IIS

INSTITUTO INTERNACIONAL PARA SUSTENTABILIDADE

Análise preliminar de modelos de restauração florestal como alternativa de renda para proprietários rurais na Mata Atlântica

Projeto:

Análise preliminar de modelos de restauração florestal como alternativa de renda para proprietários rurais na Mata Atlântica

Coordenação:

Instituto Internacional para Sustentabilidade - IIS

Organizações parceiras:

Universidade de São Paulo / ESALQ - Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF);
Universidade de São Paulo / ESALQ – Laboratório de Silvicultura Tropical (LASTROP);
Bioflora

Equipe executora:

Bernardo Baeta Neves Strassburg (IIS);
Carlos Alberto de Mattos Scaramuzza (IIS);
Jerônimo Boelsums Barreto Sansevero (IIS);
Miguel Calmon (IIS);
Agnieszka Latawiec (IIS);
Maurício Penteado (IIS);
Ricardo R. Rodrigues (ESALQ/USP – LERF)
Fernando Lamonato (ESALQ/USP – LERF)
Pedro Brancalion (ESALQ/USP – LASTROP)
André Nave (Bioflora)
Carina Camargo Silva (ESALQ/USP – LASTROP)

Autor para correspondência:

b.strassburg@iis-rio.org
Instituto Internacional para Sustentabilidade
Estrada Dona Castorina, 124 – Horto
Rio de Janeiro – Brasil – 22460-320
Tel/Fax: +55-21-38756218

Sumário

1. Introdução 5

2. Caracterização dos principais modelos de restauração florestal 7

2.1. Modelos de restauração ecológica em APP e RL sem interesse na exploração econômica..11

2.1.1. Isolamento 11

2.1.2. Condução da regeneração natural.....14

2.1.3. Controle de competidores.....15

2.1.4. Recuperação do solo.....15

2.1.5. Plantio de adensamento 17

2.1.6. Plantio de enriquecimento 17

2.1.7. Plantio total em áreas onde não ocorreu expressão da regeneração natural.....19

2.1.8. Muvuca.....21

2.1.9. Plantio escalonado em área total 22

3. Modelos de restauração ecológica em RL e áreas de baixa aptidão agrícola para aproveitamento econômico 28

4. Análise econômica preliminar de modelos de restauração florestal.....47

5. Plano amostral para levantamento de dados econômicos sobre principais modelos de restauração florestal 53

6. Subsídios de diretrizes para implementação de modelos de restauração florestal 54

6.1. Criação de linhas de crédito compatíveis com os modelos de restauração para fins econômicos 56

6.2. Promoção de incentivos para produtos e serviços relacionados às atividades da cadeia produtiva da restauração florestal 56

6.3. Atração de investimentos público-privados (nacionais e internacionais) 56

6.4. Desenvolvimento de pesquisas e aprimoramento das cadeias produtivas (madeira, frutíferas, medicinais, mel) com espécies florestais 57

6.5. Regulamentação nos estados para permitir o plantio, manejo e uso de espécies nativas para fins econômicos, e em consórcio com espécies exóticas no curto e médio prazo.....57

6.6. Aprovação de marcos legais (federal, estadual e municipal) para o pagamento por serviços ambientais (PSA).....57

6.8. Promover a regularização fundiária nos estados da região norte para viabilizar e aumentar o acesso ao crédito pelos produtores e para atração de investimentos públicos e privados 58

6.9. Implementar programas de treinamento e capacitação para todos os atores elos da cadeia da restauração florestal, inclusive os técnicos que prestam assistência técnica e extensão rural (Sistema ATER) 58

6.10. Fomentar programas de pesquisa ecológica e socioeconômica de longo prazo sobre os sistemas de restauração florestal 59

6.11. Desenvolvimento de indicadores econômicos, sociais e ambientais para o monitoramento dos projetos de restauração para fins econômicos 59

6.12. Desenvolvimento de programas de certificação para projetos de restauração para fins econômicos.....59

6.13. Revitalização do Programa Nacional de Florestas (PNF), criado pelo Decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000, com o objetivo de articular as políticas públicas setoriais para promover o desenvolvimento sustentável, conciliando o uso com a conservação das florestas brasileiras 60

7. Referências bibliográficas 61

8. Anexo - Pesquisa: Análise de Custos e Gargalos da Restauração Florestal.....64

1. Introdução

Atualmente as florestas plantadas representam aproximadamente 2% da cobertura da terra, o que corresponde a 7% das áreas de floresta no mundo (300 milhões de hectares) distribuídas desde áreas boreais até os trópicos (Evans & Turnbull 2004). Apesar de representarem apenas 7% da cobertura florestal global essas florestas são responsáveis pela metade da produção mundial de madeira (Evans & Turnbull 2004; Capossoli *et al.* 2011). Na região topical as florestas plantadas ocupam uma área de aproximadamente 88 milhões de hectares, sendo a grande maioria formada por monoculturas de espécies exóticas (Evans & Turnbull 2004). No Brasil, as espécies dos gêneros de *Eucalyptus* e *Pinus* representam 93,4% (6.510.693 hectares) da área total de florestas plantadas (Valverde *et al.* 2013). A principal razão da expansão do plantio das espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* é o grande investimento em pesquisas sobre o comportamento silvicultural e processamento da madeira dessas espécies. Diante da elevada riqueza de espécies arbóreas do Brasil (Stehmann *et al.* 2009) esse cenário indica um elevado potencial de produção de madeira a partir do plantio de espécies nativas. No entanto, apesar do inegável avanço da ciência brasileira em relação às técnicas de plantios de espécies nativas para restauração ecológica nas últimas décadas (Rodrigues et al. 2009), o mesmo não ocorreu para plantios com objetivo de produção de madeira e geração de renda (Valverde *et al.* 2013). O tímido avanço desse setor nos últimos anos pode ser explicado pela falta de políticas públicas (nível federal, estadual, municipal), ausência de incentivo e linhas créditos específicos e o baixo número de pesquisas desenvolvidas.

Historicamente o abastecimento do mercado de madeiras nativas no Brasil ocorreu através da exploração em remanescentes florestais. Apesar do uso de práticas de manejo sustentável ser cada vez mais comum, a exploração excessiva de espécies, sobretudo aquelas com madeira de elevado valor econômico, ocasionou na drástica redução das populações e ameaça de extinção dessas espécies. A transformação da paisagem da Mata Atlântica, atualmente com apenas 11% da cobertura original (Ribeiro *et al.* 2009), é um bom exemplo desse processo de exploração descontrolada (Dean 1996). Como exemplos podemos citar o Pau Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam), Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.)), Imbuia (*Ocotea porosa* (Nees et Martius ex Nees)), Braúna (*Melanoxylon brauna* Schott.) e Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), todas classificadas com algum grau de ameaçada de extinção segundo a lista oficial de espécies da flora ameaçadas (MMA 2008). Desta forma, o aumento de incentivos para o desenvolvimento da silvicultura de espécies nativas representa uma importante ferramenta para fortalecimento do mercado de madeiras nativas, assim como uma importante contribuição para conservação, dado que essa medida irá reduzir a

pressão sobre as florestas nativas. Além disso, o avanço do conhecimento dos aspectos ligados colheita de sementes, produção de mudas e plantio das espécies nativas é fundamental para a produção de madeira, manejo e restauração dos ecossistemas.

Segundo Lamb *et al.* (2005), os plantios florestais contribuem com o aumento da biodiversidade, provisão de serviços ecossistêmicos e benefícios econômicos (produtos madeireiros e não madeireiros). Em relação ao potencial no aumento da biodiversidade, os plantios atuam quebrando as barreiras que impedem a regeneração, exercendo um efeito catalítico na sucessão secundária e facilitando a regeneração natural da vegetação nativa (Nepstad *et al.* 1991; Lugo 1992; Parrotta & Knowles 1999; Parrotta *et al*. 1997; Lamb et al. 1997; Lamb 1998; Powers *et al.* 1997; Harrington 1999; Carnevale & Montagnini 2002; Rodrigues *et al.* 2011). Alguns autores têm demonstrado que mesmo monoculturas de espécies exóticas podem contribuir com o incremento da biodiversidade (ver Lugo 1992; Silva Junior *et al.* 1995; Lugo 1997; Feyera *et al.* 2002). Entretanto, os benefícios para a biodiversidade serão maiores em plantios mistos com espécies nativas (Carnevale & Montagnini 2002; Lamb et al. 2005). Já os plantios para exploração de madeira são realizados de maneira geral com uma única espécie. Essa medida tem sido adotada como uma maneira de reduzir o custo de implantação e facilitar o manejo do plantio. No entanto, alguns trabalhos tem demonstrado que outra opção seria a implantação de plantios mistos com fins econômicos, serviços ecossistêmicos e incremento da biodiversidade (Lamb 1998; Capossoli *et al.* 2010 Brancalion *et al.* 2012). Esses modelos buscam o melhor equilíbrio entre os benefícios econômicos e ecológicos (see Lamb *et al.* 2005). As principais vantagens desse modelo seriam: diversificação de produtos ao longo do tempo, valor da madeira de espécies nativas, maior potencial para restauração da biodiversidade, desenvolvimento do sub-bosque proporciona uma maior proteção do solo e a exclusão de gramíneas exóticas invasoras. Além disso, por apresentarem benefícios econômicos esses modelos apresentam maior viabilidade de implantação em larga escala.

O objetivo do presente projeto foi realizar a análise preliminar de viabilidade econômica de modelos de projetos de restauração florestal para fins de alternativa de renda para proprietários rurais na Mata Atlântica, no âmbito do Projeto Proteção da Mata Atlântica II, co-financiado pela República Federal da Alemanha por intermédio da cooperação técnica e financeira. Outra meta desse estudo é fornecer subsídios de diretrizes para implementação de modelos de restauração florestal formulados, a qual deve incluir recomendações para a promoção da restauração florestal com base econômica para a conservação da Mata Atlântica, tanto em termos de políticas publicas como da implementação de negócios e proposta de diferentes modelos de restauração ecológica. Os objetivos específicos do projeto são: a) identificar os esforços já realizados até o momento por outros projetos; b) caracterizar os principais modelos de restauração utilizados; c) realizar uma análise econômica considerando os

diferentes cenários de custos e receitas dos modelos; d) propor um plano amostral para o levantamento de dados econômicos sobre os diferentes modelos de restauração; e) formulação de subsídios de diretrizes para implantação dos modelos de restauração florestal propostos.

2. Caracterização dos principais modelos de restauração florestal

As principais situações ambientais passíveis de fazer uso dos métodos descritos a seguir são aquelas inseridas em APP's (as áreas agrícolas ou como corredores entre APP e reserva legal), as áreas com baixa aptidão agrícola, as pastagens abandonadas (pasto limpo e pasto sujo), as florestas nativas já alteradas (florestas secundárias com dossel contínuo ou descontínuo) que compõem a reserva legal das propriedades rurais, as florestas comerciais (eucalipto, etc.) e as áreas de empréstimo.É importante pontuar que nem todas as ações descritas nesse protocolo devem necessariamente ser postas em prática. É preciso avaliar inicialmente a situação ambiental a ser restaurada para priorizar a prática de todas ou somente determinadas ações para que se atinja o objetivo final. Isso deve ao fato de que, apesar de todos os métodos de restauração compartilharem o mesmo objetivo final - a floresta restaurada ou em restauração - não há uma receita generalizada para todas as situações ambientais. Em termos práticos, é preciso avaliar inicialmente alguns aspectos das áreas-alvo de restauração, tais como o estado de conservação do solo, a existência e a abundância da regeneração natural, a localização dessas áreas (em APP, em área agrícola, etc.). Por exemplo, o diagnóstico ambiental da propriedade disponível no CAR (Cadastro Ambiental Rural) é um documento importante de ser avaliado, pois caso haja déficit de reserva legal na propriedade, as áreas de baixa aptidão agrícola (grotas secas, áreas declivosas, etc.) deverão prioritariamente ser convertidas em florestas nativas para suprir este déficit.

Os modelos de restauração devem ser aplicados conforme a Finalidade, Modelo, Método e Sistema (Figuras 01 a 03). As ações restauração em APPs e áreas onde serão instituídos corredores ecológicos os modelos de restauração deverão apresentar somente espécies nativas, pois a intenção é a conservação da biodiversidade local e regional (Figuras 01 e 02). Nas Reservas Legais e Áreas de baixa aptidão agrícola será indicada a restauração sem ou com exploração econômica de espécies arbóreas nativas e/ou exóticas (Figura 03), visto que neste último caso a Lei nº 12.651 de 2012 permite o uso de até 50 % de espécies exóticas na restauração em RL.

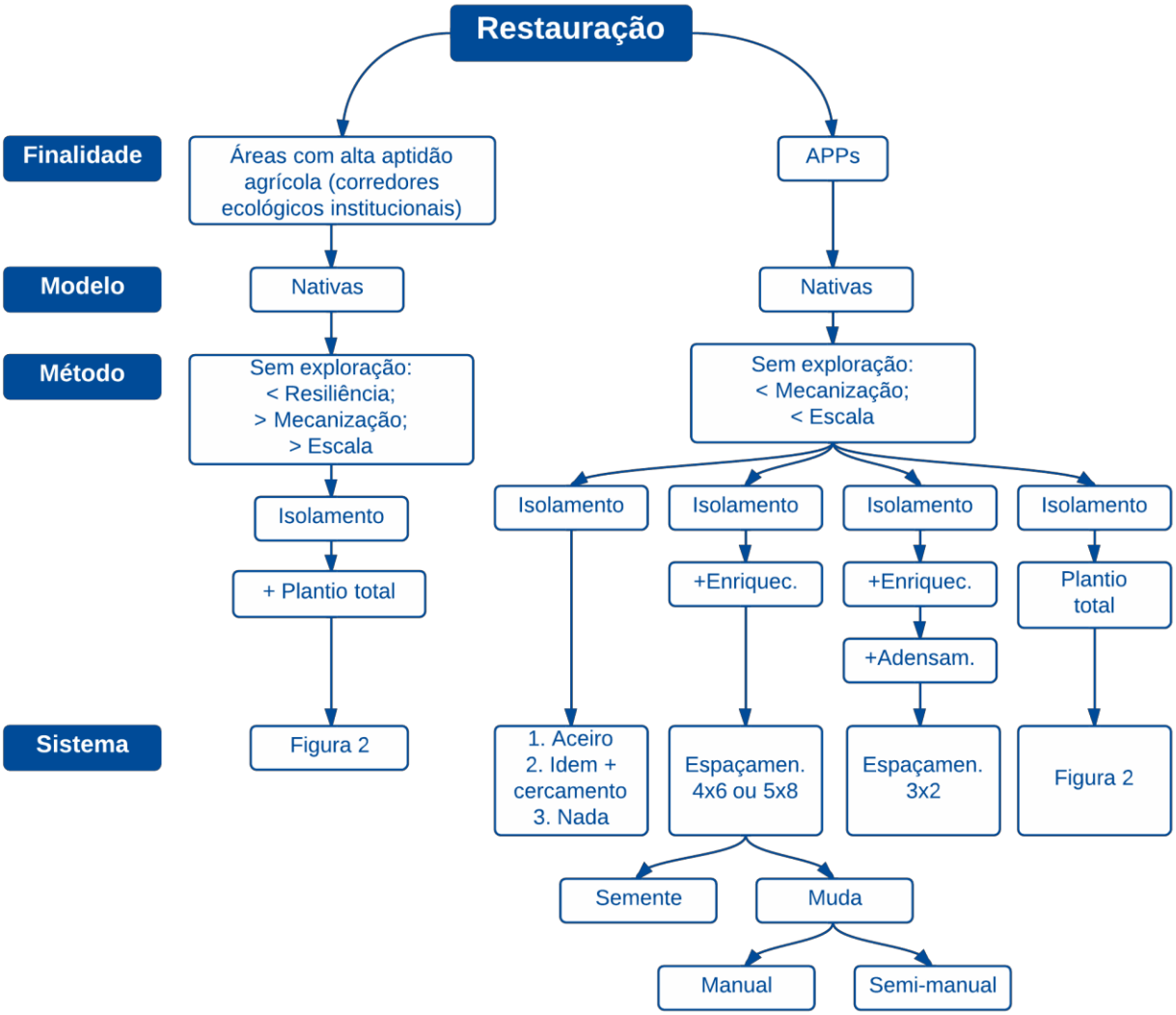


Figura 01: As ações de restauração com finalidade de conservação são aplicadas nas APPs e áreas de alta aptidão agrícola que serão destinadas à criação de corredores ecológicos, sendo realizado o plantio somente com espécies nativas sem intenção de exploração econômica. Segue a sequência de métodos e sistemas empregados em cada modelo. O sistema de Plantio Total apresenta-se na Figura 02.

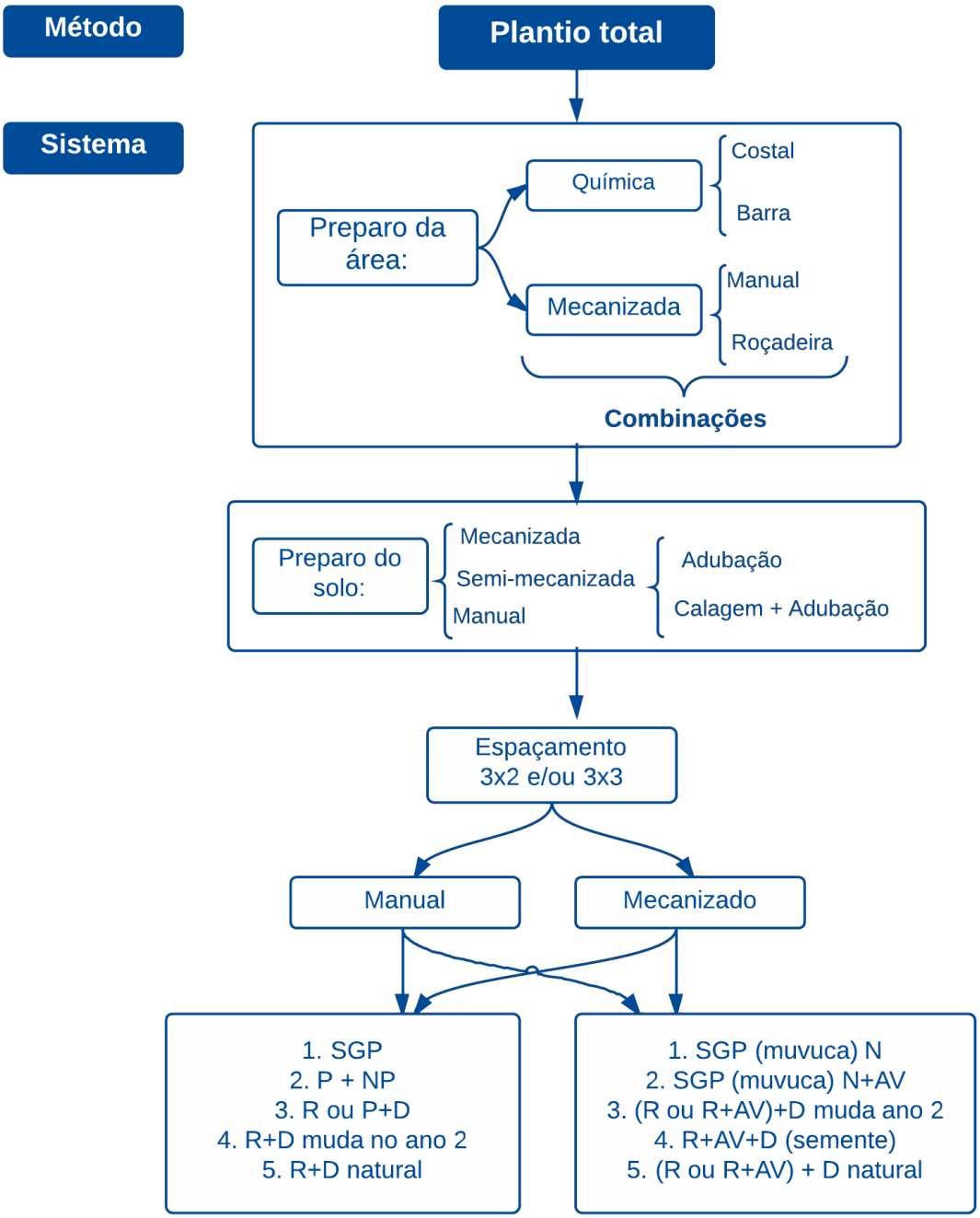


Figura 02: Método de Plantio em área Total. Apresenta os sistemas de preparo da área, do solo e as diversas práticas para ter sucesso na restauração bem como práticas de redução de custos com a restauração, como Muvuca e Adubo Verde. AV: Adubação verde; D: grupo de diversidade; p: grupo de preenchimento; N: nativa; NP: Não-pioneira; P: Pioneira; SGP: Sem grupo de plantio.

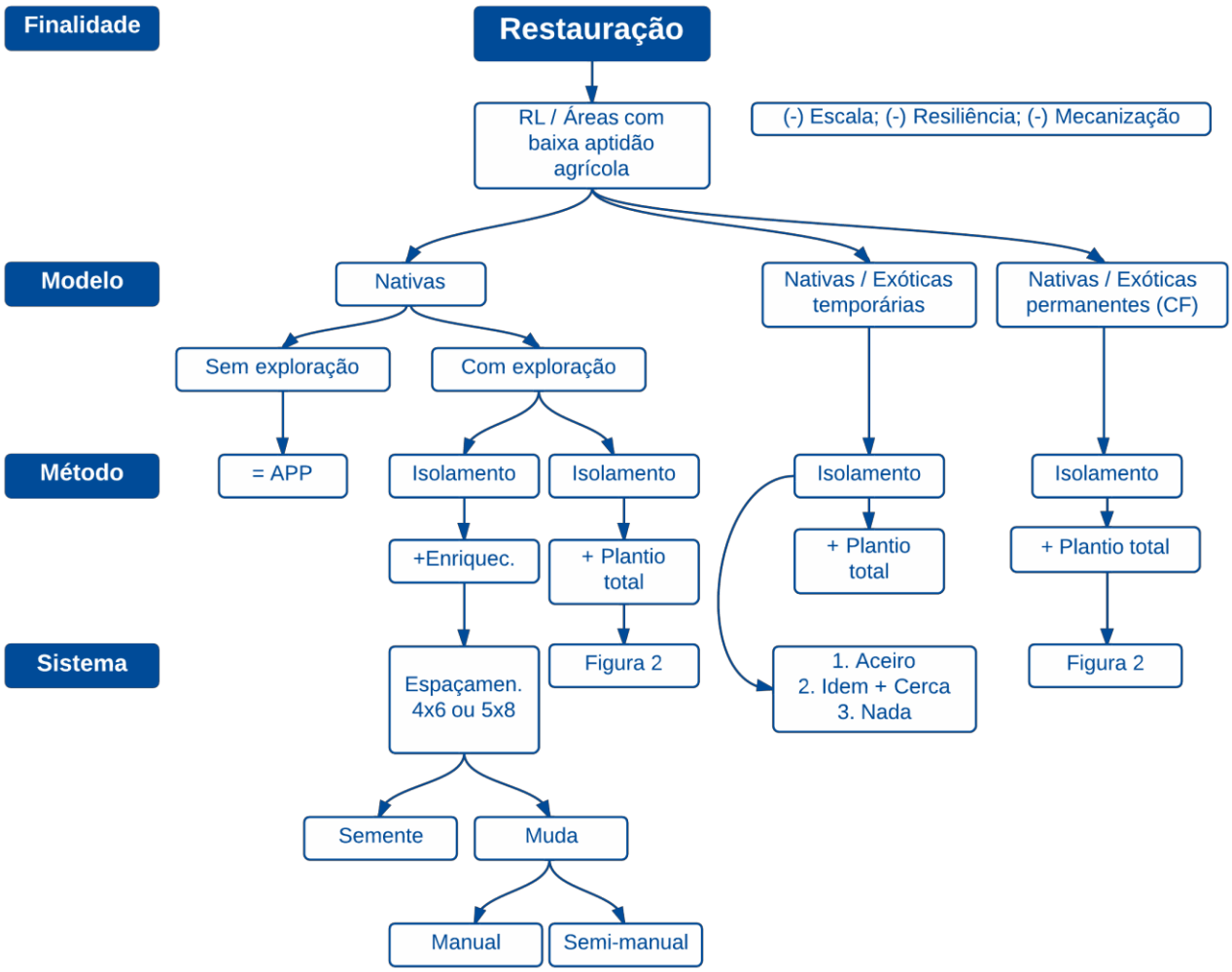


Figura 03: As ações de restauração com finalidade de exploração econômica serão aplicadas em Reserva Legal e Áreas de baixa aptidão agrícola, sendo realizado o plantio de espécies nativas e espécies exóticas. Segue a sequência de métodos e sistemas empregados em cada modelo. O sistema de Plantio Total apresenta-se na Figura 02.

2.1. Modelos de restauração ecológica em APP e RL sem interesse na exploração econômica

A seguir é descrito o protocolo de ações que poderão ser adotadas como métodos de restauração florestal de situações ambientais identificadas quando o objetivo da restauração **não** incluir o aproveitamento econômico de produtos florestais (madeiras e frutas).

Os principais métodos de restauração florestal propostos aqui são resultados de anos de pesquisas científicas e aplicações em campo pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF/ESALQ/USP), focados na adequação ambiental de propriedades agrícolas, na restauração de florestas e dos processos ecológicos necessários à sustentabilidade das florestas restauradas. Já os modelos propostos de restauração com oportunidade de exploração econômica (ver item 3. *Modelos de Restauração Ecológica em RL e Áreas de baixa aptidão agrícola para aproveitamento econômico*, adiante) tiveram a colaboração do Laboratório de Silvicultura Tropical (LASTROP/ESALQ/USP).

2.1.1. Isolamento

Antes da implantação de qualquer ação de restauração florestal, é preciso inicialmente identificar a existência de fatores de degradação e, caso existam, promover o seu isolamento. Dessa forma, evita-se o desperdício de esforços e recursos (financeiros, mudas, mão de obra, etc.), pois muitas das atividades executadas antes ou mesmo durante a restauração florestal podem ser totalmente perdidas em função da continuidade desses fatores de degradação. Além disso, a partir do isolamento, a vegetação nativa tem melhores condições para se desenvolver, aumentando a eficiência da restauração e consequentemente a redução dos custos associados a essa atividade.

Geralmente os fatores causadores de degradação ambiental são relacionados ao trânsito de animais, veículos, máquinas e implementos agrícolas. Há ainda aqueles relacionados à recorrência de incêndios, extração de madeira, caça, desmatamentos; atividades de roçadas, deriva de herbicidas, barramento de cursos d'água entre outros. Por se tratarem de fatores potencialmente danosos ao processo de restauração, o isolamento proporciona o desenvolvimento satisfatório da floresta e maximiza o retorno dos investimentos sobre os custos de restauração.

As formas mais tradicionais de se promover o isolamento de áreas-alvo de restauração florestal sujeitas a trânsito ou incêndios são por meio do uso de cercas ou implantação de aceiros (**Figura 04**). Em áreas sujeitas a trânsito e incêndios, a adoção de cerca e aceiro é altamente recomendada.

Figura 04: Área de preservação permanente (APP) isolada do trânsito de animais por meio do uso de cerca. Fazenda Santa Maria, Paragominas-PA.

A demarcação das APP's e a interrupção de todas as atividades relacionadas aos tratos culturais de culturas agrícolas e pastagens (roçada química ou mecânica) é uma ação obrigatória, e sua não execução implica em prejuízo para a restauração florestal como também se configura como uma infração grave à legislação ambiental, expondo o proprietário a multas, sansões penais e agravantes instituídos no Código Florestal (Lei 12.651/2012), como perda de linhas de crédito bancário para financiamentos, e aumento do tamanho das APP's com obrigatoriedade de restauração. Para isso, é fundamental a demarcação das APP's (Figuras 05 e 06) de forma que seus limites fiquem bastante nítidos e impeçam as roçadas equivocadas.

Figura 05: Demarcação de área de preservação permanente (margem de reservatório) com uso de trena. Fazenda Santa Maria.

Figura 06: Área de preservação permanente (nascente) demarcada num raio de 50 metros ao redor do olho d'água (estacas escuras). Fazenda Santa Maria.

2.1.2. Condução da regeneração natural

Como o próprio nome deixa claro, a regeneração natural consiste em todo e qualquer tipo de espécie vegetal nativa (ervas, arbustos, árvores) que surgiram naturalmente e estão se desenvolvendo nas áreas-alvo de restauração florestal. Naturalmente que, para a restauração florestal, o mais interessante é que a regeneração natural presente numa determinada área-alvo de restauração seja composta preferencialmente por mudas de espécies de árvores, pois cada muda com origem na regeneração natural é uma muda a menos a ser comprada para o plantio de restauração. No entanto, outras formas de vida vegetal, como arbustos e ervas, desde que nativos, são muito importantes no processo de sombreamento do solo e exclusão de espécies exóticas indesejadas. Geralmente, as espécies mais indesejadas na área-alvo de restauração florestal são as gramíneas exóticas que compõem as pastagens, pois, tais espécies liberam substâncias químicas no solo que inibem o crescimento de espécies nativas – esse processo é conhecido como alelopatia. Outra característica negativa das gramíneas é o sombreamento excessivo que impede a germinação de sementes e, ou o desenvolvimento de espécies menos intolerantes a sombra. Por esses motivos, se diz que as gramíneas "sufocam" as outras espécies. No entanto, várias outras espécies também devem ser controladas, como os cipós e árvores exóticas.

Nesse contexto, conduzir a regeneração natural significa aplicar métodos mecânicos ou químicos que visem eliminar ou controlar o desenvolvimento de espécies vegetais indesejadas ao mesmo tempo em que se favoreça o desenvolvimento de espécies de interesse na restauração florestal. A condução da regeneração natural, portanto, é feita por meio do coroamento (50 cm a 1 metro) periódico dos indivíduos regenerantes (plântulas e indivíduos jovens), ou pelo controle das gramíneas por toda a área (ver item 2.1.3 *Controle de Competidores*).

Outra ação recomendável que tem resultado na melhoria do desenvolvimento da regeneração natural diz respeito à adubação dos regenerantes, para propiciar melhor desenvolvimento dos indivíduos arbóreos e cobertura da área em menor tempo (Rodrigues et al., 2007).

Por aproveitar os indivíduos jovens pré-existentes na área a ser restaurada, a condução da regeneração contribui bastante para a redução de custos, possibilitando ainda a preservação do patrimônio genético regional, o incremento da diversidade de espécies e de formas de vida (espécies herbáceas, arbustivo-arbóreas, trepadeiras e palmeiras). Como resultado, é possível obter um produto final (floresta restaurada) mais estruturado, o que favorece o restabelecimento precoce de importantes processos ecológicos.

2.1.3. Controle de competidores

Em certos trechos da área do projeto, especialmente nas áreas onde existem espécies competidoras altamente agressivas, como as braquiárias e o colonião, que apresentam processo alelopático, inibindo a germinação e crescimento de outras espécies, torna-se necessário o controle dessas competidoras como ação complementar ao isolamento da área. A ação dessas gramíneas pode inibir o desenvolvimento de regenerantes nas áreas em que há possibilidade de auto recuperação. Um controle inicial dessas gramíneas pode ser feito com o controle por roçada mecanizada e não é indicado o controle de competidores através do uso de herbicidas em situações dentro de APP.

2.1.4. Recuperação do solo

A recuperação do solo pode envolver ações de natureza física e/ou química. Para isso são necessários estudos quanto à declividade, grau de erosão, suscetibilidade à inundação, pedregosidade, textura, presença de lençol freático subsuperficial, produtividade, etc. Nos casos das estradas, por exemplo, devem ser reavaliados os traçados, adequando-as a curvas de nível e à cota mais próxima ao limite dos divisores de água.

Sugere-se que, como método auxiliar, a recuperação inicial do solo seja realizada com o uso de espécies de adubação verde, em área adequadamente preparada para isso (preparo do solo, adubação, controle de competidores, etc.). Normalmente utilizam-se espécies de maior rusticidade, tais como a mucuna, o feijão-de-porco, o nabo-forrageiro e a crotalária. Em áreas declivosas, a semeadura das espécies de adubo verde deve ser realizada em covetas, as quais podem ser abertas com enxada e devem ter uma profundidade média de 10 cm, com o espaçamento entre covetas definido em função da necessidade de recobrimento da área (**Figura 07**). Nesses casos, pode-se também realizar a semeadura com matracas. Depois dessa primeira ocupação é que se realizará o plantio de espécies arbóreas com a diversidade necessária para a restauração.

Nas áreas com solo compactado deve-se inicialmente romper as camadas de impedimento do solo, por meio do uso do subsolador, e posteriormente realizar o plantio de espécies de adubação verde. Deve-se dar preferência ao uso de espécies que favoreçam a descompactação do solo, sendo o principal exemplo o nabo-forrageiro.

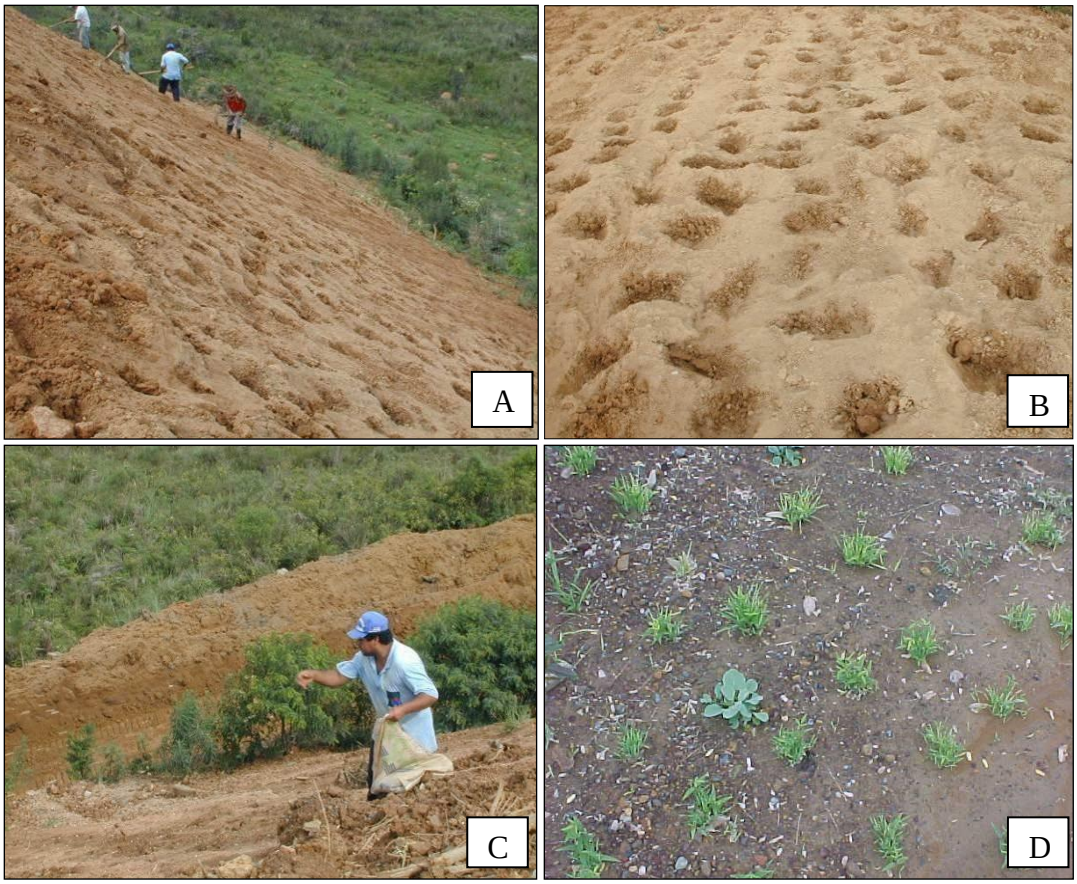


Figura 07: Abertura das covetas com enxada (A), covetas com espaçamento médio de 30 cm (B), semeadura (C) e emergência das espécies de adubo verde (D).

Em áreas de voçoroca, onde não foi possível a regularização do solo, deverá ser criada uma faixa de proteção de largura mínima de 30 m a partir da borda da voçoroca (nível regular do solo no entorno). Toda a área da faixa de proteção e interior da voçoroca poderá ser contabilizada como reserva legal, desde que não seja constatado o afloramento do lençol freático no interior da voçoroca. Caso isso ocorra, será criada uma nova APP, conforme a legislação vigente. Quando possível, porém, a regularização da topografia da voçoroca deve ser realizada a partir da construção de taludes e bermas, com posterior plantio ou semeadura de espécies nativas para revegetação do interior da voçoroca. Deve-se sempre realizar a análise química do solo, de forma que as deficiências nutricionais do mesmo possam ser corrigidas por meio da adubação.

2.1.5. Plantio de adensamento

Entende-se por plantio de adensamento o plantio de mudas de espécies iniciais da sucessão nos espaços não ocupados pela regeneração natural. Esse procedimento é recomendado em locais que alternam boa presença de regeneração natural com locais falhos, com baixa densidade de vegetação arbustivo-arbórea, ou em áreas de borda de fragmentos e grandes clareiras em estádio inicial de sucessão, visando controlar a expansão de espécies invasoras e nativas em desequilíbrio e favorecer o desenvolvimento das espécies finais por meio do sombreamento (Rodrigues *et al*, 2007).

O método de adensamento possui como vantagens a possibilidade de promover a restauração florestal controlando a expansão de espécies agressivas ao mesmo tempo em que favorece o desenvolvimento de espécies que toleram o sombreamento. Em contrapartida, o custo de implantação é maior quando comparado com a condução da regeneração natural dado que envolve o plantio de mudas. Os espaçamentos usualmente recomendados nesse método são 3,0 x 2,0 m ou 2,0 x 2,0 m.

2.1.6. Plantio de enriquecimento

O plantio de enriquecimento consiste na introdução de espécies dos estádios finais de sucessão nas áreas-alvo de restauração florestal. A utilização desse método é recomendada quando a vegetação já presente na área apresenta baixa diversidade de espécies.

As formas mais comumente utilizadas nesses plantios consistem na introdução de mudas, sementes ou na introdução de indivíduos, produzidos a partir de sementes coletadas em outros fragmentos regionais de espécies já presentes na área – enriquecimento genético.

O plantio de enriquecimento possui como vantagem o aproveitamento da regeneração natural local tal qual descrito nos tópicos anteriores. Em decorrência de já haver a presença de vegetação, com formação de dossel, o espaçamento de plantio tende a ser mais amplo, 4,0 x 6,0 m ou 5,0 x 8,0m. No entanto, características locais devem ser observadas e avaliadas antes da tomada de decisão. A Figura 08 a seguir ilustra o adensamento e o enriquecimento de espécies em uma área com presença de regeneração natural (induzida ou não).

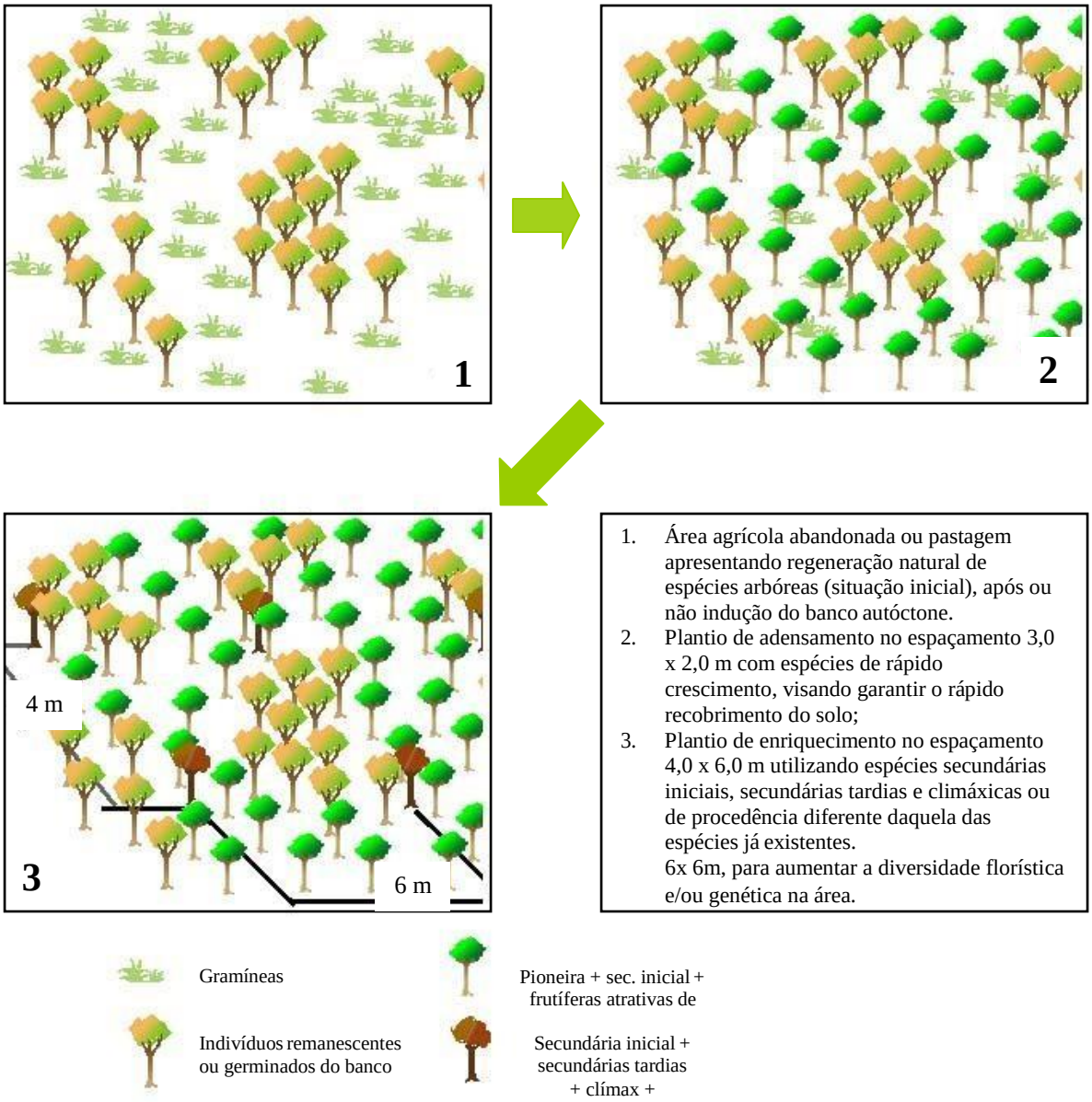


Figura 08: Representação esquemática do plantio de adensamento com espécies pioneiras e secundárias iniciais usando espaçamento 3,0 x 2,0 m e com posterior plantio de enriquecimento com espécies tardias e climáxicas usando espaçamento 4,0 x 6,0 m.

2.1.7. Plantio total em áreas onde não ocorreu expressão da regeneração natural

No plantio total são realizadas combinações das espécies em módulos ou grupos de plantio, visando à implantação das espécies dos estádios finais de sucessão (secundárias tardias e clímax) conjuntamente com espécies dos estádios iniciais de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais). Essa prática compõe unidades sucessionais que resultam em uma gradual substituição de espécies dos diferentes grupos ecológicos no tempo, caracterizando o processo de sucessão.

Para combinação das espécies de diferentes comportamentos (pioneiras, secundárias e/ou climáxicas) ou de diferentes grupos ecológicos, o Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF) usa como metodologia de campo a introdução de linhas alternadas de plantio com espécies de diferentes comportamentos, que representarão os módulos sucessionais. Para a implantação dessas linhas, a lista de espécies nativas regionais é dividida em dois grupos funcionais: grupo de recobrimento e grupo de diversidade.

O grupo de recobrimento é constituído por espécies que possuem rápido crescimento e boa cobertura de copa, proporcionando o rápido fechamento da área plantada. Essas espécies em sua maioria são classificadas como pioneiras, mas as espécies secundárias iniciais também fazem parte desse grupo. Com o rápido recobrimento da área, as espécies desse grupo criam um ambiente favorável ao desenvolvimento dos indivíduos do grupo de diversidade e desfavorecem o desenvolvimento de espécies competidoras como gramíneas e lianas agressivas, através do sombreamento da área de recuperação. O fato de pertencer a um grupo funcional inicial na sucessão não implica em dizer que a espécie se encaixa no grupo de recobrimento. Para uma espécie pertencer a esse grupo ela deve ter como características, além do rápido crescimento, a capacidade de formar copa densa e ampla, sendo assim uma eficiente sombreadora do solo (Nave 2005, Rodrigues et al. 2009 e 2010). Outra característica desejável para as espécies do grupo de recobrimento é que elas possuam florescimento e produção precoce de sementes.

No grupo de diversidade incluem-se as espécies que não possuem rápido crescimento e/ou boa cobertura de copa, mas são fundamentais para garantir a perpetuação da área plantada, já que é esse grupo que vai gradualmente substituir o grupo de recobrimento quando este entrar em senescência (morte), ocupando definitivamente a área. O grupo de diversidade se assemelha muito ao grupo referido em alguns projetos como grupo das não-pioneiras (NP), no entanto, nesse grupo entram também as espécies pioneiras que não cumprem a função de recobrimento, mas que cumprem outra função na restauração, como atração de fauna. Dessa forma, uma diferença

importante é que nesse grupo de diversidade entram outras formas de vida que não apenas as arbóreas. Incluem-se no grupo de diversidade todas as demais espécies regionais não pertencentes ao grupo de recobrimento, inclusive espécies de outras formas de vida que não as arbóreas, como as arvoretas, os arbustos, etc.

Resumidamente, as espécies do grupo de recobrimento, de crescimento mais rápido e boa cobertura, formam uma capoeira num curto espaço de tempo, sob a qual as espécies do grupo de diversidade crescerão e serão tutoradas pelas primeiras, até atingir a condição dominante na floresta.

Com esses dois grupos de plantas estabelecidos, a distribuição das plantas dentro das linhas de plantio é sempre uma alternância de uma muda de recobrimento e uma muda de diversidade (Figura 09). Como prática de plantio, pode-se iniciar o plantio apenas com as mudas de um grupo, plantando numa cova e pulando a outra. Terminado o plantio do primeiro grupo (diversidade ou recobrimento), inicia-se o plantio das mudas do outro grupo, preenchendo as covas que ficaram sem plantas. Sempre que a operação for possível, recomenda-se o plantio em sistema de cultivo mínimo, ou seja, em linha, o que facilita o controle de competidores e minimiza os riscos de processos erosivos e os custos de implantação.

Esses plantios geralmente apresentam espaçamento de 3,0 m entre linhas e 2,0 m entre plantas. A implantação dos mesmos obedece ao padrão de florestas conservadas, aumentando as chances de sustentabilidade do reflorestamento por processos de interação biótica. Plantios realizados com esse espaçamento geram uma densidade de cerca de 1.666 ind./ha.

Essa distância entre as linhas permite que se faça o controle mecanizado das espécies competidoras nos primeiros anos do plantio. Dependendo da situação pode-se recomendar plantios mais adensados, com espaçamentos de 2,0 x 2,5 m e 2,0 x 2,0 m. Esses espaçamentos são frequentemente utilizados em áreas em que se deseja promover um recobrimento antecipado da área, objetivando tanto a estabilização de solo num tempo mais curto, como para acelerar o sombreamento da área como medida de controle de competidores. Essa metodologia permite que, na introdução das espécies mais finais da sucessão, seja considerada a distribuição dos indivíduos de cada espécie, de forma a evitar o isolamento reprodutivo dos indivíduos introduzidos, quando estes estiverem adultos. Dessa forma, procura-se reproduzir um número de indivíduos das espécies finais da sucessão por unidade de área semelhante às distribuições dessas espécies nas comunidades naturais. O respeito a essa distribuição espacial é importante para garantir o potencial reprodutivo das espécies bem como a autoperpetuação da floresta reconstituída. Na prática, o que se faz é distribuir os indivíduos de

espécies mais finais da sucessão de tal forma que fiquem distanciados entre 10 e 30m um do outro, já que a maioria das espécies é alógama e apresenta distribuição agrupada nas formações naturais.

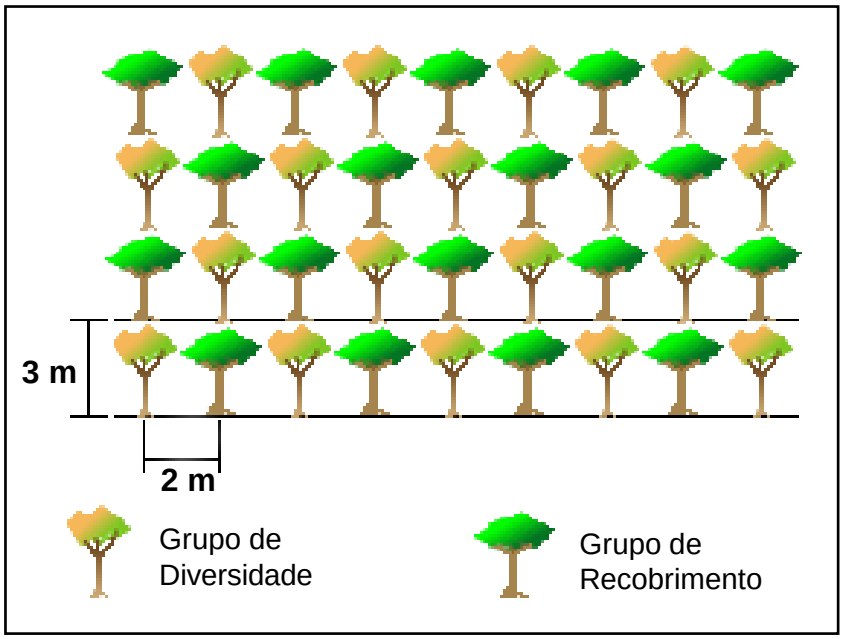


Figura 09: Desenho esquemático de distribuição alternada de indivíduos do grupo de recobrimento com indivíduos do grupo de diversidade nas linhas de plantio.

2.1.8. Muvuca

Na tentativa de reduzir os custos de implantação das ações de restauração foi elaborado um sistema de semeadura em área total de espécies de recobrimento mais espécies de adubo verde, esse modelo de restauração é denominado Muvuca. Aqui serão indicados dois modelos de muvuca, um somente com espécies nativas de recobrimento e o segundo com espécies de recobrimento semeadas com espécies de adubo verde.

A muvuca consiste na semeadura direta de espécies nativas de recobrimento a cada 2 metros entre as linhas e 40 sementes por metro, gerando 450 metros lineares semeados. Nas entrelinhas será feita a semeadura de espécies de adubo verde de pequeno e grande porte (Figura 10). Pode-se realizar a restauração em um mix (mistura) de sementes de espécies nativas de recobrimento e de espécies de adubo verde. Após o recobrimento total da área, com as espécies de recobrimento e/ou

adubação verde, será feito o enriquecimento com plantio ou semeadura direta de espécies de diversidade.

Figura 10: Modelo de implantação de Muvuca, apresentando a semeadura de espécies de recobrimento mais espécies de adubo verde.

2.1.9. Plantio escalonado em área total

Quando o potencial de auto-regeneração natural (resiliência) da área-alvo de restauração é baixo, a estratégia mais eficaz é o plantio escalonado total de mudas na área-alvo da restauração florestal. Nesse método, são realizadas combinações das espécies em módulos ou grupos de plantio, visando à implantação das espécies de diversidade, típicas dos estádios finais de sucessão (secundárias tardias e clímax) conjuntamente com espécies dos estádios iniciais de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais), compondo unidades sucessionais que resultam em uma gradual substituição de espécies dos diferentes grupos ecológicos no tempo, caracterizando o processo de sucessão.

Para combinação de espécies de diferentes grupos ecológicos (pioneiras, secundárias e/ou climáxicas) é recomendado o plantio total de mudas. No modelo anterior (item 2.1.7 *Plantio Total*

em áreas onde não ocorreu expressão da regeneração natural) foi proposto o plantio total de mudas desses dois grupos funcionais, introduzidos na área ao mesmo tempo, em covas alternadas, uma com mudas de espécies de recobrimento e uma cova com mudas de espécies de diversidade (Rodrigues *et al.* 2010). Neste modelo é recomendado, para maior sucesso e menor custo, o plantio desses dois grupos funcionais em momentos distintos (plantio escalonado). Dessa forma, o plantio escalonado no tempo, de espécies de grupos ecológicos distintos, que representarão os módulos sucessionais. Para a implantação desses grupos em tempos distintos a lista de espécies nativas regionais é dividida em dois grupos funcionais: grupo de recobrimento e grupo de diversidade (Nave 2005; Rodrigues et al., 2009 e 2011; Brancalion et al., 2012; Tanaka, 2013).

As mudas utilizadas no plantio escalonado devem conter no mínimo 10 espécies do grupo de recobrimento e no mínimo 70 ou 80 espécies do grupo da diversidade. Cada um desses dois grupos deve apresentar o número de mudas por espécie o mais igualmente distribuído para evitar o plantio de muitas mudas de poucas espécies. O plantio deve ser feito de maneira que as mudas da mesma espécie não sejam plantadas lado a lado ou muito próximas umas das outras, nem muito distantes a ponto de proporcionar o isolamento reprodutivo destas. O ideal é que elas já saiam do viveiro na forma de "mix", ou seja, contendo as espécies misturadas dentro de cada grupo, mas separadas em cada um dos grupos.

É importante notificar que esta metodologia emprega a utilização obrigatória do plantio de espécies de adubo verde na implantação, simultaneamente com as espécies do grupo de recobrimento, tempo zero. Assim, o adubo verde irá tutorar as espécies de recobrimento promovendo o sombreamento da área de plantio e reduzindo os custos com manutenção de gramíneas invasoras.

A adubação verde é uma atividade que apresenta muitos benefícios para o cultivo e reestruturação do solo. Consiste na implantação de espécies de plantas com elevado potencial de produção de massa vegetal e grande agregador de nutrientes no solo.

Os principais benefícios analisados com a adubação verde são:

- Proteção do solo contra a erosão;
- Diminuição da lixiviação de nutrientes;
- Melhoria do solo com maior infiltração e retenção de água;
- Acréscimo de matéria verde e seca, elevando o teor de matéria orgânica no solo;
- Descompactação do solo com sistema radicular profundo e ramificado;

- Redução da população de gramíneas invasoras pelo crescimento rápido e muitas vezes agressivo de algumas espécies de adubo verde;
- Aumento da disponibilidade de macro e micronutrientes;
- Diminuição da acidez do solo.

Para a implantação da semeadura de adubo verde é recomendado escolher mais de uma espécie, formando um "mix" com espécies de pequeno e grande porte.

Os cálculos para executar esse tipo de implantação são baseados nas quantidades de sementes semeadas por metro linear e/ou por metro quadrado.

A Figura 11 exemplifica o consórcio de semeadura de adubo verde com o plantio de mudas de espécies de recobrimento, com o intuito de recobrir a área rapidamente, desfavorecendo o crescimento de espécies gramíneas invasoras e favorecendo o plantio de mudas de diversidade que necessitam de sombra para seu desenvolvimento.

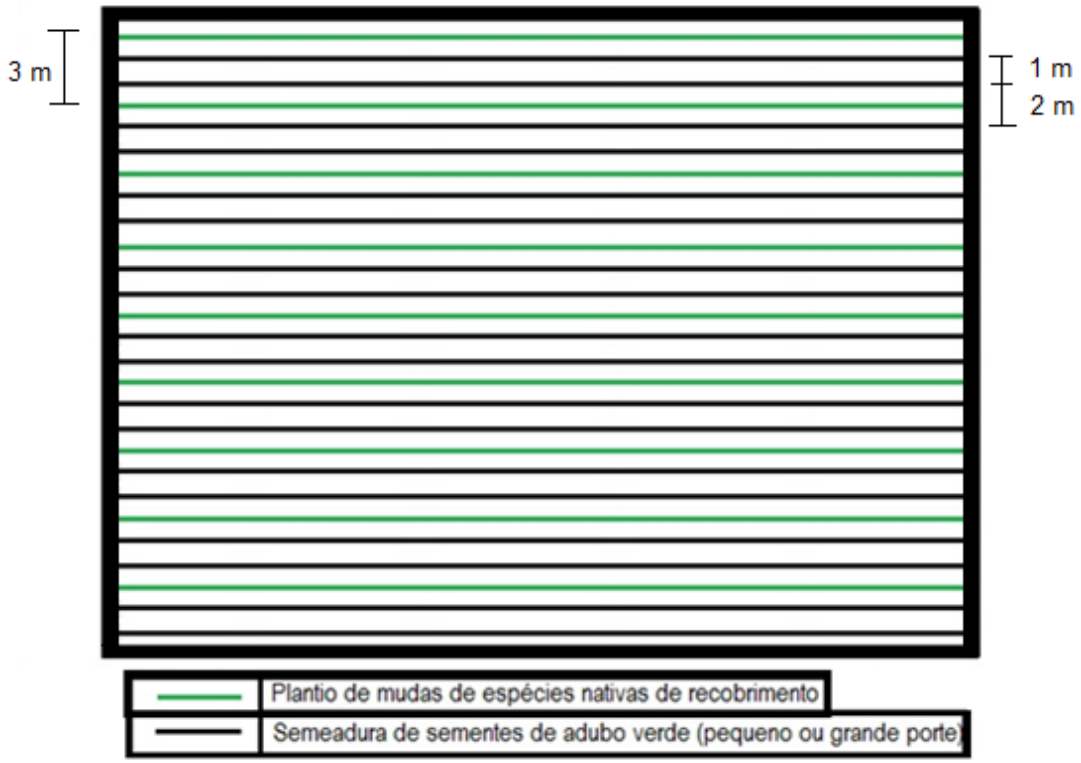


Figura 11: Exemplo de uma parcela com plantio de espécies nativas de recobrimento com semeadura de adubo verde (pequeno ou grande porte) nas entrelinhas

As tabelas 01 e 02 apresentam exemplos atualizados de espécies sendo utilizadas em experimentos:

Tabela 1. Exemplo de espécies de adubo verde de pequeno porte para semeadura em linhas e em área total

Adubo Verde - Pequeno Porte						
Espécie		**Sementes/metro linear**	**Sementes/m²**	**Sementes/ Kg**	**Kg/Hectare**	
Nome científico	**Nome popular**				**Linha**	**A lanço**
Crotalaria breviflora	Crotalária-breviflora	35	80	52.632	12	15
Crotalaria spectabilis	Crotalária-spectabilis	35	85	55.556	12	15
Lupinus albus	Tremoço-branco	10	20	3.333	50	60

Tabela 2. Exemplo de espécies de adubo verde de grande porte para semeadura em linhas e em área total

Adubo Verde - Grande Porte						
Espécie		**Sementes/metro linear**	**Sementes/m²**	**Sementes/ Kg**	**Kg/Hectare**	
Nome científico	**Nome popular**				**Linha**	**A lanço**
Crotalaria juncea	Crotalária-juncea	27	60	20.408	25	30
Crotalaria spectabilis	Crotalária-spectabilis	35	85	55.556	12	15
Crotalaria achroleuca	Crotalária-achroleuca	45	120	142.857	6	8
Cajunus cajan	Guandu-forrageiro (anão)	20	50	13.333	30	35
Helianthus annuus	Girassol	10	30	15.873	15	20

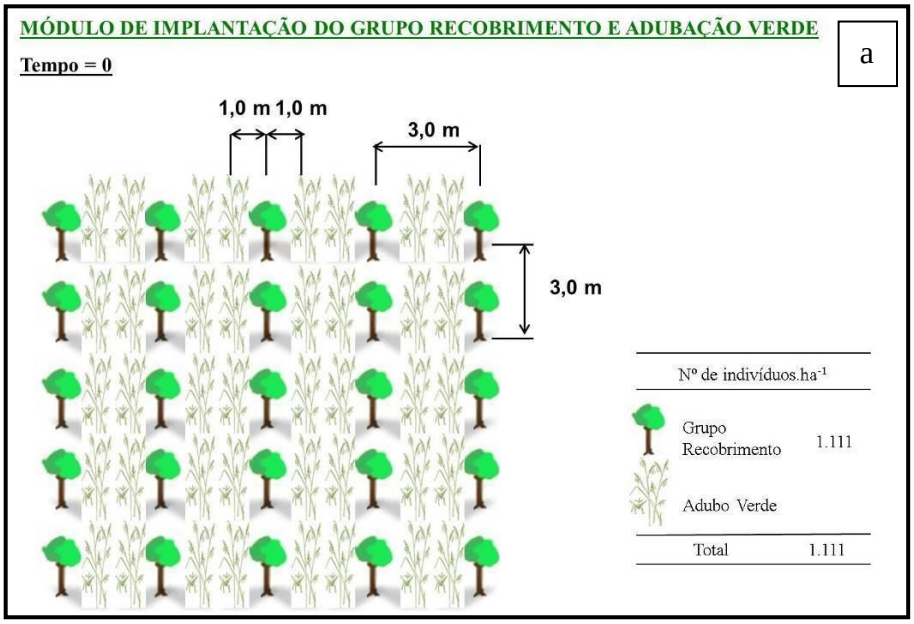
Metodologia de Implantação

A metodologia de plantio escalonado deve seguir as orientações abaixo:

- 1º ano (implantação): Inicia-se com o plantio do grupo de recobrimento em espaçamento 3,0 x 3,0 m, somando 1.111 indivíduos por hectare. Este espaçamento possibilita um maior e mais rápido sombreamento do solo e diminui os gastos com manutenção, como o controle de competidores.

Necessariamente deve-se realizar a semeadura de adubo verde nas entrelinhas do grupo de recobrimento, o adubo verde deve ser plantado em duas linhas a um metro de distância das espécies de recobrimento (Figura 12-a). As espécies escolhidas de adubo verde têm o ciclo de vida curto e no segundo ano já apresentam senescência cedendo espaço às espécies de recobrimento que irão sombrear a área (Figura 12-b);

- 2º ou 3º ano pós plantio do grupo de recobrimento e adubo verde: Plantio do grupo de diversidade em espaçamento 3,0 x 4,0 m, nas entrelinhas do grupo de recobrimento, somando 833 indivíduos por hectare (Figura 13). Assim, as espécies de diversidade terão um ambiente favorável com maior sombreamento, temperaturas mais baixas e pouca exposição à insolação;
- Seguindo essas duas etapas o total de mudas plantadas por hectare somará 1.944.



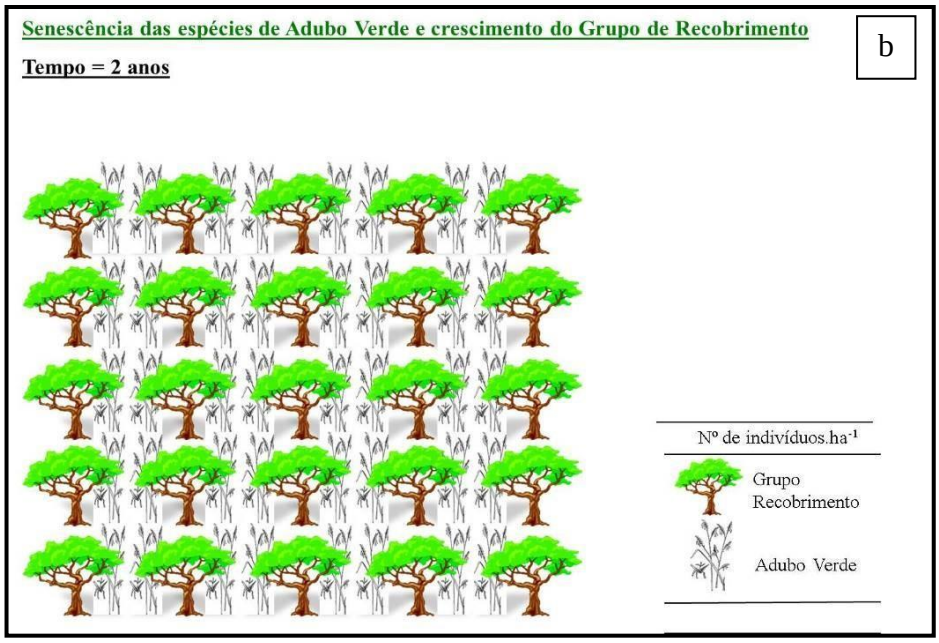


Figura 12: Implantação do Grupo de Recobrimento e Adubo Verde. (a) Plantio de restauração no tempo zero, grupo de recobrimento em espaçamento 3,0 x 3,0m e plantio de adubo verde nas estrelinhas a 1 metro de distância das espécies do recobrimento. (b) Área de plantio com 2 anos de implantação apresenta o crescimento das espécies de recobrimento e a senescência do adubo verde.

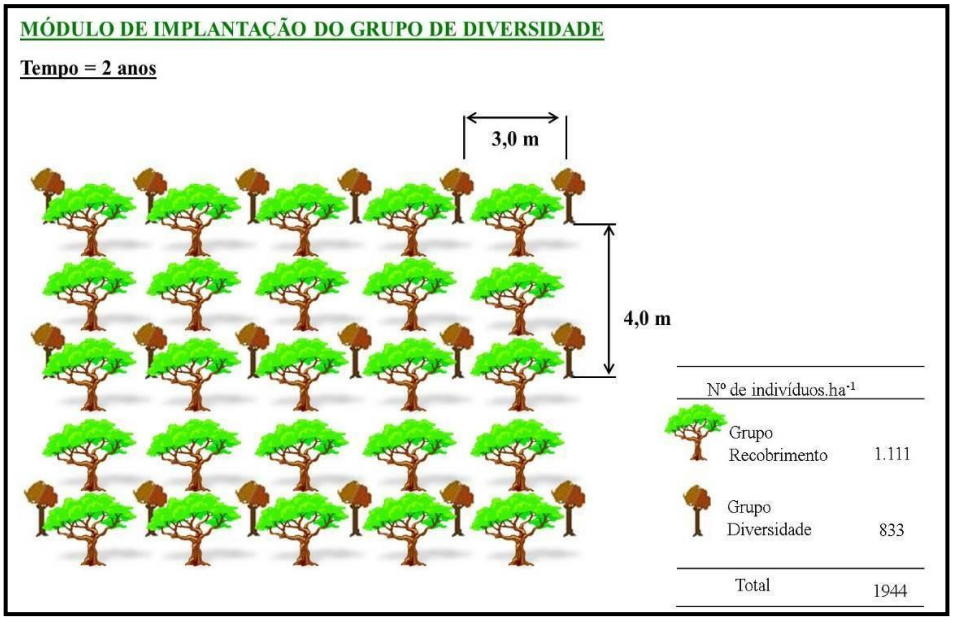


Figura 13: Plantio de restauração com o Grupo de Diversidade no 2º ano de plantio do grupo de recobrimento.

Vale ressaltar que, para que uma metodologia de restauração florestal seja adequada, é necessário que ela seja embasada em princípios que garantam a substituição gradual de espécies, feita com elevada diversidade de espécies, e que promova a mais rápida e eficiente cobertura florestal da área em processo de restauração, reduzindo assim os custos de manutenção. Em função disso, torna-se necessário esse plantio do grupo da diversidade no segundo ano, a não ser que seja constatada a colonização de novas espécies ao longo do tempo, através das atividades de monitoramento.

3. Modelos de restauração ecológica em RL e áreas de baixa aptidão agrícola para aproveitamento econômico

Os modelos de restauração e consequente aproveitamento econômico da Reserva Legal (RL) e áreas de baixa aptidão agrícola aqui apresentados são extremamente inovadores e foram concebidos em diversas reuniões, na qual participaram diferentes profissionais ligados as atividades de pesquisas, ensino e extensão em restauração de áreas degradadas.

Para a exploração comercial das florestas restauradas na RL e áreas de baixa aptidão agrícola das propriedades foram elaborados 2 (dois) Programas de Restauração usando espécies arbóreas nativas e exótica, com diferentes ciclos de exploração, mas atentando para o baixo impacto ambiental e visual da paisagem. O programa vai apresentar modelos de silvicultura de espécies nativas, incluindo o uso de eucalipto como espécie inicial para a viabilização econômica da recomposição da Reserva Legal e restauração de áreas de baixa aptidão agrícola.

Os esquemas a seguir apresentam 5 (cinco) modelos de silvicultura de espécies nativas consorciados com o Eucalipto. Com exceção do modelo 1, todos os demais incorporam o uso do eucalipto como espécie inicial através do plantio em linhas duplas (faixas) de maneira a minimizar os danos à vegetação nativa plantada e regenerante por ocasião da exploração madeireira futura. O uso de linhas de plantio simples ou duplas será apresentado pelas espécies nativas madeireiras com o objetivo de reduzir os danos causados pela exploração madeireira futura.

Para todos os modelos apresentados a seguir o espaçamento de plantio deverá ser de 3,0 x 3,0 m. Cada um dos modelos apresenta as espécies nativas organizadas em grupos silviculturais, de acordo com o ciclo de produção e perspectivas de uso da madeira, sendo esses grupos constituídos por:

- **Madeira inicial**: tem como principal função ecológica ocupar rapidamente a área em processo de restauração, reduzindo as atividades de manutenção e criando condições adequadas para o crescimento das demais espécies das outras categorias sucessionais. Essas espécies são de crescimento rápido e copa ampla, mas de ciclo de vida curto, sendo características das fases iniciais de sucessão. Devido à baixa densidade da madeira, as espécies nativas de madeira inicial são utilizadas principalmente para caixotaria e carvão, e têm colheita planejada em 10 anos pós-plantio. Apesar do baixo valor da unidade métrica, essas madeiras podem trazer bom retorno financeiro, devido ao grande volume de exploração em curto período. O eucalipto foi incluído como madeira inicial visando exploração para celulose e/ou serraria, em 4 (quatro) dos 5 (cinco) modelos.
- **Madeira média**: são espécies intermediárias da sucessão secundária. Seu desenvolvimento é moderado, ou seja, as espécies desse grupo apresentam crescimento um pouco mais lento e de ciclo de vida mais longo que as espécies do grupo madeira inicial. As espécies de madeira média se desenvolvem a meia luz, tem densidade de madeira muito variável, inclusive ao longo do ciclo de vida, mas com bom valor econômico para uso em carpintaria rústica, sendo explorada em ciclos de 20 anos após o plantio.
- **Madeira final**: são espécies típicas das etapas finais da sucessão florestal, características da floresta madura e que geralmente apresentam crescimento lento, ciclo de vida longo e alta densidade de madeira, e também resistem ao sombreamento. Esse grupo apresenta a maioria das espécies conhecidas como “Madeiras de Lei”. São madeiras de elevado valor econômico, com uso mais nobre em marcenaria e carpintaria. O corte das espécies desse grupo ocorre em ciclos de 30-40 anos pós-plantio, quando os indivíduos atingem o diâmetro adequado.
- **Madeira complementar**: São espécies que apresentam rápido crescimento e copa ampla. Essas são plantadas nas linhas de Madeira Final, intercaladas com as espécies das etapas finais de sucessão florestal. O objetivo é fornecer sombra às espécies da mesma linha e das linhas adjacentes, evitando a bifurcação das espécies de maior interesse madeireiro. Após cerca de 20 anos, os indivíduos de madeira complementar morrem naturalmente ou são eliminados via desbaste para aumentar a incidência de luz nos indivíduos de madeira final, visando aumentar o crescimento dos mesmos.

A lista de espécies dos grupos é apresentada nas Tabelas 03 e 04:

Tabela 3. Listagem de espécies arbóreas nativas de Madeira Inicial indicadas para a restauração com exploração econômica.

Madeira Inicial		
Família	**Nome Científico**	**Nome popular**
Cannabaceae	*Trema micrantha* (L.) Blume	Crindiúva
Euphorbiaceae	*Croton floribundus* Spreng.	Capixingui
Euphorbiaceae	*Croton urucurana* Baill.	Sanfra d'água
Fabaceae	*Senna multijuga* Willd.	Pau-cigarra
Fabaceae	*Senna macranthera* (DC. Ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	Fedegoso
Malvaceae	*Apeiba tibourbou* Aubl.	Pau-jangada
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia* Lam.	Mutambo

Tabela 4. Listagem de espécies nativas dos grupos de Madeira Média e Final para exploração econômica.

Madeiras Médias/Finais		
Família	**Nome científico**	**Nome popular**
Anacardiaceae	*Astronium graveolens* Jacq.	Guaritá
Bignoniaceae	*Handroanthus heptaphyllus* Mattos	Ipê-roxo
Bignoniaceae	*Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Burreau ex Verl.	Ipê-felpudo
Boraginaceae	*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud.	Louro-pardo
Fabaceae	*Centrolobium tomentosum* Guillemin ex Benth.	Araribá
Fabaceae	*Parapiptadenia rgida* (Benth.) Brenan	Angico-vermelho
Fabaceae	*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.	Canafístula
Lecythidaceae	*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze	Jequitibá-rosa
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis* (Raddi)Kuntze	Jequitibá-branco
Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl.	Pau-marfim

Os modelos de exploração propostos, considerando diferentes ciclos de exploração e consórcio entre espécies, estão resumidos nas Figuras 14 a 16.

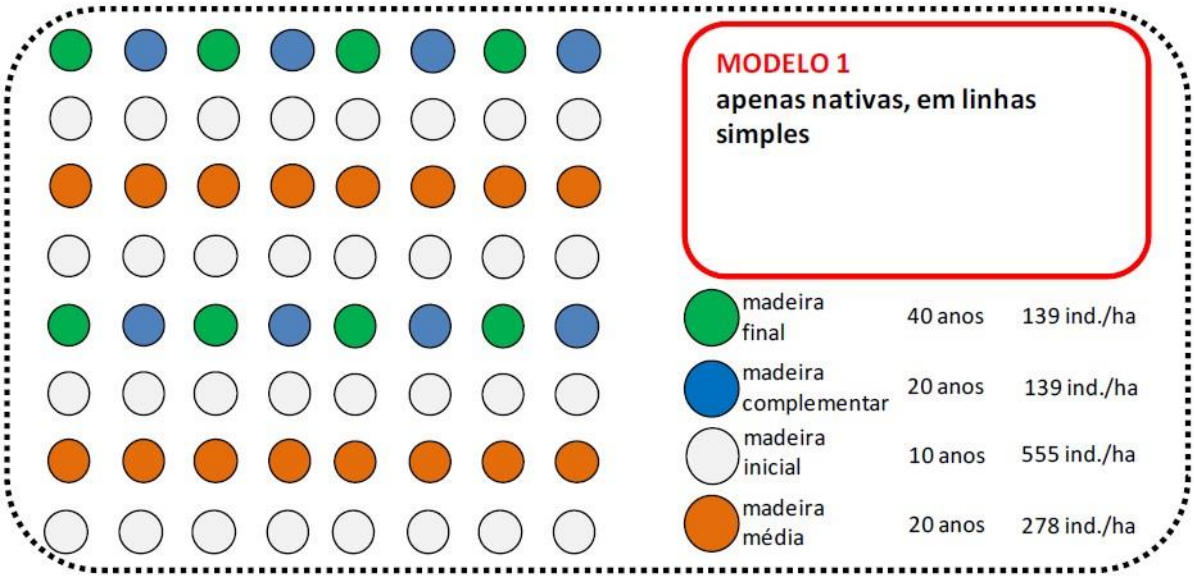


Figura 14: Modelo 1 - Plantio de restauração com espécies nativas para exploração madeireira dos grupos de Madeira Inicial, Média e Final.

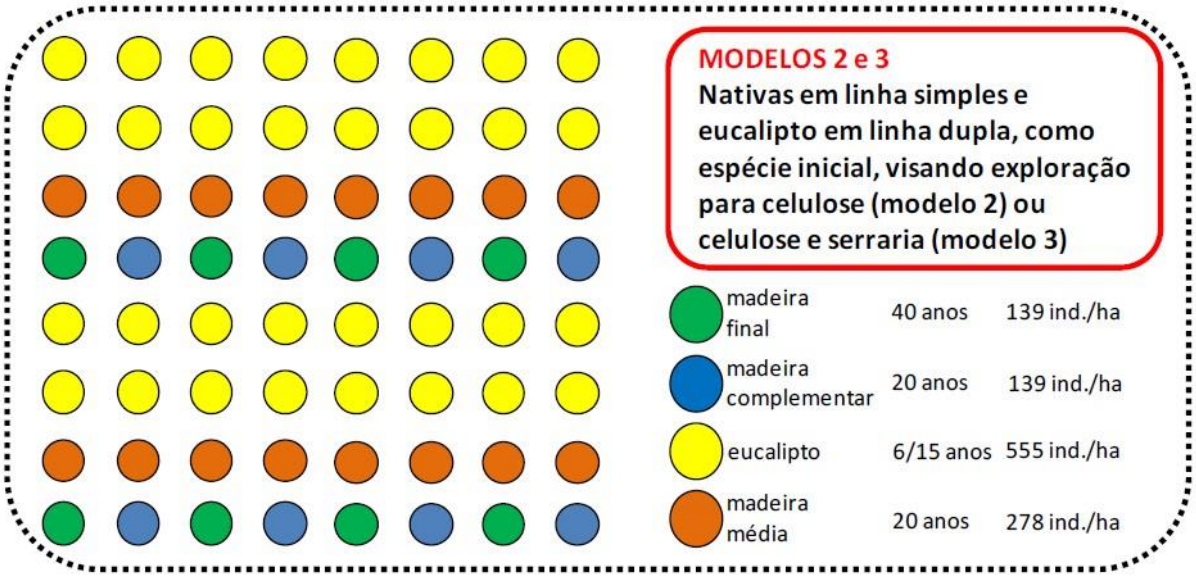


Figura 15: Modelos 2 e 3 – Plantio de restauração com espécies nativas em linhas simples e exótica (eucalipto) em linhas duplas visando exploração para celulose (modelo 2) ou celulose e serraria (modelo 3).

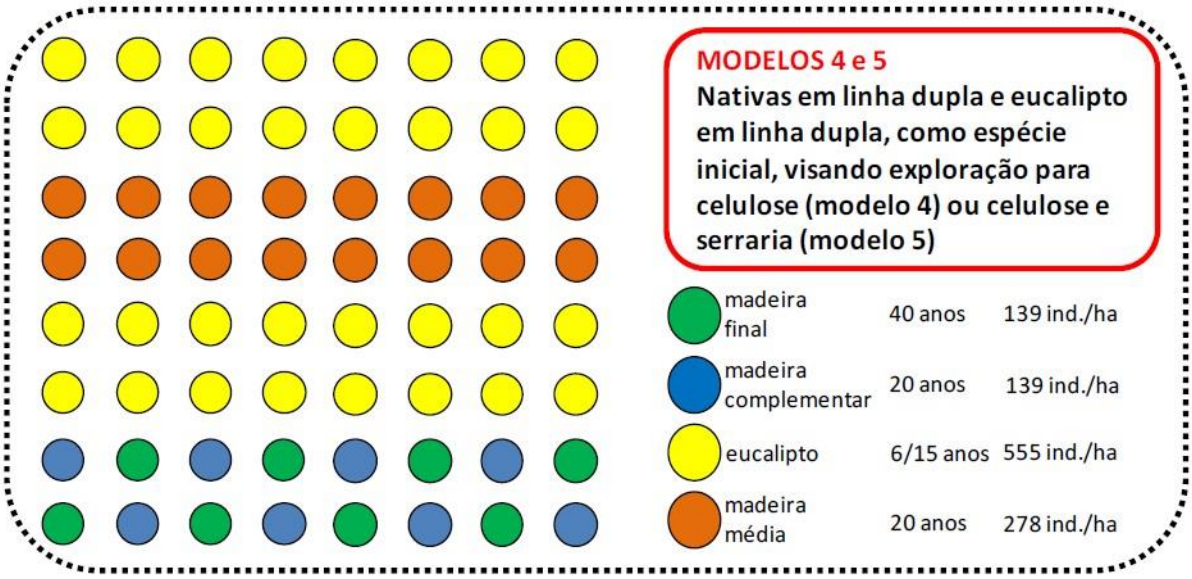


Figura 16: Modelos 4 e 5 – Plantio de restauração com espécies nativas e exótica (eucalipto), ambas em linhas duplas. O modelo 4 apresenta a exploração do eucalipto para celulose e o modelo 5 para exploração tanto de celulose e serraria.

Segue adiante uma descrição detalhada do Programa de Restauração Ecológica em RL e áreas de baixa aptidão agrícola com intenção de exploração econômica de madeira nativa e exótica, considerando desde o início da colheita até a idade aproximada de 40 anos (tempo 40). Entretanto, destaca-se que, este sistema de produção madeireira pode ser mantido indefinidamente, seguindo os ciclos de plantios e colheita propostos.

O Modelo 1 considera o plantio somente de espécies nativas, sendo realizado a implantação em linhas simples e espaçamento 3,0 x 3,0 metros. Considerando o plantio de espécies do grupo de Madeira Inicial, Média, Final e Complementar.

De acordo com a Figura 17, após 10 anos do plantio serão retiradas as linhas de espécies de Madeira Inicial, da segunda e quarta fileira de cima para baixo. Logo após a retirada dessas linhas, ela será reposta por espécies de Madeira Média, cujo tempo zero será de 10 anos pós-implantação do projeto. O plantio dos indivíduos nas respectivas linhas exploradas será feito no espaço entre indivíduos cortados dessas linhas, para que não coincida com os tocos originados do corte anterior.

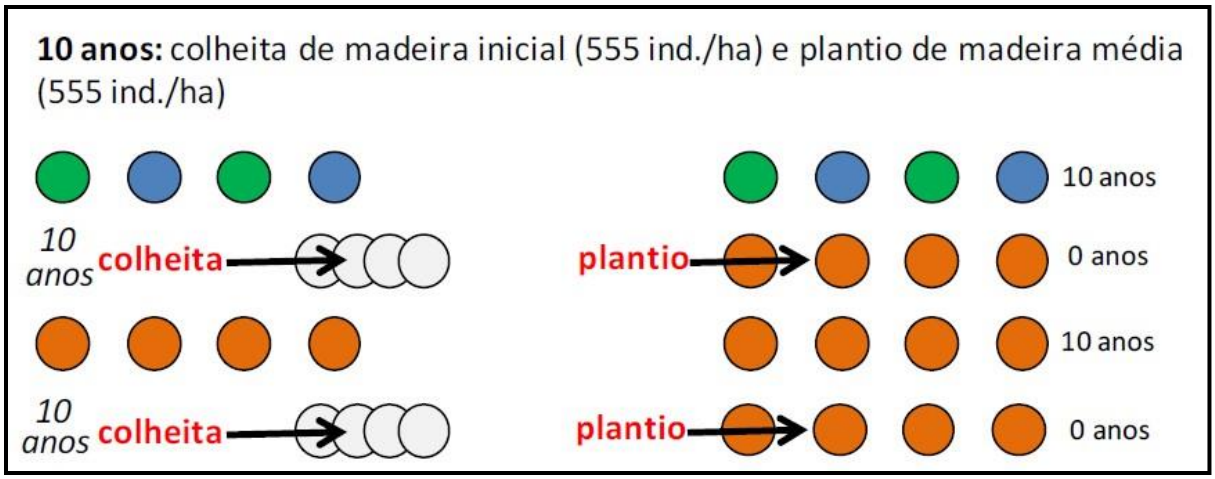


Figura 17: Colheita de 555 indivíduos por hectare de Madeira Inicial com 10 anos de implantação do projeto e plantio de 555 indivíduos por hectare de Madeira Média.

De acordo com a Figura 18, no tempo 20 anos pós-implantação serão retiradas a linha das Madeiras Médias, terceira fileira. Em seguida, essa linha explorada será reposta por indivíduos de Madeira Final e Complementar. Vale ressaltar que as espécies de Madeira Complementar, utilizadas para tutorar as espécies de Madeira Final, começam a morrer nesse período.

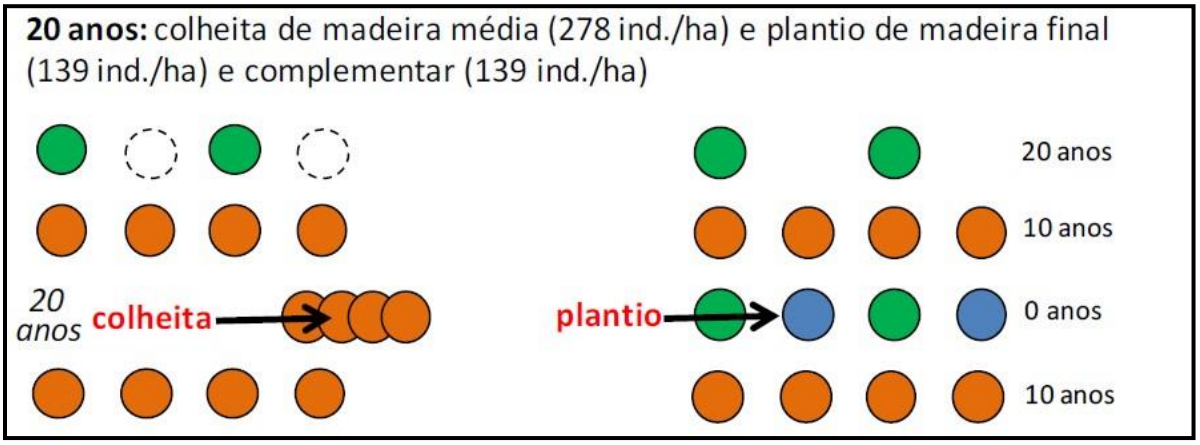


Figura 18: Colheita de 278 indivíduos por hectare de Madeira Média com 20 anos de implantação do projeto e plantio de 139 indivíduos por hectare de Madeira Final e 139 indivíduos por hectare de Madeira Complementar.

De acordo com a Figura 19, tempo 30 anos após implantação, serão retiradas as linhas de Madeira Média (segunda e quarta fileiras) com 555 indivíduos por hectare. Essas linhas após a exploração serão novamente repostas por Madeira Média.

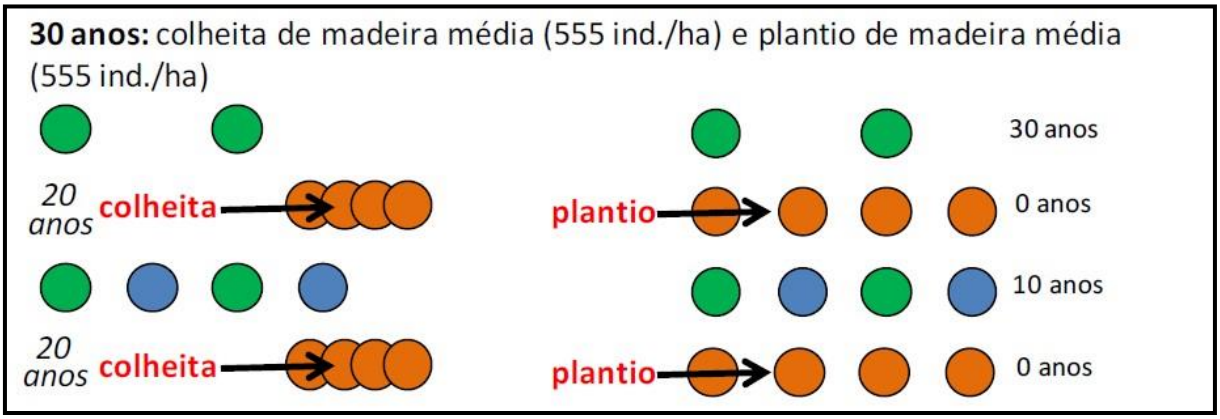


Figura 19: Colheita de 555 indivíduos por hectare de Madeira Média com 30 anos de implantação e repostas novamente por indivíduos de Madeira Média.

De acordo com a Figura 20, após 40 anos do plantio serão retiradas as espécies de Madeira Final (primeira fileira). Essa linha explorada será reposta novamente por linha de espécies de Madeira Final e Complementar, cujo tempo zero será de 40 anos após a implantação do projeto.

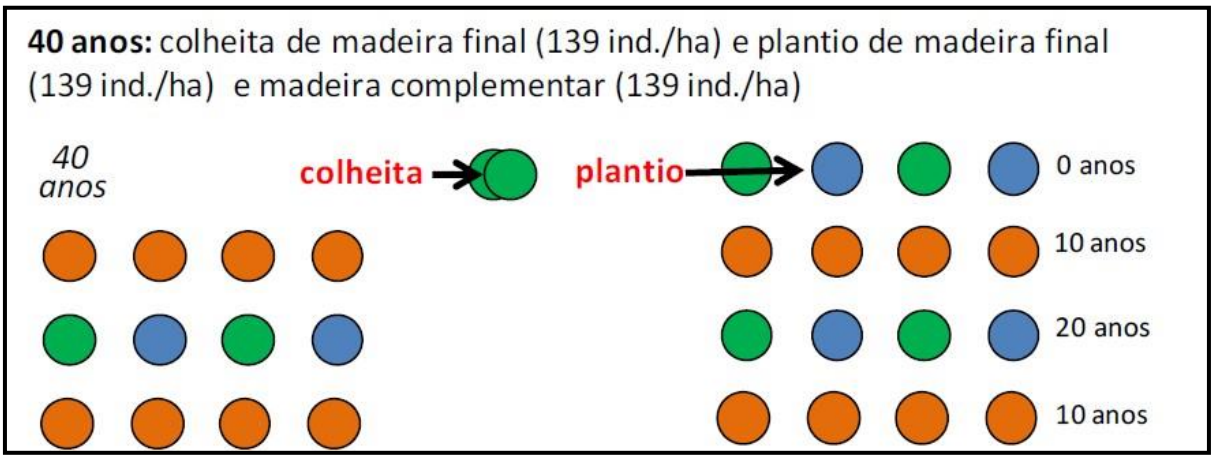


Figura 20: Colheita de 139 indivíduos por hectare de Madeira Final com 40 anos de implantação e reposta novamente por indivíduos de Madeira Final e Complementar.

Dessa forma, a exploração econômica das Reservas Legais e áreas de baixa aptidão agrícola das propriedades rurais entram num ciclo indefinido de exploração madeireira ao longo do tempo, mas que pode ser interrompido a qualquer momento se os proprietários acharem conveniente.

O Modelo 2 considera o plantio espécies nativas em linhas simples e o plantio de eucalipto, como espécie de Madeira Inicial, para a exploração para a celulose em linhas duplas e espaçamento 3,0 x 3,0 metros. Considerando o plantio de espécies do grupo de Eucalipto, Madeira Média, Final e Complementar.

De acordo com a Figura 21, após 7 anos do plantio serão retiradas as linhas da espécie de Eucalipto para celulose, da primeira e segunda fileira de cima para baixo. Logo após a retirada dessas linhas, elas entram em regime de talhadia, cujo tempo zero será de 7 anos pós-implantação do projeto.

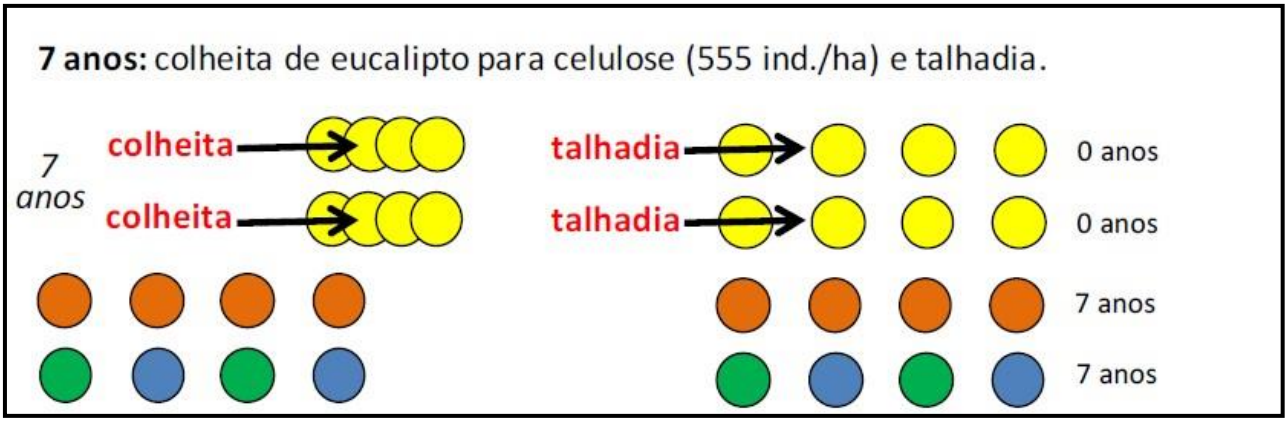


Figura 21: Colheita de 555 indivíduos de eucalipto por hectare e regime de talhadia.

De acordo com a Figura 22, após 15 anos da implantação do projeto serão retiradas as linhas de eucalipto (primeira e segunda fileiras), assim encerra-se a exploração do eucalipto. Após a exploração, essas linhas serão repostas pelo grupo de Madeira Média, cujo tempo zero será de 15 anos.

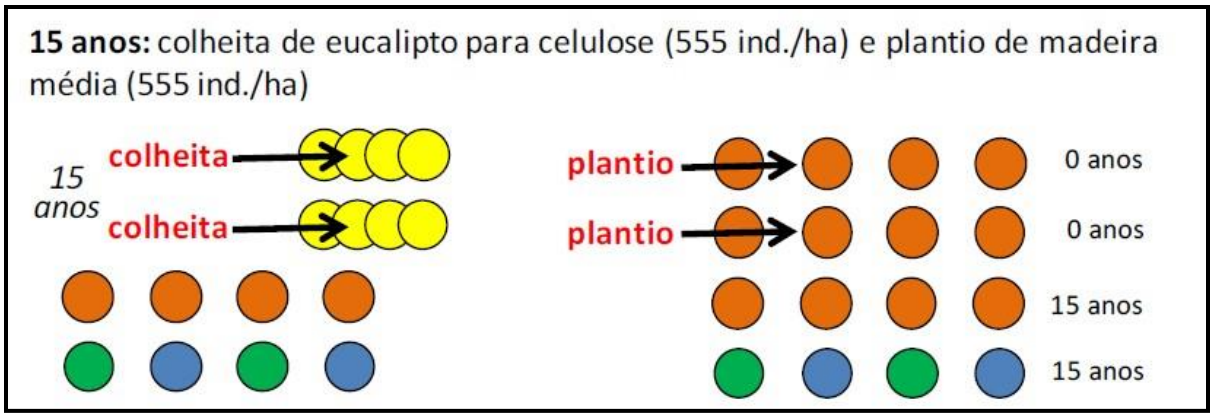


Figura 22: Colheita de 555 indivíduos de eucalipto por hectare, encerrando a exploração do mesmo. Nas linhas serão plantadas espécies de Madeira Média.

De acordo com a Figura 23, após 20 anos da implantação do projeto será retirada a linha de Madeira Média (terceira fileira). Essa linha explorada será reposta por indivíduos dos grupos de Madeira Final e Complementar.

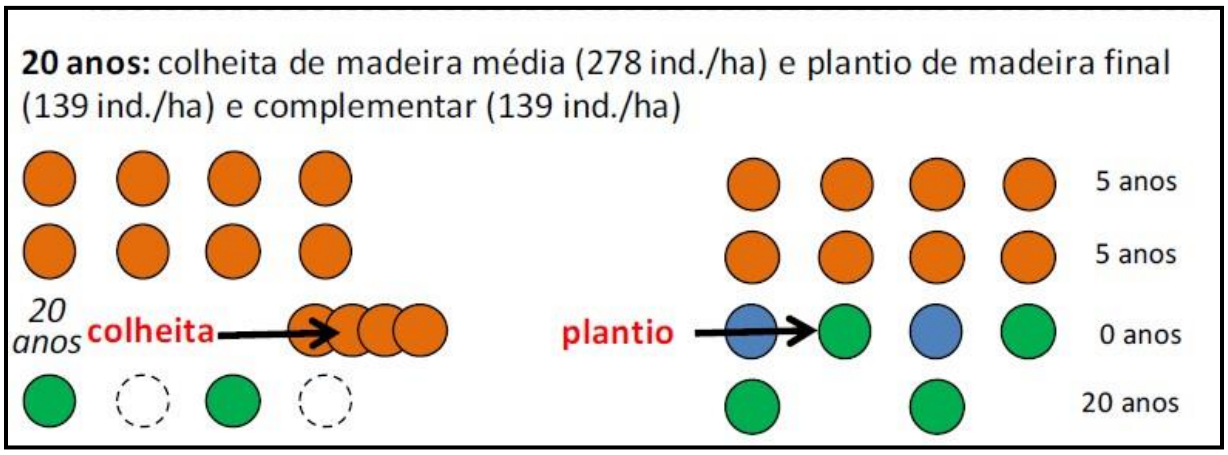


Figura 23: Colheita de 278 indivíduos de Madeira Média por hectare e plantio de indivíduos de Madeira Final e Complementar.

De acordo com a Figura 24, no tempo 35 anos após a implantação serão retiradas as linhas de Madeira Média (primeira e segunda fileira). Após exploração, essas linhas serão repostas pelo mesmo grupo. O tempo zero dessas linhas será de 35 anos.

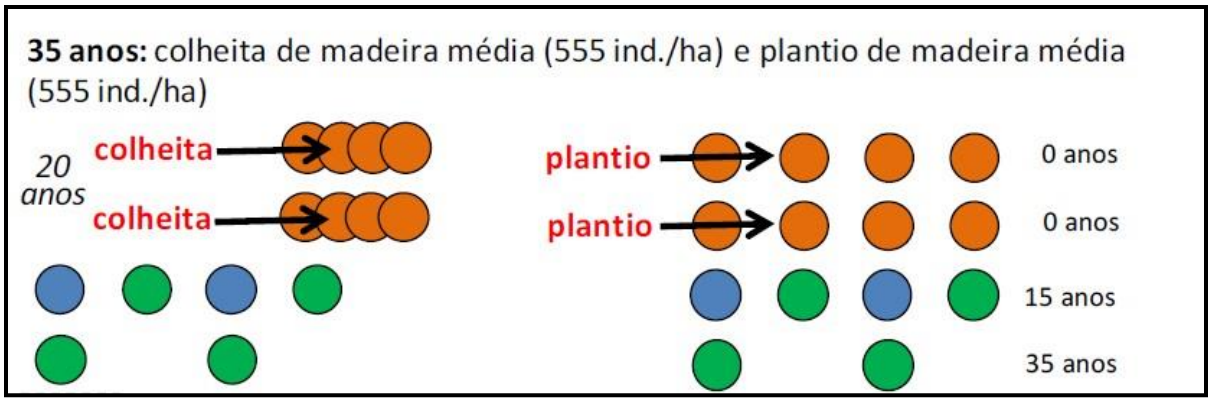


Figura 24: Colheita de 555 indivíduos de Madeira Média por hectare e plantio do mesmo grupo.

De acordo com a Figura 25, após 40 anos do plantio será retirada a linha de Madeira Final (quarta fileira). Essa linha será reposta novamente por espécies de Madeira Final e Complementar, cujo tempo zero será de 40 anos após implantação do projeto.

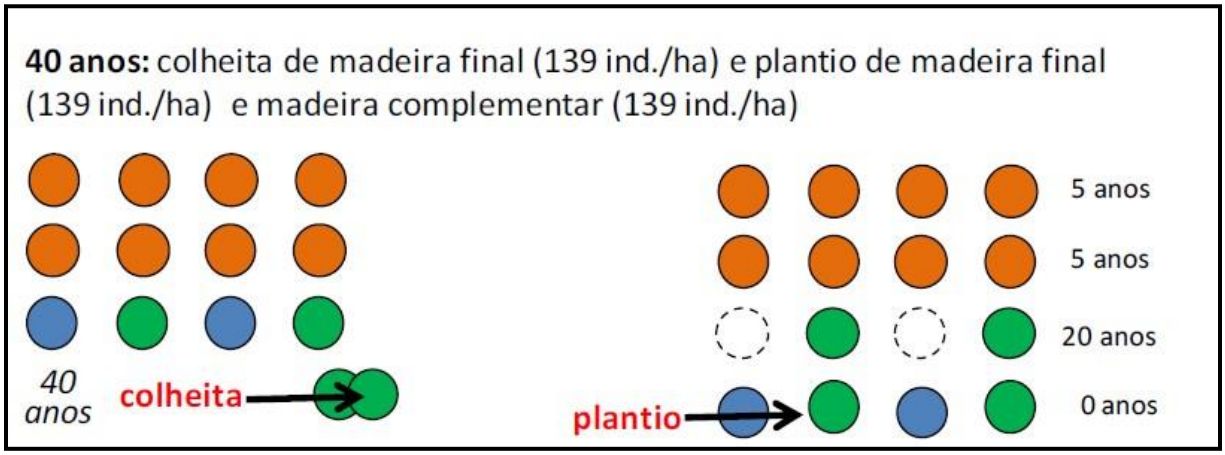


Figura 25: Colheita de 139 indivíduos de Madeira Final com 40 anos de implantação do projeto e plantio dos grupos de Madeira Final e Complementar.

Dessa forma, a exploração econômica das Reservas Legais e áreas de baixa aptidão agrícola das propriedades rurais entram num ciclo indefinido de exploração madeireira ao longo do tempo, mas que pode ser interrompido a qualquer momento se os proprietários acharem conveniente.

O Modelo 3 considera o plantio de espécies nativas em linhas simples e o plantio de eucalipto, como espécie de Madeira Inicial, para a exploração para a celulose e para serraria em linhas duplas e espaçamento 3,0 x 3,0 metros. Considerando o plantio de espécies do grupo de

Eucalipto, Madeira Média, Final e Complementar. De acordo com a Figura 26, após 6 anos do plantio serão retiradas em sistema intercalar, as linhas da espécie de Eucalipto para celulose, da primeira e segunda fileira de cima para baixo, atingindo 50% do povoamento de eucalipto. Nesse Modelo não será replantado os eucaliptos e os indivíduos remanescentes serão colhidos com 15 anos para serraria.

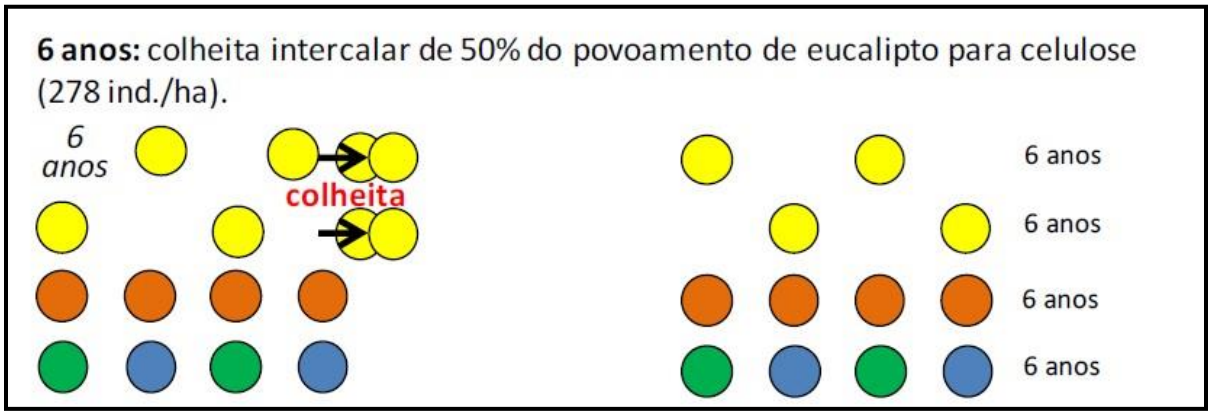


Figura 26: Colheita intercalar de 278 indivíduos por hectare de eucalipto com 6 anos de implantação do projeto.

De acordo com a Figura 27, após 15 anos de implantação do projeto serão retirados os indivíduos remanescente de eucalipto para utilização em serraria. Essas linhas serão repostas por espécies do grupo de Madeira Média, encerrando assim a exploração do eucalipto.

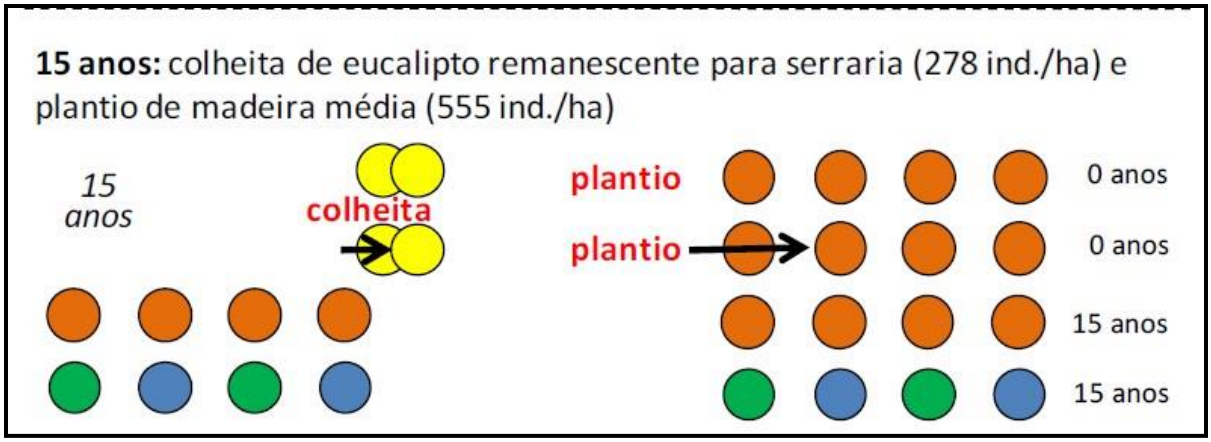


Figura 27: Colheita de 50% dos indivíduos remanescente de eucalipto e plantio de 555 indivíduos por hectare de Madeira Média.

De acordo com a Figura 28, no ano 20 após a implantação serão retirados os indivíduos de Madeira Média (terceira fileira). Essa linha explorada será reposta por espécies dos grupos de Madeira Final e Complementar.

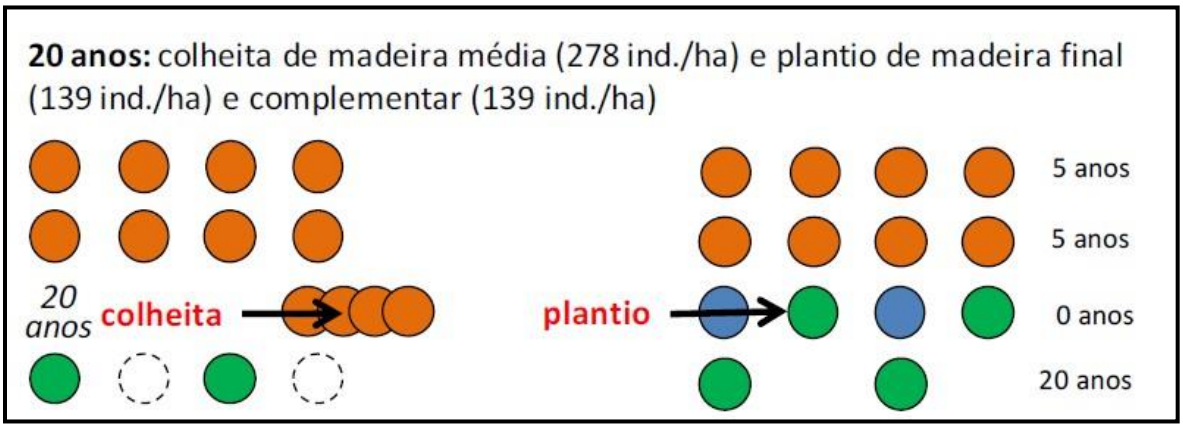


Figura 28: Colheita de 278 indivíduos por hectare de Madeira Média e plantio de 139 indivíduos por hectare de Madeira Final e 139 indivíduos por hectare de Madeira Complementar.

De acordo com a Figura 29, no tempo 35 anos pós-implantação, serão retiradas as linhas de Madeira Média (primeira e segunda fileira) com 555 indivíduos por hectare. Essas linhas após a exploração serão novamente repostas por Madeira Média.

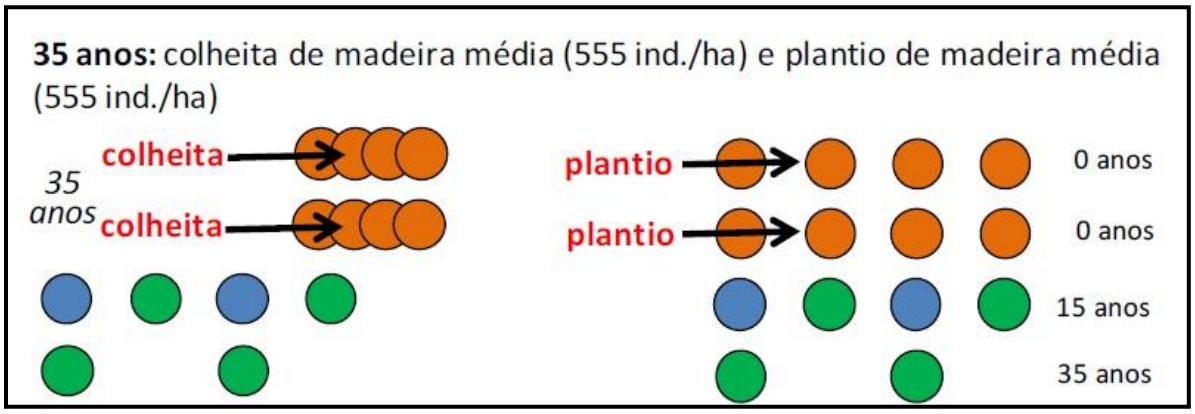


Figura 29: Colheita de 555 indivíduos por hectare de Madeira Média com 35 anos de implantação do projeto e reposta novamente pelo grupo de Madeira Média.

De acordo com a Figura 30, após 40 anos de implantação do projeto será retirada a linha de Madeira Final (quarta fileira). Em seguida, essa linha explorada será reposta novamente por indivíduos dos grupos de Madeira Final e Complementar.

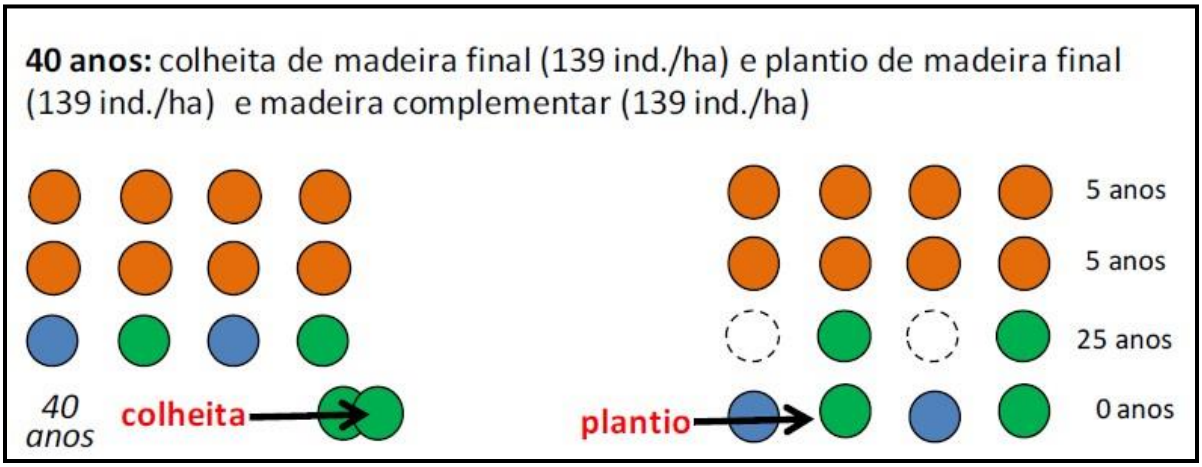


Figura 30: Colheita de 139 indivíduos de Madeira Final por hectare com 40 anos de implantação do projeto e plantio do mesmo grupo mais as Madeiras Complementares.

Dessa forma, a exploração econômica das Reservas Legais e áreas de baixa aptidão agrícola das propriedades rurais entram num ciclo indefinido de exploração madeireira ao longo do tempo, mas que pode ser interrompido a qualquer momento se os proprietários acharem conveniente.

O Modelo 4 considera o plantio de espécies nativas em linhas duplas e o plantio de eucalipto, como espécie de Madeira Inicial, para a exploração para a celulose em linhas duplas e espaçamento 3,0 x 3,0 metros. Considerando o plantio de espécies do grupo de Eucalipto, Madeira Média, Final e Complementar. De acordo com a Figura 31, após 7 anos do plantio serão retiradas as linhas da espécie de Eucalipto para celulose, (primeira, segunda e quinta, sexta fileiras de cima para baixo). Nesse Modelo o eucalipto é manejado através do regime de talhadia. Após 15 anos da implantação do projeto serão retiradas novamente as linhas de eucalipto, assim encerrando a exploração desse grupo (Figura 32). Essas linhas serão repostas por indivíduos de Madeira Média.

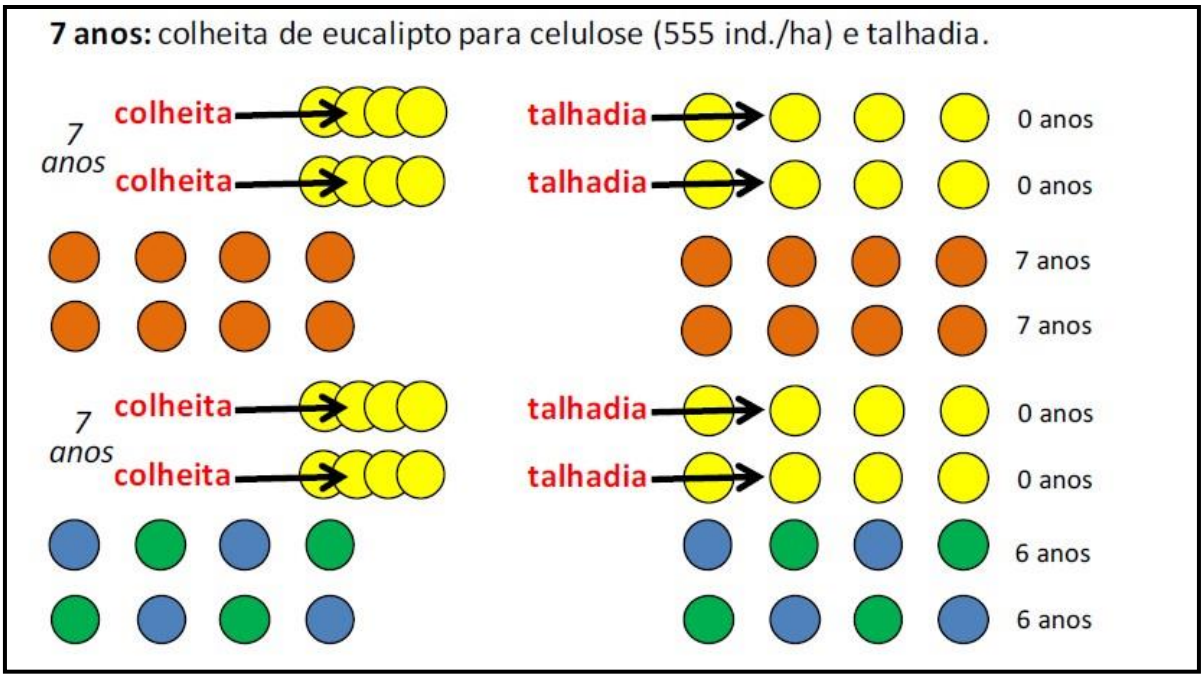


Figura 31: Colheita de 555 indivíduos de eucalipto por hectare e regime de talhadia.

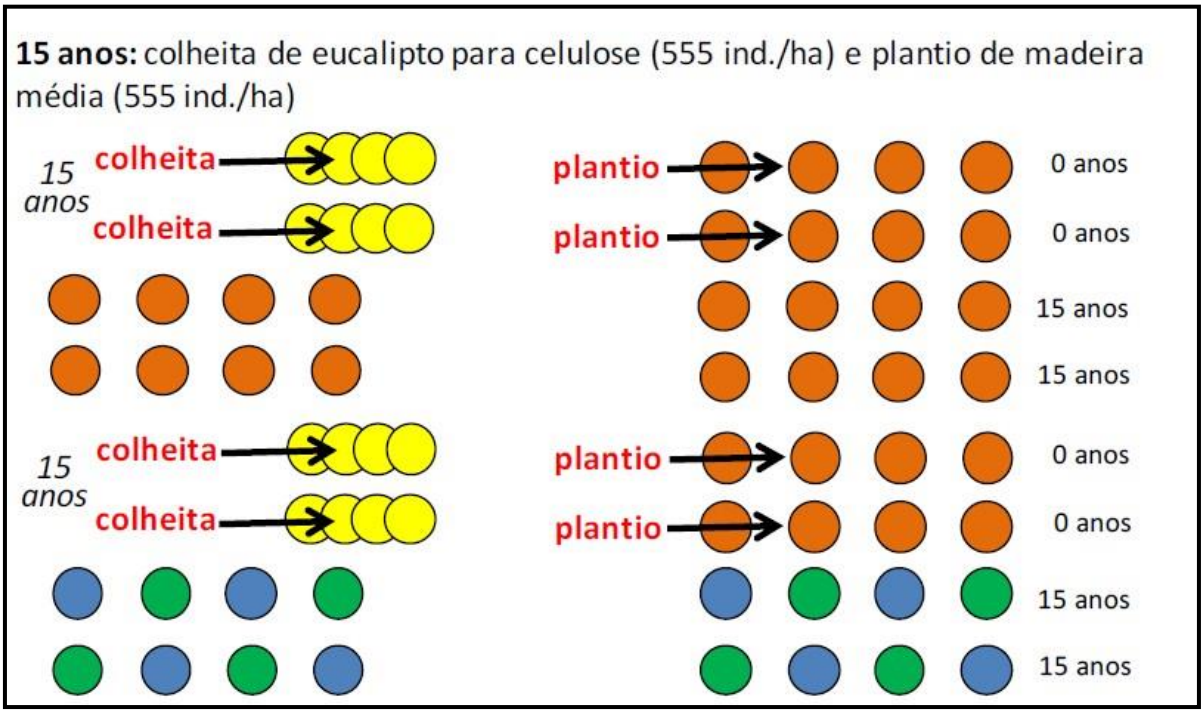


Figura 32: Colheita de 555 indivíduos de eucalipto por hectare e plantio de 555 indivíduos de Madeira Média.

De acordo com a Figura 33, após 20 anos de implantação do projeto serão retiradas as linhas de Madeira Média (terceira e quarta fileira). Em seguida, essas linhas serão repostas por indivíduos dos grupos de Madeira Final e Complementar.

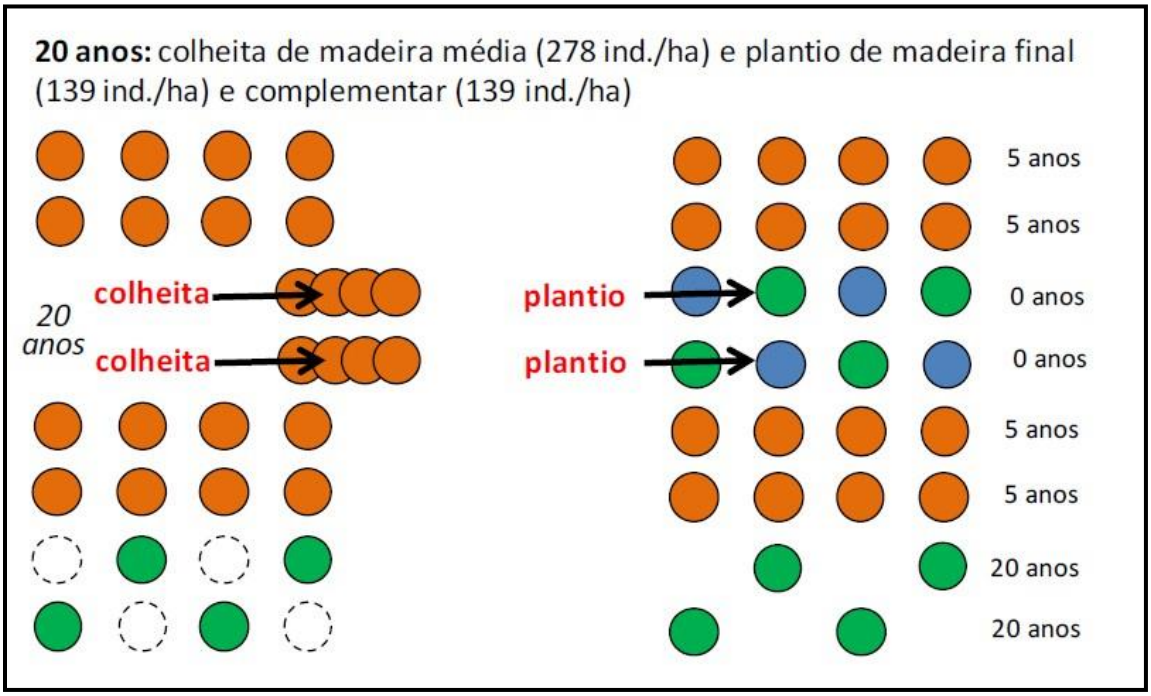


Figura 33: Colheita de 555 indivíduos de Madeira Média por hectare e plantio de 139 indivíduos por hectare de Madeira Final e 139 indivíduos por hectare de Madeira Complementar.

De acordo com a Figura 34, no tempo 35 anos pós-implantação serão retiradas as linhas de Madeira Média. Em seguida, serão repostas novamente por indivíduos de Madeira Média, cujo o tempo zero será de 35 anos. Após 40 anos de implantação do projeto será retirada a linha de espécies de Madeira Final (sétima e oitava fileiras) (Figura 35).

Dessa forma, a exploração econômica das Reservas Legais e áreas de baixa aptidão agrícola das propriedades rurais entram num ciclo indefinido de exploração madeireira ao longo do tempo, mas que pode ser interrompido a qualquer momento se os proprietários acharem conveniente.

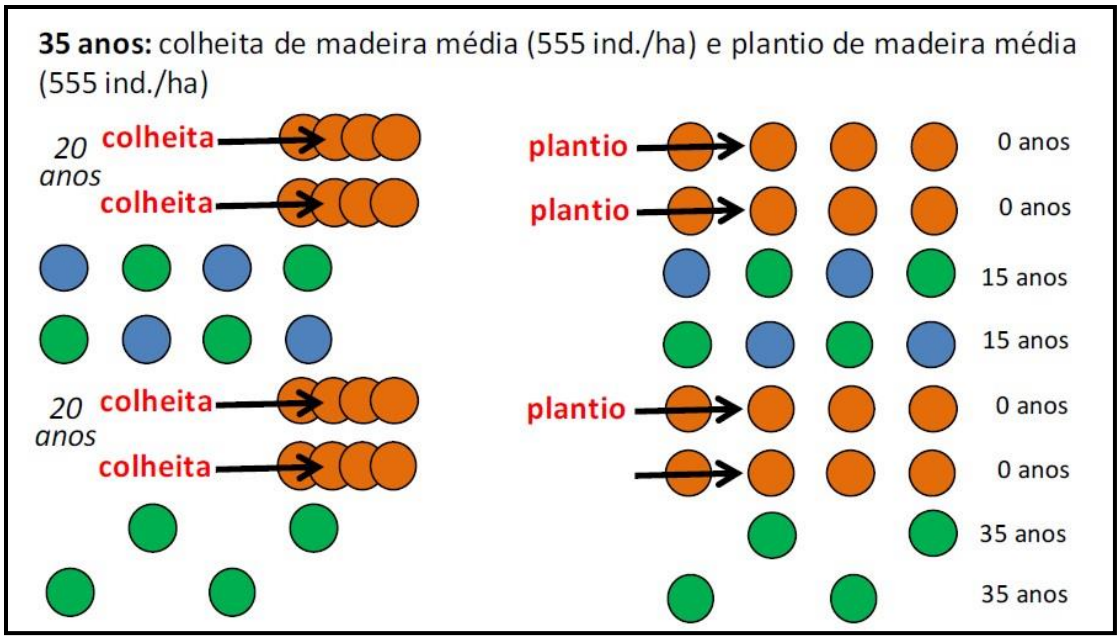


Figura 34: Colheita de 555 indivíduos de Madeira Média por hectare com 35 anos pós-implantação do projeto e plantio do mesmo grupo.

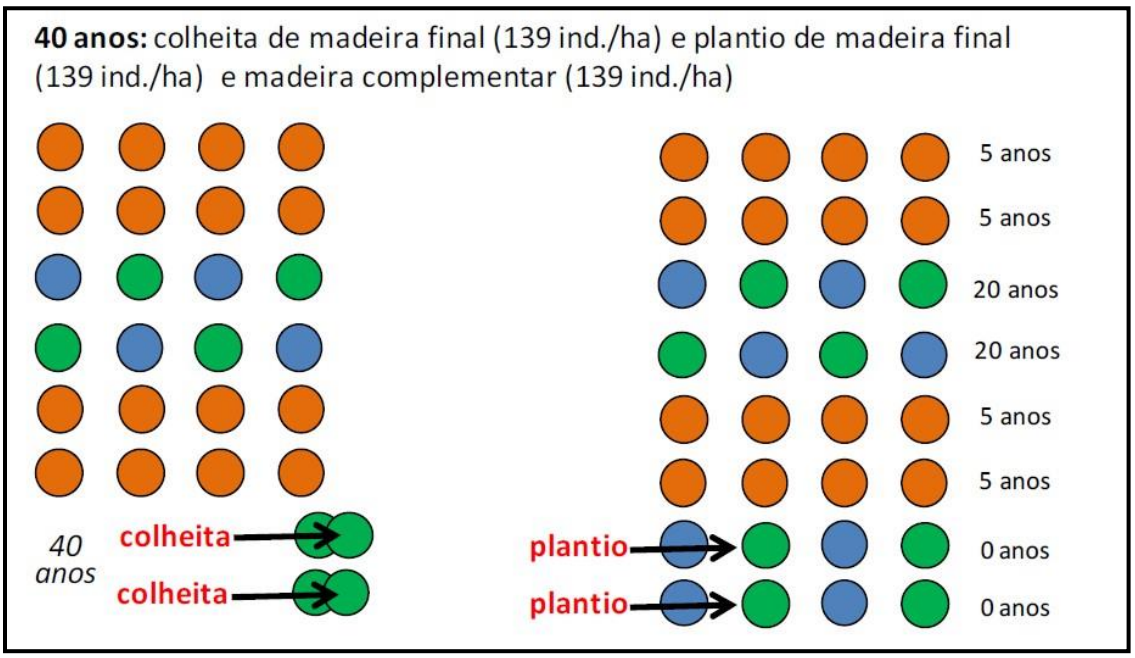


Figura 35: Colheita de 139 indivíduos de Madeira Final por hectare no tempo 40 anos. Plantio dos grupos de Madeira Final e Complementar.

O Modelo 5 considera o plantio de espécies nativas em linhas duplas e o plantio de eucalipto, como espécie de Madeira Inicial, para a exploração para a celulose e para serraria em linhas duplas e espaçamento 3,0 x 3,0 metros. Considerando o plantio de espécies do grupo de Eucalipto, Madeira Média, Final e Complementar.

De acordo com a Figura 36, após 6 anos do plantio serão retiradas em sistema intercalar, as linhas da espécie de Eucalipto para celulose, da primeira e segunda fileira de cima para baixo, atingindo 50% do povoamento de eucalipto. Nesse Modelo não será replantado os eucaliptos e os indivíduos remanescentes serão colhidos com 15 anos para serraria.

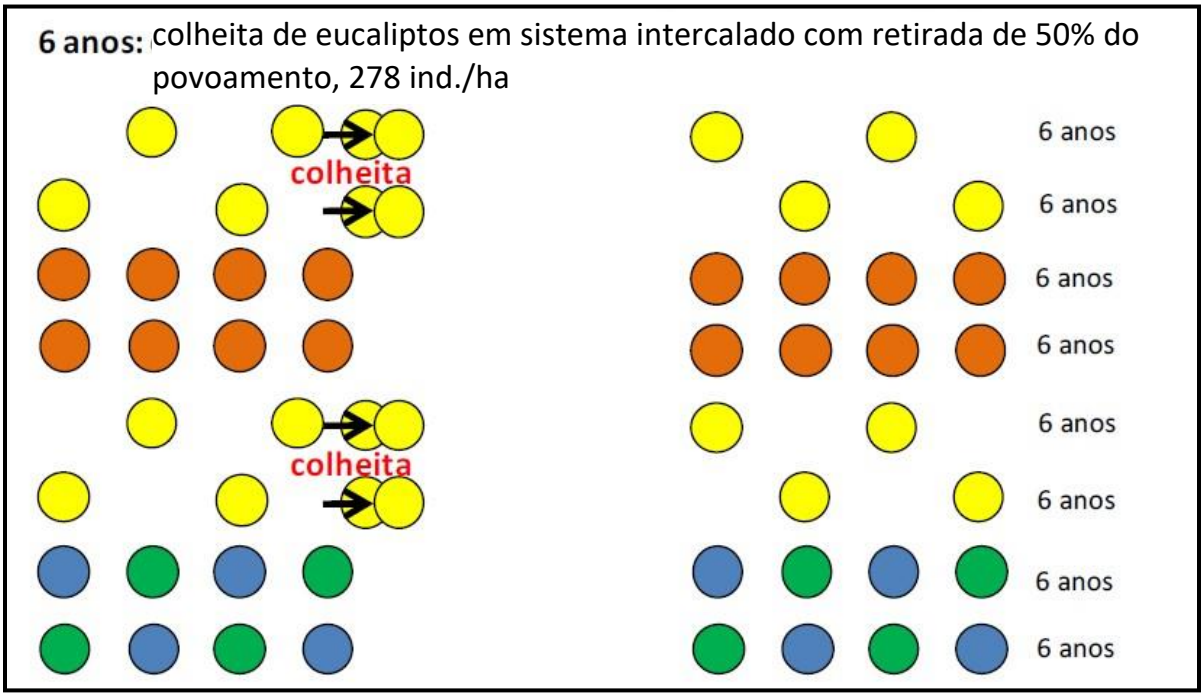


Figura 36: Colheita de 278 indivíduos por hectare de eucalipto em sistema intercalar. Os indivíduos remanescentes serão aproveitados aos 15 anos para serraria.

De acordo com a Figura 37, após 15 anos de implantação do projeto serão retirados os indivíduos remanescentes de eucaliptos para serraria, encerrando assim a exploração do eucalipto. Em seguida, serão repostos com indivíduos de Madeira Média.

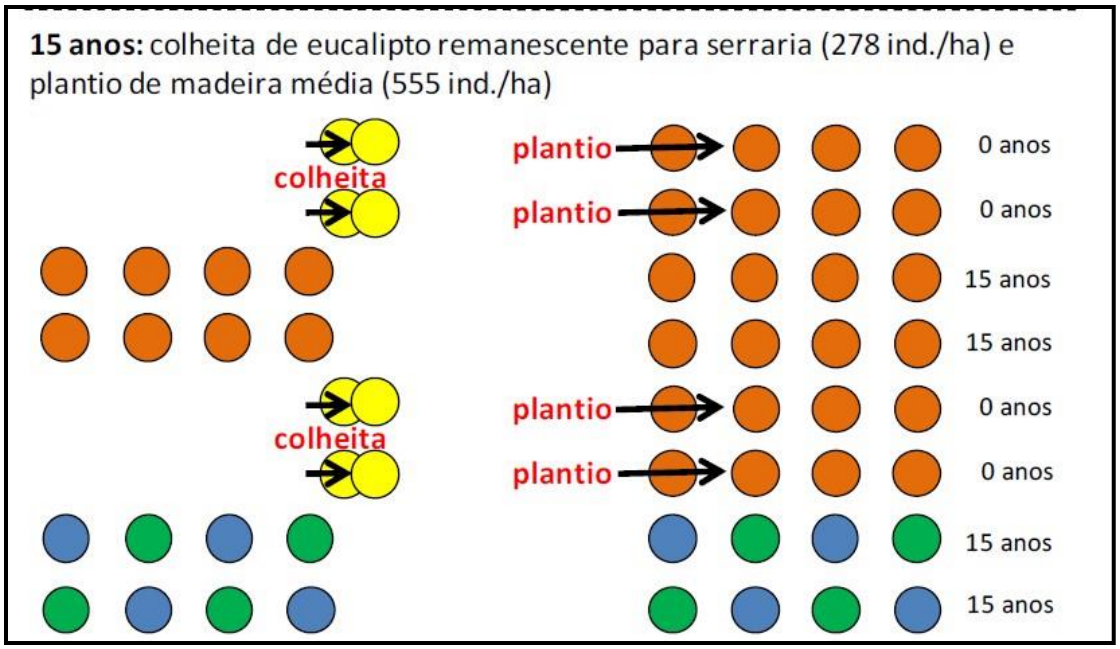


Figura 37: Colheita dos indivíduos remanescentes de eucalipto para utilização em serraria. Plantio de 555 indivíduos de Madeira Média.

De acordo com a Figura 38, no tempo 20 anos pós-implantação serão retiradas as linhas de Madeira Média. Em seguida, serão plantadas espécies dos grupos de Madeira Final e Complementar.

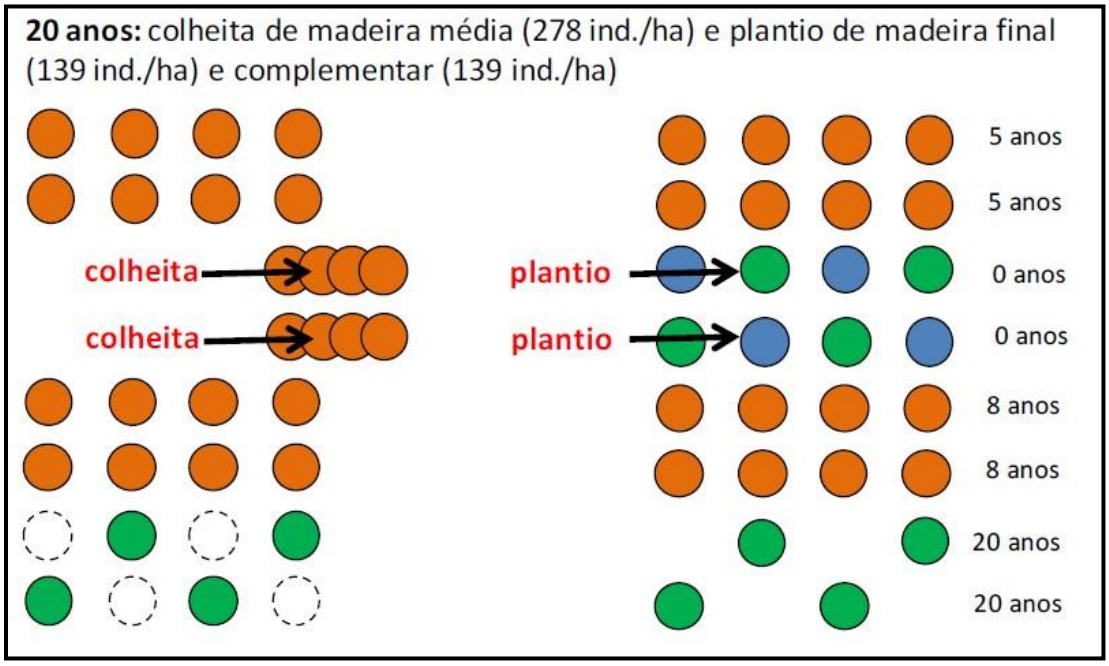


Figura 38: Colheita de 278 indivíduos por hectare de Madeira Média e plantio de 139 indivíduos por hectare de Madeira Final e 139 ind./ha de Madeira Complementar.

De acordo com a Figura 39, após 32 anos de implantação do projeto serão colhidas as linhas de Madeira Média. Após a exploração dessas linhas, serão plantadas novamente espécies do grupo de Madeira Média. Após 40 anos de implantação do projeto serão retiradas as linhas de Madeira Final (Figura 40). Em seguida, serão repostas novamente por linhas de Madeira Final e Complementar, cujo tempo zero será de 40 anos pós-implantação.

Dessa forma, a exploração econômica das Reservas Legais e áreas de baixa aptidão agrícola das propriedades rurais entram num ciclo indefinido de exploração madeireira ao longo do tempo, mas que pode ser interrompido a qualquer momento se os proprietários acharem conveniente.

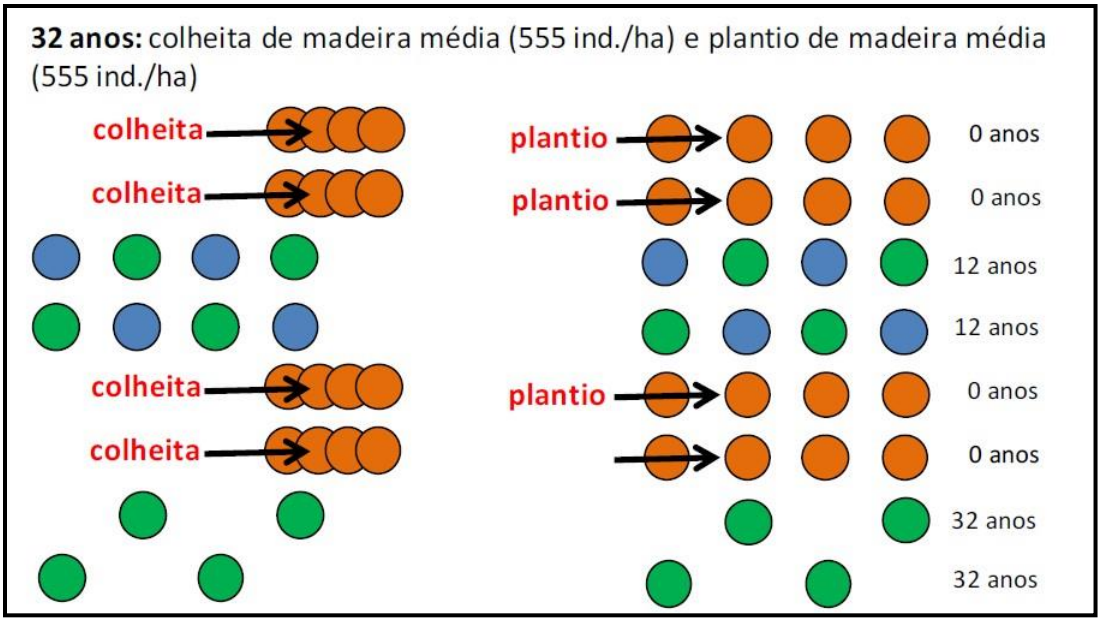


Figura 39: Colheita de 555 indivíduos de Madeira Média por hectare e plantio de espécies desse mesmo grupo.

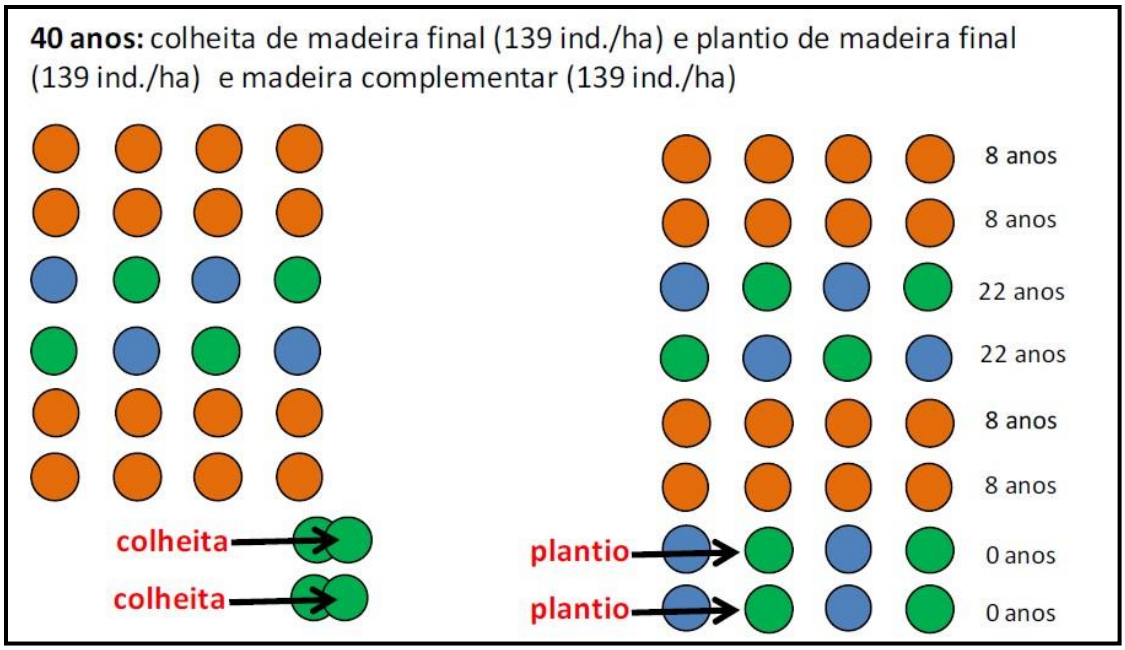


Figura 40: Colheita de 139 indivíduos de Madeira Final por hectare e plantio de 139 in./ha de Madeira Final e 139 ind./ha de Madeira Complementar.

4. Análise econômica preliminar de modelos de restauração florestal

Para a análise econômica foi selecionado o modelo 4 de restauração florestal. O modelo foi delineado considerando o plantio de espécies nativas consorciadas com eucalipto em um espaçamento 3 m x 3 m, com duas linhas compostas por espécies nativas e duas de eucalipto. O eucalipto será usado como madeira inicial com primeiro corte aos 7 anos e o segundo aos 14 anos. Já as espécies nativas utilizadas correspondem às categorias de madeira média e final. O modelo também prevê a utilização de espécies com madeira complementar. Entretanto, essas espécies não serão utilizadas com fins econômicos e suas funções estão relacionadas à melhoria das condições ambientais. Os ciclos de exploração desse modelo serão realizados aos 7 e 14 anos para o Eucalipto, aos 20 e 35 anos para as madeiras médias e aos 40 anos para madeira final. Após o primeiro corte do Eucalipto, aos 7 anos, será realizada a talhadia e o segundo corte acontecerá aos 14 anos, ambos para exploração de celulose. O modelo também conta com presença de 11 espécies nativas da Mata Atlântica. Na tabela 5 são apresentas as espécies selecionadas e suas respectivas qualificações quanto ao tipo de madeira (inicial, complementar, média e final).

Tabela 5. Lista de espécies utilizadas no modelo 4 de restauração florestal. (Mi) – Madeira inicial; (Me) – Madeira média; (Mc) – Madeira complementar; (Mf) – Madeira final.

Espécies	Família	Madeira
Eucalyptus sp.	Myrtaceae	Mi
Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze	Lecythidaceae	Me
Centrolobium tomentosum Guillem.	Fabaceae	Me
Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	Fabaceae	Me
Astronium graveolens Jacq.	Anacardiaceae	Me
Trema micrantha (L.) Blume	Cannabaceae	Mc
Senna multijuga Willd.	Fabaceae	Mc
Inga edulis Mart.	Fabaceae	Mc
Cedrela fissilis Vell.	Meliaceae	Mf
Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.	Apocynaceae	Mf
Hymenaea courbaril L.	Fabaceae	Mf
Handroanthus heptaphyllus Mattos	Bignoniaceae	Mf

Para análise econômica foram quantificadas as taxas de incremento anual médio para cada espécie utilizada. Esses valores foram quantificados a partir da revisão bibliográfica de artigos científicos, assim como através do acesso de banco de dados de experimentos de longa duração em plantios florestais com espécies nativas. Essa atividade foi realizada em parceria com o Laboratório de Silvicultura Tropical (LASTROP) e do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF), ambos da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). No entanto, para a análise econômica foram desenvolvidos 3 cenários de incremento de madeira (otimista, intermediário e pessimista). A tabela 6 apresenta os valores e incremento em metros cúbicos por indivíduo, o número de indivíduos a serem explorados e o volume de madeira cortado por hectare no corte realizado aos 20 anos para as espécies de madeira média e 40 anos para madeira final no cenário otimista. Já os cenários intermediários e pessimistas foram estimados considerando perdas de produtividade de 10 e 20%, respectivamente.

Tabela 6. Volume de madeira por indivíduo (m^3/ind) nos ciclos de 20 anos para as madeiras médias e 40 anos para madeira final considerando o cenário otimista de produtividade. N: número de indivíduos a serem explorados nos ciclos de corte.

		20 anos		35 anos		40 anos
Madeira média (ciclo de corte de 20 anos)	m^3/ind	N	m^3/h	N	m^3/ha	
Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze	0.42	70	29.4	140	58.8	
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth	0.31	72	22.32	143	44.33	
Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	0.39	68	26.52	136	53.04	
Astronium graveolens Jacq.	0.37	68	25.16	136	50.32	
Madeira final (ciclo de corte de 40 anos)					N	m^3/ha
Cedrela fissilis Vell.	0.40				37	14.8
Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.	0.18				34	6.12
Hymenaea courbaril L.	0.45				34	15.3
Handroanthus heptaphyllus Mattos	0.45				34	15.3

A etapa seguinte da avaliação econômica consistiu em quantificar o custo de implantação por hectare do modelo analisado. Para essa análise foram considerados todos os custos referentes à implantação, manutenção e exploração da madeira. Na tabela 7 são apresentados os custos de implantação de maneira detalhada para cada atividade e produtos utilizados. Os custos referentes as atividades de manutenção nos períodos entre as explorações já foram incorporadas nos custos de manutenção nas etapas anteriores. O custo médio de implantação e manutenção até o segundo ano foi de 6.948 reais por hectare (Tabela 7). No entanto, é importante destacar que esses custos podem variar em função das condições ambientais do sítio, oferta de mão de obra qualificada, instalação de cerca para isolamento da área, disponibilidade de mudas, entre outros fatores. Os valores de custos de implantação e manutenção aqui apresentados são referentes a projetos implantados na região norte do estado do Espírito Santo e sul da Bahia. No total, os custos do projeto foram de 17.589 reais ao longo dos 40 anos de execução.

Após a quantificação dos custos de implantação e manutenção, o passo seguinte foi realizar o levantamento dos valores da madeira para as espécies selecionadas. As consultas foram realizadas em bibliografias, banco de dados e comunicação pessoal. No entanto, foi observada uma elevada

variação dos preços nas diferentes fontes de pesquisas. Sendo assim, com o intuito de solucionar a imprecisão originada a partir da variação dos preços, foram elaborados três diferentes cenários de preços para as espécies selecionadas (Otimista, Intermediário e Pessimista) (Tabela 8). Em todos cenários o preço do metro cúbico de madeira de *Eucalyptus* para celulose foi mantido a um valor de 50,00 R$. Já para as madeiras médias e finais os valores apresentaram uma forte variação entre distintos os cenários (Tabela 8).

A taxa interna de retorno variou de 7,6% a 14% considerando os distintos cenários de produtividade e valor da madeira (Tabela 9). As taxas foram calculadas considerando o imposto de renda de 20% (produtor rural). O valor da madeira apresentou maior influência no TIR quando comparado à produtividade do plantio. Considerando o cenário de produtividade intermediário as taxas de retorno variam de 8,1% a 13,3%. No entanto, é importante ressaltar que por se tratar de uma análise de longo prazo (40 anos) alguns riscos devem ser considerados na análise final do retorno final produtor. De maneira geral, o valor da madeira é uma variável chave para o incentivo de implantação de modelos de plantios com fins econômicos. No entanto, comparado ao modelo de restauração com espécies nativas sem benefícios econômicos diretos o modelo demonstrou ser altamente viável. A diferença no custo de implantação e manutenção entre os dois modelos é de aproximadamente cinco mil reais por hectare (Restauração com nativas: 12.500 R$/ha). Além disso, o modelo de restauração com benefícios econômicos pode ser implantado em áreas com baixa aptidão agrícola e/ou para adequação legal da propriedade rural (ex. recomposição de reserva legal), gerando receita e restaurando ecossistemas degradados ou modificados.

Tabela 7. Custos referentes à implantação, manutenção e exploração do modelo de restauração ao longo de 40 anos.

Custo R$ (Atividade / hectare)	Ano 1	Ano 2	Ano 7	Ano 8	Ano 14	Ano 15	Ano 20	Ano 21	Ano 35	Ano 36	Ano 40
Roçada Manual	R$ 207,0	R$ 207,0			R$ 153,0		R$ 153,0		R$ 153,0		R$ 153,0
Controle de formigas (2x)	R$ 208,0	R$ 208,0	R$ 104,0	R$ 104,0	R$ 104,0	R$ 104,0	R$ 104,0	R$ 104,0	R$ 104,0	R$ 104,0	R$ 104,0
Preparo do solo mecanizado com adubação	R$ 252,8										
Limpeza da linha de plantio	R$ 335,0				R$ 47,0		R$ 47,0		R$ 47,0		R$ 47,0
Alinhamento, marcação e coveamento	R$ 768,0					R$ 334,0	R$ 117,0		R$ 334,0		R$ 117,0
Capina química com Costal Manual (Área Total)	R$ 335,0	R$ 335,0	R$ 165,0	R$ 335,0	R$ 335,0	R$ 165,0	R$ 165,0	R$ 165,0	R$ 165,0	R$ 165,0	R$ 80,0
Capina manual - coroamento	R$ 325,0	R$ 325,0		R$ 325,0		R$ 325,0		R$ 325,0		R$ 325,0	
Adubação manual de base	R$ 458,0		R$ 230,0			R$ 230,0	R$ 115,0		R$ 230,0		R$ 115,0
Plantio com hidrogel	R$ 1.500,0					R$ 1.035,0	R$ 520,0		R$ 1.035,0		R$ 520,0
Replantio com Gel	R$ 400,0					R$ 200,0	R$ 120,0		R$ 103,0		R$ 60,0
Irrigação	R$ 885,0					R$ 450,0					
Sub-total	R$ 5.773,8	R$ 1.175,0	R$ 499,0	R$ 764,0	R$ 639,0	R$ 2.843,0	R$ 1.341,0	R$ 594,0	R$ 2.171,0	R$ 594,0	R$ 1.196,0
Total											R$ 17.589,8

Tabela 8. Valores do metro cúbico de madeira de *Eucalyptus* para celulose e espécies nativas da Mata Atlântica de acordo com diferentes cenários de valoração da madeira,

	Cenários (R$ / m^3)		
	Otimista	Intermediário	Pessimista
Eucalyptus (celulose)	R$ 50,00	R$ 50,00	R$ 50,00
Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze	R$ 318,00	R$ 228,00	R$ 90,00
Centrolobium tomentosum Guillem,	R$ 318,00	R$ 213,00	R$ 90,00
Peltophorum dubium (Spreng,) Taub,	R$ 318,00	R$ 291,00	R$ 90,00
Astronium graveolens Jacq,	R$ 420,00	R$ 300,78	R$ 120,00
Cedrela fissilis Vell,	R$ 462,00	R$ 390,00	R$ 125,00
Aspidosperma polyneuron Müll,Arg,	R$ 550,00	R$ 450,00	R$ 120,00
Hymenaea courbaril L,	R$ 510,00	R$ 410,00	R$ 120,00
Handroanthus heptaphyllus Mattos	R$ 650,00	R$ 529,00	R$ 150,00

Tabela 9. Taxa interna de retorno (TIR) considerando três diferentes cenários de produtividade (m^3/ha) e valor da madeira de espécies nativas da Mata Atlântica. (Otimista; Intermediário; Pessimista).

	Cenários de produtividade (m^3/ha/ 40 anos)		
Taxa interna de retorno (taxa de desconto 6%)	Otimista (549,4 m^3/ha)	Intermediário (495,4 m^3/ha)	Pessimista (439,0 m^3/ha)
Preço Otimista	14,0%	13,3%	12,6%
Preço Intermediário	12,4%	11,7%	11,1%
Preço Pessimista	8,6%	8,1%	7,6%

5. Plano amostral para levantamento de dados econômicos sobre principais modelos de restauração florestal

Na impossibilidade de percorrer todo o país procurando esclarecer as diferentes realidades regionais da restauração florestal, é necessário amostrar os principais cenários atuais para cada um dos domínios biogeográficos (Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga e Pampa) através de uma estratégia com representatividade dos diferentes cenários e capacidade de elaboração de inferências,

A partir dos subsídios reunidos nesse relatório, análises de outros documentos disponíveis e por validação com diferentes especialistas, em uma próxima etapa do desenvolvimento de um estudo aprofundado da economia da restauração florestal, será possível traçar um panorama da restauração florestal no Brasil, Esse panorama técnico e sócio-econômico elaborado a partir da seleção de variáveis consideradas significativas *a priori* possibilitará compartimentar a diversidade existente ao longo dos 3 principais elos da cadeia da restauração florestal (coletores de sementes, viveiros e implementadores de projetos), presentes nos diferentes domínios biogeográficos, em regiões ou grupos mais homogêneos, aplicando-se assim uma estratégia de amostragem estratificada-aleatória,

Com esse método de amostragem, onde o número de levantamentos é fixo por estrato, será assegurara uma comparação qualitativa entre as diferentes realidades da restauração florestal, Neste procedimento, um conjunto heterogêneo é dividido em estratos mais homogêneos, praticamente exclusivos e coletivamente exaustivos, segundo a orientação de um critério o mais abrangente possível em relação às variáveis de análise, Para cada um desses estratos, obtêm-se amostras randômicas,

No âmbito desse trabalho, foi desenvolvido uma proposta de entrevista para coleta de dados técnicos e socioeconômicos ao longo da cadeia da restauração florestal a ser aplicada futuramente nesse esforço de amostragem estratificada aleatória (vide Anexo – Proposta de entrevista parar pesquisa: análise de custos e gargalos da restauração florestal), Uma vez feita uma aplicação inicial para teste das perguntas elencadas sugere-se a codificação do formulário sempre que as perguntas permitirem para facilitar a uniformização no levantamento dos dados e posterior informatização e tratamento dos dados, O questionário é composto de 5 módulos com 117 perguntas no total: Instruções básicas; I - Caracterização geral do entrevistado – 9 perguntas ; II Caracterização – coletor de sementes – 24 perguntas; III Caracterização – viveiro – 38 perguntas; e IV – Caracterização – projeto de restauração florestal – 46

perguntas, Esse questionário foi desenvolvido a partir de um modelo inicialmente gerado pela equipe do IPEA que trabalha com restauração florestal e, após complementação e reorganização, foi revisado por ao menos 10 especialistas em restauração florestal, membros do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica,

6. Subsídios de diretrizes para implementação dos modelos de restauração florestal

Um dos maiores gargalos para restauração em larga escala no Brasil, seja para fins de geração de serviços ecossistêmicos como para uso econômico das florestas (produtos madeireiros e não madeireiros) através do manejo sustentável, é falta de políticas públicas em nível federal, estadual e municipal, assim como da falta de incentivos e linhas de crédito compatíveis para estas finalidades, Mesmo nos estados onde já existem políticas públicas, por exemplo, as mesmas não são claras e acabam criando instabilidade jurídica que impedem dificultam a adoção da prática da restauração por parte dos produtores rurais e investidores que poderiam se beneficiar de uma economia florestal, No caso específico da Mata Atlântica, onde é necessário restaurar milhões de hectares de áreas degradadas para assegurar a geração e manutenção de serviços e bens ambientais, econômicos e sociais para mais de 100 milhões de pessoas e empreendimentos públicos e privados, a falta de políticas públicas e regulamentação das mesmas é ainda mais crucial e urgente,

Nos últimos 20 anos várias iniciativas e investimentos em restauração florestal foram realizados com o objetivo de gerar bens e serviços para a sociedade e investidores, Entretanto, apesar do sucesso de muitas delas não houve uma transformação significativa da paisagem, geração de serviços ecossistêmicos e desenvolvimento de uma economia florestal baseada em espécies nativas, Diante dessa constatação e cenário, após dois anos de construção foi estabelecido em 2009 o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica com o objetivo de integrar, articular e alavancar os esforços de restauração florestal para recuperar com qualidade 15 milhões de hectares de áreas degradadas na Mata Atlântica em paralelo com os esforços de recuperação e conservação de seus remanescentes naturais, promovendo simultaneamente: (a) Conservação e Restauração da Biodiversidade; (b) Geração de Trabalho e Renda; (c) Manutenção e provisão de Serviços Ambientais; e (d) Adequação Legal das Atividades Agropecuárias,

Em relação à geração de trabalho e renda, a implantação de projetos em larga escala tem o potencial para gerar números muito expressivos de empregos diretos e indiretos, A tabela 10 apresenta as estimativas de postos de trabalhos a serem gerados a partir da restauração de 15 milhões de hectares nos próximos 20 anos, considerando diferentes cenários e sistemas de restauração, Mesmo no cenário 4, onde 50% da área seria restaurada através da restauração passiva (abandono da área ou condução de regeneração), estima-se a criação 196 mil postos de trabalho por ano somente na parte da cadeia envolvida diretamente na implantação e manutenção dos projetos (Tabela 10), Desta maneira, somando-se os empregos indiretos (coleta de sementes e produção de mudas) e a cadeia produtos da restauração, fica evidente a importante contribuição da restauração na regeração de emprego e renda,

Tabela 10. Número de postos de trabalhos gerados a partir da adoção de diferentes sistemas e cenários de restauração ecológica, Os cálculos foram realizados considerando a meta de restauração de 15 milhões de hectares em 20 anos (Pacto pela Restauração da Mata Atlântica 2009),

	Sistemas de restauração					
Cenários	Plantio total	Condução da regeneração, enriquecimento e adensamento	Condução da regeneração e enriquecimento	Apenas condução da regeneração	Abandono da área	Postos de trabalhos /ano
Cenário 1	50%	15%	15%	10%	10%	**333,719**
Cenário 2	40%	15%	15%	15%	15%	**287,970**
Cenário 3	30%	15%	15%	20%	20%	**242,222**
Cenário 4	20%	15%	15%	25%	25%	**196,473**

Hoje, após quatro anos de seu estabelecimento e engajamento de mais de 250 membros de empresas privadas, governos, instituições de pesquisa e organizações não governamentais, muitos resultados importantes já foram alcançados em prol da restauração em larga escala na Mata Atlântica, Um dos gargalos que ainda permanece é a elaboração e implantação de modelos de restauração florestal para fins econômicos, seja modelos com apenas espécies nativas ou em consórcio com espécies exóticas (espécies “carro chefe”) com geração de renda no curto e médio prazo, Outra ação complementar e fundamental para alavancar essa estratégia é o apoio para construção e promoção de políticas públicas e diretrizes que incentivem a adoção desses modelos para os objetivos do Pacto,

A seguir são apresentadas várias políticas públicas, diretrizes e recomendações que na visão do Instituto Internacional para Sustentabilidade e parceiros são chaves para consolidar uma nova economia de base florestal na Mata Atlântica,

6.1. Criação de linhas de crédito compatíveis com os modelos de restauração para fins econômicos

a, Linhas de financiamento de longo prazo compatível com a duração completa de um ciclo de exploração dos modelos, com um prazo de carência a partir da primeira exploração em escala comercial,

b, Redução da taxa de juros para as diferentes etapas da cadeia produtiva da restauração florestal, sendo essa redução proporcional aos benefícios sociais e riscos associados às diferentes etapas da cadeia e atividades,

c, Redução da taxa de juros para os projetos que envolvem a participação de comunidades, seja através de associações ou cooperativas de reflorestadores,

d, Abater da taxa de juros os serviços ambientais gerados pelo projeto que forem certificados e verificados por uma empresa independente,

6.2. Promoção de incentivos para produtos e serviços relacionados às atividades da cadeia produtiva da restauração florestal

a, Promover a desoneração de alguns insumos (ex, arame, tubete, saco plástico, hidrogel, herbicida, adubo, estaca, equipamento para eletrificação, etc,) usados nas diferentes etapas e atividades de restauração florestal, Por exemplo, no caso do isolamento de áreas degradadas para fins de restauração através da regeneração assistida o maior custo está associado à instalação de cerca por conta do custo da estaca e arame,

b, Abatimento da base de cálculo do imposto de renda para os proprietários que implementarem atividades das diferentes etapas da cadeia da restauração florestal,

c, Desonerar os produtos madeireiros e não madeireiros oriundos do manejo florestal de áreas degradadas que foram restauradas,

6.3. Atração de investimentos público-privados (nacionais e internacionais)

a, Usar os recursos públicos como co-investimento para diminuir o risco e juros do crédito a ser tomado pelo setor privado, Por exemplo, o BNDES poderia amarrar a aprovação e

liberação de recursos não-reembolsáveis à tomada de financiamento reembolsável pelo produtor ou empresa, desde que fosse comprovado que os recursos fossem usados para atividades de restauração florestal,

b, Similar ao item “a”, mas visando atração de recursos de fundos de pensão nacionais ou internacionais,

6.4. Desenvolvimento de pesquisas e aprimoramento das cadeias produtivas (madeira, sementes, frutíferas, medicinais, mel) com espécies florestais

a, Fomentar a implantação de polos regionais e locais de pesquisa aplicada ligadas à rede pública ou privada voltados para as diversas cadeias produtivas das florestas,

b, Criação de uma rede nacional de pesquisa voltada aos produtos florestais madeireiros e não madeireiros,

c, Implantar áreas demonstrativas com diversos modelos de produção florestal madeireiro e não madeireiro,

6.5. Regulamentação nos estados para permitir o plantio, manejo e uso de espécies nativas para fins econômicos, e em consórcio com espécie s exóticas no curto e médio prazo

a, Mapear todas as regulamentações ligadas à cadeias produtivas de base florestal, identificando os gargalos e entraves para o plantio e exploração sustentável de espécies florestais nativas, exóticas e em consórcio,

b, Promover oficinas, seminários e cursos nos diferentes estados para demonstrar os benefícios sócias, econômicos e ambientais do plantio e manejo de espécies nativas para fins econômicos, e em consórcio com espécies exóticas no curto e médio prazo,

c, Divulgar nos estados as regras do novo Código Florestal que permitem o plantio e manejo de espécies nativas e exóticas em áreas de reserva legal,

6.6. Aprovação de marcos legais (federal, estadual e municipal) para o pagamento por serviços ambientais (PSA)

a, Apoiar a regulamentação do PL de PSA que está em trâmite no congresso nacional, assim como outros PLs ligados ao PSA (http://www,imazon,org,br/publicacoes/livros/marco-regulatorio-sobre-pagamento-por-servicos-ambientais-no-brasil-1#2, Legislação e projetos de lei sobre PSA),

b, Promover a replicação das diversas leis estaduais e municipais de pagamento por serviços ambientais (PSA) atualmente em vigor no Brasil para outros estados e municípios, através de campanhas e seminário,

6.7. Desenvolvimento e aprimoramento de mercados de serviços ambientais (REDD+, água) para programas e projetos de restauração florestal para fins de adequação ambiental (reserva legal) e programas para recomposição de áreas degradadas com baixa aptidão agrícola

a, Mapear, desenvolver casos de negócios e disseminar as experiências de sucesso de programas e projetos de serviços ambientais,

b, Promover treinamentos e programas de capacitação dos produtores de serviços ambientais,

c, Mapear os gargalos institucionais e financeiros para o desenvolvimento em escala dos mercados de serviços ambientais,

6.8. Promover a regularização fundiária nos estados da região norte para viabilizar e aumentar o acesso ao crédito pelos produtores e para atração de investimentos públicos e privados

a, Fazer um estudo e divulgar inicialmente a atual situação fundiária nos estados do Mato Grosso e Pará,

b, Realizar campanhas para estimular os governo federal e estaduais a priorizarem a regularização fundiárias no Brasil,

c, Promover o cadastro ambiental rural (CAR) como uma ferramenta para o início do processo de regularização fundiária nos estados, criando incentivos e linhas de crédito (ex, BNDES) para esta finalidade,

6.9. Implementar programas de treinamento e capacitação para todos os atores elos da cadeia da restauração florestal, inclusive os técnicos que prestam assistência técnica e extensão rural (Sistema ATER)

a, Replicar o Programa Pró-Viveiros para todos os estados e regiões prioritárias para restauração florestal,

b, Fortalecer e estimular a criação de redes de coletores de sementes e mudas em regiões prioritárias para restauração,

c, Criar dentro do sistema ATER um programa de assistência técnica e extensão rural voltado exclusivamente para a adequação ambiental com o foco na recuperação de APPs e recomposição de reserva legal para fins de manejo sustentável.

6.10. Fomentar programas de pesquisa ecológica e socioeconômica de longo prazo sobre os sistemas de restauração florestal

a, Criar uma rede de pesquisa nacional em restauração florestal, com centros de referências regionais nas universidades e faculdades que atual na área de florestas,

b, Instalar dentro do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da Embrapa um programa voltado exclusivamente para pesquisa ecológica e sócio-econômica, conforme o modelo usado para promover pesquisa de espécies exóticas durantes os últimos 30 anos,

c, Criar programas e incentivos para fomentar pesquisa ecológica e sócio-econômica nas empresas de base florestal,

6.11. Desenvolvimento de indicadores econômicos, sociais e ambientais para o monitoramento dos projetos de restauração para fins econômicos

a, Criar e alimentar uma base da dados sobre restauração florestal em nível nacional, usando como piloto os dados que estão sendo coletados pelo IPEA através do apoio de Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado de São Paulo,

b, Fomentar a criação de base de dados locais e regionais através de iniciativas como o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica e integrar os mesmos no sistema nacional,

c, Promover campanhas de monitoramento dos projetos de restauração usando como modelo o “Rally da Pecuária” e divulgar os resultados através de relatórios e eventos,

6.12. Desenvolvimento de programas de certificação para projetos de restauração para fins econômicos

a, Construir junto com instituições certificadoras (Imaflora) um programa de certificação para projetos de restauração para fins econômicos, levando em conta os serviços ambientais gerados pelos mesmos, Iniciar pelos fomentados das empresas florestais,

6.13. Revitalização do Programa Nacional de Florestas (PNF), criado pelo Decreto nº 3,420, de 20 de abril de 2000, com o objetivo de articular as políticas públicas setoriais para promover o desenvolvimento sustentável, conciliando o uso com a conservação das florestas brasileiras,

O mesmo seria constituído de projetos a serem concebidos e executados de forma participativa e integrada pelos governos federal, estadual, distrital e municipal e a sociedade civil organizada, O programa estava sob coordenação do Departamento de Florestas (DFLOR), o qual teve sua competência transferida da Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente ao Serviço Florestal Brasileiro (SBF),

a, Contratar uma consultoria para reavaliar os objetivos originais do programa,

b, Definir prioridades e elaboração de plano estratégico para revitalização do programa,

c, Identificar e mobilizar fontes de recursos público e privadas para financiar a execução do programa em regiões prioritárias para restauração florestal.

7. Referências bibliográficas

Brancalion, P,H,S,; Viani, R,A,G,; Strassburg, B,B,N,; Rodrigues, R,R, Finding the money for tropical forest restoration, Unasylva, v, 63, n, 239, 2012,

BRASIL, Lei Federal n,º 12,651, de 25 de maio de 2012, Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 maio 2012, Disponívelem:<http://www,planalto,gov,br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651, htm>, Acesso em: 05 jun, 2013,

Capossoli, D,J; J,B,B, Sansevero, M,L, Garbin and F,R, Scarano, (2009), TROPICAL ARTIFICIAL FORESTS, in Tropical Biology and Conservation Management, [Eds, Kleber Del Claro,Paulo S, Oliveira,Victor Rico-Gray], in Encyclopedia of Life Support Systems(EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [http://www,eolss,net]

Carnevale N,J, & Montagnini F, (2002), Facilitating regeneration of secondary forests with the use of mixed and pure plantations of indigenous tree species, Forest Ecology and Management 163: 217-227

Dean, W, (1996) A Ferro e fogo, A história da devastação da Mata Atlântica, Ed, Schwarcz, São Paulo, 449p,

Evans, J, & Turnbull, J,W, (2004), Plantation forestry in the tropics, 467 pp, Oxford University Press: Oxford, UK

Feyera, S,, Beck, E, & Luttge, U, (2002) Exotic trees as nurse-trees for the regeneration of natural tropical forests, Trees Structure and Function, 16, 245–249,

Harrington, C, A, 1999, Forests planted for ecosystem restoration or conservation, New forests 17: 175-190,

Lamb D,, Erskine P,D, & Parrotta J,A, (2005), Restoration of degraded tropical forest landscapes,Science 310: 1628-1632

Lamb, D, (1998), Large-scale Ecological Restoration of Degraded Tropical Forest Lands: The Potential Role of Timber Plantations, Restoration Ecology, 6(3), 271–279, doi:10,1046/j,1526-100X,1998,00632,x

Lamb, D, (1998), Large-scale Ecological Restoration of Degraded Tropical Forest Lands: The Potential Role of Timber Plantations, Restoration Ecology, 6(3), 271–279, doi:10,1046/j,1526-100X,1998,00632,x

Lamb, D,; Parrotta, J,; Keenam, R,; Tucker, N, 1997, Rejoining habitats remnants: restoring degraded rainforest lands, In: Laurance, W,; Bierregaard Jr,, R,O, (eds,), Tropical Forest Remnants: ecology management, and conservation of fragmented communities, Tue University of Chicago Press, Chicago, 366-385,

Lugo A,E, (1997), The apparent paradox of reestablishing species richness on degraded lands with tree monocultures, Forest Ecology and Management 99: 9-19

Lugo, A, E, 1992, Comparison of tropical tree plantations with secondary forest of similar age, Ecological Monographs 62: 1-41,

Ministério do Meio Ambiente (MMA): Acessado em 20 de Outubro de 2013 - Disponível em: http://www,mma,gov,br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949,pdf

Nave, A, G, Banco de sementes autóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, Município de Ribeirão Grande, SP, 2005, Tese (Doutorado): Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2005,

Nepstad, D, C,; Uhl, C,; Serrão, A, S, 1991, Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration, Ambio 20: 248-255,

Parrotta J,A, & Knowles O,H, (1999), Restoration of tropical moist forests on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon, Restoration Ecology 7: 103-116,

Parrotta J,A,, Knowles O,H, & Wunderle J,M, (1997), Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia, Forest Ecology and Management 99: 21-42

Powers, J, S,; Haggar, J, P, & Fisher, R, F, 1997, The effect of overstory composition on understory woody regeneration and species richness in an 7-year-old plantation in Costa Rica, Forest Ecology and Management 99: 43-54,

Ribeiro, M, C,, Metzger, J, P,, Martensen, A, C,, Ponzoni, F, J,, & Hirota, M, M, (2009), The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation, Biological Conservation, 142(6), 1141–1153, doi:10,1016/j,biocon,2009,02,021

Rodrigues, R, R,, Lima, R, a, F,, Gandolfi, S,, & Nave, A, G, (2009), On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest, Biological Conservation, 142(6), 1242–1251, doi:10,1016/j,biocon,2008,12,008
Rodrigues, R, R,, Lima, R, a, F,, Gandolfi, S,, & Nave, A, G, (2009), On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest, Biological Conservation, 142(6), 1242–1251, doi:10,1016/j,biocon,2008,12,008
Rodrigues, R, R,; Lima, R,A,F,; Gandolfi, S,; Nave, A,G, On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest, Biological Conservation, n, 142, p, 1242-1251, 2009,

Rodrigues, R,R,, et al, (Orgs,), Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal, São Paulo, Instituto BioAtlântica, 2010,

Rodrigues, R,R,; Gandolfi, S,; Nave, A,G,; Attanasio, C,M, Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP, Pesq, Flor, bras,, Colombo, n,55, p, 7-21, jul,/dez, 2007,

Rodrigues, R,R,; S, Gandolfi; A,G, Nave; J, Aronson; T,E, Barreto; C,Y, Vidal & P,H,S, Brancalion, 2011, Large scale ecological restoration of high diversity tropical forests in SE Brazil, Forest Ecology and Management 261: 1605–1613,

Silva Junior M,C,, Scarano F,R, & Cardel F,D,S, (1995), Regeneration of an Atlantic Forest formation in the understorey of a Eucalyptus-grandis plantation in South-eastern Brazil, Journal of Tropical Ecology 11: 147-152,

Tanaka, V, Plantando as sementes do futuro: curso gratuito para capacitação de coletores muda o rumo de comunidade e da natureza, Correio Popular, Campinas, p, A8, 08 de ago, 2013,

Valverde, S,R; Mafra, J,W,A; Miranda, M,A; Souza, C,S; Vasconcelos, D,C, (2013), Silvicultura brasileira – oportunidades e desafios da economia verde, Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no Brasil, Sociedade, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS

8. Anexo - Pesquisa: Análise de Custos e Gargalos da Restauração Florestal