QUANTO O BRASIL PRECISA INVESTIR PARA RECUPERAR 12 MILHÕES DE HECTARES DE FLORESTA?

O Instituto Escolhas é uma associação civil sem fins econômicos, fundada em 2015, que trabalha para qualificar o debate sobre sustentabilidade, traduzindo numericamente os impactos econômicos, sociais e ambientais das decisões públicas e privadas. Por meio de estudos, análises e relatórios, amparamos novas leituras e argumentos capazes de superar a polarização ideológica das escolhas conflituosas inerentes ao planejamento. Somente argumentos qualificados podem sustentar decisões conscientes, permitindo a construção de soluções efetivas para o desenvolvimento sustentável.

A missão do Escolhas é ser referência em ousadia, independência e consistência usando linguagem matemática para dimensionar e comparar o grau de sustentabilidade das políticas públicas e privadas e produzindo cenários inovadores por meio do cruzamento de informações. Desenvolvemos capacidade de processar dados com rigor metodológico, gerando argumentos sólidos, estatísticas sistemáticas e quadros comparativos para subsidiar análises e escolhas decisivas. Trabalhamos em rede com pesquisas autônomas, abertas a perspectivas e pontos de vista plurais, de maneira a superar preconceitos e elucidar fatos e números compreensivelmente.

Conselho Diretor:
Ana Toni (Presidente)
Marcos Lisboa
Fabio Barbosa
Ricardo Sennes
Sergio Leitão

Conselho Científico:
Marcos Lisboa (Presidente)
Bernard Appy
Marcelo Paixão
Rudi Rocha
Sandra Paulsen
Ricardo Abramovay
Daniel Gleizer

Conselho Fiscal:
Plínio Ribeiro (Presidente)
Zeina Latif
Fenando Furriela

QUANTO O BRASIL PRECISA INVESTIR PARA RECUPERAR 12 MILHÕES DE HECTARES DE FLORESTA?

Coordenação: Roberto Kishinami e Shigueo Watanabe Jr. do Instituto Escolhas

Eduardo Gusson e **Girlei Costa da Cunha,** da Biodendro Consultoria Florestal, formaram a equipe florestal. A parte econômica foi desenvolvida em parceria com **Andrea Lucchesi** (EACH/USP), **Keyi Ussami** (FIPE), **Paula Pereda** e **Maria Alice Móz Christofoletti** (FEA/USP).

Este trabalho foi realizado a pedido da Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura

Instituto Escolhas
Av. das Nações Unidas, 10.989, 10° andar, conj. 102,
Brooklin Paulista, São Paulo, SP
CEP: 04578-000
Tel: +55 (11)3846.9050

http://www.escolhas.org/
comunicacao@escolhas.org

Por uma economia de baixa emissão de carbono

As mudanças climáticas estão entre os maiores desafios da humanidade. Não à toa, 195 países construíram juntos, em dezembro de 2015, o Acordo de Paris, em torno de um compromisso a ser cumprido até o fim deste século 21: conter o aquecimento do planeta em até 2°C, com esforços para que não ultrapasse 1,5°C.

Abriu-se, assim, uma enorme janela de oportunidades. Além do benefício ambiental, o globo está sob uma nova ordem mundial, que acena com importantes resultados para a qualidade de vida das populações, com mais inclusão social e geração de novas tecnologias. Uma grande revolução (sem volta) colocou-se em curso, e ela se chama economia de baixo carbono.

Na prática, a necessidade de reduzir drasticamente as emissões de gases do efeito estufa (GEE) nas próximas décadas resultará numa transformação no modo de produção de bens e serviços. O carbono definitivamente terá um mercado próprio. As transações comerciais considerarão cada vez mais a variável de emissões de GEE na composição de preços. Investidores aplicarão avidamente em planos de negócios relacionados às florestas. E isso é só o começo.

O ponto de partida de cada nação para mergulhar nesse novo cenário foi registrado em uma lista de metas individuais, que são as contribuições nacionalmente determinadas (NDC, na sigla em inglês), assim chamadas depois que os países signatários ratificam internamente o Acordo de Paris. Mas é fato: os caminhos para consolidá-las não são nada triviais.

Por isso, a **Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura** — movimento multissetorial formado por mais de 120 empresas, associações setoriais, organizações da sociedade civil e centros de pesquisa — encomendou a equipes multidisciplinares do Instituto Escolhas e do Centro de Estudos da Sustentabilidade da Fundação Getulio Vargas de São Paulo (GVces) a construção de cenários da realidade brasileira, capazes de englobar três grandes compromissos listados pelo Brasil no Acordo.

Ao Instituto Escolhas coube analisar a recuperação de 12 milhões de hectares de florestas, um dos grandes números do compromisso nacional do clima, no estudo denominado *Quanto o Brasil precisa investir para recuperar 12 milhões de hectares de floresta?*

O GVCes trabalhou em duas frentes. A primeira, relacionada ao custo-benefício e a ganhos ambientais decorrentes do desenvolvimento do Plano ABC (que prevê baixa emissão de carbono na agricultura), envolvendo tecnologias de recuperação de pastagens degradadas e de implantação de sistemas integrados de pecuária e floresta. Esse trabalho se chama

Contribuições para análise da viabilidade econômica da implementação do Plano ABC.

A segunda frente do GVCes, intitulada *Contribuições para análise da viabilidade econômica das propostas referentes à decuplicação da área de manejo florestal sustentável*, invocou o aumento em dez vezes da área de manejo no país — um conjunto de técnicas que permite a extração de produtos florestais, reduzindo os impactos dessa atividade sobre a floresta e conservando recursos para futuros ciclos de exploração. Esse movimento será elementar para acabar com o desmatamento ilegal e estabelecer uma economia da florestal tropical.

Os grupos de trabalho da Coalizão Brasil deram suporte aos especialistas de ambas as instituições, contribuindo com premissas, dados e várias reuniões para avaliação de informações. O conjunto das três obras constitui um importante passo inicial para que sociedade e poder público pensem em como concretizar as metas brasileiras, a partir do entendimento de que se está diante de uma saída real rumo ao crescimento econômico consistente, responsável, sustentável e lucrativo.

Boa leitura!

Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura

Maio de 2016

SUMÁRIO

1 Apresentação 12

2 Introdução 14

PREMISSAS GERAIS 19

3 Recuperação Florestal 19

3.1 Localização dos Projetos de Recuperação 19

3.1.1 O Código Florestal e a Reserva Legal 19

3.1.2 12 milhões de Hectares de Reserva Legal 22

3.1.3 Amazônia e Mata Atlântica 22

3.1.4 Estabelecimentos Agropecuários Médios e Grandes 23

3.2 Conceitos Utilizados: Técnicas, Métodos, Modelos 23

3.3 Critérios para a Construção dos Modelos de Recuperação Florestal 23

3.3.1 Uso Econômico Sustentável dos Recursos Naturais 23

3.3.2 Promoção da Conservação da Biodiversidade 24

3.3.3 Método Ideal 24

3.3.4 Custos de Implantação 24

3.3.5 Escalonamento das Receitas 24

3.3.6 Modelos que Atendem à Legislação 25

3.3.7 Diferenças e Similaridades dos Biomas Amazônia e Mata Atlântica 26

3.3.8 O Uso do Processo de Sucessão da Floresta Tropical como Ferramenta para Construção dos Modelos 26

3.3.9 Diversidade de Espécies 27

3.3.10 Definição do Arranjo Espacial entre os Grupos Considerando Diferentes Momentos de Manejo e Corte 27

3.4 Modelos de Recuperação Florestal 28

3.4.1 Definição dos Métodos de Intervenção 28

3.4.2 Separação e Agrupamento das Espécies Arbóreas Tropicais 30

3.4.3 Técnicas de Plantio em Área Total 31

3.4.4 Operações Florestais de Áreas em Recomposição Florestal 32

3.4.5 Colheita 35

3.4.6 Modelos Econômicos de Plantio 39

3.4.7 Perpetuidade dos Estoques dos Produtos Florestais 43

3.4.8 Operacionalização dos Projetos Florestais 46

3.5 Custos de Implantação dos Modelos de Recuperação Florestal 50
3.5.1 Insumos para Projetos Florestais 50
3.5.2 Custos com Mão de Obra: Salários 52
3.5.3 Máquinas e Equipamentos 54
3.5.4 Assistência Técnica 54
3.5.5 Seguro Florestal 55
3.6 Receitas Esperadas nos Modelos de Recuperação Florestal 56
3.6.1 Estimativa de Crescimento Volumétrico de Florestas Nativas Plantadas 56
3.6.2 Preços de Produtos Madeireiros 58
3.7 Produtos não Madeireiros e Serviços Ambientais da Recuperação Florestal 59
3.7.1 Alternativas de Espécies Florestais Fornecedoras de Produtos não Madeireiros 61
METODOLOGIA DE ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA 64
4 Análise Econômico-Financeira 64
4.1 Variáveis Comuns a Todos os Modelos 65
4.1.1 Taxa de Desconto ou Custo de Capital 65
4.1.2 Cronograma de Implantação 65
4.1.3 Horizontes de Projeção 67
4.1.4 Regime de Impostos 67
4.2 Critérios de Avaliação: TIR e VPL 67
4.2.1 Taxa Interna de Retorno 67
4.2.2 Valor Presente Líquido 68
5 Componentes dos Fluxos de Caixa 69
5.1 Receitas 69
5.2 Despesas 69
5.3 Impostos 69
6 Indicadores Sociais 70
6.1 Número de Empregos 70
6.2 Arrecadação de Impostos 70
7 Cenários Analisados 71
RESULTADOS 74
8 Resumo dos Resultados 74
8.1 Cronograma de Recomposição 74
8.2 Cronograma de Desembolsos 78
8.3 VPL e TIR 79

8.4 Empregos e Arrecadação de Impostos 79
RESULTADOS OTIMIZADOS 81
9 Cenários de Otimização dos Resultados 81
9.1 Cenário 4.1 – Exclusão dos Custos com Cercamento 81
9.2 Cenário 4.2 – Regime de Tributação por Lucro Real 81
9.3 Cenário 4.3 – Implantação: Iniciando pelos Modelos mais Rentáveis 82
9.4 Cenário 4.4 – Implantação: Iniciando pelos Modelos Menos Custosos 84
9.5 Cenário 4.5 – Cronograma de Implantação: Plantio Inicial de 50 mil Hectares 86
9.6 Cenário 4.6 – Cronograma de Implantação: Ajustamento no Mercado de Trabalho 88
9.7 Cenário 4.7 – Sensibilidade à Taxa de Desconto 89
10 Resumo dos Resultados Otimizados 92
10.1 Cronograma de Desembolsos 92
10.2 VPL e TIR 93
10.3 Empregos e Arrecadação 93
11 Instrumentos Regulatórios e Econômicos 95
11.1 Incentivos Atuais 95
11.2 Mercado de Sementes e Mudas 96
11.3 Demanda por Mão de Obra no Setor Florestal 97
11.4 Experiências Anteriores com o Desenvolvimento de Polos Florestais 98
11.5 Valor da Terra 100
11.6 Financiamento de Projetos de Recuperação 100
12 Remoção de Carbono 105
APÊNDICES 107
Apêndice 1. Metodologia da Estimativa do Passivo da Reserva Legal 107
Apêndice 2. Modelos 110
A.2.1 Modelo 2 110
A.2.2 Modelo 3 112
A.2.3 Modelo 4 113
A.2.4 Modelo 5 115
A.2.5 Modelo 6 116
A.2.6 Modelo 7 117
A.2.7 Modelo 8 118
Apêndice 3. Custo de Capital Médio Ponderado 121
Apêndice 4. Custos de Execução das Operações nas Diferentes Etapas da Recomposição Florestal 124

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Modelos econômicos de plantio considerados neste estudo e a sua correspondência com os modelos do PLANAVEG 40
Tabela 2 – Proporção entre tipos de mão de obra (auxiliar de campo e tratorista) na composição das equipes de operação 46
Tabela 3 – Rendimentos operacionais da mão de obra e maquinários nas diferentes etapas e operações relacionadas à implementação dos projetos florestais 48
Tabela 4 – Custo de materiais para cerca em projetos de recomposição florestal 51
Tabela 5 – Quantidades/dosagens de materiais de consumo básicos utilizados nas diferentes etapas dos projetos de recomposição florestal 52
Tabela 6 – Correspondência entre cargos da equipe de restauração e CBO 53
Tabela 7 – Salário base por função e por bioma (R$) 53
Tabela 8 – Custos com mão de obra por bioma (R$/HH) 53
Tabela 9 – Custo do combustível e custo operacional de uso de máquinas 54
Tabela 10 – Incremento Médio Anual (IMA) em volume de madeira total por indivíduo (m^3/árvore/ano) para as espécies dos diferentes grupos de ritmos de crescimento nas diversas fases do sistema 57
Tabela 11 – Média de volume de madeira total por indivíduo (m^3/árvore) para as espécies dos diferentes grupos de ritmos de crescimento nas diversas fases do sistema 58
Tabela 12 – Valores médios da madeira vendida em pé, em reais por m^3 na Mata Atlântica e Amazônia (2015) 58
Tabela 13 – Distribuição de modelos de restauração, por cenário do PLANAVEG e correspondência com os 8 modelos considerados neste estudo 71
Tabela 14 – Comparação entre a estimativa de passivo de Reserva Legal obtida com base nos dados do IBGE (Censo Agropecuário 2006) e a estimativa feita por Soares-Filho et al. (2013) 71
Tabela 15 – Áreas a serem recompostas por bioma 72
Tabela 16 – Distribuição percentual de área a ser restaurada por cenário-base avaliado 73
Tabela 17 – Valor presente dos desembolsos e receitas nos cenários-base (milhões de R$) . 79
Tabela 18 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) nos cenários-base (milhões de R$) 79
Tabela 19 – Outros benefícios – empregos diretos gerados 80
Tabela 20 – Outros benefícios estimados – Arrecadação (IR + PIS/Cofins) 80
Tabela 21 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.1 81
Tabela 22 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.2 82
Tabela 23 – Ordem de rentabilidade por modelo econômico e bioma 83
Tabela 24 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.3 84
Tabela 25 – Relação dos modelos econômicos (por bioma) de menores custos 85
Tabela 26 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.4 86
Tabela 27 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.5 88
Tabela 28 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.6 89
Tabela 29 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL Censo + PLANAVEG A 90
Tabela 30 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL Censo + PLANAVEG B 90

Tabela 31 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL Censo + PLANAVEG C 90
Tabela 32 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL SAE + PLANAVEG B 91
Tabela 33 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL SAE + PLANAVEG B 91
Tabela 34 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL SAE + PLANAVEG B 91
Tabela 35 – Valor presente dos desembolsos e receitas nos cenários alternativos (R$ milhões) 93
Tabela 36 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) nos cenários alternativos (R$ milhões) 93
Tabela 37 – Outros benefícios estimados – Mão de obra empregada 93
Tabela 38 – Outros benefícios estimados – Arrecadação (IR + PIS/Cofins) 94
Tabela 39 – Capacidade máxima de produção de sementes e mudas por região 97
Tabela 40 – Estimativa de remoção de carbono para cada grupo de espécies 105
Tabela 41 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte 110
Tabela 42 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte 112
Tabela 43 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte 113
Tabela 44 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte 115
Tabela 45 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte 116
Tabela 46 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte 117
Tabela 47 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte 118
Tabela 48 – Informações utilizadas para o cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) 123
Tabela 49 – Custos estimados das diferentes operações vinculadas aos projetos de recomposição florestal 124
Tabela 50 – Custos estimados por etapas e totais dos projetos de recomposição florestal . 125

Lista de Figuras

Figura 1 – Exemplo de reposição de indivíduos arbóreos no modelo 5 ao longo de 50 anos (plantio no ano 1) 45
Figura 2 – Cronograma de recomposição baseada no crescimento previsto pelo PLANAVEG – Taxa de crescimento anual de 22,4% (área a recompor por ano em Mha) 66
Figura 3 – Cronograma de recomposição baseado no crescimento previsto pelo PLANAVEG – Taxa de crescimento anual de 22,4% (área a recompor acumulada em Mha) 66
Figura 4 – Cronograma de recomposição do cenário 1 por ano, bioma e modelo 75
Figura 5 – Cronograma de recomposição do cenário 2 por ano, bioma e modelo 75
Figura 6 – Cronograma de recomposição do cenário 3 por ano, bioma e modelo 76
Figura 7 – Cronograma de recomposição do cenário 4 por ano, bioma e modelo 76
Figura 8 – Cronograma de recomposição do cenário 5 por ano, bioma e modelo 77
Figura 9 – Cronograma de recomposição do cenário 6 por ano, bioma e modelo 77
Figura 10 – Cronograma de desembolsos (milhões de R$) 78
Figura 11 – Cronograma de recomposição do cenário 4.3 por ano, bioma e modelo 83

Figura 12 – Cronograma de recomposição do cenário 4.4 por ano, bioma e modelo 85
Figura 13 – Cronograma de recomposição do cenário alternativo 4.5 em relação ao cenário 4 (base) – Área a recompor por ano em Mha..... 87
Figura 14 – Cronograma de recomposição do cenário alternativo 4.5 em relação ao cenário 4 (base) – Área a recompor acumulada em Mha 87
Figura 15 – Cronograma de recomposição do cenário alternativo 4.6 em relação ao cenário 4 (base) – Área a recompor por ano em Mha..... 88
Figura 16 – Cronograma de recomposição do cenário alternativo 4.6 em relação ao cenário 4 (base) – Área a recompor acumulada em Mha 89
Figura 17 – Cronograma de desembolsos (R$ milhões) 92
Figura 18..... 96
Figura 19 – Quantidade de trabalhadores requerida por modelo de recomposição..... 98
Figura 20 – Quantidade de carbono removido pelas áreas recompostas (cenário 4) até o ano 2030..... 105
Figura 21 – Localização do passivo de Reserva Legal no bioma Mata Atlântica 108
Figura 22 – Localização do passivo de Reserva Legal no bioma Amazônico 109
Figura 23 – Desenho esquemático do Modelo 2 111
Figura 24 – Desenho esquemático do Modelo 3 112
Figura 25 – Desenho esquemático do Modelo 4 114
Figura 26 – Desenho esquemático do Modelo 5 115
Figura 27 – Desenho esquemático do Modelo 6 116
Figura 28 – Desenho esquemático do Modelo 7 117
Figura 29 – Desenho esquemático do Modelo 8 118
Figura 30 – Exemplo do modelo 5 considerando a reintrodução de árvores através do plantio quando o sistema apresentar densidade igual a 50% de indivíduos plantados 120

1 Apresentação

"Quanto o Brasil Precisa Investir para Recuperar 12 Milhões de Hectares de Floresta?"

Em setembro de 2015, em solenidade ocorrida na sede da ONU, o Brasil anunciou o conjunto de iniciativas a serem implementadas no país para o enfrentamento das mudanças climáticas. Entre elas, o compromisso de recuperar 12 milhões de hectares de florestas até 2030[1] foi considerado uma contribuição muito significativa e, por isso, festejado nacional e internacionalmente como uma das mais ambiciosas apresentadas pelos países signatários da Convenção sobre Mudanças Climáticas. Os números envolvendo os custos para cumprir essa meta, entretanto, não eram bem conhecidos, inclusive pela própria presidente Dilma Rousseff que afirmou à imprensa: "Se alguém tiver esse cálculo complexo de quanto vamos gastar, me passe que eu vou ficar muito feliz".

Esse cálculo já existe. Tal empreendimento requer um investimento entre R$ 31 bilhões e R$ 52 bilhões, conforme o cenário escolhido. Isso significa investimentos anuais entre R$ 2,2 bilhões e R$ 3,7 bilhões por ano durante 14 anos, a criação de 138.000 a 215 mil empregos e a arrecadação de R$ 3,9 a R$ 6,5 bilhões em impostos. Sua implantação consolidaria uma moderna indústria de recuperação florestal no país. A floresta recuperada será fonte, ainda, de atividades econômicas, por meio das cadeias produtivas dos seus produtos movimentando dezenas de bilhões de dólares nas próximas décadas. Com isso, o Brasil, ao contribuir para o combate às mudanças climáticas globais, tem a possibilidade de dinamizar sua economia ao mesmo tempo em que se beneficia de efeitos como a diminuição de sua exposição a crises hídricas.

O estudo foi desenvolvido por uma equipe de economistas e engenheiros florestais coordenados pelo Instituto Escolhas. A pesquisa partiu do Código Florestal para estimar[2] as áreas de Reserva Legal a recuperar, o custo por hectare da restauração, os valores para a execução de práticas de manejo florestal e os benefícios resultantes da recuperação. A meta de 12 milhões de hectares pode ser atingida gradualmente, com acréscimo anual de áreas até 2030.

Para detalhar o investimento, foram considerados diferentes modelos de recuperação na Amazônia e na Mata Atlântica, contemplando desde a regeneração natural até sistemas agroflorestais.

Por suas dimensões, um plano de recuperação de 12 milhões de hectares – cerca de 120 mil km², praticamente o tamanho da Inglaterra – deverá ser inserido no contexto maior da gestão do uso do solo nacional, dialogando com os sistemas de proteção ambiental e com o amplo espectro de atores do agronegócio. Sua implantação aceleraria o desenvolvimento de uma economia de base florestal competitiva, estimulando o aprimoramento dos conhecimentos técnicos e científicos sobre os ecossistemas naturais do país.

Para tanto, deve-se aproveitar da capacidade de pesquisa e desenvolvimento arduamente desenvolvida no Brasil para apoiar o agronegócio e a indústria da árvore, assim como seu

[1] Esse compromisso foi incluído na INDC brasileira (sigla em inglês para o documento de Contribuição Nacionalmente Determinada Pretendida), indicando a contribuição brasileira para a 21ª Conferência do Clima (COP 21), em Paris.

[2] A dimensão exata das áreas de Reserva Legal e Áreas de Proteção Permanentes só se tornarão conhecidas após a conclusão do Cadastro Ambiental Rural.

conhecimento no uso do solo. A experiência a ser conquistada num plano dessas dimensões, por sua vez, realimentará os setores agropecuários e florestais do país. Plantar florestas não pode ser custo nem ônus, e sim investimento no futuro sustentável. O Brasil possui conhecimento e experiência suficientes para lançar-se ao desafio proposto por sua INDC.

A contratação deste estudo junto ao Instituto Escolhas decorre do compromisso da Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura em articular organizações, empresas e lideranças da sociedade para a implementação de ações que promovam uma nova economia de baixo carbono competitiva, responsável e inclusiva, integrando as agendas de conservação, uso sustentável das florestas, agricultura e mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Roberto Waack (Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura)

Sérgio Leitão (Instituto Escolhas)

Shigueo Watanabe Jr. (Instituto Escolhas)

2 Introdução

Recentemente, o governo brasileiro publicou a iNDC[3], no qual indica políticas e programas em uso do solo, energia e tecnologias limpas, com o intuito de contribuir para a meta proposta pelo IPCC[4] de conter o aumento da temperatura global em 2°C até 2100. Entre os programas[5] ali propostos, encontra-se a restauração e reflorestamento de 12 milhões de hectares até 2030.

O programa de recuperação florestal na escala e natureza descritas na iNDC depende, entre outras medidas, da plena implementação dos dispositivos do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) para tornar possível a concretização do objetivo proposto. Das diversas relações entre o código e esse programa, pode-se citar: a) identificação cartográfica das áreas de Reserva Legal e de preservação permanente obtida através do Cadastro Ambiental Rural (CAR); b) concentração de projetos de recuperação florestal em regiões e biomas, em conformidade com regulamentações federais e estaduais; c) estabelecimento de propriedades dedicadas à recuperação florestal para a comercialização de Cotas de Reserva Ambiental (CRA), com base em demanda por esse instrumento de compensação em ambiente de negócios regulado e de baixo custo de transação.

É parte do senso comum que um programa de recuperação florestal traz múltiplos benefícios para a sociedade, indo muito além da simples recuperação da paisagem florestal. A proteção de recursos hídricos; a redução na perda de solo fértil; a produção de produtos não madeireiros como mel, fitoterápicos, resinas, essências, fibras, frutos e semente; a proteção a espécies importantes para a produtividade agrícola como abelhas, pássaros, micro-organismos, anfíbios e mesmo grandes mamíferos; além da preservação de espécies com potencial para uso medicinal e identificação de novas moléculas, materiais e usos, já seriam suficientes para justificar tal programa. Entretanto, tratando-se de investimento em programa de tão grande escala, é da maior importância a quantificação acurada dos seus custos e benefícios.

Essa quantificação, tratada neste estudo, apoia-se no desenho de possíveis vias de implementação do programa proposto. No seu foco, estão as despesas diretas com a recuperação de 12 milhões de hectares de floresta. Essa quantificação valeu-se de modelos consensuais entre os especialistas em restauração e recuperação de florestas nativas brasileiras, resumidos no PLANAVEG, da Secretaria de Biodiversidade e Florestas do MMA. Com base nesses modelos, os melhores conhecimentos disponíveis sobre os custos de

---

[3] iNDC – Intended Nationally Determined Contribution Towards Achieving the Objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change.

[4] *Intergovernmental Panel on Climate Change,* IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. SPM 4.1,

[5] As medidas buscam reduzir a emissão de gases do efeito estufa em 37% em 2025 e 43% em 2030 (para 1,3 Gt CO_2e – giga toneladas de CO_2 equivalente – e 1,2 G tCO_2e, respectivamente), em comparação ao total emitido em 2005. Entre as principais medidas, pode-se citar: a) aumentar em 18% o uso de biocombustíveis na matriz energética até 2030; b) atingir 45% de fontes de energia renováveis na matriz energética brasileira até 2030; c) estimular a implementação da agricultura de baixo carbono (Programa ABC) e recuperação de 15 milhões de ha de áreas de pastagens degradadas até 2030; d) promoção do uso de tecnologias limpas na indústria e medidas que estimulem maior eficiência energética, entre outras.

restauração de áreas de Reserva Legal foram usados para produzir diferentes cenários de investimento na recuperação de 12 milhões de hectares de florestas até 2030.

A quantificação das possíveis receitas de tal empreendimento foi feita em um enfoque bastante conservador. Por escolha, dos múltiplos benefícios associados a um programa da natureza e escala proposta na iNDC, optou-se por resumi-la ao aproveitamento apenas da madeira, cuja valoração foi feita no estágio, ainda, de madeira em pé[6]. Essa escolha por não contabilizar os produtos não madeireiros e os múltiplos serviços ambientais resultantes da recuperação da área total de 12 milhões de hectares não significa que os autores do estudo tenham qualquer restrição à sua quantificação. Ao contrário, sabem que em muitas situações esses benefícios ultrapassariam o valor da madeira em pé. O que ocorre é que, num enfoque conservador, tratou-se de analisar custos e benefícios em diferentes cenários de investimento, tendo como receita o único produto com mercado já estabelecido, que é a madeira para fins comerciais[7].

A quantificação dos investimentos, por sua vez, atendeu a duas condições complementares. A primeira é que os custos unitários das atividades envolvidas – preparação do terreno, semeadura ou plantio, cuidados pós-plantio e manejo silvicultural – tenham por base as experiências de campo realizadas em diversas partes do país e publicadas em artigos técnicos ou científicos do setor florestal e ambiental.

Esses valores publicados, entretanto, não poderiam ser simplesmente transpostos para o presente estudo, por serem fortemente dependentes da escala dos empreendimentos em que foram gerados. A quase totalidade dos casos registrados em literatura ocorre em áreas dispersas e na escala de dezenas de hectares e, por isso, não refletem o que está presente nos empreendimentos para recuperar 12 milhões de hectares de florestas em um prazo de pouco mais de 10 anos[8].

Mesmo o maior empreendimento de restauração florestal de margens de represas ao longo do rio Tietê em São Paulo[9], que alcança 12 mil hectares e levou 30 anos para atingir essa escala, tem custos unitários que não representam um empreendimento em áreas de Reserva Legal na escala pretendida pelo programa declarado na iNDC. No entanto, ele fornece elementos para calcular custos unitários de atividades que vão da coleta de sementes aos cuidados pós-plantio suficientes para que se desenvolva de forma autossustentável.

A segunda condição para a valoração do investimento é, portanto, a modelagem florestal do empreendimento. Os aspectos empresariais e de financiamento deverão fazer parte de um futuro "*business model*", porém calcular os custos de investimento passa por responder a questões como "percentagem em Área de Preservação Permanente e em Reserva Legal", "espécies nativas e espécies exóticas", "espaçamentos e heterogeneidade", "regeneração

[6] Os valores adotados refletem os custos envolvidos no corte e retirada da madeira para posterior beneficiamento, segundo os métodos adotados de manejo sustentável de florestas nativas. A esse propósito ver "FGV – CES / Coalizão pelo Clima, Agricultura e Florestas / Manejo Sustentável, 2015".

[7] Os produtos não madeireiros e serviços ambientais constituem experiências ainda localizadas, na perspectiva de um empreendimento de 12 milhões de hectares de floresta recuperada.

[8] A capacidade atualmente instalada de plantio de florestas comerciais – principalmente eucalipto – é da ordem de 700 mil hectares por ano, da qual 50% têm sido utilizada. A previsão para o setor de florestas exóticas comerciais é chegar dos atuais 7 milhões de hectares a entre 10 e 12 milhões de hectares até 2035. As florestas nativas recuperadas em áreas de Reserva Legal somam menos de 100 mil hectares ao final de 2015.

[9] Áreas de Preservação Permanente cuja vegetação, uma vez restaurada, não pode ser manejada ou explorada comercialmente. Os dados utilizados sobre déficit de Reserva Legal são de autoria de Britaldo Silveira Soares-Filho (UFMG).

natural e plantio", além de inúmeras questões referentes às técnicas agroflorestais e aos possíveis usos consorciados das áreas recuperadas. Somente nos contextos definidos por essas escolhas os valores têm significado prático.

Esse estudo adotou como hipótese que os 12 milhões de hectares estão localizados em áreas de déficit de Reserva Legal[10], nos biomas Amazônia e Mata Atlântica[11]. Também adotou que a recuperação ocorrerá, em cada estado e bioma, em grandes áreas contínuas ou próximas, de modo a otimizar toda logística envolvida: moradia e transporte de trabalhadores, supervisão e monitoramento, sementes, mudas, insumos, maquinário, comunicação. Além das obvias vantagens econômicas, essa concentração permitirá que as etapas de recuperação e manejo sustentável sejam subsequentes e sem abandono das áreas no intervalo entre a recuperação inicial e o seu aproveitamento econômico. Além disso, é de se prever que parte dos recursos humanos formados e radicados na etapa de recuperação será permanentemente empregada na exploração sustentável dessas florestas recuperadas.

Um benefício ambiental significativo da concentração das áreas a serem recuperadas em grandes blocos contínuos ou próximos é a possibilidade de planejá-los segundo a ecologia da paisagem. Ao invés de áreas recuperadas, porém isoladas umas das outras e com localizações ditadas pela estrutura fundiária e vontade dos seus proprietários, as áreas continuas com vegetação nativa, circunvizinhas às Áreas de Preservação Permanente, formarão corredores de biodiversidade, potencializando os benefícios da restauração e recuperação previstas no Código Florestal.

A escolha por localizar a recuperação em áreas de Reserva Legal decorre do entendimento de que, ao contrário da Reserva Legal, as Áreas de Preservação Permanente são pré-localizadas às margens de rios e outros ecossistemas de relevância ambiental. A Área de Preservação Permanente, por todas as razões, privilegia a regeneração natural, induzida ou conduzida através de técnicas cujos maiores condicionantes seriam a disponibilidade de mão de obra temporária, sementes e mudas de espécies nativas. Em todos os levantamentos feitos[12] o déficit de Reserva Legal é 4 a 6 vezes superior ao déficit de Áreas de Preservação Permanente.

Esses dados permitem adotar a hipótese de que a infraestrutura a ser construída para a recuperação de áreas de Reserva Legal suprirá, simultaneamente, as condições para a restauração das Áreas de Preservação Permanente, pela disponibilização de sementes, mudas e recursos humanos qualificados. Do ponto de vista econômico, enquanto a recuperação de Reservas Legais pode apoiar-se em modelos de manejo sustentável, a restauração de Áreas de Preservação Permanente apoia-se em benefícios coletivos (proteção de recursos hídricos, genéticos etc.) e intangíveis, como a paisagem, biodiversidade e outros, exigindo a adoção de modelos distintos para a análise dos investimentos necessários[13].

O Brasil tem conhecimentos técnicos e científicos suficientes para lançar-se ao desafio proposto pelo governo em sua iNDC. Embora sempre localizados e dispersos, há mais de dois

[10] O déficit representa, excluindo-se as APPs, a soma das áreas de Reserva Legal não existentes em propriedades rurais, que, por essa razão, não estão em conformidade com o Código Florestal.

[11] A não inclusão do Cerrado neste estudo deve-se ao fato de que nesse bioma não há ainda estudos técnico-florestais conclusivos para a recuperação de áreas de Reserva Legal.

[12] Sparovek et al. (2011), Soares-Filho et al. (2014) e outros.

[13] De modo geral, os benefícios das Áreas de Preservação Permanente enquadram-se melhor na categoria de serviços ambientais. De fato, a própria legislação sobre recursos hídricos prevê que parte da taxa de uso da água seja direcionada pelos comitês de bacia para a restauração das matas ciliares. Lei Federal 9433/97.

séculos[14] ocorrem experimentos de restauração e recuperação florestal nos biomas Mata Atlântica e Amazônia.

Apesar disso, da centena de espécies arbóreas identificadas nos dois biomas, o conhecimento atual sobre as técnicas para a produção e sua viabilidade alcança duas dúzias de espécies, com preferência para cerca de uma dúzia de espécies em cada bioma[15]. Assim é necessário que, a par do esforço empresarial em recuperar os 12 milhões de hectares até 2030, ocorra o engajamento das instituições de pesquisa – engenharia florestal, agronomia, ecologia – para a produção de conhecimentos e sua disseminação. Além disso, será necessário investir na formação de técnicos e tecnólogos florestais, cujo número de profissionais ativos é certamente insuficiente para o desafio proposto[16].

O estudo mostrado neste relatório comparou modelos[17] de recuperação baseados em técnicas e métodos amplamente experimentados por profissionais do setor florestal, particularmente de espécies nativas. As escolhas descritas anteriormente tiveram por objetivo tornar quantificável o desafio, mas não se desconhece que há vários outros a enfrentar. Um deles, a título de exemplo, reside na demanda por produtos madeireiros de espécies nativas. Neste estudo, assume-se que a demanda futura é representada pelos preços atualmente praticados no mercado madeireiro, mas há indicações de que essa demanda pode estar subdimensionada nos setores de construção civil e mobiliário, citando dois dos segmentos econômicos em que a demanda poderia ser maior. As dificuldades vão desde o desconhecimento das qualidades físico-mecânicas até a efetiva durabilidade dos produtos que podem ser obtidos com o beneficiamento das dezenas de espécies conhecidas.

Esse fato, por sua vez, chama a atenção para a necessidade de investimento em laboratórios de produtos florestais – particularmente de essências nativas –, de forma a agregar valor às florestas recuperadas com espécies locais, uma atividade essencial para um país com a enorme diversidade ainda existente.

Finalmente, cabe observar que os modelos de recuperação foram comparados através de taxas de desconto de 10% e 8%, aplicadas em Fluxos de Caixa Descontados. A Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL) são os indicadores que resumem os resultados obtidos para cada modelo. Obviamente, o uso desses indicadores deve atentar para o contexto em que foram gerados. Ao excluir produtos não madeireiros e serviços ambientais[18] do lado das receitas, o estudo adotou um cenário conservador com o objetivo de fornecer parâmetros seguros à decisão tanto governamental como empresarial na definição das regulações e projetos para a recuperação de 12 milhões de hectares de Reserva Legal.

Como indicadores sociais, o estudo identificou o impacto dos modelos de recuperação na geração de empregos e na arrecadação de tributos federais. Outros indicadores podem ser acrescentados, mas sua utilidade depende da regionalização do programa de recuperação florestal, o que só deve ocorrer em momento posterior.

---

[14] O primeiro experimento de recuperação ou restauração florestal ocorreu ainda no Império, quando D. Pedro II organizou a recuperação da área hoje conhecida como Floresta da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro, cuja extensão atual é de cerca de 4 mil hectares.

[15] Ver Anexo 1, que trata das espécies nativas arbóreas conhecidas e as plantadas para exploração comercial.

[16] http://www.florestal.gov.br/snif/ensino-e-pesquisa-florestal/tecnologico.

[17] Baseados nas propostas apresentadas pelo Plano Nacional de Vegetação Nativa – PLANAVEG, MMA.

[18] Sementes, mudas, frutas e castanhas, mel etc., além da venda ou aluguel de Cotas de Reserva Ambiental previstas no Código Florestal.

O relatório aqui apresentado, na sequência desta introdução, está organizado da seguinte forma:

A seção 2 apresenta rapidamente o Código Florestal, os métodos e técnicas de recuperação florestal e seus respectivos custos e receitas;

A seção 3 traz a descrição da metodologia de análise econômico-financeira utilizada;

A seção 4 descreve os componentes dos fluxos de caixa utilizados;

A seção 5 apresenta os indicadores sociais de emprego e arrecadação por impostos federais;

As seções 6 e 7 apresentam, respectivamente, os cenários analisados e seus resultados;

As seções 8 e 9 mostram uma análise de sensibilidade, através de cenários otimizados e seus resultados;

A seção 10 discute aspectos regulatórios e de mercado relevantes para a recuperação florestal;

A seção 11 mostra as estimativas de carbono estocado na recuperação florestal conforme os modelos adotados;

O Anexo 1 mostra as espécies arbóreas conhecidas e as que são usadas em métodos de recuperação florestal;

Os Apêndices 1 a 3 descrevem, respectivamente, o déficit de Reserva Legal, os modelos de recuperação florestal utilizados e o cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital (*weighted average capital cost*) para o setor florestal.

PREMISSAS GERAIS

3 Recuperação Florestal

3.1 Localização dos Projetos de Recuperação

3.1.1 O Código Florestal e a Reserva Legal

O novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) estabelece normas para a proteção, recomposição e uso sustentável da vegetação nativa e trata, dentre outros temas, dos espaços territoriais legalmente protegidos dentro das propriedades privadas, em especial das figuras jurídicas das Áreas de Preservação Permanente (APP) e as de Reserva Legal (RL), nos imóveis rurais. Dentre as inovações desse código, pode-se citar a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a exigência de Programas de Regularização Ambiental (PRA). Através do CAR, cada estado obterá a situação ambiental de seu território e a partir dela deverá elaborar estratégias para adequar ambientalmente a sua paisagem rural[19].

A Reserva Legal (RL) é definida como um percentual de área com cobertura de vegetação nativa nos imóveis rurais, sendo, na Amazônia Legal, de 80% quando situados em área de florestas, 35% para os situados em área de Cerrado e de 20% para os situados em área de campos gerais[20]. Na região de domínio da Mata Atlântica, o percentual é de 20%.

De acordo com o Código Florestal, a Reserva Legal é determinada como:

> *"a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa"* (Inciso III, do art. 3º da Lei 12.651/2012).

Na nova definição de RL, é enfatizada a sua relevância como fonte de recursos naturais para suprir a demanda da propriedade rural e da sociedade em geral. Uma vez que a demanda por produtos florestais é crescente e a oferta cada vez mais escassa, nada mais prudente que incentivar a sua produção através do manejo sustentável, conjuntamente com outros interesses difusos, como a conservação das florestas para a manutenção da biodiversidade e demais serviços ecossistêmicos como produção de água, mitigação dos efeitos climáticos e proteção do solo.

Já a Área de Preservação Permanente (APP) é definida como:

> *"a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas."* (Inciso III, do art. 3º da Lei 12.651/2012).

[19] A esse propósito ver http://climatepolicyinitiative.org/land-use/

[20] O poder público pode reduzir a Reserva Legal de 80% para até 50% para fins de recomposição quando o município tiver mais de 50% da área ocupada por unidades de conservação de domínio público e por terras indígenas homologadas (§ 4º, do art. 12 da Lei 12.651/2012).

De maneira geral, considera-se como APP: a) as faixas marginais de qualquer curso-d'água natural, em largura mínima especificada de acordo a largura do curso-d'água[21]; b) as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais[22]; c) as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais[23]; d) encostas ou partes destas[24]; e) as áreas de restingas e manguezais; f) as bordas dos tabuleiros ou chapadas[25]; g) as áreas em altitude superior a 1.800 metros qualquer que seja a vegetação; h) topo de morros, montes, montanhas e serras[26] e; i) faixa marginal em veredas[27].

Por outro lado, as alterações promovidas pela Lei nº 12.651 de 2012 resultaram em expressiva redução das áreas consideradas de proteção dentro das propriedades privadas, as APPs e RLs. Isso porque:

i. APPs passaram a ser passíveis de cômputo na formação da RL;
ii. propriedades com até 4 Módulos Fiscais[28] podem ter RL inferior aos níveis mínimos estabelecidos para os diferentes biomas brasileiros e;
iii. redução da proporção das APPs com obrigatoriedade de recomposição conforme o tamanho da propriedade em unidades de módulo fiscal.

Em relação à admissão da inclusão das APPs no cômputo do percentual de RL do imóvel, esse fato não altera o regime de proteção das APPs[29]. No caso de recuperação das faixas de recomposição obrigatória de APP, para pequenas propriedades admite-se plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até 50% da área total a ser recomposta. E ainda, no caso de recuperação das faixas de recomposição obrigatória de APP, para pequenas propriedades admite-se plantio intercalado

[21] Faixa de: a) 30 metros de largura para os cursos-d'água de menos de 10 metros de largura; b) 50 metros para os cursos-d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura; c) 100 metros para os cursos-d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura; d) 200 metros para os cursos-d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura; e) 500 metros para os cursos-d'água que tenham largura superior a 600 metros;

[22] Em faixa com largura mínima de: a) 100 metros, em zonas rurais, exceto para o corpo-d'água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 metros; b) 30 metros, em zonas urbanas;

[23] Decorrentes de barramento ou represamento de cursos-d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento (incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

[24] Com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.

[25] Até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais;

[26] Com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho-d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.

[27] Definida em projeção horizontal, com largura mínima de 50 metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado (redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).

[28] O módulo fiscal foi instituído pela Lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979. Módulo fiscal (MF) é uma unidade de medida agrária que representa a área mínima necessária para as propriedades rurais poderem ser consideradas economicamente viáveis. O módulo fiscal de cada município, expresso em hectares, foi determinado levando-se em conta os seguintes fatores relativos ao município: a) o tipo de exploração predominante; b) a renda obtida no tipo de exploração predominante; c) outras explorações existentes que sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada.

[29] Por exemplo, se na RL é admitido e incentivado o manejo de produtos madeireiros, esse tipo de atividade não é permitida nas APPs computadas como RL. Exceção se faz às pequenas propriedades ou de posse rural familiar, de que trata o inciso V do art. 3º da Lei nº 12.651/2012. Exclusivamente nestas admite-se a exploração agroflorestal sustentável, desde que não descaracterize a cobertura vegetal existente e não prejudique a função ambiental da área, sendo essa atividade considerada de interesse social e eventual, de baixo impacto ambiental (item b do inciso IX e item j do inciso X, do art. 3º da Lei nº 12.651/2012).

de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até 50% da área total a ser recomposta[30].

O estudo de Soares-Filho et al. (2014)[31] traz uma estimativa das áreas de proteção e da redução de áreas sob condição de passivo ambiental no cenário brasileiro atual. De acordo com o estudo, após a revisão do Código Florestal, a área a ser recomposta foi reduzida em aproximadamente 58%, alterando o passivo ambiental total de 50 (±6) Mha[32] para 21 (±0,6) Mha. Em particular, os estados que mais tiveram redução em seu passivo ambiental foram Mato Grosso, Pará, Minas Gerais e Bahia, por conta do Art. 67 do Código Florestal, que estabelece que em propriedades de até 4 módulos fiscais a Reserva Legal será constituída da área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008. O estudo aponta também que do total de propriedades rurais[33] (aproximadamente 5 milhões), 92% têm áreas de até 4 módulos fiscais, embora em termos de área estas representem apenas 30% do total. Ainda assim, estima-se que somente a aplicação desse artigo tenha reduzido o passivo ambiental em 17 Mha.

Em relação às APPs, apesar do antigo Código Florestal não explicitar a obrigação da recomposição da vegetação nativa de tais áreas, outro dispositivo que contribuiu à redução do passivo foi o Art. 61-A do Código. Conhecido como regra da "escadinha", este define que as propriedades menores têm obrigações também menores de recomposição das APPs; e, com isso, a perda de área de passivo ambiental foi estimada em cerca de 8 Mha. Os estados que mais tiveram redução de APPs a serem recompostas foram Bahia e Minas Gerais.

Por fim, o estudo supracitado aponta que, após revisão do Código Florestal, o passivo ambiental ficou concentrado nas regiões do país onde há maior ocupação por atividades agrícolas, ou seja, nas adjacências da Amazônia, por quase toda a extensão da Mata Atlântica e no sul do Cerrado. E ainda estima que os biomas com maior passivo ambiental sejam a Amazônia (8 Mha), a Mata Atlântica (6 Mha) e o Cerrado (5 Mha).

Percebe-se, portanto, que a adoção de um programa de recuperação florestal em grande escala, como o proposto pelo governo federal, requer sua adequação aos dispositivos do Código Florestal. Além disso, para que essa recuperação seja viável, ela deva trazer ao lado dos esperados benefícios ambientais retorno financeiro aos proprietários, uma vez que essas futuras áreas de Reserva Legal são hoje ocupadas por atividades agropecuárias. Traduzindo o espírito da lei, espera-se que o proprietário continue a ter renda com a área, desde que essa área seja coberta com floresta recuperada.

Nos casos em que a propriedade não possui o percentual mínimo de vegetação nativa para compor a sua RL, a conformidade ao Código Florestal viria por duas alternativas:

I – Recuperação da vegetação nativa na própria propriedade, realizada mediante a adoção de técnicas, isoladas ou conjuntas, tais como acompanhamento e condução da regeneração natural e/ou plantio de espécies nativas, que pode estar consorciado com espécies exóticas ou frutíferas em sistemas agroflorestais, desde que o uso de espécies exóticas não supere 50% da área total a ser recuperada e sempre em sistemas intercalados.

---

[30] Inciso IV, do § 13 do art. 61 A, da Lei nº 12.651/2012, incluído pela Lei nº 12.727, de 2012.
[31] Soares-Filho, Britaldo et al. "Cracking Brazil's forest code". *Science*, Vol. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.
[32] Mha = milhões de hectares.
[33] No trabalho de Soares-Filho et al. (2014), o tamanho dos módulos fiscais por município, o tamanho das propriedades rurais, incluindo o número de propriedades e seus tamanhos, foram obtidos no Censo Agropecuário de 2006 do IBGE.

II – Compensação da área total ou parcial da RL através da aquisição de Cota de Reserva Ambiental (CRA), do arrendamento de área sob regime de servidão ambiental ou da doação ao poder público de área localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público pendente de regularização fundiária. As áreas de RL vinculadas à compensação podem estar com vegetação nativa estabelecida, em regeneração ou deverão sofrer intervenções de recomposição.

A partir da instituição do regime jurídico de compensação da Reserva Legal, abre-se um campo vasto de possibilidades de negociação de áreas para a recomposição de florestas com o intuito de exploração dentro dos preceitos do manejo sustentável, especialmente se considerado o *déficit* de 16 milhões de hectares de florestas naturais[34] para a composição das áreas de Reserva Legal em todo território nacional.

Nesse sentido, a possibilidade de aquisição das CRAs dentro de um mesmo bioma gera oportunidades para que sejam instalados projetos de escala ampla em regiões com maior aptidão para o desenvolvimento florestal, assim como aquelas elencadas como prioritárias para o desenvolvimento econômico baseado nesse tipo de produção. Essa concentração de projetos florestais em uma determinada região tem como benefícios: a) a concentração e o aumento da mão de obra qualificada; b) a instalação de empresas terceirizadas fornecedoras de serviços especializadas relacionadas às atividades do setor; c) aumento da competitividade de mercado com consequente redução de custos de materiais; d) redução dos custos operacionais relacionados à silvicultura de espécies nativas, incluindo a implantação, manejo e colheita dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros, dada a otimização dos processos e logística de escoamento e assimilação da produção e; e) formação de cadeias de produção diversificadas, consolidando a economia florestal no país.

3.1.2 12 milhões de Hectares de Reserva Legal

Dada a estimativa de 16 Mha de passivo de Reserva Legal apresentada por Soares-Filho et al. (2014)[35] e a declaração do governo de restaurar 12 Mha de florestas até 2030, os modelos econômicos de recuperação propostos neste estudo foram desenhados de forma que a sua exploração fosse condizente com o enquadramento da área como RL.

Vale mencionar, no entanto, que a declaração do governo brasileiro acerca da restauração e reflorestamento de 12 Mha não se restringe às áreas de RL, podendo ser contabilizadas áreas de preservação, como as APPs, assim como áreas de silvicultura de exóticas (eucalipto, pinus, entre outros).

3.1.3 Amazônia e Mata Atlântica

A estimativa de custos e benefícios da restauração de 12 Mha realizada neste estudo focou na implantação em regiões dos biomas Amazônia e Mata Atlântica, uma vez que o passivo de RL desses dois biomas totaliza mais de 70% do passivo total[26].

O bioma Cerrado não foi incluído neste estudo por questões metodológicas. Embora a vegetação do Cerrado tenha fornecido muito material lenhoso para os mercados locais e regionais, sua contribuição histórica para o mercado brasileiro de madeira, exceto lenha e carvão, é bem menor do que a contribuição da Mata Atlântica e da Amazônia. Mais

[34] Soares-Filho, B. Rajão; R. Macedo, M. et al. "Cracking Brazil's Forest Code (Supplementary Materials)". *Science* , Vol. 344, 363 (2014).
[35] *Idem.*

importante, os estudos em andamento sobre a recuperação de áreas de RL nesse bioma são ainda inconclusivos quanto a sua factibilidade técnica e econômica.

3.1.4 Estabelecimentos Agropecuários Médios e Grandes

Este estudo focou em estabelecimentos médios e grandes, definidos como aqueles cuja área é maior que 4 módulos fiscais, ou seja, trata-se de estabelecimentos que não podem beneficiar-se do tratamento dado às pequenas propriedades ou posse rural familiar na Lei nº 12.651 de 2012. Em outras palavras, são propriedades obrigadas a recompor suas respectivas RL caso não apresentem cobertura vegetal nativa no percentual indicado pela norma.

3.2 Conceitos Utilizados: Técnicas, Métodos, Modelos

As técnicas de restauração são as formas de realização das operações sequenciais para alcançar um determinado objetivo específico dentro das etapas do processo de recomposição florestal. Ou seja, é o conjunto de práticas operacionais aplicadas para o estabelecimento do sistema florestal até um determinado estágio, em que este possa dar prosseguimento à sucessão ecológica sem demandar intervenções antrópicas para além do seu monitoramento e manejo. As técnicas podem ser utilizadas isoladas ou em conjunto e estão associadas ao que se podem definir como métodos, tais como: restauração passiva, condução da regeneração natural, adensamento, enriquecimento, nucleação, plantios de sementes e mudas, dentre outras. A escolha do método está condicionada à análise técnica das condições da área e da sua efetividade.

Os modelos, por sua vez, podem ser definidos como a concepção de construção do sistema florestal, a previsão do desenvolvimento ao longo do processo de formação do novo ecossistema e de sua sustentabilidade ecológica e econômica. É definido em função de objetivos previamente delineados. Especificamente na recomposição florestal de ambientes tropicais, os modelos fundamentam-se em informações práticas e em teorias sobre ecologia e manejo destes ambientes. Como elementos intrínsecos dos modelos estão os conceitos de sucessão ecológica e dinâmica de clareira, diversidade florística, raridade das espécies, estrutura e função das plantas da comunidade, sistemas de reprodução das espécies, forma de dispersão de sementes, características silviculturais das espécies utilizadas, bem como informações sobre o meio abiótico, fatores socioeconômicos, infraestrutura local e viabilidade econômica.

Do ponto de vista socioeconômico, os modelos são construídos visando à disponibilidade de produtos florestais, madeireiros e não madeireiros para o consumo próprio ou para a comercialização, através do manejo condizente com os preceitos da sustentabilidade. Enfim, todo um leque de condicionantes que podem direcionar o tomador de decisão para a definição do modelo mais adequado à determinada situação ambiental e para seu objetivo.

3.3 Critérios para a Construção dos Modelos de Recuperação Florestal

3.3.1 Uso Econômico Sustentável dos Recursos Naturais

Os modelos adotados foram concebidos para prover benefícios e serviços ecossistêmicos e, ao mesmo tempo, retornos econômicos através do manejo florestal, conforme possibilita o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012). As análises foram feitas tomando-se apenas as receitas com a madeira produzida. Mas ressalta-se a importância de considerar, em estudos posteriores, os ganhos com produtos florestais não madeireiros (PFNM). Uma discussão mais aprofundada sobre os PFNM é apresentada na seção 3.7.

3.3.2 Promoção da Conservação da Biodiversidade

Os modelos foram propostos considerando que diferentes espécies, com características similares, podem desempenhar a mesma função nos sistemas florestais e, por isso, são intercambiáveis. Considerando que esses modelos estão sendo propostos para aplicação em diferentes regiões e biomas do país, como a Amazônia e a Mata Atlântica, é necessário considerar que para cada região há opções de espécies que podem ocupar o mesmo nicho, espaço ou função no desenho dos arranjos produtivos dos modelos. Essa premissa é fundamental para o uso sustentável da biodiversidade brasileira.

3.3.3 Método Ideal

Seguindo a lógica exposta na seção anterior, é importante salientar que não há um único método ou conjunto de técnicas pré-definido capaz de atender a todas as situações ou que seja o mais indicado. Sua determinação está condicionada a fatores como: o grau de degradação da área, a resiliência do ecossistema, a distância da área e sua conectividade com fragmentos florestais remanescentes, os recursos disponíveis e, especialmente, os objetivos de cada projeto que for elaborado dentro do programa de recuperação florestal de 12 milhões de hectares de Reserva Legal.

Com base em informações dessa natureza, as atividades a serem adotadas podem variar do simples abandono da área, também conhecida como restauração passiva, até o plantio florestal, com alto nível tecnológico e diversidade de espécies. Independentemente da técnica, a meta da intervenção é a de que esta possibilite o desencadeamento e/ou aceleração do processo de recuperação do ecossistema o mais rápido possível. Essa meta pode ser compartilhada com finalidades econômicas, nos quais se espera que ocorra em curto espaço o acúmulo dos estoques do produto que se almeja; por exemplo, a madeira.

Deve-se apenas atentar para o fato de que, em termos econômicos, há uma relação direta ou proporcional entre o método e seu resultado. Enquanto a restauração passiva implica nos menores valores de investimento, seus resultados econômicos são também baixos. Rigorosamente, não há como prever o que, quando e onde estarão presentes os espécimes de interesse econômico numa área restaurada passivamente. No outro extremo, o plantio de espécimes e seu manejo silvicultural permite prever o que, quando e onde estarão presentes os indivíduos que fornecerão a madeira para exploração comercial.

3.3.4 Custos de Implantação

Os custos de implantação para a formação de florestas são, dentro das melhores técnicas disponíveis, proporcionais às receitas esperadas. Outros fatores diretamente relacionados ao custo são as condições ambientais da área e qualidade do sítio, os custos com os insumos e mão de obra (valores por região e encargos trabalhistas), a possibilidade de mecanização e disponibilidade de máquinas, a disponibilidade de tecnologia e de assistência técnica e as técnicas utilizadas para a implantação e manutenção.

O plantio de mudas representa maior investimento na aquisição de mudas, enquanto o plantio direto de sementes demanda a estruturação prévia de redes de sementes nas regiões de reflorestamento. A condução da regeneração, o adensamento e enriquecimento são técnicas de menor custo, bem como o é a restauração passiva.

3.3.5 Escalonamento das Receitas

Em qualquer empreendimento florestal economicamente viável, seus produtos são gerados uniformemente ao longo do tempo. As espécies de ciclo mais curto geram produtos de menor

valor de mercado, enquanto as de maior valor exigem maior tempo de maturação. Os modelos aqui estudados preveem a participação de espécies de alta produtividade, que geram produtos e receitas em prazos mais curtos. E esse grupo está consorciado com espécies que disponibilizam produtos para colheita em prazos maiores, porém com valor unitário de mercado mais alto. Ou seja, a produção madeireira é escalonada desde os prazos mais curtos possíveis.

Salienta-se a importância de integração da produção madeireira com outros produtos florestais não madeireiros (PFNM) que gerem receitas adicionais ao longo do desenvolvimento da floresta. Os PFNM, tais como plantas medicinais, fibras, resinas, látex, óleos, gomas, frutas, castanhas, sementes, temperos, palmito, tinturas etc., possibilitam otimizar o uso das florestas, pela geração de receitas expressivas que ajudam no custeio da atividade florestal.

Igualmente, o plantio de espécies florestais em conjunto com espécies agrícolas em sistemas agroflorestais, tanto de modelos simplificados como estratificados, também contribuem para a geração de receita, especialmente na fase inicial de estabelecimento dos sistemas, e devem ser vistos como alternativa para os modelos de florestas econômicas.

3.3.6 Modelos que Atendem à Legislação

Conforme já mencionado, um ponto importante da Lei nº 12.651/2012 é que a Reserva Legal, por definição, serve como fonte de matéria-prima para ser explorada sob o regime de manejo sustentável de recursos florestais. Ao mesmo tempo, deve auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade. Em relação a esse ponto, atenção deve ser dada aos artigos 17, 22 e 66 desta lei.

A interpretação integrada desses três dispositivos supramencionados 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 através 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) deve-se assegurar a manutenção da diversidade das espécies.

Dessa forma, plantios puros de espécies exóticas, como eucalipto, pinus, mogno-africano, cedro-australiano etc., mesmo as plantadas em regiões fora de sua área de ocorrência natural, como o plantio de seringueiras em São Paulo nos moldes da silvicultura de plantios comerciais convencionais, não atendem às normas estabelecidas no Código Florestal para a recomposição da Reserva Legal.

Uma ressalva ao plantio de espécies exóticas é a possibilidade de mudar radicalmente o manejo dos plantios, substituindo práticas de controle da regeneração natural, como convencionalmente executado, por práticas que favoreçam o desenvolvimento da regeneração natural.

3.3.7 Diferenças e Similaridades dos Biomas Amazônia e Mata Atlântica

Os biomas Amazônia e Mata Atlântica, localizados em regiões diferentes do país e sob a influência de solos e clima distintos, são ecossistemas com diferenças de produtividade primária líquida (PPL), de modo que as taxas de crescimento são diferentes, sendo este naturalmente maior no bioma da região norte do país. Contudo, a Região Amazônica geralmente apresenta solos de menor fertilidade natural e mais suscetíveis à degradação. Outro ponto importante é a questão da estrutura fundiária e custo da terra.

No território da Amazônia Legal, vários aspectos fundiários essenciais precisam ser resolvidos, entre eles a falta de marco legal que organize a questão nos estados e no governo federal, dificultando os processos de regularização fundiária, a redução de divergências e incongruências e a transparência pública; indefinições e sobreposições de títulos e conflitos de interesse entre União e Estados; falta de delimitação dos perímetros das glebas públicas estaduais e federais através de georreferenciamento e certificação; e falta de padronização e integração dos diferentes cadastros de terra e sua desvinculação com o registro dos imóveis, gerando falhas que favorecem a grilagem e a insegurança jurídica[36].

Na análise de viabilidade de projetos florestais em função do Valor Esperado da Terra (VET) considera-se que na Região Amazônica (norte e norte do centro-oeste) o VET seja menor. Isso implica indiretamente no tamanho dos módulos fiscais, que são maiores nos municípios da região norte, em comparação com os das demais regiões do país. Essa relação é estabelecida porque o tamanho do módulo fiscal de cada município é definido em função da renda do tipo de exploração predominante no município. E, por fim, as áreas a serem destinadas à Reserva Legal também são maiores, chegando a até 80% nos casos em que a vegetação natural é florestal, comparada ao máximo de 20% na região da Mata Atlântica. Por isso, considerando isoladamente a disponibilidade de terras para a implantação de projetos florestais, a Região Amazônica desponta nesse quesito.

O bioma Mata Atlântica ocupa inteiramente três estados – Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina – e 98% do Paraná, além de porções de outras 11 unidades da federação. Em vista dessa grande abrangência, inclui uma grande diversidade de ambientes devido a diferentes grupos geológicos, geomorfológicos e pedológicos e também a regimes climáticos distintos. Essa grande variação resulta em tipos fitoecológicos também variados. Contudo, em comparação com a região do bioma amazônico, a macrorregião onde se localiza a Mata Atlântica dispõe de um setor florestal mais desenvolvido e melhor estabelecido, o que pode contribuir para o arranque inicial do programa de plantio dos 12 Mha.

3.3.8 O Uso do Processo de Sucessão da Floresta Tropical como Ferramenta para Construção dos Modelos

A aplicação dos conceitos de sucessão ecológica para a definição dos modelos de plantios de florestas nativas é uma prática aplicada com sucesso e deve ser adotada na silvicultura de espécies nativas. A maior parte das espécies madeireiras com alto valor econômico são espécies finais da sucessão, que crescem na floresta à meia luz, buscando o dossel e expandindo suas copas apenas quando alcançam a luz direta e, dessa forma, apresentam

[36] III Oficina de Diálogo entre os Órgãos de Terra dos Estados da Amazônia e do Programa Terra Legal, ocorrida na capital do Tocantins. Carta de Palmas. Entre os dias 14 e 16 de outubro de 2015, reuniram-se representantes dos órgãos de terra dos nove estados da Amazônia Legal, da Secretaria Extraordinária de Regularização Fundiária da Amazônia Legal do Ministério do Desenvolvimento Agrário (SERFAL/MDA), do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), da Associação dos Notários e Registradores (ANOREG-TO). Disponível em: http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_img_23/Carta%20de%20Palmas%20OFICINAfinal.pdf

fustes longos e retilíneos. Porém, tais espécies, quando plantadas a pleno sol, tendem a apresentar maior desenvolvimento de ramos laterais, aumentando a proporção de biomassa na parte da copa e apresentando troncos mais curtos, com mais nós, perdendo assim a qualidade de fuste. Por isso, a importância de se plantar espécies iniciais da sucessão (chamadas de espécies pioneiras) de madeira menos nobre, mas que servem para o tutoramento do crescimento das espécies não pioneiras, de crescimento moderado ou lento, que produzem madeiras mais valiosas, porém em prazos mais extensos. Ou seja, apesar das espécies pioneiras normalmente apresentarem menor valor de suas madeiras, elas são indispensáveis para acelerar o estabelecimento do sistema e criar uma estrutura florestal mínima para dar sustentação ao desenvolvimento adequado das espécies dos outros grupos. Nas fases iniciais da sucessão, é possível também utilizar espécies pioneiras antrópicas[37], que são espécies de fases finais da sucessão, mas que após distúrbios devido à antropização apresentam comportamento de pioneiras.

3.3.9 Diversidade de Espécies

Ao se implantar modelos de recuperação florestal, é importante diferenciar espécies comuns de espécies raras (secundárias). Nas florestas tropicais, a maioria das espécies é rara; desse modo, não se podem plantar essas espécies em densidades demográficas muito altas, pois aumentam os riscos de suscetibilidade a ataques de pragas e doenças. Uma diversidade de espécies mínima garante a sustentabilidade do sistema e menor risco de perda do investimento. Por exemplo, se se deseja obter madeiras nobres aos 30-50 anos, deve-se plantar as secundárias em espaçamentos de 5x5m (25 m²/planta – 400 árvores/ha). Essas 400 plantas deveriam ser distribuídas entre 10 a 20 espécies pelo menos, ou seja, de 20 a 40 indivíduos por espécie, no máximo.

3.3.10 Definição do Arranjo Espacial entre os Grupos Considerando Diferentes Momentos de Manejo e Corte

No planejamento do manejo florestal ao longo do tempo, as árvores vão saindo do sistema através dos desbastes, dando espaço para o desenvolvimento de outras plantas, inclusive as árvores produtoras de madeira mais nobre, interessantes pelo aspecto econômico. Por esse motivo, é necessário avaliar o momento em que a colheita gera maior resultado econômico do corte, similar ao que se faz com uma plantação florestal pura e equiânea. Por exemplo, desbastes em eucalipto ocorrem em função de análise gráfica do IMA/ICA e tipo de produto. O mesmo procedimento deve ser adotado para as nativas, mas com uma diferença. Nos modelos de recomposição onde se adota o plantio de espécies nativas, conhece-se previamente o ritmo (velocidade) de crescimento das espécies utilizadas. Dessa forma, as árvores que crescerão mais rapidamente serão as primeiras a serem desbastadas. Assim, é importante ordenar o plantio para que, quando estas forem retiradas do sistema, não causem injúrias às demais que permanecerão, ou seja, as espécies de crescimento moderado ou lento.

[37] Por exemplo, o angico, que cresce rápido e tem ótima madeira. Assim, seu uso poderia melhorar os rendimentos das receitas de curto prazo. O termo “pioneira antrópica” é descrito em Kageyama, P. Y.; Gandara, F. B. 2000. “Recuperação de áreas ciliares”, pp. 249-269. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, São Paulo.

3.4 Modelos de Recuperação Florestal

3.4.1 Definição dos Métodos de Intervenção

Inúmeros são os métodos disponíveis para aplicação nos projetos de recuperação florestal. Áreas com diferentes situações ambientais devem receber intervenções distintas, definidas em função das condições climáticas e do solo, do diagnóstico ambiental, das tecnologias e dos recursos disponíveis.

Independentemente do método utilizado, almeja-se que a intervenção seja capaz de restaurar o ambiente em curto espaço de tempo, apresentar alta resposta ecológica, social e econômica e, o mais importante, apresentar relação custo-benefício favorável à sua utilização.

São expostos a seguir alguns dos métodos de recuperação possíveis de serem aplicados isolada ou conjuntamente:

3.4.1.1 Restauração passiva

A restauração passiva consiste na retirada do fator de degradação da área de modo a permitir que a regeneração natural se desenvolva e consiga dar condições de os processos da sucessão ecológica ocorrerem, possibilitando a regeneração espontânea de espécies nativas na área. É recomendada para áreas pouco antropizadas em que ainda há resiliência, ou seja, capacidade de autorregeneração. As condições naturais presentes dispensam intervenções para que a vegetação se reestabeleça.

Vantagens: baixo custo para reestabelecimento da área já que os propágulos são oriundos da própria área (autóctone) ou de áreas contíguas, aproveitamento dos processos naturais para desencadear a sucessão ecológica, maior adaptação das espécies com a participação de cada uma delas conforme as condições ambientais de cada fase, que são alteradas ao longo do tempo.

Desvantagem: inexistência de controle das espécies presentes no sistema, e mesmo de garantias da trajetória do processo sucessional. Nesse aspecto, tende a zero a possibilidade de predição dos recursos florestais que esses sistemas irão disponibilizar para a exploração econômica no futuro. Por esse motivo, quando há motivação econômica, é importante mesclar este com outros métodos de intervenção, tal como a condução direcionada (ou manejo) da regeneração das espécies de interesse ou o enriquecimento com propágulos dessas espécies no manejo das áreas. No caso, esse manejo deve ser planejado para favorecer a produção das espécies econômicas, reduzindo, dentro do possível, o tempo necessário para a sua colheita.

3.4.1.2 Enriquecimento

O enriquecimento é uma técnica complementar indicada para as áreas que apresentam alta densidade de indivíduos regenerantes, limitada pelo predomínio de poucas espécies. Visa aumentar a equabilidade (proporcionalidade entre as espécies), estabilidade e sustentabilidade do sistema, podendo ser uma intervenção alternativa de manejo para áreas restauradas através de outras técnicas que tenham resultado em baixo sucesso de estabelecimento, mas também pode ser aplicada para aumentar a quantidade de espécies econômicas de interesse, no caso de áreas destinadas ao manejo para produção de bens florestais.

3.4.1.3 Condução da regeneração natural e enriquecimento

A condição para a aplicação conjunta das técnicas de regeneração natural e enriquecimento é a existência de alta densidade de indivíduos regenerantes, principalmente de pioneiras, já com

porte arbóreo, apresentando entre 50-80% de cobertura de copa. Normalmente as espécies que conseguem se estabelecer na fase inicial são espécies iniciais da sucessão; desse modo, essas áreas apresentam composição florística com baixa riqueza e dominância de poucas espécies pioneiras. Para incorporação das espécies finais de sucessão, que são as espécies de madeira mais nobre e de interesse comercial, estas podem ser plantadas entremeadas à vegetação arbórea já estabelecida, ação conhecida por enriquecimento. Operações de manutenção das mudas plantadas podem incorporar os indivíduos de menor porte da regeneração natural já presente na área, caso seja de interesse acelerar o desenvolvimento da floresta na área, sendo essa técnica conhecida como condução da regeneração natural. Nas condições apresentadas, o enriquecimento com as espécies econômicas pode ser de cerca de 400 árvores por hectare, plantadas sob o dossel das árvores pioneiras para que, ao crescerem tutoradas, desenvolvam melhores fustes.

Vantagem: aproveitamento da presença das espécies pioneiras como sombreadoras e tutoras do desenvolvimento das espécies finais da sucessão, parte-se de uma etapa já avançada em comparação aos métodos do plantio em área total, custo menor de implantação e manutenção de plantio devido ao menor número de plantas a receberem as intervenções silviculturais.

Desvantagem: não há um desenho prévio, as mudas são plantadas em linhas ou em pequenas clareiras, o que traz dificuldades para a colheita florestal, pois se assemelha às condições de uma floresta natural; não existindo um ordenamento espacial do plantio, a mecanização das operações de implantação, manutenção, manejo e colheita são dificultadas.

3.4.1.4 Adensamento e enriquecimento

A aplicação conjunta do adensamento e enriquecimento é recomendada para locais que apresentam moderada densidade de árvores advindas da regeneração natural, criando um ambiente onde a cobertura do dossel varia entre 30 e 60%. Esse método pode ser aplicado também nas bordas de remanescentes florestais e no interior destes, onde há clareiras de grandes dimensões, normalmente com alta infestação de invasoras ou cipós (lianas), ou mesmo em áreas já reflorestadas que apresentem manchas com falhas de plantio.

Vantagens: reduz custo de implantação já que não se realiza o plantio em área total; permite o ordenamento das espécies dos diferentes grupos funcionais que serão utilizadas e, assim, melhores provisões de disponibilidade de recursos futuros e receitas da produção.

Desvantagens: demanda grande quantidade de propágulos (mudas e/ou sementes) para o plantio em comparação às técnicas anteriores; devido à presença das árvores, há situações em que não é possível mecanizar as operações necessárias, o que pode dificultar a logística e aumentar os custos operacionais.

3.4.1.5 Plantio de mudas ou sementes de espécies arbóreas em área total

O plantio de mudas ou sementes de espécies arbóreas é indicado para as áreas com baixa resiliência ambiental, desprovidas de regeneração natural e localizadas em áreas isoladas na paisagem, onde a probabilidade da autorregeneração é baixa. Modelos de plantios devem ser ajustados com relação à composição, proporção, arranjo espacial e distribuição das espécies arbóreas de diferentes grupos ecológico-funcionais, em função das características e destinação das áreas.

3.4.2 Separação e Agrupamento das Espécies Arbóreas Tropicais

A separação das espécies em grupos ecológico-funcionais tem sido um instrumento de grande utilidade para o entendimento da dinâmica das florestas tropicais e para a elaboração de estratégias de regeneração de áreas desflorestadas[38].

O uso dos conceitos da sucessão e da dinâmica de clareiras da floresta tropical na implantação de florestas mistas é uma tentativa de imitar o modo com que a regeneração ocorre nas florestas nativas. Baseando-se nesses conceitos, espécies dos diferentes grupos ecológico-funcionais passaram a possuir arranjo espacial, proporções e densidades pré-definidas nos reflorestamentos.

A ideia central é a de que as espécies das fases iniciais da sucessão, as pioneiras, criem condições ambientais mais propícias ao estabelecimento das espécies finais da sucessão, conhecidas como não pioneiras. Essas condições dizem respeito às alterações microclimáticas no ambiente, que seguem um gradiente temporal, tais como: aumento da fertilidade e melhor estruturação das condições físicas do solo; temperaturas mais amenas e com menor oscilação, tanto no solo como no interior da floresta; aumento da disponibilidade de água no sistema e maior capacidade de retenção de umidade; maior probabilidade de interação entre as espécies da flora e fauna; tutoramento do crescimento das espécies finais da sucessão, que são as de maior potencial madeireiro, aumentando, assim, a volumetria de madeira de boa qualidade para usos nobres, tais como a serraria.

São características desses grupos de espécies:

PIONEIRAS – espécies pioneiras típicas, secundárias iniciais e pioneiras antrópicas (conforme já mencionado, são espécies que não são pioneiras nos ambientes naturais, mas que alteram seu comportamento em ambientes antropizados). São adaptadas a ocuparem locais de baixa qualidade ambiental, com solos de baixa fertilidade, contudo respondem bem às adubações; são favorecidas pela insolação direta, apresentando maior crescimento nessa condição; são aptas a acelerarem a ciclagem de nutrientes; produzem grande quantidade de sementes pequenas, normalmente dispersadas por aves e morcegos, apresentando também espécies com sementes cuja dispersão ocorre pelo vento; tornam-se sexualmente reprodutivas desde muito novas; possuem crescimento de 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.

NÃO PIONEIRAS – espécies secundárias tardias ou climácicas; possuem crescimento de moderado a lento; nas florestas formam banco de plântulas que se desenvolvem lentamente em ambientes com baixa luminosidade (luz difusa), em clareiras pequenas (secundárias tardias) ou sob o dossel da floresta (climácicas); começam a produzir sementes tardiamente e em pouca quantidade; 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, quando passam a investir no crescimento em diâmetro; possuem normalmente madeira de alta densidade, tendo as madeiras mais nobres amplo aproveitamento em serrarias.

A proporção utilizada de cada um desses grupos depende dos objetivos do projeto. As vantagens de usar um maior número de espécies iniciais da sucessão são:

---

[38] Kageyama, P. Y.; Gandara, F. B. "Recuperação de áreas ciliares". In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (Ed.) 2000. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, São Paulo, p. 249-269.

- rápido fechamento de copas devido ao acelerado crescimento das espécies desse grupo, reduzindo a necessidade de operações de manutenções já que o sombreamento inibe o desenvolvimento de plantas indesejáveis, especialmente as gramíneas, minimizando o custo de implantação;
- aumento da ciclagem de nutrientes, com maior disponibilização ao sistema dos elementos necessários às plantas nas camadas superiores do solo;
- maior acúmulo de biomassa para o sistema;
- contribuição para a rápida retenção do solo, reduzindo os processos erosivos.

Assim, tem-se utilizado nos projetos proporções de, no mínimo, 50% de pioneiras, chegando essa proporção a atingir até 100% (plantio total de pioneiras) em casos especiais em que se reconheça previamente o potencial de enriquecimento natural da área por fontes de propágulos de remanescentes próximos ou mesmo se avalie a viabilidade da operação de enriquecimento posterior à implantação do sistema, através do plantio de mudas e/ou sementes nas fases mais avançadas do processo da restauração, a fim de atingir patamares desejáveis de diversidade vegetal. O plantio das espécies finais da sucessão pode dar-se também para aproveitar as condições ambientais mais favoráveis para o desenvolvimento destas espécies. Como visto, estas demandam ambientes adequados para crescerem com fustes retilíneos, fator esse desejável para as espécies madeireiras que apresentarão nessas condições melhor qualidade de fuste.

Como não há um limite bem definido entre esses dois grupos funcionais, havendo grande quantidade de espécies com características intermediárias, em projetos florestais de aproveitamento econômico, onde o volume de madeira é um fator importante, é possível considerar três grupos em função de seu ritmo (velocidade) de crescimento. Tem-se então a separação em 3 grupos:

i. rápido (espécies que produzem grande volume de madeira em períodos curtos de tempo menores que 15 anos);
ii. moderado (espécies com disponibilidade de madeira entre 15 e 30 anos);
iii. lento (espécies com disponibilidade de madeira após 30 anos).

3.4.3 Técnicas de Plantio em Área Total

Algumas possíveis técnicas de plantio em área total são apresentadas a seguir.

3.4.3.1 Semeadura direta

Técnica indicada para as áreas com possibilidade de mecanização, sendo viável quando há grande disponibilidade de sementes de espécies arbóreas a custos reduzidos. Pode ser realizada em consórcio com espécies leguminosas agrícolas, o que favorece o recobrimento do solo, sua fertilidade e o controle das plantas invasoras. Permite também o uso combinado com outras técnicas, por exemplo o escalonamento do plantio em mais de uma etapa. Nesse caso, inicialmente se utiliza as espécies pioneiras ou as espécies com sementes maiores e mais aptas para o plantio direto, e, após a melhoria nas condições ambientais locais (microsítios), pode-se realizar o plantio de sementes ou mudas de espécies de interesse econômico.

Vantagens: alto rendimento operacional e custo de implantação relativamente menor do que o plantio de mudas.

Desvantagem: os espaçamentos entre plantas e proporções de espécies dos diferentes grupos com sucesso no estabelecimento das plantas não são controlados, necessitando de manejos

adaptativos para adequar o sistema; dificuldade de manutenções de plantio nos casos onde os plantios são realizados sem os devidos alinhamentos; custos elevados das sementes, especialmente na região sudeste e sul; desconhecimento do sucesso de estabelecimento das inúmeras espécies, especialmente as mais exigentes por condições ambientais favoráveis.

3.4.3.2 Plantio de mudas em área total

A restauração florestal através do plantio de mudas de espécies nativas consorciadas e em alta diversidade é um método amplamente difundido no Brasil. Esses plantios consideram os modelos da sucessão ecológica da floresta tropical, já comentados. Considerando haver conhecimento do espaçamento e composição de espécies utilizadas no modelo de implantação e inventários para monitoramento, é possível realizar inferências preditivas sobre os estoques futuros da produção madeireira ou de outro produto florestal no sistema.

Vantagens: permite o arranjo espacial adequado para cada grupo de espécies e o melhor ordenamento da exploração florestal nos diferentes ciclos de corte devido ao plantio em linhas; maior garantia nos prognósticos de estoques dos produtos florestais e ainda apresenta maior facilidade para a mecanização das operações de implantação e de manutenção.

Desvantagens: custos mais elevados comparados aos demais métodos; necessita de uma estrutura florestal bem estabelecida na região já que demanda grande quantidade de mudas e mão de obra qualificada.

3.4.3.3 Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Os SAFs são uma forma de uso da terra, onde árvores ou arbustos são utilizados em conjunto com o cultivo agrícola numa mesma área e cujo plantio das espécies é escalonado no tempo de acordo com suas exigências e funcionalidade no sistema. Sendo uma forma de integração das árvores ao sistema de produção, contribui para a estruturação da paisagem rural, aumentando a biodiversidade e a conectividade do ambiente e, ao mesmo tempo, a disponibilidade de alimentos. Adaptações no método de plantio em área total podem ser aplicadas, especialmente visando reduzir os custos de implantação e de manutenção dos plantios. Esses sistemas são muito recomendados para a agricultura familiar, pois possibilita a produção de alimentos e renda durante o processo de formação das florestas.

Vantagens: geração de receitas com maior periodicidade e adicionais às geradas pela venda de madeira, visto que os produtos agrícolas e produtos florestais não madeireiros asseguram rentabilidade, antecipando o pagamento dos custos da implantação do sistema; favorecem a otimização de uso do solo e da área; contribuem para a redução dos custos de manutenção e manejo do plantio, pois estes passam a ser diretamente vinculados ao manejo da produção agrícola.

Desvantagem: demanda de maior número de operações, aumentando a mão de obra alocada para as atividades.

3.4.4 Operações Florestais de Áreas em Recomposição Florestal

São atividades previstas para a implantação, manutenção e manejo das áreas de recomposição florestal.

3.4.4.1 Pré-implantação

Isolamento da área e retirada dos fatores de degradação – no caso de a área ou vizinhança ser utilizada para a pecuária, recomenda-se como condicionante o isolamento da área através de cercas (cercamento). Aceiros, de 2 a 3 metros de largura, devem ser construídos, minimizando-

se os riscos de incêndio. Tais aceiros podem ser associados às outras estruturas necessárias nos sistemas de produção florestal, como as estradas e carreadores.

3.4.4.2 Implantação

Embora algumas das atividades listadas abaixo sejam realizadas previamente ao plantio propriamente dito, elas podem ser consideradas na fase de implantação por serem atividades inerentes a todos os métodos de restauração ativa, e, na prática, essas operações são realizadas na mesma fase do projeto. Em média, sua implementação ocorre dentro do período de 3 meses.

- Controle de matocompetição – a vegetação indesejável existente na área – tal como gramíneas e herbáceas invasoras e/ou agressivas, que atuam como competidoras – deve ser controlada. Para essa operação utilizam-se as roçadas, mecanizadas com trator ou semimanual, com roçadeiras costais, e também o controle químico com herbicidas. Durante a operação, devem ser preservadas as espécies regenerantes. Na fase inicial, essa operação é também reconhecida como limpeza, que pode estar associada também à retirada de galhadas ou outros resíduos florestais.
- Controle de formigas-cortadeiras – em alguns locais, onde há alta incidência de formigas-cortadeiras ativas, recomenda-se seu controle efetivo.
- Preparo do solo – pode ser realizado da seguinte forma:
    - Intensivo em área total – no caso de plantio através de 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;
    - Semi-intensivo em linhas de plantio – para plantio de mudas ou semeadura direta apenas nas linhas, realizado com subsolador, em profundidade média de 50 cm, podendo ser alterada em função do tipo de solo;
    - Pontual – através de coveamento apenas nas áreas que receberão as mudas ou sementes.
- Demarcação e espaçamento do plantio – definição da quantidade de sementes e mudas, sua distribuição e arranjo espacial conforme desenho delineado para o método escolhido. Na semeadura direta, infere-se sobre o número de sementes/metro linear ou densidade por metro quadrado; e, no plantio, sobre a densidade de mudas por hectare.
- Plantio de sementes ou mudas – introdução dos propágulos segundo o modelo de restauração definido para determinada área.
- Aplicação de corretivos e fertilizantes – conforme demanda apresentada pela análise de solo realizada na etapa de diagnóstico das áreas, é feita a recomendação técnica de fertilização do solo. Em casos fortuitos, nos quais não se dispõe de análises prévias de fertilidade do solo, uma recomendação genérica é a aplicação de: a) calcário dolomítico, na dosagem de 2,0 toneladas/hectare; b) fertilização principalmente fosfatada com 150 a 200 g/planta do superfosfato simples ou do superfosfato triplo ou mesmo de formulação com altos teores relativos de P, como o NPK-08.30.08; c) alternativamente, recomenda-se a utilização de espécies leguminosas de adubação verde (feijão-de-porco, crotalária, lablab, guandu etc.) para suprir parcial ou

integralmente as necessidades nutricionais das plantas arbóreas, especialmente nas fases futuras do sistema.

- Irrigação de plantio – recomendado, conforme necessidade e condições climáticas, em média de 3 a 5 litros por planta, podendo ser utilizado retentores de umidade como o hidrogel, aplicado na proporção de 2,0 a 3,0 g/planta, equivalente a aplicação de 600 a 900 ml/planta.

3.4.4.3 Manutenção e condução das áreas

São apresentadas a seguir atividades de condução e manutenção de áreas em processo de restauração florestal, realizadas conforme necessidade especialmente nas fases iniciais do projeto, que perdurará por no mínimo 2 anos após implantação.

- Replantio – reintrodução de sementes ou mudas nos pontos com falhas de plantio. Pode ser considerado também nas fases após fechamento da cobertura de copa das áreas, nos métodos que consideram a introdução de espécies finais da sucessão apenas nas fases intermediárias de desenvolvimento do sistema.
- Irrigação de manutenção – especialmente aplicada ao longo do primeiro ano, momento de maior suscetibilidade das plantas ao estresse fisiológico sofrido pela escassez de água, que pode causar mortalidade.
- Fertilização de cobertura – conforme necessidade apontada por análise de solo, sendo uma recomendação genérica para o plantio de árvores nativas, o uso da formulação NPK 20.05.20 na dosagem de 120 a 180 g/planta, distribuídos em duas aplicações. Esta pode estar enriquecida com micronutrientes, 0,3% de B e 0,5% de Zn, ou com o FTE (com Mn, B, Cu, Zn e Fe) na dosagem de 15 a 20 g/planta.
- Controle de matocompetição – realizado de forma seletiva para eliminação das espécies competidoras, sendo a roçada, que pode ser mecanizada ou semimecanizada, e a capina das coroas de mudas (coroamento) ou a capina total da linha de plantio (trilhamento) práticas inerentes dessa 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. Para essas operações, as doses utilizadas variam em função da infestação e do tipo de matocompetição, sendo aplicados em dosagens e com as precauções devidas, conforme indicação dos fabricantes dos produtos.
- Controle de formigas-cortadeiras – realizado através de vistorias permanentes na área, aplicando-se a dosagem de 10 g/m² de terra de formigueiro de formicida à base de sulfluramida nas proximidades dos carreiros dos formigueiros ativos.
- Manutenção de aceiros – visando a maior proteção das áreas no que diz respeito às possibilidades de incêndios florestais.
- Manutenção de cercas – em área com uso do solo circunvizinho voltado à pecuária.

3.4.4.4 Manejo silvicultural

As operações de manejo dizem respeito às práticas realizadas para conduzir o sistema às condições desejáveis de produção dentro de um período pré-estabelecido.

Abaixo são citados alguns tipos de manejo realizados em projetos florestais. Estes são aplicados após a fase de manutenção.

- Manejos silviculturais de plantios econômicos – nestes plantios são comumente realizadas algumas atividades silviculturais ainda na fase inicial dos plantios, tais como desbaste, desrama, podas de condução, tutoramento, entre outras práticas reconhecidas como necessárias para a melhor produtividade e qualidade dos produtos desejados das diferentes espécies.
- Manejo adaptativo[39] – na implantação através da semeadura direta, é comum a necessidade de desbastes visando minimizar a competição entre indivíduos. Da mesma forma, pode-se prever também o replantio de enriquecimento de espécies finais da sucessão no caso de introdução inicial de maior proporção de pioneiras ou nos casos de insucesso de estabelecimento das plantas deste grupo.
- Manejo de sistemas agroflorestais – os sistemas agroflorestais, especialmente na fase inicial de estabelecimento, necessitam de intensivas intervenções em função dos ciclos das culturas agrícolas utilizadas, do manejo da biomassa das plantas chamadas de "adubadeiras" e das próprias atividades de colheita.

3.4.4.5 Monitoramento

Ao se realizar projetos de recomposição florestal, recomenda-se manter um plano de monitoramento periódico, o qual possui diferentes objetivos, dependendo da fase do projeto. Na fase inicial de implantação e manutenção, o monitoramento deve enfocar as informações sobre a qualidade dos serviços de implantação executados e as condições ambientais do sistema.

Esse monitoramento é importante para que possam ser definidas em tempo hábil as medidas corretivas e/ou necessárias a serem aplicadas, de modo a assegurar condições propícias para o estabelecimento e o desenvolvimento das plantas até que a recomposição tenha sido atingida. Nesse sentido, um conjunto de bons indicadores qualitativos e quantitativos deve ser definido, sistematicamente mensurado, sistematizado e analisado. Após o estabelecimento, o monitoramento deve continuar, verificando se a trajetória esperada se mantém, período no qual são incorporados outros indicadores.

Do ponto de vista ecológico, pode-se observar: a densidade de indivíduos introduzidos sobreviventes, a densidade e riqueza de espécies nativas regenerantes, a estruturação vertical da floresta e o recobrimento do solo com a projeção das copas das árvores, a presença e/ou utilização das áreas por animais silvestres, dentre outros. Do ponto de vista econômico, deve-se ter o acompanhamento da produtividade do recurso em produção, com o intuito de possibilitar estimativas de ponto ótimo da extração, estimativas de colheita e negociações prévias de comercialização.

3.4.5 Colheita

Todo o projeto de produção florestal, da implantação à exploração, tem como objetivo produzir uma boa colheita florestal. Essa é a parte mais importante do ponto de vista técnico-econômico.

[39] Forma de manejo que estimula, quando necessárias, mudanças periódicas nos objetivos e protocolos de manejo, em resposta aos dados de monitoramento e outras novas informações. Definição apresentada em: ARONSON, J.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H. S. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. Instituto Florestal. Série Registros (São Paulo), v. 44, p. 1-38, 2011.

A colheita florestal corresponde a uma cadeia produtiva constituída por cinco atividades interdependentes: a) corte, b) extração, c) carregamento, d) transporte principal e e) descarregamento da madeira [40]. A cadeia da colheita florestal integra elementos como mão de obra (com vários níveis de qualificação), fornecedores de máquinas e de insumos, fornecedores de serviços de manutenção, assistência técnica e outros serviços e transportadores.

A colheita é uma tarefa pesada por natureza e com alto risco de segurança, que exige mão de obra capacitada, máquinas, equipamentos e veículos adequados. As operações envolvidas na colheita da madeira (corte, derrubada, traçamento, extração, empilhamento, carregamento, transporte e descarregamento) podem ser executadas de diferentes modos, dependendo basicamente do nível de mecanização, que pode ser baixo ou alto.

Os sistemas mecanizados com emprego de máquinas para executar as operações de colheita apresentam custo por hora muito superior ao do sistema semimecanizado, porém, devido à alta produtividade, apresenta custo por m³ inferior ao do sistema semimecanizado. A maior dificuldade para a mecanização é o alto custo das máquinas. Como apresentam altos custos fixos, dependem para sua viabilidade econômica de uma demanda de uso bastante intensa (mais de 400 horas/mês).

Considerando que algumas dessas máquinas, como um Feller Buncher, pode cortar até 100 m³/h em talhões com alto estoque de madeira para colheita, a operação de uma única máquina dessas cortaria 40.000 m³/ano. Supondo um estoque médio para corte de 85 m³/ha, um equipamento que corta até 100 m³/h atenderia com folga uma área de 530 hectares por ano.

Um aspecto fundamental para qualquer tipo de colheita (semimecanizada ou mecanizada) é o volume individual das árvores. Essa é a variável mais relevante na atividade de corte, pois quanto menor o volume médio das árvores, maior a quantidade de árvores e de operações para se formar 1 m³ de madeira em toras[41].

Em reflorestamentos com espaçamentos planejados e bem executados, os trabalhos de mecanização e operação de máquinas se tornam mais viáveis do ponto de vista técnico. Todavia, em áreas de florestas nativas submetidas a manejo florestal, o modo mais frequente de colheita é o semimecanizado, usando motosserra para o corte de árvores e secionamento de toras.

A colheita semimecanizada, com emprego apenas de motosserra, tem como principais componentes de custo a mão de obra, combustível, valor da máquina, manutenção e reparos, sendo que a mão de obra é o componente mais importante no custo final desse tipo de colheita.

A colheita semimecanizada demanda sobrecarga de esforço físico do operador e dos auxiliares. O tombamento manual e o empilhamento representam condições inseguras de trabalho com médio e alto risco de lesões. De forma geral, o ciclo de corte florestal semimecanizado

[40] Drummond et al. "Comparativo de custo de produção de duas máquinas utilizadas no corte florestal". In: *Anais XVII Seminário de* atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba, 2014. p. 75-76.

[41] Santos et al. "Análise técnico-econômica de sistemas de colheita: toras curtas e toras longas sob método mecanizado e semimecanizado". In: *Anais XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA*. 27 a 31 de julho de 2014 – Campo Grande/ MS

apresenta atividades extremamente pesadas, de altos níveis de exigência física, com condições ergonômicas desfavoráveis[42].

Nas florestas implantadas de eucalipto e de pinus de grandes empresas florestais, é comum o uso de máquinas para a colheita.

Há vários tipos de máquinas e de modelos que podem ser usados na colheita florestal. Pode-se citar um sistema no qual o corte da madeira é efetuado pelo Feller Buncher, a extração pelo Skidder e o processamento pela garra traçadora[43]. Esses equipamentos apresentaram eficiência operacional (tempo de efetivo trabalho produtivo) de 53%, 56% e 70%, respectivamente. A menor eficiência do Feller Buncher deve-se à necessidade de a máquina se locomover dentro do talhão para cortar e acumular árvores.

O Harvester é o que faz mais operações. Basicamente é uma máquina com um braço mecânico que tem acoplado na extremidade um implemento (cabeçote). O Harvester realiza as operações de corte, derrubada, desgalhamento, seccionamento e formação de pilhas [44].

O Feller Buncher corta as árvores e acumula em feixes. A máquina apresenta produtividade de 88 a 99 m³/hora efetiva e eficiência operacional de 57% a 73%, dependendo das condições de trabalho e da experiência do operador[45]. O rendimento operacional do Feller Buncher depende da produtividade do talhão: em talhões com menos de 70 m³/ha, o rendimento dessa máquina é de 21 m³/hora efetiva, enquanto que em talhões com mais de 250 m³/ha o rendimento ultrapassa 100 m³/hora efetiva[46].

Outro equipamento usado na colheita florestal é a garra traçadora. A avaliação do desempenho de três garras traçadoras operando em diferentes comprimentos de tora indicou que a melhor eficiência operacional foi na área com menor número de árvores e maior volume individual. As toras com maior volume médio e maior comprimento aumentam o rendimento operacional das garras traçadoras[47].

A atividade de extração da madeira é um ponto crítico da colheita florestal. As características da floresta impactam diretamente na produtividade da atividade de extração, especialmente no que diz respeito à distância entre a localização das árvores e as margens da estrada.

Um equipamento relativamente comum nas grandes empresas florestais é o Forwarder. O Forwarder é autocarregável e atua na extração e carregamento de toras até os locais de

---

[42] Canzian et al. “Carga física de trabalho e análise biomecânica das operações de colheita florestal em áreas declivosas no sul do espírito Santo”. In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014.

[43] Ferreira et al. “Avaliação de indicadores de desempenho para três máquinas de colheita florestal utilizadas no sistema de árvores inteiras”. In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014.

[44] Castro et al. “Análise do desempenho operacional do Harvester em floresta clonal de Eucalyptus sp”. In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014.

[45] Mota, et al. “Avaliação técnica e econômica do corte de eucalipto com Feller Buncher em diferentes condições”. In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014b.

[46] Oliveira et al. “Comparação da produtividade entre equipamentos em dois sistemas de colheita de madeira de eucalipto”. In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014.

[47] Mota et al. “Avaliação técnica e econômica de três garras traçadora operando em diferentes comprimentos de toras”. In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014a.

empilhamento[48]. Essa máquina consegue carregar até 16 m³ por carga e a produtividade efetiva pode exceder 54 m³/hora efetiva, dependendo das condições do terreno e da distância de extração[49]. O Skidder é um trator florestal também usado para extração da madeira, mas por arraste com pinça traseira ou cabo de aço.

O custo operacional de corte mecanizado e semimecanizado são bastante diferentes. Por exemplo, o custo operacional de um Feller Buncher é mais de 900% superior ao custo operacional da hora efetiva trabalhada de uma motosserra devido ao seu maior custo de aquisição, consumo de óleos combustíveis e lubrificantes, manutenção e peças, entre outros fatores. Por outro lado, o Feller Buncher consegue derrubar 18 vezes mais árvores por hora efetiva. Portanto, o Feller Buncher apresenta um custo unitário por m³ cerca de 50% menor do que o custo unitário do corte semimecanizado[50].

Um dos grandes desafios dos empreendimentos florestais se relaciona à construção e manutenção das estradas florestais. As estradas representam, depois da floresta, o maior investimento em um empreendimento florestal, além de representar longo período de depreciação. As máquinas básicas usadas na construção e manutenção de estradas florestais são pá-carregadeira, motoniveladoras e caminhões basculantes. Fatores como a distância das áreas são determinantes na produtividade (em m²/h) e no custo de produção (R$/m²) na construção e manutenção de estradas florestais nos povoamentos clonais de eucalipto no interior de São Paulo[51].

Além dos custos, as estradas florestais são elementos que têm potencial de causar grandes prejuízos para a conservação dos solos e dos recursos hídricos, devendo obrigatoriamente ser bem planejadas, executadas e mantidas.

O transporte de madeira no Brasil, na sua maioria, é realizado pelas rodovias, e os custos de fretes chegam a consumir até 60% do gasto logístico total. A organização, racionalização das operações do transporte florestal rodoviário, identificação dos fatores que interferem nos custos operacionais são necessários para economizar e aumentar a eficiência operacional[52]. Os principais fatores que influenciam os custos são as distâncias e o volume médio de transporte por viagem.

Quando a colheita e o transporte florestal são avaliados juntamente, eles podem representar até 70% do custo total da madeira posta na fábrica[53]. O transporte de madeira para energia, pelos baixos preços unitários, é mais sensível ao custo do transporte. No caso de madeira para

---

[48] Oliveira et al. "Comparação da produtividade entre equipamentos em dois sistemas de colheita de madeira de eucalipto". In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014.

[49] Passos, G. J. de C.; Souza, M. C. de; Leite, A. M. P.; et al. "Avaliação do Forwarder na extração de madeira de Eucalyptus spp., em diferentes distâncias de extração" In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014b. p. 43-45.

[50] Drummond et al. "Comparativo de custo de produção de duas máquinas utilizadas no corte florestal". In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014. p. 75-76.

[51] Barreira, A. B.; Andrade Neto, E. F. de. "Análise técnica e econômica da adequação de estradas florestais para o transporte de madeira". In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014.

[52] Alves, R. T. *Análise técnica e de custos do transporte florestal rodoviário*. Dissertação UFES/CCA, Jerônimo Monteiro (ES). 2011. 75p.

[53] Matuda et al. "Custos da colheita e transporte florestal da madeira de seringueira para uso como lenha no Centro-oeste paulista". In: *Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal*. Curitiba, 2014, p. 89-91.

energia no interior de São Paulo, a distância máxima a ser transportada é de 80 km; a essa distância os gastos com colheita e transporte chegavam a quase 85% da receita da venda.

Na região norte do Mato Grosso, o transporte florestal possui uma participação média de 21,25% no custo da matéria-prima posta no pátio, porém houve uma variação da participação do frete de 10 a 40%. Estudo demostra que a maior dificuldade encontrada pelos motoristas durante o transporte da matéria-prima está nas estradas e pontes[54]. Na região estudada, o transporte florestal influenciava cada vez mais no preço da madeira, pois a matéria-prima está cada vez mais escassa, percorrendo-se longas distâncias.

O controle de qualidade das atividades de colheita florestal é importante para o resultado econômico da produção florestal. As falhas na colheita ocorrem por diferentes motivos, desde o desperdício de madeira no talhão, desperdício de madeira nas cepas, desperdício de madeira nos aceiros, falhas devido à presença de galhadas em aceiros, falhas devido a erros de medição do volume de madeira, entre outras falhas operacionais[55].

Por conta dos fatores relacionados à colheita e transporte discutidos acima, e que evidentemente influenciam no potencial de receita do produtor, optou-se por adotar uma metodologia que simplificasse o número de variáveis. Assim, a expectativa de receita considera os preços da madeira em pé, que por sua vez supõe uma operação de colheita adequada e a existência de uma serraria a uma distância cujas despesas com transporte permitam a remuneração do produtor àquele valor.

Nesse aspecto, vale ressaltar que segundo estimativas de passivo de Reserva Legal feitas com base no Censo Agropecuário de 2006[56], as regiões da Amazônia em que há a maior concentração de passivo de RL correspondem ao arco do desmatamento, onde se espera que haja uma maior concentração de serrarias para recebimento da madeira.

3.4.6 Modelos Econômicos de Plantio

3.4.6.1 Considerações

Apresentam-se nesta seção os modelos de plantio voltados à recomposição de áreas de Reserva Legal visando ao retorno econômico através do manejo dos produtos florestais madeireiros utilizados neste estudo. Todos os modelos foram elaborados utilizando-se o conceito de sucessão de floresta tropical e o agrupamento de espécies arbóreas em três grupos em função de sua velocidade de crescimento apresentado na seção 3.4.2.

Os modelos consideram desde os métodos de menor custo, como a condução da regeneração natural associada ao adensamento e enriquecimento de áreas com espécies de interesse econômico, até plantios em área total com alta diversidade de espécies, incluindo a utilização de espécies madeireiras exóticas; e, ainda, modelos mais complexos, como os sistemas agroflorestais.

Os modelos apresentados contemplam os diferentes métodos ou abordagens técnicas para a recomposição da vegetação nativa apresentados no PLANAVEG. A esse respeito, considera-se no presente estudo os métodos/abordagens 4 e 5 (regeneração natural com e sem

[54] Silva, I. C. de O.; Melo, C. R. D. B de; Silva, J. R. de O. Levantamento de composições veiculares utilizados no transporte florestal na região de Alta Floresta/MT. In: "Anais XVII Seminário de atualização em sistemas de colheita de madeira e transporte florestal". Curitiba, 2014.
[55] Jacovine et al. "Descrição e uso de uma metodologia para avaliação dos custos da qualidade na colheita florestal semimecanizada". *Ciência Florestal*, Santa Maria, 1999, Vol. 9, n. 1, p. 143-160.
[56] Ver detalhamento dessas estimativas de passivo de RL no Apêndice 1.

cercamento) apresentado no PLANAVEG. Apesar de serem métodos que provavelmente terão ampla adesão em função de seus custos reduzidos, eles não possibilitam inferir sobre retornos econômicos, visto que os conhecimentos sobre a composição de espécies do sistema e sua potencialidade econômica são imprevisíveis. Assim, esses métodos, apesar de possíveis de serem aplicados, não são aqui considerados um modelo econômico.

Para os métodos/abordagens 2 e 3 (alto e baixo enriquecimento e densidade) apresentados no PLANAVEG, para efeito de análise econômica desses modelos, são consideradas apenas as árvores implantadas no sistema.

Já o método/abordagem 1, que considera o plantio em área total, além de ser utilizado de forma direta e conforme sua concepção, também foi base para a proposição de três outros modelos: o de plantio em área total através de semeadura direta, plantio de nativas intercalado com essências exóticas com potencial reconhecido, além de sistemas intercalando o plantio de árvores com a produção agrícola, os quais podem considerar desde sistemas de consorciação simples de integração entre as culturas agrícolas e florestais (*Taungya* ou *Alley Cropping*), até sistemas complexos como os sistemas agroflorestais (SAFs) multiestratificados.

A tabela a seguir apresenta resumidamente os 8 modelos econômicos de plantio considerados neste estudo e sua correspondência com os modelos considerados no PLANAVEG.

Tabela 1 – Modelos econômicos de plantio considerados neste estudo e a sua correspondência com os modelos do PLANAVEG

Modelos considerados		Correspondência com o PLANAVEG
Nº	Descrição	
1	Restauração passiva	Regeneração natural (área abandonada)
		Regeneração natural (com cercamento)
2	Condução + enriquecimento	Baixo enriquecimento e baixa densidade
3	Adensamento + enriquecimento	Alto enriquecimento e alta densidade
4	Área total – Plantio de sementes	Plantio total
5	Área total – Plantio de mudas nativas	
6	Área total – Plantio de mudas – 25% Eucalipto	
7	Área total – Plantio de mudas – 50% Eucalipto	
8	Área total – Sistema agroflorestal	

Fonte: Elaboração própria com base no PLANAVEG e Biodendro

Uma descrição mais detalhada dos 8 modelos é apresentada nos itens a seguir.

3.4.6.2 Modelo 1. Regeneração natural

Na aplicação desse método/abordagem, a única intervenção realizada diz respeito ao isolamento da área e impedimento de atuação de fatores que possam ser prejudiciais à regeneração natural do sistema em restauração, como a presença de gado, nas propriedades com atividade pecuária, e a possibilidade de incêndios. Para esses casos, respectivamente, são tomadas medidas de proteção através do cercamento das áreas e construção de aceiros. A proteção com cercamento foi aplicada em 50% das áreas indicadas para restauração passiva, seguindo o mesmo critério do PLANAVEG. Não há nenhum tipo de intervenção de plantio. Não são previstos cortes de madeira nesse modelo.

3.4.6.3 Modelo 2. Condução + enriquecimento

Plantio de 417 mudas/ha de espécies nativas, ou seja, 25% do total utilizado no método de plantio em área total, sendo 50% das plantas utilizadas de espécies de ritmo de crescimento moderado e os outros 50% de espécies de ritmo de crescimento lento. O corte da madeira do

primeiro grupo (moderado) deve ocorrer aos 21 anos de idade e do segundo grupo (lento) aos 35 anos.

3.4.6.4 Modelo 3. Adensamento + enriquecimento

Plantio de 833 mudas/ha, ou seja, 50% do total utilizado no plantio em área total. Essas mudas estão distribuídas nos três grupos de ritmo de crescimento nas seguintes proporções: metade das mudas de espécies de crescimento rápido, 25% de moderado e mais 25% de lento. O corte da madeira deve ocorrer com a exploração de 100% do primeiro grupo (rápido) aos 14 anos, 100% do grupo das espécies de crescimento moderado aos 21 anos e mais 100%, aos 35 anos, das espécies de crescimento lento.

Apesar de não utilizado em nosso estudo, ressaltamos a possibilidade alternativa de extrair 50% das espécies do primeiro grupo de crescimento rápido logo aos 7 anos. Esse manejo de desbaste do povoamento contribui para reduzir a competição entre os indivíduos arbóreos, favorecendo o crescimento das árvores remanescentes no sistema.

3.4.6.5 Modelo 4. Plantio em área total através da semeadura direta

Esse modelo propõe a utilização de métodos de plantio através da semeadura direta de sementes dos diferentes grupos de espécies. Para tanto, a ideia é que seja realizado o plantio de sementes de espécies de crescimento rápido, moderado e lento nas respectivas proporções: 40%, 40% e 20%. Como não é possível prever com precisão o percentual de germinação nem a taxa de sobrevivência das sementes germinadas, as projeções de desenvolvimento e de estoques dos produtos florestais possuem menor nível de assertividade do que o plantio de mudas. Contudo, o monitoramento periódico do sistema permite que sejam realizados manejos adaptativos, de modo a redirecionar a trajetória de desenvolvimento do sistema conforme os objetivos previamente delineados.

No caso de taxa de sucesso de estabelecimento do plantio inferior ao pretendido, pode-se realizar o manejo adaptativo no sentido de adensar e/ou enriquecer o sistema. Como as chances de germinação e estabelecimento das espécies plantadas por semente é maior para os grupos das espécies iniciais da sucessão assim como para as espécies com maior reserva nutricional, ou seja, com sementes grandes, é aceitável considerar que nesses casos a área demandaria plantios complementares com espécies dos estágios finais da sucessão.

Por outro lado, no caso de sucesso da aplicação da técnica de plantio direto de sementes e, consequentemente, presença de amplo número de indivíduos (densidade) na área, deve-se prever a realização de desbastes nos primeiros anos após plantio, para reduzir a competição entre os indivíduos, permitindo assim melhor desenvolvimento das árvores. A madeira desse desbaste pode ser eventualmente aproveitada para energia.

No escalonamento do corte da madeira desse modelo, pode-se prever um primeiro corte aos 7 anos, com exploração de 100% das espécies de rápido crescimento; posteriormente um segundo aos 14 anos, de 50% do total de espécies de crescimento moderado, sendo os remanescentes deste grupo cortados aos 21 anos; e, aos 35 anos, a colheita das espécies de crescimento lento.

3.4.6.6 Modelo 5. Plantio em área total com mudas nativas

Nesse modelo, os grupos silviculturais definidos em função do ritmo de crescimento estão distribuídos em 50% de espécies de crescimento rápido, 25% de espécies de crescimento moderado e mais 25% de espécies de crescimento lento.

Assim, considerando um plantio convencional de 3 x 2 metros, têm-se 1667 mudas/ha, onde as de crescimento rápido contribuem com 833 árvores/ha e os outros dois grupos (moderado e lento) contribuem com 417 cada um. O primeiro corte seria de metade das pioneiras, ou de 25% do total de árvores do sistema, aos 7 anos. Como estratégia, pode-se pensar, nesse caso, em um desbaste seletivo das árvores com valores inferiores ao mediano e condução do restante até os 14 anos para um corte visando aos outros usos finais da madeira, de maior valor de venda. Opcionalmente, o desbaste também pode ser sistemático, por exemplo, retirando-se alternadamente os indivíduos dentro de uma mesma linha. Como já apontado, o segundo corte ocorreria aos 14 anos, com a retirada do restante (50%) das espécies de rápido crescimento. Os cortes posteriores das árvores plantadas se dariam aos 21 anos, com a retirada de todas as árvores do grupo de crescimento moderado, e aos 35 anos, com as de crescimento lento.

Apesar de não utilizado em nosso estudo, esse modelo também pode ser desenhado considerando-se uma divisão equitativa entre os grupos rápido, moderado e lento. Nesse caso, cada um contribuiria com 33,3% ou 556 mudas/ha.

3.4.6.7 Modelo 6. Plantio em área total com 25% de eucalipto como pioneira

Esse modelo propõe a utilização do eucalipto como espécie pioneira, de modo que cumpra a função de sombreadora e tutora das demais no início de estabelecimento do sistema. Temos, portanto, o plantio igualmente distribuído entre mudas de eucalipto, mudas de espécies nativas de crescimento rápido, de crescimento moderado e de crescimento lento (417 mudas por hectare de cada grupo, ou 25% cada). O corte do eucalipto seria feito aos 7 anos e o das nativas de crescimento rápido aos 14 anos. Para os demais, o período e intensidade de corte são os mesmos do modelo 5.

3.4.6.8 Modelo 7. Plantio em área total com 50% de eucalipto como pioneira

Esse modelo se diferencia do modelo 6 pelo fato de se valer do limite máximo de árvores exóticas que legalmente podem compor o sistema. Nele, o uso do eucalipto chega a 50%. Assim, tem-se como proposta o corte dessa espécie em dois ciclos, um curto aos 7 anos e outro de médio prazo, aos 14 anos. Posteriormente, a exploração será das espécies de crescimento moderado, aos 21 anos, finalizando com as espécies de crescimento lento, aos 35 anos. Em todos os ciclos de corte, a proposta é que se tenha a exploração de 25% da madeira plantada.

3.4.6.9 Modelo 8. SAFs

Os modelos que consideram o consórcio entre espécies florestais e a produção agrícola, sejam SAFs multiestratificados até sistemas mais simples, como a *Taungya*, são propostos considerando a densidade fixa de 50% da densidade de mudas utilizada para o plantio em área total. Essa condição pode ser atingida por meio de maior espaçamento entre as árvores do plantio em comparação ao convencional (3 x 2 m), como o 3 x 4 m ou 6 x 2 m, ou mesmo plantio em faixas de larguras iguais, intercalando o plantio de culturas agrícolas com faixas de plantio de nativas adensadas no espaçamento convencional. Uma das vantagens desse sistema é que além de gerar uma receita com a produção agrícola nas fases iniciais de estabelecimento das espécies arbóreas, tanto as atividades de implantação como as de manutenção, nesse caso, especialmente o controle de matocompetição, são diretamente incorporadas às práticas convencionais inerentes à cultura agrícola.

No Apêndice 2, são apresentados os desenhos dos arranjos dos modelos econômicos propostos.

3.4.7 Perpetuidade dos Estoques dos Produtos Florestais

Deve-se considerar que nos modelos econômicos de produção florestal propostos para a Reserva Legal, na medida em que recebam a extração madeireira do sistema, será necessário que os estoques sejam repostos para que a oferta do produto-alvo seja mantida. Essa é uma lógica do manejo florestal sustentável e uma das premissas básicas da exploração na Reserva Legal. A reposição dos estoques pode ocorrer de duas formas:

- Regeneração natural – através da recolonização e estabelecimento, via sucessão secundária, necessitando ser monitorada para que se possa inferir sobre a composição e densidade das espécies que estão se estabelecendo e se desenvolvendo, a fim de definir as práticas silviculturais de manejo necessárias para sua adequada condução;
- Regeneração induzida – através da reintrodução de novas plantas no sistema via plantio de mudas e/ou sementes ou condução da rebrota, a talhadia, que é uma alternativa complementar ou retificadora da primeira abordagem.

Em se tratando de florestas manejadas com interesse econômico em exploração futura de espécies de interesse, a reintrodução através de intervenções de plantio é a prática mais plausível, que pode e deve ser acompanhada da regeneração natural.

Assim, para os modelos econômicos propostos neste documento, a reintrodução dessas árvores no sistema nada mais é que uma prática de enriquecimento ordenado, no qual se reintroduz espécies de interesse potencial para a exploração em ciclos futuros de exploração.

É recomendado que a primeira reintrodução de novos indivíduos no sistema ocorra quando a exploração representar entre 25% e 50% das árvores introduzidas inicialmente. Nesse momento, a área possuirá condições similares, em termos de densidade de indivíduos, às das áreas para as quais se recomenda a aplicação do método de enriquecimento (modelo 2). Assim, nesse momento, o plantio seria realizado com apenas 25% do número de plantas utilizadas no plantio convencional em área total, ou seja, 417 árvores/ha.

Cabe lembrar que, no manejo florestal sustentável da vegetação da Reserva Legal com propósito comercial, a Lei nº 12.651/2012 orienta que não se deve descaracterizar a cobertura vegetal e/ou prejudicar a conservação da vegetação nativa da área. Assim, 25% do estoque de árvores (417 árvores/ha) podem ser tomados como o limite mínimo para a manutenção dessas condições exigidas legalmente.

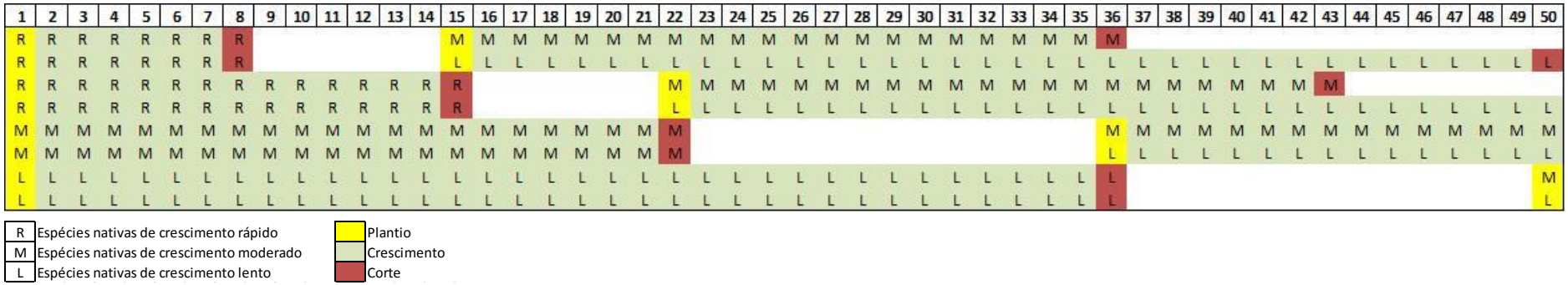
Para cada reintrodução de árvores ao sistema, gera-se um novo ciclo futuro de corte de madeira, cuja duração será definida em função do ritmo de crescimento das espécies utilizadas e das condições ambientais do sítio. Nesse aspecto, estando a floresta com boa cobertura de copa e condições mais favoráveis em termos ambientais do que no início de sua formação, o uso das espécies pioneiras típicas para formar a estrutura da floresta é desnecessário. Além do mais, as pioneiras apresentam fraco desenvolvimento quando sombreadas. Assim, deve-se dar preferência diretamente ao plantio das espécies de madeiras mais nobres e com melhor resposta de desenvolvimento em ambientes com luz difusa (grupo das moderadas e lentas).

No croqui esquemático presente no Apêndice 2, tem-se um exemplo de manejo madeireiro da floresta da Reserva Legal com reposição dos indivíduos nos moldes supramencionados, ou seja, com reposição de 25% quando o plantio apresentou exploração de 50% do total. Para essa exemplificação, adotou-se o modelo de plantio em área total de mudas de nativas exclusivamente, sendo as reintroduções de novos indivíduos realizadas a partir do segundo ciclo de corte, quando a área apresentar densidade de 50% dos indivíduos. Esses repovoamentos com novos indivíduos continuam nos ciclos sucessivos de exploração.

A Figura 1, a seguir, apresenta um esquema cronológico de reposição de indivíduos arbóreos nos moldes mencionados em uma área plantada conforme o modelo 5 ao longo de 50 anos. O mesmo critério de reposição foi aplicado nos demais modelos do estudo, à exceção dos modelos 1 e 2, que não apresentam exploração de madeira que alcance 50% da área restaurada.

Figura 1 – Exemplo de reposição de indivíduos arbóreos no modelo 5 ao longo de 50 anos (plantio no ano 1)

anos



Fonte: Elaboração própria com base no PLANAVEG e Biodendro

3.4.8 Operacionalização dos Projetos Florestais

Profissionais atuantes nas equipes de campo em serviços florestais:

- Auxiliar de campo (trabalhador rural): realização de atividades com ferramentas manuais ou equipamentos semimecanizados (motorroçadoras, motocoveadoras, motosserras);
- Tratorista: funcionário habilitado à condução de tratores, maquinários e implementos agrícolas;
- Encarregado de campo: responsável pela supervisão de uma equipe de campo e distribuição de tarefas;
- Técnico agroflorestal: profissional responsável pelas orientações técnicas sobre a forma de condução e execução das atividades operacionais das diferentes etapas do projeto (não considerado nos custos primários);
- Engenheiro florestal: responsável técnico pelo projeto (não considerado nos custos primários).

Dimensionamento de uma equipe operacional (35 pessoas):

- 30 auxiliares de campo divididos em duas frentes de trabalho;
- 2 encarregados de campo;
- 3 tratoristas (quantidade aproximada, devido à variação relacionada à etapa do projeto).

Na fase de implantação, a quantidade de operações com maquinários é maior, demandando o equivalente a 1 tratorista para cerca de 3 auxiliares de campo. Já nas demais fases – pré-implantação, manutenção dos plantios e manejo silvicultural –, a proporção altera-se para 1 tratorista para cada 10 auxiliares de campo. Nos modelos 2 e 3, para áreas com regeneração natural, não se faz o uso de maquinários pesados (tratores e implementos). Nos sistemas agroflorestais multiestratificados, com a maior ocupação das áreas das entrelinhas com a produção, tem-se também um maior número de operações manuais e consequente aumento da relação tratorista/auxiliar de campo. A Tabela 2 apresenta a proporção desses dois tipos de mão de obra em função dos métodos de recomposição florestal aplicado.

Tabela 2 – Proporção entre tipos de mão de obra (auxiliar de campo e tratorista) na composição das equipes de operação

Método	Etapa do projeto				Média
	Pré-implantação	Implantação	Manutenção do plantio	Manejo florestal	
1 - Restauração passiva	10,0		5,0	80,0	9,9
2 - Condução + enriquecimento	10,0	15,8	27,0	30,5	20,3
3 - Adensamento + enriquecimento	10,0	15,8	45,2	26,3	23,3
4 - Área total – Plantio de sementes	10,0	1,6	14,9	13,0	7,7
5 - Área total – Plantio de mudas nativas	10,0	3,4	9,6	12,2	8,2
6 - Área total – Plantio de mudas – 25% de eucalipto	10,0	3,3	9,9	12,6	8,3
7 - Área total – Plantio de mudas – 50% de eucalipto	10,0	3,3	10,5	13,6	8,6
8 - Área total (SAF)	10,0	3,0	30,0	10,8	9,6

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Biodendro

Para a definição da demanda de profissionais indiretamente vinculados à frente operacional, ou seja, os técnicos agroflorestais e engenheiros, admite-se a seguinte proporção: 1 engenheiro : 4 técnicos agroflorestais : 8 equipes de campo (com 35 pessoas cada).

Os rendimentos operacionais definidos para as atividades de todas as fases do projeto são apresentados na Tabela 3. Tais informações baseiam-se em estimativas médias apresentadas por empresas do setor florestal.

Tabela 3 – Rendimentos operacionais da mão de obra e maquinários nas diferentes etapas e operações relacionadas à implementação dos projetos florestais

ETAPAS/ OPERAÇÕES	RENDIMENTOS			MÉTODOS DE RECOMPOSIÇÃO							
				Simplificados			Completos				
	Auxiliar	Tratorista	Maquinário	1	2	3	4	5	6	7	8
	Unidade			Percentual de área trabalhada							
Unidade	HH/ha	HH/ha	HM/ha	0%	25%	50%	100%	100%	100%	100%	50%
1 - PRÉ-IMPLANTAÇÃO											
1 - Aceiro (km)	8	1,6	1,6	1	1	1	1	1	1	1	1
2 - Cercamento – isolamento da área (km)	120	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1
2 - IMPLANTAÇÃO											
3 - Limpeza – semimecanizada – roçadeira costal	48		48		0,25	0,5					
4 - Limpeza – mecanizada – trator + implemento		2,5	2,5				1	1	1	1	1
5 - Limpeza – mecanizada química (herbicida)	2	2	2				1	1	1	1	1
6 - Controle de formiga – sistêmico	2						1	1	1	1	1
7 - Controle de formiga – pontual	2				0,25	0,5					
8 - Preparo do solo – mecanizado – C. mínimo – subsolagem	2	2	2					1	1	1	
9 - Preparo do solo – mecanizado total – 2 gradagem e nivelamento	2	6	6				1				1
10 - Preparo do solo – semimecanizado – motocoveadora	24		24		0,25	0,5					0,5
11 - Espaçamento de plantio	8				0,25	0,5		1	1	1	1
12 - Calagem – mecanizada	2	2	2				1	1	1	1	1
13 - Calagem – manual	12	2	2		0,25	0,5					
14 - Distribuição e plantio de mudas – tubete	24	4	4		0,25	0,5		1	0,75	0,5	0,25
15 - Distribuição e plantio de mudas – eucalipto	24	5	4						0,25	0,5	
16 - Distribuição e plantio de mudas – saquinho	40	4	4								0,25
17 - Plantio de sementes (nativa + adubo verde) – mecanizado	4	2	2				1				
18 - Plantio de sementes (linha dos SAFs) – mecanizado	4	2	2				1				1
19 - Irrigação de plantio – com hidrogel	8	2	2				1	1	1	1	0,5
20 - Adubação de base	8	2	2		0,25	0,5	1	1	1	1	0,5
3 - MANUTENÇÃO DO PLANTIO											
21 - Controle de matocompetição – entrelinha – roçada mecanizada		3	3				2	4	3	2	
22 - Controle de matocompetição – área total – semimecanizada	32		32		1	2					
23 - Controle de matocompetição – entrelinha – química mecanizada		2	2					2	2	2	

ETAPAS/ OPERAÇÕES	RENDIMENTOS			MÉTODOS DE RECOMPOSIÇÃO							
				Simplificados			Completos				
	Auxiliar	Tratorista	Maquinário	1	2	3	4	5	6	7	8
24 - Controle de matocompetição – linha – roçada semimecanizada	12		12				2	4	3	2	2
25 - Controle de matocompetição – linha – química costal	6							4	3	2	
26 - Controle de matocompetição – coroamento manual	48				0,5	1	2	2	2	2	2
27 - Controle de matocompetição – coroamento químico	4							2	1	1	
28 - Controle de formiga-cortadeira	2				0,5	1	2	4	4	4	4
29 - Adubação de cobertura	4	1	1		0,25	0,5	1	2	2	2	1
30 - Irrigação de cobertura	12	2	2					2	2	2	1
31 - Replantio manual (10%) – semimecanizado	6		3		0,25	0,5		1	1	1	1
32 - Aceiro mecanizado	6	1,2	1,2	2	2	2	2	2	2	2	2
4 - MANEJO SILVICULTURAL											
33 - Primeira desrama – manual – altura do operador (apenas árvores a partir do 2° ciclo de corte)	24		24		1	1	1	1	1	1	0,5
34 - Segunda desrama – semimanual – até 2/3 da altura da copa (Hmáx. – 6 m)	32		32		1	1	1	1	1	1	0,5
35 - Controle de formiga	2				1	1		2	4	6	6
36 - Inventário	4				0,25	0,50	4	4	4	4	4
37 - Limpeza pré-exploração	8	2	2		0,25	0,50	4	4	4	4	4
38 - Desbaste por seleção – marcação	3						4			2	2
39 - Aceiro (km)	8	1,6	1,6	1	1	1	1	1	1	1	1
40 - Manutenção de cerca	12	1,6	1,6	2	2	2	2	2	2	2	2

HH – Horas homem; HM – Horas máquina; ha – Hectare; Métodos (1 - Restauração passiva; 2 - Condução + enriquecimento; 3 - Adensamento + enriquecimento; 4 - Área total – plantio de sementes; 5 - Área total – plantio de mudas nativas; 6 - Área total – Plantio de mudas – 25% Eucalipto; 7 - Área total – Plantio de mudas – 50% Eucalipto; 8 - Área total – SAF)

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Biodendro

3.5 Custos de Implantação dos Modelos de Recuperação Florestal

Esta seção dedica-se a detalhar os custos unitários para a implantação dos modelos de recuperação florestal com base na descrição dos modelos apresentada na seção anterior.

Todos os valores apresentados referem-se a preços de 2015. Ressalta-se que os custos foram estimados sob o ponto de vista de um proprietário de estabelecimento agropecuário (médio ou grande) e que, no momento da realização da restauração florestal, opta por "terceirizar" o serviço, sem a necessidade de incorrer em aquisições de máquinas e equipamentos.

Os custos globais estimados por operação e etapas, vinculados aos métodos de recomposição propostos neste estudo, encontram-se no Apêndice 4.

3.5.1 Insumos para Projetos Florestais

Há dois tipos de insumos principais considerados no desenvolvimento dos projetos florestais, os materiais de consumo e os permanentes. Dentre os materiais de consumo, estão os de uso direto na silvicultura, tais como mudas e sementes, corretivos e fertilizantes, herbicidas e formicidas, gel retentor de água (hidrogel), além dos necessários para as operações mecanizadas, como combustíveis, óleos, lubrificantes, EPIs etc., considerados materiais de uso indireto. Já dentre os materiais permanentes tem-se os maquinários e implementos agrícolas de uso na silvicultura, equipamentos manuais e semimanuais (semimecanizados) como motorroçadeiras, motocoveadoras, motosserras, utilizados para a operacionalização das atividades de campo. Além destes, tem-se a cerca, que pode ser considerada uma benfeitoria da propriedade. Os custos desses insumos foram considerados da seguinte forma:

– Material de consumo direto: valor por hectare com base na quantidade média comumente dada como recomendação pela assistência técnica especializada;

– Material de consumo indireto: valor médio por rendimento operacional diluído nos custos da hora máquina (HM), seja nas operações mecanizadas (trator + implemento), seja nas operações semimecanizadas (equipamentos semimanuais como perfurador de solo, roçadeiras costais, tesoura de poda, motosserras);

– Material permanente: maquinários, implementos e equipamentos computados no valor da hora máquina (HM); e os EPIs, computados no valor da homem hora (HH). Para o preço da cerca, fez-se uso dos valores médios dos insumos considerando o cercamento de 1 (um) quilômetro.

3.5.1.1 Materiais permanentes (cercamento)

Devido à extensão da atividade pecuária no país, o gado pode ser considerado como principal vetor de degradação, especialmente na fase inicial de estabelecimento dos plantios, podendo sua ação causar severos prejuízos. Assim, em geral, o cercamento das áreas destinadas a projetos de recomposição florestal é essencial nos locais com vizinhança ocupada por atividade pecuária. Após o estabelecimento das árvores no sistema, as consequências dessas intervenções nas áreas em recomposição florestal são menos visíveis, mas ainda assim podem ser significativas para os processos de regeneração natural.

Quando a cerca é inevitável, essa atividade consome boa parcela dos custos totais em vista de seu alto custo de implantação. Por isso, deve-se avaliar criteriosamente a viabilidade das áreas para a instalação de projetos quando se tem uma paisagem com matriz dominada por pastagens. Dois fatores são

determinantes nessa avaliação, o tamanho e a forma da área , aos quais está diretamente ligada a relação perímetro/área (P/A = $\frac{perímetro}{área}$), tal como comumente utilizada em estudo de métricas de paisagem. Isso porque, quanto maior o valor dessa relação, ou seja, perímetros grandes e áreas pequenas, maior serão os custos do cercamento. Nesse aspecto, ressalta-se que o menor valor dessa relação ocorreria se a área fosse um círculo perfeito. Na medida em que a forma poligonal da área se distancia desta forma geométrica, aumenta exponencialmente o valor da relação P/A e, com isso, os valores gastos com cercamento. Por outro lado, na proporção em que se dobra a área do polígono, com manutenção da relação P/A, tem-se uma redução de aproximadamente 30% da extensão do perímetro e, consequentemente, da extensão de cerca necessária para o isolamento da área.

Com todo o exposto – e considerando que a maior parte das áreas disponíveis para implantação dos projetos florestais é atualmente ocupada por pastagens e, dessa forma, que esse tipo de uso do solo seria então o mais comum na vizinhança dos projetos de restauração –, deve-se buscar formas de minimizar a participação dos custos de implantação das cercas nos projetos, valendo-se das seguintes alternativas: mapear as áreas consolidadas com cultivos agrícolas (atentar-se ao emprego dos sistemas rotacionais lavoura-pecuária); dar preferência aos locais que apresentem áreas extensas e baixo valor da relação P/A; quando utilizadas as áreas adjacentes às APPs de cursos de rio, evitar a definição de faixas muito curtas, pois áreas com formatos alongados apresentam alta relação P/A; estudar a viabilidade de introdução de cercas elétricas em substituição às cercas de arame farpado já que as primeiras apresentam custos mais baixos (limitadas à existência de infraestrutura de rede elétrica).

Contudo, um fator importante na questão do cercamento é o de essa benfeitoria ser inerente à pecuária e não à silvicultura, motivo pelo qual se considera que esse seja, ou ao menos deveria ser, um custo da primeira e não da segunda atividade.

A Tabela 4 apresenta os preços médios unitários e totais para instalação de 1 (um) quilômetro de cerca, considerando esta com a seguinte especificação: altura de 1,50 m, espaçamento de 6 m entre os mourões, mourões de escoras (mocho) a cada 50 m, 4 fiadas de arame farpado, 2 balancins entre os mourões espacejados em 2 m.

Tabela 4 – Custo de materiais para cerca em projetos de recomposição florestal

Descrição	Quantidade (km)	Valor unitário (R$)	Valor (R$/km)
Mourão intermediário – simples 10-12 cm x 2,2 m	144,7	12,30	1.779,40
Mourão palanque – 15 cm x 2,5 m	22	34,40	756,80
Escora (mourão de 8 cm x 1,5 m)	44	10,70	470,80
Arame farpado carga 350 – 2,2 mm (400 m)	12,5	235,18	2.939,75
Balancim	333	2,70	900,00
Grampos (kg)	1,5	13,00	19,50
Arame liso (amarração) – 1,2 mm	2	7,00	14,00
Subtotal (valor R$/km)			**6.880,25**

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Biodendro

3.5.1.2 Materiais de consumo

Para definição dos preços médios dos produtos utilizados nos projetos florestais, foram feitas diversas formas de pesquisa: sítios eletrônicos de revendedores do setor agrícola, contato direto com fabricantes

e revendedores; pesquisaem informativos de instituições especializadas (Instituto de Economia Agrícola)[57]. Esses preços são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Quantidades/dosagens de materiais de consumo básicos utilizados nas diferentes etapas dos projetos de recomposição florestal

Etapa/operação	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total
2 - IMPLANTAÇÃO					
5 - Limpeza química (herbicida) – mecanizada	Herbicida Pós-E (Glifosate)	5,0	litros	R$ 18,00	R$ 90,00
6 - Controle de formiga – sistêmico	Isca formicida (Sulfuramida)	8,0	kg	R$ 7,30	R$ 58,40
7 - Controle de formiga – pontual	Isca formicida (Sulfuramida)	5,0	kg	R$ 6,00	R$ 30,00
12 - Calagem – mecanizada	Calcário dolomítico	2,0	toneladas	R$ 240,00	R$ 480,00
13 - Calagem – manual	Calcário dolomítico	2,0	toneladas	R$ 240,00	R$ 480,00
14 - Distribuição e plantio de mudas – tubete	Mudas	1.667	mudas	R$ 1,80	R$ 3.000,60
15 - Distribuição e plantio de mudas – eucalipto	Mudas	1.667	mudas	R$ 0,40	R$ 666,80
16 - Distribuição e plantio de mudas – saquinho	Mudas	1.667	mudas	R$ 2,50	R$ 4.167,50
17 - Plantio de sementes (nativa + adubo verde) – mecanizado	Sementes (arb + leg)	100,0	kg	R$ 15,00	R$ 1.500,00
18 - Plantio de sementes (linha dos SAFs) – mecanizado	Sementes (leg + agrícolas)	100,0	kg	R$ 12,00	R$ 1.200,00
19 - Irrigação de plantio – com hidrogel	Hidrogel	5,0	kg	R$ 30,00	R$ 150,00
20 - Adubação de base	Fertilizante NPK	250,0	kg	R$ 1,60	R$ 400,00
3 - MANUTENÇÃO DO PLANTIO					
23 – Controle de matocompetição – entrelinha – química mecanizada	Herbicida Pós-E (Glifosate)	4,0	litros	R$ 18,00	R$ 72,00
25 - Controle de matocompetição – linha – química costal	Herbicida Pós-E (Glifosate)	5,0	litros	R$ 18,00	R$ 90,00
27 - Controle de matocompetição – coroamento químico	Herbicida Pré-E (Isoxaflutole)	0,05	kg	R$ 675,00	R$ 33,75
28 - Controle de formiga-cortadeira	Isca formicida (Sulfuramida)	3,0	kg	R$ 8,00	R$ 24,00
29 - Adubação de cobertura	Fertilizante NPK + micro	200,0	kg	R$ 1,40	R$ 280,00
31 - Replantio manual (10%)	Mudas	166,7	mudas	R$ 1,80	R$ 300,06
4 - MANEJO SILVICULTURAL					
35 - Controle de formiga	Isca formicida (Sulfluramida)	5	kg	R$ 7,00	R$ 35,00

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Biodendro

3.5.2 Custos com Mão de Obra: Salários

Os salários-base para mão de obra empregada no projeto de restauração florestal foram obtidos a partir de dados divulgados pelo Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), vinculado ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Os cargos da equipe necessária para o projeto de restauração

[57] IEA – http://www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html

(composta por auxiliares de campo, tratoristas, encarregados, técnicos e engenheiros florestais) foram inicialmente compatibilizados com a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) utilizada no CAGED (Tabela 6).

Em seguida, dados de médias estaduais de salário-base do período de setembro de 2014 a agosto de 2015 para cada uma das 5 ocupações listadas foram extraídos da base de dados do CAGED. As médias estaduais foram convertidas em médias por bioma (Mata Atlântica e Amazônia) a partir de uma ponderação baseada na área de passivo de Reserva Legal dos estados que compõem cada bioma (vide Tabela 7):

$$\text{peso} = \frac{\text{área de passivo de RL na UF para o bioma X}}{\text{área de passivo de RL no bioma X}}$$

Tabela 6 – Correspondência entre cargos da equipe de restauração e CBO

Código CBO (CAGED)	Descrição CBO (CAGED)	Cargo
6210	Trabalhadores na Exploração Agropecuária em Geral	Auxiliar de campo
6420	Trabalhadores da Mecanização Florestal	Tratorista
6320	Supervisores na Exploração Florestal, Caça e Pesca	Encarregado de campo
3212	Técnicos Florestais	Técnico-supervisor
2221	Engenheiros Agrossilvipecuários	Engenheiro/Coordenador

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CAGED

Tabela 7 – Salário base por função e por bioma (R$)

Cargo	Mata Atlântica	Amazônia
Auxiliar de campo	929,60	926,21
Tratorista	1.352,54	1.280,76
Encarregado de campo	2.136,91	2.580,94
Técnico-supervisor	1.902,78	1.978,87
Engenheiro/Coordenador	5.624,78	4.238,59

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CAGED

Sobre esse salário-base, foram adicionados os encargos sociais e trabalhistas (13º salário, férias, FGTS, dentre outros), totalizando o equivalente às despesas com funcionário próprio (contratado pelo próprio estabelecimento agropecuário). Contudo, nesse exercício, considerou-se que o proprietário rural realizaria a contratação terceirizada do serviço, aumentando as despesas com mão de obra em 38% – sendo 18% correspondentes aos impostos devidos, 10% equivalentes ao lucro e 10% aos custos administrativos da empresa prestadora do serviço. Os custos mensais da mão de obra foram convertidos em HH (homem hora), considerando um trabalho de 8 horas por dia em 22 dias úteis no mês (Tabela 8).

Tabela 8 – Custos com mão de obra por bioma (R$/HH)

Cargo	Mata Atlântica	Amazônia
Auxiliar de campo	16,74	16,70
Tratorista	21,91	21,03
Encarregado de campo	31,81	37,15
Técnico-supervisor	28,97	29,84
Engenheiro/Coordenador	74,78	57,98

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CAGED

É válido ressaltar que os dispêndios com auxiliares de campo, tratoristas e encarregados foram computados como custos operacionais, enquanto as despesas com técnicos e engenheiros florestais foram descritas como "assistência técnica".

3.5.3 Máquinas e Equipamentos

Os custos com o uso de máquinas e equipamentos foram computados com base em estimativas do custo operacional de tratores agrícolas, disponibilizadas pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. Para a regionalização desses custos, foram levantados preços do óleo diesel – variável mais relevante para o custo total incorrido com maquinário – comercializado nos estados do Pará e em São Paulo no mês de novembro de 2015.

Como já mencionado, considerou-se que o produtor rural não optará por adquirir o maquinário. Dessa forma, as despesas com o maquinário foram mensuradas considerando que os equipamentos seriam alugados – resultando em um incremento de 30%[58] em relação à despesa caso o equipamento fosse próprio. Os custos estimados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Custo do combustível e custo operacional de uso de máquinas

	Mata Atlântica	Amazônia
Custo do combustível – óleo diesel (R$/l)	2,65	3,20
Custo operacional: trator + implemento (descontada mão de obra) (R$/HM)	112,28	125,77
Custo operacional: máquinas semimanuais (descontada mão de obra) (R$/HM)	6,30	6,30

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CATI e postos de combustíveis do interior dos estados de São Paulo e Pará

3.5.4 Assistência Técnica

As despesas com assistência técnica foram estimadas com base nas quantidades necessárias de homem hora dos profissionais mais qualificados (técnico supervisor e engenheiro florestal) para cada atividade/modelo.

A estimativa de homem hora desses profissionais foi feita considerando-se que uma equipe de campo para restauração florestal seria formada de 30 auxiliares de campo, 3 tratoristas e 2 supervisores. Cada técnico florestal seria responsável por supervisionar 2 equipes de campo, e cada engenheiro florestal seria responsável por 4 técnicos florestais (ver mais detalhes na seção 3.4.8).

Visto de outra maneira, para cada engenheiro, são necessários 4 técnicos florestais e 8 equipes de campo (compostas por 240 auxiliares, 24 tratoristas e 16 encarregados). Como os custos com auxiliares, tratoristas e encarregados já estão contabilizados como despesas operacionais, foram alocados como "assistência técnica" os custos correspondentes com os técnicos e engenheiros florestais. Tal qual realizado na seção 3.5.2 , os salários-base dos técnicos e engenheiros florestais também foram regionalizados com base nos dados do CAGED e ponderados pela área de Reserva Legal dos estados inseridos em cada bioma[59].

[58] Percentual sugerido pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo.
[59] Área estimada conforme metodologia apresentada no Apêndice 1

3.5.5 Seguro Florestal

Os empreendimentos florestais demandam altos investimentos, concentrados principalmente nas fases iniciais do plantio. Nessa atividade, o retorno é de longo prazo, por isso durante o período de desenvolvimento da floresta há diversos tipos de riscos naturais e/ou antrópicos, tais como incêndios, geadas, chuvas excessivas, chuvas de granizo, secas, vendavais etc., que podem causar perda parcial ou total do investimento. Para mitigar riscos de sinistros com esses fenômenos, a adoção de Seguro Florestal é uma medida recomendada para esses empreendimentos.

É importante a clara definição dos riscos e coberturas contratadas para a estimativa do valor do prêmio. Alguns possíveis fatores de riscos que não são comumente considerados na cobertura desses seguros, mas que podem ser importantes, são infestações por pragas e doenças, invasões de propriedade por terceiros, perdas por atos ilícitos, negligência nas operações silviculturais e na condução e manutenção da floresta.

O valor do seguro é composto pelas seguintes variáveis e condicionantes:

i. Valor do bem em Risco (VR) – é o valor atribuído à floresta para qual está sendo contratado o seguro. No computo desse valor são considerados o custeio da implantação e manutenção e o valor comercial do plantio, em suas diferentes fases ou idade.

ii. Limite Máximo de Indenização (LMI) – pode ser de até 100% do valor do bem em risco (VR). Nele podem ser computados também seguros adicionais ao básico que cubram riscos adicionais.

iii. Alguns contratos consideram Participação Obrigatória do Segurado (PSO) em torno de 10% dos prejuízos quando da ocorrência de um sinistro qualquer coberto pelo seguro.

iv. Dano Máximo Provável (DMP) – corresponde ao maior VR agregado em uma área contígua.

v. As franquias giram em torno de 5% do valor do LMI.

O procedimento para a contratação do seguro segue um roteiro básico que envolve o preenchimento de um questionário de risco e a disponibilização de documentos que comprovem a composição do VR a ser contratado, para que então seja feita uma cotação do valor do seguro, a qual é apresentada para negociação com o adquirente do seguro (segurado) para acordo de valores e condições de contrato. Posteriormente, é realizada a vistoria da área para confirmação das informações presentes no questionário. Enfim, é feita a confecção da proposta e emissão da apólice.

O custo do seguro (ou prêmio) depende do VR e do tipo de cobertura contratada. Os seguros básicos giram em torno de 1,0 a 1,5% do VR, já os completos variam de 1,8 a 2,3% do VR.

Descontos sobre o prêmio do seguro podem ser concedidos pela seguradora nos casos de baixo risco devido à existência de sistema de proteção florestal, tais como aceiros nos plantios, equipe treinada de brigadistas de incêndio, proximidade de pontos de tomada de água. Outro instrumento que também reduz o prêmio do seguro são os programas de subsídio do governo federal.

Em todos os cenários avaliados no presente estudo, as despesas com seguro florestal foram feitas considerando uma ampla cobertura, incluindo incêndios e raios, geada, granizo, seca, chuva excessiva, tromba-d'água, ventos fortes e queda de aeronaves. O prêmio foi calculado considerando-se o

percentual de 2,1% sobre o valor em risco[60], correspondente ao total gasto com despesas operacionais e investimentos. Assim, em caso de sinistro, o produtor será indenizado pelas despesas realizadas até o momento, desconsiderando-se o valor da floresta em pé no momento do sinistro.

Considerou-se ainda a existência da subvenção de 60% ao prêmio do seguro florestal, oferecida pelo governo federal. Ademais, os estados de São Paulo e Paraná também garantem subvenção de 20% ao prêmio desse tipo de seguro. Dessa maneira, para o bioma Amazônia, descontou-se 60% do prêmio estimado, equivalente à subvenção do governo federal; e para a Mata Atlântica, adicionalmente aos 60% de subvenção, foram aplicados os 20% de subvenção estadual em 43% da área de Reserva Legal desse bioma – o correspondente ao passivo de Reserva Legal em Mata Atlântica de São Paulo e Paraná em relação ao total do passivo de Reserva Legal na Mata Atlântica, estimado com base nos dados do Censo Agropecuário de 2006[61].

3.6 Receitas Esperadas nos Modelos de Recuperação Florestal

3.6.1 Estimativa de Crescimento Volumétrico de Florestas Nativas Plantadas

A principal fonte de informação utilizada para inferir sobre o desenvolvimento das espécies arbóreas florestais da Mata Atlântica provém de dados originais de levantamentos realizados em reflorestamentos mistos de espécies nativas, localizados às margens dos reservatórios hidroelétricos do interior do estado de São Paulo[62], pertencentes à Companhia Elétrica de São Paulo (CESP), estando alguns sob concessão das empresas AES Tietê (Rios Tietê e Grande) e Duke Energy (Rio Paranapanema). Os dados foram obtidos em levantamentos de inventários florestais especialmente objetivando a quantificação de estoques de carbono. São mais de 200 unidades amostrais contendo aproximadamente 4,2 mil árvores observadas em plantios com diferentes idades, alguns novos com 2 a 3 anos e outros já antigos, com cerca de 30 anos. Fontes de dados secundários, presentes na literatura técnica-científica do setor, também foram utilizadas para aferir as estimativas dos valores apresentados de incremento volumétrico dos grupos de espécies: Carvalho (2003[63], 2008[64], 2010[65], 2014[66]); Nunes (2014)[67]; Coradin, Siminski, Reis (2011)[68]; Ré (2011)[69]; Hess (2007)[70]; assim como os dados primários utilizados no trabalho de Gusson (2014)[71].

---

[60] Prata, Gabriel Atticciati. *Estimação do risco e do valor da floresta para fins securitários no Brasil*. 2012. Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-15052012-085808/. Acesso em: 19-11-2015.

[61] Ver metodologia de cálculo do passivo de Reserva Legal no Apêndice 1.

[62] Dados provenientes de pesquisas desenvolvidas pela equipe 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), coordenada pelo Prof. Titular Paulo Yoshio Kageyama.

[63] Carvalho, Paulo Ernani Ramalho. *Espécies arbóreas brasileiras*, vol. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

[64] _____. *Espécies arbóreas brasileiras*, vol. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

[65] _____. *Espécies arbóreas brasileiras*, vol. 3. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

[66] _____. *Espécies arbóreas brasileiras*, vol. 4. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2014.

[67] Nunes, Matheus Henrique. *Stem profile modeling in Cerrado and tropical forests formations in Brazil*. 2013. Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

[68] MMA, 2011. *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial*. Ed(s). Coradin, Lidio; Siminski, Alexandre; Reis, Ademir. Brasília-DF, 934p.

[69] Ré, Danilo Scorzoni. *Equações volumétricas e produção de madeira em plantios mistos visando à restauração da floresta estacional semidecidual*. 2011. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 57p.

Para as espécies da Região Amazônica, as informações sobre produtividade são oriundas de dados secundários coletados em diversas fontes bibliográficas, dentre elas: Arco-Verde, Schwengber (2003)[72]; Brienza Júnior et al. (2008)[73]; Carvalho (2003, 2006, 2008, 2010, 2014); Souza et al. (2008)[74], Tonini et al. (2005)[75].

Considerando ser o eucalipto uma espécie de ampla utilização na silvicultura do país e, ainda, a possibilidade de utilização de espécies exóticas para fim de recomposição da Reserva Legal, são apresentadas também estimativas para a espécie, a qual foi classificada no grupo de crescimento rápido potencial. Para outras exóticas que vem sendo empregadas mais recentemente em plantios no Brasil, como teca, mogno-africano, cedro-australiano, acácia-mangium, considerou-se que estas apresentam desenvolvimento parecido com o grupo de espécies de crescimento moderado potencial.

A Tabela 10 apresenta valores de referência das médias do incremento médio anual (IMA), em volume de madeira por indivíduo, para grupos de espécies nativas com diferentes ritmos de crescimento. Observa-se que foram adotados diferentes IMAs para espécies nativas de crescimento rápido nos diferentes biomas. Assim, esse grupo de espécies na Amazônia apresenta um incremento de 0,0150 m³/ano no primeiro ciclo de vida – ano 1 a 8 –, ao passo que na Mata Atlântica apresenta incremento de 0,0135 m³/ano, também no primeiro ciclo de vida[76]. Para os valores não discriminados na tabela, o acréscimo volumétrico foi considerado idêntico para os grupos de espécies de ambos os biomas.

Apesar de se reconhecer o crescimento diferenciado de algumas espécies arbóreas nativas dentro dos grupos e saber da importância do uso dessas espécies para maximizar a produção madeireira, os valores utilizados para as estimativas de produção de madeira consideraram as médias das espécies em geral do grupo, não sendo feitas estimativas específicas para as espécies potenciais – conforme mostrado na Tabela 11. Nesse sentido, é importante reconhecer a possibilidade de aumento da produção em função da utilização de maior número de árvores de espécies de crescimento potencial reconhecido.

Tabela 10 – Incremento Médio Anual (IMA) em volume de madeira total por indivíduo (m³/árvore/ano) para as espécies dos diferentes grupos de ritmos de crescimento nas diversas fases do sistema

Grupo de espécies por ritmo de crescimento	Ciclos de corte (anos)			
	Ciclo 1 7 a 8 anos	Ciclo 2 13 a 15 anos	Ciclo 3 20 a 22 anos	Ciclo 4 33 a 38 anos
Rápido (AMZ)	0,0150	0,0165		
Rápido (MAT)	0,0135	0,0150		
Rápido (Potencial)	0,0230	0,0260	0,0290	

[70] Hess, André Felipe; Schneider, Paulo Renato; Andrade, César Martins. "Crescimento em volume de Araucária angustifolia (Bertol.) Kuntze na Serra do Sudeste do estado do Rio Grande do Sul". *Ciência Florestal*, vol. 17, n. 3, p. 247-256, 2007.

[71] Gusson, Eduardo. *Avaliação de métodos para a quantificação de biomassa e carbono em florestas nativas e restauradas da Mata Atlântica*. 2014. Tese de Doutorado em Recursos Florestais– Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

[72] Arco-Verde, M.; Schwengber, Dalton Roberto. "Avaliação silvicultural de espécies florestais no estado de Roraima". *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, vol. 1, n. 3, p. 59-63, 2003.

[73] Brienza Junior, S. et al. *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), 2010.

[74] Souza, C. de et al. "Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia". *Scientia Forestalis*, vol. 36, n. 77, p. 7-14, 2008.

[75] Tonini, Helio; de Oliveira Junior, Moisés Mourão Cordeiro; Schwengber, Dalton. "Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima". *Ciência Florestal*, vol. 18, n. 2, p. 151-158, 2008.

[76] Vale ressaltar que as espécies que compõem o grupo de crescimento rápido não são iguais nos dois biomas.

Grupo de espécies por ritmo de crescimento	Ciclos de corte (anos)			
	Ciclo 1 7 a 8 anos	Ciclo 2 13 a 15 anos	Ciclo 3 20 a 22 anos	Ciclo 4 33 a 38 anos
Moderado		0,0105	0,0120	0,0135
Moderado (Potencial)		0,0125	0,0145	0,0160
Lento			0,0065	0,0075

Nota[1]: IMA: Incremento Médio Anual; AMZ = Amazônia; MAT = Mata Atlântica. Os valores não discriminados são considerados iguais para MAT e AMZ.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Biodendro

Tabela 11 – Média de volume de madeira total por indivíduo (m³/árvore) para as espécies dos diferentes grupos de ritmos de crescimento nas diversas fases do sistema

Grupo de espécies por ritmo de crescimento	Ciclos de corte (anos)			
	Ciclo 1 7 a 8 anos	Ciclo 2 13 a 15 anos	Ciclo 3 20 a 22 anos	Ciclo 4 33 a 38 anos
Rápido (AMZ)	0,105	0,252		
Rápido (MAT)	0,095	0,210		
Rápido (Potencial)	0,161	0,364	0,609	
Moderado		0,147	0,252	0,473
Moderado (Potencial)		0,175	0,305	0,560
Lento			0,137	0,263

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Biodendro

3.6.2 Preços de Produtos Madeireiros

A Tabela 12 expõe estimativas de valores pagos pelo metro cúbico de madeira no mercado florestal (preços de 2015). Observa-se que o preço estimado para a madeira em pé de uma espécie de crescimento rápido (e cujo diâmetro à altura do peito – DAP – varia de 10 a 15 cm) é de R$ 50,00/m³ ao final do primeiro ciclo e de R$ 120,00/m³ (DAP de 18 a 33 cm) ao final do segundo ciclo.

Tabela 12 – Valores médios da madeira vendida em pé, em reais por m³ na Mata Atlântica e Amazônia (2015)

Grupo de espécies	Ciclos de corte (anos)			
	Ciclo 1 7 a 8 anos	Ciclo 2 13 a 15 anos	Ciclo 3 20 a 22 anos	Ciclo 4 33 a 38 anos
Rápido	DAP 10 a 15 R$ 50,00	DAP 20 a 35 R$ 120,00		
Rápido (Potencial)	DAP 13 a 18 R$ 55,00	DAP 20 a 30 R$ 110,00	DAP 30 a 40 R$ 180,00	DAP 50 a 80 R$ 250,00
Moderado	DAP 7 a 10	DAP 12 a 15 R$ 120,00	DAP 18 a 22 R$ 350,00	DAP 28 a 33 R$ 500,00
Moderado (Potencial)	DAP 10 a 15	DAP 16 a 20 R$ 200,00	DAP 22 a 30 R$ 350,00	DAP 35 a 45 R$ 500,00
Lento			DAP 17 a 22 R$ 600,00	DAP 30 a 40 R$ 900,00

Nota: DAP (Média): diâmetro à altura do peito; supõe-se a existência de mercado consumidor de madeira em pé com distância < 200 km da área recuperada.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Biodendro

Para inferir sobre o preço da madeira, compilaram-se dados presentes em publicações periódicas do setor florestal, dentre eles o Informativo CEPEA Setor Florestal[77], o Informativo Ativos da Silvicultura da CNA/UFV e as pautas de preços mínimos da madeira nos estados do Mato Grosso[78] e Pará[79].

Os valores apresentados são ponderações entre as diversas fontes consultadas, considerando que a madeira em pé de projetos de reflorestamento necessariamente deve ter preços mais altos do que o da madeira de florestas nativas, em cujos custos não se inclui a produção propriamente dita, apenas os serviços referentes ao manejo e à colheita florestal.

3.7 Produtos não Madeireiros e Serviços Ambientais da Recuperação Florestal

A história da demanda internacional por produtos florestais da América Latina é representada por ciclos de expansão e contração. A explosão de demanda tem tipicamente seguido a descoberta de um produto florestal e sua posterior integração ao mercado mundial. Essa situação muitas vezes levou ao desaparecimento do produto ou da planta, através da superexploração ou substituição por uma alternativa mais abundante ou barata[80].

A história dos habitantes da América Latina está intimamente ligada à história da exploração dos produtos florestais. Por séculos, um intenso intercâmbio comercial e cultural conectou as diferentes regiões das Américas. A partir da colonização europeia até o século XIX, os colonizadores erradicaram muitas das redes de troca e costumes comerciais que uniam as pessoas às suas plantas e terra. Por outro lado, à medida que as redes locais e regionais se dissolviam, o comércio global de plantas tropicais como baunilha, quinina e raízes medicinais se ampliava[81].

A história da Amazônia está diretamente vinculada à história do extrativismo. Ela argumenta que a ocupação da Amazônia se deu em várias levas de colonização, associadas à procura dos recursos naturais da floresta. A exploração desses recursos estruturou a ocupação do território amazônico e as relações sociais[82].

Os avanços tecnológicos envolvendo a mecanização, urbanização e transporte verificados na era industrial permitiram a ampliação do comércio de produtos florestais, que atingiu o seu auge em todo o mundo. Esse intenso consumo começou a declinar a partir de meados do século XX, quando os produtos naturais começaram a ser substituídos por produtos químicos e sintéticos. Nesse período, as florestas passaram a ser valorizadas principalmente por seus recursos madeireiros.

---

[77] Para mais detalhes, ver www.cepea.esalq.usp.br

[78] Portaria nº 012/2015 – Secretária da Fazenda do MT – "Institui lista de preços mínimos para os produtos oriundos da indústria florestal e extrativa vegetal". Disponível em: http://app1.sefaz.mt.gov.br/Sistema/Legislacao/legislacaotribut.nsf/7c7b6a9347c50f55032569140065ebbf/a62b17461a8253e984257dd50041af75?OpenDocument

[79] Portaria nº 05, de 27 de janeiro de 2015 – Secretaria de Estado da Fazenda do PA – "Boletim informativo de preços de madeira". Disponível em: http://www.sefa.pa.gov.br/legislacao/interna/portaria/ps2015_00005.pdf

[80] Alexiades, M. N. *Riquezas da floresta: Frutas, plantas medicinais e artesanato na América Latina*. In: López, C.; Shanley, P.; Fantini, A. C.; Cronkleton, M. C. (Eds.). CIFOR, 2008. Disponível em: www.cifor.cgiar.org, Acesso em: 25/10/2015.

[81] López, C.; Shanley, P.; Fantini, A. C.; Cronkleton, M. C. (Eds.). Riquezas da floresta: Frutas, plantas medicinais e artesanato na América Latina. In: CIFOR, 2008. Disponível em: www.cifor.cgiar.org. Acesso em: 25/10/2015.

[82] Aubertin, C. "A ocupação da Amazônia: Das drogas do sertão à biodiversidade". In: *A floresta em jogo:* O *extrativismo na Amazônia Central*. Editora Unesp: Imprensa Oficial do Estado, p. 23-30, 2000.

A exploração comercial dos produtos florestais não madeireiros teve durante muito tempo uma imagem negativa, por ser extrativista e ser associada à pilhagem de recursos, destruição de ecossistemas, povos e culturas e com benefícios concentrados nas mãos de poucos grandes comerciantes[83].

A partir da década de 1980, o reconhecimento das rápidas taxas de desmatamento das florestas tropicais e das dificuldades enfrentadas pelas pessoas que viviam em áreas rurais despertou o interesse sobre os produtos florestais que não implicavam na extração da madeira. Pesquisas começaram a avaliar o papel comercial e de subsistência desses produtos e a compará-los às possíveis rendas que geram o aproveitamento de madeira e outros usos da terra. Essa nova perspectiva reacendeu o interesse pelos chamados produtos florestais não madeireiros (PFNM), que inclui uma grande variedade de recursos florestais utilizados tanto com propósito doméstico como comercial.

De alguns anos para cá, organizações e instituições têm dedicado atenção e apoio a diferentes atividades relacionadas aos PFNMs com o propósito de conservar florestas e melhorar os meios de vida das famílias que vivem nelas ou nas suas proximidades. Algumas dessas iniciativas têm obtido êxito em atingir objetivos sociais, econômicos ou de conservação. Os resultados gerais, entretanto, têm sido mistos, em parte devido à grande diversidade de condições e às diferentes circunstâncias sob as quais os recursos florestais são coletados, processados e comercializados.

Em todas as áreas de florestas tropicais, os PFNM têm papel de destaque nas sociedades florestais ou periflorestais. Contribuem para a vida cotidiana, fornecem complementos alimentares (frutos selvagens e caça), assim como o essencial da farmacopeia e dos materiais que servem para a construção de casas, mobílias e utensílios. Contudo o papel dos PFNM vai muito além da subsistência.

Por meio de atividades extrativistas, os PFNM contribuem para o aumento das rendas familiares daqueles que vivem próximos às florestas. Ao chegarem às populações urbanas, os PFNM ultrapassam o âmbito da economia familiar. Um número restrito desses produtos tem também participação nas exportações. Inserem-se, portanto, ao longo de um gradiente de sistemas econômicos, indo da subsistência ao comércio internacional, passando pelo abastecimento de mercados locais e regionais. Porém as análises mostram que o número de produtos explorados diminui em função da dimensão do mercado em que participam.

Hoje no Brasil os produtos florestais não madeireiros contam com apoio de algumas políticas públicas importantes. Uma das mais importantes é o Plano Nacional para Promoção dos Produtos da Sociobiodiversidade (PNPSB). Esse programa do governo federal busca promover a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e garantir alternativas de geração de renda para as comunidades rurais. Os principais instrumentos do programa são o acesso às políticas de crédito, assistência técnica e extensão rural, a mercados e aos instrumentos de comercialização e à política de garantia de preços mínimos. O PNPSB possui coordenação interministerial (MMA, MDA e MDS) em conjunto com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e conta com diversos outros atores em sua estrutura: os governos estaduais, a Anvisa, o Serviço Florestal Brasileiro (SBF), o ICMBio, o Incra, a Embrapa, o setor empresarial, as agências de fomento e a sociedade civil organizada[84].

---

[83] Lescure, J. P. "Algumas questões a respeito do extrativismo". In: *A floresta em jogo: O extrativismo na Amazônia Central*. Editora Unesp: Imprensa Oficial do Estado, p. 191-204, 2000.

[84] Brasil, 2015. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.mma.gov.br/desenvolvimento-rural/sociobiodiversidade. Acesso em: 25/10/2015.

O PNPSB tem suas ações focadas em determinados territórios e produtos considerados prioritários em seu planejamento. Porém, abarca indiretamente todo o país através da Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM) e do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Atualmente, são amparados pela PGPM os seguintes produtos: castanha-do-pará com casca, açaí (fruto), babaçu (amêndoa), borracha natural, pequi (fruto), piaçava (fibra), umbú (fruto), mangaba (fruto), baru (fruto), cera de carnaúba e pó cerífero. Os preços mínimos são fixados por produto e formalizados por meio de Portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Os preços são publicados no sítio eletrônico da Conab[85].

No âmbito do PNPSB, a promoção e apoio ao extrativismo sustentável ocorrem através dos arranjos produtivos locais (APL), que são agrupamentos de empreendimentos de um mesmo ramo, localizados em um mesmo território, que mantêm algum nível de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com os demais atores locais (governo, pesquisa, ensino, instituições de crédito).

3.7.1 Alternativas de Espécies Florestais Fornecedoras de Produtos não Madeireiros

3.7.1.1 Região Amazônica

Açaí (*Euterpe oleracea*). Palmeira cespitosa nativa da Região Amazônica. Os frutos são muito utilizados para extração da polpa, que é amplamente consumida no norte do país e exportada para outras regiões e para o exterior[86]. A planta começa a produzir com 4 anos de idade e produz entre 5 e 6 kg de frutos por ano. A lata de frutos de açaí (14 kg) no mercado do Pará, em outubro de 2015, era comercializada com preço mínimo de R$ 25,00[87], equivalente a R$ 1,79/kg. Para a safra 2015/16, a Conab (2015) propôs preço mínimo de R$ 1,18/kg de frutos.

Andiroba (*Carapa guianensis*). Árvore de até 30 m, com ocorrência natural em toda a bacia amazônica, América Central e África, prefere as várzeas às margens dos rios, embora também seja encontrada em terra firme. Árvore de uso múltiplo, podendo ser aproveitada para óleo (sementes), produção de casca (medicinal) e madeira. O principal produto são as sementes. As sementes de andiroba fornecem um dos óleos medicinais mais utilizados na Amazônia. A produção de sementes de uma árvore de andiroba varia muito entre anos – ela pode inclusive não produzir nada. Árvores em plantações produzem de 25 a 50 quilos de sementes por ano. Começa a produzir sementes aos 10 anos, e cada 40 kg de sementes rende de 8 a 12 l de óleo[88]. Segundo a Conab (2015), na safra 2015/16 o preço mínimo das sementes (amêndoas) de andiroba é de R$ 1,39/kg. Segundo o Imazon (2015), o litro do óleo é vendido no Pará por R$ 30,00 a R$ 35,00 e no Amapá por R$ 77,00.

Bacuri (*Platonia insignis*). Árvore da Região Amazônica com 15 a 25 m de altura. Seu principal produto não madeireiro são os frutos. Uma árvore produz em média 400 frutos/ano, começando a produzi-los

[85] Conah. Disponível em: http://www.conab.gov.br/

[86] Oliveira, M. do S. P. de et al. *Cultivo do açaizeiro para produção de frutos*. Belém (PA). Circular Técnica 26. Embrapa – CPATU 18p., 2002. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Producaodefrutos+Circ_tec_26_000gbxyhj2c02wx5ok01dx9lcvr6f99j.pdf. Acesso em: 25/10/2015.

[87] Imazon (Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia). *Preços de Produtos da Floresta*. Outubro de 2015 – 4ª Semana (de 25/10 a 31/10). Disponível em: http://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/preco%20de%20produtos%20da%20floresta/Pre%C3%A7osPFNM.pdf. Acesso em: em 04 de novembro de 2015.

[88] Shanley, P.; Medina, G. *Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica*. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 300p. Disponível em: http://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/GrupoTimbo/frutiferas.pdf. Acesso em: 21 de outubro de 2015.

com 8 a 10 anos. Os frutos possuem de 10% a 20% de polpa. O preço de comercialização dos frutos varia entre R$ 0,20 e R$ 0,25 por unidade[89], podendo atingir até R$ 1,00 no início da safra.

Castanheira (*Bertholletia excelsa*). Árvore de grande porte, nativa da Região Amazônica. O principal produto não madeireiro são as castanhas. Em plantios começa a produzir frutos com idade entre 5 e 12 anos. Uma árvore produz em média 29 ouriços com 16 castanhas, que pesam 7 g cada. Segundo o Imazon (2015), em outubro de 2015, o preço de comercialização era de R$ 2,00 a R$ 4,00 a unidade de ouriço (fruto), de R$ 5,00 a R$ 10,00 o litro da amêndoa com casca e de R$ 25,00 a R$ 45,00 o kg da amêndoa sem casca.

Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). Árvore nativa da Região Amazônica, ocorre na mata alta de terra firme. O uso do cupuaçu é tradicional na Amazônia. O principal produto não madeireiro é a polpa dos frutos. As sementes também podem ser consumidas como "cupulate" (chocolate feito de sementes de cupuaçu) ou trituradas junto com a polpa. É comumente cultivada em pomares domésticos na região norte do país. A polpa congelada é encontrada em supermercados de todas as regiões do Brasil. Começa a produzir a partir de 2 anos e produz de 20 a 30 frutos por planta a partir do 5º ano. O valor de comercialização em outubro de 2015, segundo o Imazon (2015), variava entre R$ 10,00 e R$ 15,00 em Belém (PA) e entre R$ 2,00 e R$ 4,00 em Santana (AP).

Seringueira (*Hevea brasiliensis*). Árvore nativa da Região Amazônica. O principal produto não madeireiro é o látex. Com 10 anos de idade, a planta pode iniciar a produção comercial. Em média cada árvore produz 1,5 kg de látex por ano. Segundo a Conab (2015)[90], o preço médio pago ao produtor é de R$ 2,04/kg de cernambi (látex natural coagulado espontaneamente).

3.7.1.2 Região da Mata Atlântica

Cacau (*Theobroma cacao*). Ocorrência natural nas matas de terra firme da Região Amazônica, mas amplamente cultivada nas regiões tropicais do Brasil e do mundo. As sementes do cacaueiro, após sofrerem fermentação, transformam-se em amêndoas, das quais são produzidos o cacau em pó e a manteiga de cacau (Ceplac, s/d). As plantas começam a produzir com dois anos de idade. Cada planta produz entre 0,3 kg e 2,5 kg de amêndoas secas por ano, dependendo da variedade ou clone. O preço da amêndoa seca de cacau no Pará é de R$ 8,00/kg e na Bahia R$ 9,33/kg (R$ 140,00/arroba – Mercado do Cacau, 2015)[91].

Erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Nativa da Mata Atlântica, com ocorrência natural na região sul do Brasil e nos estados de Mato Grosso, Minas Gerais e Bahia. As folhas desidratadas e moídas constituem a erva-mate mundialmente conhecida. Representa importante fonte de receita econômica dos três estados sulinos, tanto pela sua exploração extrativista como pela cultura agrícola. Em plantações produz em

---

[89] Menezes, A. J. E. A. de et al. *A comercialização do fruto de bacuri pela agricultura familiar no nordeste paraense e Ilha de Marajó, no Pará*. Petrolina, 19 a 21 de outubro de 2011. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – VI SOBER Nordeste. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/906185/1/TrabalhoBacuriSoberNordeste20112.pdf. Acesso em: 04 de novembro de 2015.

[90] Conab (Companhia Nacional de Abastecimento). *Proposta de Preços Mínimos*. Safra 2015/2016 – Produtos da Sociobiodiversidade. Volume II. Brasília (DF). Março de 2015. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_19_09_15_16_proposta_preco_minimo_-_sociobiodiversidade.pdf. Acesso em: 03 de novembro de 2015.

[91] Mercado do Cacau – Cotação do cacau em 04/11/2015. Disponível em: http://www.mercadodocacau.com/. Acesso em: 05 de novembro de 2015.

média de 2 a 3 kg de folha verde por planta a partir do 5º ano[92]. O preço pago ao produtor por arroba (15 kg) no Paraná em novembro de 2015 era de R$ 15,00[93].

Goiaba-serrana (*Acca sellowiana*). Árvore nativa da região sul do Brasil cujo principal produto não madeireiro são os frutos. Produz de 25 a 50 frutos por planta/ano – 1 fruto pesa em média 70 g. Preço médio dos frutos: R$ 2,88/kg[94].

Jussara (*Euterpe edulis*)[95]. Ocorre na Mata Atlântica desde o sul da Bahia e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. Os principais produtos são o palmito e, mais recentemente, os frutos, que resultam em uma polpa semelhante ao açaí da Amazônia. A produção atual se dá em plantios e manejos legalizados, mas o extrativismo clandestino ainda existe. Começa a produzir frutos com aproximadamente 8 anos, dependendo das condições ambientais. Produz em média 5 kg de frutos por ano. Segundo a Conab (2015), o preço médio pago ao produtor é de R$ 2,06/kg.

Pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius*). Árvore da Mata Atlântica, com ocorrência natural de Pernambuco ao Rio Grande do Sul; ocorre também nos estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. É uma planta de rápido crescimento e que produz anualmente entre 6 e 8 kg de frutos. O valor pago por quilograma da pimenta-rosa beneficiado e embalado a vácuo (produto final) está em torno de R$ 8,00 no mercado interno[96].

[92] Picheth, J. A. T. de F. *Eficácia na produção de biomassa da erva-mate estabelecida com mudas produzidas de estacas e de sementes*. Curitiba (PR). Tese UFPR. 2001. 95p.

[93] Paraná – Cotação de compra pelo mercado atacadista no dia 04/11/2015. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento – Seab. 2015. Disponível em: http://celepar7.pr.gov.br/sima/cotdiat.asp. Acesso em: 04 de novembro de 2015.

[94] Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). *Fruticultura catarinense em números 2012/13*. Florianópolis (SC). 2013. 61p. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Producao_fruticultura_Santa%20Catarina_2013.pdf. Acesso em: 22 de outubro de 2015.

[96] SMA-SP 2015. *Os produtos florestais não madeireiros na composição de florestas nativas com fins econômicos e ecológicos, com ênfase na Reserva Legal*. Apêndice I. Disponível em: http://appvps5.cloudapp.net/sigam3/Repositorio/476/Documentos/estudos/Produto_tecnico_v1_n1_apendice_I_PFNM.pdf. Acesso em: 13 de outubro de 2015.

METODOLOGIA DE ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

4 Análise Econômico-Financeira

Esta seção apresenta um resumo das principais metodologias econômicas tradicionalmente utilizadas na avaliação econômico-financeira de novos projetos, permitindo assim avaliar detalhadamente as condições econômicas do negócio recuperação florestal à luz das ponderações técnicas necessárias para o serviço.

A metodologia proposta para analisar a viabilidade da recuperação de 12 milhões de hectares até 2030 é o procedimento de avaliação econômico-financeira (ou *valuation*), baseado na estimação/cálculo do valor pelo qual o empreendimento poderia ser avaliado para investidores. Entre os principais métodos de avaliação, destacam-se:

i. Dividendos descontados;
ii. Avaliação baseada em múltiplos; e
iii. Fluxo de Caixa Descontado (FCD).

Os dois primeiros métodos são mais utilizados na avaliação de sociedades anônimas e empresas referenciais consolidadas, respectivamente. O FCD, em contrapartida, envolve a produção de previsões detalhadas dos fluxos de caixa do investimento ao longo do tempo. Uma vantagem desta técnica é que a análise de sensibilidade aos resultados é muito mais rigorosa do que o uso das alternativas:

> *"Na avaliação econômica de investimentos, o método de Fluxo de Caixa Descontado (FCD) é o que representa o maior rigor técnico e conceitual para expressar o valor econômico. Esse método de cálculo de valor [...] está voltado para a apuração da riqueza absoluta do investimento – valor presente do fluxo de benefícios econômicos líquidos de caixa esperados no futuro –, estando consistente com o objetivo enunciado de finanças corporativas de maximização de valor da empresa."* (Assaf Neto, 2003)[97].

O método de FCD incorpora três princípios fundamentais que estabelecem um critério ótimo de decisão para o negócio, a saber: a) a avaliação do negócio baseia-se nos fluxos de caixa operacionais; b) o risco é incorporado ao modelo, respeitando-se assim o binômio risco-retorno; c) identifica-se o valor presente do negócio com base numa taxa de desconto que remunera o capital fornecido pelos proprietários e por credores para o empreendimento funcionar. De acordo com importantes pesquisadores em finanças[98], o método FCD é o mais utilizado para avaliação de investimentos.

---

[97] Assaf Neto, Alexandre. *Finanças corporativas e valor*. São Paulo: Atlas, 2003.

[98] Damodaran, Aswath. *Measuring Company Exposure to Country Risk: Theory and Practice*. Stern Business School: Working Paper, 2003.
Brealey, Richard A.; Myers, Stewart C.; Allen, Franklin. *Principles of Corporate Finance*, 9th. ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2008.

4.1 Variáveis Comuns a Todos os Modelos

4.1.1 Taxa de Desconto ou Custo de Capital

Uma vez definida a utilização do método de Fluxo de Caixa Descontado, cumpre estabelecer o modelo que definirá a taxa de desconto do negócio, também chamada de taxa mínima de atratividade. Sobre essa taxa:

> *"É claro que o projeto de investimento só será interessante, do ponto de vista econômico, se a taxa de rendimento que ele produzir for superior à taxa de custo do capital. (...) Em outra situação, ao avaliarmos um projeto, temos de levar em conta a taxa de juros do mercado financeiro. Obviamente, essa taxa de juros funciona como custo de oportunidade. Se a taxa de rendimento do projeto for superior à taxa de juros do mercado financeiro, haverá interesse econômico em levar o projeto. Tais situações práticas identificam a taxa de custo do capital (ou a taxa de juros do mercado financeiro) como a taxa de rentabilidade mínima aceitável para um projeto de investimento. (...) A taxa de custo do capital e a taxa de juros do mercado financeiro constituem-se, cada uma a seu tempo, em referenciais para determinar a taxa mínima de atratividade (TMA) de um projeto e caracterizam um parâmetro para sua aceitação ou rejeição."* (Securato, 2009)[99].

Após discussão entre membros da coordenação da Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura, considerou-se a taxa de desconto de 10% a.a. como a mais apropriada.

Foi realizada também uma análise de sensibilidade variando a taxa de desconto de 4% a 10% e uma estimativa para o Custo Médio Ponderado de Capital (*weighted average capital cost – WACC*) de 7,87% a.a., conforme descrito no Apêndice 3.

4.1.2 Cronograma de Implantação

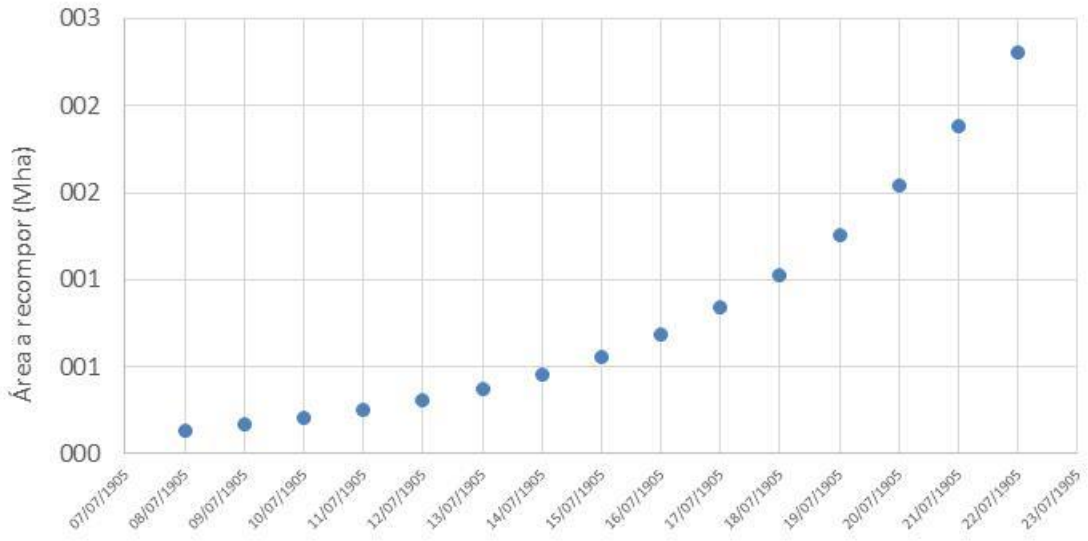
A distribuição das áreas a serem recompostas ao longo do tempo seguiram uma trajetória temporal de acordo com a meta de recuperação da vegetação nativa baseada no PLANAVEG.

No PLANAVEG, a meta é de recuperação de 12,5 milhões de hectares em 20 anos, com início estimado no ano de 2015 e término no ano de 2034, apresentando, portanto, valores totais de área e prazos ligeiramente diferentes dos de nosso estudo (explicitados abaixo). Ainda no PLANAVEG, projetou-se que a recuperação da vegetação nativa no Brasil sofreria aceleração à medida que as condições estruturantes para a recuperação em larga escala fossem efetivadas. Assim, a taxa de recuperação da vegetação nativa brasileira foi representada por uma curva exponencial, com ponto de partida ao redor de 50 mil hectares – área a ser recuperada no primeiro ano –, e taxa de crescimento anual em torno de 22,4%. Dessa forma, 12,5 milhões de hectares estariam plenamente recuperados (ou em processo de recuperação) em 2034.

O cronograma de recomposição utilizado neste estudo foi baseado na taxa de crescimento de plantio de 22,4% a.a prevista no PLANAVEG. Com isso, a área recomposta por ano é crescente, da seguinte forma: inicia-se a restauração do ano 1 (2015) com aproximadamente 136 mil ha (0,136 Mha), chegando ao ano de 2030 com a recomposição de aproximadamente 2,3 Mha (Figura 2).

[99] Securato, J. R. (2009). *Mercado Financeiro e Análise de Investimento*. Saint Paul Institute of Finance.

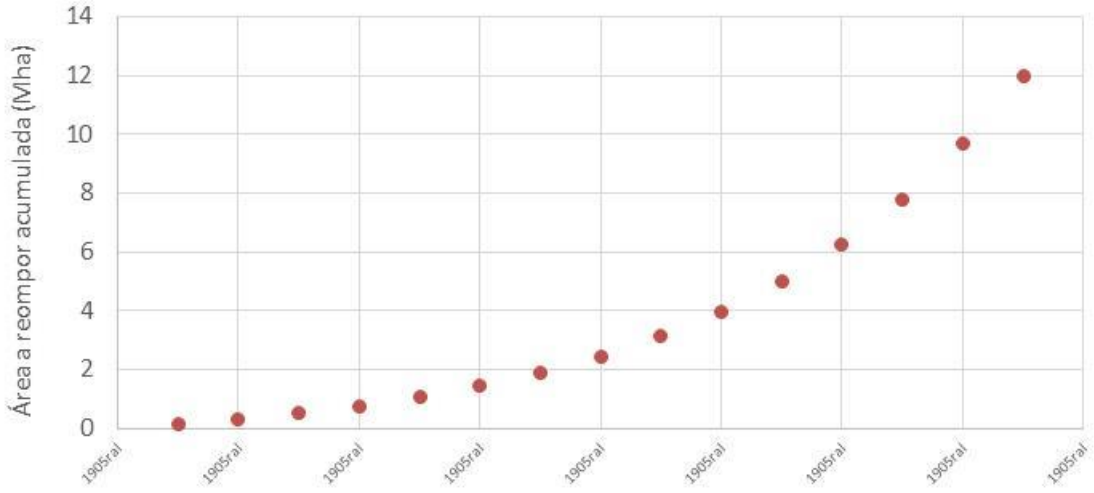
Figura 2 – Cronograma de recomposição baseada no crescimento previsto pelo PLANAVEG – Taxa de crescimento anual de 22,4% (área a recompor por ano em Mha)



Fonte: Elaboração própria com base em dados do PLANAVEG

O cronograma de recomposição anual ilustrado na Figura 3 é um cronograma cumulativo de recomposição, no qual se pode notar explicitamente o alcance da meta de 12 Mha recompostos (ou em processo de recomposição) em 2030. É importante salientar que o horizonte de tempo aqui considerado para a recomposição foi de 15 anos, e não de 20 anos como no caso do PLANAVEG.

Figura 3 – Cronograma de recomposição baseado no crescimento previsto pelo PLANAVEG – Taxa de crescimento anual de 22,4% (área a recompor acumulada em Mha)



Fonte: Elaboração própria com base em dados do PLANAVEG

4.1.3 Horizontes de Projeção

A viabilidade econômica do projeto foi construída sob 2 horizontes de tempo: 35 e 50 anos, com início no ano 2016 (ano 1) e término no ano 2065 (ano 50). Em 2030 (ano 15), ocorre o plantio dos últimos hectares de recomposição, de tal forma que o total recomposto/em recomposição no período 2016-2030 totalize 12 Mha. No ano 2050 (ano 35) ocorre o corte das árvores de crescimento moderado plantadas em 2030 (aproximadamente 20 anos de idade[100]), e no ano 2065 (ano 50) ocorre o corte das árvores de crescimento lento plantadas em 2030 (aos 35 anos de idade). Durante esse período de 50 anos, ocorre replantio e corte parcial das árvores, já que nem todos os indivíduos alcançam a idade de corte no horizonte de projeção.

4.1.4 Regime de Impostos

Com base no documento divulgado pelo Serviço Florestal Brasileiro (2013) [101], foi considerado que sobre a atividade de restauração incide a alíquota de 3,65% referente ao PIS/Cofins, sobre as pessoas jurídicas tributadas pelo imposto de renda com base no lucro presumido ou arbitrado ou ainda sobre pessoas jurídicas optantes pelo Simples Nacional. Ademais, as alíquotas incidentes sobre o Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e sobre a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) foram computadas de acordo com o regime tributário de lucro presumido. A atividade de restauração foi considerada isenta do Imposto Sobre Serviço de qualquer natureza (ISS).

4.2 Critérios de Avaliação: TIR e VPL

Uma vez definida a taxa de desconto (referencial para a avaliação), é possível utilizar dois indicadores/critérios para analisar financeiramente os empreendimentos: a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL). Uma breve explanação da importância e da forma de cálculo de cada um deles será apresentada a seguir.

4.2.1 Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno é um indicador de avaliação e seleção de investimentos cuja maior qualidade é possibilitar a fácil comparação de opções de negócios com características diferentes. Do ponto de vista matemático, a TIR é a raiz da equação formada pelo valor presente do fluxo de caixa do projeto igualada à zero. Ou seja:

$$\sum_{a}^{m} \frac{I_t}{(1+TIR)^t} - \sum_{b}^{n} \frac{R_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

Em que:

I_t é o valor do investimento num determinado ano de ordem t;

[100] A idade do corte das árvores de crescimento moderado ocorre aos 21 anos de idade nos nossos modelos econômicos.

[101] *Fortalecimento do Setor Florestal no Brasil: Mapeamento da carga tributária incidente sobre os produtos florestais madeireiros e proposição de medidas de desoneração* – Setor Florestal Brasileiro (2013).

R_t é o valor de uma determinada parcela de retorno do empreendimento num determinado ano de ordem t;
TIR é a taxa interna de retorno associada ao investimento no empreendimento;
a é o momento da primeira parcela de investimento a realizar;
m é o momento da última parcela de investimento a realizar;
b é o momento do recebimento da primeira parcela de retorno; e
n é o momento do recebimento da última parcela de retorno.

A utilização da TIR estabelece um critério de aceitação do investimento relativamente simples. Ela indica a taxa de juros com a qual o valor presente das entradas iguala, em valores absolutos, ao valor presente das saídas do seu fluxo de caixa. Ela caracteriza, portanto, a taxa de remuneração do capital investido.

O método da TIR estabelece um critério objetivo para a verificação da viabilidade de um projeto.

4.2.2 Valor Presente Líquido

O Valor Presente Líquido de um projeto, VPL, é a soma do valor presente de cada um dos fluxos de caixa – positivos ou negativos – que ocorrem ao longo de todo o projeto. A fórmula geral do VPL é a seguinte:

$$VPL = \sum_{t=1}^{t=N} \frac{FC_t}{(1+r)^t} - Investimento\ Inicial$$

Em que:

FC_t é fluxo de caixa no período t;
r é a taxa de desconto; e
N a duração do projeto.

Evidentemente, a escolha da taxa de desconto possui grande impacto no Valor Presente Líquido do projeto. A título de ilustração, ao se utilizar de taxa de desconto elevada, os fluxos de caixa futuros no final do projeto terão menor impacto do que os iniciais, em que os investimentos são usualmente mais dilatados, de sorte que o VPL tende a ser menor.

Do ponto de vista técnico, recomenda-se a utilização do custo médio de capital como taxa de desconto, uma vez que, após o cálculo do VPL, a regra de decisão é extremamente simples, pois um Valor Presente Líquido positivo implica um retorno maior do que o custo do capital, traduzindo-se, portanto, na obtenção de lucro, condição suficiente para a viabilidade de um projeto.

5 Componentes dos Fluxos de Caixa

Todos os fluxos de caixa projetados neste estudo foram elaborados de forma a contemplar os 8 modelos econômicos de plantio nos dois biomas (definidos de acordo com critérios técnicos descritos na seção 2). Cada um dos modelos implantado em cada bioma varia de acordo com os diferentes cenários avaliados, sendo que cada cenário apresenta seu fluxo de caixa correspondente. Uma descrição mais detalhada sobre os cenários é apresentada na seção 6.

Inicialmente foram elaborados 6 fluxos de caixa (um para cada um dos 6 cenários-base). A análise desses 6 cenários levou à elaboração de outros 8 cenários (denominados cenários de otimização de resultados).

5.1 Receitas

As receitas foram estimadas por modelo e por bioma com base na receita oriunda da venda da madeira em pé, considerando ainda a receita oriunda do replantio.

5.2 Despesas

As despesas foram estimadas por modelo e por bioma, e os custos operacionais incluem mão de obra (relativo à remuneração dos auxiliares de campo, tratoristas e encarregados), materiais (insumos tais como mudas, fertilizantes e pesticidas), máquinas e equipamentos e assistência técnica (relativo à remuneração dos técnicos e engenheiros florestais). Em todos os casos, são previstos os custos com restauração inicial de uma determinada área, bem como os custos de replantio nessa mesma área.

Por sua vez, os custos não operacionais são relativos a seguros, e as despesas com o cercamento foram alocadas em investimentos.

5.3 Impostos

Os tributos diretos (PIS/Cofins) foram calculados sobre a receita bruta. O IRPJ e o CSLL foram calculados sobre o lucro líquido.

6 Indicadores Sociais

6.1 Número de Empregos

Para a projeção do número de empregos gerados pela restauração dos 12 milhões de hectares ao longo dos anos analisados, utilizou-se como *proxy* o montante estimado de mão de obra empregada no serviço de recuperação. Assim, com base na projeção da área a ser recuperada em cada cenário – construído a partir de diferentes modelos econômicos –, estimou-se a quantidade máxima de empregados demandados no projeto de restauração. Nesse caso, a quantidade máxima é um indicativo mais apurado a respeito da quantidade necessária de empregados, uma vez que a soma de empregados requerida ao longo dos anos implicaria, por consequência, na dupla contagem de trabalhadores.

6.2 Arrecadação de Impostos

No intuito de verificar o impacto do projeto de restauração florestal na arrecadação do governo, foram analisados os efeitos sobre os principais impostos federais pagos pelos produtores rurais – PIS/Cofins, CSSL e IR.

7 Cenários Analisados

Foram elaborados 6 cenários-base a partir da combinação dos 5 métodos de recuperação florestal apresentados no PLANAVEG e de 2 estimativas de passivo de Reserva Legal nos biomas Mata Atlântica e Amazônia (Soares-Filho, 2013, e elaboração própria). A Tabela 13 apresenta os 3 cenários avaliados no PLANAVEG (A, B e C) e a proporção de cada modelo (M1 a M5) a ser utilizado em cada caso. A última coluna apresenta a correspondência entre o modelo do PLANAVEG e os 8 modelos econômicos de plantio considerados neste estudo.

Tabela 13 – Distribuição de modelos de restauração, por cenário do PLANAVEG e correspondência com os 8 modelos considerados neste estudo

Modelo PLANAVEG		A	B	C	nº modelo
M5	Regeneração natural (área abandonada)	20%	25%	30%	1
M4	Regeneração natural (com cercamento)	20%	25%	30%	1
M3	Baixo enriquecimento e baixa densidade	15%	15%	15%	2
M2	Alto enriquecimento e alta densidade	15%	15%	15%	3
M1	Plantio total	30%	20%	10%	4 a 8

Fonte: Elaboração própria baseada no PLANAVEG

No PLANAVEG, o cenário A corresponde a uma recuperação em que 40% da área serão recompostos com o modelo de regeneração natural (20% com pasto abandonado em conjunto com 20% de regeneração natural com cercamento), 15% da área utilizarão o modelo de baixo enriquecimento e densidade, enquanto nos outros 15% será feito uso do modelo de alto enriquecimento e densidade e, na área restante (30%), projeta-se o uso do modelo de plantio total. Nos cenários B e C, há aumento do percentual da área destinada aos modelos de regeneração natural (50% em B e 60% em C), concomitantemente a uma redução da área a ser recuperada com plantio total (20% em B e 10% em C). A participação da área recuperada nos modelos de baixo e alto enriquecimento e densidade é igual em todos os cenários propostos no PLANAVEG.

A Tabela 14, por sua vez, apresenta duas estimativas para o passivo de Reserva Legal nos diferentes biomas do Brasil. A primeira, indicada simplesmente como “Estimativa Censo Agro 2006”, foi elaborada pela equipe deste projeto com base nos dados do Censo Agropecuário do IBGE (2006). A metodologia dessa estimativa está apresentada no Apêndice 1.

Tabela 14 – Comparação entre a estimativa de passivo de Reserva Legal obtida com base nos dados do IBGE (Censo Agropecuário 2006) e a estimativa feita por Soares-Filho et al. (2013)

Bioma	Estimativa Censo Agro 2006		Estimativa Soares-Filho (2013)[102]	
	Passivo de RL (ha)	Passivo de RL %	Passivo de RL (ha)*	Passivo de RL %
Mata Atlântica	2.900.000	11,7%	4.500.000	27,8%
Amazônia	15.200.000	61,5%	7.000.000	43,2%
Cerrado	4.400.000	17,8%	3.300.000	20,4%
Outros (Caatinga, Pampa, Pantanal)	2.200.000	8,9%	1.400.000	8,6%
Total	**24.700.000**	**100,0%**	**16.200.000**	**100,0%**

(*) Considerando APP, o passivo ambiental estimado é de 21 Mha

[102] Soares-Filho, B. S. *Impacto da revisão do Código Florestal: como viabilizar o grande desafio adiante*. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos, 2013.

Assim, no presente trabalho, foram utilizadas combinações entre os cenários A, B e C, descritas no PLANAVEG, e as estimativas do passivo de Reserva Legal com base nos dados do a) Censo Agropecuário de 2006 e de b) Soares-Filho (2013). Nestes últimos, primeiramente foram fixados os valores (em hectares) das estimativas do passivo de Reserva Legal em Mata Atlântica, e a área faltante para atingir os 12 Mha foi alocada para recomposição na Amazônia, conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 – Áreas a serem recompostas por bioma

Bioma	(i) Cenário coerente com Estimativa Censo Agro 2006		(ii) Cenário coerente com Estimativa Soares-Filho (2013)	
	Passivo de RL (ha)	Passivo de RL %	Passivo de RL (ha)	Passivo de RL %
Mata Atlântica	2.900.000	24,2%	4.500.000	37,5%
Amazônia	9.100.000	75,8%	7.500.000	62,5%
	12.000.000	**100,0%**	**12.000.000**	**100,0%**

Fonte: Elaboração própria com base no Censo Agropecuário (2006) e em Soares-Filho (2013)

Tem-se, portanto, os seguintes 6 cenários:

1. Estimativa do passivo de RL do Censo Agro + PLANAVEG A;
2. Estimativa do passivo de RL do Censo Agro + PLANAVEG B;
3. Estimativa do passivo de RL do Censo Agro + PLANAVEG C;
4. Estimativa do passivo de RL de Soares-Filho + PLANAVEG A;
5. Estimativa do passivo de RL de Soares-Filho + PLANAVEG B;
6. Estimativa do passivo de RL de Soares-Filho + PLANAVEG C.

Para cada ano em que há recomposição de uma nova área, a distribuição percentual desta área nos diferentes modelos e biomas se faz conforme a Tabela 16. Tal distribuição é mantida fixa ao longo de todo o período em que há recomposição de uma nova área, ou seja, do ano 2016 a 2030, como mostrado na tabela a seguir.

Tabela 16 – Distribuição percentual de área a ser restaurada por cenário-base avaliado

Bioma	Modelo	Cenários					
		1	2	3	4	5	6
Mata Atlântica	1	9,67%	12,08%	14,50%	15,00%	18,75%	22,50%
	2	3,63%	3,63%	3,63%	5,63%	5,63%	5,63%
	3	3,63%	3,63%	3,63%	5,63%	5,63%	5,63%
	4	1,45%	0,97%	0,48%	2,25%	1,50%	0,75%
	5	1,45%	0,97%	0,48%	2,25%	1,50%	0,75%
	6	1,45%	0,97%	0,48%	2,25%	1,50%	0,75%
	7	1,45%	0,97%	0,48%	2,25%	1,50%	0,75%
	8	1,45%	0,97%	0,48%	2,25%	1,50%	0,75%
Amazônia	1	30,33%	37,92%	45,50%	25,00%	31,25%	37,50%
	2	11,38%	11,38%	11,38%	9,38%	9,38%	9,38%
	3	11,38%	11,38%	11,38%	9,38%	9,38%	9,38%
	4	4,55%	3,03%	1,52%	3,75%	2,50%	1,25%
	5	4,55%	3,03%	1,52%	3,75%	2,50%	1,25%
	6	4,55%	3,03%	1,52%	3,75%	2,50%	1,25%
	7	4,55%	3,03%	1,52%	3,75%	2,50%	1,25%
	8	4,55%	3,03%	1,52%	3,75%	2,50%	1,25%
		100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaboração própria

RESULTADOS

8 Resumo dos Resultados

Nesta seção, serão apresentados os principais resultados referentes aos 6 cenários-base, correspondentes a:

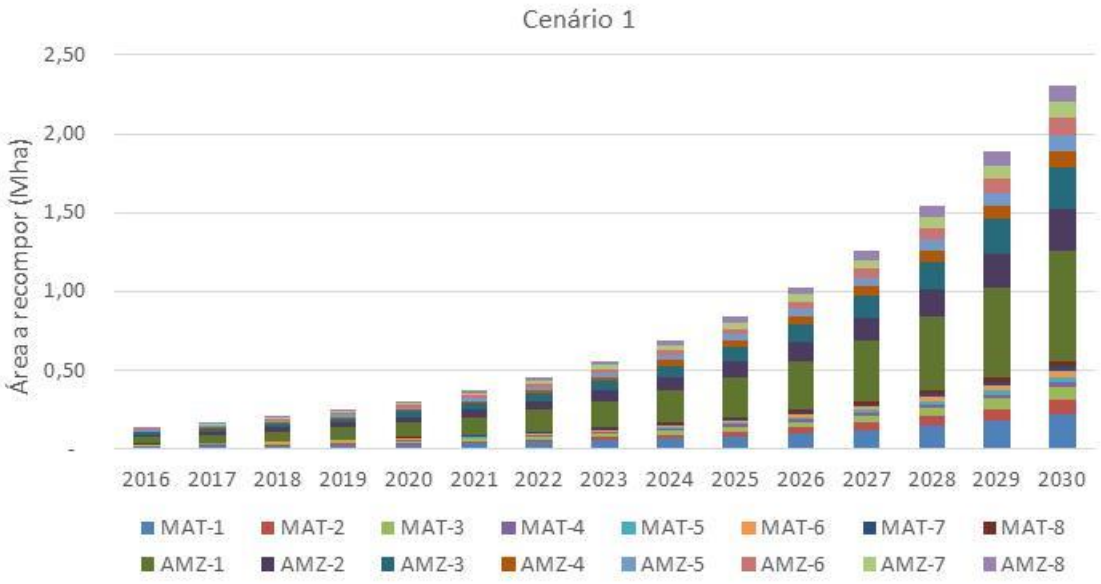
1. Estimativa do passivo de RL do Censo Agro + PLANAVEG A;
2. Estimativa do passivo de RL do Censo Agro + PLANAVEG B;
3. Estimativa do passivo de RL do Censo Agro + PLANAVEG C;
4. Estimativa do passivo de RL de Soares-Filho + PLANAVEG A;
5. Estimativa do passivo de RL de Soares-Filho + PLANAVEG B;
6. Estimativa do passivo de RL de Soares-Filho + PLANAVEG C.

8.1 Cronograma de Recomposição

As Figuras 4 a 9 ilustram o cronograma de recomposição por ano, bioma e modelo dos 6 cenários avaliados. Em todos os cenários, o percentual da área de cada modelo a ser recomposta por ano é igual, com taxa de crescimento de aproximadamente 22,4% a.a. Os modelos considerados foram:

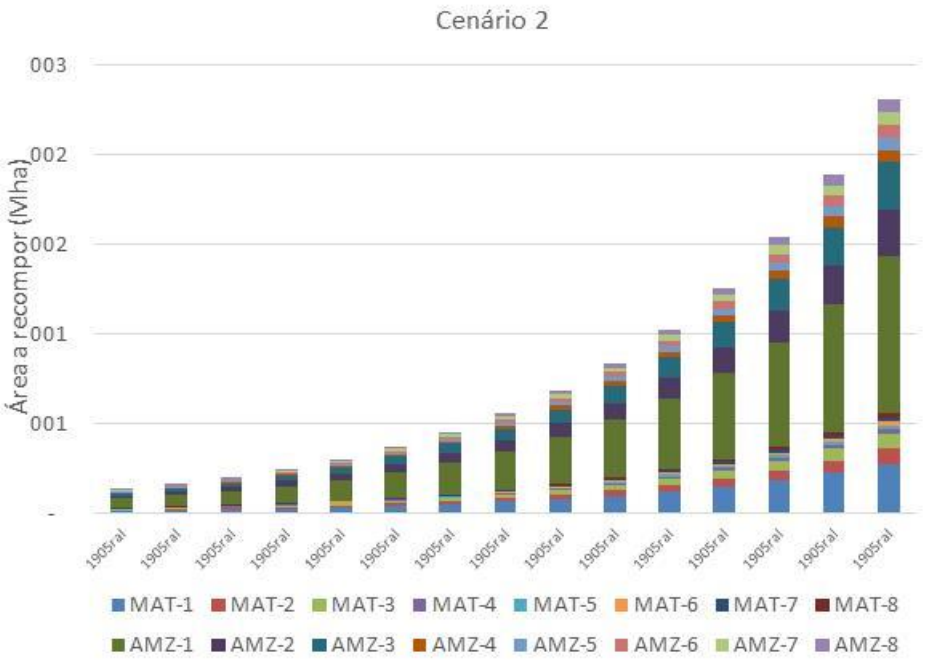
1. Restauração passiva: Mata Atlântica (MAT-1) e Amazônia (AMZ-1);
2. Condução + enriquecimento: Mata Atlântica (MAT-2) e Amazônia (AMZ-2);
3. Adensamento + enriquecimento: Mata Atlântica (MAT-3) e Amazônia (AMZ-3);
4. Área total – Plantio de sementes: Mata Atlântica (MAT-4) e Amazônia (AMZ-4);
5. Área total – Plantio de mudas nativas: Mata Atlântica (MAT-5) e Amazônia (AMZ-5);
6. Área total – Plantio de mudas – 25% eucalipto: Mata Atlântica (MAT-6) e Amazônia (AMZ-6);
7. Área total – Plantio de mudas – 50% eucalipto: Mata Atlântica (MAT-7) e Amazônia (AMZ-7);
8. Área total – Sistema agroflorestal: Mata Atlântica (MAT-8) e Amazônia (AMZ-8).

Figura 4 – Cronograma de recomposição do cenário 1 por ano, bioma e modelo



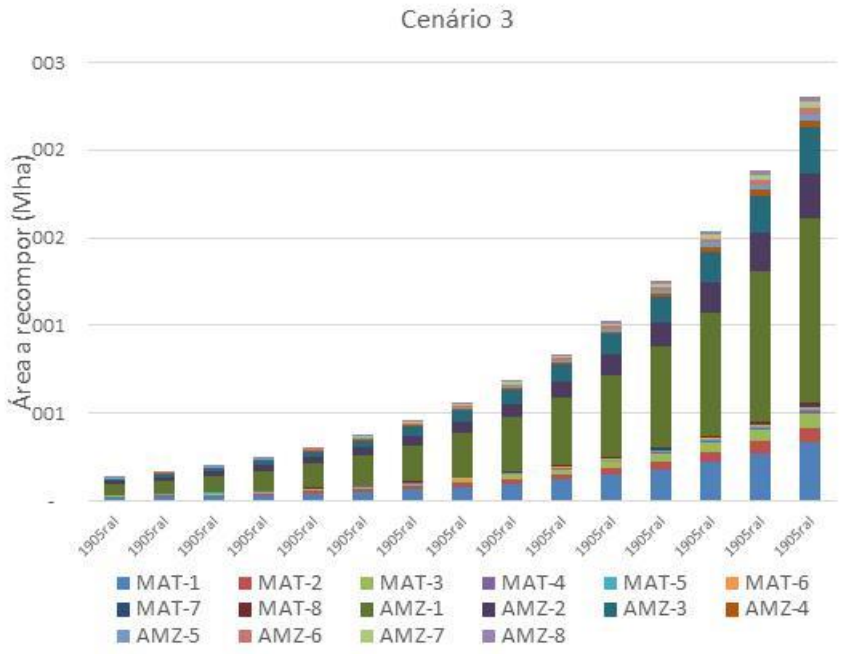
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Figura 5 – Cronograma de recomposição do cenário 2 por ano, bioma e modelo



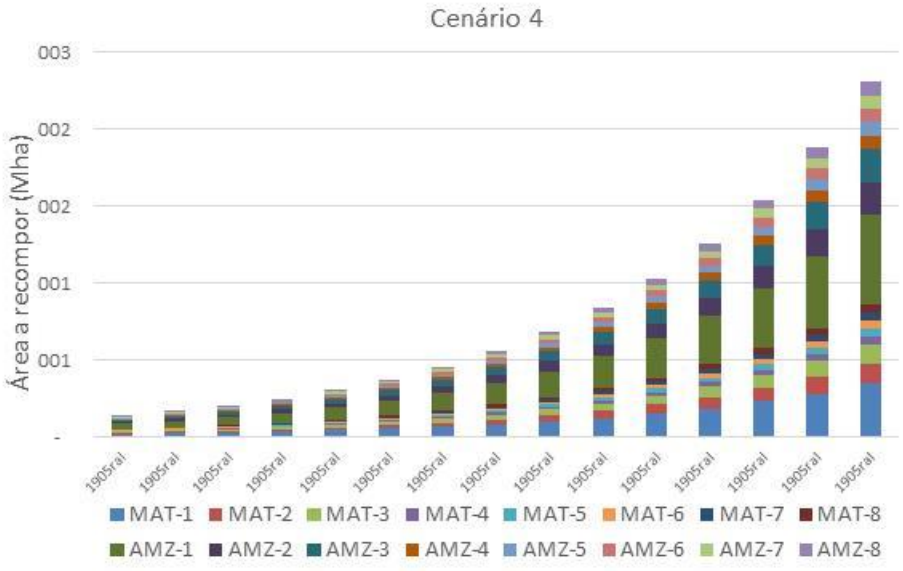
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Figura 6 – Cronograma de recomposição do cenário 3 por ano, bioma e modelo



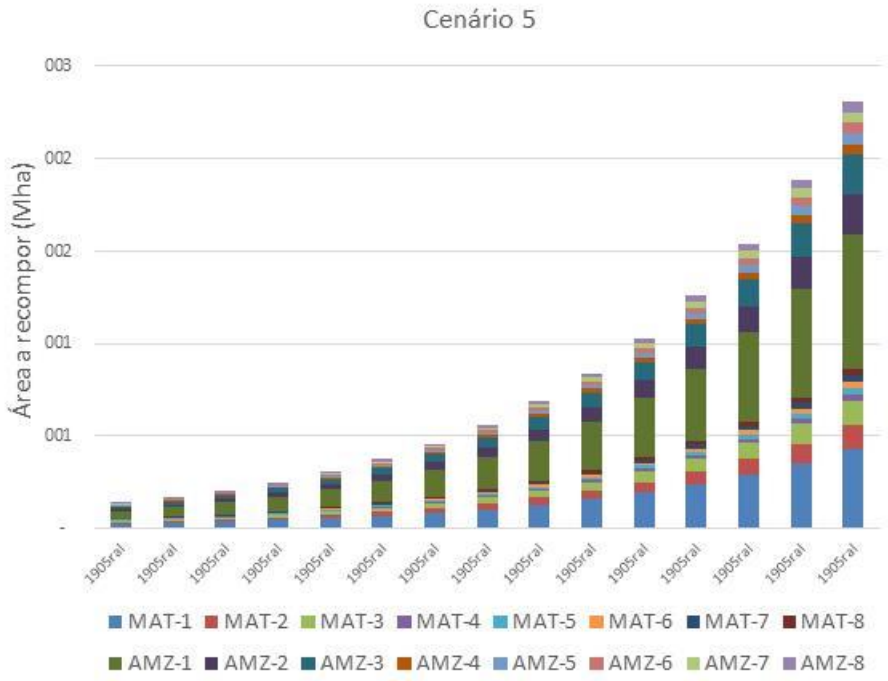
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Figura 7 – Cronograma de recomposição do cenário 4 por ano, bioma e modelo



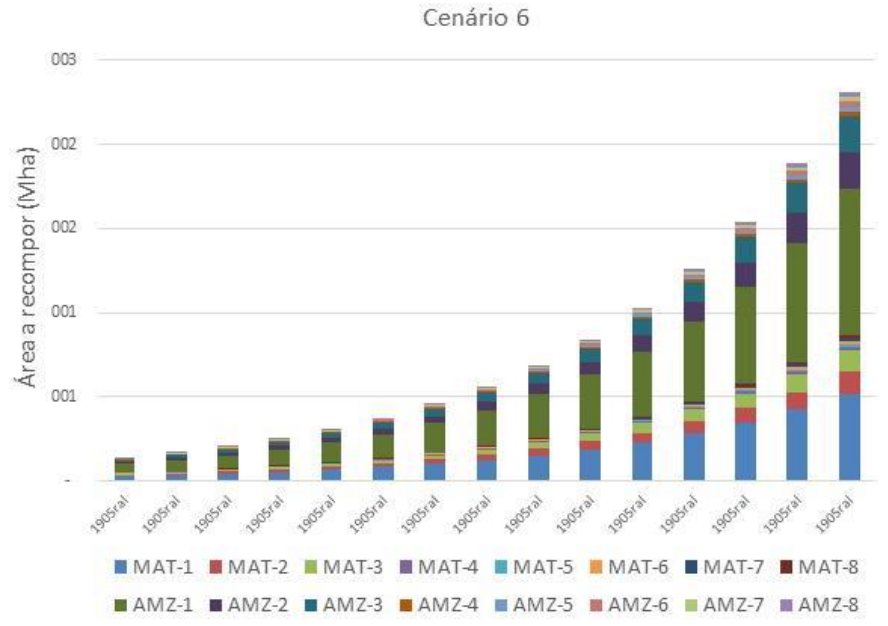
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Figura 8 – Cronograma de recomposição do cenário 5 por ano, bioma e modelo



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Figura 9 – Cronograma de recomposição do cenário 6 por ano, bioma e modelo



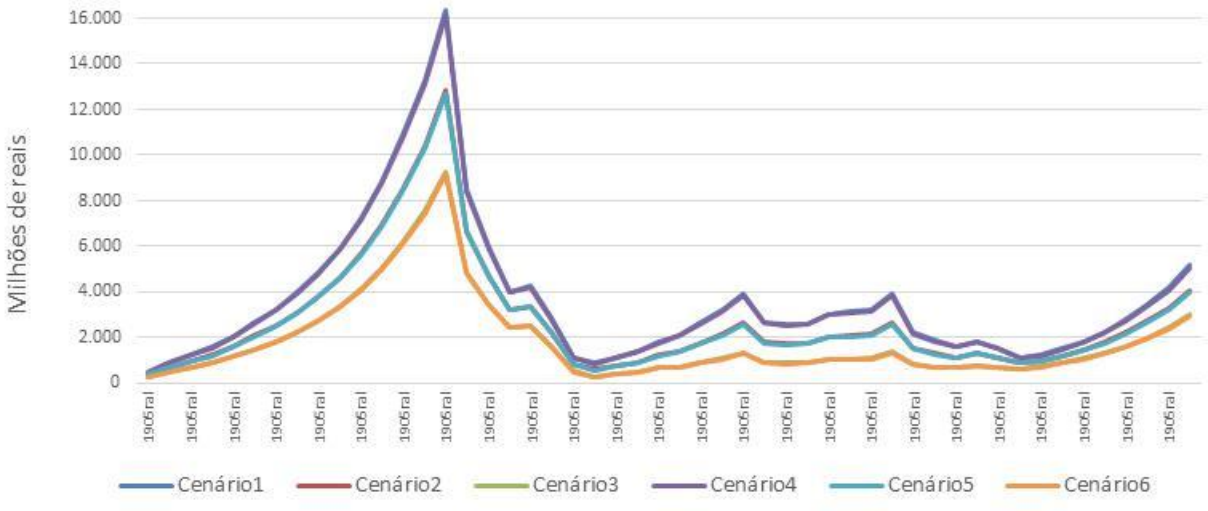
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

8.2 Cronograma de Desembolsos

Os custos decorrentes do projeto de recomposição florestal são previstos para ocorrer em quatro etapas, a saber: a) pré-implantação, com duração de 3 meses; b) implantação, com duração de 3 meses (seguido por um período de "vazio" de 3 meses – isto é, sem quaisquer dispêndios); c) manutenção do plantio, com duração de 24 meses (seguido por um período de "vazio" de 12 meses) e, por fim; d) manejo florestal, com duração prevista de 30 meses.

Dessa maneira, conforme mostrado pela Figura 10, em todos os cenários analisados (1-6), há um forte incremento nos custos até o ano 2030 e, posteriormente, redução significativa até 2036, ano em que cessam os custos de manutenção de plantio e manejo florestal da área plantada em 2030. A partir de 2037, os incrementos nos custos são decorrentes dos replantios realizados quando a exploração florestal alcança 50% da área. Ademais, nota-se que os maiores custos se referem aos cenários 1 e 4, seguidos pelos cenários 2 e 5 e 3 e 6, respectivamente. Nota-se que os cenários 1, 2 e 3 estão sobrepostos, no gráfico, pelos cenários 4, 5 e 6, mostrando a aderência dos dados de passivo de RL que se utiliza neste estudo.

Figura 10 – Cronograma de desembolsos (milhões de R$)



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Comparativamente, pode-se analisar o valor presente dos desembolsos e receitas projetadas para cada cenário analisado (Tabela 17). Nesse sentido, os dispêndios estimados para os cenários 1 e 4 são 25% superiores aos custos estimados para os cenários 2 e 5 e aproximadamente 65% maiores quando comparados aos cenários 3 e 6. Similarmente, as receitas projetadas para os cenários 2 e 5 são 22% inferiores ao valor presente das receitas dos cenários 1 e 4; da mesma forma, as receitas estimadas para os cenários 3 e 6 correspondem a 55% do valor presente das receitas calculadas para os cenários 1 e 4.

Tabela 17 – Valor presente dos desembolsos e receitas nos cenários-base (milhões de R$)

Cenário	Descrição do cenário	VP Desembolsos (milhões de R$)	VP Receitas (milhões de R$)
1	Estimativa RL Censo + PLANAVEG A	51.829,29	23.072,05
2	Estimativa RL Censo + PLANAVEG B	41.564,30	17.872,96
3	Estimativa RL Censo + PLANAVEG C	31.300,66	12.673,88
4	Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	50.761,00	23.016,58
5	Estimativa RL SAE + PLANAVEG B	41.232,88	17.827,96
6	Estimativa RL SAE + PLANAVEG C	31.052,03	12.639,34

Nota: PLANAVEG A: 40% de regeneração natural e 30% de plantio total; PLANAVEG B: 50% de regeneração natural e 20% de plantio total; PLANAVEG C: 60% de regeneração natural e 10% de plantio total

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

8.3 VPL e TIR

Em relação ao valor presente líquido e à taxa interna de retorno (Tabela 18), observa-se que, no horizonte de 35 anos, os VPLs dos cenários 1 e 4 são equivalentes a um prejuízo de R$ 33,5 bilhões e R$ 33,2 bilhões, respectivamente; com TIR correspondente a -0,80% e -0,74%, respectivamente. Para os cenários 2 e 5, a perda estimada apresenta magnitude inferior – com VPL de R$ 27,4 bilhões e TIR de -0,82% para o cenário 2, e VPL de R$ 27,2 bilhões e TIR de -0,77% para o cenário 5. Dinâmica semelhante também é calculada para os cenários 3 (VPL de R$ 21,3 bilhões negativos e TIR de -0,86%) e 6 (VPL de R$ 21,1 bilhões negativos e TIR de -0,82%).

Contudo, ao se considerar um horizonte de tempo mais longo, de 50 anos, as taxas de retorno de todos os cenários se apresentam positivas – apesar dos prejuízos em termos de VPL. Para os cenários 1 e 4, o VPL estimado foi de prejuízo de R$ 28,8 bilhões e R$ 28,4 bilhões, respectivamente; com TIR de 4,73% e 4,77%, respectivamente. No caso dos cenários 2 e 5, o VPL de ambos é de perda de cerca de R$ 23,5 bilhões, com TIR próxima a 4,60%. Para os cenários 3 e 6, o VPL estimado foi de aproximadamente R$ 18,6 bilhões negativo, com TIR de 4,40%, para o cenário 3; e R$ 18,4 bilhões negativos, com TIR de 4,44%, para o cenário 6.

Tabela 18 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) nos cenários-base (milhões de R$)

Cenário	Descrição do cenário	35 anos		50 anos	
		VPL (milhões de R$)	TIR (% aa)	VPL (milhões de R$)	TIR (% aa)
1	Estimativa RL Censo + PLANAVEG A	33.551,30	-0,80%	28.757,24	4,73%
2	Estimativa RL Censo + PLANAVEG B	27.432,33	-0,82%	23.691,34	4,61%
3	Estimativa RL Censo + PLANAVEG C	21.314,72	-0,86%	18.626,78	4,40%
4	Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	33.199,13	-0,74%	28.398,50	4,77%
5	Estimativa RL SAE + PLANAVEG B	27.150,86	-0,77%	23.404,92	4,64%
6	Estimativa RL SAE + PLANAVEG C	21.103,95	-0,82%	18.412,69	4,44%

Nota: PLANAVEG A: 40% de regeneração natural e 30% de plantio total; PLANAVEG B: 50% de regeneração natural e 20% de plantio total; PLANAVEG C: 60% de regeneração natural e 10% de plantio total

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

8.4 Empregos e Arrecadação de Impostos

Para além de benefícios ambientais, estima-se que a recuperação florestal dos 12 milhões de hectares de Reserva Legal gere benefícios sociais e tributários. Nesse âmbito, a tabela abaixo mostra as projeções

referentes à mão de obra máxima empregada em cada um dos cenários analisados. Em todos os casos, o ano de maior quantidade de mão de obra empregada refere-se ao ano de maior área de implantação (2030). Nos cenários 1 e 4, estima-se que sejam necessários mais de 215 mil empregados; nos cenários 2 e 5, o montante máximo de mão de obra demandada seria de cerca de mais de 176 mil trabalhadores; enquanto que, para os cenários 3 e 6, são estimados mais de 138 mil empregados (Tabela 19).

Tabela 19 – Outros benefícios – empregos diretos gerados

Cenário	Descrição dos cenários	Mão de obra empregada
1	Estimativa RL Censo + PLANAVEG A	215.221
2	Estimativa RL Censo + PLANAVEG B	176.646
3	Estimativa RL Censo + PLANAVEG C	138.072
4	Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	215.221
5	Estimativa RL SAE + PLANAVEG B	176.646
6	Estimativa RL SAE + PLANAVEG C	138.072

Nota: Refere-se à mão de obra empregada no ano de maior área de implantação (2030)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Concomitantemente, o projeto de recomposição das áreas de Reserva Legal pode gerar receita para o âmbito governamental. Ao se analisar o valor presente somente da arrecadação com imposto de renda e PIS/Cofins, estima-se que sejam pagos mais de R$ 6,5 bilhões nos cenários 1 e 4: aproximadamente R$ 5,7 bilhões sob a forma de imposto de renda (cerca de 90% do total arrecadado) e R$ 0,8 bilhões em PIS/Cofins (outros 10%). Para os cenários 2 e 5, são estimadas arrecadações no montante de R$ 5,2 bilhões, R$ 4,5 bilhões em IR e R$ 0,7 bilhões em PIS/Cofins. Em menor magnitude, são projetados aumentos de cerca de R$ 3,8 bilhões em impostos para os cenários 3 e 6, sendo R$ 3,4 bilhões sob a forma de IR e o restante em PIS/Cofins (Tabela 20).

Tabela 20 – Outros benefícios estimados – Arrecadação (IR + PIS/Cofins)

Cenário	Descrição do cenário	VP IR (milhões de R$)	VP PIS/Cofins (milhões de R$)	VP TOTAL (milhões de R$)
1	Estimativa RL Censo + PLANAVEG A	5.691,15	842,13	6.533,28
2	Estimativa RL Censo + PLANAVEG B	4.542,70	652,36	5.195,07
3	Estimativa RL Censo + PLANAVEG C	3.395,61	462,60	3.858,21
4	Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	5.696,93	840,11	6.537,03
5	Estimativa RL SAE + PLANAVEG B	4.544,87	650,72	5.195,59
6	Estimativa RL SAE + PLANAVEG C	3.394,17	461,34	3.855,50

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

RESULTADOS OTIMIZADOS

9 Cenários de Otimização dos Resultados

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes a 7 cenários alternativos (cenários 4.1 a 4.7), nos quais são modificados apenas determinados pressupostos utilizados no cenário 4 (distribuição de áreas da SAE + PLANAVEG A), mantendo, assim, as demais hipóteses constantes. Para simplificar a exposição, o cenário 4 é aqui denominado de "cenário-base".

9.1 Cenário 4.1 – Exclusão dos Custos com Cercamento

Para a construção do cenário 4.1, foram excluídos os investimentos referentes à implementação da cerca. Por conseguinte, nesse caso, considera-se que o cercamento não é algo inerente à atividade fim em questão (a recomposição florestal), cabendo à atividade pecuária os respectivos desembolsos com a implementação e manutenção da cerca.

Dessa maneira, os resultados visualizados na Tabela 21 mostram que a não implementação da cerca faz com que o VPL se torne menos negativo, passando para -R$ 25,1 bilhões, no horizonte de 35 anos de projeção e -R$ 20,2 bi em 50 anos, tornando o empreendimento mais atrativo para o produtor rural (sendo a TIR de 0,56% e 5,66%, para os horizontes supracitados, respectivamente). Nota-se que as receitas obtidas no cenário 4 e 4.1 são idênticas, uma vez que somente os desembolsos são afetados pela ausência da cerca. Em termos de arrecadação de impostos, não há diferenças expressivas entre os cenários analisados.

Tabela 21 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.1

Resultados		Descrição do Cenário	
		4	4.1
		Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	4 + Sem cercamento
35 anos	VPL (milhões de R$)	(33.199,13)	(25.079,93)
	TIR (% aa)	-0,74%	0,56%
50 anos	VPL (milhões de R$)	(28.398,50)	(20.249,86)
	TIR (% aa)	4,77%	5,66%
VP Desembolsos (milhões de R$)		(50.761,00)	(42.732,49)
VP Receitas (milhões de R$)		23.016,58	23.016,58
VP IR (milhões de R$)		(5.696,93)	(5.780,89)
VP PIS/Cofins (milhões de R$)		(840,11)	(840,11)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

9.2 Cenário 4.2 – Regime de Tributação por Lucro Real

Diferentemente do cenário 4 – cuja tributação de PIS/Cofins, CSSL e IR são realizadas com base no regime de lucro presumido –, optou-se, nesse cenário, por utilizar o regime de tributação por lucro real. Esse regime tributário incide apenas sobre o lucro efetivo do produtor rural, isto é, sobre a diferença entre as receitas e os custos incorridos em um determinado período. Para o produtor rural, a vantagem

desse método é que se pode compensar prejuízos fiscais anteriores (ou do mesmo exercício), além de realizar admissão de créditos do PIS/Cofins.

Os resultados encontrados para o cenário 4.2, comparativamente às estimativas do cenário 4, podem ser visualizados na Tabela 22. É possível notar que os prejuízos acumulados ao longo dos 35 e 50 anos de projeção são reduzidos (aproximadamente -R$ 30,0 bi e -R$ 22,7 bi, respectivamente), e as taxas de retorno são ainda maiores que às do cenário anterior – 1,58% e 6,38% em ambos os horizontes temporais, respectivamente.

Em virtude do método de tributação adotado, verifica-se que é possível realizar a compensação dos prejuízos fiscais, o que torna nulo o montante arrecadado com IR nesse cenário. Em termos de PIS/Cofins, não há alteração do valor total arrecadado com o projeto.

Tabela 22 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.2

Resultados		Descrição do cenário	
		4	4.2
		Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	4 + Lucro Real
35 anos	VPL (milhões de R$)	(33.199,13)	(29.975,26)
	TIR (% aa)	-0,74%	1,58%
50 anos	VPL (milhões de R$)	(28.398,50)	(22.701,57)
	TIR (% aa)	4,77%	6,38%
VP desembolsos (milhões de R$)		(50.761,00)	(45.064,07)
VP receitas (milhões de R$)		23.016,58	23.016,58
VP IR (milhões de R$)		(5.696,93)	-
VP PIS/Cofins (milhões de R$)		(840,11)	(840,11)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

9.3 Cenário 4.3 – Implantação: Iniciando pelos Modelos mais Rentáveis

Na construção do cenário 4.3, adotou-se uma regra de implantação dos métodos com base na maior rentabilidade apresentada (em outras palavras, por ordem de receita líquida). Assim, conforme mostrado na Tabela 23, as áreas são inicialmente recuperadas com aqueles métodos cuja receita líquida (em R$/ha) é superior, a saber: métodos de restauração passiva na Mata Atlântica e Amazônia, seguidos por condução e enriquecimento na Mata Atlântica, adensamento e enriquecimento na Mata Atlântica etc.

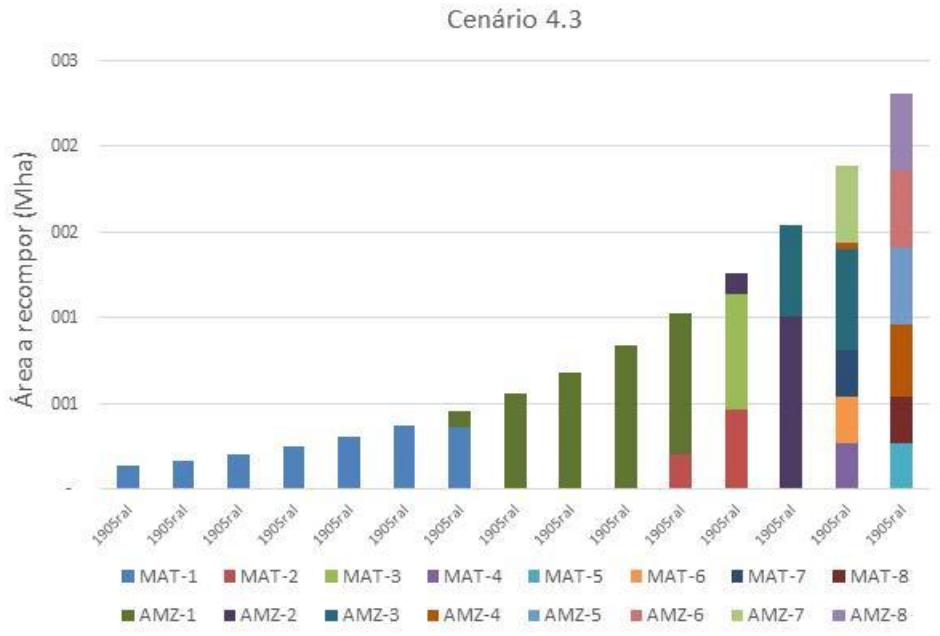
Tabela 23 – Ordem de rentabilidade por modelo econômico e bioma

Ordem de rentabilidade			Receita líquida (R$/ha)
1	MAT	Restauração passiva	(604,82)
2	AMZ	Restauração passiva	(623,22)
3	MAT	Condução + enriquecimento	(1.234,44)
4	MAT	Adensamento + enriquecimento	(1.511,41)
5	AMZ	Condução + enriquecimento	(1.538,76)
6	AMZ	Adensamento + enriquecimento	(1.639,69)
7	MAT	Área total - Plantio de mudas - 50% eucalipto	(2.333,24)
8	AMZ	Área total - Plantio de mudas - 50% eucalipto	(2.897,18)
9	MAT	Área total - Plantio de sementes	(3.309,59)
10	MAT	Área total - Plantio de mudas - 25% eucalipto	(3.374,48)
11	AMZ	Área total - Plantio de sementes	(3.605,96)
12	AMZ	Área total - Plantio de mudas - 25% eucalipto	(3.902,84)
13	MAT	Área Total -Plantio de mudas nativas	(4.205,56)
14	MAT	Área total - Sistema Agroflorestal	(4.296,10)
15	AMZ	Área total - Sistema Agroflorestal	(4.651,96)
16	AMZ	Área Total -Plantio de mudas Nativas	(4.758,24)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

A Figura 11 explicita o cronograma de recomposição por ano, bioma e modelo desse cenário. Ressalta-se que apesar da ordem cronológica de implantação dos métodos ser diferente entre os cenários 4 (base) e 4.3, a área total implantada por método e bioma nos dois cenários durante o período 2016-2030 é a mesma.

Figura 11 – Cronograma de recomposição do cenário 4.3 por ano, bioma e modelo



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Verifica-se que a ordenação da recomposição utilizando a gradação dos métodos mais rentáveis até os menos rentáveis não gera resultados significativamente melhores para o produtor rural. O VPL da recomposição apresenta valores bastante similares aos do cenário-base – prejuízos de R$ 32,2 bilhões e R$ 28,0 bilhões, em 35 e 50 anos –, enquanto que as taxas internas de retorno se mostram ainda menores às estimadas para o cenário 4 (-1,24% e 4,48%, em 35 e 50 anos, respectivamente). Contudo, nesse caso, os desembolsos com impostos são inferiores tanto para IR quanto para PIS/Cofins (Tabela 24).

Tabela 24 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.3

Resultados		Descrição do cenário	
		4	4.3
		Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	4 + Mais rentáveis primeiro
35 anos	VPL (milhões de R$)	(33.199,13)	(32.022,26)
	TIR (% aa)	-0,74%	-1,24%
50 anos	VPL (milhões de R$)	(28.398,50)	(28.013,07)
	TIR (% aa)	4,77%	4,48%
VP desembolsos (milhões de R$)		(50.761,00)	(44.133,27)
VP receitas (milhões de R$)		23.016,58	16.691,89
VP IR (milhões de R$)		(5.696,93)	(4.920,58)
VP PIS/Cofins (milhões de R$)		(840,11)	(609,25)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

9.4 Cenário 4.4 – Implantação: Iniciando pelos Modelos Menos Custosos

De forma similar ao cenário 4.3, o cenário 4.4 analisa a viabilidade econômica da recomposição utilizando um cronograma de implantação dos modelos menos custosos até os mais custosos. Nesse caso, considera-se que, na lógica do produtor rural, o desembolso *upfront* é um ônus. Métodos de regeneração natural, por exemplo – em que há menores custos iniciais e maior probabilidade de não obter proveito econômico –, seriam as opções iniciais dos produtores, conforme apresentado na Tabela 25.

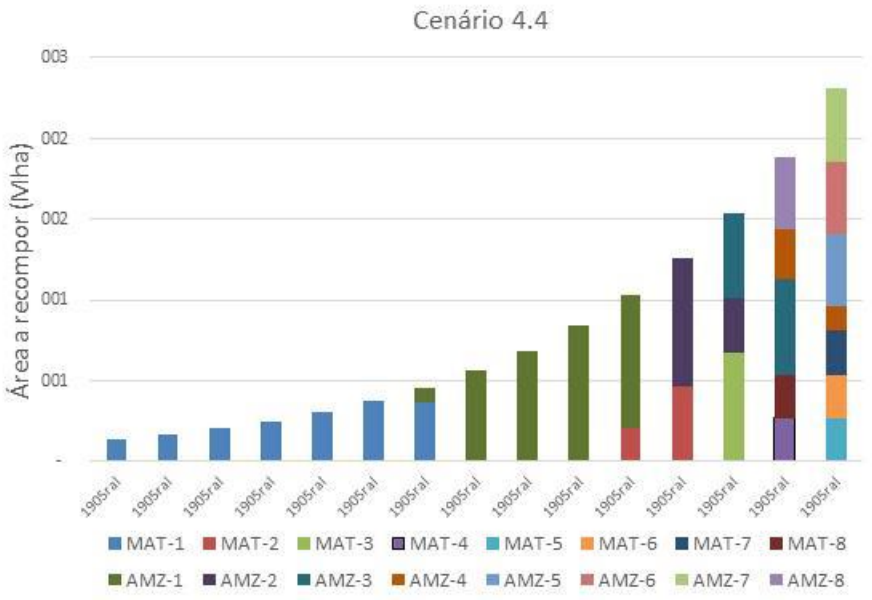
Tabela 25 – Relação dos modelos econômicos (por bioma) de menores custos

Ordem de custos			Custos (R$/ha)
1	MAT	Restauração passiva	(604,82)
2	AMZ	Restauração passiva	(623,22)
3	MAT	Condução + enriquecimento	(2.771,04)
4	AMZ	Condução + enriquecimento	(3.075,37)
5	MAT	Adensamento + enriquecimento	(4.051,38)
6	AMZ	Adensamento + enriquecimento	(4.280,00)
7	MAT	Área total - Sistema Agroflorestal	(6.367,19)
8	AMZ	Área total - Sistema Agroflorestal	(6.743,42)
9	MAT	Área total - Plantio de sementes	(6.916,62)
10	AMZ	Área total - Plantio de sementes	(7.278,17)
11	MAT	Área total - Plantio de mudas - 50% Eucalipto	(7.687,75)
12	MAT	Área total - Plantio de mudas - 25% Eucalipto	(8.138,12)
13	AMZ	Área total - Plantio de mudas - 50% Eucalipto	(8.251,69)
14	MAT	Área Total -Plantio de mudas Nativas	(8.648,75)
15	AMZ	Área total - Plantio de mudas - 25% Eucalipto	(8.766,82)
16	AMZ	Área Total -Plantio de mudas Nativas	(9.342,50)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

A Figura 12 explicita o cronograma de recomposição por ano, bioma e modelo desse cenário. Ressalta-se que apesar da ordem cronológica de implantação dos modelos ser diferente entre os cenários 4 (base) e 4.4, a área total implantada por método e bioma nos dois cenários durante o período 2016-2030 é a mesma.

Figura 12 – Cronograma de recomposição do cenário 4.4 por ano, bioma e modelo



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Analogamente ao cenário 4.3, os resultados sugerem que não há benefícios em se realizar a implantação do projeto iniciando pelos modelos menos custosos. Comparativamente ao cenário-base, nota-se na Tabela 26 que o VPL e a TIR são menos atrativos para o produtor rural (prejuízo de R$ 35,6 bi e TIR de -1,76% em 35 anos, e prejuízo de R$ 31,2 bi e TIR de 4,41%, em 50 anos). Aos olhos do produtor, os dispêndios com impostos são menores nesse cenário, quando comparados ao cenário-base.

Tabela 26 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.4

Resultados		Descrição do cenário	
		4	4.4
		Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	4 + Menos custosos primeiro
35 anos	VPL (milhões de R$)	(33.199,13)	(35.640,81)
	TIR (% aa)	-0,74%	-1,76%
50 anos	VPL (milhões de R$)	(28.398,50)	(31.187,47)
	TIR (% aa)	4,77%	4,41%
VP desembolsos (milhões de R$)		(50.761,00)	(47.239,60)
VP receitas (milhões de R$)		23.016,58	16.669,77
VP IR (milhões de R$)		(5.696,93)	(4.957,14)
VP PIS/Cofins (milhões de R$)		(840,11)	(608,45)

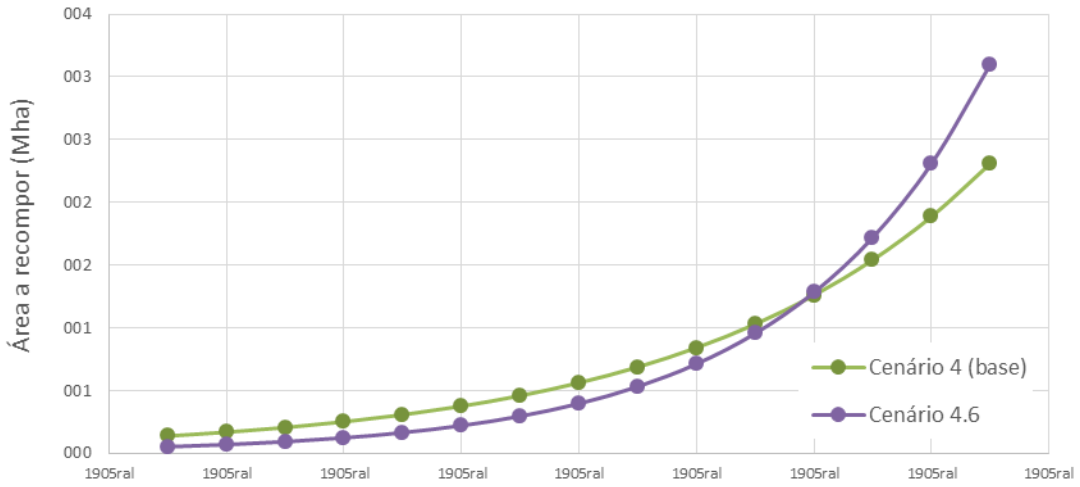
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

9.5 Cenário 4.5 – Cronograma de Implantação: Plantio Inicial de 50 mil Hectares

Na construção do cenário 4.5, modificou-se o cronograma de recomposição baseado na taxa de crescimento de plantio previsto pelo PLANAVEG de 22,4% a.a. Assim, ao invés de iniciar o plantio do ano 1 com 136 mil hectares, tem-se como ponto de partida a recuperação de 50 mil hectares em 2016 (mesma quantidade inicial de restauração no PLANAVEG).

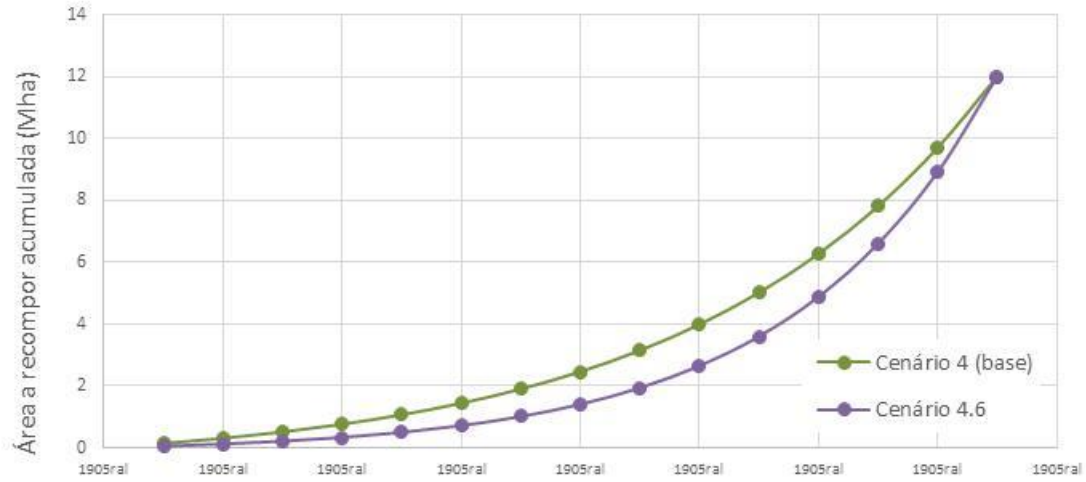
Evidentemente, para que a meta de 12 Mha seja igualmente alcançada em 2030, nesse novo cenário é necessário que adotemos uma taxa anual de crescimento da recomposição superior de 34,2%. As Figuras 13 e 14 evidenciam as diferenças entre os dois cenários.

Figura 13 – Cronograma de recomposição do cenário alternativo 4.5 em relação ao cenário 4 (base) – Área a recompor por ano em Mha



Fonte: Elaboração própria com base em dados do PLANAVEG

Figura 14 – Cronograma de recomposição do cenário alternativo 4.5 em relação ao cenário 4 (base) – Área a recompor acumulada em Mha



Fonte: Elaboração própria com base em dados do PLANAVEG

A alteração do montante inicial de área a ser recuperada faz com que o VPL do projeto se torne menos negativo (prejuízo de R$ 30,2 bilhões em 35 anos, e de R$ 25,7 bilhões em 50 anos) quando comparado aos resultados do cenário-base (Tabela 27). Contudo, a atratividade da recuperação florestal se torna relativamente menor ao se analisar as taxas de retorno (-1,13% em 35 anos e 4,72% em 50 anos). Nesse caso, os desembolsos com impostos se reduzem de forma análoga ao estimado para os cenários 4.3. e 4.4.

Tabela 27 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.5

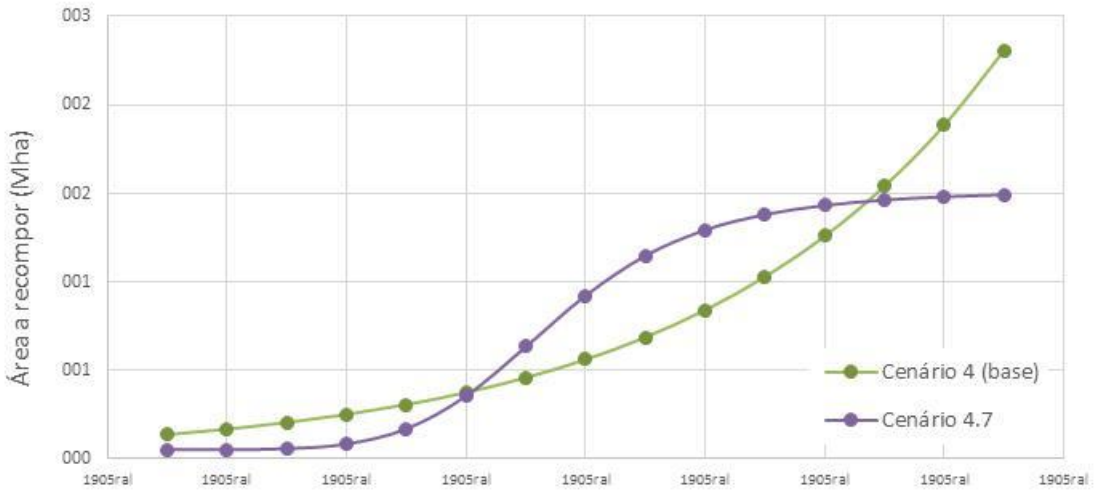
Resultados		Descrição do cenário	
		4	4.5
		Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	4 + Início 50 mil ha (35% aa)
35 anos	VPL (milhões de R$)	(33.199,13)	(30.203,10)
	TIR (% aa)	-0,74%	-1,13%
50 anos	VPL (milhões de R$)	(28.398,50)	(25.669,67)
	TIR (% aa)	4,77%	4,72%
VP desembolsos (milhões de R$)		(50.761,00)	(45.645,83)
VP receitas (milhões de R$)		23.016,58	20.562,35
VP IR (milhões de R$)		(5.696,93)	(5.258,16)
VP PIS/Cofins (milhões de R$)		(840,11)	(750,53)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

9.6 Cenário 4.6 – Cronograma de Implantação: Ajustamento no Mercado de Trabalho

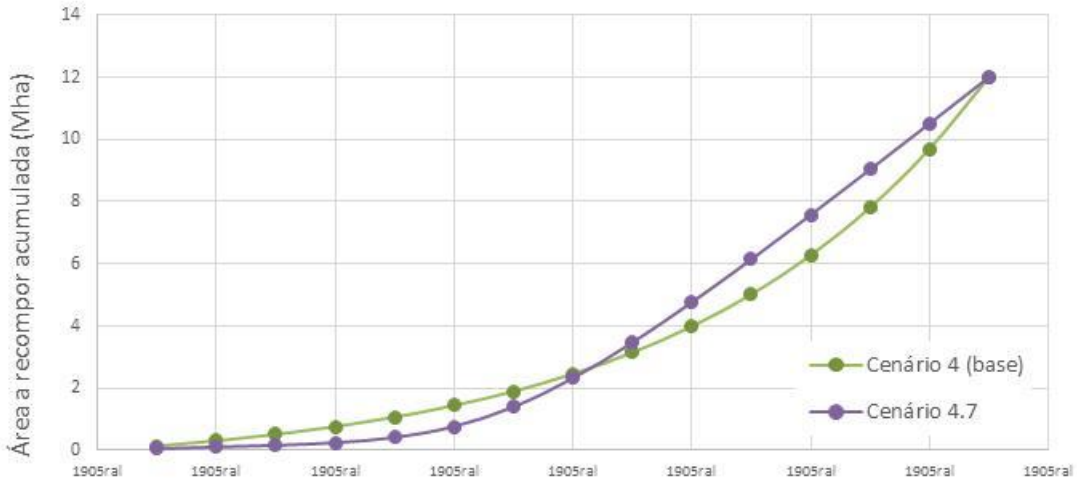
Similarmente ao cenário anterior, o cenário 4.6 também realiza um ajuste no cronograma de implantação do projeto de recomposição florestal. Nesse caso, considera-se que a área recuperada apresenta taxas de expansão crescentes nos primeiros anos e taxas decrescentes nos anos finais. Concebido dessa maneira, nesse cenário permitimos uma dinâmica de recuperação mais lenta nos primeiros anos, que se adequaria melhor à oferta de mão de obra disponível para o empreendimento, evitando, por conseguinte, risco de colapso no mercado de trabalho florestal ao final do projeto. As Figuras 15 e 16 evidenciam as diferenças entre o cenário 4.6 proposto e o cenário 4 (base).

Figura 15 – Cronograma de recomposição do cenário alternativo 4.6 em relação ao cenário 4 (base) – Área a recompor por ano em Mha



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Figura 16 – Cronograma de recomposição do cenário alternativo 4.6 em relação ao cenário 4 (base) – Área a recompor acumulada em Mha



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

Com base nos resultados encontrados para o cenário 4.6, o cronograma de ajustamento do mercado de trabalho causa impacto pouco expressivo quando comparado aos resultados do cenário 4. O VPL de ambos os horizontes analisados e a TIR de 50 anos são bastante similares entre esses cenários, sendo a maior diferença referente à TIR de 35 anos (-0,74% no cenário 4 e -0,42% no cenário 4.6). A mesma dinâmica também pode ser visualizada para a arrecadação de impostos (Tabela 28).

Tabela 28 – Comparativo entre os resultados do cenário-base 4 e do cenário 4.6

Resultados		Descrição do cenário	
		4	4.6
		Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	4 + Ajustamento Merc. Trab.
35 anos	VPL (milhões de R$)	(33.199,13)	(33.062,92)
	TIR (% aa)	-0,74%	-0,42%
50 anos	VPL (milhões de R$)	(28.398,50)	(28.520,88)
	TIR (% aa)	4,77%	4,73%
VP desembolsos (milhões de R$)		(50.761,00)	(50.777,21)
VP receitas (milhões de R$)		23.016,58	22.909,06
VP IR (milhões de R$)		(5.696,93)	(5.814,18)
VP PIS/Cofins (milhões de R$)		(840,11)	(836,18)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

9.7 Cenário 4.7 – Sensibilidade à Taxa de Desconto

Nesse cenário, a taxa de desconto assumiu os valores de 4%, 6%, 8% e a estimativa para o custo médio ponderado de capital de 7,87%. Também é mostrado o caso da taxa de desconto igual à zero.

O custo médio ponderado de capital (ou *weighted average capital cost*, WACC) consiste na média ponderada entre o custo de capital próprio e o custo de capital de terceiros, estimados a valores de mercado ou a partir de valores contábeis. As duas fontes de capital são ponderadas com base na estrutura de capital, que é a relação entre o capital próprio e o capital de terceiros, característica do

setor. O detalhamento da metodologia utilizada para a definição do WACC está apresentado no Apêndice 3.

Tabela 29 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL Censo + PLANAVEG A

Estimativa RL Censo + PLANAVEG A	Desembolso (bi R$)	Receita (bi R$)	Resultado (bi R$)
taxa de desconto 0%	-464,0	795,7	331,7
taxa de desconto 4%	-151,3	167,2	15,9
taxa de desconto 6%	-99,1	82,4	-16,7
taxa de desconto WACC	-72,2	45,6	-26,6
taxa de desconto 8%	-69,8	42,6	-27,2
taxa de desconto 10%	-51,8	23,1	-28,8

Tabela 30 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL Censo + PLANAVEG B

Estimativa RL Censo + PLANAVEG B	Desembolso (bi R$)	Receita (bi R$)	Receita (bi R$)
taxa de desconto 0%	-361,9	618,4	256,5
taxa de desconto 4%	-119,4	130,0	10,6
taxa de desconto 6%	-78,7	64,0	-14,7
taxa de desconto WACC	-57,6	35,4	-22,2
taxa de desconto 8%	-55,7	33,1	-22,6
taxa de desconto 10%	-41,6	17,9	-23,7

Tabela 31 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL Censo + PLANAVEG C

Estimativa RL Censo + PLANAVEG C	Desembolso (bi R$)	Receita (bi R$)	Receita (bi R$)
taxa de desconto 0%	-259,8	441,0	181,2
taxa de desconto 4%	-87,5	92,8	5,3
taxa de desconto 6%	-58,3	45,7	-12,7
taxa de desconto WACC	-43,1	25,2	-17,8
taxa de desconto 8%	-41,6	23,5	-18,1
taxa de desconto 10%	-31,3	12,7	-18,6

Tabela 32 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL SAE + PLANAVEG B

Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	Desembolso (bi R$)	Receita (bi R$)	Receita (bi R$)
taxa de desconto 0%	-458,9	795,1	336,3
taxa de desconto 4%	-148,9	167,0	18,1
taxa de desconto 6%	-97,3	82,3	-15,1
taxa de desconto WACC	-70,8	45,5	-25,3
taxa de desconto 8%	-68,4	42,5	-25,9
taxa de desconto 10%	-50,8	23,0	-27,7

Tabela 33 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL SAE + PLANAVEG B

Estimativa RL SAE + PLANAVEG B	Desembolso (bi R$)	Receita (bi R$)	Receita (bi R$)
taxa de desconto 0%	-360,3	617,9	257,7
taxa de desconto 4%	-118,7	129,8	11,2
taxa de desconto 6%	-78,2	63,9	-14,2
taxa de desconto WACC	-57,2	35,4	-21,9
taxa de desconto 8%	-55,3	33,0	-22,3
taxa de desconto 10%	-41,2	17,8	-23,4

Tabela 34 – Comparativo entre taxas de desconto para o cenário estimativa RL SAE + PLANAVEG B

Estimativa RL SAE + PLANAVEG C	Desembolso (bi R$)	Receita (bi R$)	Receita (bi R$)
taxa de desconto 0%	-258,6	440,7	182,0
taxa de desconto 4%	-87,0	92,7	5,7
taxa de desconto 6%	-57,9	45,6	-12,3
taxa de desconto WACC	-42,7	25,2	-17,6
taxa de desconto 8%	-41,3	23,5	-17,8
taxa de desconto 10%	-31,1	12,6	-18,4

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

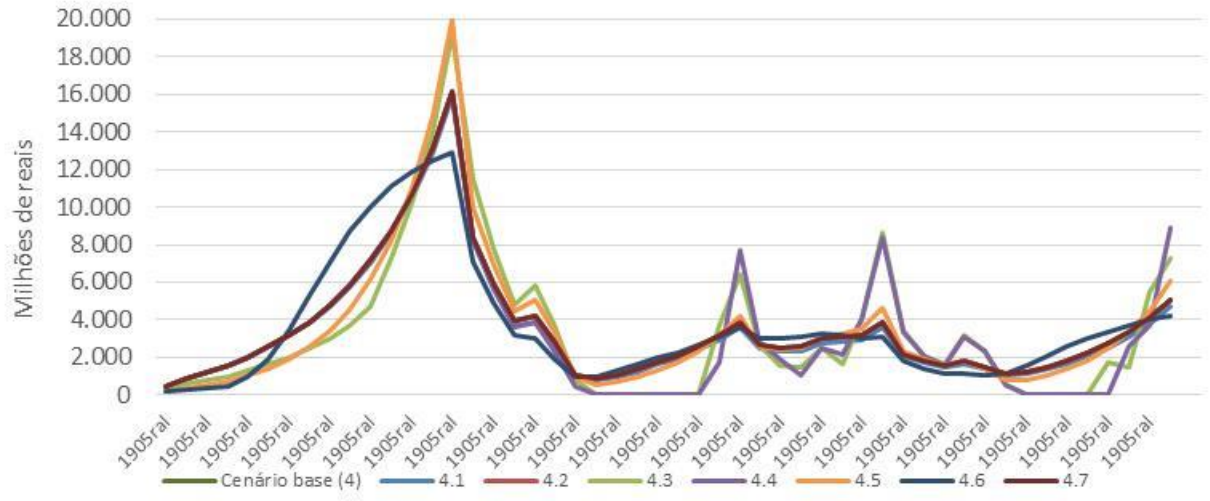
Os resultados comparativos aplicando diferentes taxas de desconto aos cenários-base são mostrados nas Tabelas 29 a 34. A não aplicação da taxa mostra que o resultado em todos os cenários é positivo, com valores entre 180 e 330 bilhões de reais, e os desembolsos variando entre 250 e 460 bilhões de reais. Dado o horizonte de 50 anos, como seria de se esperar, a taxa de desconto impacta significativamente os valores e o resultado, ficando mais negativo quanto maior a taxa aplicada.

10 Resumo dos Resultados Otimizados

10.1 Cronograma de Desembolsos

Nos cenários alternativos (Cenário 4.1 a 4.7), o cronograma de desembolsos segue a mesma distribuição dos cenários-base (cenários 1 a 6) – isto é, dividem-se em quatro grandes etapas com períodos de ausência de dispêndio entre eles. Conforme mostrado na Figura 17, em todos os cenários alternativos, há um forte incremento nos custos até o ano 2029 e, posteriormente, redução significativa até 2035. Após esse ano, os incrementos nos custos são decorrentes dos replantios realizados quando a exploração florestal alcança 50% da área. Em tais replantios, verifica-se que os maiores dispêndios correspondem aos Cenários 4.3 (implementação de acordo com a ordem de rentabilidade dos modelos) e Cenário 4.4 (implementação de acordo com a ordem de custo dos modelos). Os desembolsos de replantio dos demais cenários, por sua vez, tendem a ser menos intensos.

Figura 17 – Cronograma de desembolsos (R$ milhões)



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

No que se refere ao valor presente dos desembolsos e receitas (Tabela 35), é possível observar que os maiores dispêndios ocorrem no cenário 4.7 (R$ 69,8 bilhões), seguido pelo cenário 4.6 e pelo cenário 4 (aproximadamente R$ 50,8 bilhões, em ambos), cenário 4.4 (R$47,3 bilhões), cenário 4.5 (R$ 45,7 bilhões), cenário 4.2 (R$ 45,1 bilhões), cenário 4.3 (R$ 44,2 bilhões) e cenário 4.1 (R$ 42,8 bilhões). As maiores receitas, por sua vez, decorrem do cenário 4.7 (R$ 44,3 bilhões); cenários 4, 4.2 e 4.1 (R$ 23,0 bilhões, nos três cenários); cenário 4.6 (R$ 22,9 bilhões); cenário 4.5 (R$ 20,6 bilhões); e cenários 4.3 e 4.4 (R$ 16,7 bilhões).

Tabela 35 – Valor presente dos desembolsos e receitas nos cenários alternativos (R$ milhões)

Cenário	Descrição do Cenário	VP desembolsos (milhões de R$)	VP receitas (milhões de R$)
4	Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	(50.761,00)	23.016,58
4.1	4 + Sem cercamento	(42.732,49)	23.016,58
4.2	4 + Lucro real	(45.064,07)	23.016,58
4.3	4 + Mais rentáveis primeiro	(44.133,27)	16.691,89
4.4	4 + Menos custosos primeiro	(47.239,60)	16.669,77
4.5	4 + Início 50 mil ha (35%aa)	(45.645,83)	20.562,35
4.6	4 + Ajustamento mercado de trabalho.	(50.777,21)	22.909,06
4.7	4 + WACC (7,87)	(69.822,71)	44.279,49

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

10.2 VPL e TIR

No que se refere aos resultados da viabilidade econômica dos cenários alternativos (Tabela 36), observa-se que, de forma geral, são previstos prejuízos para o projeto de recomposição dos 12 milhões de hectares – tanto em um horizonte de 35 anos quanto em um de 50 anos. Sob a ótica do produtor, o empreendimento torna-se atrativo nos primeiros 35 anos, quando considerados o cenário 4.1 (sem cercamento) e o cenário 4.2 (mudança do regime tributário para o Lucro Real); no longo prazo, por sua vez, o projeto passa a apresentar taxas de retorno positivas em todos os cenários alternativos – com destaque, novamente, para os dois primeiros.

Tabela 36 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) nos cenários alternativos (R$ milhões)

Cenário	Descrição do cenário	35 anos		50 anos	
		VPL (milhões de R$)	TIR (% aa)	VPL (milhões de R$)	TIR (% aa)
4	Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	(33.199,13)	-0,74%	(28.398,50)	4,77%
4.1	4 + Sem cercamento	(25.079,93)	0,56%	(20.249,86)	5,66%
4.2	4 + Lucro real	(29.975,26)	1,58%	(22.701,57)	6,38%
4.3	4 + Mais rentáveis primeiro	(32.022,26)	-1,24%	(28.013,07)	4,48%
4.4	4 + Menos custosos primeiro	(35.640,81)	-1,76%	(31.187,47)	4,41%
4.5	4 + Início 50 mil ha (35%aa)	(30.203,10)	-1,13%	(25.669,67)	4,72%
4.6	4 + Ajustamento mercado de trabalho.	(33.062,92)	-0,42%	(28.520,88)	4,73%
4.7	4 + WACC (7,87)	(37.762,33)	-0,74%	(26.389,44)	4,77%

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

10.3 Empregos e Arrecadação

A Tabela 37 apresenta as estimativas de mão de obra empregadas nos cenários otimizados. Os cenários 4.3 e 4.4 destacam-se por apresentarem mão de obra empregada muito superior a dos demais cenários, essencialmente devido à concentração muito alta de modelos mais intensivos em mão de obra nos anos finais do projeto.

Tabela 37 – Outros benefícios estimados – Mão de obra empregada

Cenário	Descrição do cenário	Mão de obra empregada*
4	Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	215.221
4.1	4 + Sem cercamento	186.372
4.2	4 + Lucro real	215.221
4.3	4 + Mais rentáveis primeiro	514.669
4.4	4 + Menos custosos primeiro	490.630
4.5	4 + Início 50 mil ha (35% aa)	259.367
4.6	4 + Ajustamento mercado de trabalho.	181.270
4.7	4 + WACC (7,87)	215.221

Nota: Refere-se à mão de obra empregada no ano de maior área de implantação (2030)

Fonte: Resultados do estudo

No que se refere ao valor presente somente da arrecadação com imposto de renda e PIS/Cofins, a maior fonte de impostos ocorre no cenário 4.7. Os demais cenários alternativos, por sua vez, tendem a gerar receitas inferiores de tributos – variando de R$ 4,9 bi (cenários 4.3 e 4.4) a R$ 5,9 bi (cenário 4.6), no caso de IR, e de R$ 0,6 bi (cenários 4.3 e 4.4) a R$ 0,8 bi (cenários 4.1, 4.2 e 4), para PIS/Cofins (Tabela 38).

Tabela 38 – Outros benefícios estimados – Arrecadação (IR + PIS/Cofins)

Cenário	Descrição do cenário	VP IR (milhões de R$)	VP PIS/Cofins (milhões de R$)
4	Estimativa RL SAE + PLANAVEG A	(5.696,93)	(840,11)
4.1	4 + Sem cercamento	(5.780,89)	(840,11)
4.2	4 + Lucro real	-	(840,11)
4.3	4 + Mais rentáveis primeiro	(4.920,58)	(609,25)
4.4	4 + Menos custosos primeiro	(4.957,14)	(608,45)
4.5	4 + Início 50 mil ha (35%aa)	(5.258,16)	(750,53)
4.6	4 + Ajustamento mercado de trabalho.	(5.814,18)	(836,18)
4.7	4 + WACC (7,87)	(11.501,32)	(1.616,20)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do estudo

11 Instrumentos Regulatórios e Econômicos

Este estudo apresenta uma série de premissas para projetar os mercados futuros de recuperação florestal. Optou-se por explorar apenas os mercados madeireiros, pois estes estão atualmente mais consolidados na economia do país. No entanto, dada a perspectiva de recuperar 12 milhões de hectares de áreas de Reservas Legais com a iNDC-2015, espera-se que esses mercados passem por grandes transformações, principalmente com relação à disponibilidade de insumos, materiais, mão de obra e de mercados consumidores (nacionais e internacionais). Esta seção traz a discussão sobre os potenciais entraves, tanto com relação à magnitude dos mercados considerados quanto a respeito dos instrumentos que podem ser utilizados para a viabilização econômico-financeira e operacional da recomposição florestal proposta.

11.1 Incentivos Atuais

O novo Código Florestal já possui instrumentos importantes para regularizar e incentivar a atividade de restauração de florestas no país. Dentre as atuais iniciativas existentes, mesmo que ainda não completamente implementadas, destacam-se:

- Programa de Regularização Ambiental (PRA): Estabelece regras e prazos para que as áreas sejam restauradas. O programa prevê um conjunto de incentivos:
    - Possibilidade de compensação ambiental da Reserva Legal;
    - Suspensão de sanções anteriores de supressão de vegetação.

- Cadastro Ambiental Rural (CAR): Todos os proprietários rurais deverão inscrever suas propriedades no CAR e informar a localização e o estado de conservação de suas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RL). Uma vez feita a inscrição no CAR, o proprietário com passivo ambiental pode aderir ao PRA (Decreto 8.235/2014);

- Programa Mais Ambiente Brasil: Conjunto de ações de apoio à regularização ambiental dos imóveis rurais (coordenadas pelo Ministério do Meio Ambiente):
    - Educação ambiental;
    - Assistência técnica e extensão rural;
    - Produção e distribuição de sementes e mudas; e
    - Capacitação de gestores públicos envolvidos no processo de regularização ambiental dos imóveis rurais nos estados e no Distrito Federal.

Ademais, cabe destacar a recente aprovação pela Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania do Senado (CCJ) da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA)[103], que regulamenta a

[103] CCJ aprova Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Disponível em: http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/11/04/ccj-aprova-politica-nacional-de-pagamento-por-servicos-ambientais. Acesso em 30 de novembro de 2015.

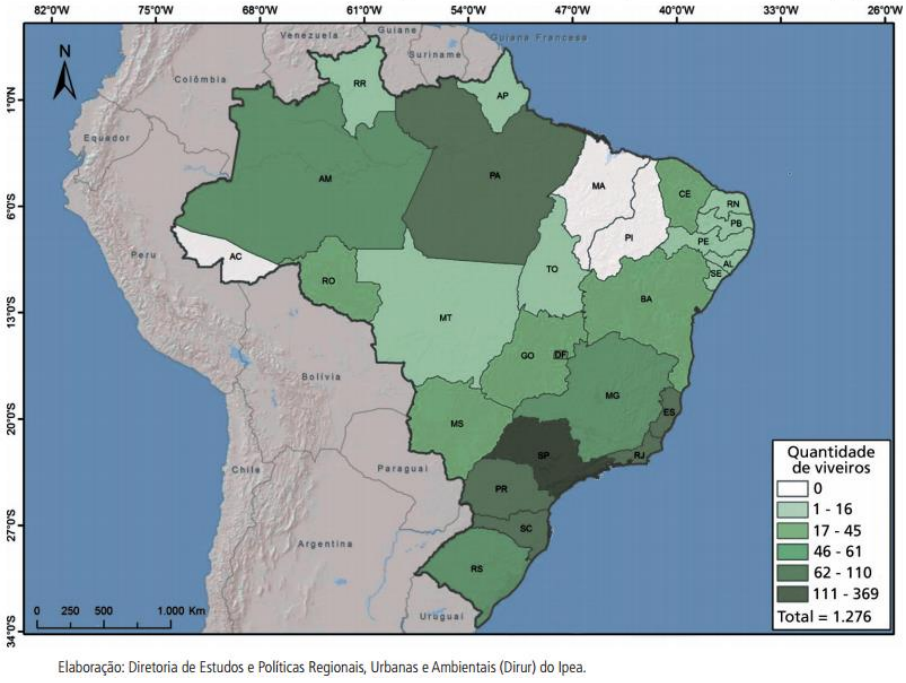
remuneração pela conservação do meio ambiente prevista no Código Florestal, sancionado em 2012. A proposta cria regras para classificação, cadastramento, avaliação e valoração de bens e serviços ambientais e seus provedores. Depois de aprovada na CCJ, a matéria segue para a Comissão de Assuntos Econômicos (CAE) e para a Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle (CMA), cabendo à última a decisão terminativa.

11.2 Mercado de Sementes e Mudas

Um dos aspectos importantes sobre as projeções realizadas neste estudo diz respeito ao crescimento da demanda por insumos para a restauração da vegetação nativa, como no caso do mercado de mudas e sementes de espécies nativas e exóticas. Estudo recente do IPEA (2015) mapeou a infraestrutura existente para o crescimento da oferta de modo a suprir tal demanda[104]. O mapa a seguir foi gerado pelo IPEA a partir da pesquisa realizada:

Figura 18

Quantidade de viveiros produtores de espécies nativas levantados por unidade federativa (UF)



Elaboração: Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea.

Fonte: IPEA

De acordo com esse mapeamento, a maior parte dos viveiros está na região Sudeste e a minoria na região Norte. Cerca de 70% dos viveiros afirmaram comercializar tanto espécies nativas quanto exóticas,

[104] As informações foram obtidas por meio de consultas a profissionais da área, secretarias estaduais de meio ambiente e agricultura, além de revisão da literatura e de pesquisas em sites da internet. Segundo Marques et al (2013), não há levantamento estruturado, por parte dos governos estaduais, dos produtores de mudas de espécies nativas no país (exceção feita para os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia e Paraná). Outras instituições não governamentais reúnem informações sobre produtores de mudas para propósitos específicos, como no caso do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Bahia (Rioesba, 2011; apud IPEA, 2015) e da parte costeira do Nordeste (Cepan, 2010; apud IPEA, 2015). A base nacional existente para o mapeamento de produtores é o Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem). Porém, como destaca o estudo do IPEA (2015), muitos produtores não possuem a produção legalizada, não constando no registro federal.

e 90% dos produtos vendidos são mudas (poucas empresas se dedicam à produção de sementes nativas). Com relação à capacidade instalada, 17,8% dos viveiros afirmaram estar produzindo na capacidade máxima de produção instalada (Tabela 39):

Tabela 39 – Capacidade máxima de produção de sementes e mudas por região

Regiões	Capacidade máxima de produção			
	Sementes (kg)	Núm. de viveiros	Mudas	Núm. de viveiros
Norte	12.230	2	11.192.000	25
Nordeste	5.000	1	11.941.000	27
Sudeste	19.400	8	73.617.000	97
Sul			32.388.500	47
Centro-Oeste	202.700	3	13.023.000	31
Total	**239.330**	**14**	**142.161.500**	**227**

Fonte: IPEA

Segundo os autores do estudo, a produção atual de sementes e mudas está utilizando 50% da capacidade máxima instalada, havendo espaço (ainda que limitado) para o crescimento da oferta. Além disso, o estudo mostra que, de maneira geral, a região Sudeste é a mais organizada, em termos da cadeia produtiva de sementes e mudas nativas.

Assim sendo, a demanda vinda do compromisso de restaurar 12 milhões de hectares pode ser uma oportunidade para reestruturar o setor. O estudo também mostra dados sobre os custos das mudas, que é bastante inferior, e possui menor variância, em mercados mais estruturados como os viveiros do estado de São Paulo. Nesse sentido, há uma oportunidade de se desenvolver mercados e baratear insumos como resultados da melhor organização da atividade nas demais regiões do país.

Dentre os conjuntos de potenciais incentivos para fortalecer esse mercado, inclui-se, também, a revisão das atuais barreiras legais na produção de sementes e mudas (cujo nível de exigência é alto) e a desoneração de pequenos produtores.

11.3 Demanda por Mão de Obra no Setor Florestal

Outro insumo fundamental para a viabilidade do empreendimento considerado neste estudo é a mão de obra. Conforme os cenários apresentados, o mercado de recuperação florestal aqui estudado atingirá um máximo de 215 mil pessoas empregadas no ano 2030, com a seguinte distribuição de cargos por modelos de recomposição:

Figura 19 – Quantidade de trabalhadores requerida por modelo de recomposição



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Biodendro

Diversos especialistas afirmam que o problema de mão de obra nesse setor não é de capacitação, mas sim de disponibilidade de pessoas. Além do processo de mecanização – que substituiu boa parte da mão de obra que migrou para centros urbanos –, atualmente os salários do setor rural, em comparação com os demais setores (indústria, comércio), têm ficado menos atrativos.

Nesse contexto, diversas iniciativas têm sido desenvolvidas no sentido de investir em novas máquinas, implementos e tecnologias, de forma a reduzir os custos e a demanda por mão de obra (EMBRAPA, Programa Cooperativo sobre Mecanização e Automação Florestal – PCMAF). Acredita-se que a escala de produção necessária para atingir a expansão esperada por esse estudo viabilizará o desenvolvimento de novos equipamentos adaptados à realidade florestal.

11.4 Experiências Anteriores com o Desenvolvimento de Polos Florestais

Nos anos 1990, foi lançado o projeto Floram, que era um plano nacional de reflorestamento elaborado por critérios múltiplos e destinado a funções diversificadas, comportando implantação de fitomassa, reflorestamento ecológico, reflorestamento corretivo e reservas de matéria-prima para utilização racionalizada.

Na visão dos idealizadores do projeto, os diferentes tipos de espaços geográficos e sociais que compõem o território brasileiro demandam planos regionais sob tratamentos inteiramente diversificados. Além disso, para a elaboração de um plano nacional de reflorestamento, é fundamental um cruzamento entre os conhecimentos sobre as condições ambientais dos espaços com as formas vigentes de atividades, pressões demográficas e de infraestruturas instaladas[105].

[105] Ab'Saber, A. (1990). "Um plano diferencial para o Brasil". *Estudos Avançados*, Universidade de São Paulo, Vol. 4, N. 9.

- Algumas das estratégias do Projeto Floram eram[106]:Reflorestamento para reversão do efeito estufa (entre elas desenvolver metodologias para megarreflorestamentos para a escala do Brasil);
- Conservação dos ecossistemas regionais, destacando-se a identificação de áreas importantes para conservação e gerenciamento de recursos naturais;
- Reflorestamento e uso do solo, com integração da atividade florestal com a produção agropecuária;
- Reflorestamento em nível industrial;
- Uso energético da madeira;
- Integrar o reflorestamento no desenvolvimento nacional brasileiro através de instituições, empresas e cooperativas.

Em 2010, Pela[107] realizou um estudo avaliando o projeto Floram 20 anos depois de seu lançamento. A autora constatou que o reflorestamento nos últimos 20 anos estava aquém do que o Floram estabelecera. Apesar disso, a maior contribuição havia sido realizada pelo setor privado, principalmente pelos setores de papel e celulose e siderúrgico, motivado pela necessidade de matéria-prima, sendo o pinus e o eucalipto as espécies predominantes.

Os autores e colaboradores do Floram reconhecem que a principal importância do projeto foi a de divulgar a preocupação com a sustentabilidade ambiental, mas destacam que sua implantação foi tímida ou mesmo nula. No mesmo sentido, os representantes das empresas consultadas apontam para o fato de que o Floram não influenciou o reflorestamento, mas sim que este foi realizado de acordo com a expansão dos setores de papel e celulose e siderúrgico.

As principais causas apontadas para a baixa adesão ao projeto foram a falta de mecanismos financeiros que suportassem o projeto, a falta de apoio político e a possibilidade de gerar excedente de madeira. Em relação à falta de mecanismos financeiros, este ocorreu devido ao fato do projeto não contar com aprovação do governo federal na época, o que acarretou baixa divulgação e não realização de políticas públicas voltadas para essa finalidade. Já a baixa adesão por conta da possibilidade de gerar madeira em excesso decorreu da falta de previsão do consumo da madeira e/ou desenvolvimento da indústria que utilizaria a madeira como matéria-prima, denotando falta de visão da cadeia produtiva por parte do setor.

O fator primordial para a não implementação do projeto Floram foi a ausência de evidências sobre a sua viabilidade econômica, através de mecanismos financeiros claros que incentivassem o desenvolvimento da cadeia produtiva da madeira, como móveis, MDF e serrarias[108].

---

[106] Coelho et al. (1990). "Projeto Floram: estratégias e planos de ação". *Estudos Avançados*, Universidade de São Paulo, Vol. 4, N. 9.

[107] Pela, S. K. (2010). *Florestamento e reflorestamento no Brasil: uma análise do Projeto Floram*. Dissertação de mestrado, FEA/USP.

[108] _____. *Florestamento e reflorestamento no Brasil: uma análise do Projeto Floram*. Dissertação de mestrado, FEA/USP.

11.5 Valor da Terra

Outra discussão importante para este estudo de viabilidade relaciona-se à inclusão, ou não, dos valores das áreas a serem recuperadas como investimentos iniciais no modelo. Nesse sentido, dois argumentos são importantes:

a) Exclusão do valor dessas áreas como investimento inicial devido ao baixo custo de oportunidade dessas terras. Alguns estudos consideram que as áreas de Reserva Legal possuem custo de oportunidade zero, não devendo ser, portanto, incluído na análise[109];

b) Inclusão do valor dessas áreas como investimento inicial considerando o valor residual das áreas recuperadas como potencial de valorização dessas áreas ao final do período.

Neste estudo considerou-se, de forma conservadora, o primeiro argumento para a análise de viabilidade. Isso significa que, de maneira intencional, subestima o potencial de valorização que pode surgir com a recuperação das áreas e, ademais, o potencial mercado que surgirá com o *enforcement* da legislação (segundo argumento).

Além do argumento da baixa rentabilidade dessas áreas, que parece plausível dado o estado geral de conservação do passivo de RL, não se considerou o custo da terra, principalmente devido ao desconhecimento da localização dessas áreas. Conforme explicitado no início deste estudo, foram consideradas as estimativas do trabalho de Soares-Filho e as estimativas geradas a partir do Censo Agropecuário de 2006. Um exercício futuro poderia estimar o valor dessas áreas com base no levantamento do CAR e nas informações sobre a produtividade dessas terras da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE.

11.6 Financiamento de Projetos de Recuperação

Com base na listagem realizada pelo Guia de Financiamento Florestal (GFF)[110], divulgado pelo Serviço Florestal Brasileiro, foram levantadas as principais oportunidades de financiamento da atividade de recuperação florestal atualmente em vigor. Dentre elas, destacam-se:

(i) Programa de Financiamento à Conservação e Controle do Meio Ambiente – FNE VERDE: Linha disponibilizada pelo Banco do Nordeste e que se destina ao financiamento de atividades produtivas com ênfase na conservação ambiental e itens de proteção ambiental das atividades produtivas em geral – como manejo florestal e reflorestamento, incluindo elaboração de projetos de financiamento e reflorestamento para fins energéticos e madeireiros. Os principais beneficiários são produtores rurais de pessoas físicas ou jurídicas da região Nordeste. O programa financia investimentos fixos e semifixos – com taxa de juros de 8,53% a.a. – e capital de giro, custeio ou comercialização – com taxas variando de 7,65% a.a. a 10% a.a. e de 8,24% a.a. a 11,18% a.a. para agentes do setor rural e demais setores, respectivamente. Especificamente para o setor rural, o prazo de pagamento se estende até 12 anos, com carência de 4 anos; para os beneficiários dos demais setores, o prazo de 12 anos pode ser ampliado para mais de 20 anos;

[109] Mas detalhes ver http://www.nature.org/media/brasil/manual-de-restauracao-florestal.pdf
[110] Brasileiro, SFB – Serviço Florestal. *Guia de financiamento florestal*. Brasília: SFB, 2013.

(ii) Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC): Disponibilizada pelo Banco do Brasil e com abrangência em todo o território nacional, é voltada para produtores rurais e cooperativas que realizam ampliação da área de florestas cultivadas e atividades de recuperação de áreas degradadas. As taxas de juros são de 7,50% a.a. para os beneficiários do Pronamp (médio produtor) e de 8% a.a. para os demais beneficiários, e o prazo de pagamento varia de acordo com o projeto – recomposição e manutenção de Áreas de Preservação Permanente ou de Reserva Legal, por exemplo, possuem prazo de até 12 anos, incluídos até 8 anos de carência, podendo ser estendidos para até 15 anos se a espécie florestal assim o justificar;

(iii) FNO–Biodiversidade – Reserva Legal APP: Linha de financiamento do programa FNO–Biodiversidade, disponibilizada pelo Banco da Amazônia e destinada a empreendimentos voltados para a regularização e recuperação de áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente degradadas das propriedades rurais – tais como projetos de reflorestamento compostos de um mix de espécies madeireiras (castanha-do-pará, andiroba, copaíba, cedro, mogno, dentre outras) e projetos de sistemas agroflorestais. Pode ser utilizada por pessoas físicas e jurídicas do setor rural da região Norte, bem como por indivíduos localizados na Amazônia e não contemplados pelo Pronaf. A depender da receita bruta do beneficiário, as taxas de juros voltadas para operações de investimento vão de 7,65% a.a. a 10% a.a. (com prazo de pagamento de até 12 anos, incluída a carência), enquanto que para as operações de custeio são cobradas taxas de 8,82% a.a. a 12,35% a.a. (prazo de até 2 anos para pagamento); especificamente para as operações florestais, os encargos são de 8,53% a.a.;

(iv) FNO – Biodiversidade – Uso alternativo do solo: Também disponibilizada pelo Banco da Amazônia, trata-se de uma linha alternativa de financiamento do programa FNO–Biodiversidade destinada às atividades de manejo florestal sustentável, reflorestamento com essências florestais nativas e/ou exóticas, sistemas agroflorestais, integração lavoura-pecuária-floresta, serviços ambientais, dentre outros. Os encargos financeiros e prazos de pagamento são idênticos ao do FNO–Biodiversidade – Reserva Legal APP;

(v) Apoio ao Reflorestamento, Recuperação e Uso Sustentável das Florestas (BNDES Florestal): Disponibilizada pelo BNDES e voltada especificamente para empresas, associações e fundações e empresários individuais – de todo o país –, essa linha visa ao apoio às atividades de reflorestamento, conservação e recuperação florestal de áreas degradadas ou convertidas, bem como a projetos de uso sustentável de áreas nativas na forma de manejo florestal. O financiamento pode ocorrer de duas formas, a saber: a) Financiamento ao plantio de espécies florestais para fins energéticos e/ou de oxirredução com externalidades positivas ambientais – que dizem respeito a empreendimentos que reduzam a pressão sobre matas nativas por intermédio do suprimento de madeira na cadeia produtiva dos setores de ferro gusa, ferro ligas, produtos cerâmicos e cal; e b) Financiamento ao reflorestamento de áreas degradadas ou convertidas e ao manejo florestal – destinado às iniciativas de plantios de espécies florestais nativas para conservação e recuperação de áreas degradadas ou convertidas, inclusive APP e RL, e manejo florestal sustentável de áreas nativas. Para operações feitas diretamente com o BNDES, as taxas de juros são computadas de acordo com o custo financeiro, remuneração básica do BNDES e taxa de risco de crédito para micro, pequenas e médias empresas, enquanto que para média-grande e grandes

empresas o total de encargos equivale à remuneração básica do BNDES mais a taxa de risco de crédito. No que tange ao prazo, os projetos de plantio de espécies florestais podem ser pagos em até 11 anos; para os empreendimentos de reflorestamento de áreas degradadas ou convertidas e para o manejo florestal o prazo é de até 15 anos;

(vi) Apoio a investimentos no meio ambiente: Também disponibilizada pelo BNDES, a linha fornece recursos para diversas iniciativas, dentre as quais se destacam os empreendimentos de recuperação de áreas de APP e RL degradadas ou utilizadas para outros fins. Os beneficiários, encargos financeiros e prazos de pagamento são os mesmos da linha do BNDES Florestal, explicitada anteriormente.

O detalhamento referente às seis principais linhas de crédito voltadas aos empreendimentos de recuperação florestal – com respectiva caracterização dos beneficiários, taxas de juros, prazos de pagamento, abrangência e instituição financeira responsável – encontra-se no quadro exposto abaixo:

Quadro 1 – Principais linhas de financiamento das atividades de recuperação florestal

Linha de Crédito	Beneficiários	Finalidade	Taxa de juros (% a.a)	Prazo	Abrangência	Agente Financeiro
FNE Verde	Produtores rurais, suas cooperativas e associações; empresas rurais, industriais, agroindustriais, comerciais e de prestação de serviços	Manejo Florestal Sustentável, Recuperação de APP e RL, Silvicultura, outros	**Operações florestais - financiamento destinado a projetos de conservação e proteção do meio ambiente, recuperação de áreas degradadas ou alteradas e desenvolvimento de atividades sustentáveis** 1. Todos os portes: 8,53% a.a. **Para capital de giro, custeio ou comercialização isolado:** 1. Beneficiários do setor rural - Grandes produtores rurais e suas cooperativas em operações "à própria": 10% a.a.; Médios produtores rurais e suas cooperativas em operações "à própria": 8,53%; Demais produtores e suas cooperativas em operações "à própria": 7,65% 2. Beneficiários dos demais setores: Micro, Pequena, Pequena-média e Média Empresa: 8,24%; Grande empresa: 11,18% Bônus de Adimplência: 15% sobre os encargos financeiros	**Setor rural:** 1. Investimentos fixos e mistos: até 12 anos, incluída carência de até 4 anos 2. Investimentos semi fixos: até 8 anos, incluída carência de até 3 anos. **Setores Não-Rurais** (Investimentos fixos e mistos) - até 12 anos, incluídos até 4 anos de carência. Esses prazos poderão ser ampliados: 1. Para até 20 anos (incluinda carência de até 8 anos) para os projetos de sistemas agrossilvopastoris/florestais, recuperação de áreas degradadas, geração de energia a partir de fontes renováveis 2. Para até 20 anos (com carência de até 12 anos) para projetos de recuperação de áreas de reserva legal e preservação permanente degradadas, com culturas de longo ciclo de maturação; 3. Para até 16 anos (com carência de até 7 anos) para projetos de florestamento e reflorestamento	Região Nordeste: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Norte de Minas Gerais, Norte do Espírito Santo, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe	Banco do Nordeste do Brasil (BNB)
Programa ABC	Produtores rurais (pessoas físicas ou jurídicas) e suas cooperativas	Redução das emissões de gases de efeito estufa oriundas das atividades agropecuárias; Redução do desmatamento; Aumento da produção agropecuária em bases sustentáveis; Adequação das propriedades rurais à legislação ambiental; Ampliação da área de florestas cultivadas, estímulo à recuperação de áreas degradadas.	**Beneficiários do Pronamp**: juros efetivos de 7,5% a.a. **Demais**: juros efetivos de 8,0% a.a.	**Implantação de viveiros de mudas florestais**: até 5 anos, incluídos até 2 anos de carência; **Investimentos destinados à adequação ao sistema de agricultura orgânica e à recuperação de pastagens e de sistemas produtivos de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta:** até 8 anos, incluídos até 3 anos de carência, podendo ser estendido a até 12 anos, quando a componente florestal estiver presente; ·**projetos para implantação e manutenção de florestas comerciais e para produção de carvão vegeta**l: até 12 anos, incluídos até 8 anos de carência, não podendo ultrapassar 6 (seis) meses da data do primeiro corte. O prazo pode ser estendido para até 15 anos, quando a espécie florestal assim o justificar; ·**projetos para recomposição e manutenção de áreas de preservação permanente ou de reserva legal:** até 15 anos, incluídos até 1 ano de carência; ·**projetos para implantação e manutenção de florestas de dendezeiro:** até 12 anos, incluídos até 6 anos de carência; -**demais financiamentos não enquadráveis nas seções anteriores**: até 10 anos, incluídos até 5 anos de carência.	Nacional	Banco do Brasil

Fonte: Levantamento dos autores

Linha de Crédito	Beneficiários	Finalidade	Taxa de juros (% a.a)	Prazo	Abrangência	Agente Financeiro
FNO Biodiversidade - Reserva legal APP	Pessoas físicas e jurídicas de direito privado do setor rural; e Populações tradicionais da Amazônia não contempladas pelo Pronaf	Recuperação de APP e RL	**Investimento (produtor rural e suas cooperativas):** 1. Receita Bruta ate R$ 16 milhões- 7,65% a.a.; 2. Receita Bruta acima de R$ 16 milhões ate R$ 90 milhões- 8,53% a.a; 3. Receita Bruta acima de R$ 90 milhões - 10% a.a **Custeio (produtor rural e suas cooperativas):** 1. Receita Bruta ate R$ 16 milhões- 8,82% a.a.; 2. Receita Bruta acima de R$ 16 milhões ate R$ 90 milhões- 10,29% a.a; 3. Receita Bruta acima de R$ 90 milhões – 12,35% a.a **Operações Florestais (todos)**: 8,53% a.a.	**Investimento fixo ou misto:** até 12 anos, incluída a carência, podendo, para culturas de longo ciclo de maturação, ser estendido a até 20 anos, incluída a carência de até 12 anos, de acordo com o prazo necessário inerente à cada espécie, desde que justificado pela assistência técnica e comprovado pelo Banco da Amazônia; **Semifixo**: até 10 anos, incluída a carência de até 6 anos; e **Custeio e/ou comercialização**: até 2 anos.	Região Norte do Brasil.	Banco da Amazônia S.A.
FNO - Biodiversidade - Uso alternativo do solo	Pessoas físicas e jurídicas de direito privado do setor rural; e Populações tradicionais da Amazônia não contempladas pelo Pronaf	Manejo florestal sustentável;reflorestamento com essências florestais nativas e/ou exóticas, sistemas agroflorestais (SAF); Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF); Serviços ambientais; fauna silvestre; plantas medicinais e aromáticas; proteção, preservação, recuperação e utilização sustentável de mananciais.	**Investimento (produtor rural e suas cooperativas):** 1. Receita Bruta ate R$ 16 milhões- 7,65% a.a.; 2. Receita Bruta acima de R$ 16 milhões ate R$ 90 milhões- 8,53% a.a; 3. Receita Bruta acima de R$ 90 milhões - 10% a.a **Custeio (produtor rural e suas cooperativas):** 1. Receita Bruta ate R$ 16 milhões- 8,82% a.a.; 2. Receita Bruta acima de R$ 16 milhões ate R$ 90 milhões- 10,29% a.a; 3. Receita Bruta acima de R$ 90 milhões – 12,35% a.a **Operações Florestais (todos)**: 8,53% a.a.	**Investimento fixo ou misto:** até 12 anos, incluída a carência, podendo, para culturas de longo ciclo de maturação, ser estendido a até 20 anos, incluída a carência de até 12 anos, de acordo com o prazo necessário inerente à cada espécie, desde que justificado pela assistência técnica e comprovado pelo Banco da Amazônia; **Semifixo**: até 10 anos, incluída a carência de até 6 anos; e **Custeio e/ou comercialização**: até 2 anos.	Região Norte do Brasil.	Banco da Amazônia S.A.
BNDES - Apoio ao Reflorestamento, Recuperação e Uso Sustentável das Florestas	Sociedades com sede e administração no país; empresários individuais; associações e fundações; pessoas jurídicas de direito público	Apoio ao reflorestamento, à conservação e à recuperação florestal de áreas degradadas ou convertidas, e ao uso sustentável de áreas nativas na forma de manejo florestal.	**Custo financeiro**: Micro, pequenas e médias empresas: mínimo TJLP **Remuneração básica do BNDE**S: 1. Micro, pequenas e médias empresas: a partir de 1,5% a.a. 2. Média-grandes e grandes empresas: A partir de 1,2 % a.a. **Taxa de risco de crédito**: Micro, pequenas e médias empresas: 1% a.a. para Estados, Municípios e Distrito Federal ou até 4,18% a.a., conforme o risco de crédito do cliente (*)	Financiamento ao plantio de espécies florestais para fins energéticos e/ou de oxirredução com Externalidades Positivas Ambientais: até 11 anos. Financiamento ao reflorestamento de áreas degradadas ou convertidas e ao manejo florestal: até 15 anos.	Todo o território nacional.	BNDES
BNDES - Apoio em investimentos em meio ambiente	Sociedades com sede e administração no país; empresários individuais; associações e fundações; pessoas jurídicas de direito público	Apoio a investimentos envolvendo saneamento básico, eco-eficiência, racionalização do uso de recursos naturais, mecanismo de desenvolvimento limpo, recuperação e conservação de ecossistemas e biodiversidade, sistemas de gestão e recuperação de passivos ambientais.	**Custo financeiro**: Micro, pequenas e médias empresas: mínimo TJLP **Remuneração básica do BNDE**S: 1. Micro, pequenas e médias empresas: a partir de 1,5% a.a. 2. Média-grandes e grandes empresas: A partir de 1,2 % a.a. **Taxa de risco de crédito**: Micro, pequenas e médias empresas: 1% a.a. para Estados, Municípios e Distrito Federal ou até 4,18% a.a., conforme o risco de crédito do cliente (*)	Determinado em função da capacidade de pagamento do empreendimento, da empresa ou do grupo econômico.	Todo o território nacional.	BNDES

(*) Operação direta no BNDES. Taxa de juros = Custo financeiro + Remuneração básica do BNDES + Taxa de risco de crédito

Fonte: Levantamento dos autores

12 Remoção de Carbono

Neste estudo foi avaliada a remoção de carbono da atmosfera pelas áreas recuperadas no âmbito desse programa até o horizonte de 2030. Essa avaliação levou em conta o carbono presente na biomassa acima do solo, excluindo aquele presente nas raízes e serapilheira. Os cálculos foram feitos para o cenário 4 (base).

As quantidades de carbono removidas da atmosfera anualmente, para cada grupo de espécies (com base na velocidade de seu crescimento), foram estimadas a partir de dados secundários[111] e ajustados para os diferentes ciclos de crescimento proporcionalmente ao Incremento Médio Anual (IMA) de cada grupo (Tabela 40).

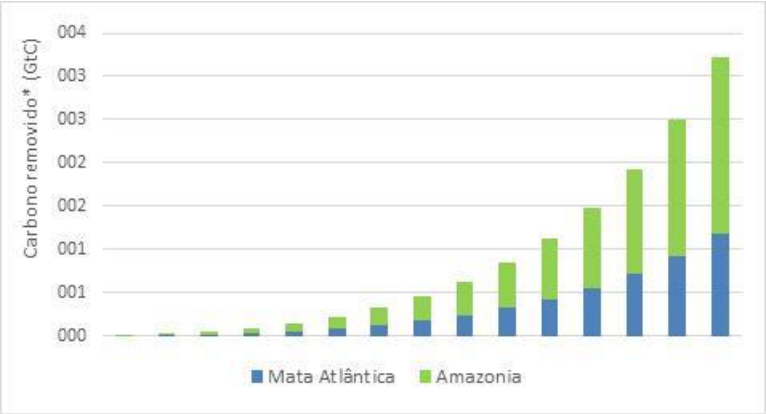
Tabela 40 – Estimativa de remoção de carbono para cada grupo de espécies

Grupo de espécies	Carbono removido por ano por indivíduo e por ciclo (tC/a/indiv.)				
	Ciclo 7	Ciclo 14	Ciclo 21	Ciclo 35	Geral
Rápido	0,0142	0,0156			0,01563
Rápido (Eucalipto)	0,0011	0,0012	0,0136		0,01364
Moderado	0,0193	0,0226	0,0258	0,0290	0,02900
Lento			0,0303	0,0350	0,03500

Fonte: CO_2 Consulting

A quantidade total de carbono removida foi obtida pelo produto entre as estimativas por indivíduo/ano e a quantidade de árvores por grupo plantadas por modelo por hectares e a área a recompor (em hectares) por ano conforme cronograma de implantação apresentado. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 20.

Figura 20 – Quantidade de carbono removido pelas áreas recompostas (cenário 4) até o ano 2030



Nota: Sem replantio

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CO_2 Consulting

[111] Balbinot et allis. "Estoque de carbono em plantações de Pinus Spp. em diferentes idades no Sul do Paraná". *Floresta*, v. 38, n. 2, abr./jun. de 2008.; Maestri et allis. "Viabilidade de um projeto florestal de *Eucalyptus Grandis* considerando o sequestro de carbono". *Floresta*, v. 34(3), set/dez. de 2004, 347-360; Bartholomeu et allis. *Levantamento de estimativas de absorção de carbono por florestas nativas e comerciais no Brasil*, ESALQ, 2007; Oliveira, F. Monodominância de aroeira. Dissertação de mestrado, 2011.

Observa-se que, apesar dos cortes das espécies de crescimento rápido e moderado previstos para ocorrerem com idade entre 7 e 14 anos, o efeito dos cortes sobre o total de carbono removido é quase imperceptível devido à quantidade muito grande de área a ser implantada nos anos finais (próximo de 2030). O total de carbono removido da atmosfera chegará a 3,22 $GtCO_2$, de acordo com os cálculos realizados.

APÊNDICES

Apêndice 1. Metodologia da Estimativa do Passivo da Reserva Legal

A estimativa do passivo de Reserva Legal foi feita usando dados municipais do Censo Agropecuário 2006 do IBGE e a definição do tamanho do módulo fiscal do município de acordo com o Incra[112], além de dados geográficos do MMA e Inpe.

A partir de dados do Censo Agropecuário 2006 e do Incra (definição do tamanho do módulo fiscal no município), obteve-se, para cada município, a área total dos estabelecimentos agropecuários de tamanho superior a 4 módulos fiscais (MF) e a área total de matas e/ou florestas[113] nesses estabelecimentos agropecuários. Esses estabelecimentos foram desagregados do conjunto de estabelecimentos através dos dados das 17 categorias de tamanho de estabelecimento:

1. Mais de 0 a menos de 0,1 ha;
2. De 0,1 a menos de 0,2 ha;
3. De 0,2 a menos de 0,5 ha;
4. De 0,5 a menos de 1 ha;
5. De 1 a menos de 2 ha;
6. De 2 a menos de 3 ha;
7. De 3 a menos de 4 ha;
8. De 4 a menos de 5 ha;
9. De 5 a menos de 10 ha;
10. De 10 a menos de 20 ha;
11. De 20 a menos de 50 ha;
12. De 50 a menos de 100 ha;
13. De 100 a menos de 200 ha;
14. De 200 a menos de 500 ha;
15. De 500 a menos de 1000 ha;
16. De 1000 a menos de 2500 ha;
17. De 2500 ha e mais.

[112] O módulo fiscal vigente de cada município foi fixado pelos seguintes atos normativos: Instruções Especiais/Incra nº 19/80, 20/80, 23/82, 27/83, 29/84, 33/86 e 37/87; Portaria/Mirad nº 665/88, 33/89 e MA nº 167/89; Instrução Especial/Incra nº 32/90; Portaria Interministerial MF/MA nº 308/91; MF nº 404/93; Instrução Especial Incra nº 51/97; e Instrução Especial Incra nº 01/2001.

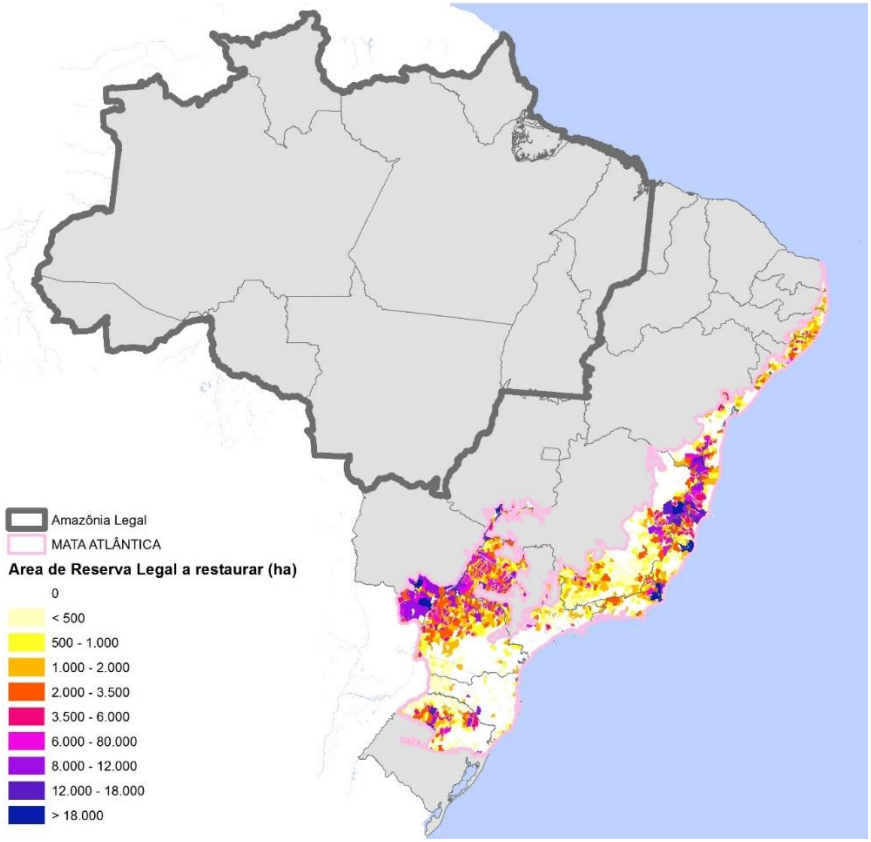
[113] Soma das áreas (em hectares) nos estabelecimentos agropecuários identificados como: matas e/ou florestas – naturais destinadas à Preservação Permanente ou Reserva Legal; matas e/ou florestas – naturais (exclusive Área de Preservação Permanente e as em sistemas agroflorestais; matas e/ou florestas – florestas plantadas com essências florestais).

Para estabelecimentos cuja categoria de tamanho inclui o limite de 4 MF, adotou-se uma distribuição linear do tamanho dos estabelecimentos dentro do intervalo de tamanhos daquela categoria de modo a separar qual percentual daqueles estabelecimentos se enquadraria abaixo do limite de 4 MF. Esse percentual foi multiplicado por um coeficiente 2, considerando a possibilidade de arbitragem de um proprietário de terras para que estas se enquadrem dentro dos limites de uma pequena propriedade.

O bioma de cada município foi definido através da sobreposição dos dados geográficos de municípios do IBGE (malha municipal digital 2005 – escala 1:1.000.000) com de biomas do MMA (Biomas do Brasil – escala 1:5.000.000). O percentual de Reserva Legal necessário em cada município foi obtido através de uma média ponderada entre os percentuais descritos na Lei nº 12.651/2012 e os biomas daquele município.

Os resultados obtidos nos biomas podem ser visualizados nas Figuras 21 e 22[114] abaixo:

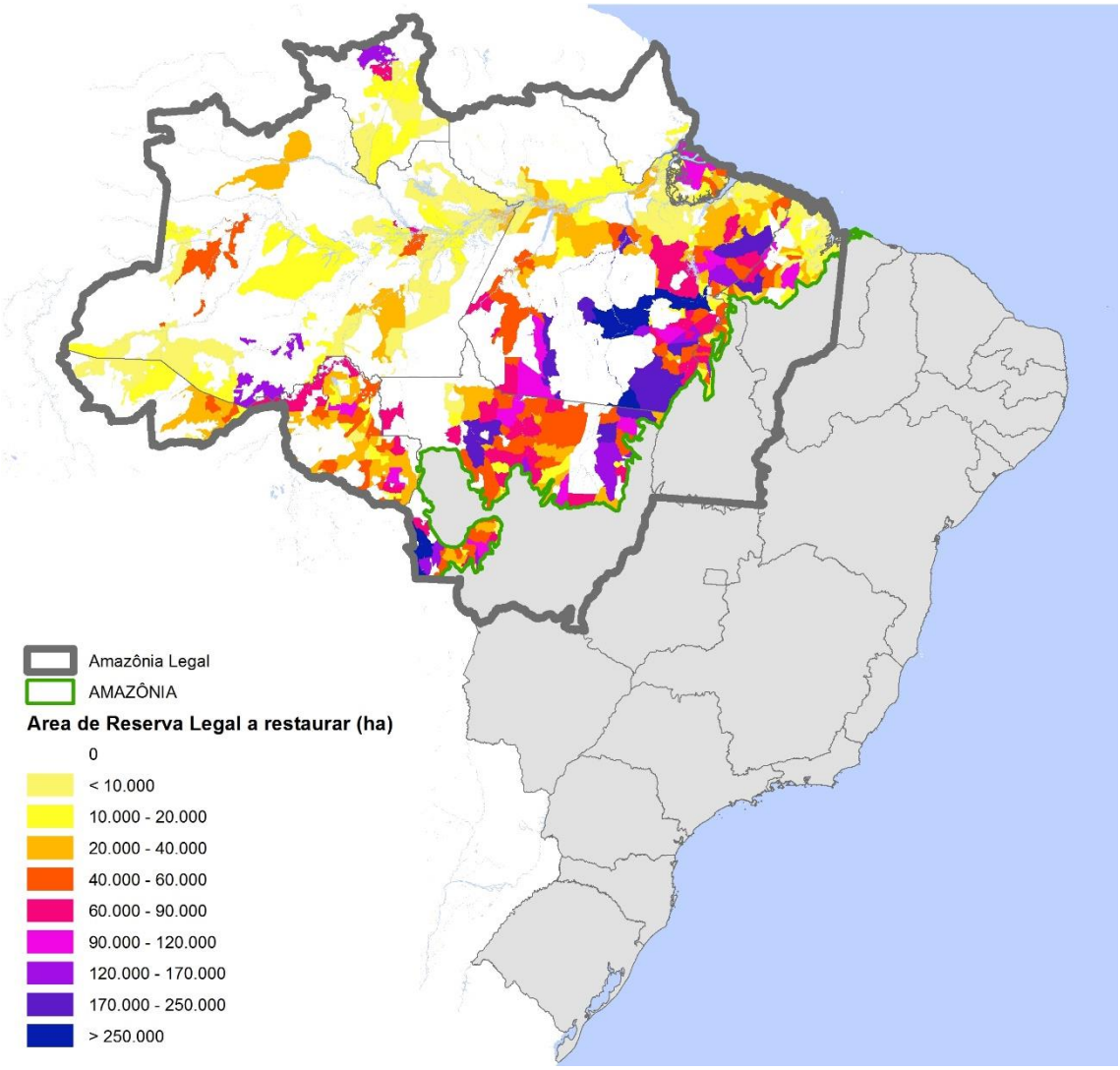
Figura 21 – Localização do passivo de Reserva Legal no bioma Mata Atlântica



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo Agropecuário 2006

[114] Terras indígenas, unidades de conservação, áreas urbanas e massas-d'água foram excluídas da área total do município para a elaboração da figura.

Figura 22 – Localização do passivo de Reserva Legal no bioma Amazônico



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo Agropecuário 2006

Apêndice 2. Modelos

A.2.1 Modelo 2

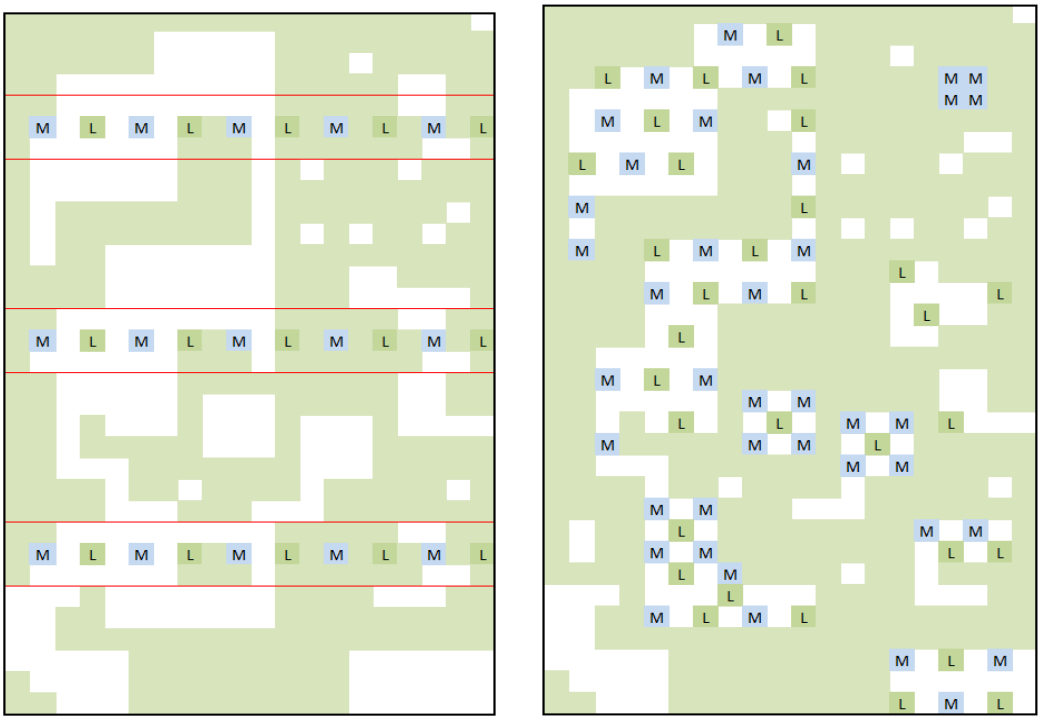
Tabela 41 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte do Modelo 2

Descritores	Modelo 2 – "Condução" + enriquecimento (Planaveg 3)		
	Moderado	Lento	Totais
% de árvores na área	12,5%	12,5%	25,0%
Número de árvores	208	208	**417**
Etapa de corte	**Primeiro**	**Segundo**	
Idade	**21**	**35**	
% de exploração do grupo	**100%**	**100%**	
Árvores remanescentes	208	0	
Volume (m^3)	**53**	**55**	**107**

Fonte: Biodendro

Descrição: Plantio de 417 mudas/ha de espécies nativas em faixa ou em preenchimento, 50% de crescimento moderado e 50% de crescimento lento. Corte da madeira do primeiro grupo (moderado) aos 21 anos e do segundo grupo (lento) aos 35 anos.

Figura 23 – Desenho esquemático do Modelo 2



"Em faixa" "Preenchimento"

Condição inicial da área:50 a 80% de regeneração natural

LEGENDA:
M : espécie de crescimento moderado
L : espécie de crescimento lento
: regeneração natural de vegetação nativa
Letras em ermelho: árvores cortadas

A.2.2 Modelo 3

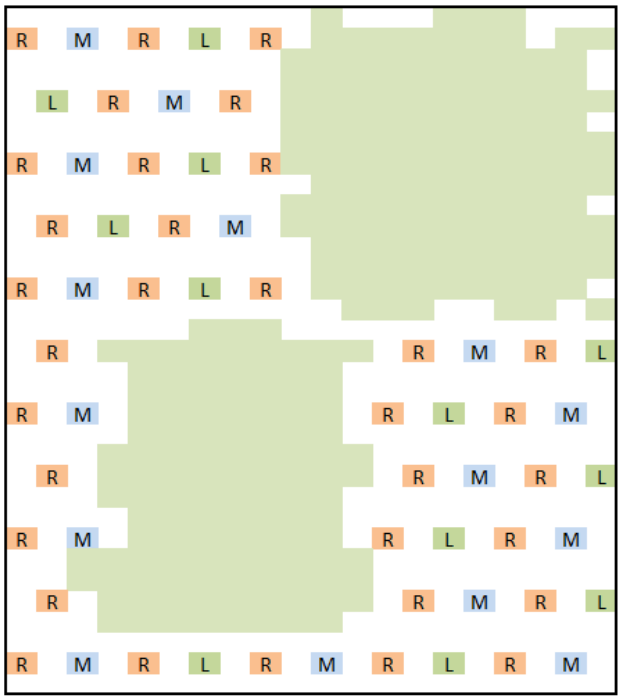
Tabela 42 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte do Modelo 3

Descritores	Modelo 3 – Adensamento + enriquecimento (Planaveg 2)			
	Rápido	Moderado	Lento	Totais
% de árvores na área	25,0%	12,5%	12,5%	50,0%
Número de árvores na área	417	208	208	**834**
Etapa de corte	**Primeiro**	**Segundo**	**Terceiro**	
Idade de corte (anos)	**14**	**21**	**35**	
% de exploração do grupo	**100%**	**100%**	**100%**	
Árvores remanescentes (n)	417	208	0	**625**
Volume (m³)	**87,52**	**52,51**	**54,70**	**194,73**

Fonte: Biodendro

Descrição: Plantio de 833 mudas de espécies nativas por hectare, com 50% de rápido crescimento; 25% de moderado, 25% de lento. O corte da madeira deve ocorrer com a exploração de 100% do primeiro grupo (rápido) aos 14 anos, 100% do grupo das espécies de crescimento moderado aos 21 anos e mais 100%, aos 35 anos, das espécies de crescimento lento. Alternativamente, pode-se extrair 50% das espécies do primeiro grupo de crescimento (rápido) logo aos 7 anos.

Figura 24 – Desenho esquemático do Modelo 3



LEGENDA:

R	:	espécie de rápido crescimento
M	:	espécie de crescimento moderado
L	:	espécie de crescimento lento
	:	regeneração natural de vegetação nativa

Fonte: Biodendro

A.2.3 Modelo 4

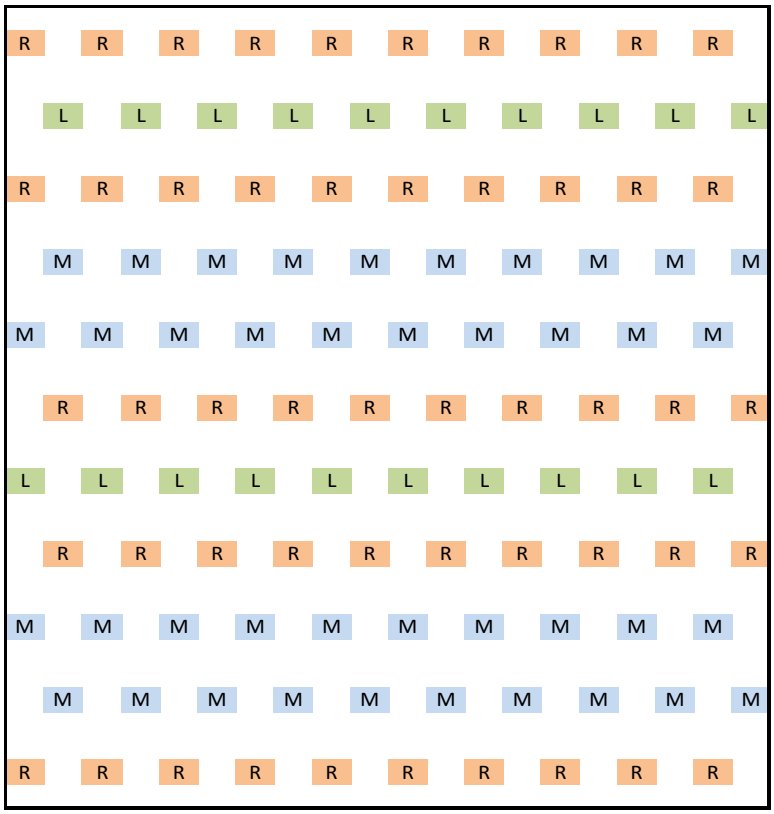
Tabela 43 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte do Modelo 4

Descritores	Modelo 4 – Plantio em área total com sementes (Planaveg 1 adaptado sementes)				
	Rápido (sementes)	Moderado (sementes)	Moderado (sementes)	Lento (sementes ou mudas)	Totais
% de árvores na área	40,0%	20,0%	20,0%	20,0%	100,0%
Número de árvores na área	667	333	333	333	**1.667**
Etapa de corte	**Primeiro**	**Segundo**	**Terceiro**	**Quarto**	
Idade de corte (anos)	**7**	**14**	**21**	**35**	
% de exploração do grupo	**100%**	**50%**	**50%**	**100%**	
Árvores remanescentes (n)	1000	667	333	0	
Volume (m³)	**63,01**	**49,01**	**84,02**	**87,52**	**283,56**

Fonte: Biodendro

Descrição: Plantio de sementes de espécies de crescimento rápido (40%), moderado (40%) e lento (20%). Avaliar o estabelecimento das plantas semeadas; se necessário, realizar o plantio das espécies de crescimento moderado e lento para adequar a proporção. Corte aos 7 anos, com exploração de 100% das espécies de rápido crescimento, posteriormente aos 14 e 21 anos com 50% em cada ciclo do total de espécies de crescimento moderado e, por fim, aos 35 anos, das espécies de crescimento lento.

Figura 25 – Desenho esquemático do Modelo 4



LEGENDA:

R : espécie de rápido crescimento
M : espécie de crescimento moderado
L : espécie de crescimento lento
: regeneração natural de vegetação nativa

Fonte: Biodendro

A.2.4 Modelo 5

Tabela 44 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte do Modelo 5

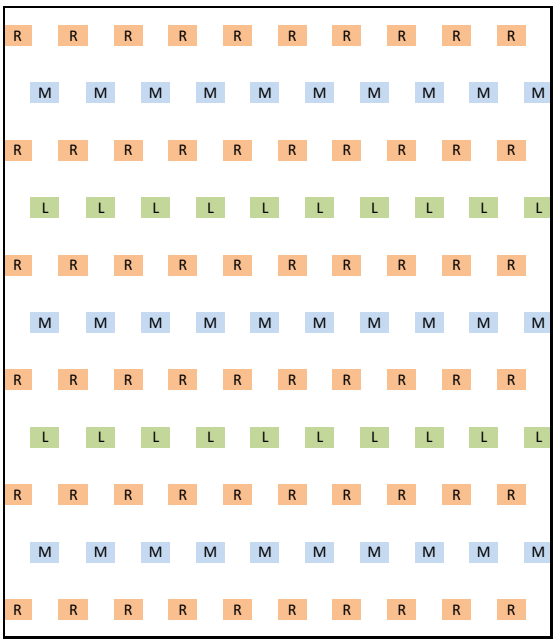
Descritores	Modelo 5 – Plantio em área total com mudas nativas (Planaveg 1 – MUD)				
	Rápido	Rápido	Moderado	Lento	Totais
% de árvores na área	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	100,0%
Número de árvores na área	417	417	417	417	1667
Etapa de corte	**Primeiro**	**Segundo**	**Terceiro**	**Quarto**	
Idade de corte (anos)	**7**	**14**	**21**	**35**	
% de exploração do grupo	**100%**	**50%**	**50%**	**100%**	
Árvores remanescentes (n)	1250	834	417	0	
Volume (m³)	**39,38**	**87,52**	**253,80**	**109,40**	**490,10**

Fonte: Biodendro

Descrição: Nesse modelo, os grupos estão distribuídos em 50% de espécies de crescimento rápido, 25% de espécies de crescimento moderado e mais 25% de espécies de crescimento lento. Primeiro corte com metade das pioneiras, ou 25% do total de árvores do sistema, aos 7 anos; o segundo corte aos 14 anos com a retirada do restante (+ 25%) das espécies de rápido crescimento. Corte das árvores de crescimento moderado aos 21 anos e as de crescimento lento aos 35 anos.

Alternativa: Distribuição equitativa entre os grupos rápido, moderado e lento. Nesse caso, cada um contribuiria com 33,3% ou 556 mudas/ha.

Figura 26 – Desenho esquemático do Modelo 5



LEGENDA:

R	:	espécie de rápido crescimento
M	:	espécie de crescimento moderado
L	:	espécie de crescimento lento
	:	regeneração natural de vegetação nativa

Fonte: Biodendro

A.2.5 Modelo 6

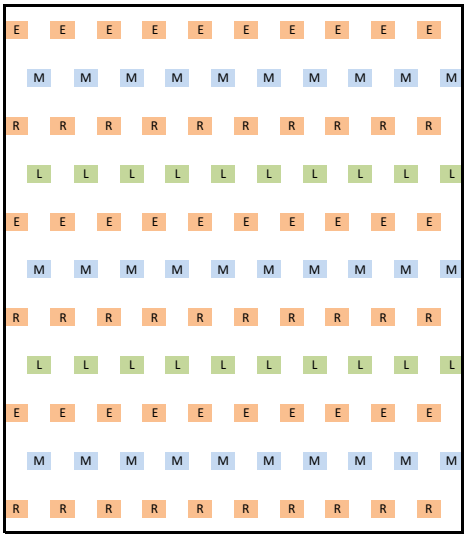
Tabela 45 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte do Modelo 6

Descritores	Modelo 6 – Plantio em área total com 25% de eucalipto como pioneira (Planaveg 1 ad – 25% E)				
	Rápido (Eucalipto)	**Rápido**	**Moderado**	**Lento**	**Totais**
% de árvores na área	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	100,0%
Número de árvores na área	417	417	417	417	1667
Etapa de corte	**Primeiro**	**Segundo**	**Terceiro**	**Quarto**	
Idade de corte (anos)	**7**	**14**	**21**	**35**	
% de exploração do grupo	**100%**	**50%**	**50%**	**100%**	
Árvores remanescentes (n)	1250	834	417	0	
Volume (m³)	**67,10**	**87,52**	**253,80**	**109,40**	**517,81**

Fonte: Biodendro

Descrição: O modelo propõe a utilização do eucalipto em 50% do plantio como espécie pioneira, de modo a cumprir a função de sombreadora das demais no início de estabelecimento do sistema. O período e intensidade de corte se mantém como o modelo anterior, aos 7 e 14 anos as de rápido crescimento, aos 2 anos as de crescimento moderado e aos 35 anos as espécies de crescimento lento.

Figura 27 – Desenho esquemático do Modelo 6



LEGENDA:
R : espécie de rápido crescimento
E : eucalipto
M : espécie de crescimento moderadc
L : espécie de crescimento lento

Fonte: Biodendro

A.2.6 Modelo 7

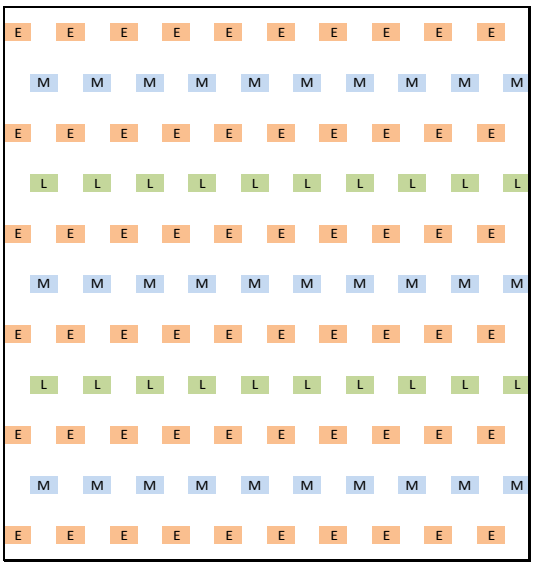
Tabela 46 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte do Modelo 7

Descritores	Modelo 7 – Plantio em área total com 50% de eucalipto como pioneira (Planaveg 1 ad – 50% E)				
	Rápido (Eucalipto)	Rápido (Eucalipto)	Moderado	Lento	Totais
% de árvores na área	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	100,0%
Número de árvores na área	417	417	417	417	1667
	Primeiro corte	Segundo corte	Terceiro corte	Quarto corte	
Idade de corte (anos)	**7**	**14**	**21**	**35**	
% de exploração do grupo	**50%**	**50%**	**100%**	**100%**	
Árvores remanescentes (n)	1250	834	417	0	
Volume (m³)	**67,10**	**151,70**	**105,02**	**109,40**	**433,21**

Fonte: Biodendro

Descrição: O modelo diferencia-se do anterior por se valer do limite máximo de espécies exóticas no sistema. Neste, o uso do eucalipto chega a 50%. Assim, tem-se como proposta o corte dessa espécie em dois ciclos, um curto aos 7 anos e outro de médio prazo aos 14 anos. Posteriormente, a exploração será das espécies de crescimento moderado aos 21 anos, finalizando com as espécies de crescimento lento aos 35 anos.

Figura 28 – Desenho esquemático do Modelo 7



LEGENDA:

R : espécie de rápido crescimento
E : eucalipto
M : espécie de crescimento moderadc
L : espécie de crescimento lento

Fonte: Biodendro

A.2.7 Modelo 8

Tabela 47 – Projeção de estoque de volume de madeira (m³) nas diferentes fases de corte do Modelo 8

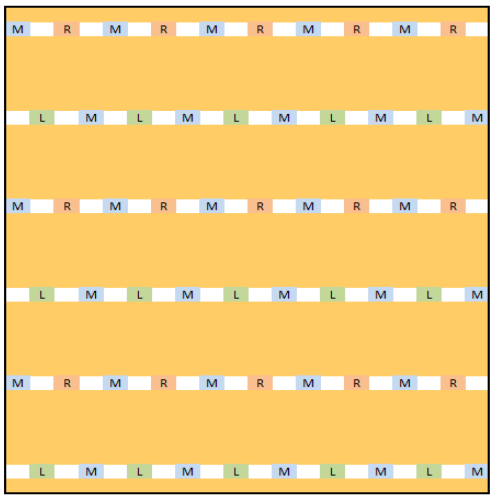
Descritores	Modelo 8 – Plantio em área total com mudas nativas (Planaveg 1 ad 50% SAFs)				
	Rápido	Moderado	Moderado	Lento	Totais
% de árvores na área	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	50,0%
Número de árvores na área	208	208	208	208	834
	Primeiro corte	Segundo corte	Terceiro corte	Quarto corte	
Idade de corte (anos)	**7**	**14**	**21**	**35**	
% de exploração do grupo	**100%**	**50%**	**50%**	**100%**	
Árvores remanescentes (n)	625	417	208	0	
Volume (m³)	**19,69**	**30,63**	**52,51**	**54,70**	**157,53**

Fonte: Biodendro

Descrição: Os modelos consideram o consórcio de espécies florestais em conjunto com a produção agrícola, seja de SAFs multiestratificados até sistemas mais simples, como a *Taungya*. A densidade de plantio é fixa em 50% do utilizado para o plantio em área total. Espaçamento entre as árvores de 3 x 4 m ou 6 x 2 m, ou mesmo no plantio em faixas amplas, intercaladas entre plantios agrícolas e florestais.

Vantagem: a) gera receita com a produção agrícola nas fases iniciais de estabelecimento das espécies arbóreas; b) operações de controle de matocompetição são inerentes às práticas convencionais de manejo das culturas agrícolas.

Figura 29 – Desenho esquemático do Modelo 8



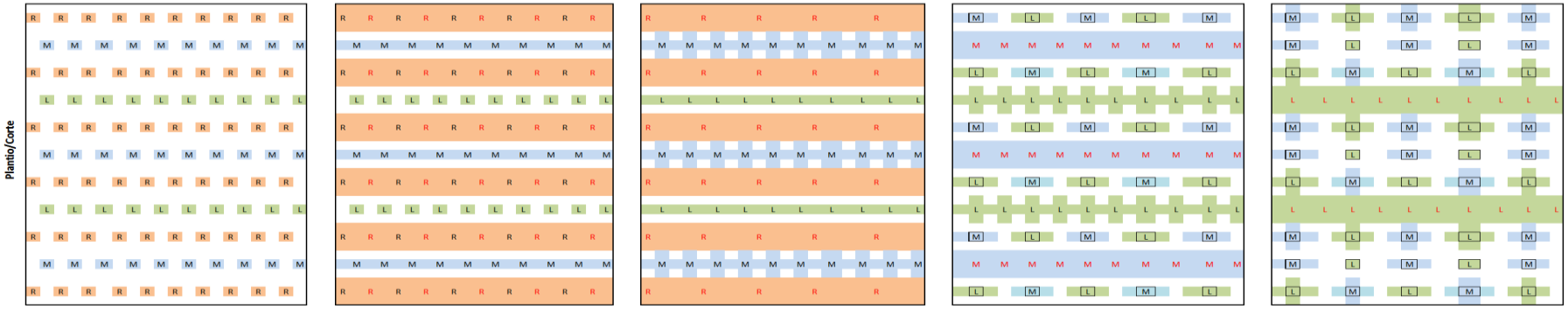


LEGENDA:

R : espécie de rápido crescimento
M : espécie de crescimento moderadc
L : espécie de crescimento lento
: cultura agricola (plena luz)

Fonte: Biodendro

Figura 30 – Exemplo do modelo 5 considerando a reintrodução de árvores através do plantio quando o sistema apresentar densidade igual a 50% de indivíduos plantados



LEGENDA:
R : espécie de rápido crescimento
M : espécie de crescimento moderado
L : espécie de crescimento lento
: árvores repostas no período
Letras em ermelho: árvores cortadas

Total de mudas iniciais
1666

Ano: 0
Fase: plantio

	Plantio	
Grupo	%	Árv.
rápido	50%	833
moderado	25%	417
lento	25%	417
	100%	1666

Ano: 7
Fase: primeiro corte

	Plantio		Corte	
Grupo	%	Árv.	%	Árv.
rápido	25%	417	25%	417
moderado	25%	417	0%	0
lento	25%	417	0%	0
	75%	1250	25%	417

Ano: 14
Fase: segundo corte

	Plantio		Corte		Reposição	
Grupo	%	Árv.	%	Árv.	%	Árv.
rápido	0%	0	50%	833	0%	0
moderado	25%	417	0%	0	12,5%	208
lento	25%	417	0%	0	12,5%	208
	50%	833	50%	833	25%	417

Ano: ##
Fase: terceiro corte

	Plantio		Corte		Reposição	
Grupo	%	Árv.	%	Árv.	%	Árv.
rápido	0%	0	50%	833	0%	0
moderado	0%	0	25%	417	18,8%	312
lento	25%	417	0%	0	18,8%	312
	25%	417	75%	1250	37,5%	625

Ano: 35
Fase: quarto corte

	Plantio		Corte		Reposição	
Grupo	%	Árv.	%	Árv.	%	Árv.
rápido	0%	0	50%	833	0%	0
moderado	0%	0	25%	417	25%	417
lento	0%	0	25%	417	25,0%	417
	0%	0	100%	1666	50,0%	833

Apêndice 3. Custo de Capital Médio Ponderado

O Custo de Capital Médio Ponderado (ou *weighted average capital cost*, WACC) consiste na média ponderada entre o custo de capital próprio e o custo de capital de terceiros, estimados a valores de mercado ou a partir de valores contábeis. As duas fontes de capital são ponderadas com base na estrutura de capital, que é a relação entre o capital próprio e o capital de terceiros, característica do setor. Tem-se, então:

$$WACC = \frac{D}{A} K_d [1 - T_c] + \frac{E}{A} K_e$$

Em que:

D é o valor do capital de terceiros;

E representa o valor do capital próprio;

A denota o valor do capital total investido (*A = D + E*);

K_d é o custo de capital de terceiros antes do imposto de renda da empresa;

T_c expressa a alíquota de imposto de renda da empresa;

K_e é o custo de capital próprio.

Por seu turno, a expressão do custo de oportunidade do capital próprio no Brasil é calculada, principalmente, por meio do método de *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). O CAPM procura encontrar uma relação positiva entre os retornos dos ativos das empresas e o retorno do mercado. Segundo o modelo, desenvolvido por Markowitz[115], Sharpe[116], Litner[117] e Black[118], pode-se modelar a relação entre o risco e o retorno esperado de um ativo pela seguinte fórmula geral:

$$R_i = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f)$$

Em que:

R_i é a taxa de retorno do ativo *i;*

R_f representa a taxa de retorno do ativo livre de risco;

R_m denota a taxa de retorno de mercado.

A ideia por trás desse modelo é que o capital investido em um empreendimento precisa ser compensado de duas maneiras: pelo valor do dinheiro no tempo, dado pela taxa livre de risco; e pelo risco, ou seja, a compensação que o investimento deve gerar para seu investidor dado que o mesmo assumiu riscos adicionais.

O risco total pode ser decomposto em duas partes: o risco diversificável e o risco não diversificável. O primeiro trata da parcela do risco que não pode ser associada ao comportamento da economia, dependendo exclusivamente das características de cada negócio, e é função de uma série de itens que podem afetar o desempenho da firma. Esse tipo de risco pode ser eliminado pelo processo de diversificação dos ativos que compõem uma

[115] Markowitz, H. M. (1952): "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
[116] Sharpe, W. F. (1964): "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of risk", *Journal of Finance*, 19, 425-442.
[117] Lintner, J. (1965): "The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets", *Review of Economics and Statistics*, 47, 13-37.
[118] Black, F. (1972): "Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing," *Journal of Business*, 45, 444-455.

carteira. Por outro lado, o risco não diversificável, conhecido por risco de mercado ou sistemático, está relacionado às flutuações do sistema econômico como um todo, não podendo ser eliminado pelo processo de diversificação de ativos. Em relação a este último tipo de risco, as ações reagem de forma diferenciada, isto é, algumas sobem mais e outras menos, embora todas sejam afetadas.

O risco sistemático de um ativo é calculado através de uma medida de risco gerada pelo coeficiente beta, que compara os retornos de um ativo/empresa com o retorno de mercado. Temos que a relação estabelecida pelo CAPM é de que o retorno de um ativo é dado pela combinação de dois componentes: taxa livre de risco e prêmio de risco.

Uma das principais ideias por trás do CAPM é a de que ativos que têm covariância positiva com a carteira de mercado possuem preços menores. Desse modo, para o CAPM temos que o retorno esperado de um ativo é uma função linear positiva de seu β de mercado e que os riscos de mercado são suficientes para explicar o seu retorno esperado. Essa é a metodologia utilizada pelo Ministério da Fazenda para o cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital, de acordo com a Nota Técnica n° 64 STN/SEAE/MF.

O cálculo do WACC utilizado para o negócio Recomposição Florestal baseou-se na metodologia acima descrita. Dessa forma, o seguinte conjunto de premissas foi assumido:

- **E/A**: Proporção de capital próprio igual a 20,2% (valor de acordo com média de 197 empresas de "*Paper and Forest Products*" de mercados emergentes);
- **D/A**: Proporção de capital próprio igual a 79,8% (valor de acordo com média de 197 empresas de "*Paper and Forest Products*" de mercados emergentes);
- **Taxa livre de risco**: Média da série diária do rendimento do T-Bond 10Y dos Estados Unidos da América dos últimos 10 anos;
- **Prêmio de risco de mercado**: Média do prêmio (diferença) do retorno médio da série diária do S&P500 (a.a., 10 anos) sobre a taxa livre de risco (Rf) dos últimos 10 anos;
- **Prêmio pelo Risco-Brasil**: Média da série diária do EMBI+ Brasil[119] no ano;
- **Beta médio alavancado**: Média do valor do β médio alavancado de empresas do setor de "*Paper and Forest Products*" de 2014 e de "*Environmental*" de 2013 a 2011, coletados no site de Damodaran[120] para os anos de 2011 a 2014;
- **Alíquota de impostos PJ**: Alíquota de impostos no Brasil = 34%;
- **Inflação**: Média de inflação anual americana medida pelo CPI nos últimos 10 anos;
- **Prêmio de risco de crédito**: Taxa cobrada por empréstimo a empreendimentos de Apoio ao Reflorestamento, Recuperação e Uso Sustentável das Florestas (BNDES Florestal) pelo BNDES – Finem, composta pela estrutura TJLP[121] + Remuneração básica do BNDES para média-grandes e grandes empresas para esse tipo de empreendimento + taxa de risco de crédito (média entre mínimo de 1% a.a. para estados, municípios e Distrito Federal e máxima de 4,18% a.a. para demais clientes conforme o risco de crédito de cada um).

A Tabela 48 apresenta, de forma esquemática, as informações utilizadas para o cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) e indica o valor do WACC anual para o período de 2011 a 2014. Recomenda-se o uso do valor médio dos últimos quatro anos: 7,87% a.a.

[119] Risco Brasil: *Emerging Markets Bond Index Plus* (EMBI+), mede o grau de "perigo" que um país representa para o investidor estrangeiro.
[120] Website: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html. Acessado em 11 de agosto de 2015.
[121] TJLP: Taxa de Juros de Longo Prazo instituída pela Medida Provisória nº 684, de 31/10/94, que é definida como o custo básico dos financiamentos concedidos pelo BNDES.

Tabela 48 – Informações utilizadas para o cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital (WACC)

Estrutura de Capital			**2014**	**2013**	**2012**	**2011**
E	Proporção de capital próprio	Estrutura de capital ótima (Site Damodaran: "Paper/Forest Products", Emerging Mkts)	20,2%	20,2%	20,2%	20,2%
D	Proporção de capital de terceiros		79,8%	79,8%	79,8%	79,8%
Custo do Capital Próprio			**2014**	**2013**	**2012**	**2011**
R_F	Taxa livre de risco	Média da série diária do rendimento do T-Bond 10Y dos EUA - últimos 10 anos.	4,38%	4,48%	4,59%	4,76%
P_{RM}	Prêmio de risco de mercado	Prêmio (diferença) do retorno médio da série diária do S&P500 (a.a., 10 anos) sobre a R_F -médias dos últimos 10 anos.	3,11%	3,11%	3,11%	3,19%
P_{RB}	Prêmio pelo Risco-Brasil	Média da série diária do EMBI+ Brasil do ano	2,30%	2,05%	1,84%	1,93%
β	Beta alavancado	Média do valor do Beta médio alavancado de empresas do setor de "Paper/Forest Products". Site Damodaran (emerging markets)	0,89	0,89	0,89	0,89
D/E	Alavancagem financeira		395,54%	395,54%	395,54%	395,54%
T	Alíquota de Impostos PJ	Alíquota de impostos no Brasil	34%	34%	34%	34%
k_E	Custo de Capital Próprio Nominal	Em USD, nominal	9,45%	9,30%	9,20%	9,53%
I_{EUA}	Inflação	Média de inflação anual americana medida pelo CPI nos últimos 10 anos	2,28%	2,39%	2,47%	2,42%
k_E*	**Custo de Capital Próprio real**	Descontada a inflação americana	7,00%	6,75%	6,57%	6,94%
Custo de Capital de Terceiros			**2014**	**2013**	**2012**	**2011**
R_C	Prêmio de risco de crédito	Taxa média cobrada por empréstimo concedido a empreendimentos ambientais (BNDES Florestal/Fundo Clima/Inv Meio-ambiente + FNE + FCO + FNP+ PRONAF	4,68%	4,68%	4,83%	4,88%
$k_{D\ Bruto}$	Custo de Capital de Terceiros Nominal	Soma da taxa livre de risco, prêmio de risco Brasil e prêmio de risco de crédito	11,37%	11,21%	11,27%	11,57%
T	Alíquota de Impostos PJ	Alíquota de impostos no Brasil	34%	34%	34%	34%
k_D	Custo de Capital de Terceiros Nominal após Impostos	Em USD, nominal	7,50%	7,40%	7,44%	7,64%
k_D*	**Custo de Capital de Terceiros real após Impostos**	Descontada a inflação americana	5,10%	4,89%	4,85%	5,09%
Custo médio Ponderado de Capital			**2014**	**2013**	**2012**	**2011**
E	Proporção de capital próprio		20%	20%	20%	20%
D	Proporção de capital de terceiros		80%	80%	80%	80%
k_E*	**Custo de Capital Próprio real**		7,00%	6,75%	6,57%	6,94%
k_D*	**Custo de Capital de Terceiros real após Impostos**		5,10%	4,89%	4,85%	5,09%
WACC	**Custo médio ponderado após impostos**	**Taxa a.a. em termos reais**	**5,49%**	**5,27%**	**5,20%**	**5,47%**
WACC	**Custo médio ponderado após impostos**	**Taxa a.a. em termos nominais**	**7,89%**	**7,78%**	**7,79%**	**8,02%**
Média do WACC de 2011 a 2014						**7,87%**

Fonte: Elaboração própria com base em pesquisa

Apêndice 4. Custos de Execução das Operações nas Diferentes Etapas da Recomposição Florestal

Tabela 49 – Custos estimados das diferentes operações vinculadas aos projetos de recomposição florestal

Etapas/ Operações	Mata Atlântica	Amazônia
	R$/ha	R$/ha
1 - PRÉ-IMPLANTAÇÃO (3 meses)		
1 - Aceiro (0,2 km)	383,63	407,06
2 - Cercamento – isolamento da área (0,2 km)	2.050,85	2.075,98
2 - IMPLANTAÇÃO (3 meses)		
3 - Limpeza – semimecanizada – roçadeira costal	1.176,06	1.181,15
4 - Limpeza – mecanizada – trator + implemento	371,90	407,20
5 - Limpeza – mecanizada química (herbicida)	423,92	452,37
6 - Controle de formiga – sistêmico	94,80	95,01
7 - Controle de formiga – pontual	66,40	66,61
8 - Preparo de solo – mecanizado. C. mínimo – subsolagem	333,92	362,37
9 - Preparo de solo – mecanizada total – 2 gradagem + nivelamento	928,96	1.013,89
10 - Preparo de solo – semimecanizada – motocoveadora	588,03	590,58
11 - Espaçamento de plantio	145,61	146,46
12 - Calagem – mecanizada	813,92	882,37
13 - Calagem – manual	995,93	1.065,45
14 - Distribuição e plantio de mudas – Tubete	4.032,47	4.808,30
15 - Distribuição e plantio de mudas – Eucalipto	1.735,15	1.961,50
16 - Distribuição e plantio de mudas – Saquinho	5.490,59	6.384,81
17 - Plantio de sementes (nativa + adubo verde) – mecanizado	1.870,32	1.898,99
18 - Plantio de sementes (linha dos SAFs) – mecanizado	1.570,32	1.598,99
19 - Irrigação de plantio – com hidrogel	593,13	622,22
20 - Adubação de base	843,13	922,22
3 - MANUTENÇÃO DO PLANTIO (24 meses)		
21 - Controle matocompetição – entrelinha – roçada mecanizada	446,28	488,64
22 - Controle matocompetição semimecanizada - área total	784,04	787,44
23 - Controle matocompetição – entrelinha – química mecanizada	369,52	397,76
24 - Controle matocompetição – linha – roçada semimecanizada	294,02	295,29
25 - Controle matocompetição – linha – química costal	199,21	199,84
26 - Controle matocompetição – coroamento manual	873,66	878,75
27 - Controle matocompetição – coroamento químico	106,56	106,98
28 - Controle de formiga-cortadeira	60,40	60,61
29 - Adubação de cobertura	501,56	556,11
30 - Irrigação de cobertura	515,93	545,45
31 - Replantio manual (10%)	428,17	428,80
32 - Aceiros mecanizados	287,72	305,30
4 - MANEJO FLORESTAL (30 meses)		
33 - Primeira desrama – manual – altura do operador (apenas árvores a partir do 2° ciclo de corte)	588,03	590,58
34 - Segunda desrama – semimanual – até 2/3 da altura da copa (Hmax – 6 m)	784,04	787,44
35 - Controle de formiga	71,40	71,61
36 - Inventário	72,81	73,23
37 - Limpeza pré-exploração	443,13	472,22
38 - Desbaste por seleção – marcação	54,60	54,92
39 - Aceiro (km)	383,63	407,06
40 - Manutenção de cerca	105,05	109,82

Tabela 50 – Custos estimados por etapas e totais dos projetos de recomposição florestal

Etapas por	Modelo proposto							
	1 Restauração passiva	2 Condução + enriquecimento	3 Adensamento + enriquecimento	4 Área total – plantio de sementes	5 Área total – plantio de mudas nativas	6 Área total – plantio de mudas – 25% eucalipto	7 Área total – plantio de mudas – 50% eucalipto	8 Área total -
Mata Atlântica								
1 - Pré-implantação (3 meses)	2.434,47	2.434,47	2.434,47	2.434,47	2.434,47	2.434,47	2.434,47	2.434,47
2 - Implantação (3 meses)		1.961,91	3.923,82	7.510,41	7.652,80	7.078,48	6.504,15	7.742,35
3 - Manutenção (24 meses)	575,44	2.058,95	3.542,46	4.425,72	9.737,70	8.691,64	7.752,14	4.598,08
Custo total (1+2+3) com cerca	3.009,91	6.455,33	9.900,75	14.370,61	19.824,98	18.204,59	16.690,76	14.774,90
Custo total (1+2+3) sem cerca	575,44	4.020,86	7.466,28	11.936,13	17.390,50	15.770,12	14.256,29	12.340,42
Manejo florestal (30 meses)		2.166,18	2.295,16	4.247,95	4.172,34	4.315,14	4.567,15	3.881,12
Amazônia								
1 - Pré-implantação (3 meses)	2.483,05	2.483,05	2.483,05	2.483,05	2.483,05	2.483,05	2.483,05	2.483,05
2 - Implantação (3 meses)		2.195,19	4.390,38	7.893,25	8.698,52	7.986,82	7.275,12	8.462,07
3 - Manutenção (24 meses)	610,60	2.113,95	3.617,29	4.613,29	10.187,03	9.096,28	8.112,51	4.731,50
Custo total (1+2+3) com cerca	3.093,65	6.792,19	10.490,73	14.989,59	21.368,60	19.566,15	17.870,68	15.676,62
Custo total (1+2+3) sem cerca	610,60	4.309,14	8.007,68	12.506,54	18.885,55	17.083,10	15.387,63	13.193,57
Manejo florestal (30 meses)		2.212,69	2.349,05	4.406,19	4.329,73	4.472,96	4.726,03	4.037,03

O Instituo Escolhas conta com o apoio institucional de: