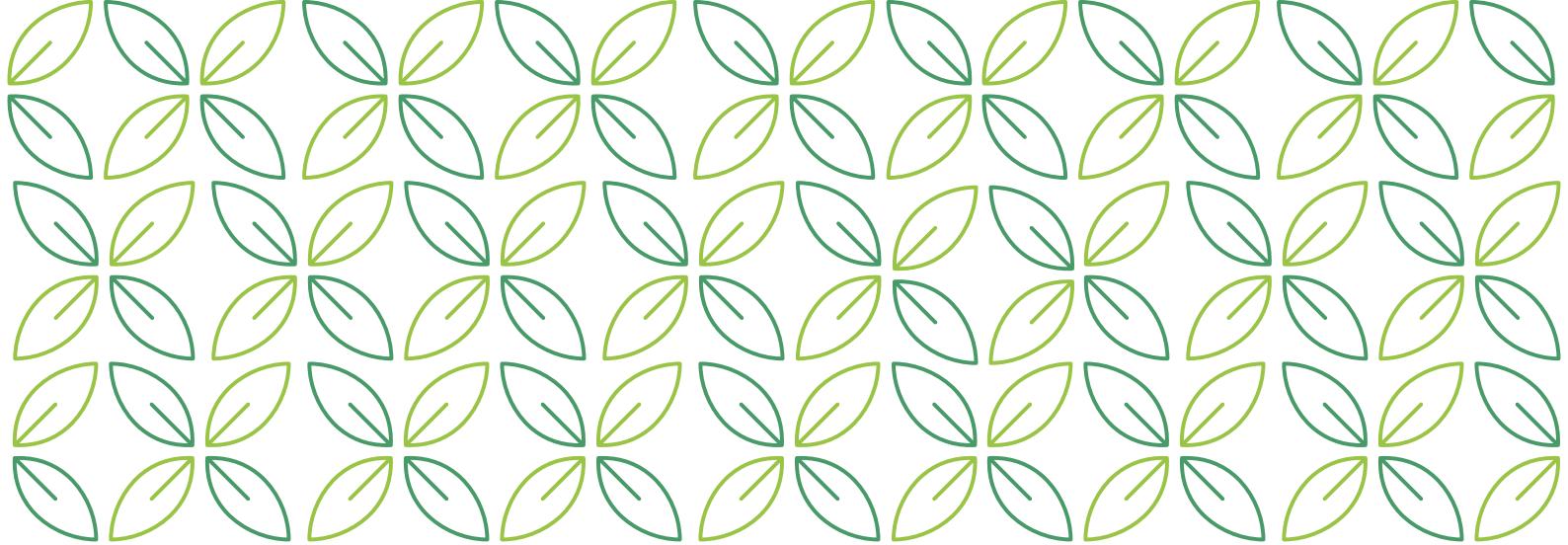


PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA



SÉRIE MANUAIS DO PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA:
**VOL. 4 PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA CONSERVAÇÃO
DE SOLOS E RECURSOS HÍDRICOS**





República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente da República

Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional

Waldez Góes
Ministro

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Diretoria Colegiada
Veronica Sánchez da Cruz Rios (Diretora-Presidente)
Ana Carolina Argolo
Cristiane Collet Battiston
Larissa Oliveira Rêgo
Leonardo Góes Silva

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO
MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL



PROGRAMA
PRODUTOR DE ÁGUA
SÉRIE MANUAIS DO PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA
**VOL. 4 PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA CONSERVAÇÃO
DE SOLOS E RECURSOS HÍDRICOS**

BRASÍLIA - DF
ANA
2025

© 2025 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)

Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Edifício Sede, Bloco M
CEP: 70610-200, Brasília/DF
Telefone: (61) 2109-5400 / 5252
Endereço eletrônico: <https://www.gov.br/ana/pt-br>

Comissão de Editoração

Joaquim Gondim (Coordenador)
Humberto Cardoso Gonçalves
Ana Paula Fioreze
Mateus Monteiro de Abreu (Secretário-Executivo)

Coordenação e Elaboração

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Nazareno Marques de Araújo
Superintendente de Planos, Programas e Projetos

Henrique Pinheiro Veiga
Superintendente Adjunto de Planos, Programas e Projetos

Carolina Arantes
Coordenadora da Superintendência de Planos, Programas e Projetos

Coordenação Geral

Henrique Pinheiro Veiga

Equipe Técnica

Consuelo Franco Marra
Cristianny Villela Teixeira
Eliane Meire de Souza Araujo
Luis Augusto Preto
Rossini Ferreira Matos Sena
Vera Maria da Costa Nascimento

Consultor

Paula Kettenhuber

Revisão projeto gráfico e capa

Nageysiel da Silva Pires

Diagramação

Jadson Nobre da Silva

Foto da Capa

Cachoeira Beija-Flor, Parque Estadual Turístico AltoRiberia - PETAR - SP
Ricardo Zig Koch Cavalcanti/Banco de Imagens ANA

Esta publicação é resultante de uma ação no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica entre o Governo Brasileiro e o Instituto Interamericano de Cooperação – PCT BRA/IICA/18/001 - Gestão de Recursos Hídricos - Apoio a Implementação de Ações dos Planos de Recursos de Hídricos de Bacias Interestaduais-, da equipe técnica do Programa Produtor de Água da ANA e de projetos parceiros do Programa.

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

Catalogação na fonte: Divisão de Biblioteca/CEDOC

A265p Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil).
Práticas Vegetativas para Conservação de Solos e Recursos Hídricos /
Agência Nacional de Águas e Saneamento
Básico. – Brasília : ANA, 2025.
84 p. : il. – (Série Manuais do Programa Produtor de Água ; v. 4)
ISBN: 978-65-88101-79-7
1. Bacias Hidrográficas - Revitalização. 2. Água – Conservação. 3. Solos.
4. Meio Ambiente Projetos. I. Título. II. Série.

CDU 502.13(035)

Lista de Figuras

Figura 1 - Áreas de Preservação Permanente segundo a Lei 12.651/2012	19
Figura 2 - Área mínima da Reserva Legal nas diferentes regiões do Brasil.....	22
Figura 3 - Área mínima da Reserva Legal nas diferentes regiões do Brasil	23
Figura 4 - Recomposição da Reserva Legal com plantio intercalado de espécies nativas e exóticas ou frutíferas.....	24
Figura 5 - Benefícios ao funcionamento do solo fornecidos pela utilização de plantas de cobertura..	25
Figura 6 - Faixas de vegetação permanente.....	28
Figura 7 - Objetivos e benefícios da adoção dos sistemas ILPF.....	31
Figura 8 - Piquetes de rotação de pastagem, com praça de alimentação e água (círculo azul) comum	35
Figura 9 - Medição da altura de entrada e saída dos animais dos piquetes	36
Figura 10 - Funções desempenhadas pela vegetação ciliar	37
Figura 11 - Etapas para a adequação ambiental das propriedades rurais participantes do Programa Produtor de Água.....	38
Figura 12 - Fluxograma dos diferentes métodos e estratégias de recomposição com base nas diferentes condições pré-existentes em áreas com passivos ambientais	40
Figura 13 - Sequência temporal da restauração através da condução da regeneração natural, nucleação e plantio em área total.....	44
Figura 14 - Técnicas de nucleação	45
Figura 15 - Esquema da disposição das espécies nos núcleos de plantio	45
Figura 16 - Croqui de plantio em linhas com espécies de recobrimento e diversidade	50
Figura 17 - Croqui de plantio com 75% de espécies de recobrimento e 25% de espécies de diversidade... <td>51</td>	51
Figura 18 - Croqui da semeadura direta realizada a lanço.....	54
Figura 19 - Croqui da semeadura direta realizada em linhas.....	55
Figura 20 - Croqui da semeadura direta realizada em covetas.....	55
Figura 21 - Evolução temporal de uma obra de engenharia natural aplicada no Rio Pardinho, Santa Cruz do Sul-RS	58
Figura 22 - Detalhes para confecção de estacas vivas.....	59
Figura 23 - Plantio das estacas	60
Figura 24 - Exemplo da instalação de biorolos de fibra de coco e barreira de galhos.....	61
Figura 25 - Vista frontal (a) e longitudinal (b) de paliçadas feitas com troncos combinadas com estacas vivas.....	62
Figura 26 - Exemplo de barreiras vivas feita com galharias	62

Lista de Fotos

Foto 1 - Evolução temporal de propriedades rurais participantes do Programa Protetor das Águas de Vera Cruz-RS onde foi realizado apenas o isolamento das APP's para permitir a regeneração espontânea da vegetação	42
Foto 2 - Área de uma propriedade rural participante do Programa Produtor de Água do Pipiripau (DF) onde foi realizado o enriquecimento da mata de galeria com espécies nativas do Cerrado, 2024	43
Foto 3 - Áreas de Preservação Permanente (APP) cercadas em propriedades rurais participantes do Programa Protetor das Águas de Vera Cruz (RS), 2024.....	47
Foto 4 - Área em preparação para o plantio de mudas em propriedade rural pertencente ao Projeto Conservador das Águas de Extrema (MG), onde foi realizado o controle das gramíneas exóticas com herbicida de ação seletiva para folha estreita (graminicidas), para não causar danos na regeneração natural existente no local, 2024	48
Foto 5 - Área onde foi realizado o plantio inicial de 100% de espécies de recobrimento no espaçamento 2x2 m em propriedade rural pertencente ao Projeto Conservador das Águas de Extrema (MG), 2024	51

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Áreas de Preservação Permanente segundo a Lei 12.651/2012.....	20
Tabela 2 - Faixas mínimas de recomposição de APP em áreas consolidadas nas margens de cursos d'água e nascentes de acordo com a Lei 12.651/2012	21
Tabela 3 - Alternativas para recompor as APP's de acordo com a Lei 12.651/2012.....	21
Tabela 4 - O que é permitido na RL segundo a Lei 12.651/2012	23
Tabela 5 - Número de piquetes de acordo com o período de descanso e ocupação.....	35
Tabela 6 - Indicadores para avaliação do potencial de regeneração natural de uma área.....	40

Lista de siglas

- ANA** Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP Área de Preservação Permanente
DAP Diâmetro à altura do peito
DNS Diâmetro ao nível do solo
ILP Integração Lavoura-Pecuária
ILF Integração Lavoura-Floresta
ILPF Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IPF Integração Lavoura-Pecuária
IRPE Integração da Restauração Ecológica à Pecuária
MF Módulo Fiscal
PIP Projeto Individual de Propriedade
PSA Pagamento por Serviços Ambientais
RL Reserva Legal
SAF Sistema Agroflorestal

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	16	
1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	O Programa Produtor de Água.....	17
1.2	Histórico	18
1.3	Manuais do Programa Produtor de Água.....	20
2	O PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA	21
3	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA ÀS PROPRIEDADES RURAIS.....	22
3.1	Áreas de Preservação Permanente	22
3.2	Recomposição das Áreas de Preservação Permanente.....	23
3.3	Reserva Legal	25
3.4	Regularização da Reserva Legal.....	26
4	O QUE SÃO AS PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA CONSERVAÇÃO DOS SOLOS E RECURSOS HÍDRICOS?.....	28
5	PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA ÁREAS PRODUTIVAS.....	29
5.1	Sistema de plantio direto	29
5.2	Rotação de culturas.....	29
5.3	Plantas de cobertura	29
5.4	Culturas em faixas	29
5.5	Cordões de vegetação permanente	30
5.6	Alternância de capinas.....	31
5.7	Ceifa do mato.....	31
5.8	Cobertura morta (mulch)	32
5.9	Faixas de bordadura e quebra-ventos	32
5.10	Sistemas de integração	33
5.11	Sistemas agroflorestais.....	35
5.12	Pastejo rotacionado.....	37
6	PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA (APP E RESERVA LEGAL)	40
6.1	Escolha das estratégias de recomposição da vegetação	42
6.2	Estratégias para recomposição da vegetação nativa	44
6.3	Preparo inicial da área para implantação dos métodos de recomposição	49
6.4	Plantio de mudas.....	52
6.5	Semeadura direta.....	56
6.6	Produção de sementes e mudas	59
6.7	Monitoramento das áreas em recomposição	59
7	PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA ESTABILIZAÇÃO DE MARGENS DE RIOS E VOÇOROCAS.....	61
7.1	Técnicas de Engenharia Natural	61
	REFERÊNCIAS	66

ANEXO A - TERMO DE REFERÊNCIA – PLANTIO DE MUDAS PARA RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA	68
ANEXO B - MODELO DE MONITORAMENTO PARA ÁREAS EM PROCESSO DE RECOMPOSIÇÃO, PROPOSTO POR (BRANCALION ET AL., 2013).....	80
ANEXO C - ESTIMATIVA DE CUSTOS MÍNIMOS DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA NOS BIOMAS BRASILEIROS, DE ACORDO COM A PORTARIA IBAMA 118 DE 03 DE OUTUBRO DE 2022.....	83

Abaixo, seguem os sumários dos demais volumes que compõem a Série Manuais do Programa Produtor de Água:

Vol. 1 – Estruturação de Projetos

	APRESENTAÇÃO.....	15
1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	O Programa Produtor de Água	16
1.2	Histórico	17
1.3	Manuais do Programa Produtor da Água.....	18
2	BASES CONCEITUAIS DO PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA.....	20
2.1	Contribuição do Programa Produtor de Água para segurança hídrica.....	20
3	ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DO PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA..	21
3.1	ETAPA 1 – Identificação de um problema a ser enfrentado	21
3.2	ETAPA 2 – Mobilização e reunião com os parceiros	22
3.3	ETAPA 3 – Diagnóstico socioambiental.....	23
3.4	ETAPA 4 – Estabelecimento do sistema de parceria e de criação da Unidade de Gestão do Projeto	28
3.5	ETAPA 5 – Valoração dos serviços ambientais	30
3.6	ETAPA 6 – Elaboração dos projetos individuais de propriedade (PIPs).....	38
3.7	ETAPA 7 – Implementação das intervenções em campo	40
3.8	ETAPA 8 – Realização dos Pagamentos pelos Serviços Ambientais	41
3.9	ETAPA 9 – Monitoramento e avaliação do projeto	41
3.10	ETAPA 10 – Capacitação, comunicação e divulgação.....	49

Vol. 2 – Diagnóstico no Programa Produtor de Água

	APRESENTAÇÃO	17
1	INTRODUÇÃO	18
1.1	O Programa Produtor de Água	18
1.2	Histórico	19
1.3	Manuais do Programa Produtor de Água	21
2	O DIAGNÓSTICO NO CONTEXTO DO PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA	22
2.1	Objetivos do Diagnóstico	22
3	ASPECTOS METODOLOGICOS GERAIS	25
3.1	Avaliação da Estrutura Disponível	25
3.2	Parcerias Institucionais	26
3.3	Participação e Engajamento das Partes Interessadas	27
3.4	Levantamento de Dados Secundários	27
3.5	Levantamento de Dados Primários	28
3.6	Análises e Modelagem em Sistemas de Informações Geográficas (SIG)	28
3.7	Priorização de Áreas	29
4	PRODUTOS DO DIAGNÓSTICO	30
5	METODOLOGIAS PARA O DIAGNÓSTICO - ASPECTOS FÍSICOS	31
5.1	Delimitação da Bacia Hidrográfica	31
5.2	Rede de Drenagem	31
5.3	Recursos Hídricos – Qualidade da Água	35
5.4	Recursos Hídricos – Quantidade de Água	40
5.5	Solo	44
5.6	Relevo	48
6	METODOLOGIAS PARA O DIAGNÓSTICO - ASPECTOS BIÓTICOS	53
6.1	Biodiversidade	53
7	METODOLOGIAS PARA O DIAGNÓSTICO - ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	58
7.1	Uso do solo e cobertura da terra	58
7.2	Estrutura Fundiária	63
7.3	Densidade Populacional	68
7.4	Atividades Econômicas	72
7.5	Organização Comunitária	74
7.6	Educação Ambiental	77
7.7	Saúde Pública	78
8	EXEMPLOS DE DIAGNÓSTICOS DO PRODUTOR DE ÁGUA	80
8.1	Ribeirão Araras	80
8.2	Microbacia Morro da Palha	82

8.3	Rio Vermelho	84
8.4	Rio Mosquito.....	84
8.5	Alto Descoberto.....	87
8.6	Ribeirão Lajeado.....	90
8.7	Barracão dos Mendes PRISMA CEIVAP.....	92
8.8	Ribeirão Pipiripau.....	94
9	DO DIAGNÓSTICO AO PLANO DE AÇÃO E MONITORAMENTO	97
9.1	Custos estimados	97
9.2	Estratégia de mobilização e comunicação.....	97
10	CONCLUSÃO	98
	REFERÊNCIAS	99
	ANEXO - TERMO DE REFERÊNCIA PARA CONTRATAÇÃO DE PESSOA JURÍDICA PARA ELABORAÇÃO DE DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL	101

Vol. 3 – Elaboração de Projeto Individual de Propriedade

APRESENTAÇÃO.....	16
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 O Programa Produtor de Água	17
1.2 Histórico	18
1.3 Manuais do Programa Produtor de Água	20
2 O PROJETO INDIVIDUAL DE PROPRIEDADE (PIP)	21
2.1 O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)	23
3 PLANEJANDO O PROJETO INDIVIDUAL DE PROPRIEDADE	24
3.1 Etapas prévias à elaboração do PIP	24
3.2 Definições das regras e critérios para o projeto e sua relação com o PIP	26
3.3 Requisitos técnicos e infraestrutura tecnológica.....	34
4 ELABORANDO O PIP.....	43
4.1 Etapa 1 – Caracterização e diagnóstico da propriedade	45
4.2 Etapa 2 – Geoprocessamento e elaboração dos mapas	52
4.3 Etapa 3 – Cálculo dos valores do PSA	71
4.4 Etapa 4 – Preenchimento do PIP	72
4.5 Etapa 5 – Apresentação e negociação do PIP	73
4.6 Etapa 6 – Elaboração do PIP Pactuado	75
4.7 Assinatura de contrato e pagamentos	76
4.8 Implementação das intervenções e monitoramentos	78
REFERÊNCIAS	80
ANEXO A – MODELO DE PROJETO INDIVIDUAL DE PROPRIEDADE	82
ANEXO B – MODELO DE TERMO DE REFERÊNCIA PARA CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE ELABORAÇÃO DE PIPS	91

Vol. 5 – Práticas Mecânicas para Conservação de Solos e Recursos Hídricos

APRESENTAÇÃO.....	18	
1	INTRODUÇÃO	19
1.1	O Programa Produtor de Água	19
1.2	Histórico	20
1.3	Manuais do Programa Produtor de Água	22
2	DIRETRIZES TÉCNICAS GERAIS.....	23
2.1	Aspectos Legais.....	23
2.2	Aspectos Técnicos Gerais.....	24
3	PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA.....	31
3.1	Barraginha.....	31
3.2	Terraceamento e Microterraceamento	44
3.3	Subsolagem e Escarificação.....	60
3.4	Escoamento Superficial Difuso	72
4	CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREAS DEGRADADAS	81
4.1	Bioengenharia.....	81
4.2	Integração de Práticas	86
5	RECUPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTRADAS RURAIS VICINAIS	90
5.1	Degradação das Terras Associada às Estradas Rurais Vicinais	90
5.2	Principais Defeitos nas Estradas Rurais Vicinais	90
5.3	Premissas Gerais Associadas aos Projetos de Melhoria de Estradas	91
5.4	Medidas para Evitar, Mitigar e Compensar Impactos Ambientais.....	92
5.5	Serviços de Manutenção em Estradas Municipais.....	113
	REFERÊNCIAS	117
	ANEXO - TERMO DE REFERÊNCIA – TR.....	121

Vol. 6 – Práticas Edáficas para Conservação de Solos e Recursos Hídricos

APRESENTAÇÃO.....	16
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 O Programa Produtor de Água	17
1.2 Histórico	18
1.3 Manuais do Programa Produtor da Água	20
2 EROSÃO DE SOLOS.....	21
2.1 Processo de erosão.....	21
2.2 Formas de erosão	23
2.3 Suscetibilidade à erosão	24
2.4 Controle da erosão	24
3 AMOSTRAGEM DE SOLO	26
3.1 Equipamentos	26
3.2 Época de amostragem.....	27
3.3 Divisão da propriedade	28
3.4 Profundidade	28
3.5 Número de amostras	28
3.6 Procedimento de campo.....	29
3.7 Preparo das amostras.....	29
4 INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO	30
4.1 Tipos de análise de solo.....	30
4.2 Textura do solo	32
4.3 Fontes de informação por região	33
4.4 Interpretação dos teores	34
5 CORREÇÃO DO SOLO.....	36
5.1 Corretivos agrícolas.....	36
5.2 Métodos de recomendação de calagem.....	36
5.3 Época de aplicação	39
5.4 Profundidade de aplicação	39
5.5 Gessagem	40
6 ADUBAÇÃO	43
6.1 Tipos de adubo	43
6.2 Boas práticas	44
6.3 Recomendação de adubação.....	46
6.4 Recomendação de adubação orgânica	49

6.5	Compostagem	51
6.6	Recuperação de pastagens degradadas.....	56
6.7	Adubação em áreas de recomposição florestal	60
7	AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE PLANTAS	62
7.1	Métodos de avaliação do estado nutricional.....	62
7.2	Recomendações de manejo	65
7.3	Recomendações de adubação foliar	65
8	ADUBAÇÃO VERDE	67
8.1	Sistema de cultivo	67
8.2	Manejo da biomassa	69
9	ROTAÇÃO DE CULTURAS	70
9.1	Critérios para escolha das culturas na rotação.....	70
9.2	Esquemas de rotação de culturas.....	71
9.3	Planejamento dos ciclos de rotação	73
10	PLANTIO DIRETO	75
10.1	Preparação para implantação do plantio direto	76
10.2	Manejo da palhada.....	77
11	CONTROLE DE QUEIMADAS	80
11.1	Monitoramento do risco de incêndio	80
11.2	Aceiros e barreiras naturais	81
11.3	Equipamentos para controle de incêndio.....	82
11.4	Queima de resíduos em propriedades rurais	84
12	MANUTENÇÃO DAS PRÁTICAS E MONITORAMENTO DOS RESULTADOS DE QUALIDADE DOS SOLOS	86
12.1	Fertilidade do solo.....	86
12.2	Matéria orgânica do solo.....	87
12.3	Compactação do solo.....	89
12.4	Infiltração de água.....	90
13	PRÁTICAS EDÁFICAS NO CONTEXTO DA BACIA HIDROGRÁFICA	91
	REFERÊNCIAS	92

APRESENTAÇÃO

É com muita satisfação que apresentamos o quarto volume da série de manuais sobre os diversos aspectos que envolvem a metodologia do Programa Produtor de Água, que se destina a promover a conservação de recursos hídricos no meio rural, favorecendo a segurança hídrica.

O Programa foi concebido há pouco mais de vinte anos e apoiou técnica e financeiramente a estruturação de projetos de conservação de água e solo em várias regiões do Brasil. Os projetos apoiados possuem arranjos institucionais específicos de modo a considerar as particularidades locais e regionais, sempre buscando contribuir com a melhoria da disponibilidade hídrica, em termos de quantidade e qualidade, por meio de ações voltadas para a revitalização de bacias hidrográficas.

As experiências adquiridas com o apoio aos projetos proporcionaram as condições necessárias para a elaboração desta série de manuais. Com conteúdos voltados para elaboração de novos projetos, implantação de práticas vegetativas, mecânicas e edáficas, bem como para a realização de diagnóstico e elaboração de projetos individuais de propriedades rurais, estes manuais mantêm-se fiéis às linhas e diretrizes do Produtor de Água.

Seguindo o que está contido nestes manuais, os interessados terão as bases para a estruturação e implementação de projetos e práticas convergentes com o Programa Produtor de Água e poderão usufruir, tanto dos modelos aqui apresentados, quanto dos demais manuais que compõem a série Manuais do Programa Produtor de Água.

Na oportunidade agradecemos a contribuição de todos que se envolveram com este Programa e reconhecemos que este trabalho somente foi possível por contar com os parceiros que, localmente, conduzem os projetos e trazem as grandes contribuições para a melhoria da qualidade e para o aumento da oferta de água nos mananciais trabalhados.

Boa leitura!

Diretoria Colegiada da ANA

1 INTRODUÇÃO

Criada pela Lei nº 9.984/2000, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é a agência reguladora responsável por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), e por instituir normas de referência para os serviços de saneamento básico (Lei nº 14.026/2020). De acordo com o seu Planejamento Estratégico 2023-2026, a missão da ANA é garantir a segurança hídrica para o desenvolvimento sustentável do Brasil e contribuir para a universalização do saneamento básico.

Para a consecução dos seus objetivos, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) tem como diretriz a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental e a articulação com as políticas do uso do solo. Entre outras atribuições, cabe à ANA propor, elaborar, implementar e coordenar projetos e ações de estímulo à conservação de água e solo, inclusive com incentivos financeiros. Com base nisto, em 2001, a instituição decidiu avaliar a possibilidade de implementar um programa voltado à disseminação de modelos eficientes de conservação de recursos hídricos nas bacias hidrográficas brasileiras.

1.1 O Programa Produtor de Água

Estudos conduzidos pela equipe ANA, quando de sua criação, constataram que um dos grandes problemas que afetavam a qualidade da água nas bacias hidrográficas brasileiras estava associado a processos de degradação do solo e, que os programas agroambientais mais eficientes eram os que consideravam: a gestão baseada em parcerias; os efeitos ambientais que extrapolam os limites das propriedades; e a adoção de incentivos financeiros proporcionais aos benefícios ambientais gerados ao longo do tempo, fundamentados no princípio do “provedor-recebedor”. Nascia, assim, o Programa Produtor de Água, que busca contribuir com a segurança hídrica por meio do estabelecimento de parcerias para o desenvolvimento de projetos locais que promovam a adoção de práticas de conservação de água e solo no meio rural, associados, preferencialmente, ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

As matas ciliares e os remanescentes de vegetação nativa são de grande importância para a proteção dos recursos hídricos. No entanto, em boa parte das bacias hidrográficas brasileiras, predomina o uso e ocupação por atividades produtivas, o que exige que qualquer planejamento que vise a revitalização e conservação do território considerem simultaneamente a relevância dessas áreas para a produção de alimentos, energia e para a conservação de água e solo.

Assim, a revitalização de bacias hidrográficas, realizada no âmbito do Programa, tem como princípio a busca pelo equilíbrio entre produção agrícola e a conservação ambiental. No Programa Produtor de Água, o planejamento das intervenções nas propriedades considera o sistema atual de produção, respeitando as particularidades e necessidades de cada produtor rural. É no meio rural, portanto, que as ações do Programa são conduzidas. Essa perspectiva nos leva às seguintes definições:

Definição do Programa Produtor de Água

O **Programa Produtor de Água** é uma ação da ANA destinada a promover a conservação de recursos hídricos no meio rural, visando segurança hídrica.

Definição de um Projeto Produtor de Água

Um Projeto Produtor de Água pode ser definido como o conjunto de ações planejadas e coordenadas por arranjo institucional local, visando a revitalização de bacias hidrográficas, sob diretrizes estabelecidas pelo Programa Produtor de Água.

Embora os projetos que integram o Programa sigam diretrizes gerais estabelecidas pela ANA, cada iniciativa possui ampla autonomia para definir seu próprio regulamento. Isso significa que podem apresentar grande diversidade em suas ações de campo, bem como nas metodologias utilizadas para a valoração dos serviços ambientais. Essa autonomia na definição das formas de atuação constitui um dos pilares do Programa, permitindo que gestores locais se sintam plenamente responsáveis pela condução dos projetos e pela apropriação de seus resultados. O Programa preconiza, ainda, que os novos projetos incorporem as experiências dos mais antigos, com a possibilidade de aprimoramento contínuo. Isso tem resultado em projetos cada vez mais modernos, justos, eficientes e com menores custos de transação.

Conforme Resolução ANA nº 180, de 18 de janeiro de 2024, que aprovou as novas Diretrizes do Programa, para que um projeto possa ser reconhecido como integrante do Programa Produtor de Água, é necessário cumprir os requisitos abaixo apresentados.

Requisitos a serem atendidos pelos projetos:

Requisitos obrigatórios	Requisitos desejáveis
<ul style="list-style-type: none"> • Bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento. • Diagnóstico socioambiental prévio da bacia, sempre associado aos planos de bacia, onde houver. • Atuação no âmbito da propriedade rural. • Adesão voluntária dos produtores rurais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturação técnica, financeira e de gestão por meio de parcerias institucionais. • Diversificação e complementaridade das intervenções em campo. • Estímulo às práticas sustentáveis de produção. • Uso do Pagamento por Serviços Ambientais como estratégia de permanência das intervenções em campo. • Plano de monitoramento de resultados e comunicação.

1.2 Histórico

Desde o ano de 2005, o Programa tem induzido, em todo o Brasil, a implantação de projetos de revitalização de bacias, disseminando os conceitos e a aplicação de práticas conservacionistas com efeito indutor e contribuindo com a melhoria dos serviços ecossistêmicos e com o aumento da resiliência local frente aos eventos hidrológicos críticos, cada vez mais frequentes em função das mudanças do clima. O uso dos recursos da cobrança, bem como a sua aplicação em áreas particulares no âmbito dos projetos apoiados pelo Programa, foi objeto de verificação e aprovação quanto à legalidade e pertinência. O Programa demonstrou, desde sua concepção, ter grande potencial de atratividade, capaz de agregar diversos parceiros e de captar significativos recursos financeiros para a execução das ações. Da mesma forma, despertou imediato interesse em veículos de imprensa, da comunidade científica e na sociedade em geral, tendo em vista que se tratava da primeira iniciativa de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) no Brasil.

O fato de o Programa ser de adesão voluntária, com foco no produtor rural, prezando pela harmonia entre produção agrícola e a conservação ambiental nas propriedades rurais, contribuiu para o sucesso observado. Além disso, o Programa Produtor de Água apoia a execução descentralizada, na qual parceiros locais desempenham papel protagonista. Este aspecto despertou maior disposição por

parte de estados, municípios e organizações ambientais, na criação de projetos com maior capacidade de superar eventuais dificuldades ou entraves técnicos, políticos ou administrativos.

As expectativas da ANA confirmaram-se logo na fase inicial de funcionamento do Programa. Um exemplo emblemático é o ocorrido nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ). Com o início da cobrança pelo uso da água nessas bacias, viabilizou-se a destinação de parte dos recursos arrecadados para o financiamento do Programa. Assim, em 2006, foi iniciada a primeira experiência prática do Programa Produtor de Água, em Extrema (MG). Diversos parceiros uniram-se à ANA na gestão do projeto, como a Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI-SP), a The Nature Conservancy – TNC, a Prefeitura Municipal de Extrema e a Agência das Bacias PCJ.

Em 2009, foi lançada a primeira versão do Manual Operativo do programa, no qual a ANA manifestava a possibilidade de que os interessados apresentassem seus projetos através de demandas espontâneas. Em vários casos, os projetos tinham interesse apenas na implantação de ações de conservação de água e solo, mas careciam de arranjos de governança e de previsão de PSA. Quando considerado cabível e havendo disponibilidade de recursos, a ANA prestava apoio técnico e até mesmo financeiro. O foco do Programa, nesta fase, foi buscar um efeito demonstrativo, ampliar sua capilaridade e alcançar resultados concretos das ações de intervenção em nível de propriedade rural - especialmente na redução do aporte de sedimentos às calhas de rios e aumento dos volumes de recarga hídrica.

A partir de 2013, com a publicação da segunda versão do Manual Operativo, por meio da Portaria ANA nº 196, de 30 de agosto de 2013, a ANA manteve o atendimento a demandas espontâneas em áreas estratégicas para a obtenção do efeito demonstrativo desejado, passando também a realizar chamamentos públicos, por meio de editais, para seleção de projetos a serem reconhecidos e/ou apoiados, inclusive com aporte financeiro.

Como resultado dessa primeira fase do Programa Produtor de Água, aproximadamente 200 (duzentas) iniciativas foram trazidas à ANA, das quais, nos anos seguintes, mais de 60 (sessenta) projetos foram implantados, em todas as regiões brasileiras.

A partir das experiências acumuladas na primeira fase do Programa, alguns aspectos foram detectados e diagnosticados pela equipe da ANA, bem como por estudos e pesquisas externas, como prováveis causas de maior sucesso de determinados projetos em relação a outros. Esse conhecimento permitiu estabelecer cenários mais fidedignos sobre as demandas prioritárias dos atores interessados em implantar projetos.

Diante da experiência adquirida e da crescente demanda por apoio a novos projetos, consolidou-se o entendimento de que o Programa atingiu maturidade, relevância e efeito demonstrativo suficientes para ser conduzido de forma ainda mais descentralizada, com o protagonismo de comitês de bacias hidrográficas, agências de água e órgãos estaduais de recursos hídricos, alinhando-se às ações prioritárias previstas nos planos de bacias.

A partir da Resolução ANA nº 180, de 18 de janeiro de 2024, que aprovou as novas Diretrizes do Programa, a ANA passou a priorizar o apoio às instâncias do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) na condução da implantação e acompanhamento de projetos em áreas prioritárias definidas nos planos de bacia. Para isso, a Agência reforçará suas estratégias de capacitação, de apoio institucional, de divulgação de resultados, de reconhecimento e integração de iniciativas exitosas e de busca por parceiros e fontes para o aporte de novos recursos.

Para o efeito multiplicador pretendido, e conforme mencionado, uma das estratégias da ANA trata do reconhecimento de programas e projetos de conservação de água para composição do portfólio

do Programa Produtor de Água, processo que foi regulamentado pela Resolução ANA nº 181, de 19 de janeiro de 2024. Além dos programas e projetos reconhecidos no Anexo I da Resolução ANA nº 181/2024, que devem enviar informações atualizadas anualmente para a manutenção do reconhecimento, a estratégia multiplicadora da ANA inclui a publicação de editais de chamamento e demais instrumentos convocatórios.

1.3 Manuais do Programa Produtor de Água

A partir da experiência adquirida até o momento e da definição da metodologia de trabalho do Programa Produtor de Água, a ANA decidiu lançar uma série de Manuais com o objetivo de compartilhar com os interessados o conhecimento acumulado ao longo do tempo no apoio à implantação de projetos, conforme apresentado a seguir:

Vol. 1 – Manual de Estruturação de Projetos;

Vol. 2 – Manual de Elaboração de Diagnósticos no Programa Produtor de Água;

Vol. 3 – Manual de Elaboração de Projeto Individual de Propriedade;

Vol. 4 – Manual de Práticas Vegetativas para Conservação de Solos e Recursos Hídricos;

Vol. 5 – Manual de Práticas Mecânicas para Conservação de Solos e Recursos Hídricos; e

Vol. 6 – Manual de Práticas Edáficas para Conservação de Solos e Recursos Hídricos

O Volume 4 da série de manuais do Programa Produtor de Água é dedicado às **práticas vegetativas** para a conservação de solos e recursos hídricos, oferecendo um guia técnico detalhado para técnicos, gestores, produtores rurais e demais interessados em promover o uso sustentável da terra no meio rural. A publicação apresenta estratégias que conciliam a conservação ambiental com a produção agropecuária, detalhando técnicas que utilizam a vegetação como aliada na contenção da erosão, aumento da infiltração de água no solo, recomposição de matas ciliares e estabilização de margens de rios e áreas degradadas. Ao reunir conceitos, fundamentos e exemplos aplicados, o manual reforça o papel das práticas vegetativas como ferramentas essenciais para a resiliência hídrica e a adaptação às mudanças climáticas.

A estrutura do manual está organizada em três grandes eixos: práticas vegetativas aplicadas em áreas produtivas, voltadas à recomposição da vegetação nativa (como Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais) e destinadas à estabilização de margens de rios e voçorocas. Cada capítulo apresenta descrições técnicas, critérios de aplicação, benefícios esperados e exemplos de espécies vegetais recomendadas, além de orientações práticas para o planejamento, implementação e monitoramento das intervenções. Complementarmente, o manual aborda a legislação ambiental aplicável, estratégias de manejo e o uso de ferramentas como o WebAmbiente, oferecendo um conteúdo completo e acessível para a estruturação de projetos alinhados ao Programa Produtor de Água.

2 O PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA

O Programa Produtor de Água foi criado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) com o objetivo de promover projetos locais de conservação de recursos hídricos no Brasil. Esse programa constitui-se em uma ferramenta de articulação entre a ANA, os usuários e o setor rural, sob a ótica principal de estímulo à adoção de práticas sustentáveis preferencialmente associadas ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

O PSA é baseado na valoração econômica da natureza e, consequentemente, na distribuição de incentivos financeiros aos responsáveis pela preservação ambiental. Dessa forma, os programas de PSA desempenham o papel de um mercado de serviços ambientais, uma vez que conectam os provedores desses serviços aos seus usuários e são importantes mecanismos para a promoção da sustentabilidade social, econômica e ambiental, especialmente nas áreas rurais.

Desde a sua criação, no ano de 2005, até o momento, a ANA apoiou 74 projetos do Programa Produtor de Água no Brasil, dos quais 34 estão em execução com PSA. Esses projetos estão inseridos em 78 municípios, 14 estados e 5 biomas brasileiros. Ao todo, já foram restaurados 3.020 ha e foram pagos R\$ 17,2 milhões em PSA para 1063 produtores rurais.

Os projetos integrantes do Programa são implantados a nível de microbacia hidrográfica, onde as unidades territoriais de atuação são as propriedades rurais cujos produtores ingressam voluntariamente no projeto e participam do planejamento das ações a serem executadas em suas áreas.

Na prática, os produtores rurais que aderirem ao Programa serão pagos pelos serviços ambientais prestados, valorizando assim o seu trabalho e garantindo a adequada manutenção das práticas conservacionistas executadas nas propriedades rurais, bem como nas áreas preservadas. Nesse sentido, o PSA consiste em uma fonte adicional de renda para os produtores rurais, os quais passam a enxergar as práticas conservacionistas e de preservação ambiental como uma atividade rentável.

3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA ÀS PROPRIEDADES RURAIS

A Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, também conhecida como novo "Código Florestal", estabelece as normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, e delimita os locais que devem ser protegidos e mantidos com mata nativa na propriedade rural, que são Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal. Para acessar a Lei 12.651/2012 na íntegra, [clique aqui¹](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)

3.1 Áreas de Preservação Permanente

Área de Preservação Permanente (APP) é uma "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (art. 3º, inciso II, Lei nº 12.651/2012). São consideradas APP's as florestas e demais formas de vegetação natural que estejam situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto, em faixa marginal cuja largura mínima irá variar de acordo com a largura do curso d'água, conforme a Figura 1.

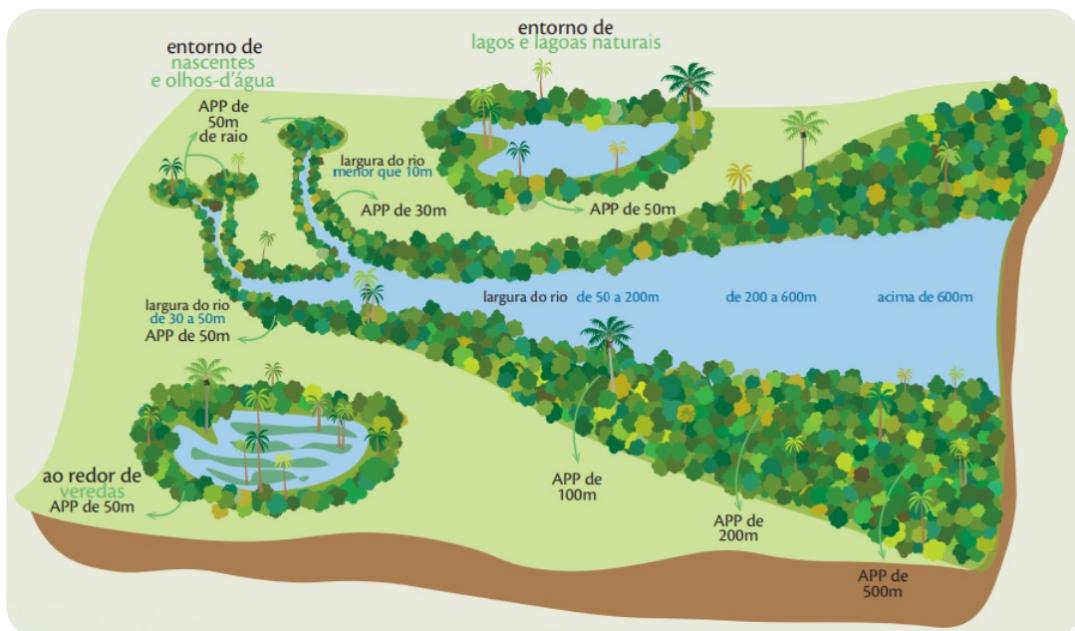


Figura 1 - Áreas de Preservação Permanente segundo a Lei 12.651/2012

Fonte: Schäffer; Dick; Prochnow (2022)

¹ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

Tabela 1 - Áreas de Preservação Permanente segundo a Lei 12.651/2012²

Além das margens de cursos d'água, também são consideradas de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural que estejam situadas:		
Nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados “olhos d’água”, qualquer que seja a sua situação topográfica		Raio mínimo de 50 metros de largura
Ao redor de lagos e lagoas naturais	Menor que 1 ha	‘APP dispensada ³
	Até 20 ha	50 metros
	Maior que 20 ha	100 metros
Ao redor de reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais ⁴		Na faixa definida na licença ambiental do empreendimento
Nos topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°		
Restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangue		
Manguezais em toda a sua extensão		
Veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 metros, a partir do espaço permanentemente brejoso ou encharcado		
Bordas de tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais		
As áreas em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação		

3.2 Recomposição das Áreas de Preservação Permanente

Nos casos de imóveis rurais com ocupação antrópica das APP's preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, a lei prevê que o proprietário ou posseiro poderá manter a continuidade dessas atividades somente se tiver realizado a inscrição do imóvel no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e aderido ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) dentro dos prazos estabelecidos - prazo de inscrição no CAR (31/12/2020) e adesão ao PRA (31/12/2022).

Nesses casos, as faixas mínimas das APP's a serem recompostas nas áreas consolidadas irão variar de acordo com o tamanho do imóvel rural, definido em módulos fiscais.

Módulo fiscal (MF) é uma unidade de medida agrária, expressa em hectares, corresponde à área mínima necessária a uma propriedade rural para que sua exploração seja economicamente viável. O módulo fiscal varia de um município a outro, pois leva em consideração as particularidades locais, como o tipo de exploração predominante, a renda obtida na exploração predominante e o conceito de agricultura familiar. Na Tabela 2 é apresentado as faixas mínimas de recuperação de APP em áreas consolidadas nas margens de cursos d’água.

² Fonte: BRASIL (2012)

³ Vedada nova supressão de áreas de vegetação nativa.

⁴ Nos reservatórios artificiais de água que não decorram de barramento ou represamento de cursos d’água naturais não será exigida APP no entorno.

Tabela 2 - Faixas mínimas de recomposição de APP em áreas consolidadas nas margens de cursos d'água e nascentes de acordo com a Lei 12.651/2012⁵

Tamanho do imóvel rural	Recomposição da APP de margem de rio	Recomposição da APP de margem de lago ou lagoa	Recomposição da APP de nascente
Até 1 MF	5 m em cada margem	5 m em cada margem	
De 1 a 2 MF	8 m em cada margem	8 m em cada margem	
De 2 a 4 MF	15 m em cada margem	15 m em cada margem	
De 4 a 10 MF	20 m em cada margem para rios de até 10 m de largura, nos demais casos a obrigação é recuperar a metade da largura do rio, observando um mínimo de 30 m e um máximo de 100 m em cada margem	30 m em cada margem	15 m ao redor para todos
Acima de 10 MF	Metade da largura do rio, observando um mínimo de 30 metros e um máximo de 100 metros em cada margem	30 m de cada margem	

*MF: Módulo Fiscal⁶

ATENÇÃO: As metragens apresentadas na Tabela 2 valem somente para a recomposição daquelas partes da APP de nascente, margem de rio, lago ou lagoa, localizadas em áreas rurais, que tinham sido desmatadas e ocupadas com atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural antes de 22 de julho de 2008. No entorno de açudes de criação de peixes ou pequenos reservatórios a recuperação somente será necessária quando estes tiverem sido construídos no leito de rio.

Tabela 3 - Alternativas para recompor as APP's de acordo com a Lei 12.651/2012⁷

Como recompor as Áreas de Preservação Permanente?

A recomposição das APP's poderá ser feita, isolada ou conjuntamente, pelos seguintes métodos:

- a. Condução de regeneração natural de espécies nativas;
- b. Plantio de espécies nativas;
- c. Plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas;
- d. Plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até 50% da área total a ser recomposta, no caso de pequena propriedade ou posse rural familiar.

Segundo a Resolução CONAMA nº 429, de 28 de fevereiro de 2011, "A recuperação voluntária de Áreas de Preservação Permanente com espécies nativas do ecossistema onde ela está inserida, respeitada metodologia de recuperação estabelecida nesta resolução e demais normas aplicáveis, dispensa a autorização do órgão ambiental."

⁵ Fonte: BRASIL (2012)

⁶ Para saber o MF do seu município clique no link: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

⁷ Fonte: BRASIL (2012)

3.3 Reserva Legal

A Reserva Legal (RL) é a "área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas" (art. 3º, inciso III, Lei nº 12.651/2012). Para os imóveis situados na Amazônia Legal a área mínima da RL deverá corresponder a 80% da área do imóvel rural nas áreas de floresta e de 35% nas áreas de cerrado. Nas demais regiões, a Reserva Legal deve corresponder a 20% da área do imóvel (Figura 2).

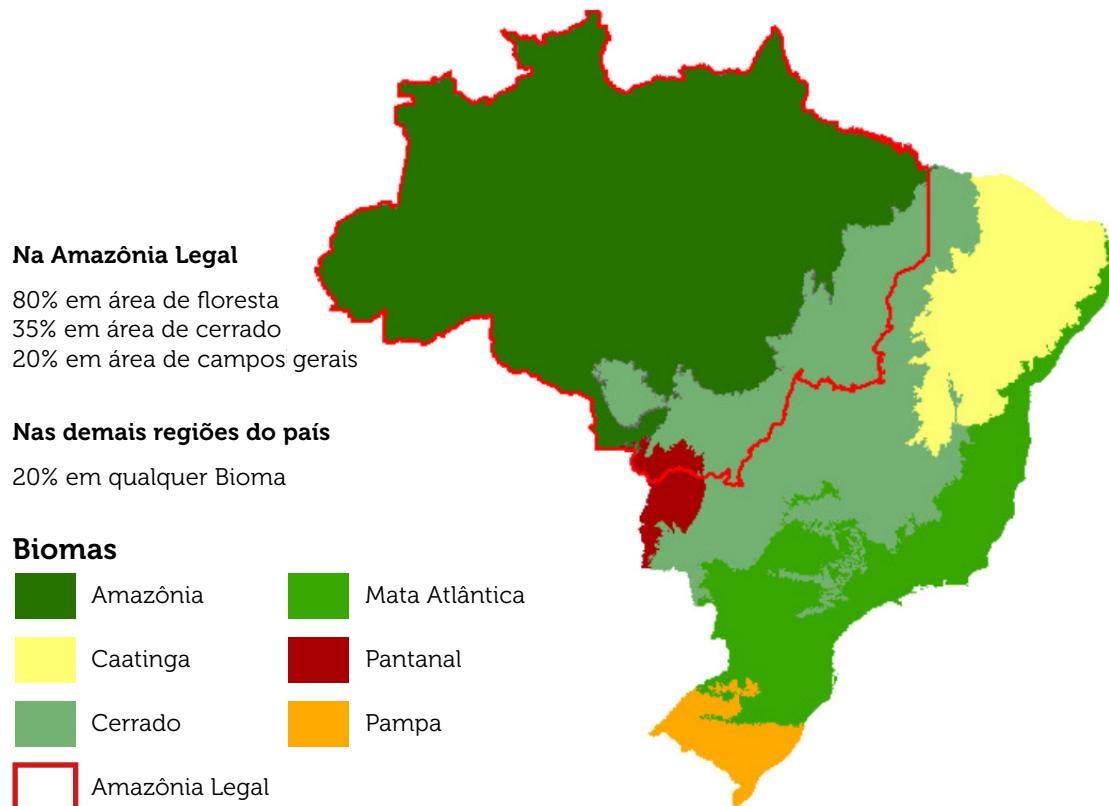


Figura 2 - Área mínima da Reserva Legal nas diferentes regiões do Brasil

Fonte: BRASIL (2012)

ATENÇÃO: Na Reserva Legal não é permitido o desmatamento (corte raso), mas a Lei 12.651/2012 prevê a possibilidade de manejo sustentável em algumas situações e oportunidades (Tabela 4).

Tabela 4 - O que é permitido na RL segundo a Lei 12.651/2012⁸

O que é permitido na Reserva Legal?		
I – É livre a coleta de produtos florestais não madeireiros, tais como frutos, cipós, folhas e sementes, devendo-se observar o período de coleta e a época de maturação dos frutos e sementes, e utilizando-se técnicas que não coloquem em risco a sobrevivência de indivíduos e da espécie coletada;	II – O manejo sustentável para exploração florestal eventual sem propósito comercial, para consumo no próprio imóvel, independe de autorização dos órgãos competentes, devendo apenas ser declarados previamente ao órgão ambiental a motivação da exploração e o volume a ser explorado, a exploração anual fica limitada a 20 metros cúbicos;	III – O manejo florestal sustentável da vegetação da Reserva Legal com propósito comercial depende de autorização do órgão competente e deverá atender diretrizes e orientações previstas em lei (consultar art. 22, Lei nº 12.651/2012).
Pequena propriedade ou posse rural familiar: a Lei 12.651/2012, nos artigos 56 e 57, prevê regras especiais para o manejo sustentável nas propriedades de agricultura familiar:		
I – Extração de material lenhoso limitada a 2 m ³ por hectare, sem comprometer mais de 15% da biomassa da Reserva Legal total e sem ultrapassar a quantidade de 15 m ³ de lenha para uso doméstico e uso energético, por propriedade ou posse rural, por ano;		II – O manejo florestal madeireiro sustentável da Reserva Legal com propósito comercial direto ou indireto depende de autorização simplificada do órgão ambiental competente.

Pequena propriedade ou posse rural familiar: aquela, com área inferior a 4 módulos fiscais, explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006.

3.4 Regularização da Reserva Legal

Para saber se uma propriedade precisa regularizar sua área de Reserva Legal, dois aspectos principais precisam ser considerados: a situação da RL em 22/07/2008 e o tamanho da propriedade em módulos fiscais (Figura 3).

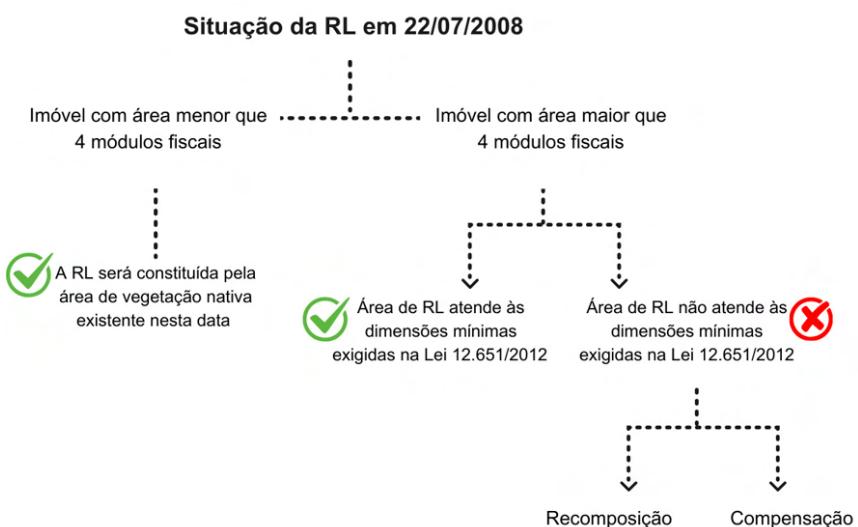


Figura 3 - Área mínima da Reserva Legal nas diferentes regiões do Brasil
Fonte: EMBRAPA (2017)

A recomposição da RL poderá ser realizada mediante o plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas, em sistema agroflorestal (SAF), desde que a área com espécies exóticas não exceda 50% da área total a ser recomposta (Figura 4).

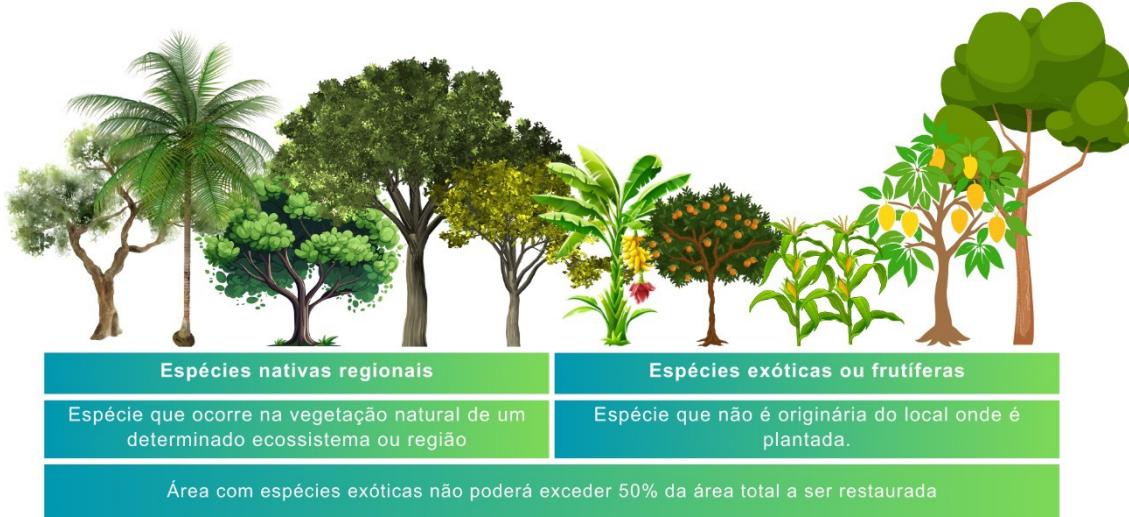


Figura 4 - Recomposição da Reserva Legal com plantio intercalado de espécies nativas e exóticas ou frutíferas

Fonte: Paula Kettenhuber

OBSERVAÇÃO: Essa forma de recomposição também poderá ser adotada em áreas de APP, nas pequenas propriedades rurais (até 4 módulos fiscais), bem como em terras indígenas demarcadas e em demais áreas de povos e comunidades tradicionais que façam uso coletivo do seu território.

4 O QUE SÃO AS PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA CONSERVAÇÃO DOS SOLOS E RECURSOS HÍDRICOS?

As práticas vegetativas consistem na utilização de plantas para proteger e melhorar a qualidade do solo, conservando simultaneamente os recursos hídricos.

Ao incorporar práticas vegetativas nas estratégias de conservação do solo e da água, é possível atenuar os efeitos da erosão, manter a saúde do solo e aumentar a produtividade agrícola. O uso de plantas para a cobertura do solo é considerado uma das medidas mais eficazes para a prevenção e controle do escoamento superficial e redução das perdas de solo por erosão.

As plantas desempenham inúmeras funções no solo (Figura 5), melhorando a sua qualidade física, química e biológica. As plantas promovem o controle da erosão através da redução do impacto da chuva, aumento da infiltração e drenagem de água no solo e redução do volume e da velocidade da enxurrada. Além disso, as plantas auxiliam na regulação térmica do solo, na redução da evaporação e no controle de plantas daninhas.

As raízes das plantas promovem alterações na estrutura do solo, contribuindo para aumentar a estabilidade dos agregados através do entrelaçamento das raízes na matriz do solo e liberação de exsudatos⁹ que ligam suas partículas. As raízes das plantas ao penetrar no solo formam bioporos¹⁰ que melhoram o movimento de ar e água e aumentam a capacidade de infiltração e retenção de água no solo.

Além disso, o uso de plantas melhora a fertilidade do solo, através da decomposição do material e incorporação de matéria orgânica, que consequentemente promove o aumento do estoque de carbono no solo, contribuindo, assim, para a ciclagem de nutrientes e para a adaptação e mitigação de mudanças climáticas causada pelo aumento da emissão de gases de efeito estufa.

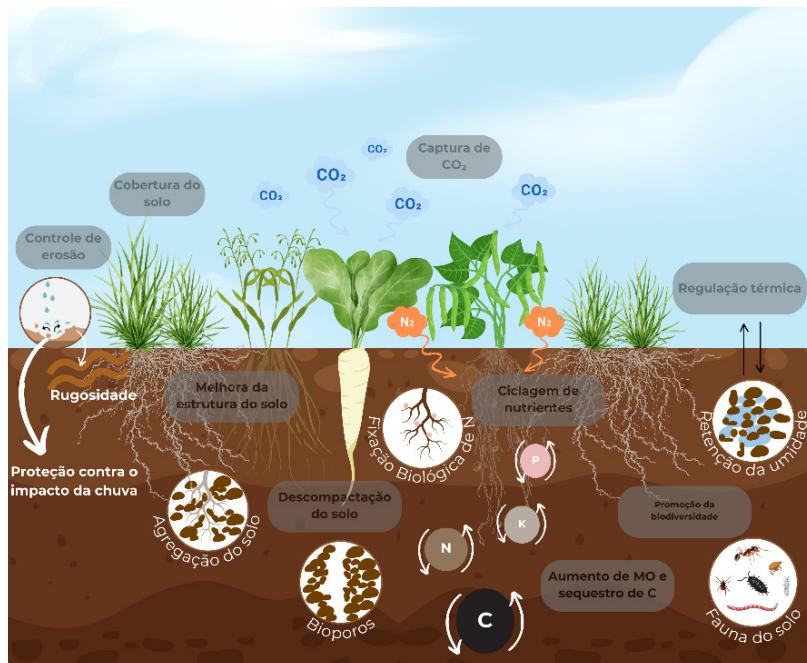


Figura 5 - Benefícios ao funcionamento do solo fornecidos pela utilização de plantas de cobertura

Fonte: adaptado de Cherubin (2022)

Para a sua melhor compreensão e aplicabilidade, as práticas vegetativas para conservação do solo e da água foram divididas em três grupos, nomeadamente práticas vegetativas para áreas produtivas, para recomposição da vegetação nativa (APP e RL) e para a estabilização de margens de rios e voçorocas, as quais são descritas a seguir.

⁹ Compostos orgânicos liberados pelas raízes das plantas.

¹⁰ Canais encontrados no solo.

5 PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA ÁREAS PRODUTIVAS

Neste manual, as práticas de sistema de plantio direto, rotação de culturas e plantas de cobertura são descritas brevemente. Para maiores detalhes sobre essas práticas consultar o Volume 6 - Manual de práticas edáficas da série de manuais do Programa Produtor de Água da ANA.

5.1 Sistema de plantio direto

O sistema plantio direto (SPD) é o método mais conservacionista de trabalhar a terra para fins agropecuários. Esse sistema fundamenta-se em três princípios: ausência de revolvimento do solo (preparo do solo apenas na linha ou cova de semeadura ou de plantio), cobertura permanente com resíduos vegetais sobre a superfície do solo e a diversificação de espécies através da rotação e/ou consociação de culturas, com mínimo intervalo de tempo entre colheita e semeadura ou plantio. A adoção do SPD proporciona diversos benefícios nas práticas agrícolas, como a redução significativa da erosão do solo e da poluição dos recursos hídricos, o aumento da infiltração e diminuição da evaporação de água no solo, o aumento do estoque de matéria orgânica do solo, o favorecimento da atividade biológica do solo e do controle biológico de pragas, doenças e plantas daninhas, a diminuição da temperatura superficial do solo e aumento da umidade, entre outros.

5.2 Rotação de culturas

A rotação de culturas consiste na troca planejada de culturas em um mesmo espaço ao longo do tempo. Essa prática é uma das mais importantes no manejo de base agroecológica. A adoção da rotação de culturas auxilia no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, melhora o aproveitamento residual tornando mais racional o uso de fertilizantes, melhora a qualidade biológica do solo e do ambiente como um todo, auxilia significativamente o controle da erosão, diminui custos de produção devido ao menor uso de insumos, aumenta a produtividade (produção por unidade de área), incrementa a biodiversidade, aumenta a estabilidade produtiva e torna a economia do estabelecimento rural mais sustentável, visto que esta não depende apenas de um só produto.

O arranjo das espécies, no tempo e no espaço, além de atender os objetivos técnicos preconizados, a médio e longo prazo, também deve permitir a maximização das oportunidades de comercialização dos produtos. Além disso, o plano de rotação de culturas deve ser flexível podendo sofrer modificações, em função de certas condições, como as definidas pelo mercado.

5.3 Plantas de cobertura

Plantas de cobertura, incluindo os adubos verdes¹¹, têm sido utilizadas como alternativa de diversificação de sistemas de cultivos anuais, semiperenes e perenes nas diferentes regiões do Brasil. As plantas de cobertura quando adequadamente utilizadas nos sistemas agrícolas proporcionam inúmeros benefícios para melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

As principais plantas utilizadas como cobertura do solo são as leguminosas, as gramíneas cultivadas e as plantas nativas¹².

5.4 Culturas em faixas

Consiste na disposição de duas ou mais culturas em faixas de largura variável, de forma alternada na mesma parcela e na mesma época de cultivo. Dessa forma, plantas que oferecem pouca proteção ao

¹¹ Plantas que são capazes de reciclar os nutrientes presentes em camadas profundas do solo, ou na atmosfera, tornando o solo mais fértil e mais produtivo.

¹² Para saber quais são as melhores opções de plantas de cobertura e adubos verdes para a sua região clique no link: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1153241>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

solo devem ser alternadas com outras de crescimento denso. O efeito da cultura em faixa no controle da erosão é baseado em três princípios: as diferenças em densidades das culturas empregadas, o parcelamento dos lançantes e a disposição em contorno. A disposição alternada de culturas diferentes faz com que as perdas por erosão sofridas por determinada cultura sejam, em parte, controladas pela cultura que vem logo abaixo.

Esse método visa melhorar a utilização de recursos, aumentar a biodiversidade, melhorar a saúde do solo e fornecer benefícios econômicos. Além da minimização da erosão do solo, o cultivo em faixas promove efeitos benéficos na porosidade e na biodiversidade do solo e promove a ciclagem de nutrientes, aumentando o rendimento das culturas. O potencial das culturas em faixas foi demonstrado em uma meta-análise global sobre a eficácia de vários métodos de culturas intercaladas, que revelou um aumento de rendimento de 25% nos sistemas de culturas em faixas, em comparação com as culturas em monocultura (Yu et al., 2015).

A escolha das culturas deve acontecer no momento do planejamento do cultivo, pois implica no preparo do solo, compra de sementes e tratos culturais.

Deve-se dar preferência para rotações que incluam a combinação de culturas de raízes profundas e raízes fasciculadas¹³. Um exemplo é a alternância de faixas cultivadas com feijão e com milho.

5.5 Cordões de vegetação permanente

São cordões (faixas) de plantas perenes de porte baixo e crescimento denso, de largura específica, dispostas em contorno e niveladas entre faixas de cultivo. Constituem numa técnica eficiente e econômica para reduzir o escoamento da água, reter sedimentos e filtrar produtos químicos (p. ex., nutrientes, pesticidas) contidos nos sedimentos de zonas agrícolas e consequentemente prevenir a erosão do solo e o assoreamento dos corpos hídricos a jusante. Acima da superfície, retardam o escoamento superficial e aprisionam sedimentos e nutrientes. Abaixo dela, estabilizam e agregam o solo, bem como aumentam o seu conteúdo de matéria orgânica e a sua capacidade de infiltração. Adicionalmente, contribuem para a biodiversidade, aumentam a produção agrícola e melhoram a estética da paisagem terrestre (Figura 6). Essas faixas de vegetação podem reter até 70% dos sedimentos e 50% dos nutrientes, dependendo das espécies de plantas, manejo, intensidade das chuvas e inclinação (Baumhardt e Blanco-Canqui, 2014).

As faixas devem ser estreitas, de modo a não diminuir muito a área cultivada. O espaçamento entre os cordões de vegetação irá depender do tipo de solo, da cultura a ser implantada e do regime de precipitação do local. Na prática, quanto menor a profundidade do solo e maior a declividade do terreno e a intensidade de precipitação, menor deve ser o espaçamento entre os cordões de vegetação.

¹³ São raízes finas que surgem a partir do caule e sem a presença de uma raiz principal.



Figura 6 - Faixas de vegetação permanente
Fonte: Paula Kettnerhuber

Recomenda-se a utilização de espécies com grande densidade foliar e radicular, principalmente para regiões com solos rasos. Preferencialmente, devem-se empregar espécies que proporcionem retorno econômico para o agricultor. Comumente são utilizados: cana-de-açúcar, capim-elefante, capim-santo e colonião, capim-vetiver etc.

5.6 Alternância de capinas

Consiste em realizar as capinas alternando-se as ruas ou “leiras” adjacentes, especialmente durante o período de chuvas. Dessa forma, realiza-se a capina rua sim, rua não (nas lavouras plantadas em nível), sempre pulando uma ou duas ruas. Na capina seguinte, o processo é invertido, fazendo-se a capina nas ruas não trabalhadas da primeira vez e assim sucessivamente.

Essa prática permite que sempre uma ou duas ruas, imediatamente abaixo daquelas recentemente capinadas, permaneçam com cobertura vegetal. Isso faz com que o solo transportado das faixas capinadas seja retido pelas faixas com cobertura vegetal que estão imediatamente abaixo, diminuindo a velocidade das enxurradas e a erosão do solo.

5.7 Ceifa do mato

A ceifa do mato é uma prática usada principalmente em culturas perenes, como a fruticultura e cafeicultura, em que as capinas das plantas daninhas são substituídas por ceifa. As ervas daninhas são cortadas a uma pequena altura da superfície do solo, deixando-se intactos seus sistemas radiculares.

O uso dessa técnica possibilita um bom controle da erosão, pois o terreno fica protegido durante o período das fortes chuvas. Além disso, as raízes das plantas daninhas roçadas entram em decomposição, aumentando o teor de matéria orgânica e formando canalículos que facilitam a penetração de água e ar no solo. A ceifa deve ser repetida periodicamente, a fim de não prejudicar a cultura pela concorrência do mato, e executada com o auxílio de implementos ou ferramentas adequadas.

5.8 Cobertura morta (mulch)

Essa técnica consiste em deixar sobre o solo uma camada protetora de restos culturais, como palha, cascas de árvores e outros resíduos vegetais que sobram da colheita, das capinas ou das ceifas, ou ainda de materiais não pertencentes às culturas, como serragem, bagaços, entre outros. É uma das práticas mais simples e benéficas utilizadas nas áreas cultivadas para a conservação do solo e dos recursos hídricos.

A cobertura morta protege o solo da erosão, reduz o impacto das chuvas, mantém a temperatura, conserva a umidade e impede o crescimento de plantas daninhas. Adicionalmente pode melhorar a fertilidade do solo, através da decomposição do material e incorporação de matéria orgânica e consequentemente melhorar o crescimento das raízes, aumentar a infiltração de água e melhorar a capacidade de retenção de água do solo. A matéria orgânica é uma fonte de nutrientes para as plantas e proporciona um ambiente ideal para as minhocas e outros organismos benéficos ao solo.

A cobertura do solo deve ser mantida em no mínimo 30% da área para minimizar a perda de solo por erosão causada pela água ou pelo vento.

5.9 Faixas de bordadura e quebra-ventos

As faixas de bordadura e quebra-ventos são indicadas para situações em que existem problemas nas faixas marginais das terras cultivadas, principalmente com erosão do solo causada pelo vento ou pela água. As faixas de bordadura consistem no estabelecimento de faixas estreitas e formadas com plantas de porte baixo e vegetação densa nas áreas marginais às terras cultivadas. Essas faixas objetivam, principalmente, controlar a velocidade do vento, evitar o excesso de enxurrada e criar um ambiente adequado para plantas e animais.

Os quebra-ventos são compostos predominantemente por árvores e/ou arbustos plantados em linhas ou faixas com o objetivo de redirecionar e reduzir o fluxo do vento. Geralmente são instalados em bordaduras de campos agrícolas ou pastagens, melhorando a produção agrícola e pecuária. A redução da velocidade do vento modifica e proporciona melhorias às condições ambientais, por meio do controle do microclima da área protegida.

Vantagens da implantação de quebra-ventos nas propriedades:

- Manutenção da umidade do solo;
- Amadurecimento precoce das plantas;
- Redução do ataque de doenças e insetos prejudiciais nas plantações;
- Abrigo para pássaros e insetos benéficos (como inimigos naturais e polinizadores);
- Proteção para os animais jovens, que são mais sensíveis às doenças respiratórias;
- Redução das quedas de temperatura em casas de fazenda, estábulos, galinheiros, pocilgas (chiqueiros) e lavouras;
- Aumento do rendimento de produção das plantas e animais.

Etapas para a implantação de quebra-ventos:

Escolha do local: as espécies que serão usadas como quebra-vento devem ser plantadas na direção perpendicular à direção dos ventos predominantes, pois desta forma se obtém maior proteção;

Escolha da(s) espécie(s): os quebra-ventos podem ser formados por uma ou mais espécies. Para serem eficientes, devem conter árvores de diferentes portes, sendo que as mais baixas devem ficar à frente e as de porte mais alto ao fundo, fazendo com que o vento, dessa maneira, seja desviado para cima. Para a escolha das espécies devem ser observadas as seguintes características¹⁴:

- a. Plantas altas – quanto maior a altura maior será a proteção. A barreira de quebra-vento deve ser, pelo menos, 2 a 3 vezes mais alta do que os cultivos a serem protegidos;
- b. Postura ereta (para cima);
- c. Crescimento rápido;
- d. Plantas com raízes profundas (sistema radicular pivotante);
- e. Folhas perenes (que não caem);
- f. Quanto mais flexíveis, mais absorvem o vento;
- g. Que possuam múltiplas funções: sirvam de abrigos e alimentos para pássaros, produzam pólen e néctar, madeira de qualidade e outros produtos de interesse econômico, como frutas, castanhas, óleos etc.

Distância entre quebra-ventos: a distância irá depender da altura do quebra-vento. Em quebra-ventos retangulares, a distância entre uma barreira e outra se dá entre 15 a 20 vezes a altura do quebra-vento. Em quebra-ventos perpendiculares, a distância entre uma barreira e outra se dá entre 40 vezes a altura do quebra-vento nas outras direções.

Densidade do quebra-vento: quanto mais denso for o quebra-vento, menor será a velocidade do vento após a barreira. Por outro lado, a área a ser protegida também será menor. O ideal é que o quebra-vento apresente de 30 a 40% de permeabilidade para permitir que o vento quando passe pelo ápice das plantas mais altas, não cause fortes turbulências no interior da área a ser protegida. Em quebra-ventos densos a área protegida é 10 a 15 vezes a altura da barreira, já em quebra-ventos permeáveis a área protegida é de 25 vezes a altura da barreira.

5.10 Sistemas de integração

Os sistemas de integração constituem uma estratégia que visa a produção sustentável, por meio da integração de atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais, realizadas em uma mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado.

Os sistemas buscam alcançar resultados sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, abrangendo a adequação ambiental, a valorização do indivíduo e a viabilidade econômica.

Os sistemas de produção em integração podem ser classificados em quatro modalidades:

- a. Integração lavoura-pecuária (ILP), também chamado de agropastoril: sistema que integra os componentes lavoura e pecuária, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos.
- b. Integração pecuária-floresta (IPF) ou silvipastoril: sistema que integra os componentes pecuária e floresta em consórcio.

¹⁴ Para saber mais sobre a escolha de espécies para quebra-ventos região clique no link: <https://fitoterapiabrasil.com.br/sites/default/files/documents-oficiais/3-escolha-das-especies-utilizadas-como-quebra-vento.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

- c. Integração lavoura-floresta (ILF) ou silviagrícola: sistema que integra os componentes floresta e lavoura, pela consociação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes). O componente lavoura pode ser utilizado na fase inicial de implantação do componente florestal ou em ciclos durante o desenvolvimento do sistema.
- d. Integração lavoura-pecuária-floresta ou agrossilvipastoril: sistema que integra os componentes lavoura, pecuária e floresta, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. O componente lavoura pode ser utilizado na fase inicial de implantação do componente florestal ou em ciclos durante o desenvolvimento do sistema.

Os sistemas de integração¹⁵ podem contribuir para a recuperação de áreas degradadas, manutenção e reconstituição da cobertura florestal, promoção e geração de emprego e renda, adoção de boas práticas agropecuárias (BPA), melhoria das condições sociais, adequação da unidade produtiva à legislação ambiental e valorização de serviços ambientais oferecidos pelos agroecossistemas (Figura 7).



Figura 7 - Objetivos e benefícios da adoção dos sistemas ILPF
Fonte: Paula Kettenhuber

Os sistemas ILP são os mais adotados no Brasil, devido à sua menor complexidade. Em geral, a lavoura é cultivada no período chuvoso e, após a colheita da cultura agrícola, é semeada a pastagem onde o gado pastejará no período seco do ano.

Em muitos casos, o capim é semeado em consórcio com uma cultura de segunda safra, como milho (*Zea mays*) ou sorgo (*Sorghum vulgare*), por exemplo, intensificando ainda mais a produção. Nessas situações é possível ter em um ano, na mesma área, duas colheitas e ainda uma terceira safra de forrageira usada para alimentar o gado. Exemplos como esse são comuns no Brasil central, com semeadura da soja (*Glycine max*) em outubro e colheita em fevereiro, semeadura do milho consorciado com capim em fevereiro com colheita do grão em junho e o pastejo na palhada com capim até o mês de setembro, quando o ciclo é reiniciado.

15 Para saber mais sobre os sistemas de integração clique no link: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

5.11 Sistemas agroflorestais

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são modelos de produção em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, culturas agrícolas e/ou animais em uma mesma área, ao mesmo tempo (simultâneos) ou em uma sequência de tempo (sequenciais), com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes. Nos SAFs, as árvores desempenham papel central na dinâmica, proporcionando sombreamento, fixação de nitrogênio e melhoria da estrutura do solo.

A principal diferença entre os SAFs e os sistemas de integração (ILPF), é que os primeiros buscam integrar a produção com a conservação ambiental, recuperando áreas degradadas, protegendo a biodiversidade e melhorando a qualidade de vida das comunidades rurais, enquanto o objetivo da ILPF é maximizar a eficiência produtiva por meio da diversificação e otimização de recursos para geração de renda e sustentabilidade a longo prazo.

Os SAFs têm como principal objetivo conciliar o aumento de produtividade e rentabilidade econômica com a proteção ambiental e a melhoria da qualidade de vida das populações rurais.

Esta prática é muito interessante para a agricultura familiar por reunir vantagens econômicas e ambientais. A utilização sustentada dos recursos naturais aliada a uma menor dependência de insumos externos, resulta em uma maior segurança alimentar e econômica não apenas para os agricultores, mas também para os consumidores.

Benefícios ambientais, econômicos e sociais dos SAFs:

- a.** Devolver ao solo, com a queda de folhas, ramos e galhos, parte dos nutrientes retirados pelas raízes;
- b.** Aproveitar a energia do sol pelos diferentes estratos (camadas) das espécies vegetais;
- c.** Aumentar a matéria orgânica, contribuindo para melhorar as condições físicas e químicas do solo e, por consequência, a sua capacidade de retenção de água;
- d.** Proteger o solo contra a erosão e os recursos hídricos;
- e.** Contribuir para regular o ciclo da água no local;
- f.** Tornar os sistemas de produção mais resistentes às variações climáticas, proporcionando, desse modo, sombra e proteção contra a ação do vento;
- g.** Gerar receitas no curto e médio prazo com cultivos agrícolas ou atividades pecuárias, favorecendo a implantação de árvores na mesma área, cuja renda virá em longo prazo;
- h.** Reduzir a ocorrência de pragas e doenças, diminuindo a necessidade de uso de insumos químicos, exigindo menor investimento;
- i.** Promover a melhor utilização da mão de obra ao longo do ano;
- j.** Conciliar a produção florestal com a produção de alimentos.

Os SAFs podem ser classificados segundo os aspectos ecológicos, econômicos e funcionais e ainda de acordo com o arranjo dos componentes e a sua estrutura. Em relação a sua estrutura, os SAFs podem ser silviagrícolas (espécies florestais e agrícolas), silvipastoris (espécies florestais e atividades de pecuária) e agrossilvipastoris (espécies agrícolas, florestais e atividades de pecuária).

O planejamento para implantação dos SAFs é fundamental para o sucesso do sistema. Nesse momento devem ser definidas as possibilidades de arranjo de produção e combinação de culturas, condições edafoclimáticas (relação planta, solo e clima), manejo e comercialização dos produtos.

Dentro de um SAF, cada espécie florestal e agrícola possui uma necessidade específica e possui características diferentes: tamanho da copa, forma, tamanho da raiz, exigência em relação à luz, solo e água. Por isso o sistema deve sempre ser planejado dentro do espaço e no tempo, permitindo colheitas sucessivas com boa produtividade e de diferentes produtos.

A escolha das espécies que irão compor o sistema dependerá de diversos fatores, tanto ambientais quanto econômicos. A seguir são listadas algumas culturas e espécies frequentemente plantadas em sistemas agroflorestais:

- a. Árvores frutíferas** - como manga, abacate, goiaba, cítricos (laranja, limão, tangerina), abacaxi, caju, umbu, pequi, cagaita, baru, cajá, ingá, buriti, mangaba, murici, entre outros - fornecem frutas, sombra e habitat para aves e insetos.
- b. Árvores de frutos secos** - como nozes, castanhas, amêndoas - além de alimentos, produzem madeira, que pode ser comercializada.
- c. Árvores para madeira** - como eucalipto, teca, mogno, cedro, acácia etc. - são plantadas pela sua madeira utilizada em construção e móveis.
- d. Espécies forrageiras** - como gliricídia, algaroba, sansão do campo e palma forrageira – fornecem alimento para os animais.
- e. Plantas medicinais e aromáticas** - como lavanda, camomila, hortelã, aloe vera etc. - têm propriedades medicinais e podem ser colhidas para chás e óleos essenciais.
- f. Café, cacau e erva-mate** - se beneficiam do cultivo à sombra de árvores, onde a sombra regula a temperatura e fornece habitat para polinizadores.
- g. Hortaliças e ervas** - como tomates, pimentões, alface, manjericão, coentro etc. - podem ser cultivadas na área inferior das agroflorestas.
- h. Animais** - como galinhas, patos, cabras e ovelhas podem pastar nas áreas agroflorestais - contribuem para a ciclagem de nutrientes e geram renda adicional.

Para saber mais sobre os SAFs e quais espécies utilizar nos diferentes biomas brasileiros clique com o botão direito na imagem do Bioma que deseja e abra o link.

AMAZÔNIA¹⁶CAATINGA¹⁷CERRADO¹⁸MATA ATLÂNTICA¹⁹PAMPA²⁰PANTANAL²¹

5.12 Pastejo rotacionado

Estimativas indicam que 20% das pastagens do mundo estão perdendo produtividade devido à degradação e/ou a uma gestão inadequada. No Brasil, as pastagens cultivadas ocupam aproximadamente 177 milhões de hectares, dos quais 41% apresentam nível médio de degradação e 21% degradação severa (Bolfe et al., 2024).

Entre os diversos fatores responsáveis pela degradação das pastagens, o sobrepastoreio é apontado como a principal causa. Além deste, as mudanças climáticas globais (escassez de precipitação e aumento da temperatura), o controle insuficiente das ervas daninhas e pragas e a falta de fertilização do solo, também causam uma redução significativa da produção de forragens e degradação das pastagens.

Uma das melhores alternativas para a utilização das pastagens e para evitar a sua degradação é o **pastejo rotacionado**.

O pastoreio rotacionado é uma estratégia de manejo que consiste na divisão das pastagens em piquetes menores e a rotação do gado entre elas para otimizar a utilização da forragem e o desempenho animal (Figura 8). Nas pastagens bem manejadas, as forrageiras normalmente apresentam crescimento mais vigoroso, protegem melhor o solo contra a erosão, reduzem a poluição dos recursos hídricos e têm melhores condições de competir com as plantas invasoras, resultando na redução dos gastos associados à limpeza e manutenção das pastagens. O manejo correto também contribui para melhorar a nutrição do rebanho e, consequentemente, aumentar seus índices produtivos, reprodutivos e sanitários. Além disso, essa prática permite o uso de maior taxa de lotação por área.

¹⁶ <https://www.fundoamazonia.gov.br/export/sites/default/pt/galleries/documentos/acervo-projetos-cartilhas-outros/SOS-Amazonia-Sistemas-Agroflorestais-cartilha.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

¹⁷ <https://www.gov.br/insa/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes-do-insa/desertificacao/sistemas-agroflorestais-no-semiarido-brasileiro.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

¹⁸ <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1156280/1/Sistemas-agroflorestais.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

¹⁹ <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1156280/1/Sistemas-agroflorestais.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

²⁰ <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes-/publicacao/1126871/arranjos-agroflorestais-recentemente-implantados-no-rio-grande-do-sul-brasil>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

²¹ <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1156280/1/Sistemas-agroflorestais.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

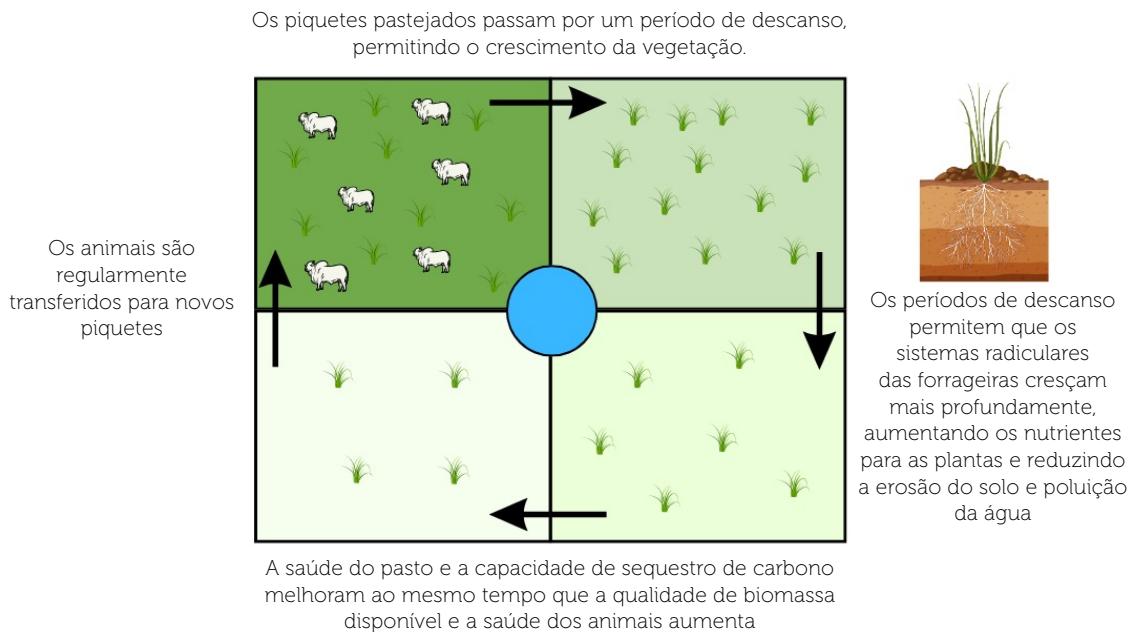


Figura 8 - Piquetes de rotação de pastagem, com praça de alimentação e água (círculo azul) comum
Fonte: Paula Kettenhuber

O planejamento para a implantação do pastejo rotacionado deve levar em consideração diversos fatores, como capacidade de suporte da pastagem, topografia da área, categoria animal, tamanho do rebanho e espécie forrageira, de modo a assegurar a eficiência do sistema.

A determinação do número de piquetes (NP) é realizada de acordo com o período de descanso (PD) e período de pastejo (PP) (Tabela 5), sendo calculado com base na fórmula:

$$NP = (PD \div PP) + \text{número de lotes}$$

Tabela 5 - Número de piquetes de acordo com o período de descanso e ocupação²²

Período de descanso (dias)	Período de ocupação (dias)	Número de piquetes
25	1	26
	3	9
	6	5
30	1	31
	3	11
	6	6
35	1	36
	3	13
	6	7
40	1	41
	3	14
	6	8

O período de descanso deve ser estabelecido em função da gramínea forrageira predominante na pastagem. Para cada espécie, existe uma altura mínima que deve ser mantida para conciliar alta produção e qualidade de forragem com a persistência da forrageira. Dessa forma, é importante monitorar a altura do pasto de entrada e saída dos animais nos piquetes (Figura 9). Quando a altura do pasto estiver inferior à recomendada, deve-se reduzir a carga animal.

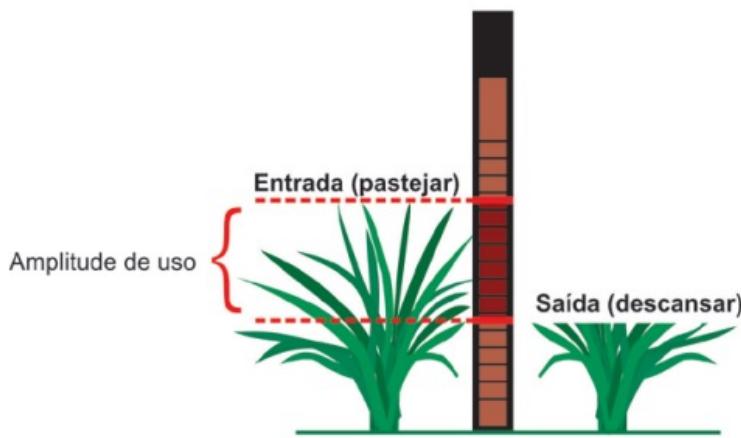


Figura 9 - Medição da altura de entrada e saída dos animais dos piquetes

Fonte: Moraes Genro e Silveira (2018)

O período de pastejo deve ter duração de três dias a uma semana. Períodos mais curtos implicam em aumento desnecessário no número de piquetes e, mais longos, em menor controle da utilização do pasto.

A forma e o tamanho dos piquetes também são fatores importantes para o manejo das pastagens²³. Sempre que possível, e respeitando a topografia do terreno, devem-se evitar formas muito alongadas. Divisões deste tipo apresentam maior perímetro, resultando em maior gasto com cercas, além de obrigar o gado a andar mais na pastagem.

Para a redução de custos de implantação, as divisões dos piquetes podem ser feitas com cercas elétricas, uma vez que o investimento é de duas a quatro vezes mais baixo quando comparado com a implantação de cercas convencionais, de arame liso ou farpado. Além disso, é indicado construir praças de alimentação com saleiro, água e sombra, comuns a mais de um piquete para otimizar as instalações (Figura 8).

²³ Para saber mais sobre o pastejo manejado e a altura de manejo de diferentes plantas forrageiras clique no link: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1103038/1/COT101online.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

6 PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA (APP E RESERVA LEGAL)

A recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e da Reserva Legal (RL), além de ser obrigatória por lei, é necessária e urgente. As margens dos rios e nascentes desempenham um papel fundamental na garantia da manutenção da quantidade e da qualidade da água, influenciando diretamente a qualidade de vida das pessoas. A vegetação ciliar estabiliza o solo nas margens dos rios, controla a erosão e a sedimentação, serve de barreira natural que filtra a poluição, proporciona habitats importantes para muitas espécies de vida selvagem e forma corredores que ligam diferentes fragmentos florestais (Figura 10).



Figura 10 - Funções desempenhadas pela vegetação ciliar
Fonte: Paula Kettenhuber

O primeiro passo para a adequação ambiental das propriedades rurais participantes do Programa Produtor de Água é a realização do diagnóstico ambiental da propriedade rural e da bacia hidrográfica a qual está inserida (Figura 11). O diagnóstico tem o objetivo de identificar as condições do local a ser restaurado, como o seu uso atual, histórico de degradação e as características da vegetação original (florestal, savântica ou campestre), bem como as condições ecológicas das áreas, déficit de APP's e de Reserva Legal, dados fundiários e hidrológicos, disponibilidade de mudas e sementes, além dos fatores econômicos e sociais.

Adequação ambiental das propriedades rurais participantes do Programa Produtor de Água



Figura 11 - Etapas para a adequação ambiental das propriedades rurais participantes do Programa Produtor de Água
Fonte: Paula Kettenhuber

Os biomas brasileiros são compostos por formações florestais, savânicas e campestres, cada uma caracterizada por fitofisionomias específicas que abrigam conjuntos distintos de espécies vegetais. Essas espécies crescem e se desenvolvem melhor em determinados tipos de solos. As formações florestais são predominantemente povoadas por espécies arbóreas, enquanto as formações de savana apresentam ocorrências esparsas de árvores dentro de um denso estrato arbustivo/herbáceo. Por outro lado, as formações campestres são caracterizadas principalmente por um estrato herbáceo dominante com presença mínima de árvores. Dessa forma, dependendo do bioma em que a propriedade rural está inserida, o tipo de vegetação a ser utilizada na recomposição irá mudar.

Para maiores informações sobre como deve ser realizado o diagnóstico ambiental das propriedades rurais e da bacia hidrográfica acesse o Volume 2 - Manual de Diagnóstico no Programa Produtor de Água, [clicando aqui²⁴](#).

Após o diagnóstico ambiental, os próximos passos consistem no planejamento, que é realizado de forma conjunta entre técnicos do projeto e cada produtor rural, e na elaboração do Projeto Individual de Propriedade (PIP), no qual são detalhadas quais serão as estratégias mais adequadas para a recomposição da vegetação nativa. Para saber sobre quais metodologias de recuperação podem ser utilizadas nas APP's acesse a resolução CONAMA 429/2011 (BRASIL, 2011). Posteriormente é realizada a sua implantação e o monitoramento para avaliar o desenvolvimento da vegetação, a efetividade dos métodos utilizados e a necessidade de novas intervenções. Para saber mais sobre a elaboração do Projeto Individual de Propriedade (PIP) acesse o Volume 3 - Manual de Elaboração dos Projetos Individuais de Propriedades do Programa Produtor de Água, [clicando aqui²⁵](#).

²⁴ <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua>
²⁵ <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua>

6.1 Escolha das estratégias de recomposição da vegetação

A escolha das estratégias de recomposição irá depender:



O que a legislação permite



Qual é o objetivo a ser alcançado



Quais são os fatores de degradação envolvidos



Potencial de regeneração natural



Custos associados

O potencial de regeneração natural é a capacidade do ambiente se recuperar após o abandono de atividades agropecuárias ou outras degradadoras sem a intervenção humana. Ele reflete a capacidade da regeneração natural das espécies nativas locais e regionais.

A avaliação do potencial de regeneração natural de uma área pode ser realizada com base em vários indicadores, como a riqueza de espécies nativas, a cobertura ou densidade de plantas regenerantes nativas e a cobertura ou densidade de plantas invasoras. Em função do baixo custo e efetividade, se existem condições para a regeneração, ela deve ser priorizada.

A regeneração natural é promovida por dois conjuntos de fatores ambientais:

- Elevada disponibilidade de recursos locais (por exemplo, nutrientes do solo, umidade do solo, comunidades microbianas e propriedades minerais do solo);
- Elevada disponibilidade de propágulos (por exemplo, sementes e rebentos). Os fatores mais críticos para a sua disponibilidade são a proximidade de áreas florestais remanescentes, os baixos níveis de perturbação do solo e a presença da fauna dispersora de sementes.

O potencial de regeneração natural de uma área pode ser avaliado através dos indicadores apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Indicadores para avaliação do potencial de regeneração natural de uma área²⁶

Potencial de regeneração natural	Indicadores		
	Riqueza	Cobertura de nativas	Cobertura de capim exótico
Alto	Alta (10 ou mais espécies)	Alta (mais de 50%)	Baixa (menos de 50%)
Médio	Baixa (menos de 10 espécies)	Alta (mais de 50%)	Baixa (menos de 50%)
Baixo	Crítica (5 ou menos espécies)	Crítica (20% ou menos)	Alta (mais de 50%)

Áreas com alto e médio potencial de regeneração natural

A proximidade dos remanescentes aumenta a dispersão das sementes para as regiões em restauração e propicia a ocorrência de novos regenerantes. Áreas com alto potencial de regeneração natural podem não necessitar de intervenção, enquanto áreas sem potencial de regeneração exigem plantio em área total (Figura 12). Nos casos em que houver presença de remanescentes de vegetação nativa próximos e não estiver ocorrendo a regeneração natural através da germinação das sementes oriundas dessas áreas, é preciso observar quais fatores estão dificultando o estabelecimento da regeneração natural (fogo, gado, plantas invasoras, formiga, condição do solo etc.).

Para áreas com alto potencial de regeneração natural a estratégia recomendada é a regeneração natural sem manejo. Nesses casos, a tomada de algumas medidas como o isolamento da área por meio de cercas ou da construção/manutenção de aceiros permitirá o retorno da vegetação. Já nas áreas com médio potencial de regeneração natural a estratégia recomendada é a regeneração natural com manejo, ou seja, a adoção de ações de manejo que induzam os processos de regeneração natural, através do isolamento da área, do adensamento ou enriquecimento da área, bem como das técnicas de nucleação para facilitação da regeneração natural.



Figura 12 - Fluxograma dos diferentes métodos e estratégias de recomposição com base nas diferentes condições pré-existentes em áreas com passivos ambientais

Fonte: Paula Kettenhuber

Áreas com baixo potencial de regeneração natural

Nas áreas com elevado grau de degradação e/ou com cobertura de gramíneas agressivas (Tabela 3), a regeneração natural não ocorre ou ocorre de forma muito lenta devido à baixa densidade de indivíduos regenerantes. Esse é o caso de vastas áreas cobertas por braquiária no Brasil.

Neste cenário, a regeneração natural necessita de um intenso manejo (condução) para ser bem-sucedida, o que eleva seus custos e, consequentemente, faz com que outros métodos de recomposição sejam mais vantajosos, devendo ser realizado o plantio em área total através do plantio de mudas ou semeadura direta (Figura 12).

6.1.1 Uso do WebAmbiente para auxílio na escolha das estratégias de recomposição

Para auxiliar na tomada de decisão da(s) melhor(es) estratégia(s) para a adequação ambiental das propriedades rurais, foi desenvolvido um sistema de informação interativo denominado *WebAmbiente*. Esse sistema contempla o maior banco de dados já produzido no Brasil sobre espécies vegetais nativas e estratégias para recomposição ambiental e foi desenvolvido pela Embrapa e pela Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável-MMA, em cooperação com diversos especialistas de diferentes instituições parceiras.

Essa ferramenta auxilia nas ações necessárias para a recomposição da vegetação nativa nos diferentes biomas brasileiros, tendo como base a localização e as condições atuais da área a ser recuperada informadas pelo usuário. O sistema sugere um conjunto de espécies e estratégias de plantios a serem utilizadas, além de boas práticas agrícolas que deveriam ser adotadas visando o sucesso das ações de recomposição.

O sistema apresenta um “**Simulador de recomposição ambiental**” que permite obter recomendação personalizada para a condição específica da área a ser recomposta. Para acessar o sistema [clique aqui](#)²⁷. Após acesso ao sistema, o usuário deverá realizar o seu cadastro. O próximo passo é acessar a aba “simulador”, nela o usuário poderá cadastrar uma nova área, inserir a sua localização e preencher um questionário visando levantar informações gerais sobre a área a ser recuperada.

Após o preenchimento do questionário, o sistema irá apresentar como deve ser feito o preparo inicial da área, quais devem ser as estratégias de recomposição e a lista de espécies indicadas para o local. Além disso, é possível acessar as informações específicas de cada espécie, como informações relacionadas à produção de mudas e ao plantio.

6.2 Estratégias para recomposição da vegetação nativa

6.2.1 Regeneração natural sem manejo

Esse método é indicado apenas para áreas com alto potencial de regeneração natural. As intervenções se restringem apenas na eliminação ou mitigação dos fatores que impedem a regeneração, ou seja, no controle dos fatores de degradação. Desse modo, espera-se que o abandono dos ecossistemas degradados permitirá a regeneração espontânea da vegetação e a recuperação das múltiplas propriedades e funções do ecossistema através dos processos sucessionais naturais.

Nesses casos, como o potencial de regeneração natural do local a ser recuperado é alto, medidas como o isolamento da área pelo uso de cercas e a construção/manutenção de aceiros, irão permitir a recomposição da vegetação ao longo do tempo. Exemplos bem-sucedidos podem ser observados nas propriedades rurais participantes do Programa Produtor de Água na cidade de Vera Cruz-RS (Foto 1).

²⁷ <https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/publico/inicio.xhtml>

A recuperação através desse método, no entanto, pode demorar longos períodos, sendo o seu sucesso limitado pelas condições locais e da paisagem, como a degradação do solo e a falta de dispersão. Nesse sentido, estratégias e intervenções, como o adensamento, enriquecimento e as técnicas de nucleação podem ser aplicadas para acelerar o processo de recuperação dos ecossistemas naturais.



Foto 1 - Evolução temporal de propriedades rurais participantes do Programa Protetor das Águas de Vera Cruz-RS onde foi realizado apenas o isolamento das APP's para permitir a regeneração espontânea da vegetação
Programa Protetor das Águas de Vera Cruz/Banco de Imagens da ANA

6.2.2 Manejo da regeneração natural com adensamento e enriquecimento

Adensamento: é recomendado nas situações em que há regeneração natural na área, porém, faz-se necessário a introdução de indivíduos de espécies nativas principalmente do estágio inicial de sucessão (espécies de cobertura) nos espaços onde há falhas de regeneração natural.

O plantio de adensamento acelera a cobertura do solo por espécies nativas e promove um controle mais rápido das plantas invasoras exóticas e dos processos erosivos. Além disso, podem ser implantadas espécies desejadas pelos proprietários rurais, como é o caso de espécies de interesse econômico.

O adensamento pode ser feito com espécies pioneiras de crescimento rápido e boa cobertura, utilizando semeadura direta, plantio de mudas ou pela propagação vegetativa. A adição destas espécies contribui para melhorar as condições do solo e para o aumento da diversidade em áreas distantes de remanescentes de vegetação nativa.

Enriquecimento: é indicado para as áreas onde há regeneração natural de espécies pioneiras, necessitando, contudo, a introdução de espécies tardias da sucessão ecológica (Foto 2). Esse método garante que a floresta ou a savana, mantenha-se ao invés de declinar com a morte das espécies pioneiras (florestas) ou ervas pioneiras (savanas). O enriquecimento também pode ser realizado através

da introdução de espécies de valor econômico, por meio de sementes, mudas ou de propagação vegetativa.



Foto 2 - Área de uma propriedade rural participante do Programa Produtor de Água do Pipiripau (DF) onde foi realizado o enriquecimento da mata de galeria com espécies nativas do Cerrado, 2024

Paula Kettenhuber/Banco de Imagens da ANA

6.2.3 Facilitação da regeneração natural com técnicas de nucleação

A nucleação é baseada no estabelecimento ou favorecimento do surgimento de pequenos núcleos de vegetação nativa em uma área degradada.

Esses locais atuam como núcleos de expansão da vegetação por atrair animais que participam da dispersão de sementes e aceleram, assim, a colonização por espécies nativas e o processo de sucessão ecológica das áreas degradadas (Figura 13). As técnicas de nucleação são indicadas quando houver regeneração natural na área, sendo, contudo, necessário a introdução de novas espécies.

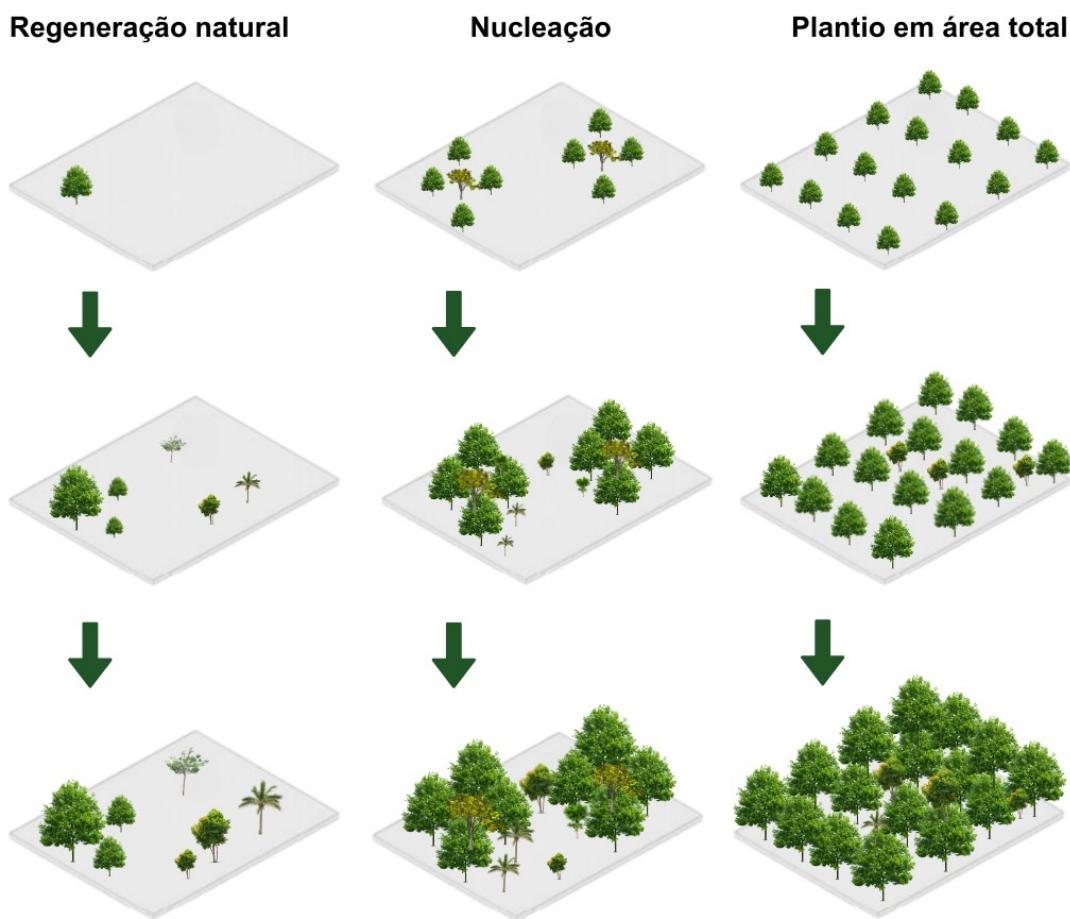


Figura 13 - Sequência temporal da restauração através da condução da regeneração natural, nucleação e plantio em área total
Fonte: Paula Kettenhuber

Consideradas de baixo custo, as técnicas nucleadoras podem ser aplicadas isoladas ou em combinação. Para a formação dos núcleos de vegetação, são utilizadas técnicas como a transposição do banco de sementes do solo (mais serrapilheira²⁸ e fauna edáfica²⁹) dos remanescentes naturais mais próximos (1), transposição da chuva de sementes (2), poleiros (3), plantio de adubos verdes (4), ilhas de epífitas terrestres³⁰ (5), transposição de galharias e outros restos vegetais (6), semeadura direta e plantio de mudas em ilhas de alta densidade (7), entre outros (Figura 14). Os núcleos são estabelecidos em 10 a 30% da área.

Quando os núcleos são estabelecidos em áreas com menor potencial de regeneração natural devem ser estabelecidos mais núcleos por área. Os núcleos tendem a facilitar a ocupação por outras espécies de maneira heterogênea, gerando diversidade. Assim, a partir desses núcleos, a vegetação secundária se expande ao longo do tempo e acelera o processo de sucessão natural.

28 Camada formada pela deposição dos restos de plantas e acúmulo de material orgânico vivo em diferentes estágios de decomposição que reveste superficialmente o solo.

29 Animais que vivem no solo como minhocas, formigas, cupins, ácaros e colémbolos.

30 São plantas que, sem contato com o solo, necessitam do suporte fornecido por árvores para seu desenvolvimento.

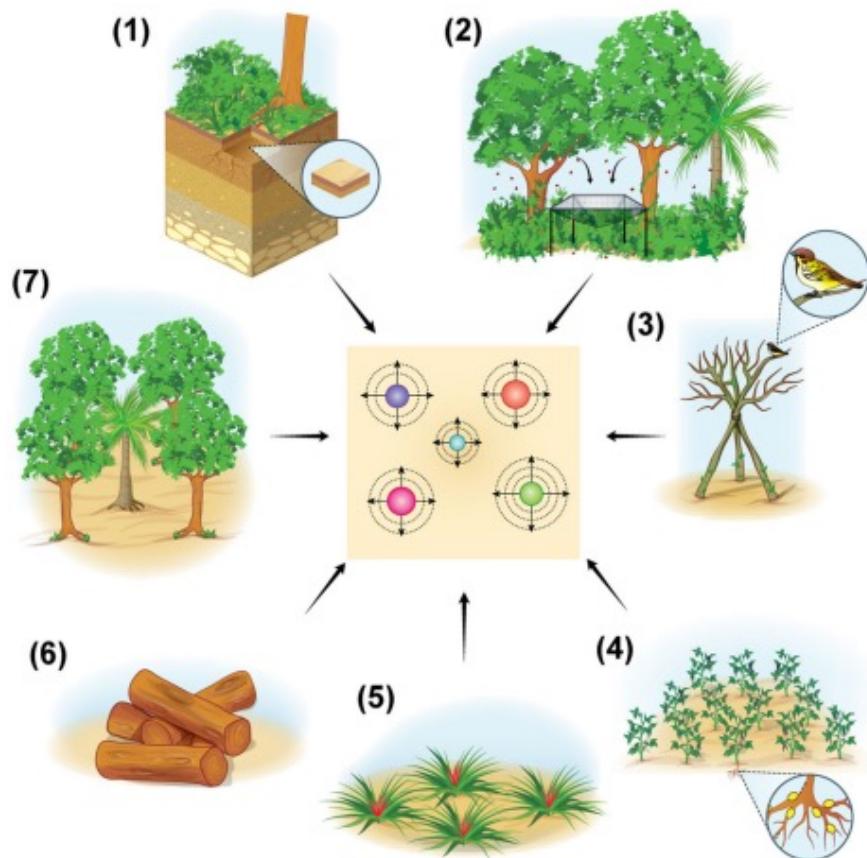


Figura 14 - Técnicas de nucleação
Fonte: Bechara et al. (2016)

Núcleos com plantio de mudas: recomenda-se o plantio de grupos de 5, 9 ou 13 mudas, espaçadas de 1 e 1 metro. Sugere-se dispor o grupo com as espécies pioneiras (crescimento rápido) e espécies não pioneiras (crescimento mais lento), conforme a Figura 15.

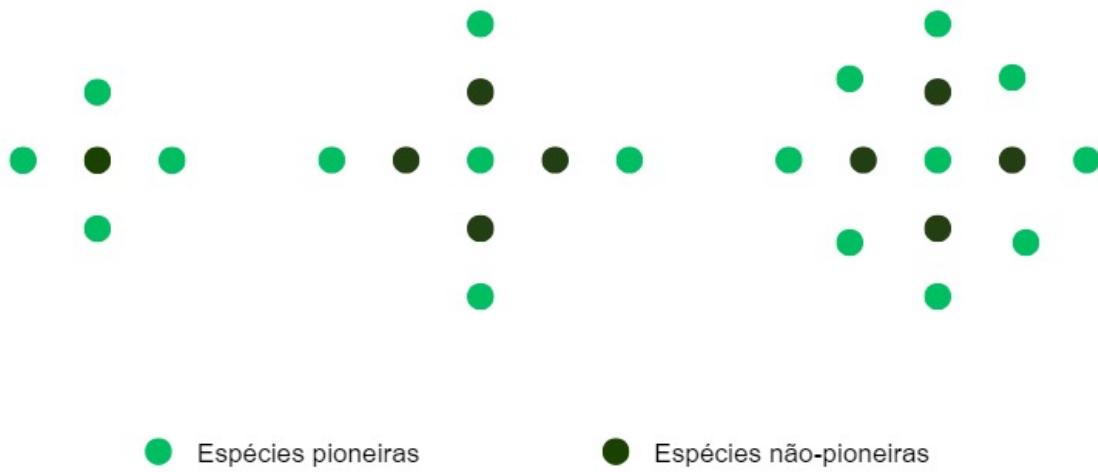


Figura 15 - Esquema da disposição das espécies nos núcleos de plantio

No plantio de mudas em núcleos, as recomendações para o plantio em área total, seja na implantação ou na manutenção, são uma referência a ser seguida. Uma das vantagens dos núcleos de mudas na restauração é a possibilidade de cercamento apenas dos núcleos, formando um quadrado, o que é particularmente importante em áreas com forte pressão por bovinos e equinos.

Recomenda-se a utilização de espécies atrativas à fauna, como a crindiúva (*Trema micrantha*), a guaçatonga (*Casearia sylvestris*), as embaúbas (*Cecropia spp.*), o tápio (*Alchornea glandulosa*), as figueiras (*Ficus spp.*), a pindaíba (*Xylopia sericea*), entre outras (Martins, 2021). Pássaros e morcegos procuram

as árvores dos núcleos como poleiro e fonte de alimento, e, como se deslocam a grandes distâncias, espalham as sementes ao longo da área degradada, bem como trazem sementes de outros fragmentos, auxiliando no processo de sucessão secundária das áreas.

Poleiros: podem ser naturais (árvores) ou artificiais (confeccionados com varas de bambu ou postes de eucalipto) e oferecem ponto de pouso para aves que, ao permanecerem nestes locais, defecam, trazendo sementes de espécies provenientes de outras áreas florestais.

Transposição de galharia: consiste no acúmulo de galhos, tocos, resíduos florestais, resíduos agrícolas (bagaço de cana e outros) ou amontoados de pedras dispostos na forma de núcleos ou aglomerados ao longo da área. Para as aves, as leiras servem de local de repouso, construção de ninhos (nidificação) e caça de pequenos animais, principalmente cupins, larvas de besouros e outros insetos que colonizam a madeira.

O manejo das áreas deve ser realizado dentro dos núcleos para favorecer o estabelecimento das plântulas e mudas. Em geral, os espaços entre núcleos não são manejados, porém o restaurador pode optar por eliminar ou substituir a vegetação agressiva por outra menos agressiva, ou que facilite a expansão dos núcleos e a chegada de novas plantas.

6.2.4 Plantio em área total

Esse método requer maior investimento e preparo da área. Para a sua implantação são necessários procedimentos operacionais de pré-plantio, plantio e pós-plantio. Esses procedimentos envolvem ações como o isolamento das causas da degradação, a prevenção contra o fogo, o controle de plantas invasoras e de formigas cortadeiras, a descompactação do solo e até mesmo o controle de processos erosivos e a melhoria da fertilidade do solo, entre outros.

O plantio em área total, seja por mudas, semeadura direta, estacas ou uma combinação das três, é recomendado para locais com baixo ou nenhum potencial de regeneração natural.

6.3 Preparo inicial da área para implantação dos métodos de recomposição

A partir do diagnóstico da área, o grupo técnico do projeto deverá indicar as ações propostas para minimizar ou mesmo eliminar os fatores associados à degradação existentes na área a ser recomposta, bem como em áreas adjacentes.

A delimitação e cercamento das áreas a serem recompostas é o primeiro passo para isolá-las dos fatores de degradação, como por exemplo impedir o acesso de bovinos e outros animais que possam estar dificultando o desenvolvimento dos regenerantes e das mudas.

Cercamento das áreas: o tipo de cerca a ser implantada dependerá das características da área e inclinação do terreno (Foto 3), dos animais (se bezerros, vacas leiteiras, touros, ovinos etc.), da disponibilidade ou possibilidade de acesso aos materiais para construção e da mão-de-obra disponível. Além disso, é fundamental a utilização de mourões/estacas de qualidade, visando a maior durabilidade e menor necessidade de manutenção das cercas, devendo-se exigir dos fornecedores a certificação da

sua origem e durabilidade. Para saber mais sobre esse assunto acesse o Volume 6 - Manual de práticas edáficas da série de manuais do Programa Produtor de Água da ANA, [clicando aqui](#).³¹



Foto 3 - Áreas de Preservação Permanente (APP) cercadas em propriedades rurais participantes do Programa Protetor das Águas de Vera Cruz (RS), 2024
Paula Kettenhuber/ Banco de Imagens da ANA

Prevenção de incêndios: pode ser realizada com a construção e manutenção de aceiros de aceiros ao longo das cercas de 2 a 3 metros de cada lado, dependendo do nível de infestação de vegetação com potencial de inflamabilidade. O aceiro consiste na eliminação da cobertura vegetal, viva ou morta, presente sobre o solo. Para saber mais sobre as melhores práticas para a prevenção de incêndios acesse o Volume 6 - Manual de práticas edáficas da série de manuais do Programa Produtor de Água da ANA, [clicando aqui](#).³²

Controle de plantas invasoras: é uma atividade fundamental, uma vez que as plantas invasoras competem com as espécies de interesse por água, luz e nutrientes presentes no solo, podendo inviabilizar a estratégia de recuperação. O controle de plantas competidoras pode se dar por meio de roçada manual, mecanizada ou pelo controle químico com o uso de herbicidas de baixo impacto ambiental (em condições passíveis de autorização), em área total ou apenas na coroa. As operações de roçada manual ou mecanizada deverão ser seletivas, de maneira a cortar apenas as espécies invasoras, pouRANDO todas as plantas oriundas de regeneração natural e indivíduos arbóreos pré-existentes. A matéria vegetal morta, resultante da roçada, deverá ser mantida na área, a fim de formar uma manta protetora do solo, que servirá também como fonte de nutrientes e matéria orgânica, além de ajudar a reter maior umidade no solo.

A aplicação de herbicidas é indicada somente nos casos em que há predominância de gramíneas exóticas invasoras como a Brachiaria. Nesses casos deve-se utilizar herbicidas de ação seletiva para folha estreita (graminicidas), que não irão causar danos na regeneração natural existente no local (Foto 4).

O controle de plantas invasoras também pode ser realizado com o uso de plantas de cobertura quando a recomposição contemplar o plantio. O uso de plantas de cobertura nas entrelinhas de plantio

31 <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua>
32 <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua>

(ex: feijão-guandu ou fedegosão) é uma alternativa para controlar gramíneas exóticas e reduzir as atividades envolvendo capina manual ou química.

Outra estratégia que vem sendo estudada recentemente para o controle de gramíneas exóticas invasoras em áreas em processo de restauração ecológica é o pastejo controlado com bovinos, chamado de Sistema de Integração da Restauração Ecológica à Pecuária (IRPE). Esse sistema, consiste em usar o componente pecuário, em manejo adequado, como ferramenta para estabelecimento do componente florestal (espécies arbóreas nativas) se beneficiando do serviço ambiental prestado pelo gado por meio do pastejo, minimizando a competição entre o componente forrageiro e arbóreo-arbustivo, bem como a ocorrência de incêndios na propriedade rural (Albuquerque et al., 2024).



Foto 4 - Área em preparação para o plantio de mudas em propriedade rural pertencente ao Projeto Conservador das Águas de Extrema (MG), onde foi realizado o controle das gramíneas exóticas com herbicida de ação seletiva para folha estreita (graminicidas), para não causar danos na regeneração natural existente no local, 2024

Paula Kettenhuber/ Banco de Imagens da ANA

O controle de plantas indesejáveis deve ser realizado no mínimo por dois anos, ou até que as plantas invasoras, como capins exóticos, sejam sombreadas.

Controle de formigas cortadeiras: os danos causados por formigas cortadeiras também podem comprometer o desenvolvimento das mudas, em especial devido aos danos causados às plantas jovens. Dessa forma, o monitoramento periódico das formigas deve ser feito continuamente. O controle deve começar logo após a limpeza e preparo da área, pelo menos 30 dias antes do plantio. Os tipos mais comuns de formigas cortadeiras são as saúvas (*Atta spp.*) e as quenquéns (*Acromyrmex spp.*). Entre os produtos ou métodos de controle disponíveis podem ser citados: iscas granuladas, as quais podem ser distribuídas ao longo dos carreadores, em porta-iscas para evitar o seu umedecimento, ou mesmo na forma de sachês, formicidas em pó seco ou via úmida e termonebulização. Recomenda-se utilizar formicida em pó para as colônias e 50g de iscas granuladas à base de Fipronil ou Sulfluramida a cada 6m², na área total. Durante a manutenção das áreas, se for constatado reinfestação, realiza-se nova aplicação.

Descompactação do solo: em locais com solo compactado, devem ser realizadas medidas de descompactação, como a escarificação da superfície ou a subsolagem, em casos de compactação severa. A superfície do solo compactado, além de favorecer o escoamento de água superficial, dificultando

sua infiltração, pode dificultar ou mesmo impedir o estabelecimento do plantio e a germinação de sementes provenientes de outras áreas.

Controle de processos erosivos: se foram identificados processos erosivos nas áreas a serem recompostas, devem ser indicados os procedimentos para a sua correção, pois sua permanência pode afetar o sucesso. Para saber mais sobre as estratégias para controle de processos erosivos acesse o Volume 5 - Manual de práticas mecânicas da série de manuais do Programa Produtor de Água da ANA, [clicando aqui³³](#).

Recuperação da fertilidade do solo: pode ser realizada através da aplicação de fertilizantes, adubos orgânicos, corretivos ou mesmo de uma maneira simples e barata através do plantio de adubos verdes ou culturas de cobertura, que adicionam matéria orgânica e nitrogênio ao solo, aumentam a atividade biológica e recuperam nutrientes lixiviados. Para saber mais acesse o Volume 6 - Manual de práticas edáficas da série de manuais do Programa Produtor de Água da ANA, [clicando aqui³⁴](#).

6.4 Plantio de mudas

A grande vantagem deste método é apresentar resultados mais rápidos em relação às outras técnicas (Figura 13).

Espaçamento entre mudas: as mudas são plantadas de forma aleatória ou sistemática (em linhas), com espaçamentos diversos que podem variar em função do relevo, do tipo de vegetação a ser restaurado e da velocidade com que se quer recobrir o solo. Os espaçamentos mais usuais são 2m x 2m (2.500 plantas/ha) e 3m x 2m (1.667 plantas/ha). Atualmente, muitos projetos têm utilizado o espaçamento 2m x 2m com o objetivo de cobrir rapidamente o solo e acelerar o processo de sucessão ecológica.

Coroamento: consiste na limpeza exclusiva do local onde será plantada a muda com a utilização de enxada. São feitas coroas de cerca de 0,5 a 1 metro de diâmetro no entorno da cova.

Abertura das covas: uma recomendação amplamente utilizada é a implantação de covas com dimensões mínimas de 40x40x40cm. A abertura das covas pode ser feita de forma manual (enxadão ou cavadeira), mecanizada (broca acoplada à tomada de força do trator) ou semi-mecanizada (motocoveadora padrão ou adaptada ao plantio de mudas). Em áreas com relevo menos ondulado é possível o plantio das mudas em sulcos, que devem ter cerca de 30 cm a 40 cm de profundidade, possibilitando a utilização de sulcadores e subsoladores, acoplados em tratores de pneu.

Arranjo de espécies: os plantios podem ser feitos em várias formas de arranjo de espécies em função da ecologia e da disponibilidade de mudas, por exemplo, alternando linhas com espécies de recobrimento (de rápido crescimento) ou dos estádios iniciais de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais) e linhas com espécies de diversidade (de crescimento mais lento) ou dos estádios finais de sucessão (secundárias tardias e clímax) (Figura 16), compondo unidades sucessionais que resultam em uma gradual substituição de espécies no tempo, caracterizando o processo de sucessão.

³³ <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua>

³⁴ <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua>

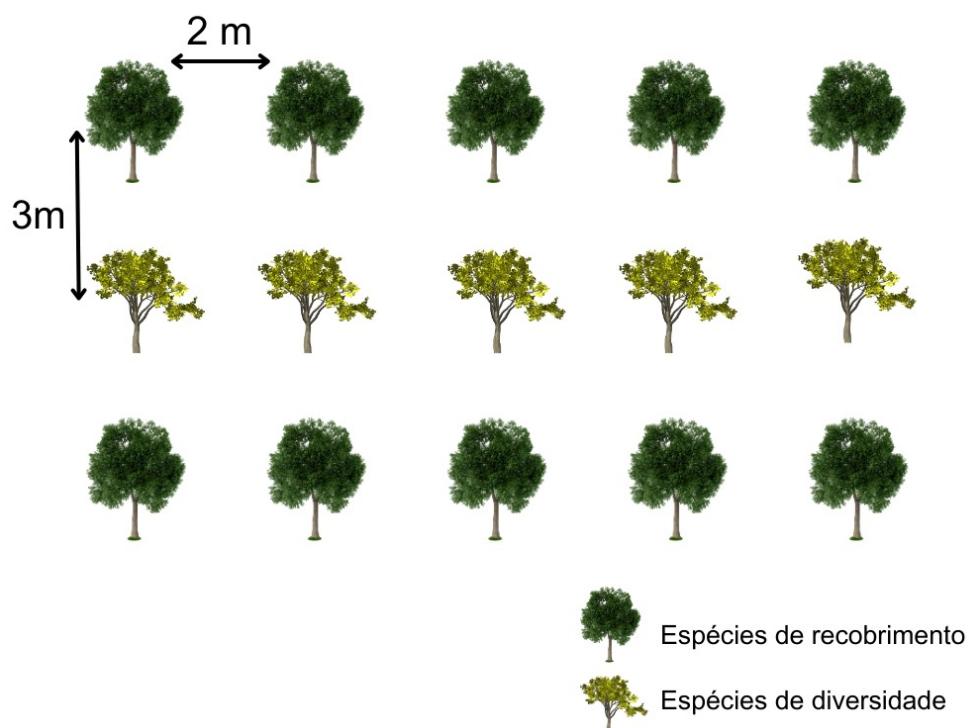


Figura 16 - Croqui de plantio em linhas com espécies de recobrimento e diversidade
Fonte: Paula Kettenhuber

Espécies de recobrimento fecham o dossel em dois anos, reduzindo a necessidade de manutenção e melhorando a qualidade do solo, contudo possuem um ciclo de vida muito curto, de cerca de 10 anos. Nesse caso, as espécies que compõem as linhas de diversidade são de diferentes portes e possuem ciclos de vida mais longos determinando a estrutura da vegetação no futuro.

Em microbacias onde a matriz vegetacional ainda é florestal, com presença de remanescentes florestais nas proximidades da área a ser restaurada, recomenda-se a utilização de 60% de espécies de recobrimento e 40% de diversidade ou 50% de espécies de recobrimento e 50% de espécies de diversidade.

Já em microbacias onde a matriz vegetacional é caracterizada por culturas agrícolas ou por pastagens é indicado utilizar 75% de espécies de recobrimento, isto é, uma linha somente com espécies pioneiras e outra linha alternando espécies pioneiras e não pioneiras (Figura 17) ou ainda realizar o plantio inicial com 100% de espécies de recobrimento na área total (Foto 5) e, posteriormente (após estabelecimento de condições de sombra), a promoção do enriquecimento da área com sementes e/ou mudas de espécies de diversidade (secundárias tardias e clímax) entre o plantio de espécies pioneiras.

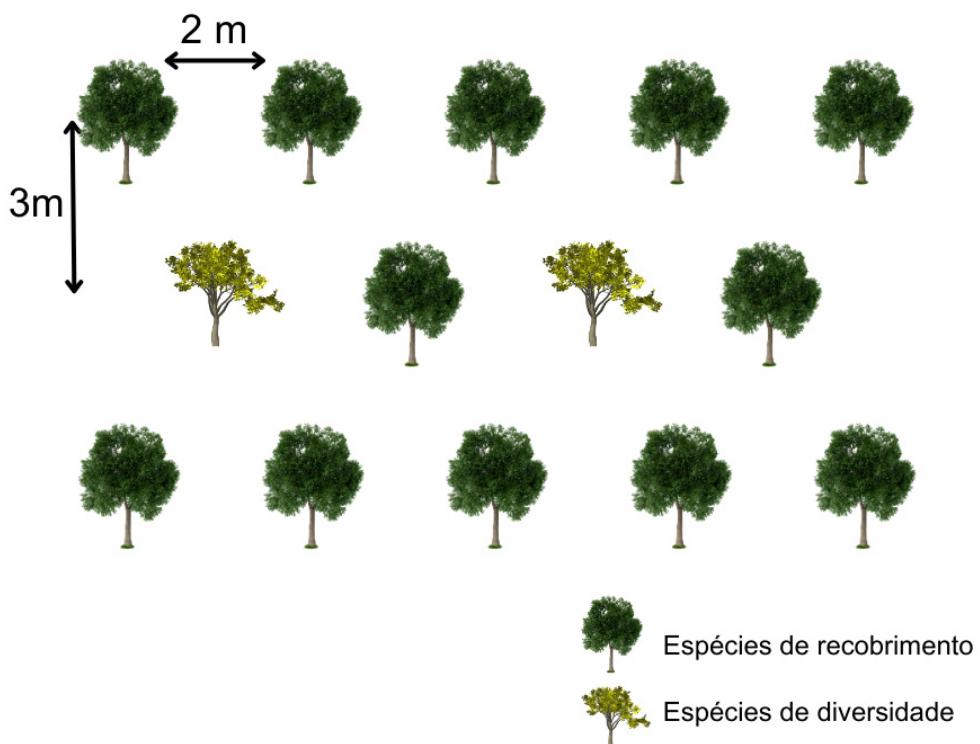


Figura 17 - Croqui de plantio com 75% de espécies de recobrimento e 25% de espécies de diversidade
Fonte: Paula Kettenhuber



Foto 5 - Área onde foi realizado o plantio inicial de 100% de espécies de recobrimento no espaçamento 2x2 m em propriedade rural pertencente ao Projeto Conservador das Águas de Extrema (MG), 2024
Paula Kettenhuber/Banco de Imagens da ANA

Adubação e correção do solo: se constitui em requisito para o bom desenvolvimento das mudas, pois objetivam disponibilizar macro e micronutrientes essenciais, corrigir a acidez do solo e reduzir a disponibilidade de elementos tóxicos para as plantas, como o alumínio. Inicialmente, é necessário a coleta de solo para ensaio físico-químico, a ser realizado o mais próximo possível do plantio. A partir dos resultados da análise poderá ser realizada a recomendação de calagem e adubação da área. A presença de algumas espécies também pode indicar solos ácidos, como a samambaia-do-campo (*Pteridium aquilinum* (L.) Kunh) e o sapé (*Imperata brasiliensis* Trin).

Nas áreas de plantio dos Projetos do Programa Produtor de Água, geralmente são utilizados 200 g de calcário dolomítico por cova. A aplicação é feita apenas nas áreas coroadas, preferencialmente antes do plantio.

Quando se utiliza a motocoveadora, a adubação de plantio é realizada concomitantemente com a cova. Nas covas manuais, a adubação é feita antes do plantio. São utilizados cerca de 200 g por cova de adubo do tipo NPK 4-14-8 ou 150 g por cova de adubo do tipo NPK 4-14-8 + 1,5 kg de cama de frango por cova.

Adicionalmente, pode ser realizada a adubação de cobertura em duas etapas: a primeira, 60 dias após o plantio e, a segunda, 6 meses após o plantio. Caso esses períodos coincidam com a estação seca do ano, deve-se esperar o início da estação das chuvas para realizar a adubação de cobertura.

Irrigação e uso de hidrogel: A irrigação das mudas florestais durante o plantio, e nas semanas subsequentes, é uma operação crucial principalmente nas épocas secas do ano, para garantir a sobrevivência e desenvolvimento inicial das mudas, sobretudo em alguns solos de textura arenosa. As mudas produzidas em tubete exigem várias irrigações em quantidades acima de três litros de água por muda, pois o tubete com substrato orgânico (50 cm³) possui uma reserva de menos de 15g de água disponível, o suficiente para mantê-la viva por um período inferior a uma semana, sendo esse tempo ainda menor quando em condições quentes e secas, pós plantio.

Uma alternativa para reduzir a irrigação na época seca é a utilização de hidrogel. A sua função é reter a água da chuva ou da irrigação e liberá-la de forma gradual para as mudas. O hidrogel já hidratado é aplicado na cova, antes do plantio. Recomenda-se a utilização de cerca de 600 g para 200 litros de água. Nos períodos chuvosos são aplicados cerca de 300 ml de hidrogel por muda. Na época das secas deve ser utilizado o dobro.

Escolha das espécies: para cada bioma brasileiro existem espécies que, além de facilitar a sucessão ecológica e a diversidade do ambiente, vão proporcionar retorno econômico. Assim, a escolha das espécies para cada local deve ser baseada no diagnóstico ambiental da propriedade rural e da bacia hidrográfica a qual a propriedade está inserida, que irá informar as características da vegetação original (florestal, savânica ou campestre) e as espécies que compõem as comunidades florestais em áreas não perturbadas próximas ao local de intervenção. No sistema *WebAmbiente*³⁵ você encontra listas de espécies a serem utilizadas nos diferentes biomas brasileiros, tipos de formações vegetais e fitofisionomias³⁶.

Em síntese, recomenda-se adotar os seguintes critérios para seleção das espécies para restauração florestal:

- a. Plantar espécies nativas com ocorrência em matas da região;
- b. Plantar o maior número possível de espécies para gerar alta diversidade;
- c. Plantar no mínimo 20% de espécies com dispersão zoocórica, ou seja, atrativas à fauna;
- d. Respeitar a tolerância das espécies à umidade do solo, isto é, plantar espécies adaptadas a cada condição de umidade do solo;
- e. Nenhuma espécie poderá ultrapassar o limite máximo de 10% do número total de mudas plantadas.

³⁵ Para acessar o WebAmbiente clique no link: <https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/publico/especies.xhtml>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

³⁶ São os tipos de vegetação presentes em um determinado bioma. Em cada bioma ou região existem fitofisionomias ou tipos predominantes de vegetação.

Número ideal de espécies: O número de espécies selecionadas para recomposição de uma área vai depender de uma série de condições, sendo que a principal delas é a disponibilidade de mudas. Existem diferentes recomendações sobre o número ideal de espécies nativas a serem incluídas nos plantios de recomposição dependendo do Bioma e fitofisionomia do local. Na Mata Atlântica, (Rodrigues et al., 2009), sugere que sejam plantadas 15 a 30 espécies de rápido crescimento nas linhas de recobrimento e 70 a 80 espécies arbóreas (secundárias tardias, clímax ou pioneiras de baixa cobertura) nas linhas de diversidade, que distribuídas em densidades adequadas, promoverão o desenvolvimento e a automanutenção da estrutura florestal e introduzirão mais diversidade funcional no sistema. Dessa forma, sugere-se que o número de espécies a serem utilizadas nos plantios seja o maior possível, considerando as limitações de mudas de espécies nativas e os custos associados. Deve-se considerar que quanto maior o número de espécies utilizadas maior a probabilidade de restabelecimento das funções e da estrutura da floresta.

O anexo 1 apresenta um Termo de Referência para a contratação de serviço de plantio de mudas para a recomposição da vegetação nativa.

6.5 Semeadura direta³⁷

O uso da semeadura direta tem se expandido no Brasil como método de recomposição da vegetação nativa.

A semeadura direta tem sido recomendada devido ao seu baixo custo e versatilidade, sendo uma alternativa para redução de custos na recomposição da vegetação nativa.

Os custos normalmente associados à semeadura direta são de 30 a 38% do custo do plantio de mudas, uma vez que não requer a produção e transporte de mudas (Raupp et al., 2020). Além disso, a técnica tem apresentado resultados satisfatórios no Brasil, como nos biomas Cerrado e Mata Atlântica.

O método consiste na disposição de sementes diretamente no local da recomposição, sejam em linhas (sulcos), em covetas ou a lanço em área total. A escolha da forma de plantio deve ser baseada nas condições da área a ser recomposta e nos recursos disponíveis. O preparo do solo onde será realizada a semeadura direta é uma etapa fundamental para garantir o sucesso dessa técnica. O bom preparo do solo reduz as plantas indesejadas e seu banco de sementes, diminuindo a necessidade de controle de matocompetição pós-plantio. Um solo destorrado e descompactado aumenta consideravelmente o sucesso de estabelecimento das plântulas. Recomenda-se realizar o preparo do solo com antecedência, preferencialmente na época seca antes da semeadura.

Plantio a lanço em área total: pode ser utilizado tanto em áreas de florestas quanto cerrados, dispõe as sementes de forma a ocupar todo o solo, sem entrelinhas (Figura 18).

No plantio a lanço, se a vegetação indesejada estiver densa, é necessário roçar ou aplicar herbicida em área total. Após recomenda-se utilizar a grade aradora de duas a três vezes durante a estação seca antes da semeadura, devendo-se esperar um período de pelo menos 15 dias de descanso para que as plantas de espécies indesejadas sequem a pleno sol.

Em locais com alta compactação do solo, pode ser utilizado um arado ou um subsolador antes de passar a grade aradora. Após o revolvimento do solo o banco de sementes de espécies indesejadas que ainda resta no solo germina. Nesse momento, é recomendado passar a grade niveladora para eliminar

³⁷ Para saber mais sobre a semeadura direta clique no link: https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2021/02/Guia_semeadura_florestascerrados.pdf. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

essas plantas recém germinadas. A passagem de grade niveladora pode ser repetida quantas vezes for necessário para que a germinação das plantas indesejadas reduza ao máximo.

A semeadura mecanizada é feita com equipamento dispersor de sementes e adubo, tipo semeadora/adubadora pendular ou a disco, ou calcareadeira de esteira. A semeadura a lanço manual é eficaz e não eleva significativamente os custos. Depois da semeadura, devemos incorporar essas sementes ao solo, de 1 a 3 cm para áreas florestais e 1 cm em áreas de cerrado.

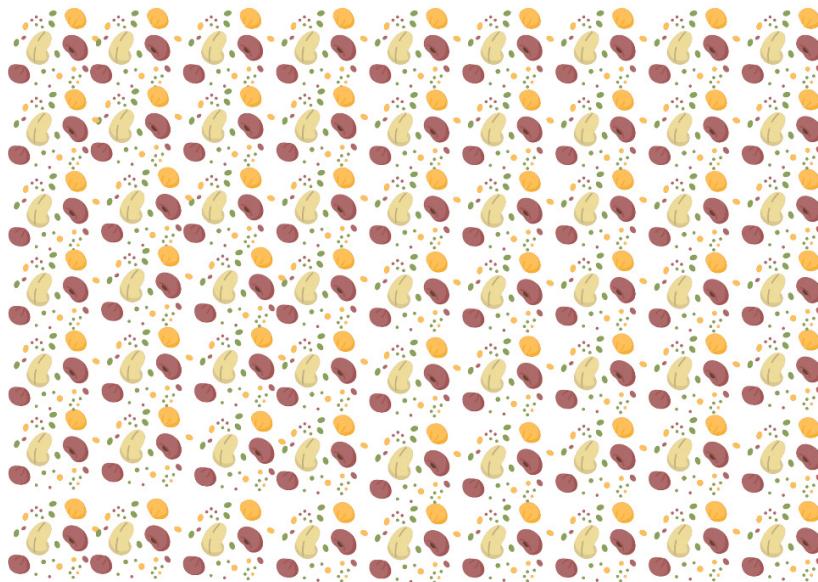


Figura 18 - Croqui da semeadura direta realizada a lanço

Fonte: Paula Kettenhuber

Plantio em linhas: é indicado para áreas pouco inclinadas e de fácil mecanização. Pode ser utilizado em áreas com baixo potencial de regeneração natural, fazendo linhas em toda a área (Figura 19), ou em áreas com médio potencial, para adensar ou enriquecer, escolhendo onde serão feitas as linhas, de forma que não prejudiquem as plantas regenerantes.

A linha pode ser feita mecanicamente com sulcadores, enxadas rotativas, ou de forma manual usando enxadas. Em áreas mecanizáveis, é indicada a subsolagem de 30 a 60 centímetros de profundidade da linha de semeadura, em solos argilosos e compactados. Se a semeadura demorar após o preparo da linha, podem ser abertos sulcos de até 5 cm no momento do plantio, com sulcadores, minitratores, enxadões ou tração animal.

A distância entre as faixas de plantio depende do risco de erosão associado à mecanização, e do método de manutenção de capina ou roçada da entrelinha que será usado, para que os trabalhadores ou implementos consigam trabalhar nas entrelinhas. Quanto mais próximas as linhas, mais rápido será o fechamento do dossel, cobertura do solo e ocupação das raízes pelas espécies semeadas, resultando em menor tempo de manutenção dos plantios. Em áreas planas é recomendado o espaçamento de 1 metro, e em áreas declivosas de até 3 metros.

Depois de semeadas, as sementes devem ser enterradas de 1 a 2 cm de profundidade com o pé, ou enxadas, exceto no caso da plantadeira que já incorpora as sementes nessa profundidade.



Figura 19 - Croqui da semeadura direta realizada em linhas
Fonte: Paula Kettenhuber

Plantio em covetas: é indicado para terrenos inclinados, com tocos ou área de brejo, feito com pouca possibilidade de mecanização (Figura 20). Covetas também podem ser usadas para adensar ou enriquecer áreas com média resiliência, onde há regeneração, pois, o preparo e plantio localizados nas covetas não prejudicam as plantas regenerantes. Para o preparo do solo deve-se realizar a limpeza de faixas de 90 cm a 1,5 m de largura com enxadas para facilitar o coveamento, e o solo deve ser destorrado entre 20 e 50 cm de profundidade, com perfurador de solo com a broca adaptada para plantio ou cavadeira manual, mantendo-se a terra dentro da coveta. Quanto mais próximas as covetas, mais rápido será o fechamento do dossel, cobertura do solo e ocupação das raízes pelas espécies semeadas, resultando em menor tempo de manutenção dos plantios. Recomenda-se espaçamento 1 x 1 m para as covetas, pois acelera o fechamento das copas. Mas espaçamentos maiores podem ser indicados. Por exemplo, em áreas muito inclinadas pode ser utilizado um maior espaçamento de 3 x 1 m (3 metros entre linha e 1 metro entre covas/covetas), compensando a inclinação.

O ideal é colocar espécies sortidas de todos os grupos representativos das fases sucessionais em cada coveta. Após a semeadura, as covetas devem ser tampadas com enxada ou com o pé, com uma camada de solo de 1 a 2 cm.

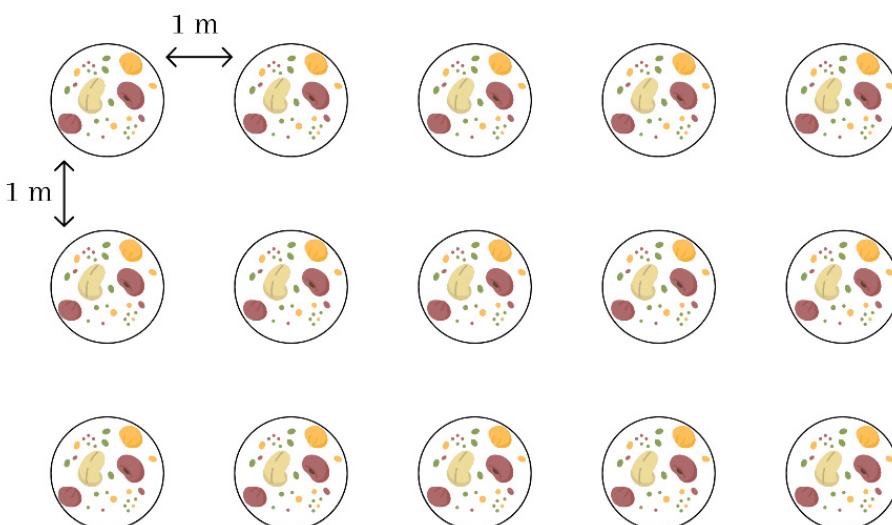


Figura 20 - Croqui da semeadura direta realizada em covetas
Fonte: Paula Kettenhuber

Escolha das espécies: a seleção de espécies³⁸ a serem utilizadas na semeadura direta deverá considerar a existência de dormência e os procedimentos para sua superação. São utilizadas sementes de espécies pertencentes a diversos estágios de sucessão (pioneeras e não-pioneeras) permitindo que haja o recobrimento do solo desde os primeiros meses até a estruturação da vegetação, incluindo os estratos herbáceos e arbustivos.

O momento ideal de fazer a semeadura é no início da estação chuvosa, mas quando as chuvas já estiverem frequentes. As sementes precisam pegar a maior quantidade de chuvas possível antes da estação seca.

6.6 Produção de sementes e mudas³⁹

A opção por modelos de recomposição que necessitam de sementes para uso direto ou produção de mudas, demanda do gestor do projeto uma solução logística para aquisição ou produção desses itens. Assim, em função da escala do projeto a ser executado, da área a ser recuperada, do tempo de execução do serviço e da existência de matrizes das espécies selecionadas, deve ser analisada a melhor alternativa para o suprimento de sementes/mudas: compra de sementes/mudas ou coleta/produção próprias.

Definidas as espécies, é necessário a obtenção de uma série de informações, como: existência de matrizes na região, época de frutificação, número de sementes por quilo, existência de dormência, melhor embalagem e condições para armazenamento. Devem-se selecionar no mínimo dez matrizes de cada espécie selecionada (se possível mais), para a coleta de sementes, buscando uma variabilidade genética da espécie selecionada. As matrizes devem ser escolhidas baseadas em características fenotípicas, ótimas para acelerar o processo de recuperação, devemos dar preferência à coleta de sementes na região onde está sendo realizada a recuperação ambiental.

6.6.1 Técnica de produção de mudas para regiões semiáridas⁴⁰

A técnica de produção de mudas nativas com raízes alongadas vem sendo utilizada para aumentar a sobrevivência das mudas nos plantios de recomposição na Caatinga. Essa técnica foi desenvolvida em uma parceria da Associação Caatinga com o Laboratório de Ecologia da Restauração da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). A técnica é responsável por elevar de 30% para 70% a taxa de sobrevivência de espécies de plantas da Caatinga.

Nessa técnica, as mudas são cultivadas em canos de PVC de 1,0 metro de comprimento e 75 mm de diâmetro para que as raízes das mudas cresçam antes do plantio. As mudas permanecem em torno de 6 meses dentro dos canos em casa de vegetação para que as raízes se alonguem. Isso garante que as mudas tenham uma reserva energética inicial e permite que elas alcancem água em maiores profundidades.

6.7 Monitoramento das áreas em recomposição

O monitoramento das áreas em recomposição deve ser realizado através da avaliação de parâmetros capazes de indicar o desenvolvimento da vegetação. Múltiplos indicadores ecológicos têm sido propostos para a avaliação e monitoramento da sustentabilidade dos projetos de recomposição,

³⁸ Para acessar listas de espécies para semeadura direta na Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica clique no link: <https://www.caminhosdamente.org.br/especies>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

³⁹ Para saber mais sobre a produção de mudas nativas clique no link: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1042301/1/ManualdeViveiroproducaodemudas.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

⁴⁰ Para saber mais sobre essa técnica inovadora clique no link: https://www.youtube.com/watch?v=95vG_b9DyEg&t=4s&ab_channel=LERU-FRN. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

como parâmetros fitossociológicos, crescimento e sobrevivência de mudas, regeneração natural, cobertura do solo, estoque de biomassa, banco de sementes do solo, entre outros.

Esses monitoramentos devem ser conduzidos por, no mínimo, 2 (dois) anos após o plantio. A frequência das intervenções em campo dependerá das condições da área, da qualidade das mudas e do plantio.

A Embrapa Meio Ambiente com apoio do Fundo Amazônia, está desenvolvendo um sistema denominado AgroTag VEG para qualificar o monitoramento de recomposição de APP e RL. O sistema vai trabalhar com o compartilhamento de informações (imagens Google, Google Satélite e outras, bem como informações declaradas no CAR) e registros fotográficos (com latitude, longitude e azimute) por meio de redes colaborativas, de modo a gerar e disponibilizar para o produtor e para o técnico de campo os indicadores de recomposição e sugestões de manejo adaptativo, se necessário, bem como para os órgãos ambientais estaduais para conferência. Para baixar o aplicativo AgroTag VEG [clique aqui⁴¹](#).

Os principais parâmetros que devem ser avaliados são:

- a. Sobrevida das mudas: deve ser avaliada, para substituir as plantas que não se adaptaram ao local;
- b. Desenvolvimento das mudas: avaliado através da medição da altura, diâmetro ao nível do solo (DNS) ou diâmetro à altura do peito (DAP);
- c. Presença de espécies invasoras: deve ser observada a presença de plantas invasoras para realização do controle através de roçadas e coroamento (manual) ou aplicação de herbicidas (controle químico);
- d. Presença de regeneração natural: a ocorrência da regeneração natural é um bom indicador de que os fatores de degradação foram controlados possibilitando o seu desenvolvimento;
- e. Presença de formigas cortadeiras: o controle de formigas cortadeiras deve ser feito desde a roçada para limpeza da área até a formação do plantio, com o uso de iscas, seguindo suas especificações técnicas;
- f. Presença da fauna: o retorno da fauna à área revegetada pode ser avaliado através da presença de ninhos, tocas, e outras evidências que indicam a presença dos animais no local.

No Anexo 2 é apresentado um modelo de monitoramento de áreas em processo de recomposição.

⁴¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.org.eldorado.dse.embrapa.agrotag.veg&pcampaignid=MKT-Other-global-all-co-prtnr-py-PartBadge-Mar2015-1&pli=1>

7 PRÁTICAS VEGETATIVAS PARA ESTABILIZAÇÃO DE MARGENS DE RIOS E VOÇOROCAS

7.1 Técnicas de Engenharia Natural⁴²

Nas margens dos rios, em muitos casos, além da ausência de cobertura vegetal ocorrem processos erosivos que causam a sua instabilidade. Nesses locais, a implantação das estratégias de recomposição sozinhas não irá solucionar os problemas de estabilização existentes, devendo-se utilizar as técnicas de engenharia natural.

A engenharia natural compreende um conjunto de técnicas de baixo impacto ambiental que utilizam plantas ou partes de plantas como materiais de construção vivos, sozinhas ou combinadas com materiais inertes, de modo que, através do seu desenvolvimento venham a proporcionar estabilidade e proteção de taludes, margens de rios e áreas em processo erosivo.

As técnicas de engenharia natural são projetadas com o objetivo de estabilizar o solo e controlar os processos erosivos e, ao mesmo tempo, restaurar os processos ecológicos dos locais onde são aplicadas (Figura 21).



Figura 21 - Evolução temporal de uma obra de engenharia natural aplicada no Rio Pardinho, Santa Cruz do Sul-RS
Fonte: Adaptado de Kettenhuber et al. (2023)

A introdução de espécies nativas adaptadas ao local irá melhorar as condições ambientais e facilitará a colonização das áreas por outras espécies nativas, restabelecendo as trajetórias sucessionais do ecossistema.

A maioria das técnicas de engenharia natural, como por exemplo, estacaria viva, feixes vivos, esteira viva, entrançados vivos, banquetas e enrocamento vegetado, utilizam as plantas na forma de estacas vivas e ramos longos e, portanto, as espécies utilizadas devem ser capazes de propagar-se vegetativamente.

O uso de estacas vivas e ramos de espécies nativas com capacidade de propagação vegetativa é uma maneira rápida, eficaz e de baixo custo para revegetação de áreas ripárias degradadas. Essa abordagem também permite a coleta do material vegetal (estacas vivas ou ramos) de matrizes próximas ao local da intervenção, mais adaptadas às condições edafoclimáticas locais, e a obtenção de grande

⁴² Para saber mais sobre as técnicas de Engenharia natural clique no link: <https://cienciaeambiente.com.br/shared-files/5076/?51.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2025.

quantidade de material vegetal em um período mais curto e com custos reduzidos quando comparada à produção de mudas por sementes. Cabe destacar que para a utilização da propagação vegetativa de espécies nativas para fins de recomposição da vegetação nativa, é essencial que a coleta seja realizada a partir do maior número possível de plantas matrizes a fim de aumentar a variabilidade genética entre os indivíduos criados.

A capacidade de produzir brotos e raízes a partir de estacas ou ramos é específica para cada espécie e pode ser influenciada por diversos fatores. Dessa forma, para a utilização das espécies nessas técnicas deve-se conhecer a sua capacidade de propagação vegetativa. Além da capacidade de propagação vegetativa, as plantas usadas nas técnicas de engenharia natural em zonas ripárias devem apresentar rápido crescimento tanto acima quanto abaixo do solo, bem como desenvolver um sistema radicular denso com alta resistência ao arranque e ramos flexíveis capazes de resistir à força da água a que são submetidas. Além disso, devido aos frequentes distúrbios causados pela oscilação do nível de água, as espécies devem possuir tolerância ao alagamento e aterrramento, resistência à seca e capacidade de rebrota.

7.1.1 Estacaria viva

A estacaria viva é uma das técnicas de engenharia natural mais comuns para a estabilização de margens de rios e áreas úmidas. A técnica consiste na inserção de estacas no solo e pode ser aplicada isolada ou em combinação com materiais inertes ou outras técnicas de engenharia natural.

O material vegetal para a produção das estacas deve ser coletado de plantas matrizes localizadas próximas do local da intervenção e que estejam em bom estado fitossanitário. Deve se coletar ramos, preferencialmente, nem muito velhos (com casca muito grossa) e nem muito novos. Após a coleta os ramos devem ser acondicionados em sacos ou baldes com água até o momento da confecção das estacas e do plantio, para garantir a manutenção da umidade. Outra opção é deixar a base dos ramos em contato com a água em um córrego ou nascente.

Geralmente são utilizadas estacas de 50 a 100 cm de comprimento e diâmetro maior que 10 mm, tendo-se em consideração que quanto maior a estaca utilizada, maior será o efeito de estabilização em profundidade. As estacas devem ser confeccionadas sem folhas com no mínimo duas gemas (nós), com corte reto na parte superior e em bisel na parte inferior (Figura 22). Quando são utilizadas estacas mais grossas e compridas é realizado o apontamento da parte inferior da estaca para facilitar o plantio. Para confecção das estacas deve-se utilizar tesoura de poda bem afiada para evitar danos às estacas, devendo-se cuidar o sentido de crescimento. Imediatamente após a confecção, as estacas devem ser colocadas novamente em sacos plásticos ou em baldes de água até o momento do plantio.

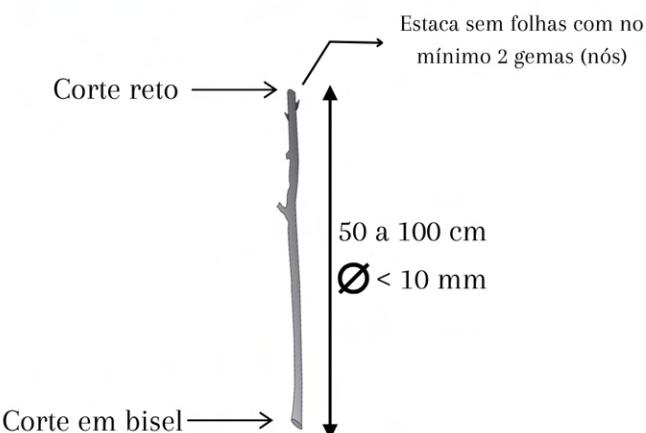


Figura 22 - Detalhes para confecção de estacas vivas
Fonte: Paula Kettenhuber

Para o plantio, pode-se utilizar uma barra de ferro para fazer um furo piloto em solo firme e um martelo de borracha para cravar a estaca no solo, tomando-se cuidado para não danificar a estaca. O entorno da estaca deve ser completamente preenchido com solo. As estacas devem ser enterradas na proporção de 2/3 do seu comprimento para evitar a sua desidratação (Figura 23). Recomenda-se que o plantio seja realizado no início do período chuvoso, para garantir maiores taxas de pegamento das estacas.

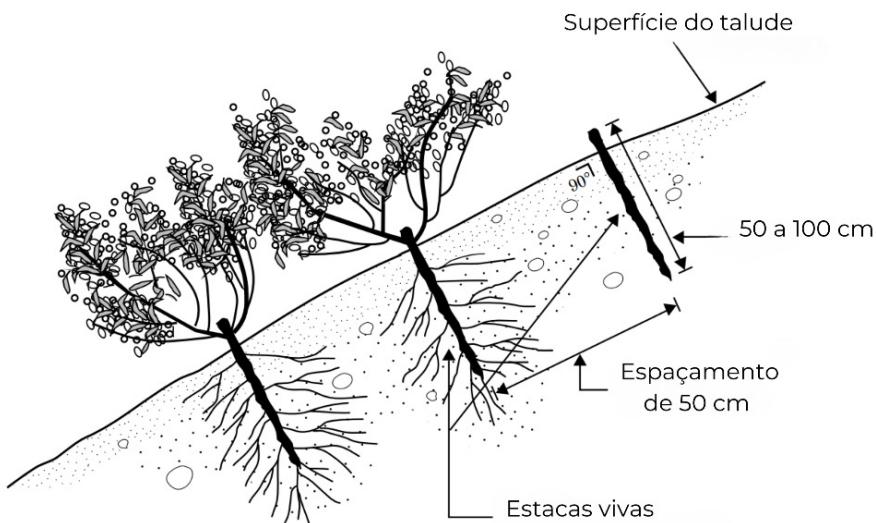


Figura 23 - Plantio das estacas
Fonte: Adaptado de USDA (2021)

O espaçamento triangular é frequentemente utilizado com 50 cm entre as estacas. Para garantir o enraizamento das estacas, o solo deve permanecer úmido após o plantio. Portanto, se for necessário, deve-se realizar irrigação até o pegamento das estacas. Além disso, deve-se realizar o controle de plantas competidoras e combate a formigas quando necessário.

7.1.2 Técnicas para estabilização de voçorocas

Nas áreas onde há ocorrência de processos erosivos, como as voçorocas, o primeiro passo para o seu controle é a implantação de práticas mecânicas para disciplinar o fluxo de água e diminuir a velocidade com que este atinge a voçoroca. Para saber mais sobre as estratégias para controle de processos erosivos acesse o Volume 5 - Manual de práticas mecânicas da série de manuais do Programa Produtor de Água da ANA, [clicando aqui⁴³](#).

Após a realização das práticas mecânicas, recomenda-se a implantação de práticas vegetativas para diminuir a velocidade do escoamento e reter sedimentos. Para isso, recomenda-se a instalação de biorolos de fibra de coco de 30 cm de diâmetro ou a utilização de galhos que serão envoltos por uma malha de arame flexível e fixados com estacas de metal de 1 metro no contorno da voçoroca a cada 1 metro (Figura 24a, b e c). A montante da barreira de biorolos/galhos e entre esta e a voçoroca deverá ser realizado o plantio em linha de mudas de capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) e mais próximo às bordas da voçoroca recomenda-se o plantio de espécies herbáceas, como por exemplo adubos verdes.

⁴³ <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua>

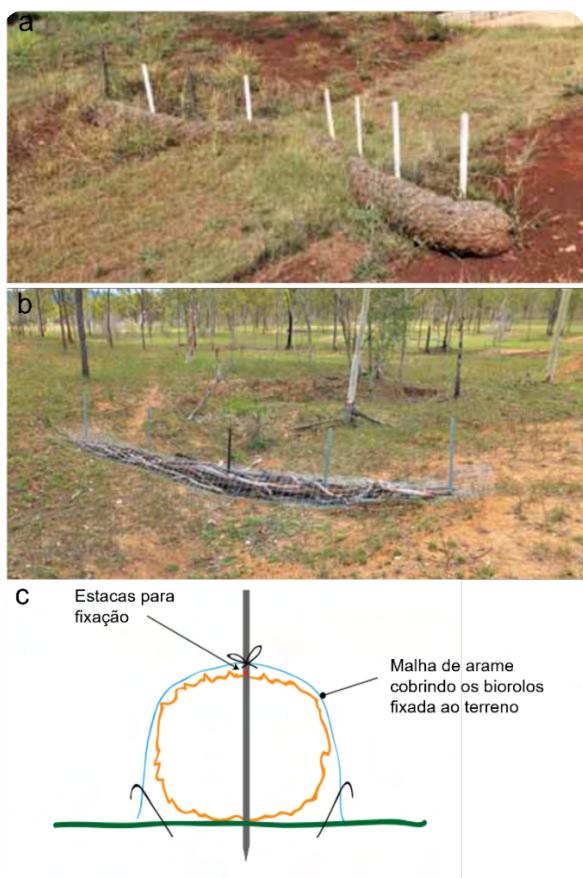


Figura 24 - Exemplo da instalação de biorolos de fibra de coco e barreira de galhos
Fonte: Day et al. (2019)

No interior das voçorocas devem ser instaladas barreiras denominadas de paliçadas, que podem ser construídas utilizando bambu, troncos de eucalipto ou ainda galharias, para reter os sedimentos (Figura 25). Nesta técnica, as paliçadas são feitas com troços de madeira, com aproximadamente 20 cm de diâmetro, empilhados e sustentados por estacas de madeira. As paliçadas deverão ser instaladas a cada 10 metros ao longo da voçoroca. Entre as paliçadas poderá ser realizado o plantio de espécies nativas através de plantio de mudas ou a semeadura direta de espécies nativas e adubos verdes.

Outra opção é construir as paliçadas com galharias. Estacas de apoio e galhos de eucalipto são instalados perpendicularmente à seção transversal da voçoroca, com espaçamento entre as estacas de 0,5 a 1 m, enterrados a uma profundidade de 0,3 a 0,5 m e altura acima do solo de 1 a 1,5 m (Figura 26). As estacas de apoio deverão ter diâmetro superior a 10 cm e os galhos deverão ser colocados entre as estacas entrecruzados ou amarrados para a sua fixação. As barreiras deverão ser instaladas a cada 10 metros ao longo da voçoroca.

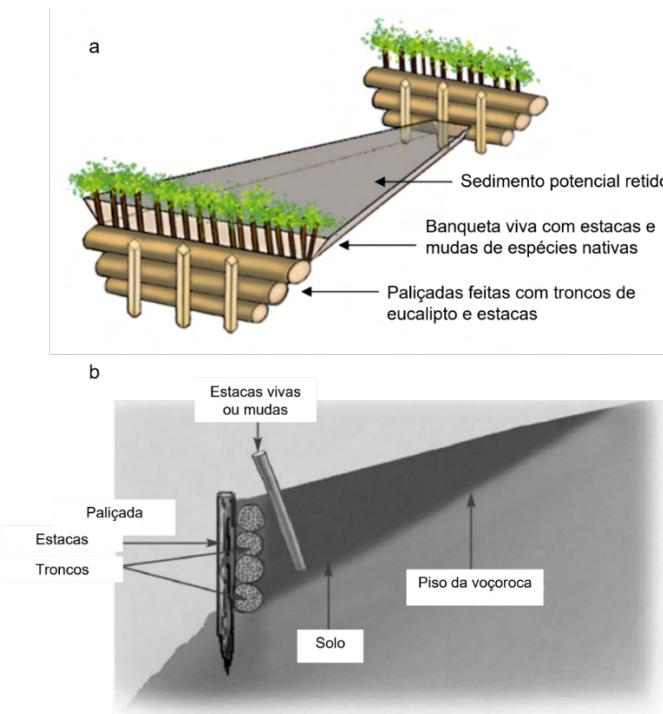


Figura 25 - Vista frontal (a) e longitudinal (b) de paliçadas feitas com troncos combinadas com estacas vivas
Fonte: Adaptado de Rey e Burylo (2014)



Figura 26 - Exemplo de barreiras vivas feita com galharias
Fonte: Lira-Caballero et al. (2020)

REFERÊNCIAS

- BAUMHARDT, R. L.; BLANCO-CANQUI, H. Soil: Conservation Practices. In: Neal Van Alfen, editor-in-chief. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems, v. 5. San Diego: Elsevier, 2014. p. 153–165.
- BECHARA, F.; DICKENS, S. J.; FARRER, E. C.; LARIOS, L.; SPOTSWOOD, E. N.; MARIOTTE, P.; SUDING, K. N.; Neotropical rainforest restoration: comparing passive, plantation and nucleation approaches. *Biodiversity and Conservation*, [s. l.], v. 25, n. 11, p. 2021–2034, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-016-1186-7>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- BOLFE, É. L., VICTORIA, D. DE C., SANO, E. E., BAYMA, G., MASSRUHÁ, S. M. F. S.; DE OLIVEIRA, A. F. Potential for Agricultural Expansion in Degraded Pasture Lands in Brazil Based on Geospatial Databases. *Land*, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 1-17, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/13/2/200>. Acesso em: 15 jul. 2024.
- BRANCALION, P. H. S., GORNEVIANI, R. A., RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradado. Viçosa: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2013. Disponível em: [https://esalqlastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206\(2\).pdf](https://esalqlastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206(2).pdf). Acesso em: 16 jul. 2024.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 429, de 28 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a metodologia de delimitação de Áreas de Preservação Permanente de que trata o art. o nº 369, de 28 de março de 2006. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 mar. 2011. Disponível em: https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/resolucao_conama_429-11.pdf. Acesso em: 13 de jun. 2025.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 28 de mai. 2024.
- CHERUBIN, M. R. (org.). Guia prático de plantas de cobertura: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo. Piracicaba: ESALQ-USP, 2022. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/Livro_Plantas_de_Cobertura_completo.pdf. Acesso em: 20 jul. 2024.
- DAY, B. J., SHEPHERD, B., HINCHLIFF, D., MCKENZIE, A., PICKERSGILL, G., WILSON, P., HENDERSON, J., SHEPHERD, B., TITMARSH, G.; JACOBSEN, T. Gully Erosion: options for prevention and rehabilitation. Bargara: Burnett Mary Regional Group for Natural Resource Management Ltd. 2019. Disponível em: https://ecollaboration.org.au/wp-content/uploads/2024/03/BMRG_Gully_Erosion_Manual.pdf. Acesso em: 16 jul. 2024.
- EMBRAPA. Pastejo Rotacionado: Utilização mais eficiente do pasto e maior produtividade animal. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1148445/1/PastejoRotacionadoUtilizacao.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2024.
- EMBRAPA. Áreas de Reserva Legal. Brasília: EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl>. Acesso em: 10 de set. de 2024.
- LIRA-CABALLERO, V. G., MARTÍNEZ-MENEZ, M. R., ROMERO-MANZANARES, A., GARCÍA-MOYA, E., RÍOSBERBER, J. D.; RUBIO-GRANADOS, E. Morphometry of gullies and bioengineering for sediment retention in the Mixteca Region of Oaxaca, Mexico. *Ecohydrology and Hydrobiology*, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 289–300, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1642359320300173>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- MARTINS, S. V. Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. 5 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2021. 230 p.

MORAES GENRO, T. C.; SILVEIRA, M. T. DA. Uso da altura para ajuste de carga em pastagens. Bagé: EMBRAPA Pecuária Sul, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1103038/1/COT101online.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2024.

RAUPP, P. P., FERREIRA, M. C., ALVES, M., CAMPOS-FILHO, E. M., SARTORELLI, P. A. R., CONSOLARO, H. N., & VIEIRA, D. L. M. Direct seeding reduces the costs of tree planting for forest and savanna restoration. *Ecological Engineering*, [s. l.], v. 148, p. 105788, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857420300768>. Acesso em: 10 set. 2024.

REY, F.; BURYLO, M. Can bioengineering structures made of willow cuttings trap sediment in eroded marly gullies in a Mediterranean mountainous climate? *Geomorphology*, [s. l.], v. 204, p. 564–572, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X13004522>. Acesso em: 18 jul. 2024.

RODRIGUES, R. R., LIMA, R. A. F., GANDOLFI, S.; NAVÉ, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, [s. l.], v. 142, n. 6, p. 1242–1251, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320708004771>. Acesso em: 24 jun. 2024.

SCHÄFFER, C., DICK, E.; PROCHNOW, M. (org.) *Planejando Propriedades e Paisagens Sustentáveis*. Atalanta: Apremavi, 2022. Disponível em: <https://apremavi.org.br/wp-content/uploads/2022/10/cartilhaplanejandopropriedades.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2024.

USDA. Soil Bioengineering for Upland Slope Protection. In: *Engineering Field Handbook*. Washington: United States Department of Agriculture, 2021. Disponível em: <https://directives.nrcs.usda.gov/sites/default/files2/1712930928/31802.pdf>. Acesso em: 11 set. 2024.

YU, Y., STOMPH, T.-J., MAKOWSKI, D.; VAN DER WERF, W. Temporal niche differentiation increases the land equivalent ratio of annual intercrops: A meta-analysis. *Field Crops Research*, [s. l.], v. 184, p. 133–144, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037842901530054X>. Acesso em: 24 jun. 2024.

ANEXOS

ANEXO A

TERMO DE REFERÊNCIA – PLANTIO DE MUDAS PARA RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA

1. DO OBJETO:

1.1 Contratação de empresa especializada em serviços de aquisição de mudas de espécies vegetais nativas de ocorrência local/regional e insumos necessários, preparo inicial da área com maquinários e ferramentas adequadas, transporte, distribuição e plantio de mudas de espécies nativas de ocorrência local/regional, incluindo serviços de manutenção ao longo de 36 meses (tratos culturais pós-plantio), com replantio, capina, com maquinários e ferramentas adequadas, e monitoramento mensal, ao longo de 36 meses, na Bacia Hidrográfica _____, no Bioma_____, no âmbito do Programa Produtor de Água - Projeto _____. O serviço contratado contribuirá nos processos de recomposição da vegetação nativa e regularização das áreas de preservação permanente e reserva legal das propriedades rurais selecionadas na Bacia Hidrográfica _____.

1.2 A aquisição das mudas de espécies vegetais nativas de ocorrência local/regional e todas as máquinas, ferramentas, insumos e mão de obra necessários para o plantio, manutenção e monitoramento das áreas sob o processo de recomposição da vegetação nativa serão de responsabilidade da contratada nas propriedades rurais indicadas pelo Programa Produtor de Água.

1.3 A recomposição da vegetação nativa das áreas de preservação permanente e/ou reserva legal situadas ou não na beira dos corpos hídricos tem como objetivo:

- a) Evitar o carreamento excessivo de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica nos corpos hídricos;
- b) Contribuir para a regularização da vazão dos mananciais;
- c) Atuar em processos de conservação e formação do solo, amenizando os efeitos de erosão;
- d) Contribuir para a biodiversidade da região, através de medidas que estimulem o fluxo gênico de espécies vegetais e animais;
- e) Melhorar a produção água na Bacia Hidrográfica _____ tanto em termos qualitativos como quantitativos.

2. DA JUSTIFICATIVA:

2.1 O Programa Produtor de Água, concebido pela Agência Nacional de Águas, tem como objetivo a revitalização ambiental de bacias hidrográficas. De acordo com sua metodologia o resultado das ações implantadas em uma bacia hidrográfica pode ser verificado em seus cursos d'água através da melhoria na qualidade e quantidade de água.

2.2 Trata-se de um instrumento pelo qual a União apoia a melhoria, a recuperação e a proteção de recursos hídricos em bacias hidrográficas estratégicas, tendo como base ações executadas no meio rural voltadas à redução da erosão e do assoreamento de mananciais, de forma a proporcionar o aumento da qualidade e tornar mais regular a oferta da água.

2.3 O Programa se efetiva por meio de articulações e parcerias entre instituições das esferas municipal, estadual, federal e privada, visando o desenvolvimento da política de Pagamento por Serviços Ambientais

– PSA como um instrumento de incentivo aos produtores rurais que adotarem, de forma voluntária, práticas voltadas ao manejo e a conservação de água e solo.

2.4 As ações implementadas no âmbito do Programa incluem a recomposição da vegetação nativa em Áreas de Proteção Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), bem como adoção de práticas mecânicas e vegetativas de conservação de solo e água em áreas de produção agropecuária. Essas ações visam, sobretudo, favorecer a infiltração de água e a consequente elevação do nível do lençol freático, reduzindo o escoamento superficial de águas pluviais, seguramente o maior causador de erosão e assoreamento de corpos d'água em ambientes rurais.

2.5 Nesse sentido, o presente Termo de Referência destina-se ao plantio de _____ mudas de espécies nativas de ocorrência local/regional em propriedades rurais na Bacia Hidrográfica _____, no Bioma _____. A justificativa quanto a necessidade do serviço consta no Convênio nº _____.

3. DAS ESPECIFICAÇÕES, QUANTITATIVOS E VALOR ESTIMADO DA CONTRATAÇÃO:

Item	Especificação	Unid.	Qtd.	Total (R\$)	estimado
01	Aquisição de mudas de espécies vegetais nativas de ocorrência regional e insumos necessários, preparo inicial da área, transporte, distribuição, plantio, manutenção e monitoramento por 36 meses	Unid.			

3.1 DO PREPARO INICIAL DA ÁREA

3.1.1 Controle de plantas invasoras

A empresa contratada deverá realizar o controle de plantas competidoras, durante o preparo da área e ao longo do período de manutenção e monitoramento do plantio, através de roçada manual, mecanizada ou pelo controle químico com o uso de herbicidas de baixo impacto ambiental (em condições passíveis de autorização), em área total ou apenas na coroa.

As operações de roçada manual ou mecanizada deverão ser seletivas, de maneira a cortar apenas as espécies invasoras, poupando todas as plantas oriundas de regeneração natural e indivíduos arbóreos pré-existentes. A matéria vegetal morta, resultante da roçada, deverá ser mantida na área, a fim de formar uma manta protetora do solo, que servirá também como fonte de nutrientes e matéria orgânica, além de ajudar a reter maior umidade no solo.

A aplicação de herbicidas é indicada somente nos casos em que há predominância de gramíneas exóticas invasoras e com autorização dos proprietários rurais. Nesses casos deve-se utilizar herbicidas de ação seletiva para folha estreita (graminicidas), que não irão causar danos na regeneração natural existente no local. O controle de plantas indesejáveis deve ser realizado ao longo dos 36 meses, ou até que as plantas invasoras, como capins exóticos, sejam sombreadas.

3.1.2 Prevenção de incêndios

A prevenção de incêndios deve ser realizada através da construção e manutenção de aceiros ao longo das cercas de 2 a 3 metros de cada lado, dependendo do nível de infestação de vegetação com potencial de inflamabilidade.

3.1.3 Controle de formigas cortadeiras

O controle deve começar logo após a limpeza e preparo da área, pelo menos 30 dias antes do plantio. Recomenda-se utilizar formicida em pó para as colônias e 50g de iscas granuladas à base de Fipronil ou Sulfluramida a cada 6m², na área total. Durante a manutenção das áreas, se for constatado reinfestação, realiza-se nova aplicação. A aplicação de formicida também deve ser informada e autorizada pelo proprietário rural.

3.1.4 Espaçamento, coroamento e abertura de covas

O espaçamento a ser utilizado nas áreas de plantio do presente edital será de 2 m X 2 m com o objetivo de cobrir rapidamente o solo e acelerar o processo de sucessão ecológica ou de 3 m X 2 m.

O coroamento consiste na remoção de toda a vegetação existente em um raio de 1 metro de diâmetro no entorno das covas, devendo ser realizada manualmente, com o auxílio de ferramenta tipo enxada ou enxadão.

As covas deverão apresentar dimensões mínimas de 0,40 m X 0,40 m X 0,40 m. A abertura das covas pode ser feita de forma manual (enxadão ou cavadeira), mecanizada (broca acoplada à tomada de força do trator) ou semimecanizada (motocoveadora padrão ou adaptada ao plantio de mudas).

3.1.5 Adubação de plantio e calagem

A adubação, por conta da contratada, deve ser realizada nas covas abertas, sendo previsto a utilização de:

- a) Adubação corretiva (200 g de calcário por cova);
- b) Adubação orgânica (1,5 kg de cama de frango por cova);
- c) Adubação NPK (150 g de NPK 4-14-8 por cova).

3.1.6 Aplicação de hidrogel

A empresa contratada deverá realizar a aplicação de hidrogel já hidratado antes do plantio nas covas. Deverá ser utilizado cerca de 600 g para 200 litros de água. Nos períodos chuvosos são aplicados cerca de 300 ml de hidrogel por muda. Na época das secas deve ser utilizado o dobro.

3.2 DA AQUISIÇÃO DAS MUDAS E INSUMOS NECESSÁRIOS

3.2.1 A aquisição das mudas de espécies vegetais nativas de ocorrência local/regional deverá seguir a lista de espécies sugeridas no Projeto Individual da Propriedade (PIP), de acordo com o recomendado pelo Sistema Web Ambiente da Embrapa para cada Bioma e fitofisionomia.

3.2.2 A diversidade de espécies a ser plantada deverá ser a máxima possível, não podendo ser inferior a _____ espécies, conforme o indicado no Projeto Individual da Propriedade (PIP).

Em relação à proporção de espécies a ser utilizada, exige-se:

- a) A utilização de, no mínimo, 20% (quarenta por cento) de espécies zoocóricas (atrativas à fauna) nativas da vegetação regional;
- b) Nenhuma espécie poderá ultrapassar o limite máximo de 10% do número total de mudas plantadas;

c) A proporção de espécies de recobrimento (de rápido crescimento) ou dos estádios iniciais de sucessão (pioneeras e secundárias iniciais) e de espécies de diversidade (de crescimento mais lento) ou dos estádios finais de sucessão (secundárias tardias e clímax) deverá obedecer ao arranjo proposto no Projeto Individual da Propriedade (PIP).

3.2.2 As mudas deverão ser adquiridas de viveiros florestais devidamente inscritos e credenciados no RENASEM e obedecer às seguintes características:

- a) Altura mínima de 0,50 metros de parte aérea (colo ao ápice);
- b) Diâmetro mínimo do coletor igual ou acima de 3,00 milímetros;
- c) Ter boa formação, caule sem tortuosidade;
- d) Ser isenta de pragas e doenças;
- e) Ter sistema radicular bem formado e consolidado nas embalagens;
- f) Estar rustificadas, ou seja, não deverão apresentar estruturas tenras, bem como não devem estar estioladas.
- g) Ter copa formada por, no mínimo, 3 (três) pares (ramos) de folhas;
- h) Embalagem de saco plástico ou tubete e em boas condições;
- i) As mudas deverão vir devidamente agrupadas e com identificação das espécies.

3.2.3 Os insumos necessários ao plantio, como corretivos de acidez do solo, adubos orgânicos e químicos, hidrogel, formicidas, herbicidas, combustível para roçadeiras e veículos e demais insumos necessários para realização das atividades previstas neste contrato deverão ser adquiridos pela empresa contratada.

3.3 DO TRANSPORTE DAS MUDAS

O transporte das mudas até o local de plantio é de responsabilidade da contratada, devendo seguir os seguintes critérios:

- a) Irrigação até o encharcamento do substrato das mudas ainda no viveiro;
- b) Verificação do porte e da qualidade geral das mudas;
- cc) Relação completa das mudas e suas quantidades a serem utilizadas no projeto. Recomenda-se que as mudas já saiam do viveiro separadas em lotes ou "mix" contendo a diversidade e características desejadas por área de plantio;
- d) Irrigação das mudas em trajetos longos, superior a seis horas, ou sob forte insolação;
- e) Retransmissão desses cuidados e inspeção criteriosa no recebimento das mudas;
- f) O transporte terá que ser realizado em sincronia com o preparo das covas, de forma a minimizar gastos e perdas excessivas de mudas.

3.4 DA DISTRIBUIÇÃO DAS MUDAS NO CAMPO

Para a distribuição das mudas deve-se ter atenção aos seguintes critérios:

- a) As mudas deverão ser separadas de acordo com sua classe sucessional, obedecendo o arranjo proposto Projeto Individual de Propriedade (PIP);

b) As mudas nunca poderão ser manuseadas pelos seus ramos, e sim pela embalagem tipo rocambole, tubete ou pelo torrão. As mudas danificadas, secas ou com sinais claros de debilidade terão de ser substituídas;

c) As mudas plantadas deverão obedecer ao esquema proposto no projeto, não podendo ser plantadas mudas vizinhas de mesma espécie, buscando-se assim uma maior variedade de espécies num mesmo local.

3.5 DO PLANTIO DAS MUDAS

O plantio de mudas deverá ser feito com recursos humanos capacitados, devidamente uniformizados, identificados e utilizando equipamento de proteção individual – EPI específico para a atividade, que constará necessariamente de macacão, capas de chuva, botas de borracha, máscaras, óculos de proteção e chapéu modelo australiano.

Os seguintes critérios técnicos deverão ser observados:

- a) Para o plantio deverá ser realizada a retirada completa da embalagem (saco ou tubete) que envolve a muda, procurando evitar a quebra do torrão, e consequentemente que a raiz fique exposta;
- b) O colo da muda (região limite entre a parte aérea e as raízes) deverá ficar no mesmo nível que a superfície do terreno, não sendo permitido que ele fique à mostra na superfície (coleto descoberto), nem tampouco que seja soterrado (coleto afogado) além de sua base (máximo 1 cm);
- c) As raízes que eventualmente estiverem crescendo “enoveladas” ou para fora da embalagem devem ser podadas. Essas operações devem ser realizadas com cuidado, evitando o destorramento e danos ao sistema radicular;
- d) Após a colocação das mudas nas covas, uma leve compactação de terra ao redor de suas raízes deverá ser realizada, de forma a não permitir bolsões de ar que prejudicariam o desenvolvimento do sistema radicular e até a própria morte da muda;
- e) A terra retirada das covas deverá cobrir os torrões em no máximo 1 cm, e nunca ser amontoada ao redor do colo da muda (tipo vulcão), todo o excesso de terra terá de ser disposto ao redor da coroa da muda, a fim de formar uma pequena bacia de retenção de água;
- f) Todas as mudas distribuídas deverão ser plantadas no mesmo dia, caso não seja possível, impreterivelmente as mudas restantes deverão ser recolhidas e imediatamente irrigadas. Não distribuir mais mudas que a capacidade de plantio do dia;
- g) Após o plantio, as mudas deverão ser cobertas com o material resultante da limpeza do terreno (capim seco) para evitar o ressecamento.
- h) Todo o material (sacos plásticos, tubetes) devem ser recolhidos e descartados em locais apropriados.

3.5.1 Tutoramento e Amarro das mudas

As mudas deverão receber um tutor com no mínimo 1,00 metro de altura acima do solo (de bambu ou sarrafo de madeira). A muda, ao ser amarrada no tutor, deverá receber o barbante de algodão em forma de 8 (oito), para evitar que ela seja danificada.

O tutoramento deverá permanecer por um período mínimo de 24 meses, devendo ser reposto ou substituído sempre que necessário. Os tutores deverão ser fixados, sem que ocorram danos nem à parte aérea, tampouco ao sistema radicular e respectivo torrão das mudas plantadas.

3.5.2 Irrigação pós-plantio

A muda deverá receber a primeira rega imediatamente após o plantio e ficará sob responsabilidade da contratada a irrigação das covas plantadas. Cada muda deve ser irrigada com a utilização de 3,00 litros de água. Essa operação deverá ser repetida caso haja necessidade, durante os 40 (quarenta) dias pós-plantio e/ou replantio.

3.6 DAS OPERAÇÕES DE MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO

As atividades de monitoramento e manutenção obrigatoriamente serão iniciadas 30 (trinta) dias após a execução do plantio, devendo ser realizadas de forma bimestral (a cada 60 (sessenta) dias), com a obrigatoriedade de ser executada em todas as áreas plantadas, de modo a manter a integridade das mudas consistindo de:

3.6.1 Condução da regeneração natural

Ao longo das visitas de manutenção e monitoramento da área, deverão ser preservados todos os indivíduos nativos regenerantes, os mesmos deverão ser manejados através de coroamento, evitando o sufocamento pelo mato e identificados através de tutores.

3.6.2 Replantio

Para avaliar a necessidade de replantio deverá ser realizada uma avaliação do índice de mortalidade das mudas com início em 30 dias após o plantio, devendo ser repostas todas as mudas que vierem a morrer no decorrer dos 36 meses de manutenção, sendo aceito o máximo de 8% de falhas por propriedade/área plantada.

No replantio das mudas deverá se observar as mesmas recomendações descritas para o item do plantio. Sempre que possível, as mudas repostas deverão ser das mesmas espécies, ou do mesmo grupo sucessional das mudas que não vingaram, exceto se o responsável técnico avaliar e descrever outra espécie.

3.6.3 Repasse no Combate a Formigas Cortadeiras

Essa atividade deverá seguir as mesmas recomendações do combate a formigas cortadeiras realizado antes do plantio (item 3.1.3). O Combate a formigas deve ser realizado durante os 36 meses de manutenção da área plantada.

3.6.4 Reforma do Coroamento

Essa atividade deverá seguir as mesmas recomendações do coroamento realizado antes do plantio (item 3.1.5). Os resíduos dessa atividade deverão ser colocados ao redor das mudas, para oferecer maior proteção contra a perda da umidade do solo, diminuindo a necessidade de irrigação.

3.6.5 Roçada nas Entrelinhas

Durante as visitas bimestrais de manutenção as entre linhas do plantio serão roçadas sempre que o mato estiver com altura de 40,00 cm. A matéria vegetal morta, resultante da roçada, obrigatoriamente

deverá ser mantida na área, formando uma manta protetora do solo, que servirá também como fonte de nutrientes e matéria orgânica. Sempre se preservando os indivíduos nativos regenerantes presentes na área.

3.6.6 Adubação de cobertura

Essa atividade consiste na aplicação de fertilizante, com formulação rica em nitrogênio e potássio, é indicado o adubo NPK com formulação 20-05-20, numa quantidade de 200 gramas/muda, 40 a 60 dias após o plantio no período chuvoso.

O adubo deverá ser aplicado na projeção da copa da muda em semicírculo, com uma distância mínima de 20 centímetros do colo da muda. A adubação deverá ser programada em período próximo a ocorrência de chuvas.

3.6.7 Manutenção de aceiros

Essa atividade tem como objetivo manter os aceiros construídos antes do plantio das mudas sem a presença de vegetação nas mesmas recomendações do item 3.1.2.

3.6.8 Controle de Espécies Exóticas com Potencial de Invasão

Havendo ocorrência de espécies exóticas com potencial de invasão, como leucena (*Leucaena leucocephala*) e ipê-de-jardim (*Tecoma stans*), bem como, qualquer outra espécie assim classificada, que venha a ser identificada na área, as mesmas deverão ser suprimidas.

4. DOS LOCAIS DE PLANTIO:

4.1 O plantio deverá ser executado em propriedades rurais na Bacia Hidrográfica _____, no Bioma_____, no âmbito do Programa Produtor de Água - Projeto _____.

4.2 A Tabela 1 apresenta a estimativa das áreas a serem recompostas.

Tabela 1 – Localização e estimativa de áreas a serem recompostas e número de mudas.

Local	Coordenadas geográficas	Nome do Proprietário	Área (ha)	Número de mudas*

* A quantidade exata de mudas plantadas por área levará em consideração as árvores existentes na área objeto do plantio. A estimativa de número de mudas deverá ser calculada prevendo a utilização do espaçamento previsto no Projeto Individual de Propriedade (PIP).

5. DO CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E MONITORAMENTO (36 MESES):

5.1 Para o pleno desenvolvimento das mudas, o plantio deve ser realizado no período do ano com maior índice pluviométrico, preferencialmente no início do período das chuvas. Em grande parte do Brasil esse período coincide com os meses de outubro a dezembro.

5.2 A Tabela 2 apresenta o cronograma de execução das atividades durante os 36 meses de vigência deste contrato.

Tabela 2 - Cronograma de execução das atividades durante os 36 meses de vigência deste contrato.

Atividades	1º ANO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aquisição das mudas e insumos												
Limpeza e controle de plantas invasoras												
Construção de aceiros												
Combate a formigas												
Coroamento												
Abertura de covas												
Calagem e adubação de plantio												
Aplicação de hidrogel												
Plantio												
Irrigação (se necessária)												
Replantio												
Adubação de cobertura												
Reforma de coroamento e roçada das entrelinhas												
Manutenção de aceiros												
Controle de espécies exóticas invasoras												
Atividades	2º ANO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Replantio												
Combate a formigas												
Reforma de coroamento e roçada das entrelinhas												
Manutenção de aceiros												
Controle de espécies exóticas invasoras												
Atividades	3º ANO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Combate a formigas												
Reforma de coroamento e roçada das entrelinhas												
Manutenção de aceiros												
Controle de espécies exóticas invasoras												

5.3 Horário de execução do serviço: segunda à sexta-feira, exceto feriados, entre 8h e 17h, com 01 (uma) hora de descanso para o almoço.

5.4 A empresa vencedora do certame deverá entrar em contato com o executor do contrato em até 24h após o recebimento da Nota de Empenho.

5.5 A Equipe Técnica da Contratante, representada pelo executor do contrato terá 10 (dez) dias úteis após o recebimento do Produto para análise.

6. DA GARANTIA:

6.1 Os serviços de preparo inicial da área, aquisição de mudas e insumos, transporte, distribuição e plantio, deverão ser executados com prazo máximo de 90 (noventa) dias contados da entrega do início do serviço.

6.2. Os serviços de manutenção deverão ser iniciados 30 (trinta) dias após a execução do plantio, devendo ser realizados de forma bimestral (a cada 60 (sessenta) dias), até completar os 36 meses de vigência desde contrato.

7. DA QUALIFICAÇÃO TÉCNICA:

7.1 Comprovação de aptidão no desempenho de atividade pertinente com o objeto deste Termo de Referência por intermédio da apresentação de atestado de Capacidade Técnica, fornecido por pessoa jurídica de direito público ou privado ou por comprovação de responsável técnico com atuação mínima de 01 ano em restauração florestal.

7.2. Poderão participar dos serviços objeto deste Termo de Referência, empresas nacionais com experiência em serviços similares aos relacionados neste Termo de Referência e que atendam às condições estabelecidas no edital.

7.3. A empresa declara que conhece plenamente o presente Termo de Referência e que os aceita totalmente, ressalvando as exceções que tenha formulado explicitamente na sua proposta.

7.4 Não será admitida a subcontratação de outras empresas para a execução de quaisquer atividades previstas neste Termo de Referência.

7.5 A empresa deverá apresentar comprovação de qualificação técnica, constando de:

Comprovação de aptidão para desempenho de atividade pertinente e compatível em características, quantidades e prazos com o objeto da licitação, através de atestados de capacidade técnica, profissionais da Instituição Contratada que comprovem que a empresa ou o responsável técnico executou ou está executando, a contento, serviços de natureza e vulto similares ao deste Termo de Referência;

Prova de inscrição ou registro da empresa junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), no caso de profissionais com formação em Engenharia Agronômica, Florestal, Ambiental e Agrícola, ou Conselho Regional de Biologia da localidade da sede da licitante, caracterizando a ficha profissiográfica para o exercício do objeto deste Termo de Referência. No caso de a licitante possuir CREA de outra localidade, deverá apresentar visto do CREA ou do CRBIO 4ª Região, previamente à contratação, em sua plena validade, com indicação do objeto social compatível com a presente licitação.

7.6 Será exigida a Anotação de Responsabilidade Técnica ART para as atividades executadas.

8. DA FISCALIZAÇÃO:

8.1 A fiscalização dos serviços será feita por representante da contratante, indicado como Executor do Contrato ao qual competirá dirimir as dúvidas que surgirem no decorrer da prestação dos serviços de restauração florestal.

8.2 Para a avaliação, acompanhamento e recebimento dos produtos especificados neste Termo de Referência, além do executor do contrato, poderá ser constituída uma Equipe de Acompanhamento e Fiscalização, formada por técnicos para acompanhamento, recebimento e avaliação dos produtos. Serão realizados contatos formais previamente marcados pela Equipe de Acompanhamento e Fiscalização, por meio de reuniões, entre os membros da equipe para avaliação dos Produtos e entre eles e a contratada para verificação do desenvolvimento dos trabalhos e ajustes necessários.

8.3 O Produto será avaliado buscando verificar se os objetivos definidos foram alcançados e se todas as atividades previstas foram realizadas com sucesso. Além desses aspectos, o produto também será avaliado quanto ao conteúdo; quanto à forma de apresentação, se atendeu as especificações e exigências técnicas estabelecidas; e quanto ao prazo, se foram cumpridos os prazos acordados e as dificuldades na execução das atividades.

9. DA ENTREGA DOS PRODUTOS E DO PAGAMENTO:

9.1 Deverá ser apresentado por área de plantio (propriedade) relatório técnico atestando a implantação do plantio, bem como relatórios técnicos semestrais, de acompanhamento aos 6, 12, 18, 24, 30 e 36 meses após o plantio, devendo conter relatório fotográfico e ações que foram executadas no período, para a aferição em campo e posterior ateste da prestação do serviço, e consequente autorização do pagamento.

9.2 Os relatórios devem ser escritos em língua portuguesa e entregues para análise em meio físico e em meio digital. Após a aprovação do serviço pelo executor do contrato/equipe de acompanhamento, deverão ser encaminhadas 2 (duas) vias originais em meio físico e em meio digital.

9.3 Deverá ser entregue o termo de recebimento do plantio das mudas em campo e dos serviços de manutenção assinado pelo produtor ou produtora rural.

9.4 A entrega dos produtos será realizada de acordo com o cronograma estabelecido na Tabela 3, que define os prazos para a conclusão de cada produto da consultoria, e o pagamento segundo o cronograma de desembolso (Tabela 3).

Tabela 3 - Cronograma de entrega de produtos e percentual de remuneração.

Produto	Atividades	Cronograma (a partir da contratação)	% de pagamento (unitário)
Relatório técnico de implantação	Aquisição de mudas e insumos necessários, preparo inicial da área, transporte, distribuição e plantio	90 dias	65%
Relatório técnico de manutenção e monitoramento 1	Manutenção (Replantio, reforma de coroamento e roçada das entrelinhas adubação de cobertura, manutenção de aceiros, controle de espécies exóticas invasoras) e monitoramento	6 meses	5%
Relatório técnico de manutenção e monitoramento 2	Manutenção (Replantio, reforma de coroamento e roçada das entrelinhas adubação de cobertura, manutenção de aceiros, controle de espécies exóticas invasoras) e monitoramento	12 meses	5%
Relatório técnico de manutenção e monitoramento 3	Manutenção (Replantio, reforma de coroamento e roçada das entrelinhas adubação de cobertura, manutenção de aceiros, controle de espécies exóticas invasoras) e monitoramento	18 meses	5%
Relatório técnico de manutenção e monitoramento 4	Manutenção (Replantio, reforma de coroamento e roçada das entrelinhas adubação de cobertura, manutenção de aceiros, controle de espécies exóticas invasoras) e monitoramento	24 meses	5%
Relatório técnico de manutenção e monitoramento 5	Manutenção (Replantio, reforma de coroamento e roçada das entrelinhas adubação de cobertura, manutenção de aceiros, controle de espécies exóticas invasoras) e monitoramento	30 meses	5%
Relatório técnico de manutenção e monitoramento 6	Manutenção (Replantio, reforma de coroamento e roçada das entrelinhas adubação de cobertura, manutenção de aceiros, controle de espécies exóticas invasoras) e monitoramento	36 meses	10%

9.5 O valor total do serviço contratado será pago em 7 parcelas, de acordo com a entrega dos produtos (Tabela 3). Após o encaminhamento de cada produto à contratante para avaliação da equipe de

acompanhamento, será realizada a verificação no campo da correta execução das atividades descritas neste Termo de Referência, bem como da taxa de mortalidade das mudas, que não poderá exceder 8% por propriedade/área plantada. Quando forem constadas não conformidades a contratada será notificada e terá o prazo de 30 dias para realizar as ações necessárias ou replantio. Após a verificação da correta realização das atividades será aprovado o pagamento.

9.6 O pagamento deverá ser efetuado em até 30 dias após execução dos serviços previstos em conformidade com a execução e aceite dos serviços.

9.7 Os pagamentos ficam condicionados à verificação no campo, pela contratante ou equipe fiscalizadora, no caso de não conformidades a empresa contratada terá o prazo de 30 dias para realizar as ações necessárias ou replantio.

9.8 O pagamento ficará condicionado à comprovação de regularidade fiscal junto à fazenda pública federal, estadual e municipal, assim como regularidade junto à receita federal (CND), fundo de garantia por tempo de serviço (FGTS), tribunal superior do trabalho (CNDT) e apresentação de nota fiscal eletrônica conforme protocolo ICMS 42, de 3 de julho de 2009 e suas alterações.

10. DO CONTRATO:

10.1 O presente contrato terá a vigência de 36 meses.

11. DAS OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA:

11.1 Executar o serviço novamente, caso se verifique que o mesmo esteja em desacordo com este Termo de Referência.

11.2 Cumprir prazos e condições estipulados neste Termo de Referência.

11.3 Responsabilizar pela qualidade do serviço, inclusive as readequações, sempre que detectadas impropriedades que possam comprometer a consecução do Execução e aceite dos serviços.

11.4 Notificar a CONTRATANTE sobre qualquer irregularidade ocorrida durante a execução dos serviços.

11.5 Arcar com todos os custos necessários, à perfeita execução do objeto ora licitado, inclusive despesas com fretes e embalagens, impostos diretos e indiretos, obrigações tributárias, trabalhistas e previdenciárias, taxas, transporte e seguros incidentes ou que venham a incidir, bem como quaisquer outras despesas necessárias à perfeita execução do objeto ora licitado.

11.6 Cumprir todas as normas que regulam as ações de higiene e segurança do trabalho.

11.7 Manter durante a execução do contrato todas as condições de habilitação e qualificação bem como as que comprovem sua compatibilidade com as obrigações assumidas.

11.8 Prestar todos os esclarecimentos que lhe forem solicitados pela CONTRATANTE.

12. DAS OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE:

12.1 Permitir livre acesso aos empregados da empresa vencedora ao local de entrega, e execução dos serviços de garantia, desde que devidamente identificados.

12.2 Informar à CONTRATADA e seus prepostos, tempestivamente, todas as providências necessárias ao bom andamento para a entrega do serviço.

12.3 Prestar as informações e os esclarecimentos que venham a ser solicitados pela CONTRATADA.

12.4 Comunicar prontamente a CONTRATADA toda e qualquer anormalidade verificada no serviço entregue.

- 12.5 Efetuar o recebimento do serviço conforme especificações do objeto.
- 12.6 Notificar à CONTRATADA toda e qualquer ocorrência relacionada à execução do serviço.
- 12.7 Supervisionar, revisar e aprovar o serviço executado nas áreas previamente indicadas.
- 12.8 Zelar pelo cumprimento dos padrões definidos entre as partes, determinando à CONTRATADA refazer os serviços, sem ônus para a CONTRATANTE, tantas vezes quanto necessárias, quando não apresentarem as especificações estipuladas, ficando ao critério da CONTRATANTE a opção de romper o contrato caso as especificações estipuladas não tenham sido atendidas, após a segunda vez que for refeito o serviço.
- 12.9 Designar empregado ou comissão para realizar a fiscalização da prestação da garantia, da entrega e do acompanhamento da execução do SERVIÇO, devendo este fazer anotações e registros de todas as ocorrências, determinando o que for necessário à regularização das falhas ou defeitos observados, neste Termo de Referência.
- 12.10 Indicar por meio de croqui, as áreas a serem realizados os plantios, devidamente identificada por coordenadas geográficas, constando nome e endereço dos beneficiários.
- 12.11 Na hipótese de rejeição dos serviços fazê-lo por escrito, informando à medida que julgar necessária à sua perfeita conclusão.
- 12.12 Exercer a fiscalização dos serviços, inclusive do cumprimento das obrigações e encargos sociais e trabalhistas pela CONTRATADA, no que se refere à execução do contrato.
- 12.13 Verificar prazos, certidões e atestar notas fiscais.
- 12.14 Notificar a contratada por escrito e com antecedência sobre multas, penalidades e quaisquer débitos da sua responsabilidade, bem como fiscalizar a execução do objeto do contrato.
- 12.15 Efetuar os pagamentos devidos à CONTRATADA, na forma convencionada, após a execução do serviço e a emissão da respectiva nota fiscal, em conformidade com a legislação vigente.

13. DAS PENALIDADES:

- 13.1 Pelo descumprimento total ou parcial do objeto e de quaisquer cláusulas ou condições dispostas neste Termo de Referência, deverão ser aplicadas as penalidades estabelecidas nas leis federais e estaduais.

ANEXO B

Modelo de monitoramento para áreas em processo de recomposição, proposto por (Brancalion et al., 2013).

Indicador	Medição	Critério	Pontuação
Riqueza de espécies	Número de espécies diferentes presentes	< 30 sp	0
		de 30 a 59 sp	1
		de 60 a 79 sp	2
		^³ 80 sp	3
Altura média das mudas plantadas	Medição realizada com auxílio de trena	< 0,5 m	0
		entre 0,6 e 1,0 m	1
		entre 1,1 e 1,5 m	2
		> 1,5 m	3
Mortalidade após replantio	Proporção de mudas mortas	> 10 %	0
		entre 5,1 e 10,0%	1
		entre 3,1 e 5,0 %	2
		< 3%	3
Presença de espécies arbustivas e arbóreas exóticas invasoras	Observação	presença	0
		ausência	3
Presença de espécies arbustivas e arbóreas exóticas (não regionais ou de outros países)	Observação	presença	0
		ausência	3
Cobertura de copa	A cobertura de copa é obtida através da medição do diâmetro das copas dos indivíduos com trena (distância de uma extremidade da copa à outra) ou da projeção da copa no solo.	< 20%	0
		entre 20 e 50 %	1
		entre 50 e 80 %	2
		> 80 %	3

Cobertura de gramíneas invasoras	Avaliação visual em sub-parcelas de 2x2 m. O valor de cobertura do solo por gramíneas invasoras é dado pela média obtida em cada subparcela amostral	> 30 %	0
		entre 20 a 30 %	1
		entre 10 a 19 %	2
		< 10 %	3

Na tabela acima são apresentados os principais indicadores utilizados no monitoramento de áreas em processo de recomposição e suas respectivas pontuações, com base em critérios estabelecidos pela legislação vigente e recomendados para áreas restauradas com plantio com idade de um a dois anos. As pontuações variam de 0 a 3, sendo: 0 - nos casos que a ação ou atividade não foi empregada ou esteve abaixo do estabelecido na legislação; 1 - para indicadores considerados insatisfatórios; 2 - para indicadores considerados mediamente satisfatórios e; 3 - para indicadores considerados satisfatórios.

Com base na avaliação desses indicadores e na ponderação das notas obtidas pelo grau de importância, obtém-se uma tabela diagnóstica da área restaurada e uma nota final. Essa nota final pode ser comparada à nota hipoteticamente obtida por um projeto ideal, que obteve nota máxima em todos os parâmetros. Com base nisso, o órgão ambiental ou uma empresa contratante de um serviço de restauração florestal poderia, com base nesse modelo, definir uma nota mínima para a área restaurada para aceitar, rejeitar, ou exigir melhorias em um determinado projeto ou programa de restauração ecológica.

Tabela diagnóstica de uma área restaurada, apresentando as notas obtidas em cada parâmetro, a ponderação dessas notas por seus respectivos pesos, e a nota final do projeto. Essas notas podem ser comparadas a uma nota final máxima que seria obtida por um projeto ideal (Brancalion et al., 2013).

Indicador	Peso (grau de importância)	Nota máxima do indicador	Nota obtida do indicador	Nota final máxima	Nota final obtida
Riqueza de espécies	3	3		9	
Presença de espécies exóticas invasoras	3	3		9	
Presença de espécies exóticas não invasoras	2	3		6	
Mortalidade das mudas plantadas	3	3		9	
Altura média das mudas plantadas	2	3		6	
Cobertura de copa	3	3		9	
Cobertura de gramíneas	3	3		9	
Total				57	

Esse método de avaliação, além de servir como forma de julgar se um determinado projeto foi bem conduzido ou não, é uma ferramenta poderosa para o manejo e condução da área ao longo do tempo, possibilitando a correção de problemas antes que se perca todo o serviço executado.

Anexo C

Estimativa de custos mínimos de recomposição da vegetação nativa nos Biomas Brasileiros, de acordo com a Portaria IBAMA 118 de 03 de outubro de 2022.

Biomas	Técnicas/ Custo mínimo (valor médio final) / hectare			
	Plantio de mudas	Semeadura direta	Nucleação	Condução da regeneração natural
Amazônia	R\$15.170,17/ha	R\$6.010,33/ha		R\$1.745,75/ha
Mata Atlântica	R\$17.743,17/ha		R\$24.302,00/ha	R\$1.521,00/ha
Cerrado (formações savânicas)	R\$16.132,50/ha	R\$15.561,00/ha		R\$1.580,50/ha
Cerrado (formações florestais)	R\$15.106,00/ha	R\$17.948,50/ha		R\$2.905,00/ha
Caatinga	R\$20.860,75/ha			R\$1.536,00/ha
Pampa (formações florestais)	R\$14.796,50/ha	R\$19.394,00/ha		R\$2.137,50/ha
Pampa (formações campestres)		R\$23.008,25/ha		R\$2.090,00/ha
Pantanal	R\$18.347,00/ha	R\$29.334,00/ha		R\$981,00/ha.



PROGRAMA
PRODUTOR DE ÁGUA



 **ANA**
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO E DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO Povo BRASILEIRO

ISBN 978-658810179-7

9 786588 101797