

**Florestas Nativas com
Finalidade Econômica**

PRODUTOS TÉCNICOS

Vol. 1

Nº 1

Modelos de florestas nativas ou mistas

**Indicadores de avaliação de funções
ecológicas em florestas plantadas**

Consultoria:

Instituto de Pesquisas

Florestais

IPEF



A Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo executa o subcomponente de sustentabilidade ambiental, que visa fortalecer a competitividade, em longo prazo, dos agricultores familiares, promovendo o manejo sustentável dos recursos naturais para a produção (solo, água e biodiversidade), além de contribuir para a mitigação e/ou adaptação à mudança climática.

No âmbito do PDRS, uma das atividades previstas foi a consultoria realizar estudos e formular proposta de instrumentos para viabilizar um plano estadual de florestas nativas com finalidade econômica, realizada pelo IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.

O presente produto técnico refere-se ao primeiro relatório do estudo e apresenta uma análise das informações sobre a caracterização do mercado, seleção de espécies e macrolocalização potencial em São Paulo.

As atividades do estudo desenvolvido pelo IPEF, contemplaram, entre outras:

- A identificação e avaliação de modelos de florestas nativas ou mistas implantados comercial ou experimentalmente no Estado de São Paulo;
- A identificação e avaliação de modelos de florestas nativas ou mistas implantados comercial ou experimentalmente nos Biomas Mata Atlântica e Cerrado;
- A identificação, descrição e avaliação dos modelos atualmente implantados comercial ou experimentalmente, contendo os resultados e informações, quando disponíveis, tais como: lista de espécies (incluindo as de produção e as associadas); esquemas de plantio; técnicas de condução e de manejo; informações paramétricas; incremento médio anual observado; caracterização geral do projeto.
- Seleção de modelos de florestas plantadas com espécies nativas, ou de espécies nativas consorciadas com exóticas, com maior potencial de viabilidade econômica, considerando pelo menos uma espécie "carro-chefe", sobre a qual haja informações suficientes para avaliação de modelos que contemplem o plantio de espécies arbóreas nativas em sistemas produtivos;
- Identificação dos modelos mais propícios, considerando tanto o potencial produtivo quanto a manutenção das funções ecológicas, em condições distintas, tais como em Reservas Legais ou em áreas sem restrição ambiental, ou outras situações;
- Os modelos devem ser aplicáveis para os Biomas Mata Atlântica e Cerrado, tendo como mínimo dois modelos para cada bioma, com pelo menos uma espécie "carro-chefe" para cada um dos modelos;
- Proposição de indicadores e valores de referência para a avaliação de funções ecológicas de florestas plantadas.
- Os indicadores e valores de referência devem ser categorizações numéricas ou descritivas de dados ambientais, que reflitam a situação do ecossistema. Devem monitorar o sucesso ou fracasso das práticas de manejo de acordo com metas previamente estabelecidas, além de mostrar o status de determinados processos ecológicos. Devem ser métodos simples e eficientes para examinar a composição, estrutura e função ecológicas de sistemas ecológicos complexos. A proposição dos indicadores ecológicos para monitoramento deve levar em conta critérios estabelecidos pela literatura, tais como:

- a) Fácil mensuração;
- b) Sensibilidade a fatores externos;
- c) Previsibilidade de resposta;
- d) Facilidade de predição de mudanças que possam ser evitadas por meio de ações de manejo;
- e) Caráter integrativo;
- f) Pouca variabilidade na resposta.

Foi orientado que devem ser baseados minimamente nos atributos de composição, de função e estruturais. Os indicadores e valores de referência deveriam ser apresentados para os Biomas Mata Atlântica e Cerrado.

Equipe

Alexandre Uezu, Bruno Kanieski da Silva, Caio Hamamura, Carolina Bozetti, Clayton Alcarde, Eduardo Ditt, Flavio Gandara, Giselda Durigan, João Carlos Teixeira Mendes, João Godinho, José Luiz Stape, Liz Ota, Marcio Sukanuma, Mariana Carvalhaes, Mario Moraes, Mateus Nunes, Maurício Sartori, Patrícia Paranaguá, Pedro Castro, Reinaldo Ponce, Renato Giovani, Roberto Bretzel, Silvana Nobre, Taina Scarano, Zeze Zakia, Antonio Nascimento Gomes, Celso Manzato, Claudio Buschineli, Daniela Pereira, Rubens Garlipp, João Cambuim, Ladislau Skaropa, Marcello Pereira de Souza, Renata Oliveira, Silvia Ziller, Sandro Pereira, Tatiana Martins, Victor Ranieri, Walter de Paula Lima, Wander Laizo

1. INTRODUÇÃO	4
2. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE MODELOS	4
2.1. Caracterização do Mercado, Seleção de Espécies e Macrolocalização Potencial em São Paulo - STCP	5
i. Monocultura:.....	5
2.2. Workshop sobre florestas nativas realizado no IPEF, maio de 2012	7
2.3. Modelo EMBRAPA para pequenas e médias propriedades	10
3. PROPOSIÇÃO DE MODELOS	17
3.1. Modelo Embrapa modificado - Exóticas na borda e nativas no núcleo	17
i. Utilizando Eucalipto:.....	17
ii. Utilizando Seringueira	20
3.2. Modelos propostos pelo Pacto pela Restauração da Mata Atlântica e a ESALQ/USP	23
i. Grupos silviculturais	23
ii. Modelos de silvicultura de espécies nativas para a viabilização econômica da recomposição da Reserva Legal e restauração de áreas de baixa aptidão agrícola no Norte do Espírito Santo e Extremo Sul da Bahia, instalados na empresa FIBRIA e OCT.....	24
iii. b) Modelos de silvicultura de espécies nativas para a viabilização econômica da recomposição da Reserva Legal e restauração de áreas de baixa aptidão agrícola no Extremo Sul da Bahia- Instalado na empresa Suzano	27
4. MODELOS PROPOSTOS, AINDA NÃO IMPLANTADOS OU EM FASE DE IMPLANTAÇÃO	27
4.1. Cerrado	27
4.2. Mata Atlântica - Modelo de sistema modular de uso múltiplo florestal para Reserva Legal com plantio de espécies arbóreas nativas e exóticas	33
4.3. Sistema Agroflorestal	42
4.4. Sistema Intercalado	43
4.5. Sistema Modular	43
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES SOBRE OS MODELOS APRESENTADOS	48
6. SELEÇÃO DE ESPÉCIES E IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES "CARRO-CHEFE"	49
7. INDICADORES PROPOSTOS E VALORES DE REFERÊNCIA.....	54
7.1. Indicadores propostos para avaliar a restauração e monitoramento da mata ciliar e Reserva Legal para a certificação agrícola	54
7.2. Indicadores propostas pelo PCSN/IPEF e seus valores de referência	55
A. Análise da paisagem	57
B. Presença de filtro abiótico	57
C. Presença de filtros bióticos	57
D. Estrutura da Comunidade Vegetal	58
E. Diversidade de espécies arbóreas (comunidade como um todo)	59
F. Indicadores Propostos para Avaliação de SAFs	60
7.3. Limiares para a Reserva Legal	73
8. MANEJO FLORESTAL - TRATOS CULTURAIS.....	75
9. REFERÊNCIAS.....	84
ANEXO 1 - DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE DIÂMETRO E ESTIMATIVA VOLUMÉTRICA DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS NO ESTADO DE SÃO PAULO	87
ANEXO 2 - INCREMENTO MÉDIO ANUAL DE VÁRIAS ESPÉCIES ARBÓREAS.....	98

1. INTRODUÇÃO

O ponto de partida da presente publicação são os resultados do workshop realizado em maio de 2012¹ e os resultados apresentados pela consultoria realizada pela STCP em 2010².

Na grande maioria, os modelos propostos na literatura e já implantados são destinados à restauração ambiental de Áreas de Preservação Permanente (APP). Portanto, nessa publicação, foi considerado:

- a) Há poucos plantios com florestas nativas com fins madeireiros ou não madeireiros;
- b) Há cerca de cinco anos, surgiram iniciativas de implantação de florestas nativas com finalidade de comercialização de produtos madeireiros e não madeireiros ou com intuito de fixação de carbono;
- c) Quando o assunto é o crescimento de florestas nativas, a escassez de informação é evidente. Há poucos dados de variáveis dendrométricas de florestas nativas implantadas, sejam em áreas de Reserva Legal ou em áreas não protegidas. Encontram-se apenas inventários feitos em plantios de restauração visando à quantificação de carbono, com destaque para as informações da CESP e da AES Tietê;
- d) Ainda não há informações completas, em um único projeto, sobre modelos, tratamentos culturais, crescimento e produção. Desta forma, lançou-se mão das informações já existentes (ainda que fragmentadas) em diferentes projetos e instituições, aliadas à vivência dos participantes e colaboradores dessa publicação, para a proposição de modelos e estimativas de crescimento e de técnicas de condução.

2. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE MODELOS

Nesse tópico, serão descritos os modelos pesquisados, voltados para Produtos Florestais Madeireiros (PFM) e Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) pesquisados, assim como serão comentados e avaliados.

¹ As discussões durante o workshop geraram o relatório “Propostas para subsidiar um plano de implantação de florestas nativas com viabilidade econômica e ecológica”, disponível em: www.ipef.br/pcsn/documentos/relatorio_sintese_workshop-preliminar.pdf

² Produto Técnico do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares intitulado “Caracterização do Mercado, Seleção de Espécies e Macrolocalização Potencial em São Paulo”, disponível em: www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar

2.1. Caracterização do Mercado, Seleção de Espécies e Macrolocalização Potencial em São Paulo - STCP

Nesse item, foi avaliado o que foi proposto pela STCP em 2011, quando elaborou o Produto Técnico do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares nº 6, intitulado "Caracterização do Mercado, Seleção de Espécies e Macrolocalização Potencial em São Paulo"³.

No trabalho citado, foram analisadas as possibilidades de implantação de modelos voltados para Produtos Florestais Madeireiros (PFM) e Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM), com opções de manejo variando desde a monocultura até a recomposição de APP.

No caso dos PFM, as variáveis estimadas englobaram **madeira em tora para energia e serraria**. Para os PFNM, foram consideradas as estimativas de produção de **óleo de copaíba, pimenta rosa, palmito, erva mate e sementes**, além do **carbono**, conforme interesse em cada cenário tratado no trabalho. Na Tabela 1 constam as opções avaliadas em cada modelo de manejo.

Modelo	Madeireiro	Não Madeireiro	Carbono
Monocultura	X	-	-
Misto	X	X	-
Recomposição de RL	X	X	
Recomposição de APP	-	X	X

Tabela 1 – Opções avaliadas por modelo de manejo. Fonte: STCP, 2011

i. Monocultura:

O ponto de partida foi definir a rotação (corte raso) para as espécies. O intervalo de tempo para as interveções foi definido com base na classificação de espécies arbóreas para aproveitamento madeireiro, proposta pelo Pacto pela restauração da Mata Atlântica (PACTO)⁴, que é de 15 anos para as espécies de crescimento rápido (iniciais), 20 anos para as intermediárias (médias) e de 40 anos para espécies de crescimento lento (finais).

A determinação do número de árvores remanescentes para o corte raso foi definido de acordo com o adotado usualmente em regimes de manejo para múltiplos usos (*utility*)⁵ que é de 450 árvores.

³ Disponível em: www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar

⁴ ESALQ/LERF. Instituto de BioAtlântica. Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: Referencial dos Conceitos e Ações de Restauração Florestal. São Paulo, 2009. 264p

⁵Tipo de manejo que objetiva o uso da madeira para diversas finalidades, tal como energia, serraria, laminação, etc. (SCOLFORD, 1995).

A determinação das intervenções intermediárias (desbastes) é descrita a seguir:

- a. **Iniciais:** A partir da determinação da idade do corte raso e do número de árvores remanescentes foi definida a idade e o peso do desbaste. Dada a rotação relativamente curta, foi identificada a necessidade de um único desbaste, o qual terá por objetivo liberar espaço para as árvores remanescentes e, complementarmente, antecipará a renda ao produtor. Assim, a intervenção foi programada para acontecer no ano oito, seguindo os mesmos moldes adotados para plantios de exóticas em rotações semelhantes.
- b. **Médias:** Para as espécies de crescimento médio foi identificada a necessidade de realizar dois desbastes, os quais foram distribuídos ao longo da rotação. A base utilizada para determinar a idade e peso dos desbastes foi de plantios de espécies exóticas com rotação semelhante;
- c. **Finais:** Com corte raso programado para o ano 40, no caso das espécies de crescimento lento foram definidos três desbastes ao longo da rotação. O número de indivíduos a ser desbastado e a idade de desbaste foi adaptado da metodologia aplicada na Araupel para a araucária (ou pinheiro-do-Paraná), a espécie *Aracucaria angustifolia*.

Na Tabela 2, é apresentada uma síntese da distribuição e peso dos desbastes para monocultura por estágio de crescimento.

Intervenção	Inicial		Médio		Final	
	Idade (anos)	Peso da Intervenção (%)	Idade (anos)	Peso da Intervenção (%)	Idade (anos)	Peso da Intervenção (%)
1º Desbaste	8	66	9	39	16	23
2º Desbaste		-	14	44	23	30
3º Desbaste					31	37
Corte Raso	15		20	-	40	-

Tabela 2 – Desbastes Previstos para os cenários – Monocultura.

- (i) **Plantios Mistos:** Para os modelos de manejo misto foi adotada metodologia similar à proposta pelo PACTO, adaptada para uma rotação de 40 anos. A idade das intervenções foi baseada em tal metodologia que prevê os cortes intermediários (desbastes) entre 10 e 15 anos para espécies iniciais, aos 20 para espécies de crescimento médio. Para as espécies finais foi adotado o corte raso aos 40 anos. A intensidade dos desbastes também seguiu a mesma linha metodológica;

- (ii) **Recomposição de Reservas Legais:** Assim como nos plantios mistos, na recomposição de Reservas Legais também foi adotada como base a metodologia proposta pelo PACTO. Além de basear-se na proposta citada anteriormente, a consultoria considerou a legislação vigente à época para determinar a intensidade de exploração. Desta forma, considerando as exigências contidas na IN MMA 4 de 2009 que dispunham sobre procedimentos técnicos para o manejo florestal sustentável em Reservas Legais, a intensidade da colheita em cada intervenção será consideravelmente menor do que apresentada.⁶

2.2. Workshop sobre florestas nativas realizado no IPEF, maio de 2012

A partir de uma iniciativa conjunta da Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN/SP) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, do Programa Cooperativo de Silvicultura de Nativas (PCSN) do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica (PACTO), foi realizado o "Workshop sobre Florestas Nativas - Propostas para subsidiar um plano de implantação de florestas nativas com viabilidade econômica e ecológica", em 4 e 5 de maio de 2012 em Piracicaba (SP). Contou com cerca de 80 participantes de instituições ambientais governamentais e não governamentais, universidades e setor privado.

O objetivo comum foi discutir o estado da arte e os desafios para identificar modelos, instrumentos, mecanismos de financiamento e políticas públicas que viabilizem a restauração de florestas em larga escala. Receberam enfoque as atividades compatíveis com o uso previsto para as Reservas Legais no estado de São Paulo. Ao final de dois dias de diálogo, foram levantadas várias considerações, resumidas em um relatório, que pode ser acessado na íntegra na página oficial do IPEF⁷.

Foi organizado um grupo de trabalho para discussão sobre modelos e indicadores ecológicos em florestas nativas de produção. Com ênfase à Reserva Legal, foram listadas as possibilidades de modelos para a implantação de Reservas Legais descritas na Tabela 3, assim como as possíveis aplicações de cada um.

⁶ Incisos II e III do Art. 8º: Deve ser priorizado o corte de espécies pioneiras. O corte não poderá ultrapassar 50% do número total de indivíduos de cada espécie, considerando indivíduos com DAP acima de 5 cm (revogada)

⁷ Disponível em http://www.ipef.br/pcsn/documentos/relatorio_sintese_workshop-preliminar.pdf

Modelos	"Comércio" de Reserva Legal/compensação	Reserva Legal na propriedade
Plantios mistos de arbóreas nativas	X	X
SAF		X
Árvores Exóticas permanentes com nativas		X
Árvores Exóticas temporárias (até 20 anos) com nativas	X	X
Mosaico de talhões de nativas (<i>Plantio de talhões homogêneos de nativas em forma de mosaico</i>)		X
Regeneração Natural	X	X

Tabela 3 - Modelos possíveis para a implantação de Reservas Legais.

Um dos desafios detectados durante o workshop foi a definição de Sistema Agroflorestal (SAF). A fim de superá-lo, "SAF" foi considerado como a exploração de culturas arbóreas e agrícolas, em uma mesma área, indefinidamente. Assim sendo, os SAFs distinguem-se dos plantios intercalares (implantados por um período determinado, até o fechamento das copas).

A funcionalidade de estratégias de enriquecimento (introdução de novas espécies após a identificação de uma regeneração natural insuficiente no sistema) foi bastante discutida, mas não houve consenso da sua viabilidade ou dos requisitos mínimos para esse tipo de intervenção.

A regeneração natural foi considerada em seu sentido mais amplo.

Foram incluídas na discussão dos modelos as técnicas de nucleação e até mesmo a presença do gado em áreas de cerrado, onde a exploração com até uma unidade animal por hectare (1 UA/ha) foi considerada como "sustentável".

Para a definição de árvores permanentes ou temporárias, o ciclo de exploração das espécies exóticas mais utilizadas no meio florestal foi levado em conta. O grupo entendeu que 20 anos seria o tempo necessário para um ciclo de exploração da maioria das espécies analisadas.

Além de estipular os possíveis modelos de implantação de Reservas Legais, também foram discutidas as recomendações gerais que deveriam ser atendidas, independentemente do modelo escolhido, apontadas a seguir:

- Deverá ser proibida a roçada do sub-bosque, exceto quando estritamente necessária para a exploração, como por exemplo, nas faixas de extração de toras;
- Em Reservas Legais de cerrado será permitida a pecuária como exploração sustentável, desde que a carga seja inferior a 1 UA/ha;
- Será permitido o plantio intercalar de espécies agrícolas e de adubação verde;

- Para as áreas de regeneração natural não será admitida a roçada de espécies lenhosas nativas em nenhuma hipótese;
- Talhões puros de espécies nativas, compostos em mosaico, não poderão ter área superior a meio hectare.

Ainda neste workshop foi estabelecida a definição de “espécies carro-chefe”, que são espécies cujo conhecimento sobre sua silvicultura já esteja consolidado, cujo mercado já apresente retorno financeiro e que sejam usadas em combinação com nativas menos exploradas, alavancando a produção dessas. Na ocasião foram identificadas duas espécies carro-chefe: seringueira (*Hevea brasiliensis*) e palmeira juçara (*Euterpe edulis*).

Com base na adoção da seringueira e da palmeira juçara como espécies carro-chefe, foram propostos dois modelos potenciais para a implantação das florestas nativas em áreas de Reserva Legal (Tabela 3), levando-se em consideração as informações já existentes em banco de dados organizado pelo PCSN/IPEF⁸ e a participação no evento de pessoas envolvidas diretamente com pesquisa e produção destas duas espécies.

Com relação ao **Modelo 1**, seriam plantados, ao mesmo tempo, quinhentos indivíduos de seringueira e quinhentos indivíduos de espécies nativas de crescimento lento por hectare, com o objetivo de diminuir a competição pelos recursos naturais e não prejudicar o desenvolvimento inicial da seringueira. Além disso, o plantio simultâneo poderia diminuir os custos de implantação e manutenção ao produtor. Foi definido que o arranjo espacial pode variar; contudo, devem ser implantadas, no mínimo, **10 espécies nativas**. A possibilidade de consórcio (até o quarto ano) com espécies agrícolas foi também uma das sugestões propostas como uma variação do Modelo 1 para determinadas regiões.

Já no **Modelo 2**, a densidade do palmito seria de mil indivíduos por hectare, com desbaste ao final do ciclo de aproximadamente 500 indivíduos. As espécies sugeridas inicialmente para cada um dos modelos estão listadas na Tabela 4.

⁸ Disponível em: http://www.ipef.br/pcsn/documentos/especies_nativas_silvicultura.pdf

Modelo 1: "carro-chefe" seringueira		Modelo 2: "carro-chefe" palmeira juçara	
500 indivíduos de seringueira + 500 indivíduos de /por hectare 10 espécies de nativas de crescimento lento		1000 indivíduos de palmeira juçara + 500 indivíduos de /por hectare 10 espécies de nativas de crescimento lento	
Aldrago	<i>Pterocarpus violaceus</i>	Pau cigarra	<i>Denna multijja</i>
Alecrim	<i>Holocalyx balausae</i>	Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i>
Amendoim	<i>Pterogyne nitens</i>	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>
Araribá	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i>
Baru	<i>Dypteryx alata</i>	Embaúba	<i>Cecropia spp</i>
Cabreúva	<i>Myroxylon perriferum</i>	Ingá	<i>Inga spp</i>
Canelas	<i>Ocotea spp; Nectandra spp</i>	Tapiá	<i>Alchornea spp</i>
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	Caixeta	<i>Tabebuia dura</i>
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffi</i>	Ipê roxo	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>
Coração de negro	<i>Poecilanthe passiflora</i>	Jacatirã	<i>Miconia cinamomifolia</i>
Guarantã	<i>Esenbeckia grandiflora</i>	Eritrina	<i>Erytrina spp</i>
Guaritá	<i>Astronium graveoluns</i>	Pau d'alho	<i>Gallesia integrifolia</i>
Guarucuia	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico Branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>
Guatambu	<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	Candiúva	<i>Trema micrantha</i>
Guauivira	<i>Patagonula americana</i>	Tamanqueiro	<i>Aegiphila sellowiana</i>
Ipê roxo	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Morototó	<i>Sehefflera morotonii</i>
Ipê tabaco	<i>Feyhenia tuberculosa</i>	Genipapo	<i>Genipa americana</i>
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>		
Louro-pardo	<i>Cordia trichotona</i>		
Pau-marfim	<i>Balfanodendron riedelianum</i>		
Peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>		

Tabela 4- Lista das espécies sugeridas para comporem modelos de recomposição de Reserva Legal tendo a Seringueira ou a Palmeira Juçara como carro-chefe.

2.3. Modelo EMBRAPA para pequenas e médias propriedades⁹

Sem dúvida, o projeto denominado "Implantação e Manejo de Florestas em Pequenas Propriedades no Estado do Paraná: Um Modelo para a Conservação Ambiental, com Inclusão Social e Viabilidade Econômica" é o que mais se assemelha ao propósito do presente trabalho. Concebido em 2008 por técnicos da Embrapa Florestas, este projeto está documentado no número 167 da *Série Documentos*¹⁰.

¹⁰ Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc167.pdf>

Este projeto fez parte do Programa Paraná-Biodiversidade, com o objetivo de buscar a sustentabilidade da pequena propriedade rural, através da conservação ambiental, com inclusão social e viabilidade econômica. Em termos ecológicos, buscou-se a reconstituição da cobertura florestal nativa, o estabelecimento de Reservas Legais e a formação de bancos de germoplasma de espécies florestais nativas da região.

Na publicação, já sugere-se que trata-se de um modelo que, após ajustado às características específicas de cada local, possui grande potencial de utilização em todo o território nacional.

O modelo possui basicamente dois delineamentos para a disposição das espécies nativas: um em bloco e outro em faixa, conforme as Figuras 1 (A e B) e 2 (A e B), com o objetivo de determinar o mais adequado para as diferentes regiões.

A proposta é que a escolha das espécies seja orientada em função das condições dos lotes e da preferência do produtor. Os delineamentos propostos podem apresentar graus diferenciados de dificuldade no momento da colheita dos eucaliptos, considerando-se que deverão ser tomadas medidas para não danificar as espécies nativas remanescentes.

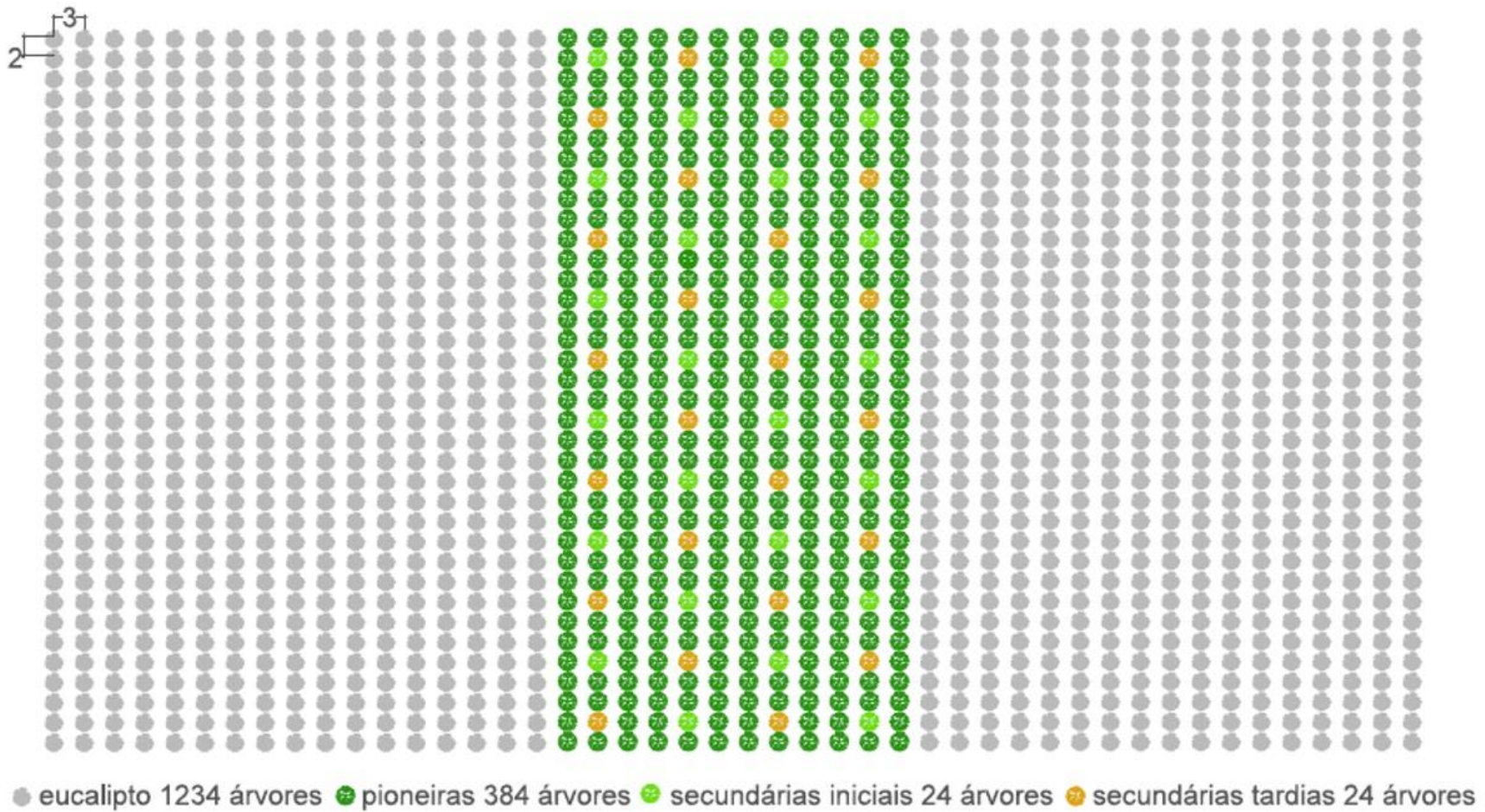


Figura 1 A – Representação esquemática do modelo de reflorestamento com delineamento das espécies nativas em faixa no início do projeto, ano1 (modificado do original).

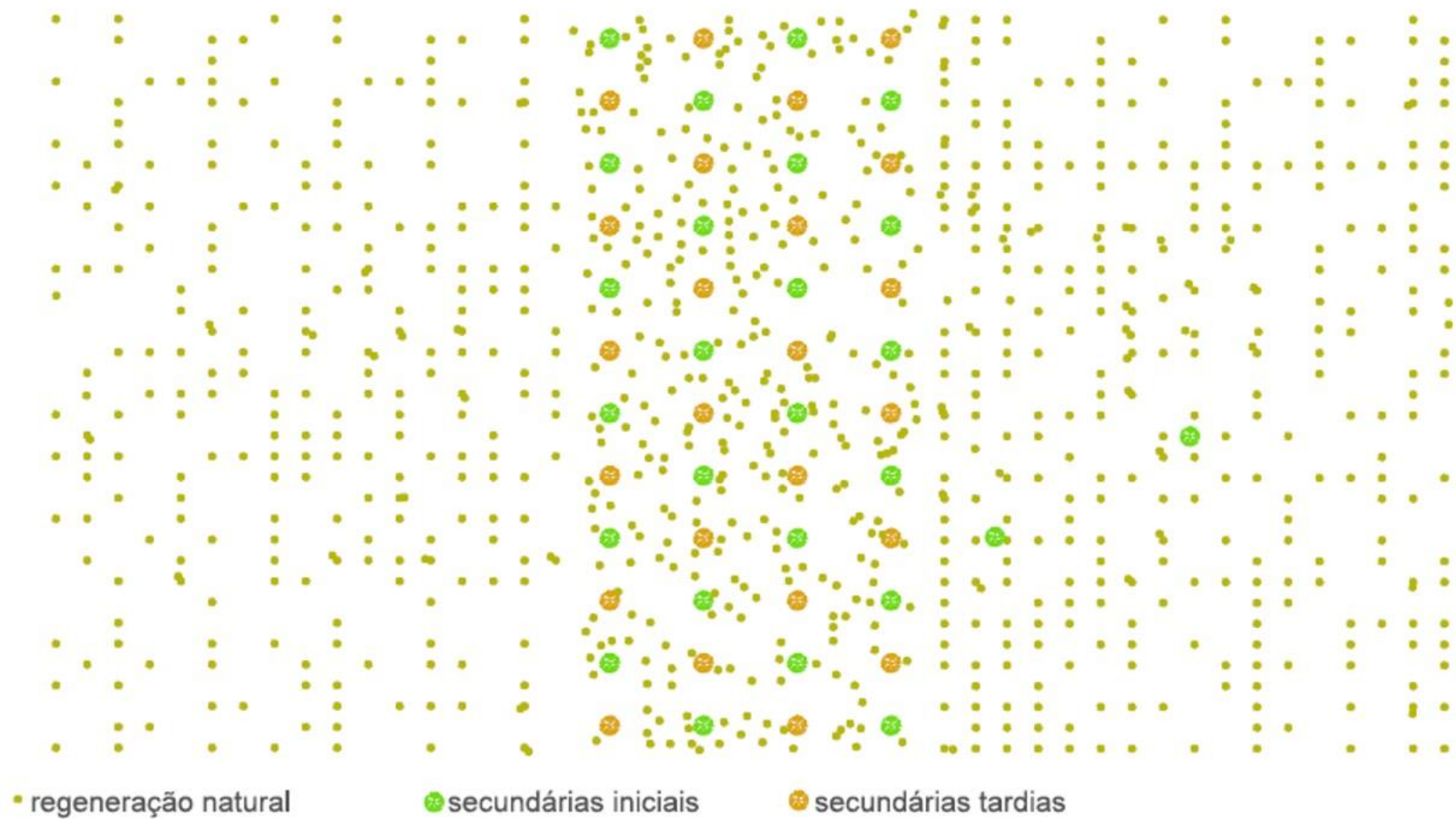


Figura 1 B – Representação esquemática do modelo de reflorestamento com delineamento das espécies nativas em faixa no final do projeto, ano 20 (modificado do original).

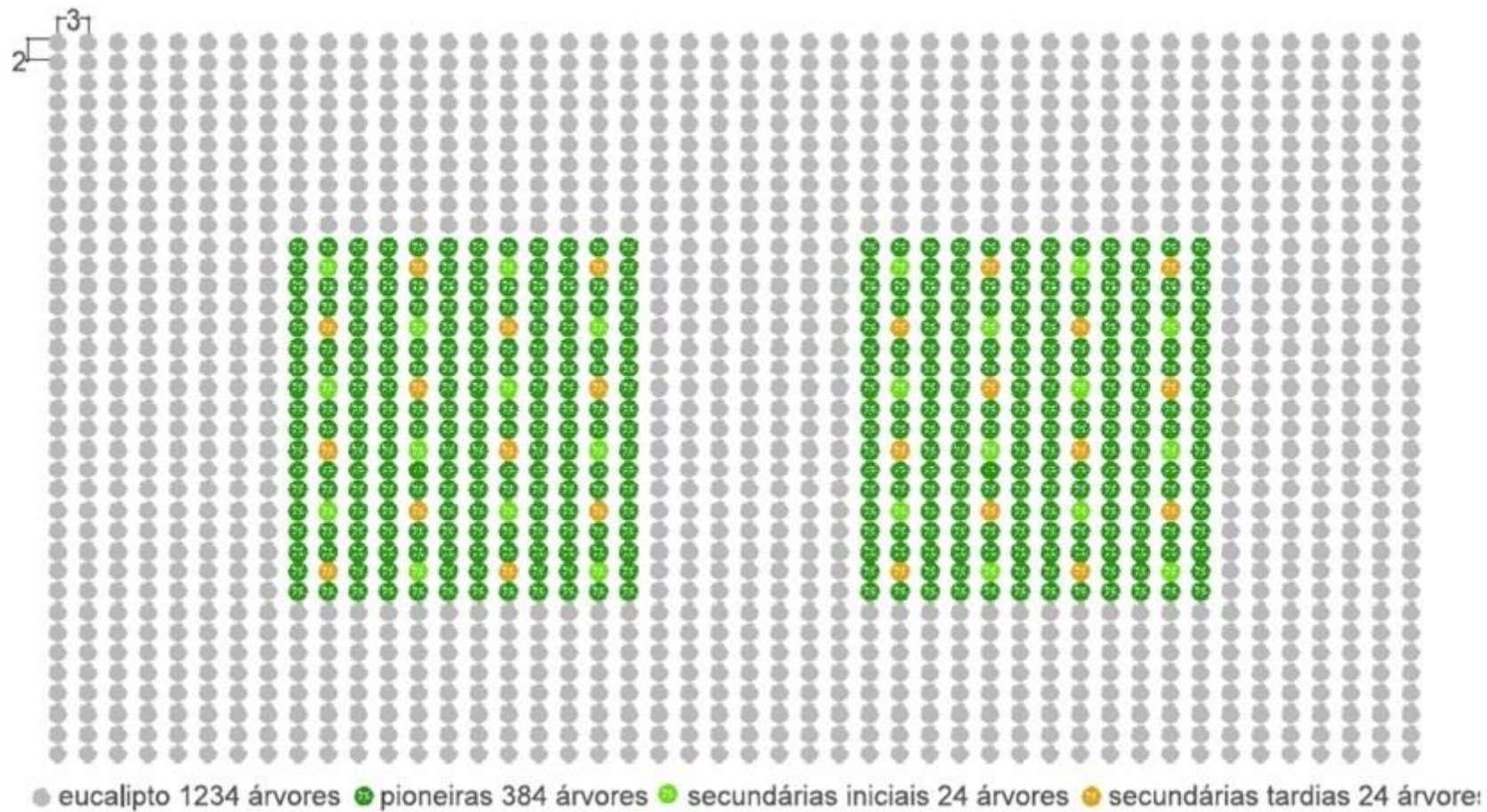


Figura 2 A -Representação esquemática do modelo de reflorestamento com delineamento das espécies nativas em bloco no início do projeto, ano 1 (modificado do original).

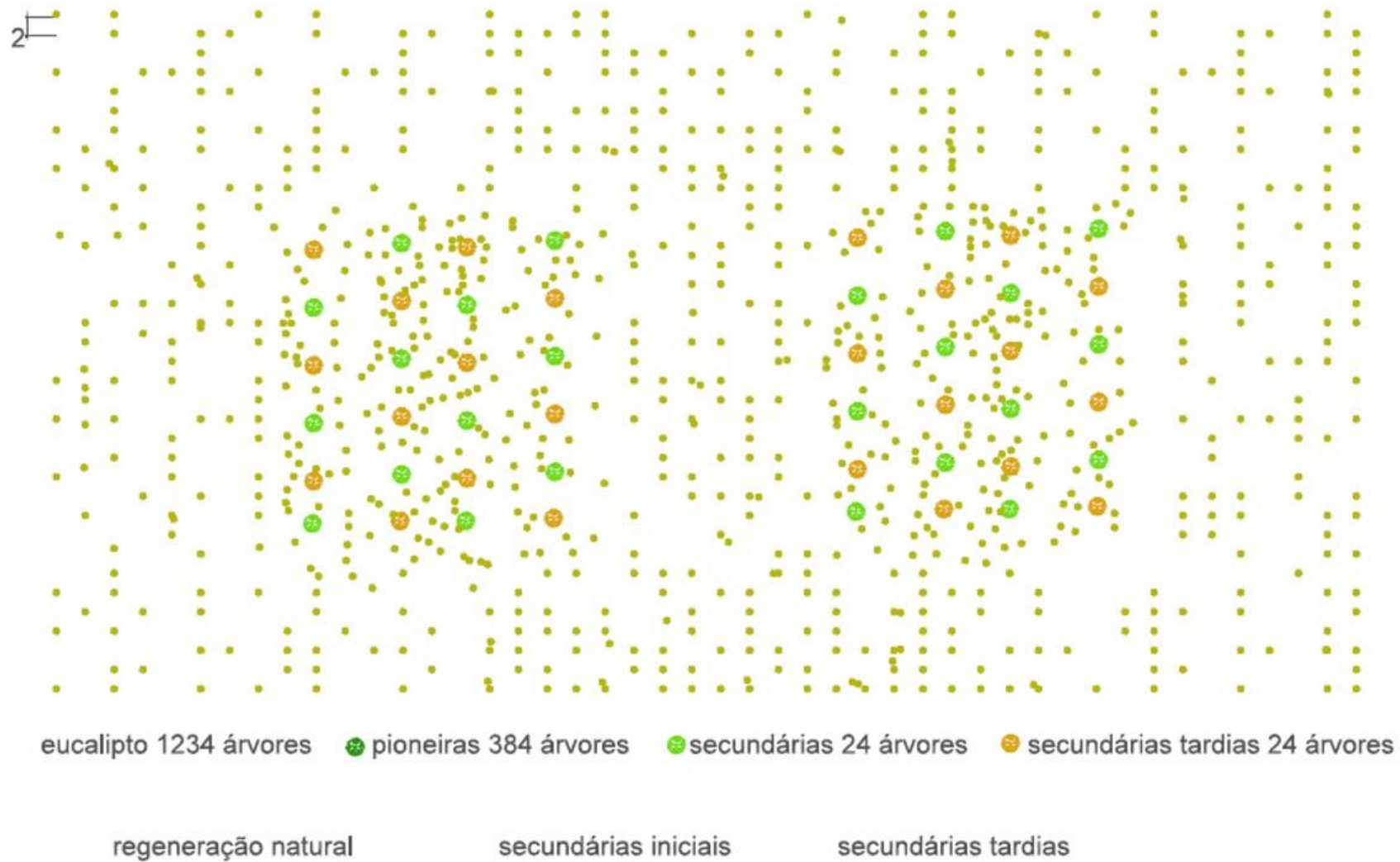


Figura 2 B - Representação esquemática do modelo de reflorestamento com delineamento das espécies nativas em bloco ao final do projeto, ano 20 (modificado do original).

As espécies selecionadas pelos autores estão na Tabela 5, apresentada a seguir.

Nome científico	Nome vulgar
<i>Albizia hasslerii</i>	Farinha-seca
<i>Alchornea triplinervia</i>	Muell.
<i>Allophylis edulis</i>	Vacum
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapeiro
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Peroba
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Pau-marfim
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	Guanandi
<i>Cariniana estrellensis</i>	Jequitibá
<i>Casearia gossypiosperma</i>	Espeteiro
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba
<i>Chlorophora tinctoria</i>	Moreira
<i>Colubrina glandulosa</i>	Sobrasil
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Óleo-de-copaíba
<i>Croton floribundus</i>	Capixingui
<i>Croton urucurana</i>	Sangra-d'água
<i>Esenbeckia febrifuga</i>	Limãozinho
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitangueira
<i>Ficus obtosiuscula</i>	Figueira
<i>Gallesia integrifolia</i>	Pau-d'alho
<i>Guatteria sp</i>	Guatéria
<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrim
<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	Jatobá
<i>Inga fagifolia</i>	Ingá-miúdo
<i>Inga uruguensis</i>	Ingá-graúdo
<i>Lonchocarpus guilleminianus</i>	Embira-de-sapo
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Feijão cru
<i>Myrciaria tenell</i>	Cambuí
<i>Nectandra cissiflora</i>	Canelão
<i>Nectandra falcifolia</i>	Canelinha
<i>Nectandra mollis</i>	Canela
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	Canela-folha-larga
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Gurucaia
<i>Peltophorum dubium</i>	Canafístula
<i>Plinia rivularis</i>	Piúna
<i>Poecilanthe parviflora</i>	Coração-de-nego
<i>Pouteria caimito</i>	Grão-de-onça
<i>Securinea guaraiuva</i>	Araçá
<i>Sloanea guianensis</i>	Pateiro
<i>Solanum sp</i>	Jurubeba-do-mato
<i>Sweetia fruticosa</i>	Guaiçara
<i>Tapirira guianensis</i>	Camboatá
<i>Trema micrantha</i>	Grandiuva
<i>Trichilia hirta</i>	Catiguá
<i>Vochysia tucanorum</i>	Pau-tucano
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Mamica-de-porca

Tabela 5 - Lista das espécies arbóreas nativas de ocorrência na região do extremo noroeste do Estado do Paraná potenciais para o Projeto .

3. PROPOSIÇÃO DE MODELOS

Nesse tópico, serão propostos modelos voltados para Produtos Florestais Madeireiros (PFM) e Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM), baseados nos modelos pesquisados, com sugestões de adaptação.

O primeiro bloco será destinado a modelos de produtos florestais madeireiros:

3.1. Modelo Embrapa modificado - Exóticas na borda e nativas no núcleo

Este modelo baseou-se no trabalho da Embrapa apresentado no item anterior, mas foram introduzidas duas espécies além do eucalipto: a seringueira e a teca (*Tectona grandis*).

Trata-se da dissertação de mestrado profissionalizante da Escola Superior De Conservação Ambiental e Sustentabilidade (ESCAS/IPE), de Marco Aurélio Pereira¹¹ (Pereira, 2010).

i. Utilizando Eucalipto:

Neste trabalho, são apresentados quatro modelos de reflorestamento: Modelo 1 (Figura 3) baseado no delineamento propostos por Schaitza (2008), que consorciou eucalipto com essências nativas em Reserva Legal no Estado do Paraná; Modelo 2 (Figura 4), sugerido por Moreira (2010) (comunicação pessoal); Modelo 3 (Figura 5), baseado no núcleo de diversidade, onde há uma concentração no núcleo do talhão de nativas, de espécies pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax.

Modelo 1: Consorciação de eucalipto com espécies arbóreas nativas, num total de 1666 árvores/ha com espaçamento de 3 m x 2 m; sendo 1224 (74%) de eucaliptos e 432 (26%) nativas, das quais 84 pioneiras, 24 secundárias iniciais e 24 secundárias tardias. Nesse modelo, as nativas apresentam-se dispostas em uma faixa central e nas extremidades inserem-se os eucaliptos;

Modelo 2: Contemplando a consorciação de eucalipto com espécies arbóreas nativas, num total de 1794 árvores/ha no espaçamento de 3 m x 2 m; sendo 1224 (68%) de eucaliptos e 560 (32%) nativas, contendo 288 pioneiras, 144 secundárias iniciais e 128 secundárias tardias. As secundárias tardias irão compor as faixas de nativas proporcionando o enriquecimento do modelo; as nativas apresentam-se dispostas em quatro faixas, de forma que cada borda de nativa esteja próxima de 4 fileiras de exóticas, visando facilitar a dispersão de sementes e plântulas para impulsionar o processo de recomposição da área com espécies nativas. Apesar das essências nativas estarem dispostas intercaladas à espécie de valor econômico, esse modelo não inviabiliza o corte da produção, pois é prática nos procedimentos de corte trabalhar com pelo menos quatro fileiras por vez.

¹¹ Disponível em: <http://www.ipe.org.br/english/images/stories/arquivos/produtofinalmarcoaurlio.pdf>

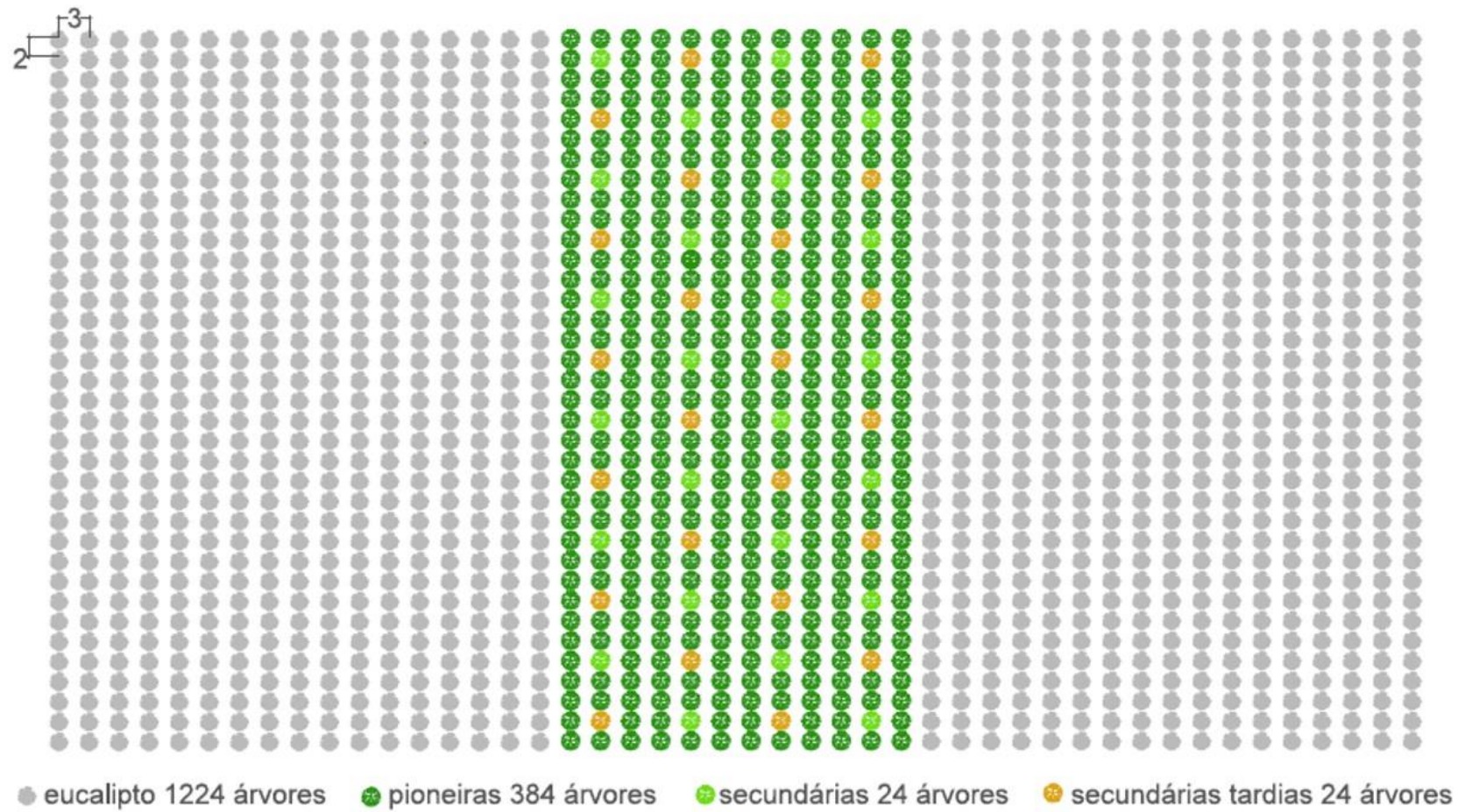


Figura 3 - Esquema para o **Modelo 1**

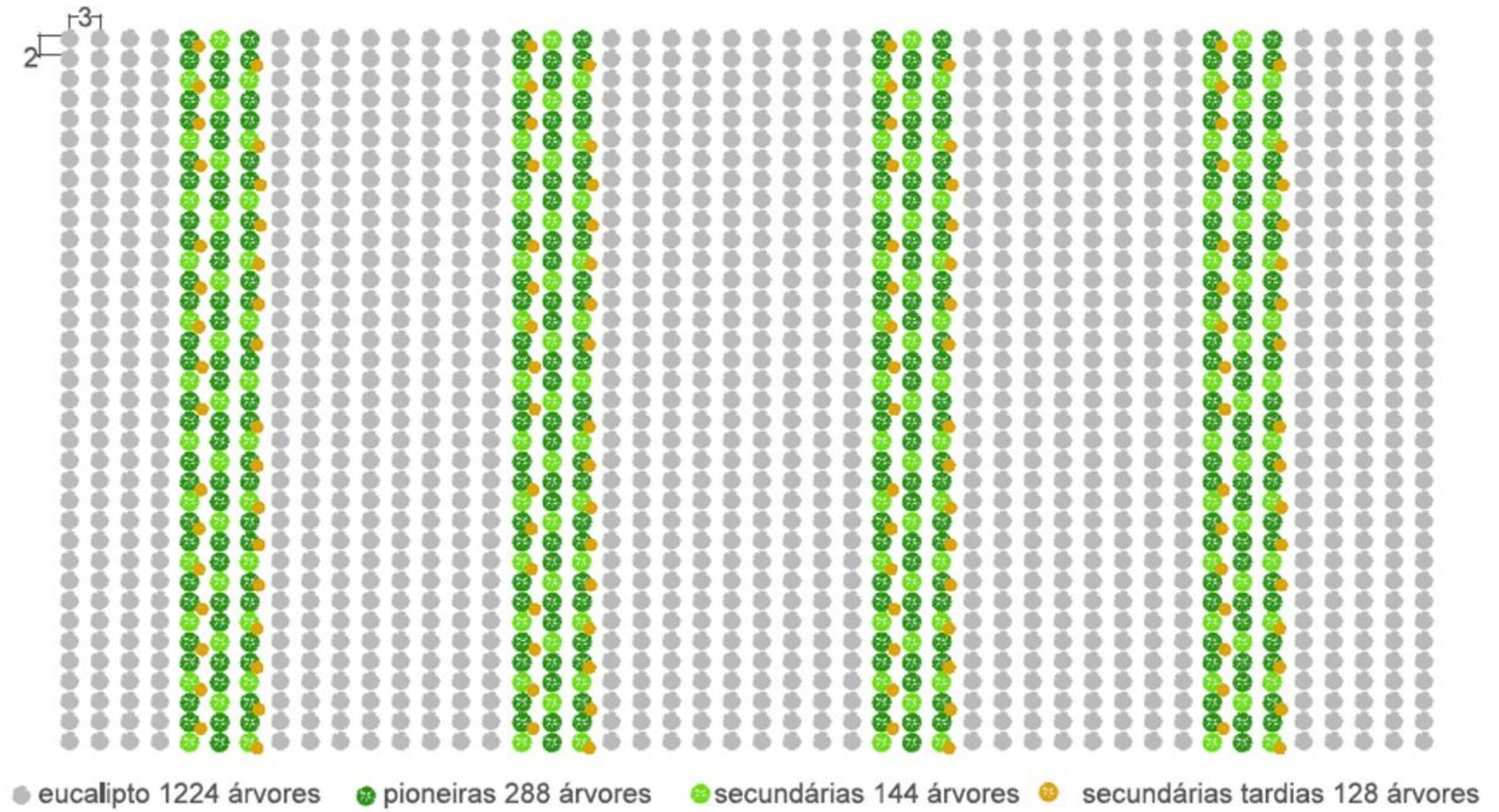


Figura 4 – Esquema do **Modelo 2**.

Modelo 3: Contempla a consorciação de eucalipto com espécies arbóreas nativas, num total de 1666 árvores/ha num espaçamento de 3 m x 2 m: Apresenta 1224 (74%) de eucaliptos e 432 (26%) nativas, sendo: 346 árvores entre pioneiras e secundárias iniciais e 86 árvores entre secundárias tardias e clímax. Do total das nativas, 80% são espécies pioneiras e 20% secundárias tardias e clímax. O arranjo da disposição das espécies nativas foi proposto a partir de adaptações do trabalho de Galvão; Medeiros (2002). As espécies nativas estarão dispostas em faixas justamente para aumentar a conexão entre as áreas, promovendo o enriquecimento com essas espécies entre as fileiras de eucalipto, servindo como banco de sementes. Conforme ocorram os desbastes da espécie exótica, as nativas colonizarão as clareiras do sub-bosque formado.

O autor do trabalho propôs cinco cenários de produção média em m³/ha/ano e rentabilidade econômica para a cultura de eucalipto para fins comerciais, utilizando sistemas de três desbastes (4,8 e 12 anos) seguidos de corte raso aos 16 anos. Os dados foram apresentados como tendências, pois, após o primeiro desbaste, não foram encontradas informações sistematizadas que pudessem servir como referencial. Os valores de produtividade apresentados em cada um dos períodos de desbaste para os cenários são simulações satisfatoriamente aceitáveis para plantios comerciais, obtidos a partir de comunicação pessoal de Moreira (2009) e observações práticas em campo.

ii. Utilizando Seringueira

Neste caso, para consorciação entre seringueira e espécies arbóreas nativas, o modelo proposto está disposto na Figura 6, adotando-se o espaçamento 13,0x 3,0x 2,5m e 3,0x 3,0m. O plantio da seringueira deve ser feito em renques duplos e das nativas em filas quádruplas.

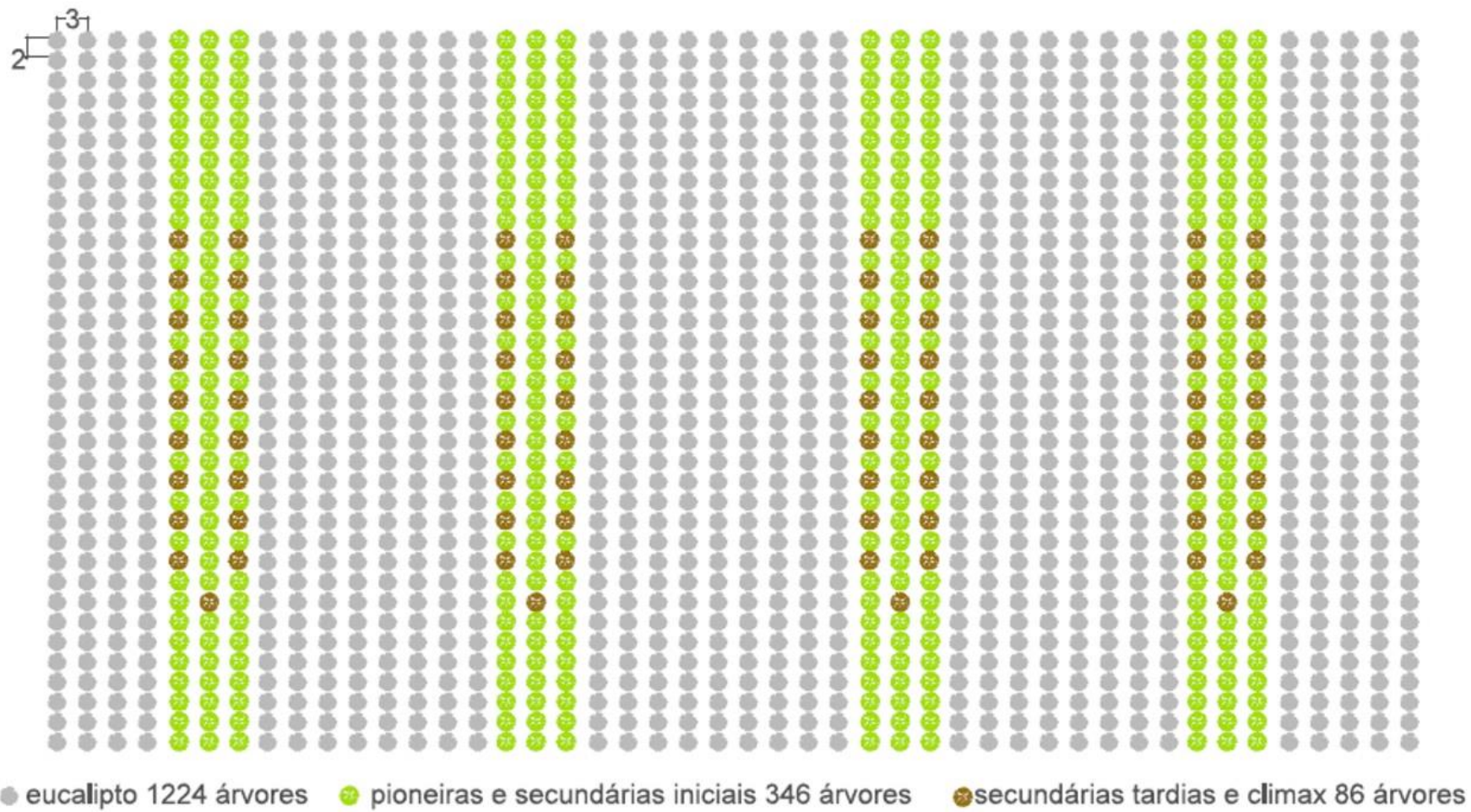


Figura 5 – Esquema para o Modelo 3. Fonte: Adaptado de MEDEIROS (2002)

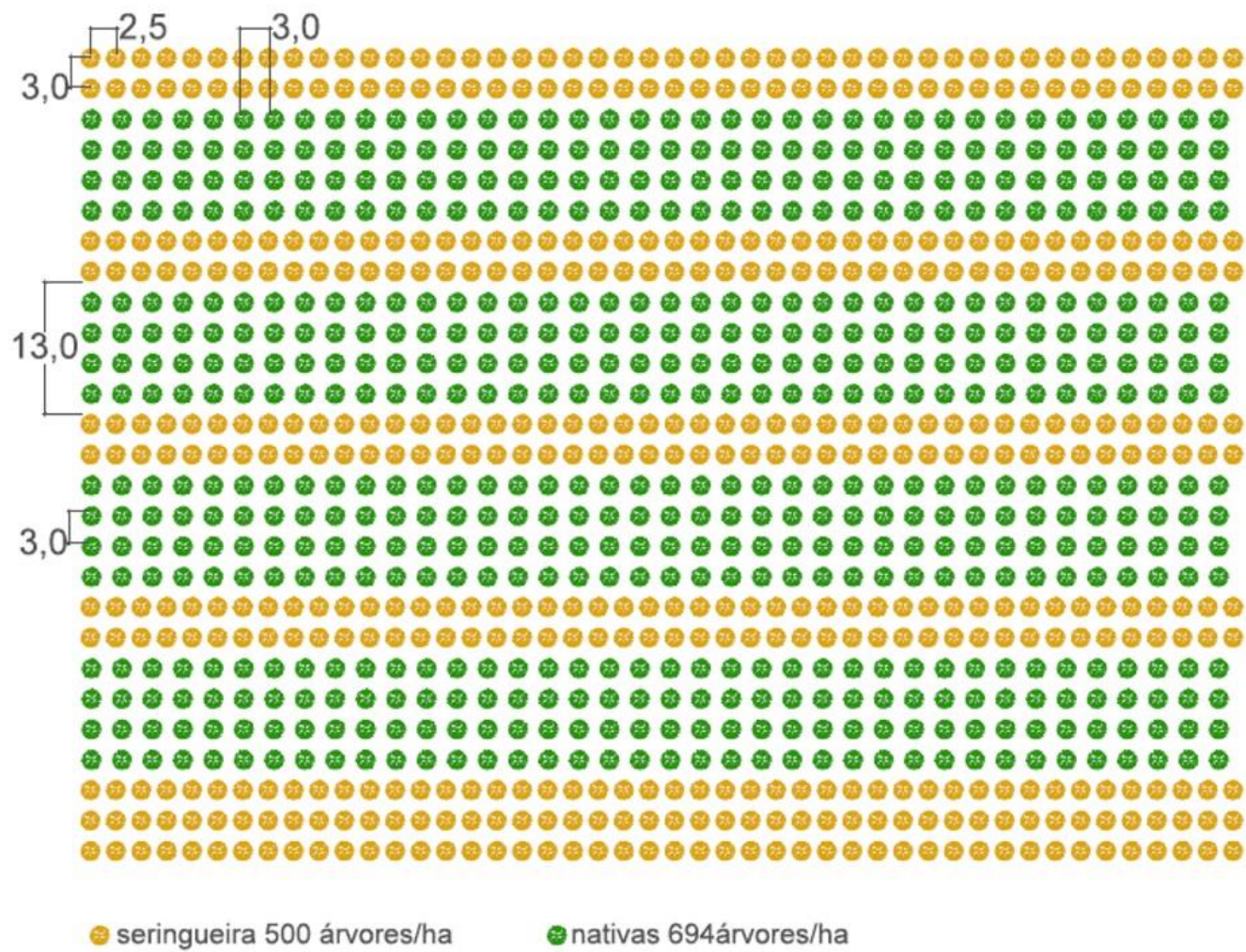


Figura 6 – Modelo proposto para uso de seringueira na Reserva Legal. Fonte: Adaptado de MARQUES et al. (sd)

3.2. Modelos propostos pelo Pacto pela Restauração da Mata Atlântica e a ESALQ/USP

Nesse item serão descritos modelos de silvicultura, em teste em iniciativas de parceria entre o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica (PACTO), os Laboratórios de Ecologia e Restauração Florestal (LERF) de Silvicultura Tropical (LST) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

i. Grupos silviculturais

Cada um dos modelos dos próximos itens apresenta as espécies nativas organizadas em grupos silviculturais, de acordo com o ciclo de produção e perspectivas de uso da madeira, sendo esses grupos constituídos por:

- a) **Madeira inicial:** tem como principal função ecológica ocupar rapidamente a área em processo de restauração, reduzindo as atividades de manutenção e criando condições adequadas para o crescimento das demais espécies de outras categorias sucessionais. Essas espécies são de crescimento rápido e copa ampla, mas de ciclo de vida curto, sendo características das fases iniciais de sucessão. Devido à baixa densidade da madeira, as espécies nativas de madeira inicial são utilizadas principalmente para caixotaria e carvão, e têm colheita planejada para 10 anos pós-plantio. Apesar do baixo valor da unidade métrica, essas madeiras podem trazer bom retorno financeiro, devido ao grande volume de exploração em curto período. O eucalipto foi incluído como madeira inicial, visando exploração para celulose e/ou serraria, em quatro dos cinco modelos.
- b) **Madeira média:** são espécies intermediárias da sucessão secundária. O desenvolvimento desse grupo é moderado, ou seja, de crescimento um pouco mais lento e de ciclo de vida mais longo que as espécies de madeira inicial. As espécies de madeira média se desenvolvem à meia luz, têm densidade de madeira muito variável, inclusive ao longo do ciclo de vida, mas com bom valor econômico para uso em carpintaria rústica, sendo explorada em ciclos de 20 anos após o plantio.
- c) **Madeira final:** São espécies típicas das etapas finais da sucessão florestal, características da floresta madura e que geralmente apresentam crescimento lento, ciclo de vida longo e alta densidade de madeira, e também resistem ao sombreamento. Nesse grupo está a maioria das espécies conhecidas como "Madeiras de Lei". São madeiras de elevado valor econômico, com uso mais nobre em marcenaria e carpintaria. O corte desse grupo ocorre em ciclos de 30-40 anos pós-plantio, quando os indivíduos atingem o diâmetro adequado.
- d) **Madeira complementar:** São espécies que apresentam rápido crescimento e copa ampla. Essas espécies são plantadas nas linhas de "Madeira Final", intercaladas com as espécies das etapas finais de sucessão florestal. O objetivo é fornecer sombra às espécies da mesma linha e das linhas adjacentes, evitando bifurcação das espécies de maior interesse madeireiro. Após cerca de 20 anos, os indivíduos dessas espécies morrem naturalmente ou são eliminados via

desbaste para aumentar a incidência de luz nos indivíduos de madeira final, visando aumentar o crescimento dos mesmos.

ii. Modelos de silvicultura de espécies nativas para a viabilização econômica da recomposição da Reserva Legal e restauração de áreas de baixa aptidão agrícola no Norte do Espírito Santo e Extremo Sul da Bahia, instalados na empresa FIBRIA e OCT¹²

O objetivo da iniciativa é de desenvolver e testar modelos de silvicultura de espécies nativas, incluindo o uso de eucalipto como espécie inicial, para a viabilização econômica da recomposição da Reserva Legal e restauração de áreas de baixa aptidão agrícola no Norte do Espírito Santo.

Nos esquemas a seguir (ver Figura 7) são apresentados os cinco modelos de silvicultura de espécies nativas desenvolvidos pela iniciativa, a serem testados em campo em uma propriedade rural da Fibria em Aracruz. Em todos os modelos que incorporaram o uso do eucalipto como espécie inicial, optou-se pelo plantio em linhas duplas (faixas) como forma de minimizar os danos à vegetação nativa plantada e regenerante por ocasião da exploração madeireira futura.

A exemplo do caso do uso do eucalipto, foi feita uma simulação para 360 ha e a análise dos Valores Presentes Líquidos (VPL) apresentados, utilizando a taxa de desconto de 10% ao ano, demonstrou que o investimento é considerado economicamente viável. Todos os clones apresentaram VPL positivo, então tanto individualmente quanto em conjunto o empreendimento se torna viável. A TIR encontrada para o investimento confirma os dados do VPL, mas em percentuais, ou seja, para o total do empreendimento, o retorno financeiro é superior à taxa de desconto adotada de 10%, podendo também ser interpretada como a taxa anual de crescimento do negócio.

Conforme os valores de VPL e TIR encontrados, é possível afirmar que a implementação de seringais em Reservas Legais com enfoque de utilização econômica são viáveis para a região do Pontal do Paranapanema. A análise desta cultura também permite afirmar que, além de economicamente viáveis, projetos com este escopo são social e ecologicamente favoráveis.

¹² Disponível em

http://www.esalqlastrop.com.br/downloads/modelos_de_silvicultura___norte_do_es_e_extremo_sul_da_bahia.pdf

Ambientalmente as espécies exóticas não interferem nas dinâmicas de sucessão das espécies nativas, e, sendo pioneiras, facilitarão o processo de colonização das espécies secundárias. Socialmente, auxiliará na geração de empregos, pois investimentos deste porte necessitam de mão-de-obra a ser absorvida na região. De acordo com a tabela de coeficientes técnicos, são necessárias pelo menos 52 diárias/homem para recompor um hectare (Pereira, 2010). Economicamente, mesmo havendo a necessidade de um investimento inicial disponibilizado pelo produtor rural, esse capital investido terá retorno com margem de lucro, ou seja, além do valor investido, há a possibilidade do proprietário adequar-se ambientalmente, medida obrigatória de acordo com o Código Florestal Brasileiro, com lucro sobre a atividade exercida.

O uso de linhas de plantio simples ou duplas também será testado para as espécies nativas madeireiras com o objetivo de reduzir os danos causados pela exploração madeireira futura.

Baseando-se nos grupos silviculturais descritos no item anterior, a lista de espécies de cada grupo está apresentada na Tabela 6:

Grupos	Nome Popular	Nome Científico	Qtde de mudas
Madeira Inicial	peito-de-pombo	<i>Tapirira guianensis</i>	160
	pau-viola	<i>Cytherexylum myrianthum</i>	160
	boleira	<i>Joannesia princeps</i>	160
	mululo	<i>Aegiphila sellowiana</i>	160
	fedegoso	<i>Senna macranthera</i>	160
	cinco-folhas	<i>Sparattosperma leucanthum</i>	160
	ingá-de-metro	<i>Inga edulis</i>	160
	ingá	<i>Inga laurina</i>	160
Madeira média	pau-sangue	<i>Pterocarpus rohrii</i>	280
	angico-canjiquinha	<i>Peltophorum dubium</i>	280
	angico-cangalha	<i>Mimosa artemisiana</i>	280
	angico-vermelho	<i>Newtonia spp.</i>	280
	angico-curtidor	<i>Anadenanthera peregrina</i>	280
	tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	280
	juerana-vermelha	<i>Parkia pendula</i>	280
	jequitibá-branco	<i>Cariniana estrelensis</i>	280
	sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>	280
	araribá	<i>Centropodium microchaete</i>	280
louro-pardo	<i>Cordia trichotoma</i>	280	
Madeira Final	cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	180
	ipê-roxo	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	180
	pau-brasil	<i>Caesalpinia echinata</i>	360
	ipê-felpudo	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	180
	jacarandá-da-Bahia	<i>Dalbergia nigra</i>	360
	jequitibá-rosa	<i>Cariniana legalis</i>	180
	peroba-amarela	<i>Paratecoma peroba</i>	180
	jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	180
	bálsamo	<i>Myrocarpus frondosus</i>	180
	vinhático	<i>Plathymenia foliolosa</i>	180
braúna	<i>Melanoxylon brauna</i>	180	
Madeira Complementar	Pau-cigarra	<i>Senna multijuga</i>	220
	Pinha-da-mata	<i>Rollinia sericea</i>	220
	Cascudeira	<i>Cordia spp.</i>	220
	Agoniada	<i>Himatanthus sucuuba</i>	220
	Cajá-mirim	<i>Spondias spp.</i>	220
	Cajá-do-mato	<i>Spondias spp.</i>	220
	Mangaba	<i>Talisia spp.</i>	220
	Murici	<i>Byrsonima spp.</i>	220
	Corindiba	<i>Trema micrantha</i>	220
	embaúba-branca	<i>Cecropia hololeuca</i>	220

Tabela 6 -Lista das espécies utilizadas no trabalho do PACTO.

Os modelos de exploração propostos, considerando diferentes ciclos de exploração e consórcio entre espécies, estão apresentados nos esquemas a seguir (Figura 7):

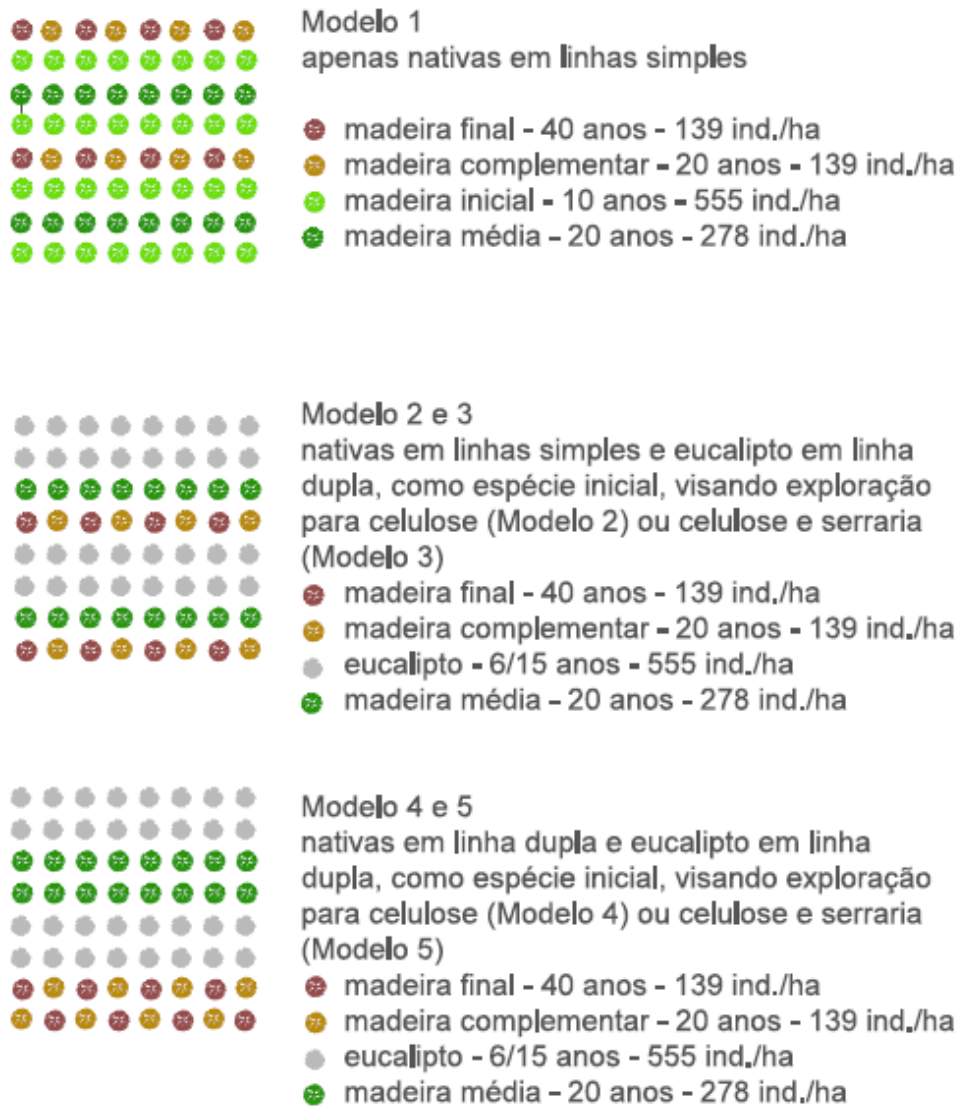


Figura 7 – Modelos de exploração propostos, considerando diferentes ciclos de exploração e consórcio entre espécies.

iii. b) Modelos de silvicultura de espécies nativas para a viabilização econômica da recomposição da Reserva Legal e restauração de áreas de baixa aptidão agrícola no Extremo Sul da Bahia- Instalado na empresa Suzano¹³

Baseando-se nos grupos silviculturais descritos no item anterior, a lista de espécies de cada grupo está apresentada na Tabela 7:

Espécies - Madeira Inicial		Espécies – Madeira Média	
Cinco-folhas	<i>Sparattosperma leucanthum</i>	Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i>
Boleira	<i>Joannesia princeps</i>	Aderno	<i>a identificar</i>
Fedegoso	<i>a identificar</i>	Canela fogo	<i>a identificar</i>
Farinha Seca	<i>Pterygota brasiliensis</i>	Angico Cangalha	<i>Anadenanthera peregrina</i>
Cajá do Mato	<i>Spondias venulosa</i>	Angico vermelho	<i>Parapiptadenia pterosperma</i>
Açoita Cavallo	<i>Luehea mediterranea</i>	Louro cortador	<i>Cordia trichotoma</i>
Tucaneiro	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>
Mululu	<i>Aegiphila sellowiana</i>	Garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>
Tamburil	<i>Enterolobium monjollo</i>	Cedro Canjerana	<i>Cabralea canjerana</i>
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Angico	<i>Peltophorum dubium</i>
		Cangiquinha	

Espécies - Madeira Final		Espécies - Madeira Complementar	
Jacarandá-da-bahia	<i>Dalbergia nigra</i>	Corindiba	<i>Trema micrantha</i>
Putumuju	<i>Centrolobium microchaete</i>	Amarelão	<i>Senna multijuga</i>
Ipe felpudo	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Embaúba Branca	<i>Cecropia hololeuca</i>
Ipe ovo de macuco	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Quaresminha	<i>Miconia spp.</i>
Ipê Roxo	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Inga edulis	<i>Inga edulis</i>
Peroba amarela	<i>Paratecoma peroba</i>	Ingá Mirim	<i>Inga marginata</i>
Maçaranduba	<i>Manikara salzmannii</i>	Fruto de Sabiá	<i>Acnistus arborescens</i>
Jatobá	<i>Hymenaea aurea</i>	Murici	<i>Byrsonima sericea</i>
Macanaíba	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Eritrina	<i>Erytrina fusca</i>
Pau-brasil	<i>Caesalpinia echinata</i>	Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>

Tabela 7 - Lista das espécies utilizadas divididas por grupo.

As espécies “pioneiras comerciais” consideradas foram o eucalipto, o cajá, o guapuruvu e a aroeira pimenteira.

4. MODELOS PROPOSTOS, ainda não implantados ou em fase de implantação

4.1.Cerrado

Esse item apresenta modelos preparados por Giselda Durigan, pesquisadora do Instituto Florestal do Estado de São Paulo. Esses modelos ainda não foram validados em campo de podem passar por complementações.

¹³ Disponível em

http://www.esalqilastrop.com.br/downloads/modelos_de_silvicultura___extremo_sul_da_bahia.pdf

a) Produtos Florestais Madeireiros (PFM)

- **Plantios mistos:** plantio convencional com todas as espécies aleatoriamente distribuídas. O primeiro desbaste pode ser direcionado às espécies de crescimento mais rápido, como por exemplo, o angico. Pode incluir espécies madeireiras com potencial para carro-chefe e espécies de fácil cultivo com importante uso ecológico.
- **Plantio em linhas alternadas com exóticas:** espécies exóticas do gênero *Pinus*, DESDE QUE a área seja distante de fisionomias campestres naturais de Cerrado (mínimo de 5 quilômetros) ou *Eucalyptus*, desde que adaptado a solos de Cerrado. Pode ter espécies madeireiras com potencial para carro-chefe, bem como as de fácil cultivo e importante para uso ecológico (Figura 8).
- **Tabuleiro de xadrez:** mini talhões puros (módulos dimensionados pelo tamanho mínimo operacional, por exemplo, 0,5 ha), formando um mosaico composto por várias espécies de potencial madeireiro. Espécies madeireiras com potencial para carro-chefe (Figura 9).

b) Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM)

- **Pomares do Cerrado:** consorciação de espécies arbóreas (frutíferas, produtoras de sementes, casca, resina) plantadas em espaçamento amplo (8 x 8 m entre as árvores grandes) com espécies de pequeno porte (2 x 2 m) complementando o espaço entre as maiores. Pode ter espécies do grupo de fornecedoras de *produtos florestais não madeireiros* (PFNM) com potencial para carro-chefe, espécies interessantes do ponto de vista econômico (Figura 10).
- **Fruti-pastoricultura:** consorciação de espécies arbóreas (frutíferas, produtoras de sementes, casca) plantadas em espaçamento amplo (8 x 8 m), com pastagem no espaço entre árvores. Pode ter espécies fornecedoras de produtos florestais não madeireiros com potencial para carro-chefe (Figura 11).

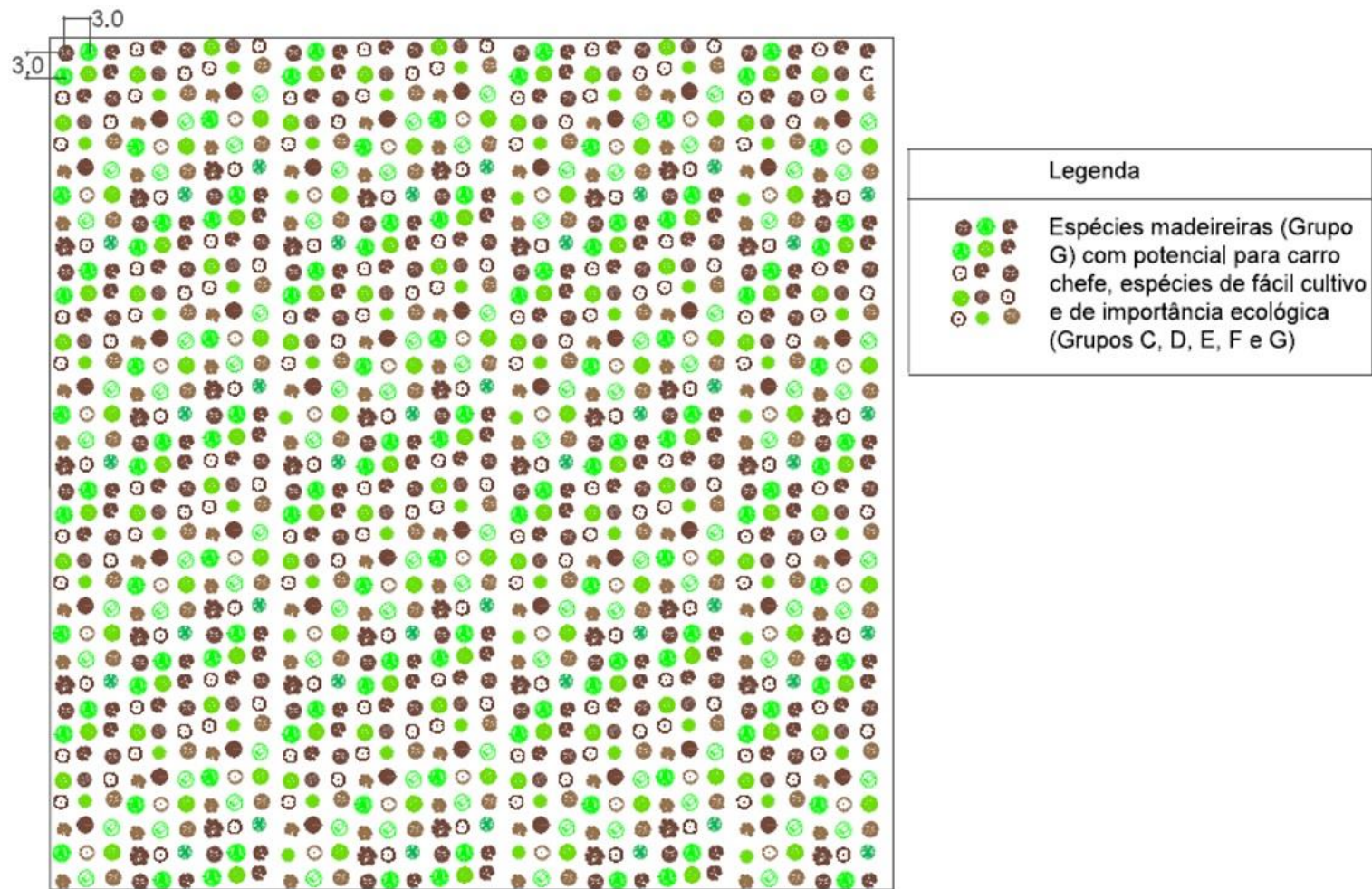


Figura 8 - Modelo Plantios mistos para Cerrado.

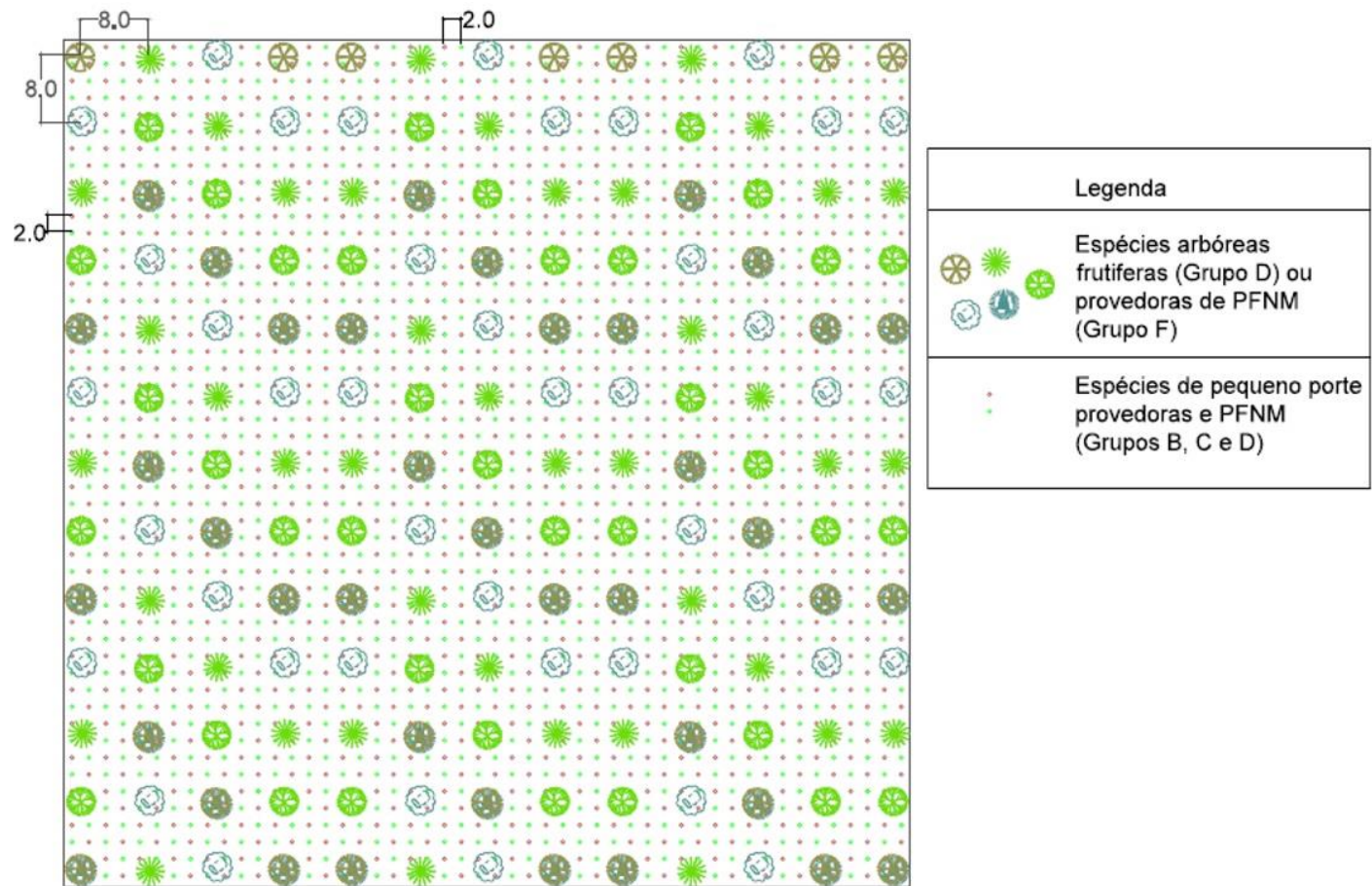


Figura 10 - Sistema de Pomar do Cerrado.

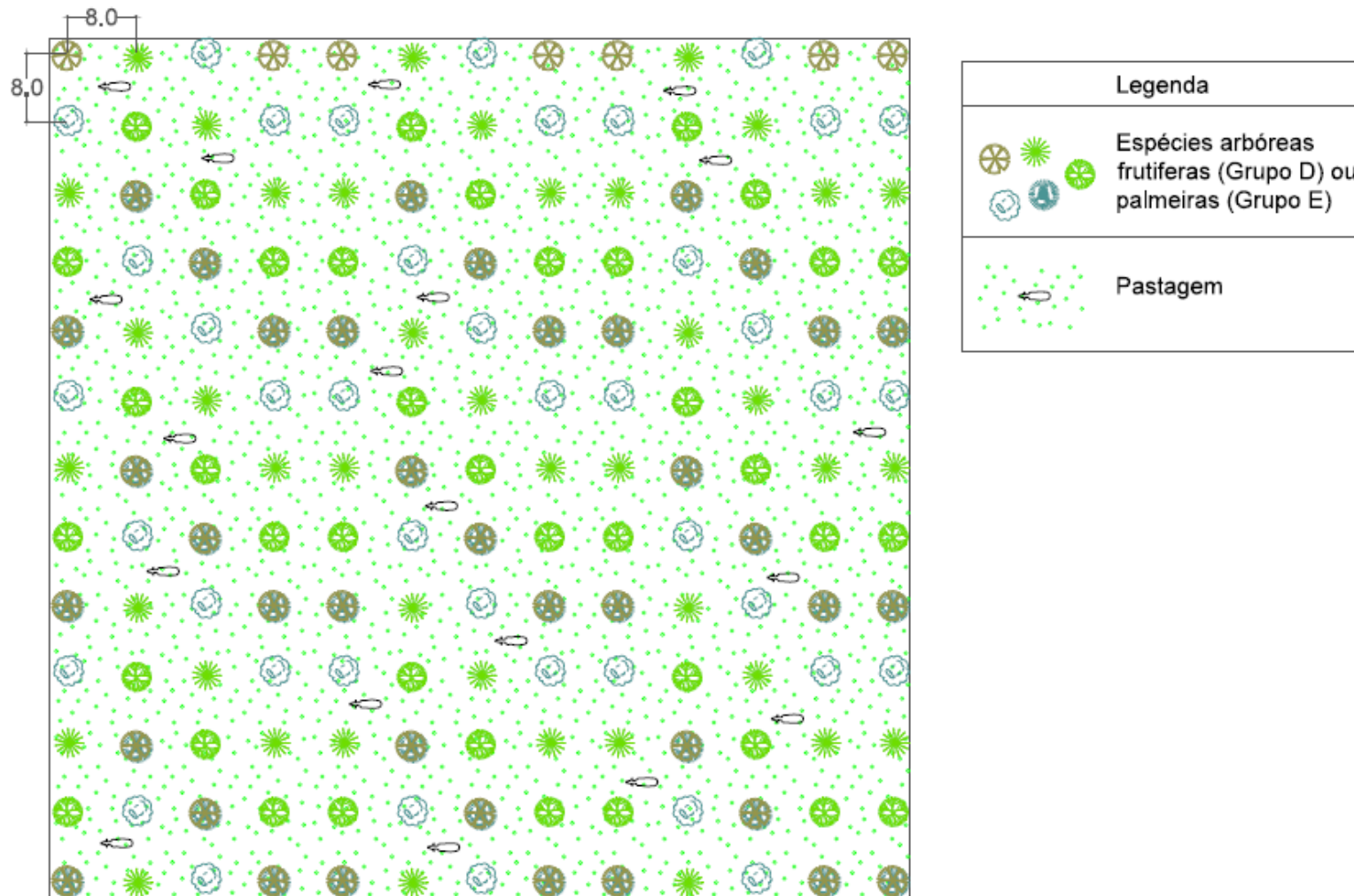


Figura 11 – Sistema de Fruti-Pastoricultura

4.2. Mata Atlântica - Modelo de sistema modular de uso múltiplo florestal para Reserva Legal com plantio de espécies arbóreas nativas e exóticas

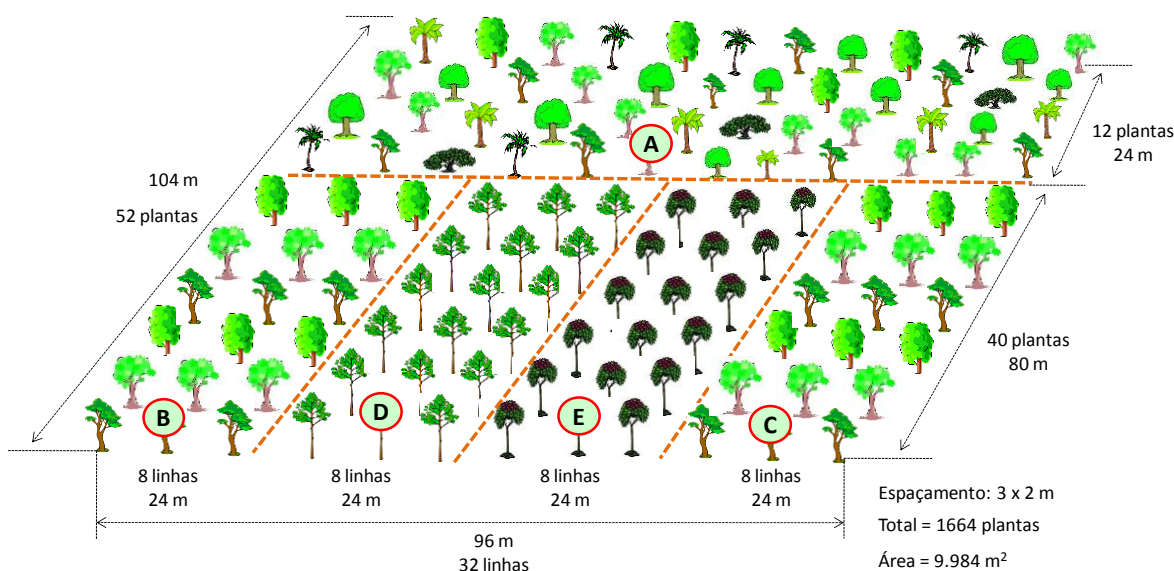
Esse modelo faz parte de projeto escrito pelo Engenheiro Florestal João Carlos Teixeira Mendes, pesquisador da Estação Experimental de ESALQ-USP.

a) Arranjo espacial do modelo: O arranjo espacial do modelo foi elaborado para ser instalado em 1,0 ha, a fim de facilitar a sua localização e a sua réplica em diferentes propriedades rurais (Figura 12). O arranjo prevê a intercalação de cinco módulos de plantas visando alcançar, concomitantemente, os objetivos econômicos e ecológicos da Reserva Legal, conforme descrição a seguir:

Módulo A: unidade constituída com alta diversidade de espécies nativas de árvores, palmeiras e arbustos, com os principais objetivos de: (i) formar um banco de sementes para a propagação das espécies *in loco*; e (ii) promover a produção de bens não madeireiros, como por exemplos, sementes e essências. Nesse módulo serão plantadas 384 mudas de espécies nativas (23% do total de plantas).

Módulos B e C: unidades constituídas exclusivamente com espécies de árvores nativas, com os principais objetivos de: (i) promover a produção múltipla madeireira; e (ii) formar um banco de sementes para a propagação das espécies *in loco*. Em cada módulo serão plantadas 320 mudas, totalizando 640 plantas arbóreas nativas (38,5% do total de plantas).

Módulos D e E: unidades constituídas exclusivamente com espécies exóticas de rápido crescimento visando à produção múltipla madeireira. Em cada módulo serão plantadas 320 mudas, totalizando 640 plantas arbóreas exóticas (38,5% do total de plantas).



A – Módulo para biodiversidade e banco de sementes com espécies nativas

B e C – Módulos para produção de bens madeireiros e banco de sementes com espécies nativas

D e E – Módulos para produção de bens madeireiros com espécies exóticas de rápido crescimento

Figura 12 – Croqui do arranjo espacial do modelo de sistema modular de uso múltiplo florestal para Reserva Legal com plantio de espécies arbóreas nativas e exóticas.

b) Distribuição espacial dos módulos: A proposta da distribuição espacial dos módulos levou em consideração alguns aspectos importantes sobre a ecofisiologia do sistema produtivo, sobre a implantação florestal, sobre a colheita de madeira e sobre o potencial de recuperação natural do sistema pós-colheita.

Aspectos ecofisiológicos do sistema produtivo: Uma das preocupações do modelo foi buscar alternativas no arranjo para minimizar o problema da heterogeneidade do ritmo de crescimento entre as espécies arbóreas e, conseqüentemente, conseguir reduzir a competição entre elas. Para isso, as principais medidas propostas foram:

- **Instalação em módulos (blocos):** Considerando que, em geral, as espécies exóticas já consolidadas economicamente no Brasil apresentam ritmo de crescimento mais acelerado do que as espécies nativas, é certo afirmar que elas dominarão o sistema produtivo num curto prazo de tempo, principalmente as espécies do gênero *Eucalyptus*. Nesse contexto, pode-se inferir que o sistema de plantio intercalado de linhas ou plantas tenderá ao favorecimento das exóticas e, conseqüentemente, à supressão de um grande número de indivíduos das nativas. Para evitar que isso aconteça, o modelo propõe o plantio em blocos de exóticas e de nativas separadamente (Figura 13A);
- **Disposição dos módulos:** Considerando que as espécies de rápido crescimento são mais eficientes no aproveitamento da energia luminosa, é muito importante que o arranjo também proporcione condições favoráveis de luminosidade às espécies de crescimento médio e lento. Nesse contexto, o modelo propõe a instalação dos módulos de espécies nativas nas extremidades da área, tendo em vista que, a médio e longo prazo, quanto mais próximo da borda do plantio maior será a disponibilidade de luz (Figura 13B)

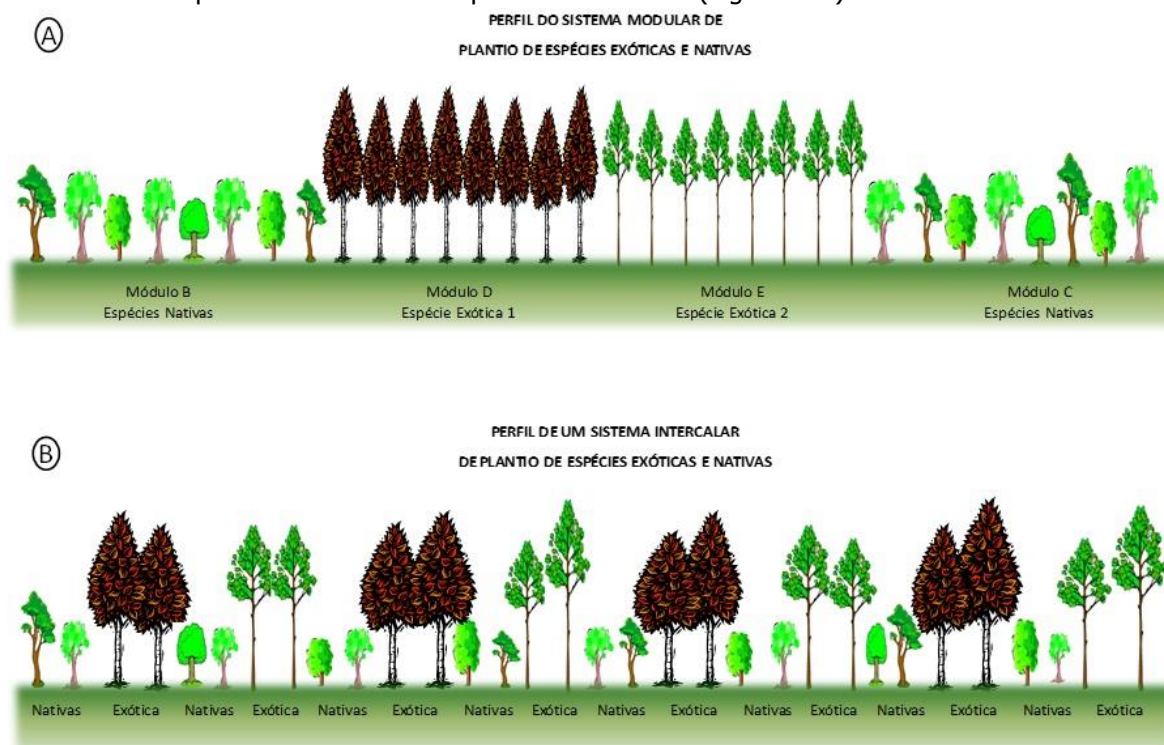


Figura 13 – Comparação entre dois perfis de possíveis plantios de espécies exóticas e nativas em Reserva Legal: A- Sistema Modular e B- Sistema Intercalar.

Aspectos sobre a implantação florestal: Para facilitar a distribuição das mudas no campo, o modelo padronizou um delineamento de plantio modular de 8 linhas com 52 plantas cada uma. As 40

primeiras plantas de cada linha deverão ser destinadas à produção múltipla madeireira, formando os Módulos B e C com espécies nativas e os Módulos D e E com espécies exóticas. Já, as 12 últimas plantas de cada linha deverão ser destinadas à produção não madeireira e à conservação da biodiversidade, formando o Módulo A. Esse Módulo deverá ser posicionado próximo ou junto de remanescente de vegetação nativa, a fim de promover o fluxo gênico, zoocórico e/ou anemocórico, entre a área natural e a área plantada (Figura 14).

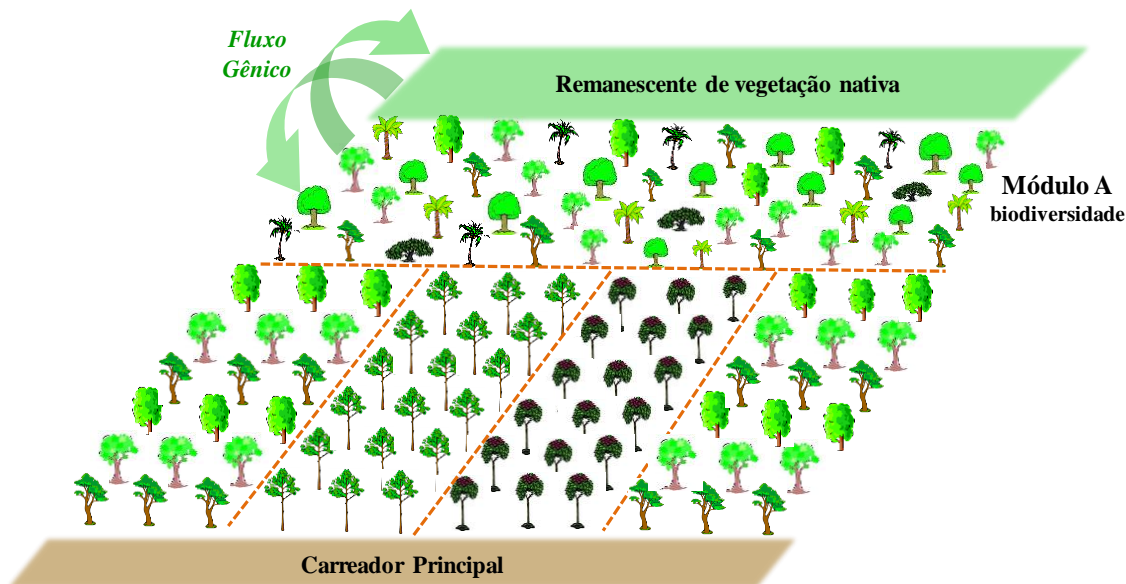


Figura 14 – Ilustração do posicionamento do plantio do Módulo A na Reserva Legal.

Aspectos sobre a colheita de madeira: O arranjo proposto visa facilitar a aplicação dos princípios de colheita de baixo impacto para minimizar os efeitos negativos da colheita de madeira e, conseqüentemente, aumentar a garantia do manejo sustentável na Reserva Legal. A disposição das espécies em módulos facilitará o planejamento do corte e da extração em função da idade do povoamento e do tipo de produto madeireiro desejado. Para um maior controle da distribuição espacial dos impactos e para um menor tempo de resiliência do povoamento pós-colheita, propõem-se colheitas modulares que poderão ocorrer de forma sistemática e/ou seletiva. A derrubada das árvores deverá ser impreterivelmente direcionada, para não causar danos nas árvores remanescentes e facilitar a extração da madeira. Para reduzir os impactos do tráfego da equipe e de máquinas da colheita, propõe-se que tanto o acesso ao interior do povoamento como a extração de madeira seja sempre realizada pela parte frontal dos Módulos B, C, D e E (Figura 15). Por isso, a parte frontal desses Módulos deverá estar sempre voltada para um carreador.



Figura 15 – Ilustração da extração de madeira obrigatoriamente pelo carreador principal.

Aspectos sobre o potencial de recuperação natural do sistema pós-colheita: Como os Módulos com as espécies exóticas de rápido crescimento têm como principal objetivo a produção de bens madeireiros, com o passar do tempo apresentarão a maior concentração de impactos da colheita e a maior intensidade de abertura de clareiras. Nesse contexto, propõe-se que os Módulos D e E sejam estrategicamente localizados na região central, a fim de que essas áreas sejam favorecidas com as chuvas de sementes que serão promovidas pelos Módulos das espécies nativas do entorno (Módulos A, B e C) e que, conseqüentemente, consiga-se promover uma recuperação mais rápida das regiões mais afetadas pela produção de madeira (Figura 16).

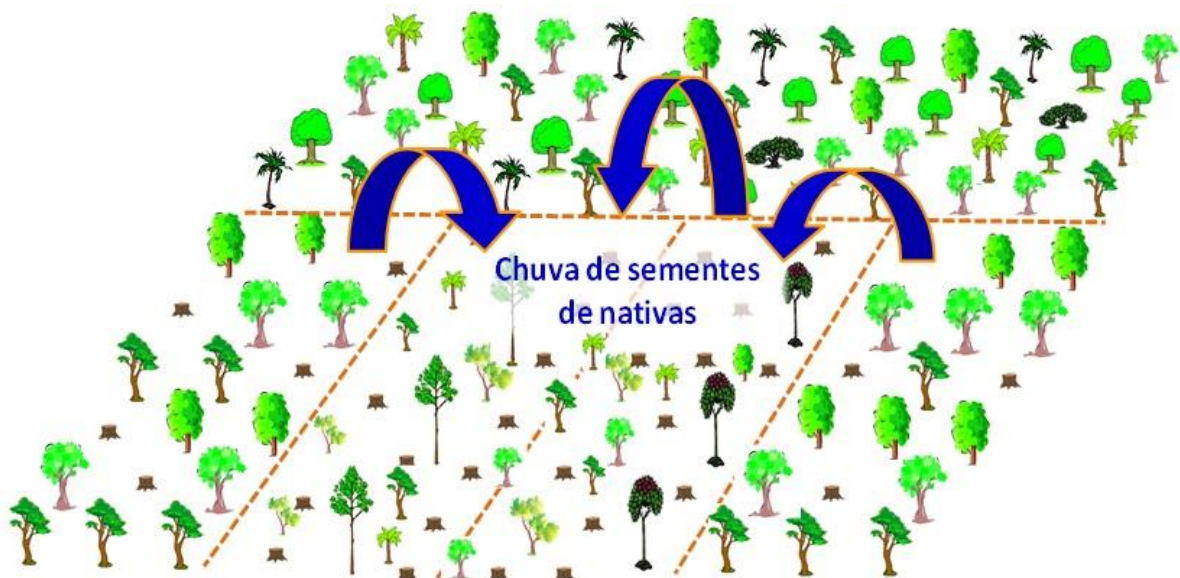


Figura 16 – Ilustração do fluxo da chuva de sementes de espécies nativas proveniente dos Módulos A, B e C e que ajudará na recuperação natural da região dos Módulos D e E.

c) Manejo modular do sistema produtivo de madeira: O sistema de manejo da Reserva Legal para a produção de bens madeireiros é fundamental para garantir, em longo prazo, tanto a sua viabilidade econômica como o seu potencial de cumprir com os benefícios ambientais. Nesse sentido, o manejo do modelo em questão estabelece os Módulos como unidades de área para o planejamento da extração madeireira, conforme descrito na tabela abaixo.

Prazo	Idade (Anos)	Módulos	Desbaste	Produto	Finalidade
Curto	5º ao 7º	D e E	Sistemático: em linha e/ou modular	Madeira fina	Construção civil, tratamento e cerca
Médio	7º ao 15º	B e C	Seletivo	Madeira fina e grossa	Construção civil e cerca
		D e E	Seletivo	Madeira grossa	Construção civil, tratamento e serraria
Longo	a partir do 15º	B e C	Seletivo	Madeira grossa	Construção civil e serraria
		D e E	Seletivo	Madeira grossa	Construção civil, tratamento e serraria

Tabela 8- Proposta de manejo para extração de madeira dos Módulos em curto, médio e longo prazo.

Glossário:

- Desbaste sistemático em linha: extração de 50% das árvores do módulo por meio do corte de linhas inteiras de plantio.
- Desbaste sistemático modular: colheita total das árvores do módulo. Não se recomenda o desbaste sistemático modular simultâneo nos dois módulos.
- Desbaste seletivo: colheita de indivíduos selecionados por espécie e tamanho que atenda a finalidade da madeira.
- Madeira fina: árvores com até 30 cm de diâmetro.
- Madeira grossa: árvores com diâmetro superior a 30 cm de diâmetro.
- Construção civil: escora para andaime, pé-direito e estruturas em geral.
- Tratamento: produtos para paisagismo, postes, estruturas para construção civil, mourões, etc.
- Cerca: mourões e lascas sem tratamento.
- Serraria: tábuas, vigas, ripas, pisos etc.

d) Aspectos silviculturais: Seguem abaixo algumas recomendações importantes visando aumentar as chances de sucesso do Modelo proposto, tendo em vista as suas concepções técnicas e econômicas.

- **Espaçamento de plantio:** O espaçamento deverá ser padronizado para todos os Módulos a fim de facilitar a operacionalização do plantio e, conseqüentemente, conseguir minimizar os custos da implantação. Para modelos de uso múltiplo florestal, devem-se adotar espaçamentos que maximizem a produtividade e atendam os diferentes objetivos das espécies plantadas. Por isso, no modelo em questão propõe-

se o espaçamento 3 x 2 m, que além de já ter sido comprovado como viável para obter boa produtividade de madeira tanto para espécies exóticas como nativas, também, atende à legislação no que diz respeito à densidade mínima de plantas nativas que devem compor o sistema.

- **Número de espécies:** O número de espécies deverá ser estabelecido para cada Módulo em função do seu objetivo. No Módulo A deve-se adotar um número mínimo de espécies que atenda à legislação vigente, abrangendo exemplares de árvores, palmeiras e arbustos. Nos Módulos B e C, recomenda-se uma quantidade máxima de 10 a 15 espécies nativas com características fenotípicas favoráveis à produção de madeira, considerando que é normal a ocorrência de alta heterogeneidade, (intraespecífica e interespecífica), de desenvolvimento e de forma dos indivíduos arbóreos nativos e, conseqüentemente, quanto maior o número de espécies maior será a dificuldade de se estabelecer medidas silviculturais para o melhor aproveitamento do plantio (como, por exemplo, realizar a seleção de árvores para efetuar a desrama). Nos Módulos D e E, recomenda-se que seja plantada uma espécie em cada módulo, visando: (i) diminuir a competição entre espécies e maximizar a produtividade; (ii) aumentar o potencial de diversificação de produtos madeireiros como, por exemplo, plantar uma espécie voltada para produção em curto prazo e outra para médio e longo prazo; (iii) aproveitar melhor o potencial de espécies exóticas já consolidadas no mercado brasileiro; e (iv) aumentar a garantia de retorno financeiro ao produtor rural num curto prazo de tempo.
- **Preparo do solo:** Recomenda-se que o preparo de solo seja realizado com base nos princípios de cultivo mínimo, tendo em vista os seus benefícios ambientais e a sua viabilidade para diferentes condições edáficas. Em geral, o preparo consiste na descompactação do solo para favorecer o desenvolvimento radicular das plantas e promover um uso mais eficiente da água e dos nutrientes e, conseqüentemente, proporcionar um crescimento mais rápido e com maior vigor nutricional das plantas. Em área mecanizável, recomenda-se o uso de um subsolador florestal para subsolagem entre 40 e 60 cm de profundidade.
- **Controle de formigas cortadeiras:** O controle de saúvas (*Atta* spp.) e quenquéns (*Acromyrmex* spp.) é uma operação extremamente importante para garantir a máxima produtividade do empreendimento florestal. O método mais eficiente do ponto de vista econômico e ambiental é o controle com o uso de isca formicida a base de sulfluramida. O primeiro controle deverá ser realizado pré-plantio, preferencialmente, nas condições naturais em que se encontrar a área. Se a área estiver muito suja e se for necessária uma roçada ou capina química para melhor visualização dos formigueiros, a área deverá ser mantida em pousio por um período mínimo de 20 dias após a limpeza, antes de se efetuar a aplicação da isca formicida.

Esse período é necessário para a reestruturação dos formigueiros após intervenção na área e, conseqüentemente, não comprometer a atração da isca e o carregamento da quantidade suficiente para o interior dos formigueiros. Após o plantio, deverão ser realizadas rondas periódicas para avaliar o grau de infestação e de danos nas plantas. Uma vez por ano deverá ser feita a aplicação localizada ou sistemática de isca formicida em área total e nas suas adjacências. É importante destacar que após a aplicação de isca formicida, uma nova aplicação só terá eficiência após 60 a 90 dias, que é o período necessário para a renovação da colônia de formigas. Na Tabela 9 encontram-se as recomendações gerais para o embasamento do controle de formigas.

Etapa	Condição da área	Métodos do controle com isca formicida			
		Época	Aplicação	Insumo	Dosagem
Pré-plantio	Limpa: com capina química ou roçada mecânica	20 dias após limpeza	Localizada	Isca a granel	10g/m ² de murudum
	Suja: na condição natural	até 7 dias antes do preparo do solo	Sistemática	Micro-porta-iscas (Minipis)	1 Minipis de 10 gr a cada 7 plantas na linha
Pós-plantio	Limpa: sem dificuldade visual	60 a 90 dias após o primeiro controle	Localizada	Isca a granel	10g/aplicação no formigueiro isolado e no carreiro
Pós-plantio (manutenção)	Limpa: sem dificuldade visual	1 vez ao ano, no período de menor precipitação	Localizada	Isca a granel	2,0 kg.ha ⁻¹ distribuídos nos formigueiros e nos carreiros

Tabela 9- Recomendações técnicas para o controle de formigas cortadeiras.

- **Controle de mato-competição:** o controle de mato-competição é uma das principais operações silviculturais, principalmente, nos dois primeiros anos de crescimento das mudas. O controle efetivo das gramíneas e de outras plantas que competirão com as espécies arbóreas por luz e nutrientes é um dos principais fatores para aumentar a produtividade das espécies (CAMPOS; STAPE; MENDES, 2010). Recomenda-se que o controle seja realizado em área total, tendo em vista que essa medida irá assegurar que os objetivos de todos os Módulos de espécies nativas e exóticas sejam alcançados. Essa operação poderá ser feita por meio de capina química ou com roçada semi-mecanizada com roçadeira costal nas linhas de plantio e mecanizada nas entrelinhas.
- **Fertilização do plantio:** as espécies arbóreas nativas apresentam grande variabilidade de comportamento em relação à demanda nutricional e às respostas às adubações minerais. Em função disso, torna-se impraticável a realização de fertilização específica para cada espécie em plantios heterogêneos. Como solução, no modelo em questão propõe-se a recomendação básica já consolidada para as espécies

exóticas, tanto em termos operacionais quanto em termos nutricionais, até porque, elas serão o carro-chefe para a produção madeireira em curto prazo e, por isso, deve-se buscar atingir as máximas produtividades dessas espécies. Certamente, as recomendações a seguir irão assegurar o suprimento de nutrientes tanto para as espécies exóticas quanto para as espécies nativas (Tabela 10).

Operação	Período	Insumo	Objetivo	Método de Aplicação
Calagem	45 dias pré-plantio	Calcário-dolomita	Correção da acidez; Fonte de magnésio; Fonte de cálcio	Na área total: distribuído a lanço na superfície sem incorporação
Adubação de base I	0 a 5 dias pós-plantio	Superfosfato triplo ou formulação (N-P-K)	Fonte de fósforo	Localizado: no sulco de plantio ou em covetas ao lado das mudas
Adubação de base II	90 a 120 dias pós-plantio	Formulação (N-P-K)	Fonte de nitrogênio; Fonte de fósforo; Fonte de potássio	Localizado: em covetas ao lado das mudas
Adubação de cobertura I	1 ano pós-plantio	Formulação (N-P-K)	Fonte de nitrogênio; Fonte de fósforo; Fonte de potássio	Localizado: na superfície ao longo da linha de plantio ou ao redor das mudas
Adubação de cobertura II	2 anos pós-plantio	Formulação (N-P-K)	Fonte de nitrogênio; Fonte de fósforo; Fonte de potássio	Localizado: na superfície ao longo da linha de plantio ou ao redor da mudas

Tabela 10- Recomendações práticas de fertilização mineral, tanto para o plantio das espécies exóticas como das espécies nativas.

Na calagem recomenda-se uma dosagem de 2,0 a 3,0 t.ha⁻¹ de calcário-dolomítico que deverá ser distribuído em área total, sem necessidade de se fazer a incorporação no solo.

Já nas demais adubações as dosagens deverão ser embasadas em análise físico-química do solo, cuja amostragem deverá ser feita numa camada de 0 a 20 cm de profundidade, antes do início das operações de preparo do solo. A partir dos resultados da análise, em cada operação de adubação deverá ser adotada a dose recomendada de cada macronutriente, conforme descrito nas Tabelas 11, 12 e 13.

Dose de N	Teor de matéria orgânica (M.O.) no solo		
	g.dm⁻³		
	0 - 15	16 - 40	> 40
kg.ha⁻¹	60	40	20

Tabela 11 – Recomendação de fertilização com Nitrogênio, de acordo com o teor de matéria orgânica no solo. Fonte: Adaptado de GONÇALVES (1995).

Teor de argila no solo	Teor de P por resina no solo mg.dm ⁻³			
	0 - 2	3 - 5	6 - 8	> 8
%	Dose de P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)			
< 15	60	40	20	0
15 - 35	90	70	50	20
> 35	120	100	60	30

Tabela 12 – Recomendação de fertilização com Fósforo, de acordo com o teor de argila e de P disponível no solo. Fonte: Adaptado de GONÇALVES (1995).

Teor de argila no solo	Teor de K trocável no solo mmol ₃ .dm ⁻³		
	0 - 0,7	0,8 - 1,5	> 1,5
%	Dose de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)		
< 15	50	30	0
15 - 35	60	40	0
> 35	80	50	0

Tabela 13 – Recomendação de fertilização com Potássio, de acordo com o teor de argila e de K trocável no solo. Fonte: Adaptado de GONÇALVES (1995).

Recomenda-se ainda a aplicação dos micronutrientes boro e zinco, tendo em vista que são comprovadamente importantes para algumas espécies exóticas como, por exemplo, para evitar a seca de ponteiro em algumas espécies de *Eucalyptus*. Esses micronutrientes poderão ser incorporados nas formulações de N-P-K a serem utilizadas nas adubações de cobertura I e II, na concentração de 0,3% de B e 0,5% de Zn. Com essa adubação será aplicada uma dose de 0,75 a 1,0 kg.ha⁻¹ de B e de 1,25 a 1,5 kg.ha⁻¹ de Zn (GONÇALVES, 1995).

Desrama: Para a produção madeireira é normal buscar nos ecossistemas naturais espécies nativas que apresentam crescimento monopodial, tendo em vista o melhor aproveitamento comercial do fuste. Porém, algumas espécies com crescimento monopodial no interior da floresta, quando plantadas em ambientes abertos podem apresentar crescimento com ramificações simpodial e em dicásio, o que é um fato indesejável para a produção de madeira devido ao desenvolvimento de vários ramos secundários. Nesses casos torna-se necessária a realização de desrramas, a fim de controlar o desenvolvimento de ramificações secundárias e priorizar o desenvolvimento de apenas um fuste comercial. Nos Módulos das nativas, B e C, recomenda-se que a desrama seja feita a partir do primeiro ano de plantio, em todas as plantas que apresentarem bifurcações a partir de 40 cm do solo. Também, anualmente, deve ser feita uma vistoria nesses Módulos para desrramar todos os indivíduos que apresentarem ramificações secundárias e retenção de galhos, a fim de melhorar a qualidade dos fustes e agregar valor na madeira. No caso dos Módulos com espécies exóticas, D e E, a desrrama só será

necessária no caso de manejo para a produção de madeira grossa para serraria e quando a espécie plantada não apresentar queda natural de ramos. Nesse caso, recomenda-se que a desrama seja feita a partir de um diâmetro a altura do peito (DAP) de 12 cm. Normalmente, ela é feita até 6,0 m de altura. A partir disso, os custos operacionais começam tornar essa operação inviável economicamente. Para o sucesso, tanto do ponto de vista econômico como técnico, a desrama deverá ser feita por mão-de-obra capacitada e, também, deve-se utilizar ferramentas adequadas como, por exemplo, serrotes específicos de fabricantes consolidados no mercado.

Desbrota: Essa operação poderá ser uma alternativa de manejo para ampliar os ciclos de produção de madeira nos Módulos das exóticas quando for adotado desbaste sistemático e, principalmente, quando a espécie plantada apresentar ótimo potencial de brotação após a colheita. Predizer o melhor momento para a realização da desbrota é difícil porque cada espécie apresenta um potencial específico de brotação e de desenvolvimento dos brotos. Porém, usualmente, recomenda-se que essa operação seja realizada quando os brotos atingirem uma altura média de 2,0 m. No momento da desbrota, devem-se cortar os brotos inferiores em termos de crescimento e de forma, deixando no máximo dois brotos por cepa, quando não existir um broto claramente predominante.

O segundo bloco será destinado a modelos de produtos florestais não madeireiros:

Para este modelos optou-se por classificar as espécies da maneira que se segue:

A - Herbáceas, PFNM, anual, adubação verde, agrícolas (em Sistemas Agroflorestais - SAFs)

B - Herbáceas, PFNM, ornamentais, alimentares, medicinais. Permanecem no sistema. Resistentes à sombra.

C - Arbustivo-arbóreas. PFNM. Tolerantes à sombra. Estrutura arbórea permanente.

D - arbustivo-arbóreas. PFNM. Demanda de luz. Frutíferas. Estrutura arbórea permanente.

E - Palmeiras. Arquitetura que permite arbóreas, herbáceas, SAF e não faz sombra. Ornamentais. Frutos, palmito. Uso múltiplo.

F - Arbóreas. PFNM. Estrutura arbórea permanente.

G - Arbóreas. Produtos florestais madeireiros ou de uso múltiplo.

H - Epífitas. PFNM. Ornamentais

Ilha de Diversidade - Espécies arbóreas, arbustivas, herbáceas, epífitas. Preferencialmente da fitofisionomia local. Proporcionam biodiversidade, processos ecológicos, dinâmica. Estrutura arbórea permanente.

A partir desta classificação foram preparados os seguintes modelos:

4.3.Sistema Agroflorestal

O delineamento está apresentado nas figuras 17 (para os 3 primeiros anos) e 18 (para os demais anos).

Para este Sistema podem ser utilizadas as espécies classificadas como carro-chefe ou interessantes economicamente que se encaixem na classificação F (produtos florestais não madeireiros) e/ ou G (produtos florestais madeireiros ou de uso múltiplo).

4.4. Sistema Intercalado

O delineamento está apresentado na Figura 19 e tem como espécies carro-chefe as palmeiras Pupunha e Juçara.

4.5. Sistema Modular

O delineamento para este modelo está apresentado na figura 20 e tem como carro-chefe a Seringueira e a Guariroba.

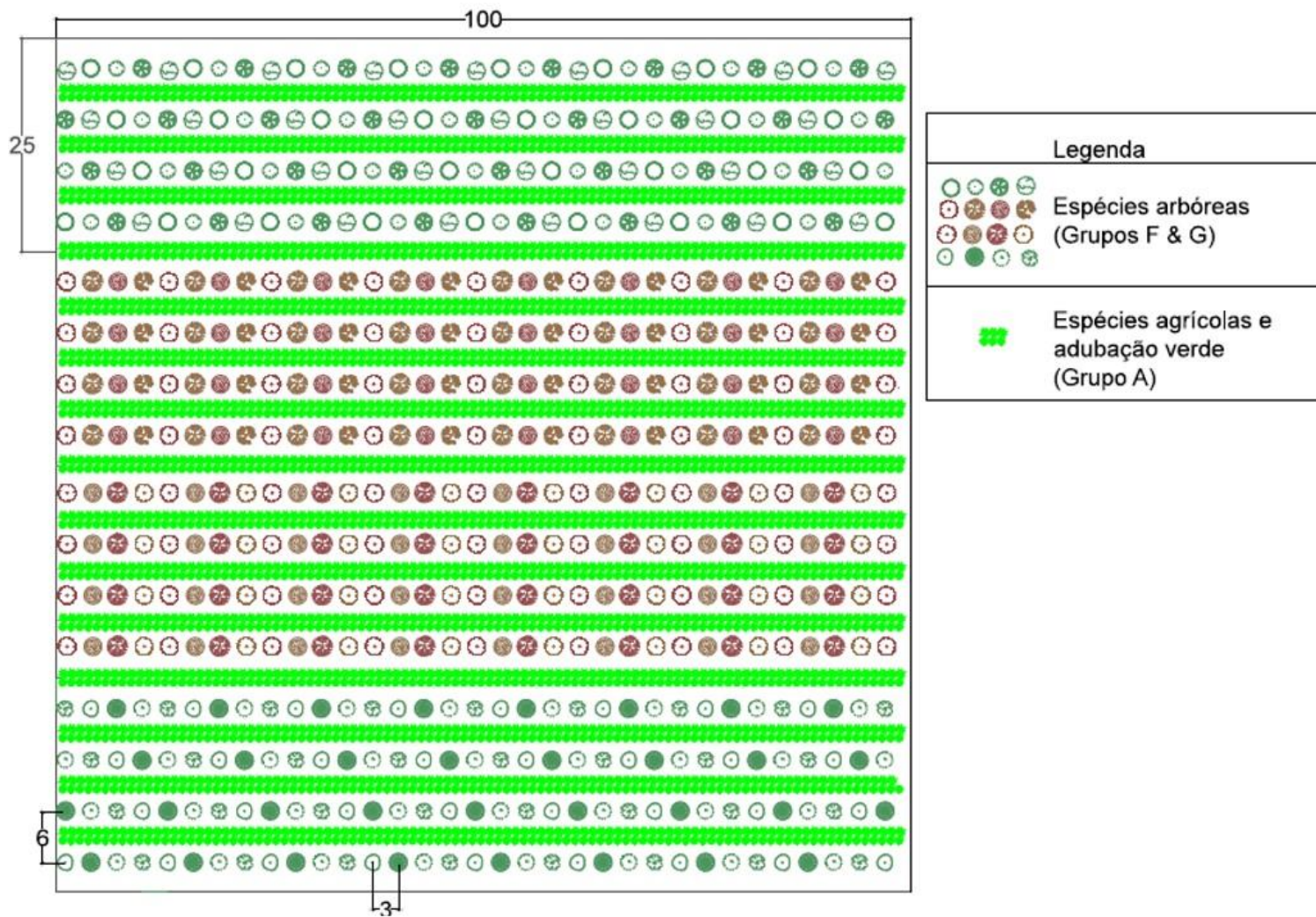


Figura 17 – Sistema Agroflorestal de 0 a 3 anos

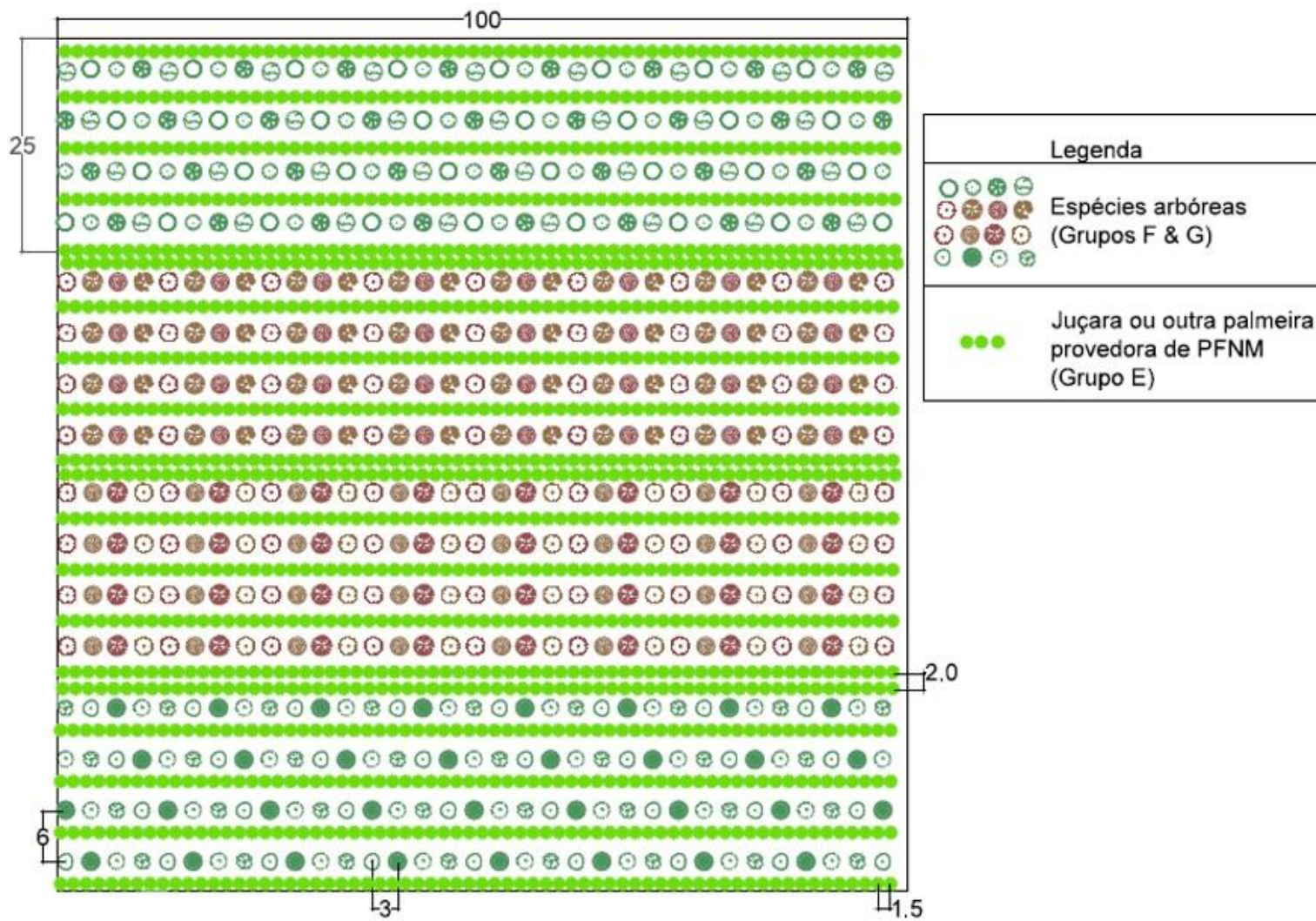


Figura 18 – Esquema para sistema Agroflorestal a partir do 3º ano.

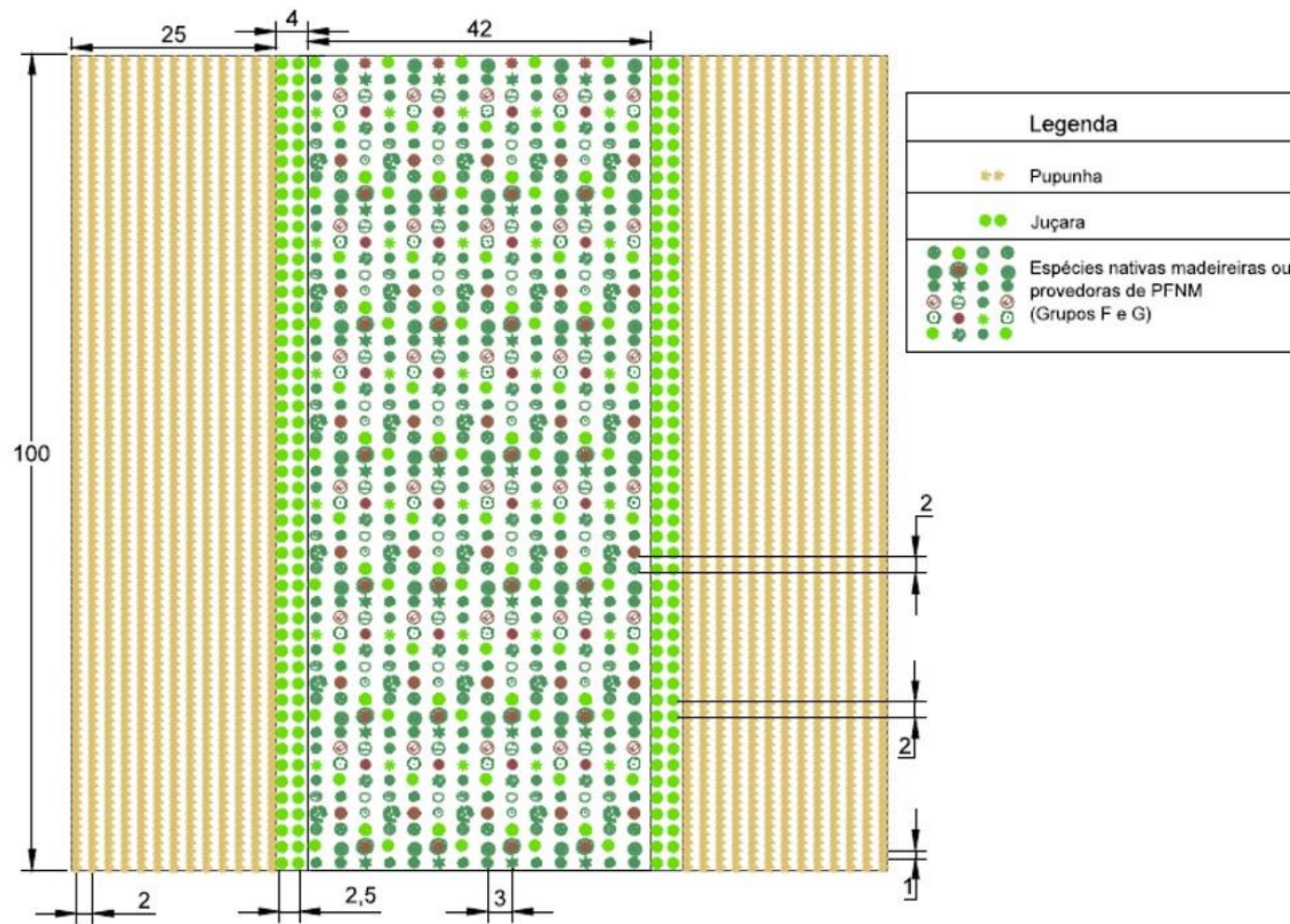


Figura 19 –Modelo tendo como carro-chefe Pupunha e Juçara intercalada com espécies arbóreas F e G.

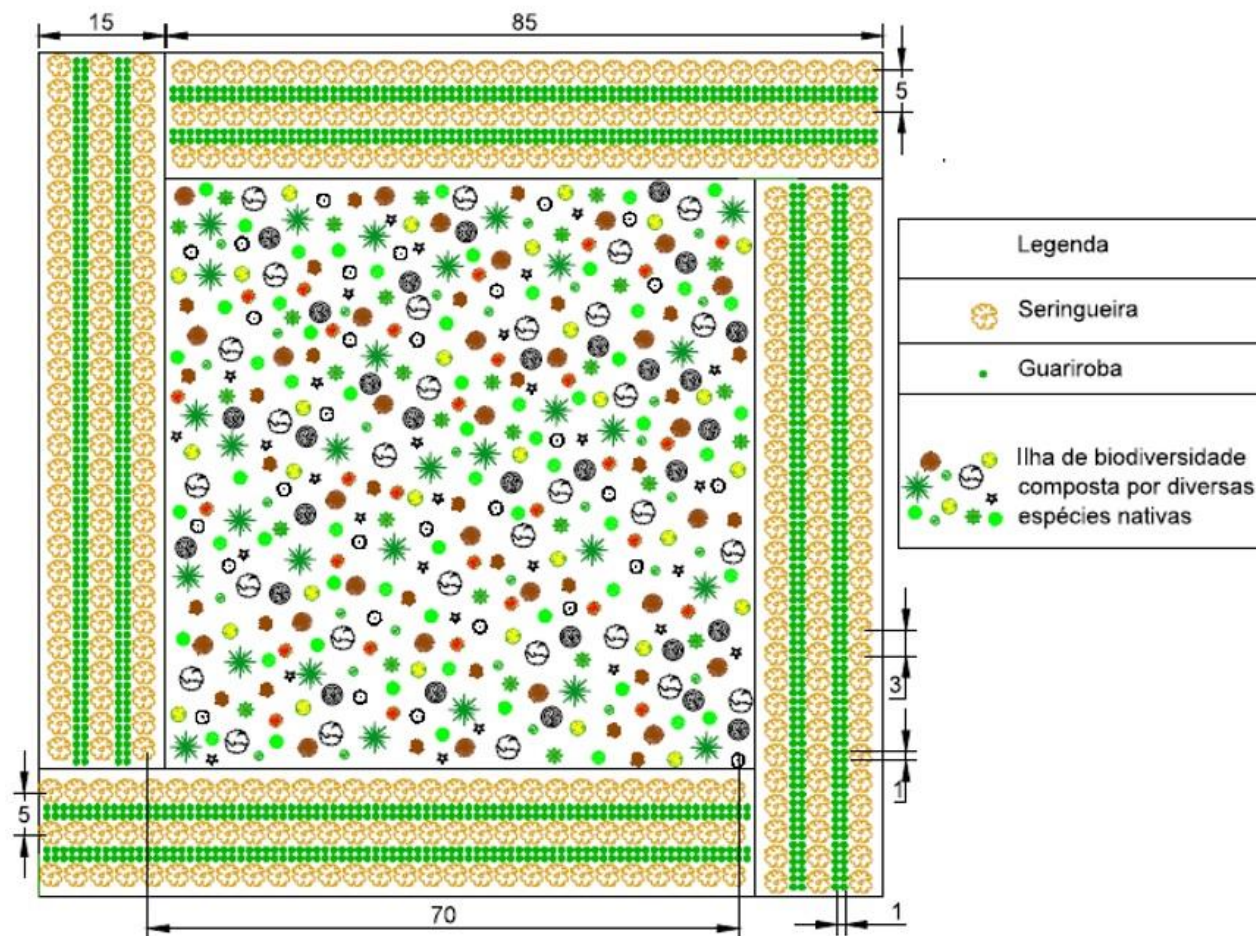


Figura 20 – Modelo Modular tendo como carro-chefe Seringueira e Guariroba com ilha de diversidade.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES SOBRE OS MODELOS APRESENTADOS

Bioma	Modelo	Proposto por	Indicado para	Produtos (renda)	Observações
Mata Atlântica	Plantio convencional 3x2 – só nativa aleatório		APP		
	Plantio 3x2 em linhas intercaladas – Uma espécie por linha ou por 2 linhas – pode ter exótica	Pacto MA	Reserva Legal	Madeireiros	Pode ter problemas na colheita. Pode ser utilizado para testes de progênie e/ ou de procedência
	Plantio em faixas (Modular) – uma ou mais espécies de valor econômico (nativa ou não)	EMBRAPA E.E. Anhembi (JCTMendes) Presente trabalho	Reserva Legal	Madereiros Não madeireiros	Precisa regulamentação (infralegal)
	Plantio em Blocos(Puro ou misto) . Um bloco central de diversidade e o(s) Bloco(s) externo(s) uso econômico	EMBRAPA presente trabalho	Reserva Legal	Madeireiros Não madeireiros; Ambos; uso múltiplo	Precisa regulamentação (infralegal)
	SAF	presente trabalho	APP (até 4 módulos Fiscais) Reserva Legal	Não madeireiro	
Cerrado	Plantio convencional com distribuição aleatória das espécies (exóticas ou nativas)	I.F (Giselda Durigan)	APP (sem exótica); Reserva Legal	Madeireiro(RL)	Pode ter problema para a colheita e para o corte seletivo
	Plantio em linhas alternadas de nativas com exóticas	I.F (Giselda Durigan)	Reserva Legal	Madeireiro	Pode ter problema para a colheita e para o corte seletivo
	Tabuleiro de Xadrez	I.F (Giselda Durigan)	Reserva Legal	Madeireiro	Precisa regulamentação (infralegal)
	Pomar de Cerrado	I.F (Giselda Durigan)	Reserva Legal	Não Madeireiro (Frutíferas)	
	Fruti pastoricultura	I.F (Giselda Durigan)	Reserva Legal	Não Madeireiro	Precisa regulamentação (infralegal)
	Sistema Agroflorestal	(presente trabalho)	APP (até 4 módulos) Reserva Legal	Não madeireiros	

Tabela 14 – Tabela resumo

6. SELEÇÃO DE ESPÉCIES E IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES “CARRO-CHEFE”

O objetivo foi identificar espécies nativas e exóticas com potencial de uso madeireiro e não madeireiro, presentes nos biomas Mata Atlântica e Cerrado. Dentre estas espécies buscou-se identificar aquelas com potencial para ser carro-chefe. Lembrando que espécie carro-chefe é aquela cujo conhecimento sobre sua silvicultura já seja consolidado, cujo mercado já apresente retorno financeiro e que sejam usadas em combinação com nativas menos exploradas, alavancando a produção dessas.

A seleção de espécies foi feita com base em:

1. Lista preparada pelo Programa Cooperativo de Silvicultura de Nativa – PCSN/IPEF¹⁴;
2. Trabalho de Carvalhaes et al (2006);
3. Lista preparada pela STCP em relatório apresentado à SMA em 2008;
4. Publicação do Pacto da Mata Atlântica;
5. Lista na publicação sobre restauração do Cerrado¹⁵;
6. Lista de plantas utilizadas no SUS;
7. Entrevista com representantes de empresas que utilizam produtos madeireiros e não madeireiros e trabalho em grupo da equipe técnica do projeto;
8. Reunião técnica – com equipe técnica do projeto e consulta ao Conselho Científico do PCSN e colaboradores do presente trabalho;
9. Inventário realizado no Horto Florestal de Pederneiras;
10. Workshop IPEF/Pacto Mata Atlântica /SMA realizado em maio de 2012.

Foram listadas espécies contemplando os dois biomas (ver planilha de [apoio produto1 carro chefe.xls](#)), com espécies arbóreas ou não e também espécies exóticas, arbóreas ou não. A partir da lista foram identificadas as espécies com potencial para serem carro-chefe.

¹⁴Elaboração de lista de espécies arbóreas nativas para silvicultura e modelos de uso múltiplo - Renata Evangelista de Oliveira; Maria José Brito Zakia

¹⁵ Manual para recuperação da vegetação de cerrado Giselda Durigan - 3.ed.rev. e atual. - São Paulo: SMA, 2011.

Após as reuniões técnicas pôde-se escolher as espécies carro-chefe e ainda criou-se mais uma categoria – a das *espécies interessantes*, que são aquelas que possuem algum valor de mercado reconhecido, mas não tem todas as informações para poder ser considerada carro-chefe. As espécies selecionadas estão na tabela 15.

Um dos maiores desafios do presente trabalho foi o de compilar informações sobre PFNM e estabelecer ou encontrar equações de crescimento para as espécies madeireiras. Essas informações são cruciais para se determinar se uma espécie pode ou não ser considerada carro-chefe.

Detalhes sobre o método para a determinação das curvas de crescimento estão no texto apresentado no Anexo 1.

Nome científico	Nome vulgar	PFM	PFNM	AMBOS	Ocorrência Natural - Bioma	Abundância	Dispersão	Polinização
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	angico-vermelho	X			Transição FES CE	comum	auto	abelha
<i>Caryocar brasiliense</i>	pequi		X		Cerrado	comum	zoo	morcego
<i>Anadenanthera falcata</i>	angico-preto	X			Cerrado	comum	auto	abelha
<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucária			X	MA - FOM	comum	zoo	anemo
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	murici		X		CE	rara	zoo	abelha
<i>Callophylum brasiliense</i>	Guanandi	X			MA e matas de galeria no Cerrado	comum	zoo	abelha
<i>Campomanesia phaea</i>	Cambuci		X		mata Atlântica - FOM	rara	zoo	abelha
<i>Cordia trichotoma</i>	Louro-Pardo			X	MA	comum*	anemo	abelha
<i>Dypteryx alata</i>	Baru		X		CE	comum	zoo	abelha
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga (oleo)		X		MA	rara**	zoo	abelha
<i>Euterpe edulis</i>	palmeira juçara		X		MA (FOM /FOD) e mata de galeria cerrado; Matas ciliares	comum	zoo	abelha
<i>Genipa americana</i>	Jenipapo			X	MA - FES	comum	zoo	abelhas
<i>Hevea brasiliensis</i>	Seringueira		X		Mapa de aptidão (eliminar cerrado)	***	auto	mosca
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá			X	MA-FES	rara	zoo	morcego
<i>Eucalypto</i>					Mapa de aptidão		auto	abelha
<i>Pterogyne nitens</i>	Amendoim	X			MA -FES	comum	anemo	abelha
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira Verdadeira	X			MA-FES	comum	anemo	abelha
<i>Peltophorum dubium</i>	Canafístula	X			MA-FES	comum	anemo	abelha
<i>Hancornia speciosa</i>	mangaba		X		CE	comum	zoo	mariposas, borboletas e abelhas
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	ipê-tabaco	X			Transição FES CE	comum	anemo	abelhas

Tabela 15– Espécies com potencial para serem carro-chefe – Produtos florestais madeireiros.

Espécies	Modelo de Crescimento
<i>Anadenanthera falcata</i> (1)	$\ln(\text{DAP}) = -7.0389 + 0.6 * \ln(\text{Idade}) + 0.3324 * \text{TEMPERATURA MÉDIA DO MÊS MAIS QUENTE}$
<i>Pterogyne nitens</i> (1)	$\ln(\text{DAP}) = 0.4918 + 0.7206 * \ln(\text{Idade})$
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (1)	$\ln(\text{DAP}) = 0.843696 + 0.618092 * \ln(\text{Idade}) + 0.001462 * \text{PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL}$
<i>Hymenaea courbaril</i> (1)	$\ln(\text{DAP}) = 0.89643 + 0.56584 * \ln(\text{Idade})$
<i>Cordia trichotoma</i> (1)	$\ln(\text{DAP}) = 0.09591 + 0.72377 * \ln(\text{Idade}) + 0.03005 * \text{TEMPERATURA MÉDIA DO MÊS MAIS QUENTE}$
<i>Schinus terebinthifolius</i> (1)	$\ln(\text{DAP}) = 1.3745 + 0.4003 * \ln(\text{Idade})$
<i>Genipa americana</i> (1)	$\ln(\text{DAP}) = -0.4011053 + 0.5807168 * \ln(\text{Idade}) + 0.0008392 * \text{PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL}$
<i>Citharexylum myrianthum</i> (1)	$\ln(\text{DAP}) = 2.536944 + 0.388728 * \ln(\text{Idade}) - 0.017222 * \text{Precipitação média do mês mais seco}$
<i>Araucaria angustifolia</i> (2)	$\ln(\text{DAP}) = -1.5510248 + 0.6985878 * \ln(\text{Idade}) + 0.0012046 * \text{PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL}$
<i>Diptychandra aurantiaca</i> (3)	$\ln(\text{DAP}) = -0.2546 + 0.8182 * \ln(\text{Idade})$
<i>Hevea brasiliensis</i> (1)	$\ln(\text{DAP})^2 = -7.4234 + 6.0787 * \ln(\text{Idade})$
<i>Euterpe edulis</i> (4)	$\ln(\text{DAP}) = -1.5097613 + 0.8996391 * \ln(\text{Idade}) + 0.0006399 * \text{PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL}$
<i>Calophyllum brasiliense</i> (5)	$\ln(\text{DAP}) = -3.74417 + 0.89459 * \ln(\text{Idade}) + 0.14417 * \text{TEMPERATURA MÉDIA DO MÊS MAIS QUENTE}$

(1) Fonte dos dados – Projeto Manejar é preciso. IF Assis . Equações preparadas no presente trabalho;

(2) Crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (bert.) o. ktze. baseado na árvore individual ; variação genética em cinco procedências de *Araucaria angustifolia* (bert.) o. ktze. no sul do estado de são Paulo;

(3) Estimativa de crescimento de pubescens carvão-vermelho (*Diptychandra aurantiaca*), capitão (*Terminalia argentea*) timbó (Magonia) no Pantanal, MS

(4) Modelos matemáticos de crescimento e de produção em biomassa para árvores de *Euterpe edulis* Mart. plantadas a céu aberto;

(5) Guanandi. Circular Técnica. Embrapa Florestas. COLOMBO (2003).

Tabela 16 – Modelo de crescimento para as espécies carro-chefe.

	Não Madeireiros	Implantação	Início da Produção (idade)	árvores /ha(**)	kg por planta	Kg/ha.ano	Preço (R\$/kg)
Carro-chefe	Palmeira Juçara	Ano 3	6 anos	208	7	770	10
	Baru	Ano 1	6 anos	110	13 a 120		0,65
	Borracha(*)	Ano 1	6 anos	550		900	2,45
Interessantes	Cambuci	Ano 1	5 anos	100	80	1.600	3
	Mangaba		5 anos	200	50	10.000	2,5
	Pequi -anão	Ano 1	3 anos	100	12,1	1.210	0,48
	Pinhão	Ano 1	20 anos	100	3,7	370	0,5
	Murici			400	23,5	9.400	0,8
	Pupunha(*)	Ano 1	18 meses	5.000	0,15	750	8
	Guariroba	Ano 1	3 anos	4.000	1 palmito por planta	2.800	2,50 / palmito
	Pitanga		6 anos	500	2,5	1.250	

(*) *Espécies exóticas*

(**) *Número sugerido de indivíduos por hectare para obter retorno econômico*

Tabela 17 – Informações sobre a produção e preço dos PFM

7. INDICADORES PROPOSTOS E VALORES DE REFERÊNCIA

7.1. Indicadores propostos para avaliar a restauração e monitoramento da mata ciliar e Reserva Legal para a certificação agrícola¹⁶

Este trabalho teve por objetivo apoiar os profissionais interessados nos processos de restauração e conservação de áreas, em propriedades rurais com o foco nas Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais. O manual foi preparado a partir da compilação de experiências práticas e de pesquisas científicas em universidades, especialmente pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal da ESALQ/USP, além de uma ampla revisão bibliográfica sobre o assunto.

No item "Monitoramento da área restaurada", a autora prepara a Tabela 18, apresentada a seguir, e destaca que esta tabela foi elaborada apenas para auxiliar na interpretação dos resultados obtidos pelo monitoramento de formações florestais, apresentando-se os valores sugeridos por diversos especialistas em restauração florestal. Contudo, não se devem encarar tais valores de forma muito rigorosa, já que a realidade de cada projeto pode produzir a necessidade de novos parâmetros e de níveis-padrão diferentes dos sugeridos.

Parâmetro	Diagnóstico		
	Aceitável	Preocupante	Demanda ações imediatas
Diversidade/ha	Acima de 80 espécies	50 a 80 espécies	Abaixo de 50 espécies
Modelo de plantio	Sucessional	-	Sem modelo
Espécies exóticas	Ausência	-	Presença
Número de indivíduos/ha	1500 a 1800	1200 a 1500	Abaixo de 1200
Mortalidade	0 a 5%	5 a 10%	Acima de 10%
Infestação por gramíneas invasoras	0 a 25%	25 a 50%	Acima de 50%
Ataque de formigas cortadeiras	0 a 5%	5 a 15%	Acima de 15%
Sintomas de deficiência nutricional	Ausência	-	Presença
Cobertura da área após 1 ano	40 a 60%	20 a 40%	Abaixo de 20%
Cobertura da área após 2 anos	60 a 100%	40 a 60%	Abaixo de 40%
Cobertura da área após 3 anos	100%	70 a 100%	Abaixo de 70%
Regeneração no sub-bosque após 5 anos diversidade/ha	Acima de 20 espécies	10 a 20 espécies	Menos do que 10 espécies
Número de indivíduos/ha	Acima de 5000	2500 a 5000	Menos do que 2500

Tabela 18 - Parâmetros sugeridos para o monitoramento de reflorestamentos e de áreas de condução da regeneração natural de espécies florestais nativas visando a restauração florestal

¹⁶Manual Técnico: Restauração e Monitoramento da Mata Ciliar e da reserva Legal para a Certificação Agrícola - Conservação da Biodiversidade na Cafeicultura / Cláudia Mira Attanasio - Piracicaba, SP: Imaflora, 2008. 60 p. Disponível em <http://lerf.eco.br/>

7.2. Indicadores propostos pelo PCSN/IPEF e seus valores de referência¹⁷

Buscou-se utilizar a teoria dos filtros (bióticos e abióticos) que norteiam a construção das comunidades vegetais, como fundamentação teórica para a proposta. Essa teoria baseia-se num modelo conceitual (Whisenant 1999), que apresenta as transições entre um ecossistema considerado degradado e o ecossistema intacto. Esse modelo considera que há limites de transição (ou *thresholds*) controlados por *fatores bióticos e abióticos* (aqui considerados *filtros*), que determinam as ações necessárias para recuperação de características e melhoria da funcionalidade e saúde do ecossistema. Em se tratando de ecossistemas em restauração, os filtros referem-se aos obstáculos que dificultam o retorno do ecossistema a um estado funcional semelhante ao que antecedeu à degradação (Figura 17). Podem ser bióticos, como as limitações para a dispersão de sementes, o impacto do gado, ou a competição com gramíneas invasoras, ou abióticos, como a degradação do solo, as geadas, o déficit hídrico e o fogo.

O grande desafio no momento está em identificar os limiares (valores de referência) em termos de estrutura, composição (diversidade) e funcionamento do ecossistema, que, uma vez transpostos, garantem que o ecossistema evoluirá para o estado desejado sem necessidade de intervenção.

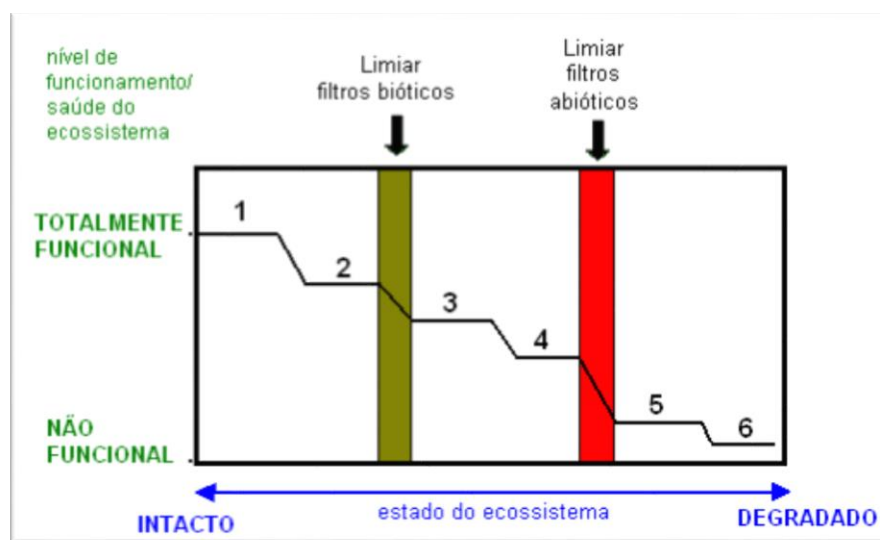


Figura 21 - Esquema sobre a teoria dos filtros ecológicos aplicada à restauração de ecossistemas (proposto inicialmente por Whisenant (1999) e adaptado por diversos autores, como Hobbs; Norton (2004).

¹⁷ Documento técnico em fase final de editoração para publicação, que tem 8 autores de diferentes instituições.

Atributo	Indicador para	Intervalo Sugerido Entre as Avaliações
Vegetação nativa remanescente	Análise da Paisagem	3 a 5 anos (acompanha os inventários oficiais do Estado)
Atrativos de fauna (refúgio, alimentação, água, etc.)	Análise da Paisagem	5 a 7 anos
Presença de ambiente aquático	Análise da Paisagem	Não se aplica
Ocorrência de incêndio recente (até um ano)	Presença de Filtro abiótico	Monitoramento contínuo
Compactação do solo	Presença de Filtro abiótico	Não se aplica
Presença de processos erosivos	Presença de Filtro abiótico	Monitoramento contínuo (3 em 3 meses no máximo)
Presença de gado	Presença de Filtro biótico	Monitoramento contínuo (principalmente nos 3 primeiros anos)
Presença de formigas cortadeiras	Presença de Filtro biótico	Monitoramento contínuo (3 em 3 meses no máximo)
Percentual de gramíneas invasoras	Presença de Filtro biótico	Ver cronograma de atividades
Presença de espécies arbóreas ou arbustivas invasoras	Presença de Filtro biótico	3 a 5 anos
Presença de espécies problema (exóticas não invasoras, nativas dominantes, etc.)	Presença de Filtro biótico	3 a 5 anos
Presença de outras formas de vida	Estrutura da comunidade	3 a 5 anos
Cobertura de copas (método de linha)	Estrutura da comunidade	5 a 7 anos
Área basal dos indivíduos arbóreos com DAP > 5 cm	Estrutura da comunidade	5 a 7 anos
Diversidade florística arbórea	Diversidade vegetal (ênfase arbóreas)	5 a 7 anos
Densidade de regeneração das espécies arbóreas	Diversidade vegetal (ênfase arbóreas)	5 a 7 anos

Tabela 19 – Indicadores Propostos pelo PCSN/IPEF (2013)

Quanto às variáveis (indicadores) e valores de referência a serem observados para monitoramento e apontamento de necessidade de intervenção voltada à restauração florestal, foram propostos os seguintes:

A. Análise da paisagem

A.1 Vegetação nativa remanescente: percentual de cobertura florestal nos seguintes raios da área a restaurar/conservar:

0 a 100 m: _____ %

101 a 300 m: _____ %

301 a 1500 m: _____ %

Pode-se também utilizar o Índice de proximidade.

A.2 Atrativos de fauna (refúgio, alimentação, água, etc.):

Presente Ausente

A.3 Ambiente aquático:

Presente Ausente

B. Presença de filtro abiótico

B.1 Ocorrência de incêndio recente (até um ano):

Sim Não

B.2 Compactação do solo:

Sim Não

B.3 Presença de processos erosivos:

Sim Não

C. Presença de filtros bióticos

C.1 Presença de gado:

Sim Não

C.2 Presença de formigas cortadeiras:

Sim Não

C.3 Percentual de gramíneas invasoras (método de linha):

0 a 25%

26 a 50%

51 a 75%

76 a 100%

C.4 Presença de espécies arbóreas ou arbustivas invasoras:

Sim Não

C.5 Presença de espécies problema(exóticas não invasoras, nativas dominantes, etc.):

Sim Não

D. Estrutura da Comunidade Vegetal

D.1 Presença de outras formas de vida:

Árvores: Sim Não

Arbustos: Sim Não

Ervas: Sim Não

Cipós: Sim Não

Epífitas: Sim Não

D.2 Cobertura de copas (método de linha):

< 25%

26 a 50%

50 a 75%

> 75%

Observação: Para o cerrado a cobertura deve ser avaliada somando-se copas e vegetação herbácea nativa.

D.3 Área basal dos indivíduos arbóreos com DAP > 5 cm (parcela mínima de 200 m²)¹⁸:

Para o Bioma Atlântica:

Até 5 m²/ha

De 5,1 a 15 m²/ha

De 15,1 a 25 m²/ha

> 25 m²/ha

¹⁸ Se a área basal é expressa em m²/ha, a área da parcela não importa. Só recomendamos maior que 200 m² para evitar grande variância e valores descabidos quando aparece uma árvore muito

Para o Bioma Cerrado:

Até 5 m²/ha (fisionomia campestre ou estágio inicial de fisionomias de maior biomassa)

De 5,1 a 10 m²/ha (cerrado s.s. ou cerradão em regeneração)

De 10,1 a 15 m²/ha (cerrado denso ou cerradão em regeneração)

> 15 m²/ha (cerradão)¹⁹

E. Diversidade de espécies arbóreas (comunidade como um todo)

E.1 Diversidade florística arbórea (número de espécies em 100 indivíduos amostrados):

0 - 05

06 - 10

11 - 15

16 - 20

21 - 25

26 - 30

>30 (meta)

E.2 Densidade de regeneração de espécies lenhosas (árvores ou arbustos) para mata Atlântica, cerradão ou cerrado sensu stricto (Recomenda-se parcela de 200 m² (50 m x 4 m):

Para indivíduos acima de 1 cm de DAP:

a) Em uma parcela de 200 m²:

0 - 10

11 - 20

21 - 30

31 - 40

41 - 50

51 - 60

>60

¹⁹ Aqui é preciso cuidado. Área basal baixa pode significar, simplesmente fisionomia campestre ou savânica, mas não que está ruim a situação.

b) Convertido em indivíduos /ha

0-500

501-1000

1001-1500

1501-2000

2001-2500

2501-3000

>3000

Para indivíduos com altura > 50 cm e DAP < 5 cm)

c) Em uma parcela de 200 m²

0 - 30

31 - 60

61 - 90

91 - 120

121 - 150

151 - 180

>180

d) Convertido em indivíduos/ha

0-1500

1501-3000

3001-4500

4501-6000

6001-7500

7501-9000

>9000

F. Indicadores Propostos para Avaliação de SAFs ²⁰

A seguir, são apresentadas considerações e sugestões acerca dos parâmetros para avaliação a ser realizada por meio dos indicadores propostos neste trabalho. Para alguns indicadores foram possíveis sugestões mais precisas de valores ou intervalos, enquanto para outros indicadores foram possíveis apenas apontamentos mais abrangentes.

²⁰ Baseado na Dissertação de Tatiana Parreiras Martins, orientada pelo Prof. Victor Ranieri; preparado pela mesma.

As considerações e sugestões apresentadas baseiam-se:

- Na literatura relativa aos SAF complexos;
- Em dados provenientes de experiências práticas de SAF complexos existentes, principalmente, no Estado de São Paulo;
- Em dados provenientes de experiências práticas de restauração ecológica conduzidas, sobretudo, no Estado de São Paulo.

Estrutura	
Indicadores	Descrição
Estrato (avaliação atemporal)	Presença e representação de espécies nativas e exóticas compondo os estratos verticais, em todos os ciclos de vida
Distribuição em classes diamétricas	Presença/ausência de estrutura em J invertido das classes diamétricas da comunidade arbórea nativa e exótica
Densidade	Número de indivíduos arbóreos e arbustivos nativos e exóticos por unidade de área.
Exposição do solo	Percentual da área com solo exposto (ausência de cobertura viva e morta)

Composição	
Indicadores	Descrição
Riqueza	Número de espécies arbóreas e arbustivas nativas
Abundância	Número de indivíduos de cada espécie arbórea e arbustiva nativa
Ciclos de Vida	Presença e representação de espécies nativas de ciclo curto, médio e longo
Função das exóticas	Função desempenhada pelas espécies exóticas no contexto da estrutura e sucessão da comunidade

Função	
Indicadores	Descrição
Regenerantes e mudas	Riqueza e abundância de regenerantes e mudas das espécies nativas
Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	Quantidade (espessura da camada) e qualidade (composição - folhagem e/ou galhos e/ou troncos) da camada de matéria orgânica

Tabela 20 – Indicadores Propostos para Avaliação de SAFs

O Estado de São Paulo foi escolhido como contexto para esta seção em função da maior disponibilidade de dados e pela familiaridade da pesquisadora com esta realidade. Nos trabalhos consultados e apresentados, a vegetação predominantemente tratada foi a Floresta Estacional Semidecidual (FES). Portanto, os parâmetros adéquam-se especialmente a áreas cuja vegetação original é a FES.

Neste Estado, apenas 1,8% das propriedades rurais apresentam Reserva Legal regularizadas (MARQUES, E. M.; RANIERI, 2012) e seu território atualmente conta com um reduzido percentual de cobertura florestal (cerca de 14%) com distribuição fragmentada e concentrada principalmente no Vale do Ribeira (SMA / IF, 2005). Assim, a regularização do Estado de São Paulo, segundo a Lei nº 12.651/2012, implicará na restauração de amplas áreas do território paulista. Assim, esta seção foi desenvolvida tendo como pano de fundo a restauração de porções do território paulista.

Ademais, as experiências práticas de SAF existentes no Estado de São Paulo também condizem com o contexto de restauração, uma vez que são práticas relativamente recentes (15 anos ou menos) e, geralmente, iniciadas em áreas de pastagens, lavouras ou capoeiras que foram derrubadas (CALDEIRA, P. Y. C.; CHAVES, 2010; PENEIREIRO *et al.*, 2008; STEENBOCK *et al.*, 2013).

A literatura científica da área vem apontando que o retorno dos ecossistemas a condições originais é um objetivo irreal e inatingível para a restauração ecológica (CHOI,

2004; HOBBS, 2007; REY BENAYAS *et al.*, 2009) e o estabelecimento de parâmetros deve ser baseado em pesquisas que mapeiem as trajetórias sucessionais de ecossistemas em restauração, em cada região, e a referência seja estabelecida com base no que é possível (DURIGAN *et al.*, 2010). Assim, a presente discussão baseou-se em dados de ecossistemas em restauração ao invés de em dados de ecossistemas naturais remanescentes.

As experiências de restaurações no Estado de São Paulo vem sendo realizadas, frequentemente, para recomposição de matas ciliares, onde o plantio e técnicas empregadas visam a recuperação ambiental sem propósitos produtivos. O conhecimento e parâmetros obtidos a partir destes ecossistemas constituem as atuais referências existentes para nortear a implantação, manejo e avaliação de ecossistemas a serem restaurados. Os métodos e técnicas empregados nessas restaurações também constituem os modelos mais consolidados e, portanto, prováveis de serem massivamente replicados como moldes para restaurações.

Assim, propõem-se que, de forma geral, os parâmetros baseiem-se em dados obtidos a partir de ecossistemas em restauração, realizada por métodos convencionais, de forma que os SAF capazes de igualarem ou superarem os valores médios que vem sendo obtidos nos projetos de restauração convencional constituam alternativa para restauração das Reserva Legal. Contudo, adaptações podem ser necessárias para adequação ao contexto dos SAF e da Reserva Legal. Nesse sentido, esta seção também tem o objetivo de apresentar e comparar dados que vem sendo obtidos em ecossistemas restaurados por meios convencionais e por meio de SAF complexos.

Reconhecem-se as limitações da comparação de sistemas que visam estritamente a restauração ambiental com sistemas que possuem um importante componente socioeconômico. Da mesma forma, compreendem-se as implicações da comparação de contextos ambientais distintos (por exemplo, matas ciliares e Reservas Legais). Entretanto, a comparação se faz válida/necessária pelas seguintes razões:

- Embora, idealmente, o estabelecimento de parâmetros deva basear-se em sólidas pesquisas científicas específicas ao contexto, neste caso as Reserva Legal e os SAF, a iminente gestão dessas áreas protegidas e desses sistemas que constituem alternativa para tais espaços, justifica a apropriação dos dados mais adequados disponíveis no dado momento;
- Entende-se que a restauração ecológica busca a recuperação dos atributos que correspondem às funções a serem cumpridas pela Reserva Legal (em termos de biodiversidade e processos ecológicos). Assim, independente do modelo (SAF ou outro) empregado para restauração e/ou uso dessas áreas protegidas, os níveis correspondentes a estes atributos devem ser mantidos.

Em acordo com a literatura, este trabalho se deparou com as dificuldades decorrentes da não padronização de esforço amostral e dos métodos/técnicas de amostragem, que prejudicam as comparações e o estabelecimento dos parâmetros adequados.

F1. Estrato (avaliação atemporal)

A estratificação da vegetação pode ser observada em qualquer momento do ano, em qualquer idade do SAF, uma vez que todos os consórcios, dos iniciais aos tardios, devem apresentar todos os estratos. O número de estratos identificados depende da acuidade técnica empregada. Minimamente, três estratos (baixo, médio e alto) devem estar presentes e com adequada ocupação. Idealmente, um quarto estrato (emergente) deve compor a estratificação vertical (PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO et al., 2008; VAZ DA SILVA, 2012). Segundo as observações de Ernst Götsch a densidade de ocupação de cada um dos estratos deve ser: 15 a 25% para o estrato emergente, 25 a 50% para o estrato alto, 40 a 60% para o estrato médio, 70 a 90% para o estrato baixo e 100% para o estrato rasteiro (PENEIREIRO et al., 2008). Vaz da Silva (2012) indica a seguinte proporção de ocupação de copas por estrato: 10 a 15% para o estrato emergente, 30 a 40% para o estrato alto, 50 a 60% para o estrato médio e 80 a 100% para o estrato baixo.

O estrato ocupado por uma espécie não depende somente da altura que ela alcança, mas principalmente da sua demanda de luz e resistência ao sombreamento. Deve-se observar a vegetação nativa da espécie, sua dinâmica ao longo do ano e em que estrato dessa vegetação a espécie se insere (VAZ DA SILVA, 2012).

F2. Distribuição em classes diamétricas

Observação da presença ou ausência de estrutura em J invertido. A distribuição em classes diamétricas caracteriza a estrutura, dinâmica e desenvolvimento do povoamento florestal. É desejável que os ecossistemas apresentem uma série completa de classes de diâmetro, decrescendo continuamente das classes de menor diâmetro para as classes de maior diâmetro. A presença da relação tamanho-frequência em forma de J invertido indica a estabilidade, o incremento populacional de populações auto regenerativas e a adequada dinâmica e desenvolvimento do povoamento, caracterizada pela afluência de indivíduos desenvolvendo-se e passando das classes de diâmetro menores para maiores, com mortalidade de indivíduos jovens maior que a dos indivíduos adultos.

Embora este indicador possa ser inaplicável no momento inicial da implantação do SAF, tão logo uma comunidade vegetal comece a se estabelecer, o acompanhamento do povoamento florestal torna-se possível e fundamental.

F3. Densidade, em restaurações convencionais

Segundo Sukanuma (2013), a densidade total de espécies arbóreas ($DAP \geq 5$ cm) não segue trajetória previsível em função do tempo (idade dos plantios). O autor constata que a densidade dos ecossistemas em restauração ultrapassam os valores encontrados em ecossistemas naturais de referência; porém, ressalta que, com o decorrer do tempo, a densidade deverá se equiparar à das florestas nativas da região. Os plantios avaliados apresentaram densidade variando de aproximadamente 600 a 2.000 indivíduos por hectare, sendo a média de 1.800 indivíduos/hectare.

Já Damasceno (2005) aponta para uma possível relação da densidade com a idade do plantio. Duas das áreas reflorestadas investigadas por essa autora tinham sido anteriormente avaliadas por Souza (2000). Uma das áreas apresentava densidade de 1.426 ind/ha aos 5 anos e, aos 11, apresentava 1.655 ind/ha. A outra área apresentava 1.519 ind/ha aos 10 anos e 1.822 ind/ha aos 16 anos.

Idade	Critério de inclusão *	Densidade (ind/ha)	Referência
3 meses	indivíduos arbóreos	1447	Rodrigues, E. <i>et al.</i> (2010)
1 ano	indivíduos arbóreos	1320	Melo e Durigan (2007)
1 ano	indivíduos arbóreos	1240	Melo e Durigan (2007)
1 ano	indivíduos arbóreos	1320	Melo e Durigan (2007)
1ano (média)		1293	
18 meses	indivíduos arbóreos	904	Rodrigues, E. <i>et al.</i> (2010)
3 anos	indivíduos arbóreos	2200	Melo e Durigan (2007)
3 anos	indivíduos arbóreos	1280	Melo e Durigan (2007)
3 anos	indivíduos arbóreos	1580	Melo e Durigan (2007)
3 anos (média)		1687	
5 anos	DAP ≥ 4,8 cm	1426	Souza e Batista (2004)
6 anos	CAP ≥ 15 cm	1151	Damasceno (2005)
7 anos	indivíduos arbóreos	1300	Melo e Durigan (2007)
8 anos	CAP ≥ 10 cm	1100	Naves (2013)
9 anos	indivíduos arbóreos	1700	Melo e Durigan (2007)
9 anos	DAP ≥ 4,8 cm	1661	Souza e Batista (2004)
9 anos (média)		1681	
10 anos	DAP ≥ 4,8 cm	1528	Souza e Batista (2004)
11 anos	CAP ≥ 15 cm	1655	Damasceno (2005)
12 anos	CAP ≥ 10 cm	1487	Naves (2013)
13 anos	indivíduos arbóreos	1688	Melo e Durigan (2007)
16 anos	CAP ≥ 15 cm	1822	Damasceno (2005)
18 anos	CAP ≥ 10 cm	1214	Castanho (2009)
20 anos	CAP ≥ 10 cm	1318	Castanho (2009)

*Tabela 21 – Densidade de ecossistemas em restauração, nas respectivas idades de avaliação
(*Legenda: DAP – diâmetro à altura do peito, CAP – circunferência à altura do peito)*

Considerando a média de 1.800 indivíduos/hectare apontada pelo trabalho de Suganuma (2013) e a média dos trabalhos apresentados na tabela acima (1419 ind/ha) temos como média de todos os trabalhos de restaurações “convencionais” observados: 1609 indivíduos/hectare.

F4. Densidade, em restaurações por meio de SAF complexos

Segundo Melli *et al.* (2013) (informação pessoal²¹) a densidade do SAF avaliado na Fazenda São Luiz é de 6.865 indivíduos/hectare, sendo amostrados todos os indivíduos com altura superior a 2 metros. Já na propriedade Três Colinas, onde foram amostrados todos os indivíduos de espécies arbóreas com DAP \geq 5 cm, a densidade encontrada foi de 1.826 indivíduos/hectare (PENEIREIRO, 1999).

Em Steenbock *et al.* (2013) foram amostrados todos os indivíduos com mais de 1,5 metros de altura, incluindo elementos arbustivos e arbóreos, de 16 agroflorestas, com idades variando de 3 a 15 anos, pertencentes à Cooperafloresta. As densidades encontradas em cada

Agrofloresta	Idade (anos)	Densidade (ind./ha)
Agrofloresta A	3 anos	2.960
Agrofloresta B	3 anos	6.480
Agrofloresta C	4 anos	5.240
Agrofloresta D	5 anos	8.500
Agrofloresta E	6 anos	10.000
Agrofloresta F	6 anos	7.420
Agrofloresta G	6 anos	8.560
Agrofloresta H	6 anos	5.900
Agrofloresta I	8 anos	6.260
Agrofloresta J	8 anos	7.380
Agrofloresta K	10 anos	8.580
Agrofloresta L	10 anos	7.660
Agrofloresta M	11 anos	7.800
Agrofloresta N	11 anos	7.567
Agrofloresta O	12 anos	8.000
Agrofloresta P	15 anos	2.720
<i>Média</i>		6.394

Tabela 22 –Densidade de SAF e respectivas idades

Siminski *et al.* (2011) utiliza o mesmo padrão de amostragem que Steenbock *et al.* (2013) para estudar a vegetação de florestas secundárias em várias regiões de Santa Catarina, área de ocorrência da Mata Atlântica. A densidade das áreas avaliadas é de 5645 indivíduos/hectare.

²¹ Dado obtido a partir das planilhas de trabalho de Meli, C. B., recebidas por correio eletrônico em 10 out. 2013

A comparação da densidade de indivíduos entre os trabalhos apresentados não pode ser linear uma vez que não há padronização de esforço amostral nem métodos de amostragem. Mas o plantio adensado dos SAF, associado ao manejo da sucessão natural secundária, propicia alta densidade de indivíduos nas agroflorestas (STEENBOCK *et al.*, 2013). O autor coloca que os SAF comportam tanto os indivíduos plantados como aqueles originados da sucessão natural.

F5. Exposição do solo

O solo deve ser mantido sempre coberto, seja por meio de cobertura viva ou morta. Assim, desde o princípio ou decorridos os primeiros meses a partir do plantio inicial a exposição do solo deve aproximar-se de zero (PENEIREIRO *et al.*, 2002, 2008).

No início do processo de sucessão natural, inclusive as plantas consideradas “daninhas” podem colaborar, como pioneiras, para a recuperação inicial do sistema, recobrando o solo e preparando o terreno para as espécies seguintes do processo de sucessão (GÖTSCH, 1997; PENEIREIRO *et al.*, 2002, 2008).

F6. Riqueza

Segundo Suganuma (2013), a riqueza total amostrada, que inclui espécies nativas e exóticas, plantadas ou não, apresenta relação aparente com a idade dos plantios. Variou de 18 espécies aos quatro anos até 100 espécies aos 53 anos. De acordo com o modelo criado por este autor, que estima a trajetória da riqueza total ao longo do tempo, os valores esperados para essa variável são apresentados na tabela a seguir. Ao mesmo tempo são expostos os valores encontrados em SAF complexos, nas respectivas idades de avaliação.

Idade (anos)	Valores esperados (SUGANUMA, 2013)		Cooperafloresta (STEENBOCK <i>et al.</i> , 2013)	Fazenda São Luiz (MELI <i>et al.</i> , 2013)	Propriedade Três Colinas (PENEIREIRO, 1999)
	Riqueza total	Riqueza (nativas)			
3	-	-	10 espécies (SAF A) 22 espécies (SAF B) <i>Média</i> = 16 espécies		
4	26	25	26 espécies (SAF C)		
5	30	28	45 espécies (SAF D)		
6	34	31	58 espécies (SAF E) 41 espécies (SAF F) 67 espécies (SAF G) 52 espécies (SAF H) <i>Média</i> = 54,5 espécies		
7	37	33			
8	40	35	30 espécies (SAF I) 39 espécies (SAF J) <i>Média</i> = 34,5 espécies		
9	42	37			
10	44	38	63 espécies (SAF K) 60 espécies (SAF L) <i>Média</i> = 61,5 espécies		
11	46	40	48 espécies (SAF M) 29 espécies (SAF N) <i>Média</i> = 38,5 espécies		
12	48	41	61 espécies (SAF O)		58 espécies
13	50	42			
14	51	43		73 espécies	
15	53	44	31 espécies (SAF P)		

Tabela 23 – Estimativa da trajetória da riqueza total ao longo do tempo

Apesar de, conforme a tabela acima, os SAF apresentarem alta riqueza quando comparados aos valores esperados para restaurações, há de se destacar que os SAF apresentam em sua composição muitas espécies exóticas. Considerando que áreas protegidas tem o propósito de proteger a biodiversidade nativa, é necessário estudar a composição dos SAF a fim de que estes sistemas sejam adaptados, e critérios definidos, para que estes cumpram com as funções de proteção da biodiversidade nativa. A riqueza de espécies nativas deve distribuir-se adequadamente nas categorias de "ciclo de vida" (curto, médio e longo) e "estrato" (baixo, médio, alto, emergente).

Segundo Peneireiro (1999), que avaliou a propriedade Três Colinas, do agricultor Ernst Götsch, constatou que 51 das 58 espécies encontradas na área são nativas, o que corresponde a 88% de espécies nativas.

A Lei nº 12.651/2012 determina que a recomposição da Reserva Legal, realizada por meio do plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas em sistema agroflorestal, deve ser realizada desde que a área recomposta com espécies exóticas não exceda 50% da área total a ser recuperada. O critério estabelecido, segundo a área de ocupação pelas espécies nativas ou exóticas, não condiz com o paradigma que fundamenta os SAF complexos, que buscam a similaridade estrutural e funcional com os ecossistemas naturais, onde não é viável a mensuração dos componentes nativos ou exóticos em termos da área ocupada, uma vez que estes estão dispostos espacialmente de forma integrada e, muitas vezes, irregular/aleatória. Recomenda-se que o critério para determinação da proporção dos elementos nativos e exóticos no sistema se dê em termos da riqueza (proporção de espécies nativas e exóticas compondo a riqueza total) e densidade (proporção de indivíduos exóticos compondo a densidade total do sistema).

F7. Abundância, em restaurações convencionais

Na literatura consultada, que avalia aspectos de florestas restauradas, a abundância é predominantemente tratada por meio dos Índices de Shannon e Pielou. A tabela abaixo apresenta os valores encontrados em diversos trabalhos para o Índice de Pielou.

Idade	Critério de inclusão	Índice de Pielou (J')	Referência
3 meses	indivíduos arbóreos	0,712	Rodrigues, E. <i>et al.</i> (2010)
1 ano	indivíduos arbóreos	0,788	Melo e Durigan (2007)
1 ano	indivíduos arbóreos	0,684	Melo e Durigan (2007)
1 ano	indivíduos arbóreos	0,718	Melo e Durigan (2007)
1ano (média)		0,73	
18 meses	indivíduos arbóreos	0,759	Rodrigues, E. <i>et al.</i> (2010)
3 anos	indivíduos arbóreos	0,784	Melo e Durigan (2007)
3 anos	indivíduos arbóreos	0,704	Melo e Durigan (2007)
3 anos	indivíduos arbóreos	0,704	Melo e Durigan (2007)
3 anos (média)		0,731	
7 anos	indivíduos arbóreos	0,7	Melo e Durigan (2007)
8 anos	CAP ≥ 10 cm	0,86	Naves (2013)
9 anos	indivíduos arbóreos	0,741	Melo e Durigan (2007)
12 anos	CAP ≥ 10 cm	0,81	Naves (2013)
13 anos	indivíduos arbóreos	0,757	Melo e Durigan (2007)
18 anos	CAP ≥ 10 cm	0,745	Castanho (2009)
20 anos	CAP ≥ 10 cm	0,695	Castanho (2009)
MÉDIA TOTAL		0,75	

Tabela 24 – Índice de Pielou (*Legenda: CAP – circunferência à altura do peito)

F8. Abundância, em restaurações por meio de SAF complexos

Segundo Melli *et al.* (2013) o Índice de Pielou para a avaliação feita na Fazenda São Luiz é 0,58.

A abundância é tratada por Steenbock *et al.* (2013) por meio do Índice de Simpson (1–D). Considerando o conjunto total das espécies das 16 agroflorestas avaliadas, obteve-se o valor de 0,9485. Quanto mais este índice se aproxima de 1, mais equiana é a distribuição da diversidade.

Peneireiro (1999) apresenta os valores dos Índices de Shannon (H') e Pielou (J'), correspondentes ao SAF avaliado, apenas considerando (i) as espécies nativas ou (ii) as espécies nativas e as não regionais introduzidas sem exploração econômica. No primeiro caso, H' foi de 3,363 nats e J' de 0,855. No segundo caso, H' foi de 3,281 e J' de 0,815. Entretanto, podemos observar os valores de riqueza e densidade considerando todos os elementos do sistema e compará-los aos valores considerando apenas nativas. Enquanto ao considerar apenas nativas, tem-se 51 espécies e densidade de 412 indivíduos/ha, quando considerados todos os elementos do sistema, tem-se 58 espécies e densidade de 1826 indivíduos/ha. Diante disso, fica evidente o elevado predomínio numérico dos elementos que possuem aproveitamento econômico: 77,5 % dos indivíduos.

É de se esperar que os SAF apresentem uma maior densidade das espécies de interesse econômico que, muitas vezes, são espécies exóticas. Entretanto, é importante observar não só a riqueza de espécies nativas, mas a abundância destas, de forma que, no mínimo, se garanta a viabilidade e perpetuação das espécies nativas ao longo do tempo, também considerando a adequada distribuição segundo as categorias de ciclos de vida (curto, médio e longo) e estratos (baixo, médio, alto e emergente).

F9. Ciclos de Vida

O ciclo de vida diz respeito ao momento em que a espécie atinge sua plenitude no cumprimento de sua função, e ao tempo em que ela permanece no sistema (VAZ DA SILVA, 2012).

A sucessão consiste numa progressão de estabelecimento de sucessivos consórcios, que caracterizam, um após o outro, a fisionomia dos respectivos estádios. Quando no auge de determinado consórcio, o próximo deve estar presente já convivendo com aquele. Cada consórcio transforma o ambiente, criando condições para as sucessoras, se transforma e é sucedido pelo próximo consórcio, até que uma nova perturbação reinicie um novo ciclo, a partir do consórcio das espécies pioneiras e adiante. Assim, é importante a presença de espécies de ciclos de vida curto (duração - até 30 anos), médio (duração - cerca de 70 anos) e longo (duração - mais de 100 anos), desde o início do sistema (PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2002; VAZ DA SILVA, 2012).

F10. Função das exóticas

A observação da função das exóticas deve se dar no sentido de verificar se estas espécies estão contribuindo ou prejudicando o processo de sucessão do ecossistema rumo ao incremento da vida no local, em quantidade e diversidade. Tal avaliação, qualitativa, tem um forte caráter subjetivo e dependente do olhar e experiência do avaliador, o que pode, a princípio, posicionar tal indicador como inadequado ou de difícil aplicação. Entretanto, considera-se necessário apurar os sentidos e conhecimento acerca do papel que as espécies, sejam nativas ou exóticas, desempenham no contexto maior da estrutura e função do ecossistema, de forma que a avaliação seja feita sem prévias recriminação/discriminação de quaisquer espécies.

F11. Regenerantes e mudas

Na tabela abaixo são apresentados os valores esperados, segundo Suganuma (2013), ou amostrados em diversos trabalhos quanto à riqueza e densidade de regenerantes. Sugere-se a consideração dos dados de Suganuma (2013) para o estabelecimento de parâmetros.

Idade	Riqueza (nº de espécies esperada ou amostradas)	Densidade (ind/ha esperados ou amostrados)	Critério de inclusão	Referência
5 anos	7	0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
5 anos	0	0	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
5 anos	1	707	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
6 anos	9	130	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
6 anos	7	2200	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
6 anos	15	5816	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
6 anos	19	-	altura entre 0,30 e 1,30m	Sorreano (2002)
6 anos	16	-	altura entre 0,30 e 1,30m	Sorreano (2002)
7 anos	10	370	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
7 anos	21	20400	altura ≥ 0,30 m	Melo e Durigan (2007)
8 anos	11	578	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
8 anos	27	9783,3	altura ≥ 50 cm / DAP < 10 cm	Naves (2013)
9 anos	12	762	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
9 anos	17	7500	altura ≥ 0,30 m	Melo e Durigan (2007)
9 anos	5	3448	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
9 anos	5	4244	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
9 anos	25	-	altura entre 0,30 - 1,30m	Sorreano (2002)
9 anos	19	-	altura entre 0,30 - 1,30m	Sorreano (2002)
10 anos	13	926	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
10 anos	5,2	6499	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
10 anos	6,5	6631	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
11 anos	14	1074	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
11 anos	9	11788	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
11 anos	9	6759	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
12 anos	15	1210	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
12 anos	42	10000	altura ≥ 50 cm / DAP < 10 cm	Naves (2013)
13 anos	16	1335	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
13 anos	26	4015	altura ≥ 0,30 m	Melo e Durigan (2007)

Idade	Riqueza (nº de espécies esperada ou amostradas)	Densidade (ind/ha esperados ou amostrados)	Critério de inclusão	Referência
14 anos	17	1450	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
14 anos	15	17600	altura entre 0,30 e 2 m	Siqueira (2002)
15 anos	18	1558	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
16 anos	19	1658	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
16 anos	15	9902	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
16 anos	22	10531	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
17 anos	20	1753	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
18 anos	21	1842	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
18 anos	77	906	CAP ≥ 10 cm	Castanho (2009)
19 anos	23	1926	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
20 anos	24	2006	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
20 anos	62	904	CAP ≥ 10 cm	Castanho (2009)

*Tabela 25 – Riqueza e densidade de regenerantes (*Legenda: DAP – diâmetro à altura do peito, CAP – circunferência à altura do peito)*

Além dos valores esperados para riqueza e densidade de plantas com DAP > 1 cm, Suganuma (2013), apresenta a densidade total de plantas com DAP entre 1 e 5 cm, que variou de aproximadamente 0 a 3700 indivíduos/hectare. O autor ainda destaca que, dentro do conjunto de variáveis analisadas, a avaliação da regeneração natural por meio da densidade e riqueza de plantas arbóreas nativas com DAP ≥ 1 cm pode representar os processos ecológicos e o status das florestas restauradas mediante o esperado ao longo do tempo. Isso porque é neste estrato que se verifica a persistência das espécies introduzidas pelo plantio e a imigração de novas espécies pela ação de agentes dispersores.

A literatura consultada sobre os SAF complexos não apresenta dados relativos à regeneração desses sistemas.

F12. Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)

Foram encontrados na literatura, trabalhos que avaliam aspectos físicos, químicos e biológicos do solo em ecossistemas em restauração (DAMASCENO, 2005; NOGUEIRA JUNIOR *et al.*, 2011) e trabalhos que quantificam a acumulação de serrapilheira em áreas reflorestadas (MACHADO *et al.*, 2008; MOREIRA; SILVA, O. A., 2004; NUNES; PINTO, 2007; SPERANDIO *et al.*, 2012), conforme a tabela a seguir.

Produção de serrapilheira	Referência
697 Kg/ha (estação seca)	Moreira e Silva (2004)
407 Kg/ha (estação úmida)	Moreira e Silva (2004)
5,61 Mg/ha	Sperandio et al. (2012)
8,98 Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Machado et al. (2008)
11,4 t ha ⁻¹ /ano	Nunes e Pinto (2007)

Tabela 26 – Acumulação de serrapilheira em áreas reflorestadas

Usualmente são utilizados coletores de serrapilheira que possibilitam sua coleta, quantificação e estimativas da produção. Entretanto, embora ainda não se tenha os parâmetros para uma avaliação desse tipo, propõe-se que ela seja feita por meio de uma avaliação no local que meça a espessura da camada de serrapilheira e a qualidade (composição – folhagem e/ou galhos e/ou troncos) da camada de matéria orgânica. Idealmente, deve-se ter uma expressiva camada de serrapilheira, composta pelas diversas partes vegetais mencionadas.

F13. Recomendações gerais para uso dos indicadores e considerações finais

- O uso do conjunto de indicadores e parâmetros deve considerar o histórico e as características gerais das áreas, em seus aspectos geográficos, geológicos, ecológico/ambientais e socioeconômicos;
- Apenas a combinação dos indicadores é capaz de caracterizar adequadamente o sistema. Assim, é necessária a utilização do conjunto de forma integrada e que todos os indicadores atendam, simultaneamente, as condições esperadas;
- O estabelecimento de objetivos e metas claras para as Reservas Legais, bem como pesquisas científicas específicas ao contexto dos SAF em Reserva Legal, são essenciais para a definição das condições esperadas para essas áreas protegidas, que nortearão a restauração, uso, avaliação e monitoramento destes espaços;
- As metodologias de diagnóstico são ferramentas em uso que devem gerar discussão, aprendizados e, com isso, constantes atualizações, reparos, evolução.

7.3.Limiars para a Reserva Legal

Sem dúvida, estabelecer valores de referência para considerar atingida determinada meta já foi e é um desafio, mas outro ponto desafiador é o de responder às seguintes perguntas :

- A partir de que ponto (ou quando) uma área restaurada/plantada pode ser considerada Reserva Legal?
- Até que ponto pode-se manejar a Reserva Legal sem que o ecossistema deixe de cumprir as funções que dele se espera?

Novamente lançamos mão da Teoria dos filtros ecológicos aplicada à restauração, como esquematizado na Figura 18.

Um sistema, para chegar ao ponto de cumprir suas várias funções peculiares, precisa estar livre (ou com controle) dos filtros bióticos e abióticos que dificultam ou impedem o retorno natural à condição de funcionamento similar à do ecossistema que foi destruído. Para se manter nos degraus 1 e 2, atributos de flora e fauna tem que estar presentes no ecossistema que foi alterado.

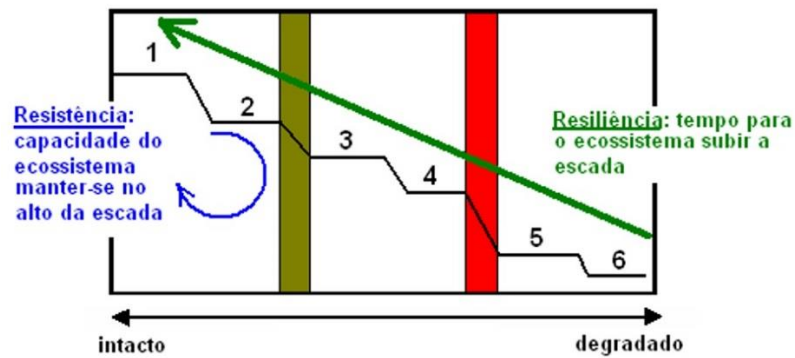


Figura 22 - Representação esquemática do processo de restauração de um ecossistema que foi alterado ou degradado, mediante os obstáculos que dificultam o processo.

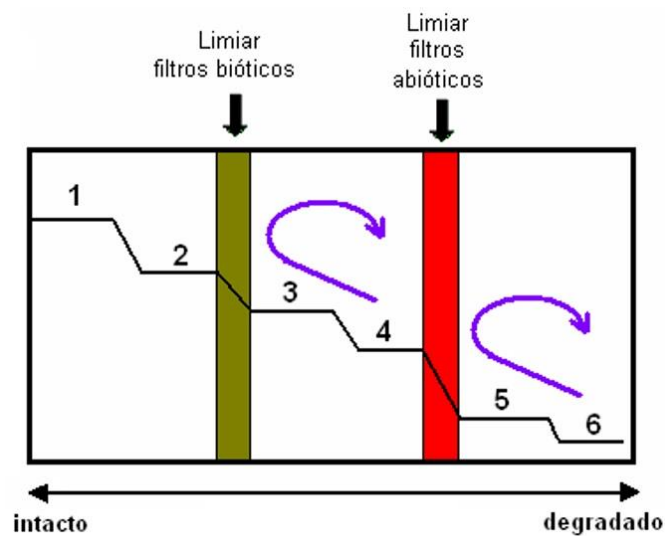


Figura 23 – Representação esquemática sobre presença de filtros e não evolução das funções da floresta

Com base nesta teoria e com os valores de referência desenvolvidos pelo PCSN e apresentados anteriormente, fez-se um primeiro “exercício” para delimitar os limiares para a Reserva Legal.

A Tabela 27, apresentada a seguir resume os valores sugeridos para se determinar os limiares de desenvolvimento de um ecossistema para que possa ser reconhecido como Reserva Legal.

Fatores		Valores mínimos desejáveis para ser Reserva Legal na Mata Atlântica	Valores mínimos desejáveis para ser Reserva Legal no Cerrado
Percentual de gramíneas invasoras (método de linha)		0 a 25%	0 a 50%
Presença de espécies arbóreas ou arbustivas invasoras		Ausente ou sob controle	Ausente ou sob controle
Presença de espécies problema (exóticas não invasoras, nativas dominantes, etc.)		Ausente ou sob controle	Ausente ou sob controle
Estrutura da Comunidade Vegetal	Presença de outras formas de vida	Árvores, arbustos, ervas	Arvores e arbustos
	Cobertura de vegetação nativa (método de linha)	75%	75%*
	Área basal dos indivíduos arbóreos com DAP > 5 cm (parcela de 200 m ²)	18,75	N/A
	Diversidade de plantas lenhosas (número de espécies em 100 indivíduos mostrados)	20	10
	Densidade de regeneração das espécies arbóreas: fazer uma parcela de 200 m ² (50 m x 4 m)		
	Plantas lenhosas com altura mínima de 50 cm e DAP < 5 cm	3000 ind ha ⁻¹ 60 ind por parcela de 200m ²	3000 ind ha ⁻¹ 60 ind por parcela de 200m ²
	Plantas lenhosas com 1 cm < DAP < 5 cm	1000 ind ha ⁻¹ 20 ind por parcela de 200m ²	1000 ind ha ⁻¹ 20 ind por parcela de 200m ²
	Para o Bioma Atlântica (contar os indivíduos acima de 1 cm de DAP)	45	
	Para o Bioma Cerrado (contar os indivíduos de espécies lenhosas acima de 50 cm de altura)		75

Tabela 27 – Valores propostos para estabelecimento de limiares para a Reserva Legal. *No Cerrado, a vegetação nativa não arbórea entra no cômputo.

8. MANEJO FLORESTAL - TRATOS CULTURAIS

O grande desafio para a produção de madeiras nativas é conseguir aumentar a produtividade e a qualidade da matéria-prima proveniente das florestas plantadas, tendo em vista a heterogeneidade do ritmo e da forma de crescimento que ocorre tanto entre as espécies do povoamento como entre os indivíduos da mesma espécie.

Na silvicultura de produção com espécies exóticas, principalmente dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, nos últimos 40 anos, algumas medidas de caráter tecnológico já vêm sendo tomadas e têm aumentado a produtividade e a oferta de matéria-prima de qualidade. Por exemplo, investimentos em melhoramento genético e biotecnologia e em pesquisas e desenvolvimento de melhores práticas silviculturais, desde a etapa da implantação, passando pelo manejo e chegando a colheita florestal, elevaram a produtividade média do cultivo de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo de 20 m³.ha.ano⁻¹ da década de 1970 para 45 m³.ha.ano⁻¹ nos dias atuais.

Esses exemplos da silvicultura de espécies exóticas precisam ser transferidos para a silvicultura de espécies nativas, visando o aumento da oferta de madeiras tropicais que têm grande demanda no mercado nacional. Campoe; Stape; Mendes (2010) afirmaram que os princípios e as técnicas da silvicultura de produção trazem benefícios ambientais e econômicos no plantio de restauração com espécies nativas, como por exemplos, o aumento de 400% do acúmulo da biomassa das espécies arbóreas nativas, a redução da taxa de mortalidade e o maior incremento em altura dos indivíduos.

Na sequência são abordados alguns aspectos técnicos e operacionais das principais atividades silviculturais que fazem parte das fases de implantação e manutenção florestal. As recomendações técnicas tiveram como base tanto a disponibilidade de informações teóricas comprovadas e a disponibilidade de recursos no mercado, como a vivência operacional (realidade) do autor desta proposta em pequenas e médias propriedades rurais.

Espaçamento de plantio: O espaçamento deverá ser padronizado para todos os Módulos a fim de facilitar a operacionalização do plantio e, conseqüentemente, conseguir minimizar os custos da implantação. Para modelos de uso múltiplo florestal, devem-se adotar espaçamentos que maximizem a produtividade e atendam os diferentes objetivos das espécies plantadas. Por isso, no modelo em questão propõe-se o espaçamento 3 x 2 m, que além de já ter sido comprovado como viável para obter boa produtividade de madeira tanto para espécies exóticas como nativas, também, atende a legislação no que diz respeito à densidade mínima de plantas nativas que devem compor o sistema.

Número de espécies: O número de espécies deverá ser estabelecido para cada Módulo em função do seu objetivo. No Módulo A deve-se adotar um número mínimo de espécies que atenda a legislação vigente, abrangendo exemplares de árvores, palmeiras e arbustos. Nos Módulos B e C, recomenda-se uma quantidade máxima de 10 a 15 espécies nativas com características fenotípicas favoráveis à produção de madeira, considerando que é normal a ocorrência de alta heterogeneidade, intraespecífica e interespecífica, de desenvolvimento e de forma dos indivíduos arbóreos nativos e, conseqüentemente, quanto maior o número de espécies maior será a dificuldade de se estabelecer medidas silviculturais para o melhor aproveitamento do plantio como, por exemplo, realizar a seleção de árvores para efetuar a desrrama. Nos Módulos D e E, recomenda-se que seja plantada uma espécie em cada módulo, visando: diminuir a competição entre espécies e maximizar a produtividade; aumentar o potencial de diversificação de produtos madeireiros como, por exemplo, plantar uma espécie voltada para produção em curto prazo e outra para médio e longo prazo; aproveitar melhor o potencial de espécies exóticas já consolidadas no mercado brasileiro; e aumentar a garantia de retorno financeiro ao produtor rural num curto prazo de tempo.

Preparo do solo: Recomenda-se que o preparo de solo seja realizado com base nos princípios de cultivo mínimo, tendo em vista os seus benefícios ambientais e a sua viabilidade para diferentes condições edáficas. Em geral, o preparo consiste na descompactação do solo para favorecer o desenvolvimento radicular das plantas e promover um uso mais eficiente da água e dos nutrientes e, conseqüentemente, proporcionar um crescimento mais rápido e com maior vigor nutricional das plantas. Em área mecanizável, recomenda-se o uso de um subsolador florestal para subsolagem entre 40 e 60 cm de profundidade.

Controle de formigas cortadeiras: O controle de saúvas (*Atta* spp.) e quenquéns (*Acromyrmex* spp.) é uma operação extremamente importante para garantir a máxima produtividade do empreendimento florestal. O método mais eficiente do ponto de vista econômico e ambiental é o controle com o uso de isca formicida a base de sulfluramida. O primeiro controle deverá ser realizado pré-plantio, preferencialmente, nas condições naturais em que se encontrar a área. Se a área estiver

muito suja e se for necessária uma roçada ou capina química para melhor visualização dos formigueiros, a área deverá ser mantida em pousio por um período mínimo de 20 dias após a limpeza, antes de se efetuar a aplicação da isca formicida. Esse período é necessário para a reestruturação dos formigueiros após intervenção na área e, conseqüentemente, não comprometer a atração da isca e o carregamento da quantidade suficiente para o interior dos formigueiros. Após o plantio, deverão ser realizadas rondas periódicas para avaliar o grau de infestação e de danos nas plantas. Uma vez por ano deverá ser feita a aplicação localizada ou sistemática de isca formicida em área total e nas suas adjacências. É importante destacar que após a aplicação de isca formicida, uma nova aplicação só terá eficiência após 60 a 90 dias, que é o período necessário para a renovação da colônia de formigas. Na Tabela 28 encontram-se as recomendações gerais para o embasamento do controle de formigas.

Métodos de controle com isca formicida					
Etapa	Condição da área	Época	Aplicação	Insumo	Dosagem
Pré-plantio (implantação)	Limpa: com capina química ou roçada mecânica	20 dias após plantio	Localizada	Isca a granel	10g/m ² de murudum 10g/aplicação no formigueiro isolado e no carreiro
	Suja: na condição natural	Até 7 dias antes do preparo do solo	Sistemática	Micro-porta-iscas (Minipis)	1 minipis de 10g a cada 50 m ²
Pós-plantio (implantação)	Limpa: sem dificuldade visual	60 a 90 dias após o primeiro controle	Localizada	Isca a granel	10g/aplicação no formigueiro isolado e no carreiro
Pós-plantio (manutenção)	Limpa: sem dificuldade visual	1 vez ao ano, no menor período de menor precipitação	Localizada	Isca a granel	2,0Kg. ha-1 distribuídos em doses de 10 g nos formigueiros e nos carreiros

Tabela 28 – Recomendações para o controle de formigas.

Controle do mato-competição: O controle do mato-competição é uma das principais operações silviculturais, principalmente, nos dois primeiros anos de crescimento das mudas. O controle efetivo das gramíneas e de outras plantas que competirão com as espécies arbóreas por luz e nutrientes é um dos principais fatores para aumentar a produtividade das espécies (CAMPOE; STAPE; MENDES, 2010). Recomenda-se que o controle do mato-competição seja realizado em área total, tendo em vista que essa medida irá assegurar que os objetivos de todos os Módulos de espécies nativas e exóticas sejam alcançados. Essa operação poderá ser feita por meio de capina química ou com roçada semi-mecanizada com roçadeira costal nas linhas de plantio e mecanizada nas entrelinhas.

Fertilização do plantio: As espécies arbóreas nativas apresentam grande variabilidade de comportamento em relação à demanda nutricional e às respostas às adubações minerais. Em função disso, torna-se impraticável a realização de fertilização específica para cada espécie em plantios

heterogêneos. Como solução, no modelo em questão propõe-se a recomendação básica já consolidada para as espécies exóticas, tanto em termos operacionais quanto em termos nutricionais, até porque, elas serão o carro-chefe para a produção madeireira em curto prazo e, por isso, deve-se buscar atingir as máximas produtividades dessas espécies. Certamente, as recomendações a seguir irão assegurar o suprimento de nutrientes tanto para as espécies exóticas quanto para as espécies nativas. Na Tabela 29 encontram-se as recomendações práticas de fertilização mineral, tanto para o plantio das espécies exóticas como das espécies nativas.

Operação	Período	Insumo	Objetivo	Método de Aplicação
Calagem	45 dias pré-plantio	Calcário-dolomítico	Correção da acidez; Fonte de magnésio; Fonte de calcário	Na área total: distribuição a lanço na superfície sem incorporação
Adubação de base I	0 a 5 dias pós-plantio	Superfosfato triplo ou formulação (N-P-K)	Fonte de fósforo	Localizado: no sulco de plantio ou em covetas ao lado das mudas
Adubação de base II	90 a 120 dias pós-plantio	Formulação (N-P-K)	Fonte de nitrogênio; Fonte de fósforo; Fonte de potássio	Localizado: em covetas ao lado das mudas
Adubação de cobertura I	1 ano pós-plantio	Formulação (N-P-K)	Fonte de nitrogênio; Fonte de fósforo; Fonte de potássio	Localizado: na superfície, ao longo a linha de plantio ou ao redor das mudas
Adubação de cobertura II	2 anos pós-plantio	Formulação (N-P-K)	Fonte de nitrogênio; Fonte de fósforo; Fonte de potássio	Localizado: na superfície, ao longo a linha de plantio ou ao redor das mudas

Tabela 29 - Recomendações práticas de fertilização mineral, tanto para o plantio das espécies exóticas como das espécies nativas.

Na calagem recomenda-se uma dosagem de 2,0 a 3,0 t.ha⁻¹ de calcário-dolomítico que deverá ser distribuído em área total, sem necessidade de se fazer a incorporação no solo.

Já, nas demais adubações as dosagens deverão ser embasadas em análise físico-química do solo, cuja amostragem deverá ser feita numa camada de 0 a 20 cm de profundidade, antes do início das operações de preparo do solo. A partir dos resultados da análise, em cada operação de adubação deverá ser adotada a dose recomendada de cada macronutriente, conforme descrito nas Tabelas 30, 31 e 32.

Teor de matéria orgânica (M.O.) no solo			
Dose de N	g.dm⁻³		
	0 - 15	16 - 40	> 40
kg.ha⁻¹	60	40	20

Tabela 30 – Recomendação de fertilização com Nitrogênio, de acordo com o teor de matéria orgânica no solo. Fonte: Adaptado de GONÇALVES (1995).

Teor de argila no solo	Teor de P por resina no solo			
	mg.dm ⁻³			
	0 - 2	3 - 5	6 - 8	> 8
%	Dose de P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)			
< 15	60	40	20	0
15 - 35	90	70	50	20
> 35	120	100	60	30

Tabela 31 – Recomendação de fertilização com Fósforo, de acordo com o teor de argila e de P disponível no solo. Fonte: Adaptado de GONÇALVES (1995).

Teor de argila no solo	Teor de K trocável no solo		
	mmol ₃ .dm ⁻³		
	0 - 0,7	0,8 - 1,5	> 1,5
%	Dose de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)		
< 15	50	30	0
15 - 35	60	40	0
> 35	80	50	0

Tabela 32 – Recomendação de fertilização com Potássio, de acordo com o teor de argila e de K trocável no solo. Fonte: Adaptado de GONÇALVES (1995).

Recomenda-se ainda a aplicação dos micronutrientes boro e zinco, tendo em vista que são comprovadamente importantes para algumas espécies exóticas como, por exemplo, para evitar a seca de ponteiro em algumas espécies de *Eucalyptus*. Esses micronutrientes poderão ser incorporados nas formulações de N-P-K a serem utilizadas nas adubações de cobertura I e II, na concentração de 0,3% de B e 0,5% de Zn. Com essa adubação será aplicada uma dose de 0,75 a 1,0 kg.ha⁻¹ de B e de 1,25 a 1,5 kg.ha⁻¹ de Zn (GONÇALVES, 1995).

Desrama: Para a produção madeireira é normal buscar nos ecossistemas naturais espécies nativas que apresentam crescimento monopodial, tendo em vista o melhor aproveitamento comercial do fuste. Porém, algumas espécies com crescimento monopodial no interior da floresta, quando plantadas em ambientes abertos podem apresentar crescimento com ramificações simpodial e em dicásio, o que é um fato indesejável para a produção de madeira devido ao desenvolvimento de vários ramos secundários. Nesses casos torna-se necessária a realização de desrramas, a fim de controlar o desenvolvimento de ramificações secundárias e priorizar o desenvolvimento de apenas um fuste comercial. Nos Módulos das nativas, B e C, recomenda-se que a desrrama seja feita a partir do primeiro ano de plantio, em todas as plantas que apresentarem bifurcações a partir de 40 cm do solo. Também, anualmente, deve ser feita uma vistoria nesses Módulos para desrramar todos os indivíduos que apresentarem ramificações secundárias e retenção de galhos, a fim de melhorar a qualidade dos fustes

e agregar valor na madeira. No caso dos Módulos com espécies exóticas, D e E, a desrrema só será necessária no caso de manejo para a produção de madeira grossa para serraria e quando a espécie plantada não apresentar queda natural de ramos. Nesse caso, recomenda-se que a desrrema seja feita a partir de um diâmetro a altura do peito (DAP) de 12 cm. Normalmente, ela é feita até 6,0 m de altura. A partir disso, os custos operacionais começam tornar essa operação inviável economicamente. Para o sucesso, tanto do ponto de vista econômico como técnico, a desrrema deverá ser feita por mão-de-obra capacitada e, também, deve-se utilizar ferramentas adequadas como, por exemplo, serrotes específicos de fabricantes consolidados no mercado.

Desbrota: Essa operação poderá ser uma alternativa de manejo para ampliar os ciclos de produção de madeira nos Módulos das exóticas quando for adotado desbaste sistemático e, principalmente, quando a espécie plantada apresentar ótimo potencial de brotação após a colheita. Predizer o melhor momento para a realização da desbrota é difícil porque cada espécie apresenta um potencial específico de brotação e de desenvolvimento dos brotos. Porém, usualmente, recomenda-se que essa operação seja realizada quando os brotos atingirem uma altura média de 2,0 m. No momento da desbrota, devem-se cortar os brotos inferiores em termos de crescimento e de forma, deixando no máximo dois brotos por cepa, quando não existir um broto claramente predominante.

As Tabelas 33 e 34 apresentam a lista das atividades recomendadas e o custo estimado para as atividades.

Atividades previstas na silvicultura de eucalipto	Atividades desejáveis na silvicultura de nativas	Tempo (dias) em relação à implantação
Preparo de Solo	Preparo de Solo	
Análise de solo	Avaliação da área para fazer a recomendação do método de conservação/restauração.	-50 a - 80
Combate à formiga - pré-corte E antes de plantio	Quando necessário.	-50 a b- 80
Aplicação de corretivo	Atenção não se plaica a áreas de cerrado	-30
Capina química manual	Quando necessário.	-20 a 30
Capina química mecânica - pré-plantio	Quando necessário.	-20 a -30
Combate à formiga	Necessário.	-15
Adubação	Atenção para a necessidade e para a formulação	-10
Plantio	Plantio convencional / Enriquecimento / Árvores nucleadoras	
Construção de bacia (área em torno das mudas)	Necessário.	0
Mudas	De 1000 a 1666 mudas/ha no caso de plantio em área total.	0
Plantio com gel	Quando necessário.	0
Combate à formiga - pó	Quando necessário.	0
Inventário de sobrevivência	Necessário.	15
Combate à formiga - convencional	Necessário.	25
Manutenção 0 a 1 Ano	Manutenção 0 a 1 ano e Condução da Regeneração	
Capina química manual leve - pré emergente	Quando necessário.	10 a 20
Roçada manual	Quando necessário.	50 a 60
Coroamento	Quando necessário.	60
Capina química manual média - pré emergente	Quando necessário.	60
Inventário de qualidade	Necessário.	90
Combate à formiga - convencional	Quando necessário.	90
Capina química manual média - pós emergente	Quando necessário.	150
Adubação manual	Se necessário – atenção para a formulação	300

Tabela 33 - Atividades e prazos desejáveis/recomendados para a silvicultura de nativas aplicada à restauração e conservação de matas nativas comparativamente à Silvicultura convencional para o primeiro ano (Preparado pelo PCSN).

Equipamentos + insumos	Rendimentos/ha		Custo/ha	Insumos			
	HH	HM	Operações	Produto (un)	Custo Mercado	Consumo/ha	Custo/ha
Barra + Glifosato		2,5	R\$ 350,00	Glifosato (l)	17	5	R\$ 85,00
Roçadeira		2,5	R\$ 350,00				
Rolo faca		2,5	R\$ 350,00				
Remoção manual de resíduos vegetais	24	8	R\$ 1.540,00				
Aplicador manual + Sulfluramida (isca)	2		R\$ 35,00	Sulfluramida (kg)	8	2	R\$ 16,00
Subsolador		3	R\$ 420,00				
Enxada (no sulco)	8		R\$ 140,00				
Enxada (alinhamento)	16		R\$ 280,00				
Cavadeira ou enxada	44		R\$ 770,00				
Broca mecânica		32	R\$ 480,00				
Distribuição manual	12	4	R\$ 770,00	Calcário dolomítico (t)	70	3	R\$ 210,00
Plantadeira (tubete)	8		R\$ 140,00				
Saquinho	24		R\$ 420,00				
Pipa + operadores	16	4	R\$ 840,00				
Operadores	2		R\$ 35,00				
Plantadeira (coveta lateral)	8		R\$ 140,00	Super Triplo (saco 50 kg)	45	4	R\$ 180,00
Pipa + operadores	6	2	R\$ 385,00				
Plantadeira (coveta lateral)	8		R\$ 140,00	10-20-10 (saco 50 kg)	56	6	R\$ 336,00
Pulverizador costal + Glifosato	8		R\$ 140,00	Glifosato (l)	17	5	R\$ 85,00
Barra protegida + Glifosato		2,7	R\$ 378,00	Glifosato (l)	17	5	R\$ 85,00
Motoraçadeira	8		R\$ 140,00				
Roçadeira		2,7	R\$ 378,00				
Enxada	16		R\$ 280,00				
Aplicador manual + Sulfluramida (isca)	2		R\$ 35,00	Sulfluramida (kg)	8	2	R\$ 16,00
Termonebulizador + Clorpirifós	24		R\$ 420,00	Clorpirifós (l)	20	0,4	R\$ 8,00
Distribuição a lança	2,4		R\$ 42,00	18-06-24 (saco 50 kg)	70	4	R\$ 280,00

Equipamentos + insumos	Rendimentos/ha		Custo/ha	Insumos			
	HH	HM	Operações	Produto (un)	Custo Mercado	Consumo/ha	Custo/ha
Adubadeira		1,3	R\$ 182,00	18-06-24 (saco 50 kg)	70	4	R\$ 280,00
Pulverizador costal + Glifosato	8		R\$ 140,00	Glifosato (l)	17	5	R\$ 85,00
Barra protegida + Glifosato		2,7	R\$ 378,00	Glifosato (l)	17	5	R\$ 85,00
Aplicador manual + Sulfluramida (isca)	2		R\$ 35,00	Sulfluramida (kg)	8	2	R\$ 16,00
Termonebulizador + Clorpirifós	24		R\$ 420,00	Clorpirifós (l)	20	0,4	R\$ 8,00
Serrote	26,4		R\$ 462,00				
Foice/Machado/Motoroçadeira	32		R\$ 560,00				
Marcação c/ tinta ou facão	8		R\$ 140,00				
Ronda a pé	1		R\$ 17,50				
Rolo faca		2,5	R\$ 350,00				

Tabela 34 – Custo estimado para cada atividade (ver planilha de apoio disponível para download)

9. REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-norma-pl.html>>. Acesso em: 23 jul. 2012.

CALDEIRA, P. Y. C.; CHAVES, R. B. **Sistemas agroflorestais em espaços protegidos.** . São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. , 2010

CAMPOE, O.C.; STAPE, J.L.; MENDES, J.C.T. Can intensive management accelerate the restoration of Brazil's Atlantic Forests? **Forest Ecology and Management.** Amsterdam, v. 259, p. 1808-1814, 2010.

CASTANHO, G. G. **Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no Sudeste do Brasil.** [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2009.

CHOI, Y. D. Theories for ecological restoration in changing environment: toward "futuristic" restoration. **Ecological Research**, v. 19, p. 75-81, 2004.

DAMASCENO, A. C. F. **Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema.** [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2005.

DURIGAN, G.; ENGEL, V. L.; TOREZAN, J. M. *et al.* Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 471-485, 2010.

GONÇALVES, J.L.M. **Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica.** Documentos Florestais, Piracicaba n.15, p. 1-23, 1995. Disponível em: <<http://blog.fimes.edu.br/gildomar/files/2011/04/Recomenda%C3%A7%C3%A3o-de-Aduba%C3%A7%C3%A3o-de-eucalipto-e-pinus.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2013.

GÖTSCH, E. **Homem e Natureza: Cultura na Agricultura.** . Recife: Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá. , 1997

HOBBS, R. J. Setting Effective and Realistic Restoration Goals: Key Directions for Research. **Restoration Ecology**, v. 15, n. 2, p. 354-357, 2007.

HOBBS, R. J.; NORTON, D. A. Ecological filters, thresholds, and gradients in resistance to ecosystem reassembly. In: TEMPERTON, V. M.; HOBBS, R. J.; NUTTLE T.; HALLE S. (Eds.). **Assembly rules and restoration ecology.** Island Press, Washington DC. 2004. p. 72-95.

MACHADO, M. R.; RODRIGUES, F. C. M. P.; PEREIRA, M. G. Produção de serrapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 143-151, 2008.

MARQUES, E. M.; RANIERI, V. E. L. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do Estado de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, v. XV, n. 1, p. 131-145, 2012.

- MELI, C. B.; VALERI, S. V.; BOTELHO, R. C.; LEMOS, P. P. L. **Estudo fitossociológico do sistema agroflorestal da Fazenda São Luiz**. Anais do IX congresso brasileiro de sistemas agroflorestais: políticas públicas, educação e formação em sistemas agroflorestais na construção de paisagens sustentáveis. **Anais...** [S.l.]: SBSAF. , 2013
- MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, n. 73, p. 101-111, 2007.
- MOREIRA, P. R.; SILVA, O. A. Produção de serrapilheira em área reflorestada com essências nativas. **Revista Árvore**, v. 28, p. 49-59, 2004.
- NAVES, R. P. **Estrutura do componente arbóreo e da regeneração de áreas em processo de restauração com diferentes idades, comparadas a ecossistema de referência**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2013.
- NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; GONÇALVES, J. L. M.; ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. Soil dynamics and carbon stocks 10 years after restoration of degraded land using Atlantic Forest tree species. **Forest Systems**, v. 20, n. 3, p. 536-545, 2011.
- NUNES, F. P.; PINTO, M. T. C. Produção de serrapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 97-102, 2007.
- PENEIREIRO, F. M.; AMADOR, D. B.; MARÇAL, M. F. M.; PINHO, R. Z. **Liberdade e Vida com Agrofloresta**. . São Paulo: Superintendência Regional do INCRA em São Paulo. , 2008
- PENEIREIRO, F. M. **Fundamentos da agrofloresta sucessional**. II Simpósio sobre Agrofloresta Sucessionais. **Anais...** Sergipe: [s.n.]. , 2003
- PENEIREIRO, F. M.; RODRIGUES, Q. F.; BRILHANTE, M. O.; LUDEWIGS, T. **Apostila do educador agroflorestal - Introdução aos sistemas agroflorestais: um guia técnico**. Rio Branco: Editora da Universidade / UFAC, 2002.
- PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: Um estudo de caso**. [S.l.]: Universidade de São Paulo, 1999.
- PEREIRA, M. A. **Viabilidade de manejo comercial em Reserva Legal no Pontal do Paranapanema com ênfase em aspectos ambientais, sociais e econômicos**. 2010. 127p. Dissertação (Mestrado em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável) - Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade (ESCAS/IPÊ), Nazaré Paulista, 2010.
- POU, M.S.; TOTTI, J.A.; MALINOVSKI, R.A. O presente e o futuro do setor florestal brasileiro. In: XIV SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 2006, Curitiba. **Anais...**Curitiba: UFPR: FUPEF, 2006. p. 3-16.
- REY BENAYAS, J. M. R.; NEWTON, A. C.; DIAZ, A.; BULLOCK, J. M. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. **Science**, v. 325, p. 1121-1124, 2009.
- RODRIGUES, E. R.; MONTEIRO, R.; CULLEN JÚNIOR, L. Dinâmica inicial da composição florística de uma área restaurada na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 853-861, 2010.

SCHAITZA, E.G. et al. Implantação e manejo de florestas em pequenas propriedades no Estado do Paraná : um modelo para a conservação ambiental, com inclusão social e viabilidade econômica . **DOCUMENTO 167**. Colombo : Embrapa Florestas, 2008.49 p.

SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C.; GURIES, R. P.; RUSCHEL, A. R.; REIS, M. S. Secondary Forest Succession in the Mata Atlântica, Brazil: Floristic and Phytosociological Trends. **ISRN Ecology**, v. 2011, p. 1-19, 2011.

SIQUEIRA, L. P. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2002.

SMA / IF. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. . São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente / Instituto Florestal Imprensa Oficial. , 2005

SORREANO, M. C. M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2002.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v. 191, p. 185-200, 2004.

SPERANDIO, H. V.; CECÍLIO, R. A.; SILVA, V. H. *et al.* Emprego da Serapilheira Acumulada na Avaliação de Sistemas de Restauração Florestal em Alegre-ES. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 460-467, 2012.

STCP .Estudo de viabilidade de plantio florestal com espécies nativas comerciais no estado de São Paulo

STEENBOCK, W.; SILVA, L. C.; SILVA, R. O. *et al.* **Agrofloresta, ecologia e sociedade**. Curitiba: Kairós, 2013.

SUGANUMA, M. S. **Trajetórias sucessionais e fatores condicionantes na restauração de matas ciliares em região de floresta estacional semidecidual**. [S.l.]: Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, 2013.

VAZ DA SILVA, P. P. **Guia para monitoramento de projetos de restauração florestal baseados em sistemas agroflorestais**. . São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente. 2012

WHISENANT, S. Wildland degradation and repair In: _____. **Repairing damaged wildlands**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 1-23.

ANEXO 1 - Desenvolvimento de modelos de diâmetro e estimativa volumétrica de espécies arbóreas nativas no estado de São Paulo²²

INTRODUÇÃO

Aspectos socioeconômicos ainda restringem a expansão das ações de restauração, sendo necessário o desenvolvimento de modelos de restauração de florestas que sejam economicamente viáveis e com grande valor social implícito. Uma das estratégias é desenvolver modelos de restauração que gerem renda para o produtor rural, o que pode ser obtido por meio da exploração de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros a partir da floresta de restauração, além de pagamento por serviços ambientais. Espera-se que as áreas em restauração possam não só cobrir seus custos de implantação e manutenção, como também possam dar lucro, superando o custo de oportunidade do uso do solo da pecuária extensiva, que ocupa cerca de 75% da área agrícola do país e a maior parte das áreas degradadas com necessidade de restauração florestal. Nesse contexto, a implantação de plantios mistos de espécies nativas para a produção de madeira tropical tem se destacado como uma das alternativas mais promissoras para garantir o custeio da restauração, bem como o suprimento de madeira tropical para o mercado consumidor nacional e internacional (Silva, 2013).

Existe uma carência básica do conhecimento sobre modelos de restauração planejados para a exploração madeireira, o que incentiva o maior interesse dos produtores pelas plantações de espécies exóticas, devido à maior disponibilidade de informações sobre essas espécies (Plath, 2011). A partir dessas informações sobre a restauração torna-se possível a escolha de espécies adequadas, o estabelecimento de ciclos de exploração e também a proposição de ações de manejo necessárias para que se obtenha maior quantidade e qualidade da madeira comercial produzida para diferentes usos.

Alguns estudos têm afirmado que plantações florestais heterogêneas podem ser tão ou até mais produtivas quanto plantações monoculturais, pois são capazes de utilizar os recursos limitantes do ecossistema com maior eficiência (Piotto et al., 2010).

É essencial avaliar quais espécies apresentam maior potencial de produção de plantios de restauração e conhecer o comportamento silvicultural dessas espécies em tais condições. Para isso é importante conhecer o comportamento do crescimento e prever a produção de

²² Preparado por Matheus Henrique Nunes

acordo com a idade e variáveis ambientais que influenciam no crescimento. Informação precisa e exata sobre o volume de madeira é fundamental para a identificação das áreas potenciais para produção de madeira sustentável, estimativa de carbono e conservação, com informações que facilitam e permitem a comparação no espaço e tempo. Por meio destas informações, políticas de uso do solo pode ter um papel importante na determinação e como e quais ferramentas de predição devem ser usadas. Certos modelos estatísticos podem ser aceitos para o planejamento do uso da terra, mas outros nem tanto, e estatística preditiva pode informar a mudança e, em alguns casos, políticas de manejo e procedimentos de exploração.

Para ter uma alta utilidade, modelos devem ser exatos e precisos. De acordo com Burkhart (2003), modelos adequados podem ser aperfeiçoados por meio do aumento do tamanho do conjunto de dados ou ainda aplicando técnicas de modelagem mais sofisticadas para os dados existentes. A relação entre as variáveis é estocástica e governada pela teoria de probabilidade. A seleção de metodologias apropriadas é uma questão central no cálculo de resultados corretos na estimativa de biomassa. De acordo com Avery e Burkhart (2002), equações volumétricas são usadas para estimar a quantidade média de madeira de povoamento de diferentes tamanhos e espécies. A confiabilidade das estimativas de volume depende da extensão e amplitude de informações disponíveis, e quão bem as equações de volume se ajustam aos dados.

A proposta deste trabalho é desenvolver modelos estatísticos de estimativa de diâmetro, altura e volume de espécies arbóreas em diferentes idades, cuja variabilidade do crescimento pode ser modelada por variáveis climáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Banco de dados

O banco de dados com informações sobre os indivíduos pertencentes às espécies usadas para predição da produção foi proveniente de medições de árvores em áreas de restauração do estado de São Paulo realizadas pelo Instituto Florestal, Horto de Pederneiras, Embrapa Florestas e pelo projeto "Sequestro de Carbono" da Companhia de Energia Elétrica do Estado de São Paulo (CESP). As informações usadas para desenvolvimento dos modelos foram o diâmetro à altura do peito (DAP) dos indivíduos em idades bem definidas e as coordenadas geográficas do projeto de restauração. Cada projeto mantém uma particularidade em termos de espaçamento, tratamentos silviculturais, objetivos e coordenação.

Tabela 1 – Coeficientes para modelos lineares múltiplos e coeficiente de determinação ajustado para predição do volume baseado em diâmetro (DAP) e altura total (HT), como descrito na equação eq2 para Cerrado, Floresta estacional Semidecidual e floresta densa ombrófila. O peso é especificado quando utilizado o método dos mínimos quadrados ponderados para estimativa dos parâmetros.

Espécie	Fitofisionomia
<i>Anadenanthera falcata</i>	Cerrado
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Floresta Semidecidual
<i>Araucaria angustifolia</i>	Floresta Ombrófila
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Floresta Semidecidual
<i>Citharexylum myrianthum</i>	Floresta Semidecidual
<i>Cordia trichotoma</i>	Floresta Ombrófila
<i>Dipteryx alata</i>	Cerrado
<i>Euterpe edulis</i>	Floresta Ombrófila
<i>Genipa Americana</i>	Floresta Semidecidual
<i>Hymenaea courbaril</i>	Floresta Semidecidual
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Floresta Semidecidual
<i>Peltophorum dubium</i>	Floresta Semidecidual
<i>Pterogyne nitens</i>	Floresta Semidecidual
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Floresta Semidecidual

Modelagem e análise dos dados

Para modelagem da variabilidade diamétrica ao longo do tempo, foram usadas variáveis climáticas que influenciam diretamente na capacidade de crescimento do indivíduo. Variáveis climáticas são de fácil obtenção considerando uma escala espacial mais ampla, enquanto fatores de solo, competição e herdabilidade, por exemplo, são de difícil mensuração e obtenção para todo o estado. As variáveis disponíveis são evapotranspiração, Índice Hídrico de Thornthwaite, temperatura média no mês mais frio, temperatura média anual, temperatura média no mês mais quente, precipitação total anual, precipitação média do mês mais chuvoso e precipitação média do mês menos chuvoso que foram modeladas e estimadas em todo o estado em uma resolução de 100 metros por Alvares et al. (2013).

Como um primeiro passo, foram calculadas matrizes de correlação considerando os diâmetros, idades e variáveis climáticas, para então obter a variável climática com maior influência sobre o diâmetro para cada espécie. A correlação de Spearman foi gerada considerando as pressuposições dos modelos lineares e relações não-lineares entre as variáveis. Dessa forma, foi possível determinar qual ou quais variáveis deveriam ser usadas em conjunto com a idade para a estimativa da produção diamétrica. A técnica utilizada para

modelagem foram modelos de regressão lineares múltiplos e o método de estimativa dos parâmetros foi por meio do método dos mínimos quadrados ordinários. É importante assegurar que cada modelo requer que as variáveis sejam independentes entre si, que a variância dos resíduos seja homogênea e que estes resíduos tenham distribuição normal. O coeficiente de determinação ajustado (R^2), Critério de Informação de Akaike (AIC) e análise gráfica dos resíduos foram utilizados para comparar modelos e então selecionar aqueles que melhor estimaram o diâmetro para a espécie em questão. Os modelos e estatísticas foram realizadas utilizando o programa R Core Team (2012), utilizando a função *lm* para modelagem linear.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 \quad \text{eq1}$$

Y = diâmetro estimado(cm);

X₁ = idade observada (anos);

X₂ = variável climática obtida por meio de modelagem climática.

Após obter a predição dos valores diamétricos para cada espécie, foram gerados mapas utilizando o programa ARC GIS para demonstrar espacialmente a variabilidade dos diâmetros em todo o estado.

Após modelagem diamétrica, foram gerados modelos de estimativa de altura baseada apenas no diâmetro para cada espécie de interesse por meio de modelagem linear simples. Os dados de altura para estimação dos parâmetros são pertencentes ao mesmo banco de dados utilizado na modelagem do diâmetro. As alturas e diâmetros preditos foram então usados para predição do volume. A modelagem de volume foi baseada nos modelos de Nunes (2013), que variam de acordo com a fitofisionomia onde a espécie predominantemente ocorre. Os parâmetros estimados dos modelos volumétricos foram os mesmos deste autor, de acordo com a equação 2 (eq2), uma vez que os modelos volumétricos foram gerados para florestas do estado de São Paulo (Tabela 2). O método utilizado para estimação dos parâmetros do modelo volumétrico foi o método dos mínimos quadrados ponderados, no qual o peso é computado com o objetivo de diminuir a heterogeneidade da variância dos resíduos.

$$\ln(V) = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \ln HT + \beta_3 \frac{1}{HT^{0.5} DAP} \quad \text{eq2}$$

Tabela 2 – Coeficientes para modelos lineares múltiplos e coeficiente de determinação ajustado para predição do volume baseado em diâmetro (DAP) e altura total (HT), como descrito na equação

eq2 para Cerrado, Floresta estacional Semidecidual e floresta densa ombrófila. O peso é especificado quando utilizado o método dos mínimos quadrados ponderados para estimativa dos parâmetros.

Item	Cerrado	Semidecidual	Ombrófila
β_0	-7.3801	-8.8534	-9.2271
β_1	1.6502	1.7353	1.6185
β_2	0.4164	0.9149	1.2020
β_3	-15.7022	-11.2397	-10.1938
R²- ajustado	0.9786	0.9869	0.9745
Peso	DAP	DAP ^{0.5} HT	DAP ^{0.5} HT

Modelagem da distribuição diamétrica

Para conhecer a variação do diâmetro em uma determinada idade foi necessário modelar a distribuição diamétrica. Dessa forma, torna-se possível prever como o diâmetro possivelmente varia entre diâmetros máximos e mínimos em qualquer local para as espécies estudadas.

Bailey e Dell (1973) primeiramente propuseram a distribuição Weibull como um modelo de distribuição diamétrica, sendo uma função de probabilidade que apresenta os parâmetros de forma e escala, como representado na equação eq3.

Mood, Graybill, & Boes (1974) ilustram a função de densidade probabilidade Weibull com dois parâmetros (escala e forma) (eq3).

$$f(x/\alpha, \beta) = \alpha\beta x^{\beta-1} \exp[-\alpha x^\beta], \quad 0 < x < \infty; \alpha > 0; \beta > 0 \quad \text{eq3}$$

onde: $f(x/\alpha, \beta)$ = densidade probabilidade de x ; α = parâmetro de escala; β = parâmetro de forma.

Os parâmetros de escala e forma da fdp Weibull foram encontrados por meio do método da máxima verossimilhança (MLE), de acordo com Cohen (1965).

Dessa forma, foram estimados os parâmetros de forma e escala para cada espécie para, então, modelar a variação da distribuição diamétrica para locais não estudados em qualquer idade de interesse. Para isso, foram gerados modelos lineares simples para estimativa dos parâmetros de escala e de forma baseados na idade como variável independente.

RESULTADOS

Equações diamétricas

Os modelos desenvolvidos por espécie estão representados na Tabela 3. A evapotranspiração apresentou-se como uma espécie muito influente sobre o crescimento de muitas espécies, destacando-se como uma das variáveis climáticas mais significativas sobre a produção. A temperatura não apresentou relações fortes com o crescimento, enquanto precipitação foi mais importante para muitas espécies.

Tabela 3 – Modelos para predição diamétrica e coeficiente de determinação ajustado (R^2 - adj) dos modelos para 14 espécies visando à produção madeireira. Os modelos são dependentes da idade (I) e uma ou mais variáveis climáticas. ET = Evapotranspiração; IM = Índice Hídrico de Thornthwaite. Em negrito estão apresentadas as variáveis.

Espécie	Modelo diamétrico	R²- adj
<i>A. falcata</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = 2.6387 + 0.7679 \ln(\mathbf{I}) - 0.0074$ Chuva máxima	0.59
<i>A. macrocarpa</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = 2.5072 + 0.5514 \ln(\mathbf{I}) - 0.0008$ Chuva total	0.20
<i>A. angustifolia</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = 0.7752 + 0.8864 \ln(\mathbf{I}) - 0.0009$ Altitude	0.80
<i>C. brasiliense</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = - 1.0227 + 0.8474 \ln(\mathbf{I}) + 0.0003$ Chuva total + 0.0003 ET	0.78
<i>C. myrianthum</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = 0.3959 + 1.1516 \ln(\mathbf{I})^{0.5} + 0.0027$ Chuva máxima	0.55
<i>C. trichotoma</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = 1.6421 + 0.6632 \ln(\mathbf{I}) - 0.0007$ ET	0.55
<i>D. alata</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = - 1.3674 + 0.7520 \ln(\mathbf{I}) + 0.0012$ ET	0.74
<i>E. edulis</i>	$\ln(\mathbf{DAP})^2 = 4.8279 + 1.7013 \ln(\mathbf{I}) - 0.0039$ ET	0.51
<i>G. Americana</i>	$\ln(\mathbf{DAP})^2 = 2.2236 + 0.6294 \ln(\mathbf{I})^2 - 0.0009$ Chuva total	0.60
<i>H. courbaril</i>	$\ln(\mathbf{DAP})^{0.5} = 1.5258 + 0.0290 \ln(\mathbf{I})^2 - 0.0002$ ET	0.52
<i>M. urundeuva</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = 0.5841 + 0.6969 \ln(\mathbf{I}) + 0.0021$ IM	0.29
<i>P. dubium</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = 1.1282 + 0.8911 \ln(\mathbf{I}) - 0.0006$ ET	0.42
<i>P. nitens</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = 1.0617 + 0.6786 \ln(\mathbf{I}) - 0.0005$ ET	0.54
<i>S. terebinthifolius</i>	$\ln(\mathbf{DAP}) = 1.0809 + 0.4878 \ln(\mathbf{I}) + 0.0024$ Chuva mínima	0.31

Mapas de distribuição diamétrica no estado de São Paulo

Foram gerados mapas para algumas espécies, representados nas figuras 1 – 5. Os valores de produção diamétrica são dependentes da variação climática no estado de São Paulo. Para a espécie *Anadenanthera falcata*, como exemplo, locais com elevada precipitação no mês mais chuvoso indica locais onde a espécie cresce menos (Figura 1). Sobretudo, é necessário conhecer as relações ecológicas sobre a espécie e quais os fatores de interferência sobre o

crescimento dos indivíduos. A espécie *Anadenanthera falcata* ocorre naturalmente em regiões do Cerrado e Floresta estacional semidecidual e decidual no estado, o que corrobora com os valores encontrados no mapa. Em florestas ombrófilas esta espécie não ocorre naturalmente, e justamente por isso houve um crescimento menos pronunciado nessas regiões.

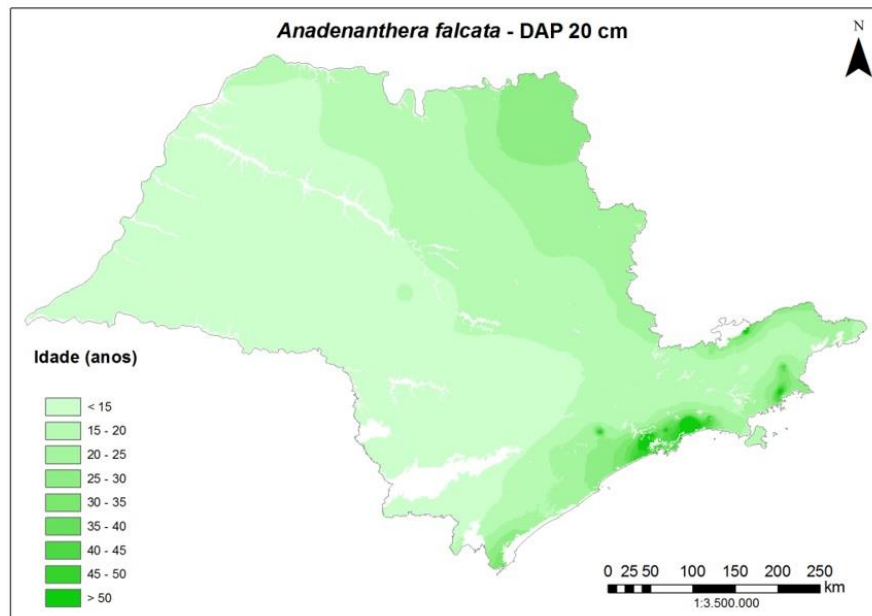


Figura 1 – Mapa da produção diamétrica da espécie *Anadenanthera falcata* no estado de São Paulo com a estimativa da idade para obtenção de um DAP de 20 cm.

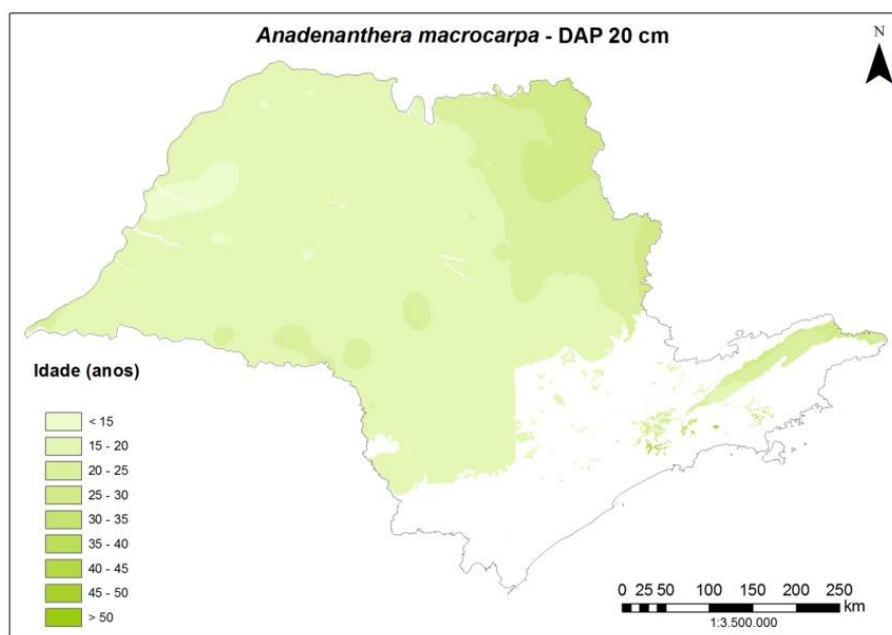


Figura 2 – Mapa da produção diamétrica da espécie *Anadenanthera macrocarpa* no estado de São Paulo com a estimativa da idade para obtenção de um DAP de 20 cm.

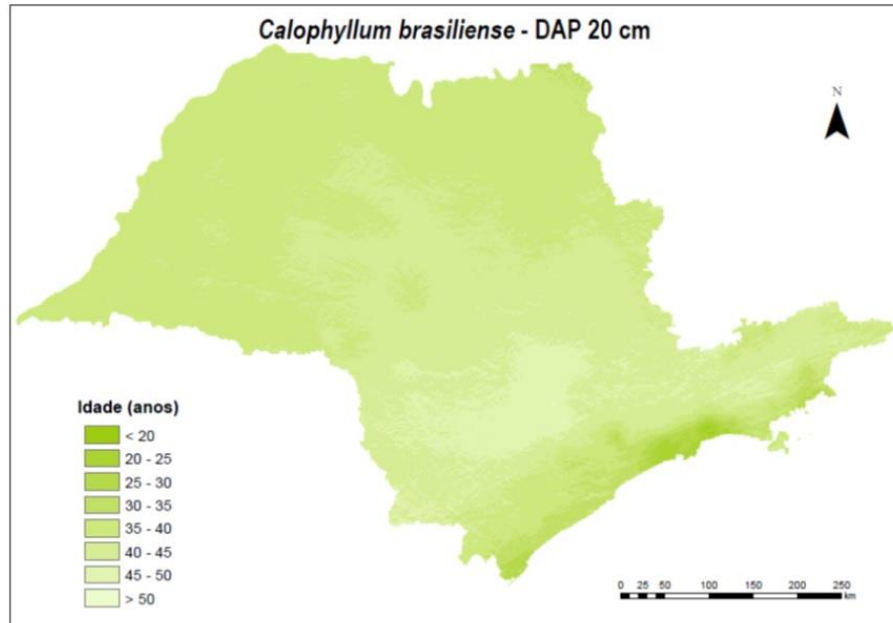


Figura 3 – Mapa da produção diamétrica da espécie *Calophyllum brasiliense* no estado de São Paulo com a estimativa da idade para obtenção de um DAP de 20 cm.

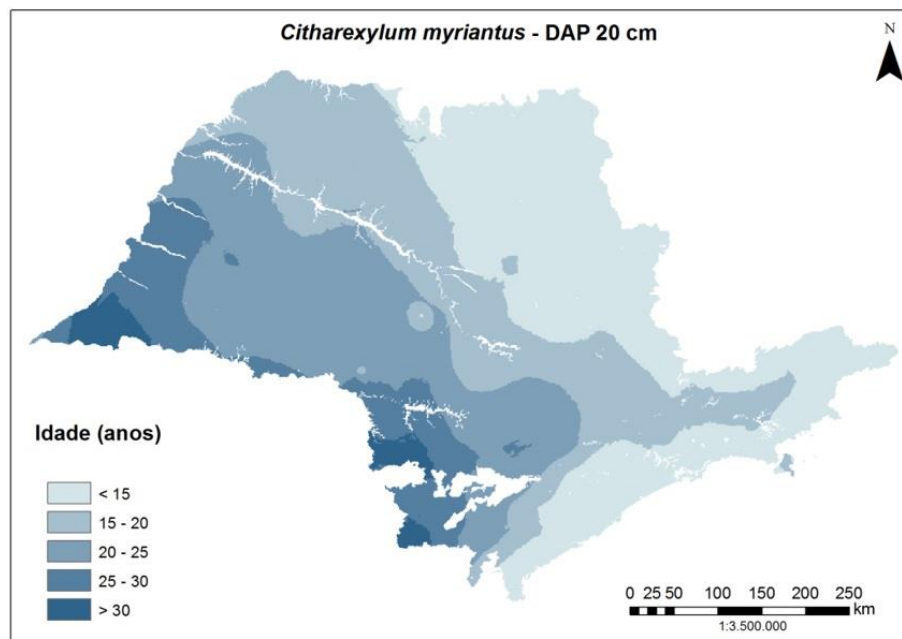


Figura 4 – Mapa da produção diamétrica da espécie *Citharexylum myrianthus* no estado de São Paulo com a estimativa da idade para obtenção de um DAP de 20 cm.

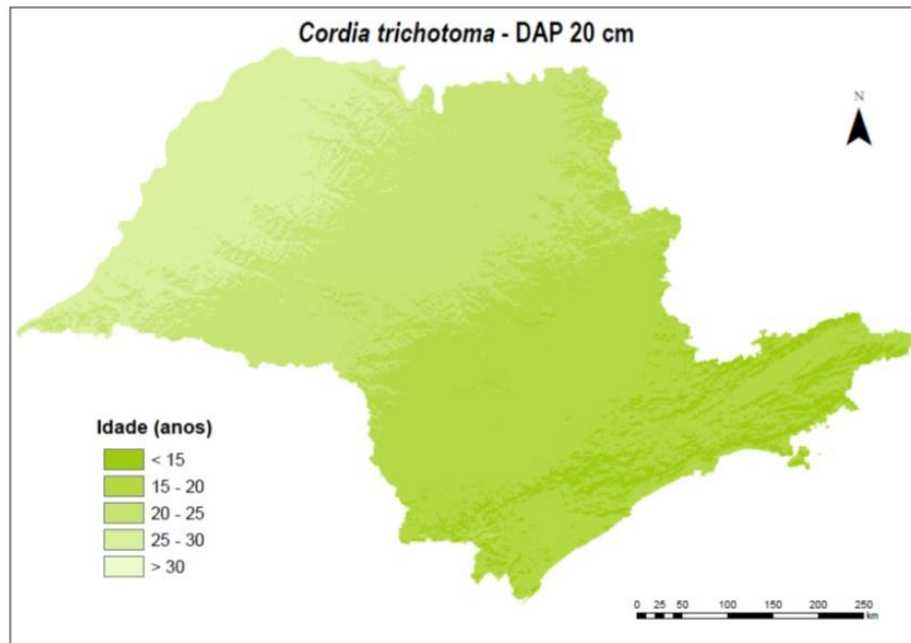


Figura 5 – Mapa da produção diamétrica da espécie *Cordia trichotoma* no estado de São Paulo com a estimativa da idade para obtenção de um DAP de 20 cm.

Modelagem da distribuição diamétrica

Os valores preditos por meio da modelagem da distribuição diamétrica se ajusta aos dados coletados em campo, como observado pela Figura 6. A partir dos valores preditos por espécie, torna-se possível estimar a distribuição dos diâmetros em qualquer idade e em qualquer local. A partir destes valores, podemos conhecer como funciona a variação da produção dentro da área e prever sobre custos e receitas a partir da produção volumétrica de madeira.

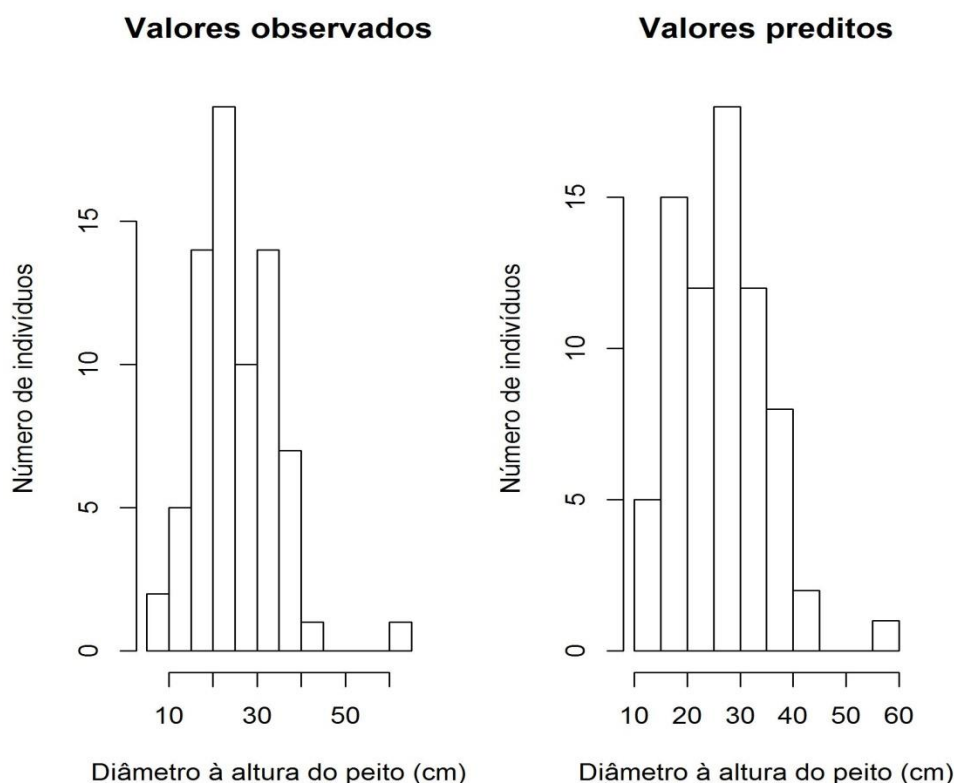


Figura 6 – Distribuição diamétrica ajustada utilizando o modelo de distribuição Weibull. Os valores observados foram coletados em campo e valores preditos são a partir da estimativa dos parâmetros da distribuição Weibull.

Referências Bibliográficas:

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AVERY, T.E.; BURKHART, H.E. **Forest measurements**. New York: McGraw-Hill. 408 p, 2002.

BURKHART, H.E. Suggestions for choosing an appropriate level for modelling forest stands. In: AMARO, A.; REED, D.; SOARES, P. **Modelling Forest Systems**. Cambridge, USA: CABI Publishing, 2003. chapt. 1, p. 3-10.

COHEN, A. C. Maximum likelihood estimation in the Weibull distribution based on complete and on censored samples. **Technometrics**, v. 7, n. 4, p. 579-588, 1965

MOOD, A. M.; GRAYBILL, F. A.; BOES, D. C. **Introduction to the theory of statistics**. New York: McGraw-Hill. 1974.

NUNES, M.H. **Stem profile modeling in Cerrado and tropical Forest formations in Brazil**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, 2013.

SILVA, C.C. **Potencial de espécies nativas para a produção de madeira serrada em plantios de restauração florestal**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, 2013.

PIOTTO, D.; CRAVEN, D.; MONTAGNINI, F.; ALICE, F. Silvicultural and economic aspects of pure and mixed native tree species plantations on degraded pasturelands in humid Costa Rica. **New Forests**,

Dordrecht, v.39, n. 3, p. 369 – 385, 2010.

PLATH, M.; MODY, K.; POTVIN, C.; DORN, S. Establishment of native tropical timber trees in monoculture and mixed-species plantations: Small-scale effects on tree performance and insect herbivore. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, n. 3, p. 741 – 750, 2011.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012.

BAILEY, R.L.; DELL, T.R. Quantifying Diameter Distributions with the Weibull Function . **Forest Science**, v. 19, n. 2, p. 97-104, 1973.

ANEXO 2 - Incremento médio anual de várias espécies arbóreas

Espécie	IMA (cm/ano)	S (desvio padrão)
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	2,3	0,2
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	1,1	0,5
<i>Alibertia edulis</i> L. Rich	0,9	0,1
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	2,1	0,3
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	0,9	0,5
<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	0,7	1,0
<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	1,5	0,2
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	1,9	0,6
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0,9	0,7
<i>Cupania tenuivalvis</i> Radlk.	0,3	0,4
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	0,9	0,4
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1,8	0,5
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	0,6	0,4
<i>Dipteryx alata</i> Willd.	1,6	0,4
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	1,4	1,1
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum) A. Robyns	0,2	0,3
<i>Erythrina verna</i> Vell.	2,8	0,6
<i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	0,8	0,2
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	2,7	0,5
<i>Hancornia speciosa</i> Gom.	1,9	0,4
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	0,9	0,4
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd	1,7	0,2
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	1,0	0,2
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hill	1,2	0,6
<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schltld.	1,0	0,2
<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	0,9	0,1
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engler	1,5	0,2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	3,0	1,0
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel.	1,5	0,3
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	1,0	0,6
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	1,1	0,7
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	0,9	0,1
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,1	0,3
<i>Nectandra cuspidata</i> Ness	1,5	0,8
<i>Ocotea velloziana</i> (Meissn.) Mez.	1,2	0,8
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,7	*
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	1,6	0,1
<i>Plathyenia reticulata</i> Benth.	2,0	0,8
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	1,4	0,5

Espécie	IMA (cm/ano)	S (desvio padrão)
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.	1,4	0,7
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	1,7	0,9
<i>Psidium guineense</i> SW.	0,6	0,4
<i>Qualea cordata</i> (Mart.) Spreng.	1,3	0,5
<i>Qualea dichotoma</i> (Mart.) Warm.	0,6	0,4
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	1,1	0,3
<i>Roupala montana</i> Aubl.	0,2	0,4
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham.& Schltdl) Frodin	1,5	*
<i>Senna macranthera</i> (Collad) H.S.Irwin&Barneby	1,7	1,0
<i>Senna velutina</i> (Vogel) H. S. Irwin & Barneby	0,4	0,4
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	1,8	0,3
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	2,6	0,7
<i>Styrax camporum</i> Pohl.	2,3	0,6
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	1,6	0,5
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	1,7	0,3
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	1,2	0,9
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	2,4	0,9
<i>Xylopia aromatica</i> (lam.) Mart.	1,1	0,1
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	1,3	0,8