem seu nome devido a M. Martineau, chefe do Serviço Florestal da Costa do Marfim, que o formulou por volta de 1930. O objetivo era o de substituir uma floresta natural heterogênea, por plantações eqüiâneas e monoespecíficas.

A técnica consistia em limpar todo o subbosque até 10 cm de diâmetro e plantar a espécie florestal a uma densidade de 2,500 árvores por ha (2 x 2 m). O dossel superior era eliminado progressivamente por anelagens, realizadas no 1º, 2º e 5º anos após o estabelecimento da plantação. Os desbastes eram realizados a cada 5 anos a partir do 10º ano. Eram utilizadas principalmente espécies de Meliaceae como *Khaya ivorensis*, *Lovoa trichilioides*, *Guarea cedrata* e *Turraenthus africana*. Incrementos de 1 cm em diâmetro por ano eram esperados para as melhores 300 árvores por ha.

6.2.2 O Método "Placeaux"

Este método é também conhecido como "Placeaux Anderson", "Parcelas Anderson" ou "Grupos Anderson". Era uma técnica de reflorestamento utilizada na Escócia e adaptada para os trópicos por florestais Belgas. O nome é devido ao florestal que a criou.

A técnica consistia no plantio de mudas de espécies valiosas em parcelas de 4 x 4 m, espaçadas de 10 x 10 m. O espaçamento nas parcelas era de 1 x 1 m. O objetivo desta técnica era criar condições para as plantas suplantarem a competição da vegetação indesejável. O sombreamento provocado por árvores do dossel superior era eliminado por envenenamento.

6.2.3 Plantio em Linhas

Este é talvez o método de plantio de enriquecimento mais utilizado no mundo. É também conhecido como "Plantio em Faixas" e foi intensivamente utilizado na Costa do Marfim pelo Prof. Aubréville, quem desenvolveu a técnica.

Esta técnica foi baseada no Método Martineau, que foi considerada muito cara para ser aplicada em áreas extensas. O objetivo era reduzir o número de plantas a serem introduzidas por ha, de modo a promover não mais que um "enriquecimento" da floresta, como o primeiro passo para a sua transformação em um povoamento rico em espécies comerciais.

As espécies utilizadas eram principalmente as da família Meliaceae (por exemplo, *Cedrela*, *Khaya* e *Tarrietia*) com as quais se obtiveram bons resultados, principalmente em Gana.

Sempre que a topografia permitia, abriam-se linhas paralelas espaçadas de 20 a 50 m na direção leste-oeste. As mudas eram plantadas nas linhas em espaçamentos variando de 2,5 a 5,0 m, ou mais. Esta técnica é particularmente indicada para florestas secundárias ou pesadamente exploradas onde poderia haver abundância de luz. O controle da luz é a chave para o sucesso desse método. Durante os seis primeiros anos eram necessárias limpezas nas linhas e a competição lateral era eliminada progressivamente, através do envenenamento das árvores do dossel superior.

A manipulação correta do dossel superior e a falta de limpezas, que provocava o "sufocamento" das mudas plantadas, foram sempre as causas do fracasso desta técnica em todos os países onde foi tentada.

6.2.4 O Método "Recrû"

Este método foi desenvolvido a partir de 1958, pelo Silvicultor R. Catinot, do Centro Técnico Florestal Tropical (C.T.F.T) do governo Francês. O objetivo foi melhorar a técnica de plantio de *Terminalia superba*, pela introdução do envenenamento para eliminar a floresta original. O preparo de área era originalmente executado com "buldozers", que criavam condições favoráveis à proliferação do "Parasolier" (*Musanga cecropioides*)- espécie pioneira equivalente à nossa *Cecropia* -, cujo controle tornava as operações de limpeza extremamente caras.

6.2.4 O Método "Recrû"

Este método foi desenvolvido a partir de 1958, pelo Silvicultor R. Catinot, do Centro Técnico Florestal Tropical (C.T.F.T) do governo Francês. O objetivo foi melhorar a técnica de plantio de *Terminalia superba*, pela introdução do envenenamento para eliminar a floresta original. O preparo de área era originalmente executado com "buldozers", que criavam condições favoráveis à proliferação do "Parasolier" (*Musanga cecropioides*)- espécie pioneira equivalente à nossa *Cecropia* -, cujo controle tornava as operações de limpeza extremamente caras.

Essa técnica tinha os seguintes objetivos:

1. dar, às espécies plantadas, o máximo de luz, através da derruba manual do sub-bosque e envenenamento das árvores do dossel superior;

2. manter o solo protegido, pelo corte da vegetação do sub-bosque à altura do joelho, que facilitava as operações de limpeza;

3. controlar a invasão do "Parasolier", pela manutenção de uma rebrotação bastante densa, que impedia a germinação de sementes daquela espécie; e

4. criar condições para um desenvolvimento satisfatório das plantas introduzidas, pela manutenção de um microclima florestal, em termos de temperatura e umidade do ar.

As operações de campo, *compreendiam:*

a. demarcação da área;

b. destruição da floresta original em duas etapas: i) corte, à altura do joelho, de toda a vegetação de sub-bosque (arbustos e árvores pequenas até 15-20 cm de diâmetro); ii) anelagem-envenenamento de todas ou parte das árvores remanescentes. Estas duas operações eram realizadas na época seca que precedia o plantio. Estimava-se que seis meses após o envenenamento, a luz que chegava ao solo era cerca de 50% daquela em condições de plena abertura;

c. plantio de tocos (1-1,5 m de altura), de acordo com a espécie. O espaçamento adotado era 4-6 m, cerca do dobro da densidade final. As linhas eram abertas espaçadas de 12 m. O espaçamento adotado tomava em conta uma mortalidade de 25-30% causada pela queda de árvores envenenadas; e

d. as operações de limpeza eram executadas durante os 5-8 primeiros anos após o plantio, de acordo com o crescimento das espécies.

6.3 Consórcios Agroflorestais

Como foi visto anteriormente, os sistemas agroflorestais têm como característica a combinação de espécies florestais com cultivos agrícolas e/ou com animais. Dependendo da natureza dessa associação, os sistemas agroflorestais podem ser classificados da seguinte maneira:

- Sistema silviagrícola: associação de árvores com culturas agrícolas anuais ou perenes;

- Sistema Silvipastoril: associação de árvores à atividade pecuária;

Sistema Agrosilvipastoril: associação de árvores, culturas agrícolas e atividade pecuária

6.3.1 O Método "Taungya"

"Taungya" é uma palavra de origem Burmesa, que significa "cultivo em colinas": Taung = colina; ya = parcela cultivada. Foi introduzida em Burma por florestais Britânicos por volta de 1869. Este método se constitui,

O método "Taungya" consiste, basicamente, em preparar uma determinada área para agricultura, utilizando-a o máximo possível (isto é vendendo madeiras de lei, produzindo carvão vegetal, etc) e plantar, juntamente com os cultivos agrícolas, as espécies florestais desejadas. As limpezas são efetuadas normalmente pelos próprios agricultores, durante os dois a três anos que normalmente produzem as safras agrícolas. Após o ultimo plantio, a área é abandonada e passa para o controle do florestal (se é um programa organizado pelo governo ou por uma empresa).

Este método é também considerado uma alternativa viável para reduzir o custo de estabelecimento de plantações florestais, aproveitando-se da vantagem do preparo da área realizado pelo agricultores.

Uma variante deste método foi utilizada na província do Mayumbe no Congo, pelo Instituto Nacional de Estudos Agronômicos do Congo Belga. A técnica ficou conhecida como "Uniformização por Baixo", "Método Silvo-Bananeiro ou "Banana-Taungya".

A técnica consistia no plantio de *Terminalia superba* em plantações industriais de banana. A área era preparada da maneira tradicional, com a venda de madeiras de lei por parte do agricultor, o que lhe dava uma renda inicial. No ano seguinte ao aproveitamento da madeira, a banana era plantada, e no ano seguinte, as plantas de *Terminalia*. As bananas continuavam a produzir por 4 a 5 anos. O resultado deste sistema era uma floresta de *Terminalia* e de outras espécies pioneiras que se estabeleciam em seguida.

Embora em muitos países da África tenham se estabelecido grandes plantações segundo esse sistema (por exemplo Nigeria e Gana), a limitação para seu completo sucesso foi sempre a disponibilidade de um grande número de agricultores dispostos a adotar a técnica.

Um outro sistema, inspirado no método "Taungya" é o chamado Sistema Silviagrícola, no qual, além da combinação de culturas de ciclo curto com árvores, são também introduzidas culturas agrícolas perenes ou de ciclo longo, como seringueira, cacau, café e frutíferas. Este sistema tem a vantagem em relação ao "Taungya" tradicional, porque enquanto a cultura florestal "amadurece", o sistema mantém uma receita proveniente das culturas agrícolas de ciclo longo, o que não acontece no sistema "Taungya". De fato, os sistemas silviagrícolas são os que prometem maior rentabilidade nos dias de hoje.

6.3.2 Sistemas Silvipastoris

No Sistema Silvipastoril, a combinação de pecuária com espécies florestais, pode ter diversas finalidades, tais como: proporcionar sombreamento para os animais, produzir alimento para o gado, no caso do plantio de espécies forrageiras como *Leucaena leucocephala*; produzir madeira para diversas finalidades como lenha, postes, serraria, carvão, etc. A essas vantagens aliam-se a melhor proteção do solo e ciclagem de nutrientes mais eficiente promovidas pela cobertura arbórea.

Na Amazônia brasileira, onde a agricultura migratória e a atividade agropecuária têm sido as principais causas do desmatamento de dezenas de milhões de ha, os sistemas agroflorestais são tidos como uma alternativa viável para promoverem uma agricultura e pecuária mais sustentadas.

Conclusões sobre o tópico:

- a silvicultura de plantações é uma alternativa para conservar os recursos florestais em países tropicais;

- a silvicultura de muitas espécies tropicais é hoje conhecida e pode ser utilizada com sucesso, se forem seguidas as prescrições técnicas;

- a silvicultura de plantações é particularmente indicada em casos onde os recursos florestais são escassos para suprirem as necessidades de um país; em casos onde esses recursos estão em vias de exaustão (vide muitos países da África e da Ásia), para garantir abastecimento futuro de madeiras; e em casos onde há necessidade de reduzir ou mesmo eliminar a pressão sobre as florestas naturais (vide a produção de carvão vegetal para abastecer siderúrgicas);

- em comparação com a silvicultura natural, os métodos de silvicultura artificial e/ou semi-natural, são mais onerosos, pois requerem muito mais intervenções silviculturais, porém apresentam maior produtividade;

- a silvicultura de muitas espécies tropicais é hoje conhecida e pode ser utilizada com sucesso, se forem seguidas as prescrições técnicas;

- a silvicultura de plantações é particularmente indicada em casos onde os recursos florestais são escassos para suprirem as necessidades de um país; em casos onde esses recursos estão em vias de exaustão (vide muitos países da África e da Ásia), para garantir abastecimento futuro de madeiras; e em casos onde há necessidade de reduzir ou mesmo eliminar a pressão sobre as florestas naturais (vide a produção de carvão vegetal para abastecer siderúrgicas);

- em comparação com a silvicultura natural, os métodos de silvicultura artificial e/ou semi-natural, são mais onerosos, pois requerem muito mais intervenções silviculturais, porém apresentam maior produtividade;

- as principais causas de fracasso da silvicultura artificial foram de ordem econômica. Quando houveram fracassos de ordem técnica, geralmente as prescrições técnicas não foram seguidas à risca;

- na Amazônia, a silvicultura de plantações é principalmente indicada para a recuperação de áreas degradadas, para produzir madeira para combustível (lenha e carvão vegetal) e para produzir madeiras que começam a sofrer risco de esgotamento, como por exemplo o Mogno e a Virola.

- na Amazônia brasileira, os sistemas agroflorestais são tidos como uma alternativa viável para promoverem uma agricultura e pecuária mais sustentadas.

Sugestões para leitura adicional:

Aubréville, A. (1956). Sylviculture dans les forêts tropicales hétérogènes. **Anais do 4º Congresso Florestal Mundial, Dehra Dun 1954**. v.3, 152-162.

Azabere, P.K. (1987). Attempts at sustained yield management in the tropical high forests of Ghana. In: **Natural Management of Tropical Moist Forests. Silvicultural and Management Prospects of Sustained Utilization**, editado por Mergen, F. e Vincent, J. R. Yale University, School of Forestry and Environment Studies, New Heaven, C.T. p. 47-70.

Brasil. SUDAM (1979). **Pesquisas e informações sobre espécies da Amazônia**. Belém. SUDAM. 111p.

Brienza Jr., S. & Yared, J.A.G. (1991). Agroforestry systems as an ecological approach in the Brazilian Amazon development. No prelo.

Britium, S.P.K. (1976). Natural and artificial regeneration practices in the high forest of Ghana. **Ghana Forestry Journal** *2, 45-49.*

Catinot, R. (1965). Sylviculture tropicale en forêt dense africaine. Bois et Forêts des Tropiques **100-104**.

Dubois, J.L.C. (1971). Silvicultural research in the Amazon. [**FAO Report**] no. FO/BRA 4. **Technical Report** 3.

Kanashiro, M. & Yared, J.A.G. (1991) Experiências com plantios florestais na Bacia Amazônica. Trabalho apresentado no simpósio O Desafio das Florestas Neotropicais, realizado em Curitiba, Pr. 7-12 de Abril 1991.

Marques, L.C.T, Brienza Jr., S & Locatelli, M. (1991). Estado atual das pesquisas agroflorestais da Embrapa na Amazônia Brasileira. In: Taller Sobre Diseno Estadistico y Evaluacion Economica de Sistemas Agroflorestales. Curitiba, 1986. 123 p.

Marques, L.C.T; Veiga, J.B. da; Serrão, E.A.S; Cardoso, E.M.R; Yared, J.A.G. & Uhl, C. Associação de espécies *florestais com forrageiras para recuperação de áreas degradadas. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986. 8 p.* (**EMBRAPA-CPATU. Pesquisa em Andamento**, 145)

Silva, J.N.M (1989). **The behaviour of the tropical rainforest of the Brazilian Amazon after logging**. Tese. Doutorado. Universidade

Burgess, P.F. An approach towards a silvicultural system for the hill forests of Malay peninsula. **Malaysian Forester**, n. 23, p. 126-134, 1970.

Cheah, L.C. Forest regeneration and development options in Peninsular Malaysia today. **Malaysian Forester**, n. 41, p. 171-175, 1978.

Davis, K.P. (1966). **Forest Management: regulation and valuation**. McGraw-Hill. New York. 2 Ed.

Dawkins, H. C. (1958). Tha managememnt of natural tropical high-forest with special reference to Uganda. **Imperial Forestry Institute, Paper 34**.

Dawkins, H.C. The first century of the tropical silviculture: successes forgotten and failures misunderstood. In: McDermott, M.J. ed. **The Future of the Tropical Rain Forest**, Oxford: University of Oxford. Oxford Forestry Institute, 1988. p. 4-8.

Graaf, N. R. de. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, 1986. 250 p.

Hutchinson, I. D. **Sarawak liberation thinning**. Kuching: FAO, 1981. 121 p.(FAO. Field Document, 15)

Johnson, N. & Cabarle, B. **Surviving the cut: natural forest management in the humid tropics**. World Resources Institute, 1993. 71 p.

Johnson, N.E & Dykstra, G.F. Maintainig forest production in east Kalimantan, Indonesia. In: Eight World Forest Congress, 1978, Jakarta, Indonesia. Anais do... Jakarta, 1978. 11p.

Jonkers, W. B. J. **Vegetation structure logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, 1987. 172 p

Lamb, A.F.A. **Impressions of Nigerian forestry after an absence of twenty-three years**. Oxford: University of Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1967.

Lancaster, P.C. History of the tropical shelterwood system. **Tech. Note Dep. For. Res. Nigeria**, n. 12, 1961.

Lanly, J.P. **Tropical Forest Resources**. Roma: FAO, 1982. (FAO. Forestry Paper, 30).

Lee, H.S. & Lai, K.K. **A manual of silviculture for permanent forest estate of Sarawak**. Forest Department Sarawak, 1977.

Lehmann, M.P.G. **Managing tropical forest in Costa Rica: the Portico project**. Gainsville: University of Florida, 1991. 98 p. Tese mestrado.

Lowe, R.G. An appaisal of silvicultural practices to meet wood requirement in Nigeria. **Obeche** v.1, n.4, p. 26-38, 1975.

Lowe, R.G. Experience with the tropical shelterwood system of regeneration in natural forest in Nigeria. **Forest Ecology and Management** v.1, p. 129-136, 1978.

Lowe, R.G. Forestry and forest conservation in Nigeria. **Commonwealth Forestry Review** n. 63, p. 129-136, 1984.

Mok, S.T. Forest management strategies for sustained socio-economic benefits. **Malaysian Forester**, n. 40, p. 14-26, 1977.

Oseni, A.M. & Abayomi, J.O. Development trends of Nigerian silvicultural practice. **Nigerian Forestry Information Bulletin** n. 24, 1973.

Panayotou, T. & Ashton, P. **Not by timber alone : economics and ecology for sustaining tropical forests**.Island Press, 1922. 282 p.