

SUPLEMENTO 2

FINANCIAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DA RESERVA LEGAL COM EXPLORAÇÃO ECONÔMICA

Arranjos produtivos para a recomposição florestal

Centro de Estudos em Sustentabilidade da
Fundação Getúlio Vargas (FGVces/FGV-EAESP)

Abril de 2018

Preparado para:

Expediente

REALIZAÇÃO

FEBRABAN – Federação Brasileira de Bancos

Mario Sergio Fernandes de Vasconcelos
Diretor de Relações Institucionais

Beatriz Stuart Secaf
Assessora de Relações Institucionais

ORGANIZAÇÃO RESPONSÁVEL PELO ESTUDO

Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getulio Vargas (FGVces)

Coordenação do estudo

Mario Monzoni

Equipe técnica do estudo

Annelise Vendramini, Beatriz Beccari Barreto,
Eduardo Gusson, Fernanda Rocha,
Paula Peirão, Susian Martins

AGRADECIMENTOS

Comissão Setorial de Responsabilidade Social
e Sustentabilidade da FEBRABAN (CRSS)

Grupo de Trabalho FEBRABAN:

Banco do Brasil, Bradesco, Caixa Econômica Federal,
Itaú Unibanco, Rabobank, Santander, Sicredi e Votorantim.

Preparado para:

Sumário

Lista de Figuras	4
Lista de Tabelas	5
Lista de Siglas	5
Arranjos produtivos para recomposição florestal	6
1. Conceitos para a construção de modelos voltados à Reserva Legal	7
Modelos em conformidade com a lei	7
Manejo sob regime de exploração sustentável.....	8
Dinâmica e estrutura da Floresta Tropical: base teórica para construção dos modelos.....	8
2. Parâmetros considerados na elaboração dos modelos econômicos de Reserva Legal	11
Implantação e manejo dos sistemas de produção	11
Pré-implantação	11
Implantação.....	11
Manutenção do plantio	13
Manejo agrosilvicultural de plantios econômicos.....	14
Rendimentos Operacionais e quantidade de insumos	16
Incremento Médio Anual	21
Estimativa de produtividade das espécies utilizadas nos modelos.....	21
Preços de Produtos Madeireiros	25
Custos de implantação.....	26
3. Modelos de Plantio Propostos	29
4. Referências Bibliográficas	36

Lista de Figuras

Figura 1. Desenho do plantio - Mogno Africano.....	29
Figura 2. Desenho do plantio - Teca.....	30
Figura 3. Desenho do plantio - Cedro Australiano.....	31
Figura 4. Desenho do plantio - Enriquecimento do cerrado.....	32
Figura 5. Desenho do plantio - SAF na região amazônica	33
Figura 6. Desenho do plantio - Apenas nativas	34
Figura 7. Desenho do plantio - Eucalipto urograndis	35

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Rendimento operacional e quantidade de insumos estimados para a operação agrosilvicultural necessárias aos diferentes modelos econômicos de RL propostos no estudo.....	16
Tabela 2.	Incremento Médio Anual (IMA) em volume de madeira total por indivíduo (m^3 /árvore/ano) para as espécies nativas dos diferentes grupos de ritmos de crescimento nas diversas fases do sistema de produção florestal.....	23
Tabela 3.	Incremento Médio Anual (IMA) em volume de madeira total por indivíduo (m^3 /árvore/ano) para as espécies exóticas nas diversas fases do sistema de produção florestal.....	24
Tabela 4.	Preços da madeira em pé (R\$/ m^3) utilizados nas análises econômicas dos modelos.	25
Tabela 5.	Estimativa de produção, aproveitamento e valores dos produtos florestais não madeireiros de espécies nativas e exóticas potenciais para uso nos modelos do estudo.....	27

Lista de Siglas

ARL – Área de Reserva Legal

APP – Área de Preservação Permanente

FGVces – Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getulio Vargas

RL – Reserva Legal

Arranjos produtivos para recomposição florestal

Este Suplemento 2 complementa e suporta o estudo “Financiamento da Recomposição Florestal da Reserva Legal com Exploração Econômica”, visando apresentar os arranjos produtivos para recomposição florestal modelados no estudo. Por sua vez, o estudo Financiamento da Recomposição Florestal da Reserva Legal com Exploração Econômica tem como objetivo analisar a viabilidade econômico-financeira de modelos selecionados de financiamento para atividades de recomposição florestal no Brasil com uso econômico da área de Reserva Legal.

O objetivo deste suplemento é o de detalhar os arranjos produtivos que são usados na modelagem da recomposição florestal e que são apresentados no capítulo 5 do estudo de financiamento da recomposição mencionado no parágrafo anterior.

Quando se discute arranjos produtivos não há uma solução única que se aplique a todos os locais, sendo desejável um estudo detalhado para cada propriedade. Fatores climáticos, existência de uma cadeia produtiva na região, potencial de mercado dos produtos, custos e receitas dos diversos arranjos, entre outros fatores, são aspectos que devem ser analisados. O que se busca nesse suplemento é compreender possibilidades de arranjos, observando a complexidade de tais fatores.

Este suplemento está dividido em três capítulos. O primeiro busca apontar os critérios para que os arranjos produtivos voltados à exploração econômica da Reserva Legal ocorram em conformidade com a legislação, de acordo com os conceitos de manejo florestal sustentável e com a dinâmica e estrutura das florestas tropicais. No segundo são discutidas as fases de implantação e de manejo da área. Além disso, há uma explicação detalhada sobre os rendimentos operacionais, a quantidade de insumos necessária e o incremento médio anual das espécies. Adicionalmente, o segundo capítulo trata dos preços dos produtos madeireiros e custos de implantação. Por fim, o terceiro capítulo traz os modelos de plantio propostos.

1. Conceitos para a construção de modelos voltados à Reserva Legal

Modelos em conformidade com a lei

A interpretação conjunta dos Artigos 17, 22 e 66 do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) aponta para as seguintes condições: i) no uso de espécies exóticas para fins comerciais em até 50% da área de RL, o seu plantio deve ocorrer de forma intercalada com as espécies nativas, atendendo aos preceitos ambientais para qual é destinada a Reserva Legal; ii) no manejo de áreas de Reserva Legal para fins comerciais, quando da existência de espécies exóticas no sistema, este deve ser realizado por meio de medidas que favoreçam a regeneração de espécies nativas; iii) a exploração não poderá descaracterizar a cobertura vegetal e nem prejudicar a conservação da vegetação nativa da área, ou seja, a exploração deve seguir os preceitos do manejo florestal sustentável; iv) em todos os casos, deve-se assegurar a manutenção da diversidade das espécies.

Neste sentido, plantios comerciais monoespecíficos de espécies exóticas, tais como as dos gêneros *Eucaliptus* e *Corymbia* (eucaliptos), *Pinus*, *Kaya* (mogno-africano), *Toona ciliata* (cedro australiano), *Tectona grandis* (teca), *Acacia* (acácia negra ou mangium), ou mesmo o plantio de espécies de ocorrência no país plantadas em regiões fora de sua área de origem, como é o caso do cultivo da *Hevea* (seringueira) no estado de SP, aos moldes da silvicultura comercial convencionalmente praticada no país, não atendem à uma das premissas básicas estabelecidas no código florestal que é a promoção e manutenção da biodiversidade. Contudo, é possível rever a forma de manejo destes plantios comerciais, especialmente os de maior longevidade de maturação do produto madeireiro, a fim de promover condições ambientais propícias ao estabelecimento de um sub-bosque florestal formado através da regeneração natural e utilização de métodos mais eficientes que minimizem os impactos sobre os indivíduos regenerantes quando do processo de exploração florestal.

Manejo sob regime de exploração sustentável

Nos casos de exploração madeireira, o modelo prevê a manutenção de uma densidade mínima de indivíduos arbóreos para que a área permaneça sempre como a estrutura de uma floresta, ou seja, as árvores são exploradas em ciclos sucessivos e não há, em momento algum, corte raso (100%) da floresta. Outro ponto considerado é a perpetuidade da disponibilidade de estoques do produto alvo para a exploração, que no caso da exploração madeireira pode se dar com a regeneração natural ou com a reintrodução de novos indivíduos no sistema. No manejo de florestas naturais é comum que estes estoques sejam repostos pelas árvores jovens das classes diâmetricas inferiores ao valor mínimo definido para a exploração as quais se encontram em processo de maturação. Entretanto, nas florestas formadas para a produção, a reintrodução de novos indivíduos após o final de um ciclo de exploração de determinada espécie é necessária para assegurar a projeção de volumes de estoques futuros.

Dinâmica e estrutura da Floresta Tropical: base teórica para construção dos modelos

Na construção de modelos de produção com espécies nativas em plantios mistos, é necessário atentar-se a algumas peculiaridades sobre a forma de ocorrência destas espécies em seu ambiente natural de modo a assegurar seu estabelecimento e crescimento. Neste aspecto, um importante conceito é a raridade das espécies.

Na floresta tropical, a maior parte das espécies apresenta naturalmente baixa densidade de indivíduos, ou seja, são raras. Este comportamento permite a coexistência de muitas espécies em mesma área, o que determina a estas florestas o caráter de *hotspots* da biodiversidade. Esta raridade é uma estratégia de sobrevivência destas espécies para o contra-ataque de inimigos naturais, comportamento este sustentado pela teoria de Janzen-Connell.¹ Na prática, este conceito deve ser replicado plantando estas espécies em baixa densidade de indivíduos, ou seja, menor número de indivíduos por área destas espécies raras. Do contrário, aumentam-se os riscos de ataques de pragas e doenças, pondo em risco a rentabilidade do investimento.

¹ A hipótese de Janzen-Connell é uma explicação amplamente aceita para explicar a manutenção da biodiversidade das espécies arbóreas nas florestas tropicais. Foi publicado independentemente no início da década de 1970 por Daniel Janzen (1970) e Joseph Connell (1971). Por esta, os herbívoros, patógenos ou outros inimigos naturais específicos de determinada árvore torna as áreas próximas a uma árvore-mãe pouco favorável a sobrevivência dos propágulos (mudas ou sementes) da mesma espécie, possibilitando assim o maior número de indivíduos de espécies diferentes a coexistirem nesta mesma área, conforme demonstrado por inúmeros estudos científicos realizados no intuito de testar a hipótese (Janzen, D. H. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. *The American Naturalist*. 104.940 (1970); Connell, J.H. "On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees." In: *Dynamics of Population*. Ed. P.J. Den Boer and G.R. Gradwell. Wageningen: Pudoc, 1970).

Estas espécies raras são em sua maioria secundárias, de ciclos de vida longo, que crescem lentamente na floresta a meia luz, buscando o dossel da floresta, onde a copa das árvores se expõe ao sol pleno e, por isso, apresentam troncos retilíneos e madeira de moderada a alta densidade. Por consequência, são as espécies de madeira mais nobre, muitas destas conhecidas como madeira de lei. Assim, recomenda-se plantar estas espécies com um número baixo de indivíduos por área, por exemplo, 50 indivíduos/ha e com um número mínimo de espécies que assegure a diversidade do sistema reduzindo os riscos de infestação de pragas e doenças, por conseguinte, de possíveis prejuízos.

Outro importante conceito empregado é a sucessão das espécies na dinâmica de clareiras da floresta tropical. Este tem sido um instrumento de grande utilidade para a separação das espécies em grupos funcionais e para a elaboração de estratégias de regeneração de áreas desflorestadas². Baseado nestes conceitos, espécies dos diferentes grupos funcionais são alocadas no sistema com arranjo espacial, proporções e densidades pré-definidas. Isto é uma forma de tentar imitar as condições de ocorrência das espécies nativas em seus habitats naturais e assim garantir condições microclimáticas específicas para cada grupo de espécies que sejam mais favoráveis para seu crescimento.

A ideia é alocar as espécies nos modelos de modo que as das fases iniciais da sucessão, as pioneiras, criem condições adequadas para o estabelecimento e crescimento das espécies finais da sucessão, conhecidas como não-pioneiras³. Estas condições dizem respeito às alterações microclimáticas no ambiente, que seguem um gradiente temporal, tais como: aumento da fertilidade e melhoria das condições físico-químicas do solo; temperaturas mais amenas e com menor oscilação, tanto no solo como no interior da floresta; aumento na disponibilidade de água no sistema e maior capacidade de retenção de umidade; maior probabilidade de interação entre as espécies da flora e fauna.

² KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (eds.) Matas ciliares: conservação e recuperação, p.249-269. Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, São Paulo, 2000.

³ São características destes grupos de espécies: i) PIONEIRAS - composta pelas espécies pioneiras típicas, secundárias iniciais e pioneiras antrópicas (espécies que não são pioneiras nos ambientes naturais, mas que alteram seu comportamento em ambientes antropizados) possuem crescimento rápido a moderado, com grande acúmulo de biomassa em curto espaço de tempo; apresentam tempo de vida curto; normalmente apresentam madeira leve de baixa densidade que pode ser empregada para energia, caixotaria, etc; ii) NÃO-PIONEIRAS - muitas são raras nas florestas naturais, ou seja, apresentam ocorrência ocasional e com poucos indivíduos por área, especialmente as secundárias tardias; possuem tempo de vida longo chegando a alcançar idades seculares; crescem retilíneas e finas até alcançarem o dossel, momento no qual passam a investir no crescimento em diâmetro; possuem madeira normalmente de alta densidade, sendo as madeiras mais nobres com amplo aproveitamento para serrarias.

Tratando-se de modelos voltados à produção madeireira o importante é que as espécies iniciais da sucessão, de crescimento rápido, tutorem o crescimento em altura das espécies finais da sucessão, que são as de maior potencial madeireiro, aumentando assim, a volumetria de madeira de boa qualidade para usos nobres como para serraria. Estas espécies finais da sucessão, quando plantadas a pleno sol, tendem a apresentar muitas ramificações precoces (crescimento simpodial) o que prejudica a qualidade da madeira e, conseqüentemente, o valor de comercialização.

Uma forma de contornar esta situação é a realização de sucessivas podas dos galhos até o fuste atingir uma determinada altura pré-estabelecida, normalmente entre 6 a 8 metros. Porém esta é uma atividade cara e que inevitavelmente causa danos à madeira do tronco com o aparecimento de nós e facilitação para a infecção por agentes patogênicos. Assim, apesar de espécies tipicamente pioneiras não serem atrativas financeiramente para uso no modelo, sua utilização apresenta bases ecológicas que sustentam sua aplicação. Por isso, foram utilizadas em alguns dos modelos propostos neste estudo.

2. Parâmetros considerados na elaboração dos modelos econômicos de Reserva Legal

Implantação e manejo dos sistemas de produção

Apesar de cada modelo apresentar peculiaridades no tipo e número de repetições de determinadas operações, além da forma e período de sua execução e quantidade de insumos utilizados, os projetos florestais apresentam um ordenamento de atividades silviculturais em suas diferentes fases comuns para todos os projetos, os quais são descritos abaixo.

Pré-implantação

Trata-se das operações iniciais realizadas na área objeto da intervenção, tais como:

- ✓ **Isolamento da área e retirada dos fatores de degradação** – no caso da área ou vizinhança ser utilizada para a pecuária, recomenda-se o isolamento da área com o uso de cercas (cercamento);
- ✓ **Aceiros** – faixas onde a vegetação é removida expondo o solo de modo a minimizar os riscos de propagação de incêndios, podendo outras infraestruturas inerentes da produção florestal, como as estradas e carreadores, atuarem com a finalidade de aceiro;
- ✓ **Remoção ou trituração de resíduos** – operação necessária para a mecanização de áreas que apresentam resíduos de cultura lenhosa (tocos e galhadas).

Implantação

São operações realizadas na mesma fase do projeto, sendo executada, em média, dentro do período de três meses.

- ✓ **Controle de formigas cortadeiras e cupins** – atividade realizada visando à manutenção destes insetos em níveis que não interfiram na sobrevivência das plantas introduzidas no sistema.

- ✓ **Controle de matocompetição** – operação visando minimizar os efeitos da competição das espécies de comportamento agressivo como gramíneas e herbáceas invasoras, sendo utilizadas roçadas mecanizadas com trator, ou semi-manuais, com roçadeiras costais, também com o uso de herbicidas e controle químico.
- ✓ **Preparo do solo** – operação realizada visando a desagregação das partículas do solo de modo a facilitar o estabelecimento das raízes e a absorção de nutrientes e água. Pode ser realizado das seguintes formas:
 - **Intensivo em área total** – no caso de plantio com semeadura direta, ou quando utilizado em consórcios incluindo leguminosas agrícolas (semeadura direta) ou outras culturas agrícolas nas entrelinhas de plantio das mudas (SAFs), recomenda-se a realização da gradagem e aragem do solo, podendo haver várias repetições e profundidades, dependendo do tipo de solo e condições prévias das áreas;
 - **Semi-intensivo em linhas de plantio** – para plantio de mudas ou semeadura direta apenas nas linhas, realizado com subsolador, em profundidade variável dependendo do tipo e condições de solo, mas com média de 50 cm;
 - **Pontual** – coveamento, manual ou semimecanizado com motoperfurador de solo, apenas nas áreas que receberão as mudas ou sementes.
- ✓ **Demarcação e espaçamento do plantio** – definição das quantidades de sementes e mudas, sua distribuição e arranjo espacial conforme desenho delineado para o modelo escolhido. Na semeadura direta adota-se como referência o número de sementes/ metro linear, ou densidade por metro quadrado, e no plantio densidade de mudas por hectare.
- ✓ **Distribuição e plantio de sementes ou mudas** – introdução dos propágulos segundo o modelo de restauração definido para determinada área.
- ✓ **Aplicação de corretivos e fertilizantes** – a recomendação técnica de fertilização da cultura agroflorestal é realizada com base na demanda apresentada pela análise de solo. Podem ser utilizados tanto os fertilizantes minerais como orgânicos, respeitando-se as demandas pelos macronutrientes e micronutrientes da cultura. Na adubação de base, comumente aplica-se a dosagem total de fósforo (P) recomendada, e parte das doses dos demais macronutrientes, o nitrogênio (N) e potássio (K). A utilização de espécies de adubação verde é uma alternativa para disponibilizar, ainda que parcialmente, as necessidades nutricionais das plantas em cultivo, aumentando o teor de matéria orgânica do solo e seus benefícios associados. A fruticultura é uma atividade que apresenta alta demanda nutricional nas fases de formação e produção dos frutos. Considerando a alta demanda das árvores por cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), os quais atuam nas funções estruturais e osmóticas das plantas, é recomendado também a aplicação da calagem, normalmente feita na fase inicial do plantio com calcário-dolomítico.

- ✓ **Irrigação de plantio** – em condições climáticas adversas, em dias com altas temperaturas e tempo seco, é recomendado a rega das plantas, podendo ser utilizados retentores de umidade como o hidrogel, o qual reduz a quantidade aplicada por planta e estende o tempo de exposição desta a umidade, sendo muito aplicada em plantios florestais nas estações secas.

Manutenção do plantio

São as atividades realizadas logo após implantação, cujo objetivo é conduzir o sistema até seu pleno estabelecimento. A duração desta etapa varia em função da composição das espécies sendo, normalmente, de 2 a 3 anos pós-plantio, em periodicidade conforme necessidade definida tecnicamente. São atividades inerentes à fase de manutenção:

- ✓ **Replantios** – reintrodução de mudas nos pontos com falhas de plantio.
- ✓ **Irrigações de manutenção** – aplicadas normalmente ao longo do primeiro ano, momento de maior suscetibilidade das plantas ao estresse fisiológico sofrido pela escassez d'água, que pode levar a senescência do indivíduo.
- ✓ **Fertilização de cobertura** – aplicações de fertilizantes conforme recomendação dada para a cultura. Nesta fase, as plantas demandam fertilizantes com maiores teores dos macronutrientes nitrogênio (N) e potássio (K), e dependendo da exigência nutricional da cultura, dos micronutrientes como o zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e boro (B).
- ✓ **Controle de matocompetição** – realizado de forma seletiva para eliminação das espécies competidoras, sendo as roçadas, que podem ser mecanizada ou semi-mecanizadas, a capina das coroas de mudas (coroamento) ou a capina total da linha de plantio (trilhamento), práticas inerentes desta operação que devem ser realizadas periodicamente até que a área atinja o fechamento de copas. Como alternativa aos métodos mecânicos de controle, tem-se o uso de herbicidas pós-emergentes, aplicados nas entrelinhas e linhas de plantio, e dos pré-emergentes, os quais são normalmente utilizados na coroa das mudas plantadas ou na linha do plantio (trilhamento químico). Para estas operações, as doses utilizadas variam em função da infestação e tipo de matocompetição, sendo aplicada em dosagens e precauções devidas, conforme indicação dos fabricantes dos produtos.

- ✓ **Controle de formigas cortadeiras** – realizado com vistorias permanentes na área, aplicando-se a dosagem adequada para evitar incidências que causem prejuízos a cultura.
- ✓ **Manutenção das estruturas de proteção** – visando maior proteção das áreas com relação as possibilidades de incêndios florestais é realizada a manutenção permanente dos aceiros, assim como das cercas, quando a área é fronteira à pecuária.

Manejo agrosilvicultural de plantios econômicos

Nestes plantios silviculturais são comumente realizadas algumas atividades ainda na fase inicial de estabelecimento dos sistemas, tais como:

- ✓ **Podas de condução e desrama** – na produção madeireira, são atividades realizadas visando a melhor formação dos fustes das árvores para aumentar a quantidade de madeira de qualidade. É realizado em até três vezes com instrumentos próprios de forma manual ou semi-mecanizada (motopoda). Na fruticultura, são realizadas visando aumentar a produção e qualidade dos frutos.
- ✓ **Adubações periódicas** – há espécies que possuem um manejo da fertilidade do sistema já pré-determinado e recomendado tecnicamente com base em pesquisas já realizadas para a cultura. Sua execução visa assegurar a boa produtividade.
- ✓ **Desbrota** – algumas espécies como a banana e o açaí, ou mesmo o eucalipto conduzido no sistema de talhadia, apresentam uma grande quantidade de brotações (perfilhos) que devem ser eliminadas de modo a favorecer o desenvolvimento de um ou poucos perfilhos, evitando a competição e melhorando a produção da cultura, sejam estes produtos madeireiros ou não madeireiros.
- ✓ **Desbastes** – uma prática comum na silvicultura de florestas plantadas é a realização de desbastes periódicos visando minimizar a competição entre os indivíduos por luz, água e nutrientes, favorecendo o crescimento das outras plantas da vizinhança. Assim, ao longo do tempo, as árvores vão sendo suprimidas em diferentes ciclos de desbastes.

No caso de plantios monoespecíficos estes desbastes são feitos comumente eliminando-se as árvores de menor diâmetro, podendo este desbaste também ocorrer de forma sistêmica, considerando um determinado percentual de indivíduos para o corte. Nos exemplos de modelos propostos neste estudo, que utilizam espécies com sistema de produção com período de maturação previamente estimado em função de sua produtividade amplamente reconhecida, os desbastes foram propostos conforme recomendação técnica específica para as espécies, sendo estes para as espécies exóticas:

- ✓ **Eucalipto para processo (celulose e papel):** sem desbaste com corte do volume total da espécie aos 7 anos;
- ✓ **Eucalipto para madeira:** 1º desbaste aos 6 anos de idade com corte de 30% dos indivíduos; 2º desbaste aos 9 anos com corte de 20% dos indivíduos; corte total dos 50% de indivíduos restantes aos 15 anos;
- ✓ **Teca:** 1º desbaste aos 7 anos de idade com corte de 25% dos indivíduos; 2º desbaste aos 14 anos com corte de 30% dos indivíduos; corte total dos 45% de indivíduos restantes aos 21 anos;
- ✓ **Cedro Australiano:** 1º desbaste aos 3 anos de idade com corte de 25% dos indivíduos; 2º desbaste aos 9 anos com corte de 35% dos indivíduos; corte total dos 40% de indivíduos restantes aos 15 anos;
- ✓ **Mogno africano:** 1º desbaste aos 9 anos de idade com corte de 50% dos indivíduos; 2º desbaste aos 15 anos com corte dos 50% dos indivíduos restantes no sistema.

Já para as nativas propuseram-se os desbastes considerando o ciclo de produção de madeira das espécies nos diferentes ritmos de crescimento, sendo:

- ✓ **Espécies de ritmo de crescimento rápido:** corte de 100% das árvores das espécies do grupo aos 7 anos de idade;
- ✓ **Espécies de ritmo de crescimento moderado:** corte de 50% das árvores do grupo aos 14 anos de idade e de mais 50% aos 21 anos de idade;
- ✓ **Espécies de ritmo de crescimento lento:** corte de 100% das árvores das espécies do grupo aos 35 anos de idade.

Os desbastes ocorrem em função de análise gráfica do IMA/ICA e tipo de produto beneficiado. O mesmo procedimento deve ser adotado para as nativas, mas com uma diferença. Nos modelos de recomposição onde se adota o plantio nativas, conhece-se previamente o ritmo (velocidade) de crescimento das espécies utilizadas. Desta forma, as árvores de ritmo de crescimento rápido, que atingirão o volume de corte previamente, serão as primeiras a serem desbastadas. Assim, é importante ordenar o plantio para que quando estas forem retiradas do sistema, não causem danos às demais que permanecerão, ou seja, as espécies de crescimento moderado ou lento. Importante ressaltar que para as espécies nativas estas projeções de desbastes necessitam de uma avaliação mais apurada do momento em que esta operação deve ser realizada para gerar melhor aproveitamento da madeira e resultado econômico com o corte, similar ao que se faz para uma plantação florestal monoespecífica e equiânea.

Rendimentos Operacionais e quantidade de insumos

A Tabela 1 apresenta os rendimentos operacionais estimados para os modelos florestais e agroflorestais propostos neste estudo. Estas informações baseiam-se em estimativas médias apresentadas por empresas do setor específico de cada cultura, aportados por dados secundários disponíveis em informativos técnicos. As dosagens dos insumos utilizadas em cada aplicação são também apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Rendimento operacional e quantidade de insumos estimados para a operação agrosilvicultural necessária aos diferentes modelos econômicos de RL propostos no estudo

Etapas/ Operações	Mão de obra		Mecanização	Insumos		
	Auxiliar	Tratorista		Descrição	Quant.	Unidade
	HH	HH	HM			
1 - PRÉ-IMPLANTAÇÃO						
Cercamento - isolamento da área (km)	120,0	8,0	8,0	Cerca (6 x 6 c/ 5 fios)	1,0	Km
Aceiro (km)	8,0	8,0	8,0		1,0	Km
Remoção de resíduos - manual+mecanizada	24,0	4,0	4,0			
Trituração de resíduos - rolo-faca		3,0	3,0			
2 - IMPLANTAÇÃO						
Limpeza - semi-mecanizada - roçadeira costal	48,0		48,0			
Limpeza - mecanizada - Trator + implemento		2,5	2,5			
Limpeza - semi-mecanizada química costal (herbicida)	24,0	2,0	2,0	Herbicida Pos-E (Glifosate)	5,0	litros
Limpeza - mecanizada química (herbicida)	2,0	2,0	2,0	Herbicida Pos-E (Glifosate)	5,0	litros
Controle de formiga - sistêmico	2,0			Isca formicida (Sulfuramida)	8,0	kg
Controle de formiga - pontual	2,0			Isca formicida (Sulfuramida)	5,0	kg
Preparo de solo - mecanizado. C. mínimo- subsolagem	2,0	2,0	2,0			

Etapas/ Operações	Mão de obra		Mecanização	Insumos		
	Auxiliar	Tratorista		Descrição	Quant.	Unidade
	HH	HH				
Preparo de solo – mecanizada total - 2 gradagem+nivelamento	2,0	6,0	6,0			
Preparo de solo - semi mecanizada - motocoveadora*	24,0		24,0			
Espaçamento de plantio	8,0					
Calagem - mecanizada	2,0	2,0	2,0	Calcário-dolomítico	2,0	toneladas
Calagem - manual	12,0	4,0	4,0	Calcário-dolomítico	2,0	toneladas
Distribuição e Plantio de mudas - Nativas (3 x 2 m)	40,0	4,0	4,0	mudas	1666,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Nativas (3 x 3 m)	32,0	3,2	3,2	mudas	1111,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Eucalipto (3 x 2 m)	40,0	4,0	4,0	mudas	1666,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Eucalipto (3 x 3 m)	32,0	3,2	3,2	mudas	1111,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Cedro australiano* (3x4 m)	24,0	2,4	2,4	mudas	833,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Teca* (3x4 m)	24,0	2,4	2,4	mudas	833,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Mogno (6 x 4 m)	18,0	1,8	1,8	mudas	417,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Pupunha* (2 x 1 m)	80,0	8,0	8,0	mudas	5000,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Juçara / açaí (3 x 3 m)	40,0	4,0	4,0	mudas	1111,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Cacau (3 x 3 m)	32,0	3,2	3,2	mudas	1111,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Cupuaçu (3 x 4 m)	24,0	2,4	2,4	mudas	833,0	mudas
Distribuição de mudas - Banana (3 x 3 m)	56,0	5,6	5,6	mudas	1111,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Noz Pecã (6 x 8 m)	16,0	1,6	1,6	mudas	208,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Macaúba (6 x 2 m)	24,0	2,4	2,4	mudas	833,0	mudas
Distribuição e Plantio de mudas - Seringueira (6 x 4 m)	24,0	2,4	2,4	mudas	416,7	mudas

Etapas/ Operações	Mão de obra		Mecanização	Insumos		
	Auxiliar	Tratorista		Descrição	Quant.	Unidade
	HH	HH				
Plantio de sementes (Nativa + Adubo verde) - mecanizado	6,0	0,6	0,6	sementes (arb+leg)	100,0	kg
Plantio de sementes (linha dos SAFs) - mecanizado	6,0	0,6	0,6	sementes (Leg + agrícolas)	100,0	kg
Irrigação de plantio - com hidrogel	8,0	0,8	0,8	hidrogel	4,2	kg
Adubação de Base - Nativa (3 x 2 m)	10,0	1,0	1,0	NPK 06-30-06	333,2	kg
Adubação de Base - Nativa (3 x 3 m)	6,0	0,6	0,6	NPK 06-30-06	222,2	kg
Adubação de Base - Eucalipto - (3 x 2 m)	10,0	1,0	1,0	NPK 06-30-06	333,2	kg
Adubação de Base - Eucalipto - (3 x 3 m)	6,0	0,6	0,6	NPK 06-30-06	222,2	kg
Adubação de Base - Cedro*	6,0	0,6	0,6	NPK 06-30-06	166,6	kg
Adubação de Base - Teca	6,0	0,6	0,6	NPK 06-30-06	166,6	kg
Adubação de Base - Mogno*	4,0	0,4	0,4	NPK 06-30-06	83,4	kg
Adubação de Base - Pupunha*	36,0	3,6	3,6	NPK 20-10-10	500,0	kg
Adubação de Base - Juçara / Açaí	8,0	0,8	0,8	NPK (10-28-20)	100,0	kg
Adubação de Base - Cacau (3 x 3 m)	6,0	0,6	0,6	NPK 06-30-06	222,2	kg
Adubação de Base - Cupuaçu (3 x 3 m)	6,0	0,6	0,6	NPK 06-30-06	166,6	kg
Adubação de Base - Banana*	12,0	1,2	1,2	NPK 05-20-20	222,2	kg
Adubação de Base - Nóz pecã*	6,0	0,6	0,6	NPK 06-30-06	41,6	kg
Adubação de Base - Macaúba*	8,0	0,8	0,8	Super simples + NPK 20-00-20	333,2	kg
Adubação de Base - Seringueira*	8,0	0,8	0,8	NPK 06-30-06	125,0	kg
MANUTENÇÃO DO PLANTIO						
Controle matocompetição - entrelinha - roçada mecanizada		3,0	3,0			
Controle matocompetição - entrelinha - semi-mecanizada	32,0		32,0			
Controle matocompetição - entrelinha - química mecanizada		2,0	2,0	Herbicida Pos-E (Glifosate)	3,0	litros
Controle matocompetição - linha - química costal	12,0			Herbicida Pos-E (Glifosate)	2,0	litros
Controle matocompetição - linha- roçada semimecanizada*	16,0		16,0			

Etapas/ Operações	Mão de obra		Mecanização	Insumos		
	Auxiliar	Tratorista		Descrição	Quant.	Unidade
	HH	HH				
Controle matocompetição - coroamento manual*	48,0					
Controle matocompetição - coroamento químico*	4,0			Herbicida Pré-E (Isoxaflutole)	0,1	kg
Controle de formiga Cortadeira	2,0			Isca Formicida (Sulfuramida)	3,0	kg
Irrigação de cobertura	12,0	2,0	2,0	hidrogel	2,1	kg
Adubação de Cobertura - Nativa (3 x 2 m)	10,0	1,0	1,0	NPK 20-05-20	166,6	kg
Adubação de Cobertura - Nativa (3 x 3 m)	4,8	0,5	2,0	NPK 20-05-20	111,1	kg
Adubação de Cobertura - Eucalipto (3 x 2 m)	10,0	1,0	1,0	NPK 20-05-20	333,2	kg
Adubação de Cobertura - Eucalipto (3 x 3 m)	4,8	0,5	2,0	NPK 20-05-20	222,2	kg
Adubação de Cobertura - Cedro	4,8	0,5	1,0	NPK 20-05-20	83,3	kg
Adubação de Cobertura - Teca	4,8	0,5	2,0	NPK 20-05-20	83,3	kg
Adubação de Cobertura - Mogno	3,2	0,3	1,0	NPK 20-05-20	41,7	kg
Adubação de Cobertura - Pupunha (> 2º ano)	28,8	0,6	1,0	NPK 20-00-10	600,0	kg
Adubação de Cobertura - Juçara / açaí (>2º ano)	6,4	0,5	1,0	NPK 20-05-20	116,7	kg
Adubação de Cobertura - Cacau	4,8	0,5	2,0	NPK 10-10-10	111,1	kg
Adubação de Cobertura - Cupuaçu	4,8	1,0	3,0	NPK 10-10-10	83,3	kg
Adubação de Cobertura - Banana (> 2º ano)	12,0	0,5	1,0	NPK (10-28-20)	833,3	kg
Adubação de Formação - Nóz pecã (> 2º ano)	6,0	0,6	1,0	NPK 20-05-20	148,7	kg
Adubação de Cobertura - Macaúba	8,0	0,6	1,0	NPK 20-05-20	83,3	kg
Adubação de Cobertura - Seringueira*	8,0	2,4	1,0	NPK 20-05-20	52,1	kg
Replanteio de Nativas (3 x 2 m)	8,0	0,8	0,8	mudas	166,6	mudas
Replanteio de Nativas (3 x 3 m)	6,4	0,6	0,6	mudas	111,1	mudas
Replanteio de Eucalipto (3 x 2 m)	8,0	0,8	0,8	mudas	166,6	mudas
Replanteio de Eucalipto (3 x 3 m)	6,4	0,6	0,6	mudas	111,1	mudas

Etapas/ Operações	Mão de obra		Mecanização	Insumos		
	Auxiliar	Tratorista		Descrição	Quant.	Unidade
	HH	HH				
Replanteio do Cedro Australiano	4,8	0,5	0,5	mudas	83,3	mudas
Replanteio do Teca	4,8	0,5	0,5	mudas	83,3	mudas
Replanteio do Mogno	3,6	0,4	0,4	mudas	41,7	mudas
Replanteio da Pupunha	16,0	1,6	1,6	mudas	500,0	mudas
Replanteio da Juçara / açaí	8,0	0,8	0,8	mudas	111,1	mudas
Replanteio da Cacau	6,4	0,6	0,6	mudas	111,1	mudas
Replanteio da Cupuaçu	4,8	0,5	0,5	mudas	83,3	mudas
Replanteio da Banana	11,2	1,1	1,1	mudas	111,1	mudas
Replanteio Nóz Pecã	3,2	0,3	0,3	mudas	20,8	mudas
Replanteio Macaúba	4,8	0,5	0,5	mudas	83,3	mudas
Replanteio Seringueira	4,8	0,5	0,5	mudas	41,7	mudas
4(a) - MANEJO SILVICULTURAL						
Manutenção de aceiro (km)	8,0	1,6	1,6		0,2	Km
Manutenção de cerca (km)	12,0	1,6	1,6		1,0	Km
Primeira Desrama - manual - altura do operador	24,0		24,0			
Demais desramas - semimanual - até 2/3 da altura da copa (Hm _{ax} - 6,5m)	32,0		32,0			
Controle de formiga	2,0			Isca formicida (sulfuramida)	5,0	kg
Inventário	8,0					
Limpeza pré-exploração	4,0	4,0	4,0			
Desbaste por seleção (Marcação)	3,0					
4(b) - MANEJO PRODUTOS NÃO MADEIREIROS						
Desbastes dos perfilhos da Banana	10,0					
Desfolha da Banana	8,0					
Colheita da Banana	80,0					
Tratos fitossanitários - Banana	10,0			Fungicida e Inseticida	2,0	Litros
Corte do perfilho mais velho da Banana	5,0					
Poda de inverno - Nóz Pecã	40,0					
Podas eventuais - Nóz Pecã	12,0					

Etapas/ Operações	Mão de obra		Mecanização	Insumos		
	Auxiliar	Tratorista		Descrição	Quant.	Unidade
	HH	HH				
Tratos fitossanitários - Nóz Pecã	10,0			Fungicida e Inseticida	2,0	Litros
Colheita da Nóz Pecã	5,0	1,0	1,0			
Desbrota ramos ladrões da seringueira	32,0					
Tratos fitossanitários - Seringueira	10,0			Fungicida	2,0	Litros
Colheita/Sangria/Estimulação/Coagulação da seringueira	211,2			Ethrel pasta	1,0	Kg
1º e 2º Colheita e descascamento das Pupunhas	24,0	1,0	1,0			
A partir da 3º Colheita e descascamento das Pupunhas	32,0	2,0	2,0			
1º Colheita da Juçara (6 anos)	12,0	3,0	3,0			
2º Colheita da Juçara (7 anos)	18,0	4,0	4,0			
Demais colheitas da Juçara (> 7anos)	24,0	5,0	5,0			

Incremento Médio Anual

Estimativa de produtividade das espécies utilizadas nos modelos

Para inferir sobre a produtividade madeireira das espécies nativas foram utilizadas diferentes fontes de dados, tanto primários como secundários. Como o plantio de florestas de produção no Brasil baseou-se em espécies exóticas, principalmente pinus e eucalipto, e poucas foram as iniciativas voltadas à produção de espécies nativas, a disponibilidade de informações sobre tecnologias silviculturais e produtividade das espécies de ocorrência regional em plantios florestais são incipientes. No entanto, devido a ações de compensação de restauração florestal de extensas áreas, especialmente realizados pelos grandes empreendimentos hidroelétricos desde a década de 1980, hoje estes reflorestamentos servem de base para inferir sobre o comportamento destas espécies nativas. Por esta razão, o dado de crescimento das espécies arbóreas florestais da Mata Atlântica utilizados no presente estudo provém de levantamentos realizados em reflorestamentos mistos de espécies nativas de diferentes idades, alguns novos, com 2 a 3 anos, e outros já antigos, com cerca de 30 anos.

Estes reflorestamentos estão localizados às margens dos reservatórios hidroelétricos do interior do estado de São Paulo⁴, pertencentes à Companhia Elétrica de São Paulo (CESP), estando algumas sob concessão das empresas AES Tietê (Rios Tietê e Grande) e Duke Energy (Rio Paranapanema). Fontes de dados secundários, presentes na literatura técnica-científica do setor, também foram utilizadas para aferir as estimativas dos valores de incremento volumétrico dos grupos de espécies.^{5,6, 7, 8,9, 10,11,12}, assim como foram utilizados dados primários¹³. Para as espécies da região Amazônica e Cerrado as informações sobre produtividade são oriundas de dados secundários coletados em diversas fontes bibliográficas^{14, 15, 16,17}.

Para as exóticas empregadas em plantios no Brasil, informações sobre sua produtividade foram obtidas de diversas fontes, incluindo publicações da Embrapa, do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), do Instituto Brasileiro de Árvore (IBÁ), Anuários da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF), Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS), além de informações coletadas diretamente com empresas produtoras destas espécies (Futuro Florestal, Tropical Flora, Bela Vista Florestal, Companhia Vale do Araguaia-TecaFort, Instituto Brasileiro de Floresta).

A Tabela 2 apresenta valores de referência das médias do incremento médio anual (IMA) em volume de madeira por indivíduo dentro dos diferentes ciclos de corte previstos, para grupos de espécies nativas com diferentes ritmos de crescimento, nas diferentes regiões consideradas neste estudo. Já a Tabela 3 apresenta estas estimativas para as espécies exóticas consideradas em alguns dos modelos propostos.

⁴ Dados provenientes de pesquisas desenvolvidas por Eduardo Gusson, através do Laboratório de Reprodução e Genética de Espécies Arbóreas, do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (LARGEA/LCF, ESALQ/USP), coordenado pelo então Prof. Titular Paulo Yoshio Kageyama.

⁵ (Carvalho, 2003)

⁶ (Carvalho, 2008)

⁷ (Carvalho, 2010)

⁸ (Carvalho, 2014)

⁹ (Nunes, 2013)

¹⁰ (MMA, 2011)

¹¹ (Ré, 2011)

¹² (Hess, Schneider, & Andrade, 2007)

¹³ (Gusson, 2014)

¹⁴ (Arco-verde & Schwengber, 2003)

¹⁵ (Brienza Junior & al., 2010)

¹⁶ (Souza & al., 2008)

¹⁷ (Tonini, De Oliveira Junior, & Schwengber, 2008)

Apesar de se reconhecer a possibilidade de haver variações entre as espécies dentro de um mesmo grupo de ritmo de crescimento das nativas, por se tratar de modelos genéricos, este estudo considerou este agrupamento como uma forma prática para estimativas de produtividade do sistema. Outros fatores influenciam a produtividade tais como a qualidade do sítio de produção (influenciadas pelas características edáficas e climáticas), o material genético utilizado, o manejo silvicultural adotado, o espaçamento de plantio. Ou seja, há fatores possíveis de serem controlados e outros não.

Neste aspecto considerou-se que as melhores práticas silviculturais devem ser aplicadas para a condução destes sistemas visando assegurar a produtividade estimada. Quanto ao espaçamento, considerou-se a realização de desbastes nos diferentes ciclos de corte, segundo recomendações específicas para cada espécie. Isto é relevante, pois só é possível considerar o alcance de determinado IMA individual das árvores (Tabelas 2 e 3) se de fato ocorrer o desbaste conforme previsto e apresentado em item anterior deste relatório. Para os estudos de casos propostos pelo estudo, estas estimativas deverão ser mais precisas, já que informações sobre estas variáveis serão conhecidas.

Tabela 2 - Incremento Médio Anual (IMA) em volume de madeira total por indivíduo (m³/árvore/ano) para as espécies nativas dos diferentes grupos de ritmos de crescimento nas diversas fases do sistema de produção florestal

Grupo de ritmo de crescimento	RÁPIDO		MODERADO				LENTO	
Idade de corte (anos)	7		14		21		35	
Espaçamento (m)	3 x 2	3 x 3	3 x 2	3 x 3	3 x 2	3 x 3	3 x 2	3 x 3
Região								
MT-Amazônia	0,0182	0,0270	0,0142	0,0169	0,0170	0,0228	0,0101	0,0128
MT-Cerrado	0,0122	0,0180	0,0095	0,0113	0,0113	0,0152	0,0068	0,0086
MT-Pantanal	0,0142	0,0210	0,0110	0,0131	0,0132	0,0177	0,0079	0,0100
SP-Mata Atlântica_Fl. Ombrófila	0,0162	0,0240	0,0126	0,0150	0,0151	0,0203	0,0090	0,0114
SP-MA_Fl. Estacional	0,0135	0,0200	0,0105	0,0125	0,0126	0,0169	0,0075	0,0095
SP-Cerrado	0,0108	0,0160	0,0084	0,0100	0,0101	0,0135	0,0060	0,0076
PR-Mata Atlântica_Fl. Omb. Mista	0,0149	0,0220	0,0116	0,0138	0,0139	0,0186	0,0083	0,0105
PR-Mata Atlântica_Fl. Estacional	0,0122	0,0180	0,0095	0,0113	0,0113	0,0152	0,0068	0,0086

Tabela 3 - Incremento Médio Anual (IMA) em volume de madeira total por indivíduo (m³/árvore/ano) para as espécies exóticas nas diversas fases do sistema de produção florestal

Espécie	Eucalipto - processo		Eucalipto - serraria			Mogno Africano		Cedro Australiano			Teca			Araucária
Idade de corte	7	7	6	9	15	10	15	3	9	15	7	14	21	35
Espaçamento	3 x 2	3 x 3	3 x 2	3 x 2	3 x 2	6 x 4	6 x 4	3 x 4	3 x 4	3 x 4	3 x 4	3 x 4	3 x 4	12 x 8
Região														
MT-Amazônia	0,0356	0,0535	0,0192	0,0257	0,0574	0,0344	0,0972	0,0338	0,0574	0,0702	0,0243	0,0419	0,0500	
MT-Cerrado	0,0238	0,0356	0,0128	0,0171	0,0383	0,0230	0,0648	0,0225	0,0383	0,0468	0,0162	0,0279	0,0333	
MT-Pantanal	0,0277	0,0416	0,0149	0,0200	0,0446	0,0268	0,0756	0,0263	0,0446	0,0546	0,0189	0,0326	0,0389	
SP-Mata Atlântica_ Fl. Ombrófila	0,0317	0,0475	0,0170	0,0228	0,0510	0,0306	0,0864	0,0300	0,0510	0,0624	0,0216	0,0372	0,0444	0,0224
SP-MA_ Fl. Estacional	0,0264	0,0396	0,0142	0,019	0,0425	0,0255	0,0720	0,0250	0,0425	0,0520	0,0180	0,0310	0,0370	0,0187
SP-Cerrado	0,0211	0,0317	0,0114	0,0152	0,0340	0,0204	0,0576	0,0200	0,0340	0,0416	0,0144	0,0248	0,0296	
PR-Mata Atlântica_ Fl. Omb. Mista	0,0290	0,0436	0,0156	0,0209	0,0468	0,0281	0,0792	0,0275	0,0468	0,0572	0,0198	0,0341	0,0407	0,0206
PR-Mata Atlântica_ Fl. Estacional	0,0238	0,0356	0,0128	0,0171	0,0383	0,0230	0,0648	0,0225	0,0383	0,0468	0,0162	0,0279	0,0333	0,0000

Preços de Produtos Madeireiros

Para inferir sobre o preço de madeira, foram compilados dados presentes em publicações periódicas do setor florestal, dentre estes: informativo CEPEA Setor Florestal, informativo Ativos da Silvicultura da CNA/UFV, Painel Florestal e as pautas de preços mínimos da madeira dos estados do Mato Grosso¹⁸ e Pará¹⁹. A Tabela 4 do Suplemento 2 apresenta estimativas de valores pagos pelo metro cúbico de madeira em pé no mercado florestal. Os valores apresentados são ponderações entre as diversas fontes consultadas e consideram que a madeira em pé de projetos de reflorestamento necessariamente deve ter preços menores que as madeiras em peças serradas, cerca de 3 a 4 vezes inferior. Da mesma forma, deve-se considerar que estes preços devem ser maiores do que a madeira de florestas nativas naturais, nos quais os preços da madeira não incluem os custos da produção, apenas os serviços referentes ao manejo e à colheita florestal.

Para os produtos não madeireiros, adotou-se como principal fonte de dados sobre preços dos produtos os valores informados pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) para Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM). Em alguns casos, informações presentes em estudos específicos de determinados produtos e contato com produtores também contribuíram para a estimativa destes valores.

Tabela 4 - Preços da madeira em pé (R\$/m³) utilizados nas análises econômicas dos modelos

Espécie	Idade no ciclo de corte (anos)	Uso Principal	Aproveitamento	Valor (R\$/m³)	Uso Secundário	Aproveitamento	Valor (R\$/m³)
Nativa de crescimento Rápido	7	energia	80%	40,00			
	14	serraria	50%	300,00	energia	50%	40,00
Nativa de crescimento Moderado	14	serraria	40%	450,00	energia	60%	40,00
	21	serraria	60%	600,00	energia	40%	40,00
Nativa de crescimento Lento	35	serraria	50%	900,00	energia	50%	50,00

¹⁸ (Secretaria da Fazenda do MT, 2015)

¹⁹ (Secretaria da Fazenda do PA, 2015)

Espécie	Idade no ciclo de corte (anos)	Uso Principal	Aproveitamento	Valor (R\$/m³)	Uso Secundário	Aproveitamento	Valor (R\$/m³)
Eucalipto urograndis	7	processo	100%	48,00	energia		40,00
Eucalipto serraria	6	mourão	100%	50,00	energia		50,00
	9	mourão	80%	80,00	energia	20%	50,00
	15	serraria	70%	135,00	energia	30%	50,00
Mogno Africano	10	serraria	50%	450,00	energia	50%	40,00
	15	serraria	70%	600,00	energia	30%	40,00
Cedro Australiano	3	energia	100%	40,00	energia		40,00
	9	serraria	50%	200,00	energia	50%	40,00
	15	serraria	70%	500,00	energia	30%	40,00
Teca	7	mourão	50%	80,00	energia	50%	40,00
	14	serraria	50%	400,00	energia	50%	40,00
	21	serraria	60%	700,00	energia	40%	40,00
Araucária	35	serraria	90%	400,00	energia	10%	40,00

Custos de implantação

Dentre os fatores que podem influenciar nos custos de implantação e condução de projetos silviculturais estão:

- ✓ As condições da área em termos de declividade;
- ✓ A qualidade do sítio;
- ✓ A possibilidade de mecanização;
- ✓ A qualidade da mão de obra;
- ✓ Os rendimentos operacionais para realização das atividades inerentes aos projetos.

Como forma de possibilitar a comparação entre diferentes modelos, considerou-se em todos os casos que estas variáveis são iguais, ou seja, os projetos são executados em áreas mecanizáveis e com mão de obra qualificada para realização das operações com rendimentos operacionais similares aos praticados pelas empresas do setor. Com isto, os custos de implantação destes projetos se diferenciam por três fatores: os salários dos trabalhadores praticados na região; o preço do combustível para alimentação dos maquinários (mecanizado e semi-mecanizado) e o preço dos insumos utilizados.

Para os modelos genéricos propostos, considerou-se o valor de mão de obra informado pela FIPE. Para cada uma das ocupações que compõem a CBO – Classificação Brasileira de Ocupações, a FIPE calcula o salário médio de admissão dos últimos seis meses, com base nos dados do CAGED/MTE. No caso, foram utilizadas as médias dos salários das contratações realizadas entre dezembro/2016 e maio/2017. O preço do combustível foi tomado com base na média dos últimos três meses, informados pela Agência Nacional do Petróleo.

Os preços dos insumos foram pesquisados em informativos online do setor, informando os preços pagos pelo produtor, incluindo: o Instituto de Economia Agrícola (SP), Secretaria de Abastecimento (PR e MT), além de fornecedores regionais.

A Tabela 05 do Suplemento 2 traz os resultados.

Tabela 5 - Estimativa de produção, aproveitamento e valores dos produtos florestais não madeireiros de espécies nativas e exóticas potenciais para uso nos modelos do estudo

Bioma	Nome Comum	Espécie	Produto comercial avaliado	Início da Idade de produção	Produção anual (Kg/planta)	Percentual de aproveitamento (%)	Estimativa de aproveitamento por planta (Kg/planta)	Preço (R\$/Kg)	Custo coleta e beneficiamento (em relação ao preço de venda)	Receita anual por planta	Densidade recomendada em consórcio (árv./ha)	Receita anual em Sistemas consorciados (R\$/ha)
Amazônia	Açaí	Euterpe oleracea	frutos	4 (7)	6,0	70%	4,20	R\$ 1,84	40%	R\$ 4,64	400	R\$ 1.854,72
	Andiroba	Carapa guianensis	sementes	10 (14)	15,0	50%	7,50	R\$ 1,14	30%	R\$ 5,99	50	R\$ 299,25
	Bacuri	Platonia insignis	frutos	10 (15)	9,0	70%	6,30	R\$ 1,60	15%	R\$ 8,57	50	R\$ 428,40
	Cacau	Theobroma cacao	nibis	5 (8)	1,1	90%	0,99	R\$ 9,35	47%	R\$ 4,91	550	R\$ 2.698,27
	Castanheira	Bertholletia excelsa	amêndoa	6 (20)	12,0	70%	8,40	R\$ 2,40	40%	R\$ 12,10	40	R\$ 483,84
	Cupuaçu	Theobroma grandiflorum	frutos	3 (6)	5,9	70%	4,10	R\$ 1,33	40%	R\$ 5,45	417	R\$ 2.271,13
	Seringueira	Hevea brasiliensis	látex	7 (10)	1,7	95%	4,24	R\$ 2,70		R\$ 11,45	417	R\$ 4.773,82
	Uchi-amarelo	Endopleura uchi	frutos	7 (12)	34,8	50%	17,40	R\$ 2,20	20%	R\$ 30,62	50	R\$ 1.531,20
	Piquiá	Caryocar villosum	frutos	10 (15)	11,0	50%	5,50	R\$ 1,74	25%	R\$ 7,18	50	R\$ 358,88

FINANCIAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DA RESERVA LEGAL COM EXPLORAÇÃO ECONÔMICA

Bioma	Nome Comum	Espécie	Produto comercial avaliado	Início da Idade de produção	Produção anual (Kg/planta)	Percentual de aproveitamento (%)	Estimativa de aproveitamento por planta (Kg/planta)	Preço (R\$/Kg)	Custo coleta e beneficiamento (em relação ao preço de venda)	Receita anual por planta	Densidade recomendada em consórcio (árv./ha)	Receita anual em Sistemas consorciados (R\$/ha)
Mata Atlântica	Juçara(i)	Euterpe edulis	frutos	6 (8)	3,9	70%	2,72	R\$ 2,10		R\$ 5,71	800	R\$ 4.568,76
	Erva-mate	Ilex paraguariensis	folhas	5	7,5	100%	7,50	R\$ 1,33	40%	R\$ 6,00	417	R\$ 2.502,00
	Goiaba-serrana	Acca sellowiana	frutos	***	2,5	50%	1,25	R\$ 2,50	20%	R\$ 2,50	50	R\$ 125,00
	Pimenta-rosa	Schinus terebinthifolius	frutos	2 (6)	7,0	70%	4,90	R\$ 1,50	20%	R\$ 5,88	200	R\$ 1.176,00
	Pinheiro-do-pará	Araucária angustifolia	pinhão	20	30,0	80%	24,00	R\$ 1,70	20%	R\$ 32,64	50	R\$ 1.632,00
Cerrado	Pequi-anão	Caryocar brasiliensis	frutos	6 (10)	12,1	50%	6,05	R\$ 2,70	15%	R\$ 13,88	200	R\$ 2.776,95
	Baru	Dipteryx alata	amêndoa	7 (12)	13,0	70%	9,10	R\$ 0,70	35%	R\$ 4,14	200	R\$ 828,10
	Guariroba	Syagrus oleracea	palmito	3	2,0	80%	1,60	R\$ 7,26	25%	R\$ 8,71	400	R\$ 3.484,80
	Macaúba	Acrocomia aculeata	fruto/polpa	6 (10)	62,5	30%	18,75	R\$ 0,55	35%	R\$ 6,70	400	R\$ 2.681,25
	Mangaba	Ancornia speciosa	fruto	5 (10)	10,0	50%	5,00	R\$ 0,90	15%	R\$ 3,83	200	R\$ 765,00
Exóticas em SAFs	Noz pecã	Carya illinoensis	castanha	10 (18)	10,0	70%	7,00	R\$ 7,50		R\$ 52,50	50	R\$ 2.625,00
	Pupunha	Bactris gasipaes	palmito	2,5	1,2	90%	1,08	R\$ 2,70		R\$ 2,92	1250	R\$ 3.645,00
	Macadâmea	M. integrifolia / M. tetraphylla)	nozes	5 (12)	12,0	90%	10,80	R\$ 12,00	22%	R\$ 101,09	110	R\$ 11.119,68
	Banana prata	Musa sp	fruto	1	11,0	90%	9,90	R\$ 2,34		R\$ 23,17	250	R\$ 5.791,50
	Banana terra	Musa sp	fruto	1	23,0	90%	20,70	R\$ 1,32		R\$ 27,32	250	R\$ 6.831,00

3. Modelos de Plantio Propostos

Modelo 1: 50% Nativa + 50% Mogno Africano – madeireiro

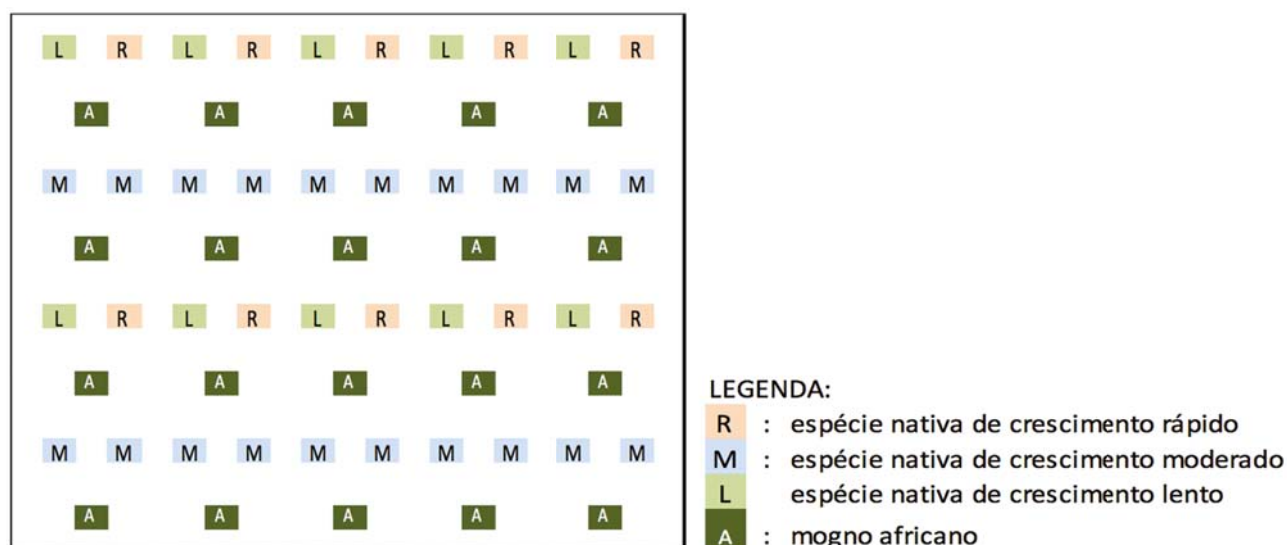
Composição

Nativas: 12,5% de espécies de crescimento rápido, para corte aos 7 anos de idade; 25% de espécies de crescimento moderado, sendo a metade desbastada aos 14 anos e o restante cortado aos 21 anos, e mais 12,5% de espécies de crescimento lento com previsão de corte para 35 anos. O mogno africano é plantado em espaçamento de 6 x 4 m (417 plantas/ha), com desbaste de 50% aos 10 anos e corte final aos 15 anos. Neste caso, considerou-se o replantio no mesmo ano para novo ciclo de corte.

Modelo não recomendado para a região Sul devido à susceptibilidade da espécie à geada, aumentando riscos de estresse fisiológico, ataque de doenças e consequente perdas de produtividade.

Desenho do plantio

Figura 1. Desenho do plantio - Mogno africano



Modelo 2: 50% Nativa + 50% Teca – madeireiro

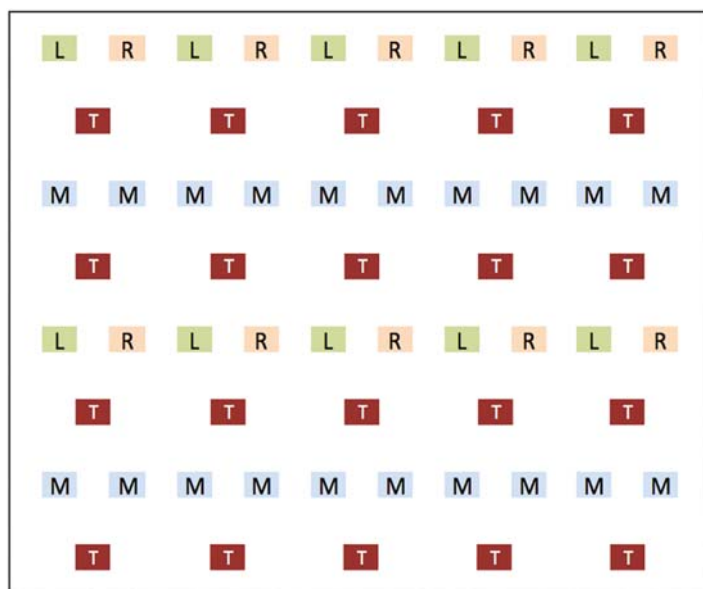
Composição

Nativas: 12,5% de espécies de crescimento rápido, para corte aos 7 anos de idade; 25% de espécies de crescimento moderado, sendo a metade desbastada aos 14 anos e o restante cortada aos 21 anos, e mais 12,5% de espécies de crescimento lento com previsão de corte para 35 anos. A Teca plantada ocupando 50% da área, em espaçamento 6 x 4 m (417 árvores/ha) apresenta 1º Desbaste, com 25% dos indivíduos aos 7 anos; 2º Desbaste de 35% dos indivíduos aos 14 anos; e corte final de 45% aos 15 anos.

Aplicação de modelo recomendada para a região do cerrado de MT e SP.

Desenho do plantio:

Figura 2. Desenho do plantio - Teca



LEGENDA:

- R : espécie nativa de crescimento rápido
- M : espécie nativa de crescimento moderado
- L : espécie nativa de crescimento lento
- T : teca

Modelo 3: 50% Nativa + 50% Cedro Australiano – madeireiro

Composição

Nativas: 12,5% de espécies de crescimento rápido, para corte aos 7 anos de idade; 25% de espécies de crescimento moderado, sendo a metade desbastada aos 14 anos e o restante cortado aos 21 anos, e mais 12,5% de espécies de crescimento lento com previsão de corte para 35 anos. O cedro australiano é plantado no modelo ocupando 50% da área, em espaçamento 6 x 4 m (417 árvores/ha) apresenta 1º Desbaste com 25% dos indivíduos aos 3 anos; 2º Desbaste de 35% dos indivíduos aos 9 anos; e corte final de 40% dos indivíduos aos 15 anos.

Aplicação de modelo recomendada para todas as regiões.

Desenho do plantio:

Figura 3. Desenho do plantio - Cedro Australiano

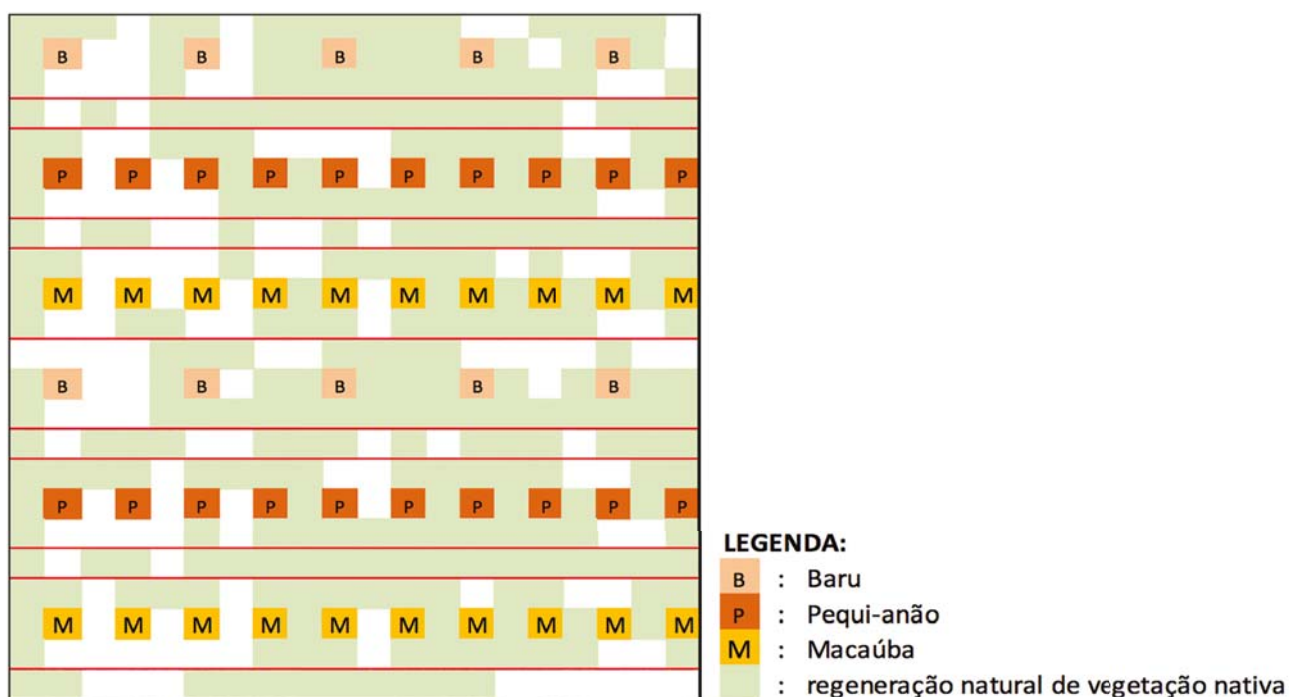


Modelo 4: Enriquecimento do Cerrado

Plantio de enriquecimento com espécies de potencial aproveitamento de produtos florestais não madeireiros em faixas. Como exemplo, adotou-se o plantio de 200 plantas de Macaúba, 200 plantas de pequi-anão, além de mais 100 plantas de baru, totalizando 500 plantas no plantio. A colheita destes produtos ocorre em sistemas similares ao extrativista, sendo a produtividade estimada de cada espécie apresentada na Tabela 5.

Desenho do plantio

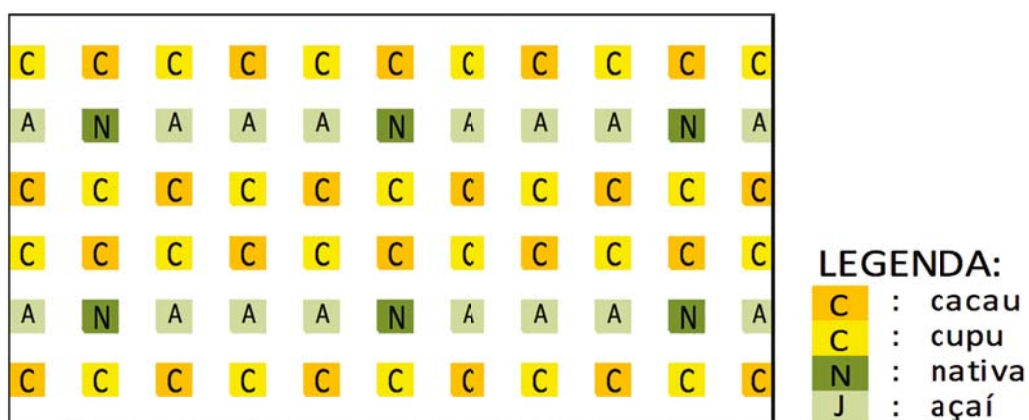
Figura 4. Desenho do plantio - Enriquecimento do cerrado



Modelo 5: SAF na região amazônica

Modelo composto por 25% de açaí, plantado em linhas com espaçamento entre plantas de 3 m, com linhas de cacau plantados a cada 3 m, ocupando 25% da área e mais 25% de cupuaçu plantados espaçados em 4 metros na linha. No meio destas espécies temos mais 225 árvores de espécies nativas plantadas intercaladas na área. No modelo proposto, adotamos 3 espécies nativas que disponibilizam produtos florestais não madeireiros para o extrativismo, sendo estas: 92 árvores de uxi, 92 de andiroba e 41 de castanheiras. Neste caso, não há corte da madeira dentro do período considerado na análise.

Figura 5. Desenho do plantio - SAF na região amazônica



Modelo 6: 100% Nativas para uso madeireiro

Composição

25% rápido – corte aos 7 anos de 100% do grupo; 50% moderado – corte aos 14 anos da metade dos indivíduos do grupo e aos 21 anos da outra das árvores deste grupo; 25% lenta – corte previsto para 35 anos. No plantio das nativas, adotou-se o espaçamento: de 3 x 2 m em SP e PR e de 3 x 3 m na região do Mato Grosso.

Desenho do plantio

Figura 6. Desenho do plantio - Apenas nativas



LEGENDA:

- R : espécie de rápido crescimento
- M : espécie de crescimento moderado
- L : espécie de crescimento lento

Modelo 7: 50% Nativa + 50% Eucalipto (ciclo curto) – madeireiro

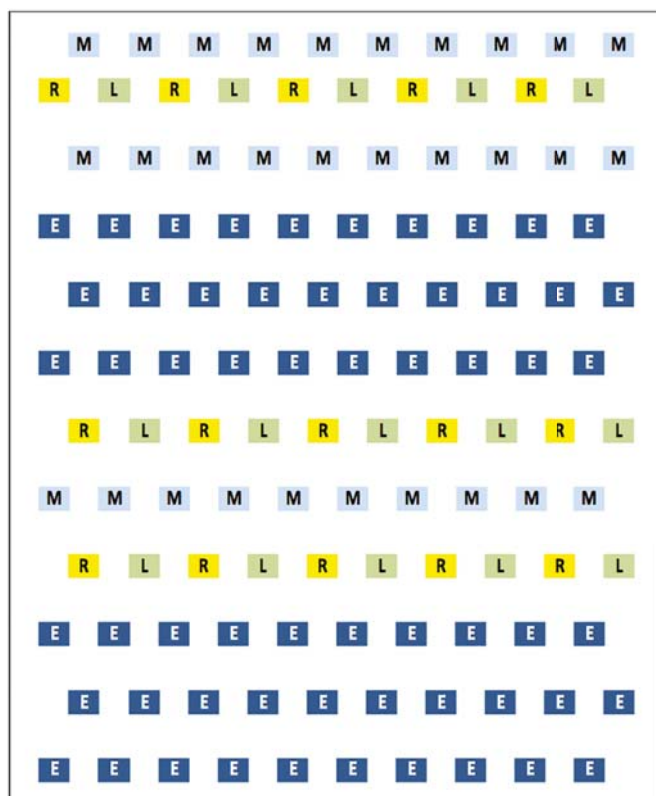
Composição

Nativas: 12,5% de espécies de crescimento rápido, para corte aos 7 anos de idade; 25% de espécies de crescimento moderado, sendo a metade desbastada aos 14 anos e o restante cortada aos 21 anos, e mais 12,5% de espécies de crescimento lento com previsão de corte para 35 anos. O eucalipto (*E. urograndis*) é plantado em espaçamento de 3 x 2 m (833 plantas/ha), em metade da área para cortes em ciclos de 7 anos. Neste caso, considerou-se o replantio no mesmo ano para novo ciclo de corte do eucalipto, sendo previstos na análise econômica 3 ciclos de corte, além do estoque presente aos 24 anos.

Modelo recomendado para o interior do estado de SP e PR onde há eucaliptocultura é marcante e há mercado pré-existente.

Desenho do plantio

Figura 7. Desenho do plantio - *Eucalipto urograndis*



LEGENDA:

- E** : Eucalipto urograndis
- M** : nativa de crescimento moderado
- L** : nativa de crescimento lento
- R** : nativa de crescimento rápido

4. Referências Bibliográficas

- Arco-verde, M., & Schwengber, D. R. (2003). Avaliação silvicultural de espécies florestais no estado de Roraima. *revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, 59–63.
- Brienza Junior, S., & al. (2010). Recuperação de áreas degradadas com base em sistema de produção florestal energético-madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda. *Embrapa Amazônia Oriental–Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Carvalho, P. E. (2003). *Espécies arbóreas brasileiras v.1*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Carvalho, P. E. (2008). *Espécies arbóreas brasileiras v. 2*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Carvalho, P. E. (2010). *Espécies arbóreas brasileiras v.3*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Carvalho, P. E. (2014). *Espécies arbóreas brasileiras v.4*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Gusson, E. (2014). Avaliação de métodos para a quantificação de biomassa e carbono em florestas nativas e restauradas da Mata Atlântica. *Tese (Doutorado em Recursos Florestais)*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- Hess, A. F., Schneider, P. R., & Andrade, C. M. (2007). Crescimento em volume de araucaria angustifolia kunze na Serra do Sudeste do estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, 247–256.
- Kageyma, P. Y., & Gandara, F. B. (2000). Recuperação de áreas ciliares. In: R. R. Rodrigues, & H. F. Leitão Filho, *Matas Ciliares (conservação e recuperação)* (pp. 249–269). São Paulo: EDUSP/FAPESP.
- MMA. (2011). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial*. Brasília.
- Nunes, M. H. (Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) de 2013). *Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Stem profile modeling in Cerrado and tropical forests formations in Brazil*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo.
- Ré, D. S. (2011). *Tese (Doutorado). Equações volumétricas e produção de madeira em plantios mistos visando à restauração da floresta estacional semidecidual*. Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho.

- Secretaria da Fazenda do MT. (2015). *Portaria nº 012/2015 – Secretaria da Fazenda do MT – “Institui lista de preços mínimos para os produtos oriundos da indústria florestal e extrativa vegetal.”*. Fonte: <http://app1.sefaz.mt.gov.br/Sistema/Legislacao/legislacaotribut.nsf/7c7b6a9347c50f55032569140065ebbf/a62b17461a8253e984257dd50041af75?OpenDocument>
- Secretaria da Fazenda do PA. (2015). *Portaria nº 05, de 27 de janeiro de 2015 – Secretaria do Estado da Fazenda do PA – “Boletim informativo de preços de madeira”*. Fonte: PORTARIA Nº 05, de 27 de janeiro de 2015 – Secretaria de Estado da Fazenda do PA – “Boletim informativo de preços de madeihttp://www.sefa.pa.gov.br/legislacao/interna/portaria/ps2015_00005.pdf
- Souza, C. d., & al. (2008). Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. *Scientia Forestalis*, pp. 7-14.
- Tonini, H., De Oliveira Junior, M. M., & Schwengber, D. (2008). Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima. *Ciência Florestal*, 151-158.



Preparado para:

