



MANUAL DE
RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA
DO ESTADO DO TOCANTINS

Governo do Estado do Tocantins
Instituto Natureza do Tocantins - NATURATINS

MANUAL DE
RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA
PARA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DE
IMÓVEIS RURAIS
DO ESTADO DO TOCANTINS

Palmas-TO
Março de 2019

MANUAL DE
RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA
PARA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL
DE IMÓVEIS RURAIS
DO ESTADO DO TOCANTINS

REALIZAÇÃO



TOCANTINS
GOVERNO DO ESTADO



APOIO



FINANCIAMENTO



ELABORAÇÃO



CONSULTORIA
ENGENHARIA
GERENCIAMENTO

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS

GOVERNADOR DO ESTADO

MAURO CARLESSE

PRESIDENTE DO INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS - NATURATINS

MARCELO FALCÃO SOARES

EQUIPE TÉCNICA

RENATO PIRES DA SILVA, ENGENHEIRO AMBIENTAL - NATURATINS

JOSÉ DO CARMO LOTUFO MANZANO, ENGENHEIRO AGRÔNOMO - NATURATINS

MANOEL RIBEIRO DE SOUZA JUNIOR, ENGENHEIRO FLORESTAL - NATURATINS

ALDAIRES RODRIGUES PACHECO, GEÓGRAFO - NATURATINS

RICARDO FLORES HAIDAR, ENGENHEIRO FLORESTAL - RURALTINS

STCP Engenharia de Projetos Ltda

COORDENAÇÃO GERAL

JOÉSIO DEOCLÉCIO PIERIN SIQUEIRA - ENGENHEIRO FLORESTAL, D.Sc

DIOGO PEREIRA DE CRISTO - ENGENHEIRO AMBIENTAL

COORDENAÇÃO TÉCNICA

DANIELE ZILIO VIGOLO - ENGENHEIRA FLORESTAL, M.Sc.

RICARDO IANTAS - ENGENHEIRO FLORESTAL

AUTORES

GUSTAVO MAGALHÃES NUNES BARBOSA - ENGENHEIRO AGRÔNOMO, D.Sc

RICARDO IANTAS - ENGENHEIRO FLORESTAL

COLABORADORES

NATASHA BLANCHE ANDERSON ROSA - ENGENHEIRA FLORESTAL

ADRIANO BABIUK - ENGENHEIRO FLORESTAL

OSMAR LUIZ FANTINEL - TECNÓLOGO EM GESTÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

DIEGO AUGUSTO VALÉRIO - GRADUANDO EM ENGENHARIA FLORESTAL

REVISÃO

DIOGO PEREIRA DE CRISTO - ENGENHEIRO AMBIENTAL

DANIELE ZILIO VIGOLO - ENGENHEIRA FLORESTAL, M.Sc.

IMAGEM DE CAPA

CRÉDITO: STUDIO SÉRGIO J. MATOS

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	2
2. A VEGETAÇÃO DO ESTADO DO TOCANTINS.....	4
2.1. AGRUPAMENTO DAS FITOFISIONOMIAS COMO ESTRATÉGIA DE RESTAURAÇÃO.....	5
3. MÉTODOS E MODELOS DE RESTAURAÇÃO.....	8
3.1. RESTAURAÇÃO SEM FINS ECONÔMICOS	9
3.1.1. Restauração passiva	9
3.1.2. Restauração ativa.....	10
3.1.3. Potencial de regeneração natural	11
3.1.4. Classificação do potencial de regeneração natural.....	19
3.1.5. Escolha do método de restauração sem fins econômicos	20
3.2. RESTAURAÇÃO COM FINS ECONÔMICOS	25
3.2.1. Exploração econômica de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal ...	25
3.2.2. Propriedades inseridas nos limites de Unidades de Proteção Integral (UPI) e de Áreas de Proteção Ambiental (APA)	28
3.2.3. Critérios para escolha das espécies e dos arranjos espaciais	29
3.2.4. Arranjos espaciais sugeridos	35
3.2.5. Escolha do modelo de restauração com fins econômicos	39
4. DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS OPERACIONAIS	44
4.1. ISOLAMENTO.....	44
4.1.1. Abertura de aceiros	44
4.1.2. Cercamento.....	45
4.2. CONTROLE DE EROSÃO.....	47
4.2.1. Controle de erosão laminar e em sulcos	47
4.2.2. Controle de voçorocas e ravinas.....	48
4.3. PREPARO DA ÁREA	52
4.3.1. Controle de matocompetição.....	52
4.3.2. Coroamento dos indivíduos regenerantes.....	53
4.3.3. Controle de formigas cortadeiras	53
4.3.4. Adubação verde	54
4.4. INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS.....	55
4.4.1. Plantio de mudas.....	55
4.4.2. Semeadura direta.....	59
4.5. MANUTENÇÃO.....	62
4.5.1. Controle de matocompetição.....	62

4.5.2. Coroamento de indivíduos regenerantes e plantados	62
4.5.3. Atração da fauna silvestre	63
4.5.4. Controle de formigas cortadeiras	63
4.5.5. Replântio.....	64
4.6. OPERAÇÕES FACULTATIVAS	66
4.6.1. Adubação mineral e correção da acidez do solo	66
4.6.2. Adubação orgânica.....	71
4.6.3. Uso de hidrogel	71
4.6.4. Irrigação	72
4.6.5. Uso de herbicida.....	73
4.6.6. Queima controlada.....	73
5. MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO.....	76
5.1. ABRANGÊNCIA TEMPORAL DO MONITORAMENTO.....	77
5.1.1. Tempo de monitoramento para Reserva Legal em áreas agrícolas não consolidadas e para Áreas de Preservação Permanente em geral	79
5.2. BASES PARA O MONITORAMENTO.....	80
5.2.1. Mapa georreferenciado da propriedade	80
5.2.2. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).....	80
5.2.3. Informações anuais e bianuais enviadas pelo proprietário	80
5.2.4. Análise de imagens de satélite.....	81
5.2.5. Unidades amostrais permanentes e temporárias	81
5.3. INDICADORES PARA O MONITORAMENTO.....	82
5.3.1. Avaliação dos indicadores	85
5.3.2. Valores de referência para avaliação dos indicadores	91
5.4. MONITORAMENTO DE RESPONSABILIDADE DO PROPRIETÁRIO.....	94
5.4.1. Monitoramento durante a implantação do projeto	95
5.4.2. Monitoramento do desenvolvimento da vegetação.....	95
5.4.3. Informações anuais e bianuais ao NATURATINS	96
5.4.4. Elaboração do relatório de monitoramento	97
5.5. MONITORAMENTO INSTITUCIONAL.....	103
5.5.1. Monitoramento administrativo	104
5.5.2. Monitoramento utilizando imagens de satélite.....	104
5.5.3. Monitoramento em campo.....	105
5.6. PARCERIA INSTITUCIONAL PARA O MONITORAMENTO	107
6. LISTAS DE ESPÉCIES INDICADAS	110
6.1. ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBÓREO-ARBUSTIVAS	110
6.1.1. Espécies prioritárias	114

6.2. ESPÉCIES NATIVAS DE HERBÁCEAS E GRAMÍNEAS	120
LITERATURA CITADA.....	124



Capítulo 1

APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

Com a aprovação do novo Código Florestal, em 25 de maio de 2012, tornou-se obrigatória para todos os produtores rurais do país a adequação ambiental de suas propriedades no que diz respeito às Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal (RL).

O primeiro procedimento necessário para essa adequação é a inscrição obrigatória do imóvel rural no CAR – Cadastro Ambiental Rural, cujo último prazo de adesão venceu em dezembro/2018, sendo em seguida prorrogado até dezembro/2019. No Cadastro Ambiental Rural, o proprietário rural informa ao órgão ambiental estadual a situação do imóvel quanto ao estado de conservação de suas APPs e RL e, no caso em que a vegetação dessas áreas esteja degradada, é requerida a sua restauração num prazo máximo de até 20 anos, dependendo do caso, de acordo com o disciplinamento estabelecido no novo Código Florestal. Prevendo a grande demanda por restauração da vegetação que o cumprimento do Código Florestal acarretará no estado, bem como as oportunidades inerentes ao processo produtivo dali derivado, o Governo do Tocantins contratou a elaboração deste manual, atrelado ao desenvolvimento do Programa de Incentivos da Cadeia Produtiva da Restauração, o qual faz parte do Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável do Tocantins (PDRIS).

Assim, o MANUAL DE RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA PARA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DE IMÓVEIS RURAIS DO ESTADO DO TOCANTINS aqui apresentado se traduz num instrumento técnico de caráter orientador e normativo, para subsidiar e padronizar a implantação dos projetos de restauração da vegetação no estado, e é destinado a todos os profissionais envolvidos nessa tarefa, desde os engenheiros que assumirão a responsabilidade técnica pelas restaurações até os profissionais do NATURATINS que farão a respectiva fiscalização e certificarão os resultados alcançados.

Considerando o potencial da Cadeia Produtiva da Restauração de inaugurar um novo ciclo econômico no estado, as metodologias de restauração abordadas neste manual incluem, além de modelos de restauração puramente ecológicos (sem fins econômicos), os Sistemas Agroflorestais – SAFs, com o intuito de incentivar os produtores rurais a aproveitarem a abertura dada pelo novo Código Florestal para aproveitamento econômico da Reserva Legal.

A ênfase aos Sistemas Agroflorestais parte da constatação de que a Cadeia Produtiva da Restauração pode ir muito além das atividades econômicas relacionadas ao processo de adequação ambiental das propriedades. A exploração agroflorestal nas reservas legais tende a consolidar novos nichos de mercado, ainda inexistentes ou incipientes no estado do Tocantins, como a produção madeireira, de alimentos e de cultivo de plantas medicinais para a indústria farmacêutica, abrindo múltiplas possibilidades para o aproveitamento econômico e sustentável de produtos do Cerrado.



Capítulo 2

A VEGETAÇÃO DO ESTADO DO TOCANTINS

2. A VEGETAÇÃO DO ESTADO DO TOCANTINS

Os métodos de restauração aqui propostos estão fundamentados no conceito científico de restauração da vegetação que preconiza a condição de que a vegetação restaurada atinja as características mais próximas possíveis da vegetação original. Portanto, é essencial ao engenheiro responsável pelo projeto de restauração diagnosticar com exatidão o domínio da vegetação na qual está inserida a área degradada a ser restaurada. Além de necessária para a definição do método de restauração, essa informação é fundamental para a escolha das espécies a serem utilizadas e do modelo de restauração a ser adotado.

Dessa forma, o resumo apresentado a seguir relaciona as regiões fitoecológicas ocorrentes no estado e caracteriza as suas respectivas fitosionomias, definindo a abrangência dos métodos de restauração propostos em termos de tipos de vegetação contemplados.

O estado do Tocantins está localizado em uma área de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia, apresentando, portanto, fitofisionomias características de ambos.

As fitofisionomias podem ser agrupadas de acordo com a tipologia vegetal (savânica e florestal), com as características climáticas e com a distribuição espacial destas pelo território do estado do Tocantins, formando as regiões fitoecológicas.

As regiões fitoecológicas do estado do Tocantins são constituídas por Região de Cerrado (tipologia vegetal savânica), Região de Floresta Estacional (tipologia vegetal florestal de clima com acentuada estação seca) e Região de Floresta Ombrófila (tipologia vegetal florestal de clima predominantemente chuvoso). Além destas, existem as regiões de ecótonos e encraves, em que fisionomias de diferentes regiões fitoecológicas ocorrem agrupadas em forma de mosaico, inviabilizando sua separação para fins de mapeamento, sendo consideradas, portanto, como regiões de tensão ecológica (Tabela 1).

Tabela 1. Regiões Fitoecológicas do estado do Tocantins

REGIÃO FITOECOLÓGICA	FITOFISIONOMIA	CARACTERÍSTICAS	PORCENTAGEM DE OCUPAÇÃO DA ÁREA DO ESTADO
Cerrado	<ul style="list-style-type: none"> • Campo Limpo • Campo Sujo • Cerrado Ralo • Cerrado Típico • Cerrado Denso • Cerrado Rupestre • Parque de Cerrado • Veredas • Cerradão 	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetação de tipologia savânica. • Ocorre preferencialmente em clima estacional, com mais de cinco meses secos, recobrimdo solos lixiviados e aluminizados. 	65,23 %
Floresta Estacional (F. E.)	<ul style="list-style-type: none"> • F. E. Semidecidual aluvial (Ipuca) • F. E. Semidecidual montana • F. E. Decidual Montana 	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetação de tipologia Florestal. • Ocorre em regiões com períodos de chuvas intensas de verão (duração de oito a seis meses) e acentuada estiagem no inverno (duração de quatro a seis meses), o que provoca a queda das folhas de diversas espécies. 	13,09 %
Floresta Ombrófila (F. O.)	<ul style="list-style-type: none"> • F. O. Aberta • F. O. Densa 	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetação de tipologia florestal. • Ocorrem ambientes com elevadas temperaturas, alta precipitação (com chuvas bem distribuídas durante o ano) e período seco com duração máximas de três meses. 	5,30 %
Ecótono F. Estacional/F. Ombrófila	<ul style="list-style-type: none"> • Região de tensão ecológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas em que tipologias vegetais de estrutura florestal, porém de regiões fitoecológicas diferentes, competem pelo mesmo ambiente fisiográfico. 	7,07 %
Enclave Cerrado/F. Ombrófila	<ul style="list-style-type: none"> • Região de tensão ecológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas em que tipologias vegetais de estrutura florestal e savânica competem pelo mesmo ambiente fisiográfico, formando um mosaico. 	0,22 %
Enclave Cerrado/F. Estacional	<ul style="list-style-type: none"> • Região de tensão ecológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas em que tipologias vegetais de estrutura florestal e savânica competem pelo mesmo ambiente fisiográfico, formando um mosaico. 	7,73 %

2.1. AGRUPAMENTO DAS FITOFISIONOMIAS COMO ESTRATÉGIA DE RESTAURAÇÃO

Algumas fitofisionomias necessitam da aplicação de técnicas de restauração diferentes, de acordo com as características das espécies vegetais ou mesmo com as características (limitações) dos solos onde estas fitofisionomias ocorrem. Desta maneira, para a recomendação dos métodos e modelos de restauração, adotou-se como estratégia o agrupamento das principais fitofisionomias ocorrentes no estado do Tocantins em grupos com características comuns do ponto de vista de recuperação de áreas degradadas.

Esses grupos, denominados aqui de “Formações”, são constituídos por: Formações Florestais; Formações Savânicas; Formações Campestres e Outras Formações (Tabela 2).

Tabela 2. Agrupamento das fitofisionomias ocorrentes no estado do Tocantins em formações vegetais, de acordo com características comuns do ponto de vista de recuperação de áreas degradadas

FORMAÇÃO	FITOFISIONOMIA	CARACTERÍSTICAS COMUNS
Florestal	<ul style="list-style-type: none"> • Florestas Ombrófilas • Florestas Estacionais • Cerradão 	<ul style="list-style-type: none"> • Formação de dossel • Estrato arbóreo predominante • Espécies com grupos funcionais^{1/} bem definidos
Savânica	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrado Denso • Cerrado Típico • Cerrado Ralo 	<ul style="list-style-type: none"> • Não forma dossel • Codominância dos estratos herbáceo e arbóreo-arbustivo • Espécies sem grupos funcionais^{1/} bem definidos
Campestre	<ul style="list-style-type: none"> • Campo Sujo • Campo Limpo 	<ul style="list-style-type: none"> • Predominância do estrato herbáceo • Baixa densidade ou ausência de indivíduos arbóreo-arbustivos
Outras	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrado Rupestre • Ipuca • Floresta Paludícola • Vereda • Floresta Estacional Decidual^{2/} 	<ul style="list-style-type: none"> • Situações especiais relacionadas à rochividade (Cerrado Rupestre) e à hidromorfia (Ipuca, Floresta Paludícola e Vereda)

^{1/}Grupos funcionais da sucessão ecológica: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax; ^{2/}ou “Mata Seca”, desde que ocorra sobre solo com elevada porcentagem de afloramento rochoso.



Capítulo 3

MÉTODOS E MODELOS DE RESTAURAÇÃO

3. MÉTODOS E MODELOS DE RESTAURAÇÃO

O *método de restauração* consiste na estratégia adotada para se realizar a restauração da vegetação, podendo ser divididos em dois grupos: sem fins econômicos e com fins econômicos.

Os *métodos de restauração sem fins econômicos* são aqueles que têm como objetivo a restauração, o mais próximo possível, da vegetação original. Esses métodos podem incluir ou não a introdução de espécies nativas, podendo assim ser novamente subdivididos, formando dois subgrupos: *restauração passiva* (sem introdução de espécies nativas) e *restauração ativa* (com a introdução de espécies nativas).

Por outro lado, os *métodos de restauração com fins econômicos* visam a reconstituição da vegetação admitindo-se o cultivo de espécies alóctones ou exóticas com a finalidade de exploração de produtos florestais madeireiros ou não madeireiros ou produtos agrícolas (em consórcio com espécies florestais).

Os métodos de restauração, ativa e passiva, abordados neste manual são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Métodos de restauração e seus respectivos grupos e subgrupos

GRUPO	SUBGRUPO	MÉTODOS
Sem fins econômicos	• Restauração ativa	<ul style="list-style-type: none">• Adensamento• Enriquecimento• Adensamento e enriquecimento• Plantio total
	• Restauração passiva	<ul style="list-style-type: none">• Condução da regeneração natural
Com fins econômicos	-	<ul style="list-style-type: none">• Sistema agroflorestal (SAF)

Após a escolha do método de restauração (estratégia), é necessário que se defina o conjunto de técnicas operacionais necessárias e/ou permitidas para cada situação encontrada em campo. Este conjunto de técnicas aplicadas dentro de um método de restauração é aqui denominado *modelo de restauração* (Figura 1).

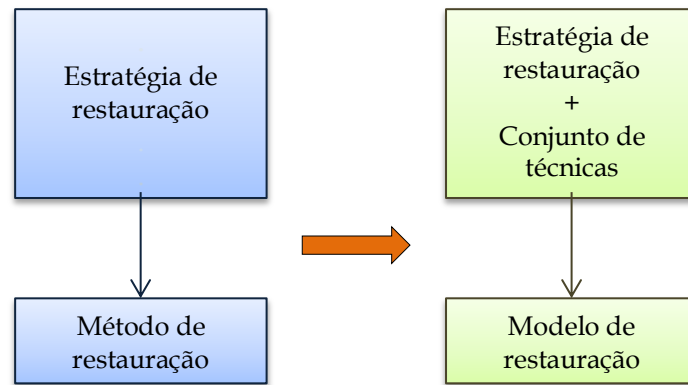


FIGURA 1. Definição de métodos e modelos de restauração.

3.1. RESTAURAÇÃO SEM FINS ECONÔMICOS

Como abordado anteriormente, os métodos de restauração sem fins econômicos podem ser divididos em dois subgrupos, em função da introdução ou não de espécies nativas: (I) restauração passiva e (II) restauração ativa.

3.1.1. RESTAURAÇÃO PASSIVA

A restauração passiva, ou comumente conhecida como **condução da regeneração natural**, é um método de restauração utilizado para áreas que apresentam um alto potencial de regeneração natural. Nesse método não há a introdução de novos indivíduos na área e sim a adoção de técnicas que facilitam a sobrevivência e a propagação dos indivíduos naturalmente regenerados.

As técnicas para condução da regeneração natural a serem utilizadas devem incluir, ao menos:

1. **Isolamento** da área contra a passagem de fogo, a entrada de animais domésticos ou de qualquer outro fator de degradação identificado.
2. **Controle de espécies invasoras**, principalmente de gramíneas exóticas.
3. **Manutenção dos indivíduos regenerantes** por meio de coroamento, irrigação, adubação ou qualquer outra ação identificada como necessária para garantir a sobrevivência desses indivíduos.
4. **Controle dos processos erosivos**, se presentes na área.
5. **Atração da fauna silvestre** para o interior da área, com o objetivo de aumentar a dispersão de propágulos vegetais e, conseqüentemente, o número de indivíduos regenerantes.

Mesmo adotando todas essas técnicas, é preciso ainda fazer um **monitoramento da expressão do potencial de regeneração natural** da área, pois se não forem observados sinais de evolução da vegetação é necessária a readequação do método de restauração utilizado.

3.1.2. RESTAURAÇÃO ATIVA

A restauração ativa, além de todas as técnicas utilizadas na restauração passiva, conta ainda com a introdução de indivíduos de espécies nativas, seja via plantio de mudas ou via semeadura direta (Tabela 4).

Tabela 4. Técnicas (recomendadas e alternativas) para introdução de espécies nativas para cada formação vegetal

FORMAÇÃO	TÉCNICA RECOMENDADA	TÉCNICA ALTERNATIVA ^{1/}
Florestal	Plantio de mudas	Semeadura direta
Savânica	Semeadura direta	Plantio de mudas
Campestre	Semeadura direta	Semeadura direta e plantio de mudas
Outras	Plantio de mudas	-

^{1/}Pode ser utilizada de forma exclusiva ou em conjunto com a técnica recomendada

Ao todo, existem quatro métodos de restauração ativa sem fins econômicos:

1. Restauração ativa sem fins econômicos com plantio de **adensamento**
2. Restauração ativa sem fins econômicos com plantio de **enriquecimento**
3. Restauração ativa sem fins econômicos com plantio de **adensamento e enriquecimento**
4. Restauração ativa sem fins econômicos com **plantio total**

O que diferencia os quatro métodos de restauração ativa sem fins econômicos apresentados é o objetivo da introdução de indivíduos de espécies nativas (Tabela 5). Contudo, independentemente do método, a restauração ativa deve ser adotada quando a área a ser restaurada não apresentar um alto potencial de regeneração natural.

Tabela 5. Aplicação e objetivo dos métodos de restauração sem fins econômicos

MÉTODO	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE RESTAURAÇÃO	OBJETIVO DO MÉTODO
Adensamento	Áreas com baixa densidade de indivíduos regenerantes e alta diversidade	Aumentar a densidade de regenerantes
Enriquecimento	Áreas com baixa diversidade de indivíduos regenerantes e alta densidade	Aumentar o número de espécies presentes na área
Adensamento e enriquecimento	Áreas com baixas densidade e diversidade de indivíduos regenerantes	Aumentar a densidade de regenerantes e o número de espécies presentes na área
Plantio total	Áreas sem indivíduos regenerantes	Introduzir indivíduos de espécies nativas buscando simular um processo de sucessão ecológica

3.1.3. POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL

Como visto no item anterior, a escolha do método de restauração sem fins econômicos depende, primeiramente, do *potencial de regeneração natural* (PRN) da área. No entanto, antes da definição do método, é necessário certificar-se de que a área pode ser considerada como degradada do ponto de vista ecológico. Esta avaliação se torna óbvia para as áreas em que houve a supressão da vegetação nativa, entretanto, em áreas que ainda apresentam vegetação nativa a identificação de uma situação de degradação pode não ser tão simples.

Assim, para as áreas com vegetação nativa, o *status* de “degradada” deve ser atribuído a partir do momento em que se observe ao menos um atributo não coerente com os esperados para uma vegetação preservada (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6. Características das fitofisionomias agrupadas como Formação Florestal em estado preservado.

Tipo de formação florestal	Nº de estratos	Dossel		Presença de epífitas	Presença de lianas em desequilíbrio		Invasão de gramíneas exóticas	
		Altura (m)	Continuidade		Borda	Interior	Borda	Interior
Cerradão	>2	12-25	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Raro	Raro	Ocasional	Raro
Floresta Amazônica e Estacional Perenifólia	>2	20-30	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Raro	Raro	Ocasional	Raro
Floresta Estacional Semidecidual*	>2	>12	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Frequente	Raro	Ocasional	Raro
Floresta Estacional Decidual*	>2	>6	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Frequente	Frequente	Ocasional	Raro
Floresta Paludícola	>2	9-20	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Raro	Raro	Raro	Raro

*Adaptado da Resolução CONAMA nº 392, de 25 de julho de 2017.

Tabela 7. Características das fitofisionomias agrupadas como Formação Savânica e Campestre em estado preservado.

Fitofisionomia	Cobertura do solo pelas copas (arbóreas e arbustivas)	Cobertura do solo pelo estrato gramíneo	Densidade de regenerantes	Área Basal	Altura das árvores adultas
	%		(indiv./ha)	(m ² /ha)	(m)
Cerrado Típico	50	-	1500	10	3-6
Cerrado Ralo	<20	>80	1000	<5	<4
Campo Sujo	-	>80	<500	-	<2
Campo Limpo e Campo Úmido	-	>80	0	-	-

Fonte: Resolução SMA nº 64 de 10 de setembro de 2009.

A partir do momento em que se classifica a área como “degradada”, deve-se, em seguida, classificar o seu **Potencial de Regeneração Natural** (PRN). Para isso é importante que se saiba quais fatores influenciam, assim como o porquê da importância destes para a expressão do PRN da área avaliada.

De maneira geral, o PRN é dependente de três atributos: (I) o fator de degradação que atuou na área, assim como a sua intensidade e o tempo em que a área foi exposta a esse fator; (II) o número e a diversidade de indivíduos regenerantes e (III) a presença (ou ausência) da vegetação nativa no entorno da área em avaliação (Figura 2).



FIGURA 2. Fatores que influenciam no potencial de regeneração natural.

- **Fator de degradação**

A identificação do tipo de degradação (*fator de degradação*) atuante na área a ser restaurada é o primeiro passo para se obter o sucesso da restauração, pois esta informação é fundamental para que se identifique o potencial que a área possui (ou não) para se regenerar naturalmente. Portanto, a identificação do tipo de degradação está diretamente ligada com a escolha do método de restauração.

Para facilitar a identificação do tipo de degradação, são apresentadas, neste manual, classes de *possíveis situações de degradação* comumente observadas em áreas passíveis de restauração, complementadas por situações observadas em campo, no estado do Tocantins.

As *possíveis situações de degradação* são apresentadas a seguir, sendo descritas as principais características e os principais desafios a serem enfrentados no momento da restauração.

- *Vegetação nativa degradada*

Uma área de *vegetação nativa degradada* é aquela coberta por uma vegetação condizente com a fitofisionomia original, no entanto sem apresentar os atributos característicos de uma vegetação em estado preservado.

O estágio de degradação da vegetação nativa pode ser alcançado devido à ação de um ou mais *fatores de degradação*, como a entrada de animais domésticos de grande porte, a degradação do solo por erosão hídrica, a coleta indiscriminada de sementes de espécies nativas, a exploração seletiva de produtos madeireiros sem manejo adequado, etc.

Para as Formações Florestais e Savânicas (Figura 3), os principais danos observados em áreas de vegetação nativa degradada são a redução ou a eliminação do banco de sementes ou de indivíduos jovens, a diminuição do número de indivíduos arbóreos ou arbustivos por hectare (densidade), a redução do número de espécies arbóreas e arbustivas presentes na área (diversidade), a exposição do solo e o aumento da ocorrência de espécies exóticas invasoras.



FIGURA 3. Vegetação de Cerrado Típico degradada, apresentando baixa densidade e baixa diversidade de indivíduos regenerantes, assim como áreas de solo exposto.

Para as Formações Campestres, o estado de degradação é observado pela diminuição da cobertura do solo por espécies nativas (herbáceas, gramíneas e arbustivas), seja pela exposição do solo por processos erosivos ou pela invasão por gramíneas exóticas, como a braquiária.

- *Áreas recentemente desmatadas*

Como *áreas recentemente desmatadas* são consideradas aquelas em que houve supressão recente da vegetação nativa em área total, por meio de corte raso das

espécies arbóreas e arbustivas e/ou retirada das espécies herbáceas e gramíneas nativas por roçada, capina ou gradagem.

Devido ao desmatamento recente, o banco de sementes ainda está presente no solo, o que facilita o processo de regeneração natural. Um alto potencial de regeneração natural é observado, principalmente nas áreas de Formações Savânicas e Campestres, pois as espécies presentes nessas formações apresentam uma alta capacidade de rebrota.

- *Áreas queimadas*

O termo *áreas queimadas* é destinado às áreas em que houve a supressão da vegetação nativa devido à passagem do fogo, podendo ocorrer de forma natural, acidental ou proposital.

Nesse caso, o que determinará o *potencial de regeneração natural* é a frequência de ocorrência de queimadas e a fitofisionomia da área. De maneira geral, as fitofisionomias pertencentes às Formações Savânicas e Campestres apresentam uma alta capacidade de se regenerar naturalmente após uma queimada, pois as espécies presentes nessas fitofisionomias são adaptadas à presença do fogo, tendo uma alta capacidade de rebrota após a queima.

Por outro lado, se o intervalo entre as queimadas for menor do que o tempo necessário para total regeneração ocorrerá um raleamento gradual da vegetação, queimada após queimada. Junto ao raleamento da vegetação poderá ocorrer a diminuição do *potencial de regeneração natural* da fitofisionomia, para os casos em que a alta frequência de queimadas foi capaz de impedir a rebrota de algumas espécies.

- *Áreas de pastagem*

As *áreas de pastagem* são aquelas utilizadas para pastejo animal, sendo recobertas por gramíneas exóticas, como braquiária, capim pangola, capim buffel, capim elefante, capim colônio, dentre outros. Pode-se ainda, subdividir as áreas de pastagem em duas categorias: *pasto limpo* e *pasto sujo*.

As áreas de *pasto limpo* são aquelas que, geralmente, recebem um bom manejo da pastagem, apresentando total recobrimento do solo pela gramínea forrageira utilizada. De maneira geral, essas áreas apresentam um reduzido banco de sementes no solo, necessitando de maiores intervenções (introdução de espécies nativas) para se realizar a restauração da vegetação nativa.

As áreas de *pasto sujo* são aquelas que, devido ao manejo inadequado ou desuso, apresentam certo número de espécies arbóreas ou arbustivas proveniente da regeneração natural. Quando estes indivíduos arbóreos e arbustivos são nativos e característicos da fitofisionomia original, podem ser considerados como *indivíduos regenerantes*. Por sua vez, a quantidade e a

diversidade de indivíduos regenerantes presentes na área de *pasto sujo* será um fator importante para a definição do potencial de regeneração natural.

- *Áreas agrícolas*

As *áreas agrícolas* são constituídas por terrenos direcionados ao cultivo de espécies agrícolas após a supressão da vegetação nativa local. Dentre as situações de degradação, essa é a que apresenta maior variabilidade do potencial de regeneração natural, pois irá depender, não só da densidade e da diversidade de espécies regenerantes, mas também do manejo adotado para o cultivo de espécies agrícolas.

Áreas agrícolas que são cultivadas com uso de práticas conservacionistas do solo, como as adotadas no sistema de plantio direto, apresentam menor degradação do ponto de vista agrônômico, o que irá facilitar o desenvolvimento das mudas de espécies nativas plantadas e regeneradas.

Por outro lado, as técnicas convencionais de preparo do solo, o uso de herbicidas e a realização de roçadas frequentes prejudicam a rebrota de indivíduos regenerantes. Além disso, o uso contínuo dessas técnicas faz com que o potencial de regeneração natural da área diminua de acordo com o aumento do tempo de cultivo.

- *Áreas abandonadas*

As *áreas abandonadas* consistem em áreas que foram destinadas a qualquer tipo de uso alternativo do solo em que, por algum motivo, houve a finalização das atividades, não havendo a realização de nenhuma ação voltada à sua restauração.

Uso alternativo do solo consiste em qualquer atividade que resulte na supressão da vegetação nativa. Exemplos de uso alternativo do solo são áreas agrícolas, mineração, construção civil, estradas, etc.

A partir do momento em que a área foi abandonada, se inicia um processo de regeneração natural, o qual pode apresentar variados níveis de desenvolvimento, dependendo da intensidade da degradação promovida pelo uso alternativo, do tempo entre o desmatamento e o abandono da área e ainda da possibilidade de entrada de sementes de espécies nativas.

Portanto, a capacidade de regeneração das *áreas abandonadas* depende de diversos fatores relacionados ao seu histórico de uso, o que dificulta a avaliação do *potencial de regeneração natural*. Dessa maneira, a melhor forma de se avaliar o potencial de regeneração natural destas áreas é pela presença, densidade e diversidade de indivíduos regenerantes.

- *Áreas drasticamente alteradas*

Em algumas atividades a degradação da vegetação ocorre não apenas pela supressão da vegetação, mas pela alteração severa das características do solo. Esta alteração drástica pode ocorrer tanto pela retirada da camada superficial do solo, como em áreas de empréstimo, áreas aplainadas (Figura 4) ou em cavas de mineração, quanto pela deposição de algum material na superfície do solo, como em áreas de aterro ou de depósitos de resíduos de mineração (Figura 5).

Áreas de empréstimo são aquelas em que há a retirada de solo, direcionando o material retirado para outros fins. Por exemplo, o solo utilizado para se fazer um aterro foi retirado de uma área de empréstimo.



FIGURA 4. Área drasticamente alterada pela retirada da camada superficial do solo com objetivo de aplainar o terreno.



FIGURA 5. Área drasticamente alterada pela deposição de resíduo de garimpo de ouro sobre o solo, conhecida como *cascalheira*.

Dessa maneira, a alteração drástica de uma área inviabiliza o banco de sementes do solo, seja pela retirada da camada superficial do solo ou pelo recobrimento das sementes com uma espessa camada de material depositado. Além disso, a superfície do substrato presente apresenta, na maior parte dos casos, características desfavoráveis ao desenvolvimento das plantas, como baixo teor (ou ausência) de matéria orgânica e baixo grau de desenvolvimento de estrutura (torrões), o que causa um desequilíbrio da quantidade de ar e água, interferindo na disponibilidade de nutrientes do solo.

Quando há uma alteração drástica do solo, a superfície resultante da retirada ou deposição de material passa a ser denominada como **substrato**, justamente por não apresentar mais as características físicas e, por vezes, químicas esperadas para um solo não alterado.

Portanto, o potencial de regeneração natural das *áreas drasticamente alteradas* pode ser considerado, na maioria dos casos, como muito baixo ou nulo, principalmente em situações de retirada ou deposição de uma camada espessa de material.

- *Densidade e diversidade de indivíduos regenerantes*

O termo “regenerante” pode ser aplicado a qualquer indivíduo que componha uma vegetação em restauração, entretanto, para fins de classificação do PRN, devem ser considerados apenas os indivíduos arbóreos e arbustivos com altura mínima da gema apical de:

1. 50 cm, para as Formações Florestais
2. 30 cm, para as Formações Savânicas e Campestres

Com a aplicação desse critério, são considerados apenas os indivíduos com alta probabilidade de sobrevivência, o que contribui para reduzir a variação do número de indivíduos e de espécies em avaliações sucessivas, relacionada à morte de plântulas ainda não completamente estabelecidas.

A partir desse critério, pode-se classificar o PRN como “alto” ou “muito alto” quando se observar na área em avaliação:

1. Densidade de indivíduos regenerantes igual ou superior a 500 indiv./ha
2. Diversidade de indivíduos regenerantes igual ou superior a 30 espécies

Áreas com valores de diversidade e/ou densidade abaixo do descrito acima podem também apresentar um PRN “alto” ou “muito alto”, dependendo dos outros fatores que devem ser considerados para a classificação (fator de degradação e presença de vegetação nativa no entorno).

A comunidade vegetal da área em avaliação pode ainda ser classificada de acordo com as características de diversidade e densidade de indivíduos regenerantes (Figura 6), o que irá auxiliar na escolha do método de restauração ativa sem fins econômicos.

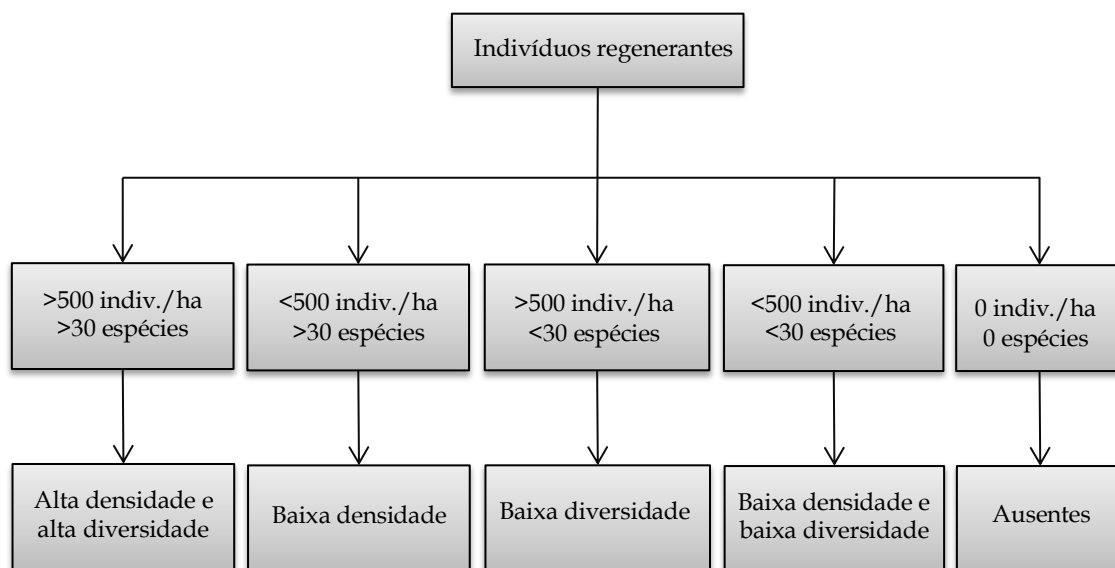


FIGURA 6. Classificação da comunidade vegetal de acordo com a densidade e a diversidade de indivíduos regenerantes.

- *Vegetação nativa do entorno*

Um dos mais importantes fatores para a classificação do PRN é a presença (ou ausência) de vegetação nativa no entorno da área avaliada. Fragmentos de vegetação nativa fornecem propágulos às áreas em restauração, aumentando o número de indivíduos e de espécies regenerantes (Figura 7).



FIGURA 7. Regeneração natural de estrada isolada há cinco anos, devido à ação da vegetação nativa do entorno como fornecedora de propágulos.

Assim, quanto maior a diversidade da vegetação nativa e a proximidade desta à área em avaliação, maior será a sua contribuição para a o sucesso da restauração.

3.1.4. CLASSIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL

A partir dos critérios abordados anteriormente, são sugeridas classificações do PRN de acordo com o fator de degradação, o tipo de vegetação, a densidade e a diversidade de indivíduos regenerantes e as características de cada tipo de degradação observadas na área degradada (Tabela 8).

Tabela 8. Classificação do potencial de regeneração natural das possíveis situações de degradação

CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL			
	----- Cerrado -----		----- Floresta -----	
	Com VNE	Sem VNE	Com VNE	Sem VNE
Vegetação florestal ou savânica degradada				
Com alta D_{IR} e alta diversidade	Muito alto	Alto	Muito alto	Alto
Com alta D_{IR} e baixa diversidade	Alto	Médio	Alto	Médio
Com baixa D_{IR} e alta diversidade	Médio	Baixo	Médio	Baixo
Com baixa D_{IR} e baixa diversidade	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
Vegetação campestre degradada				
Cobertura por nativas entre 50 e 80 %	Muito alto	Muito alto	-	-
Cobertura por nativas <50 %	Médio	Baixo	-	-
Desmatamento recente				
Corte raso de espécies nativas	Muito alto	Alto	Médio	Baixo
Fogo				
Esporádico	Muito alto	Muito alto	Médio	Baixo
Frequente (intervalo inferior a dois anos)	Alto	Alto	-	-
Pastoreio				
Pasto sujo com alta D_{IR} e alta diversidade	Muito alto	Alto	Alto	Alto
Pasto sujo com alta D_{IR} e baixa diversidade	Alto	Médio	Médio	Baixo
Pasto sujo com Baixa D_{IR} alta diversidade	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
Pasto sujo com Baixa D_{IR} baixa diversidade	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
Pasto limpo recém-formado	Médio	Médio	Médio	Baixo
Pasto limpo antigo	Muito baixo	Muito Baixo	Muito baixo	Muito Baixo
Agricultura				
Práticas conservadoras do solo	Médio	Baixo	Baixo	Muito baixo
Mecanização do solo	Baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
Mecanização do solo e uso de herbicida	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
Áreas abandonadas				
Com alta D_{IR} e alta diversidade	Muito alto	Alto	Alto	Alto
Com alta D_{IR} e baixa diversidade	Alto	Médio	Médio	Baixo
Com baixa D_{IR} alta diversidade	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
Com baixa D_{IR} baixa diversidade	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
Áreas drasticamente alteradas				
Corte do solo próximo à superfície	Médio	Baixo	Nulo	Nulo
Corte profundo do solo (>0,5 m)	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
Aterros e mineração	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo

Cerrado = formações savânicas e campestres; **Floresta** = formações florestais; **Vegetação florestal** = Floresta Ombrófila, Floresta Estacional, Floresta Paludícola, Ipuca, Cerradão, Ecótono e Enclave; **Vegetação savânica** = Cerrado Ralo, Cerrado Típico, Cerrado Denso; **Vegetação campestre** = Campo Limpo e Campo Sujo; **VNE** = vegetação nativa no entorno; **Alta D_{IR}** = alta densidade de indivíduos regenerantes ($D_{IR} \geq 500$ indiv./ha); **Baixa D_{IR}** = baixa densidade de indivíduos regenerantes ($D_{IR} < 500$ indiv./ha); **Alta diversidade** = número de espécies regenerantes igual ou superior a 30 spp; **Baixa diversidade** = número de espécies regenerantes inferior a 30 spp; Fonte: adaptado de Duringan et al. (2011); Sartorelli e Campos Filho (2017).

3.1.5. ESCOLHA DO MÉTODO DE RESTAURAÇÃO SEM FINS ECONÔMICOS

A escolha do método de restauração consiste na aplicação de todos os conceitos apresentados até o momento, considerando o PRN da área, assim como o tipo de formação vegetal presente e a ocorrência de indivíduos regenerantes (Figura 8).

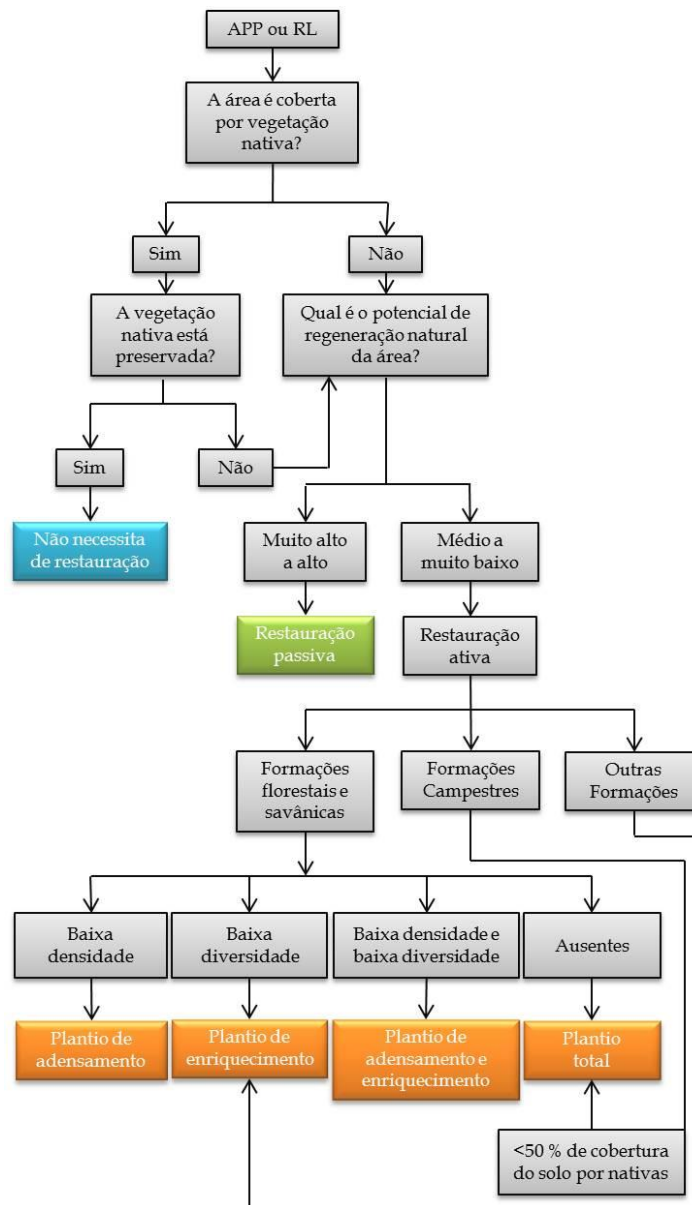


FIGURA 8. Representação do processo de escolha dos métodos de restauração sem fins econômicos.

Por sua vez, a escolha dos modelos de restauração é realizada pela observação da presença de erosão e pela possibilidade de mecanização da área. Portanto, a escolha dos métodos e modelos de restauração, pode ser feita por meio da utilização da *chave de intervenção* (Tabela 9), a qual se aplica para as áreas em que já foi confirmada a presença de processos de degradação. As técnicas operacionais relacionadas a cada modelo de restauração são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 9. Chave de intervenção para escolha dos métodos e modelos de restauração sem fins econômicos

POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL	FORMAÇÃO VEGETAL	INDIVÍDUOS REGENERANTES			MÉTODO	EROSÃO	MECANIZAÇÃO	MODELO
		Densidade (indiv./ha)	Diversidade (nº de spp.)	Cobertura do solo (%)				
Muito alto a alto	Todas	-	-	-	Regeneração natural	Sim	-	Modelo 1
						Não	-	Modelo 2
Médio a nulo	Campestre	-	-	<50	Plantio total com gramíneas, herbáceas e arbustivas	Sim	Sim	Modelo 3
							Não	Modelo 4
						Não	Sim	Modelo 5
							Não	Modelo 6
	Savânica	>500	<30	-	Enriquecimento arbustivas/arbóreas	Sim	-	Modelo 7
						Não	-	Modelo 8
		<500	>30	-	Adensamento arbustivas/arbóreas	Sim	-	Modelo 9
						Não	-	Modelo 10
		<500	<30	-	Adensamento e enriquecimento Arbustivas/arbóreas	Sim	-	Modelo 11
						Não	-	Modelo 12
		0	0	-	Plantio total com arbustivas e arbóreas	Sim	Sim	Modelo 13
							Não	Modelo 14
					Não	Sim	Modelo 15	
						Não	Modelo 16	
	Florestal	>500	<30	-	Enriquecimento com arbóreas	Sim	-	Modelo 17
						Não	-	Modelo 18
		<500	>30	-	Adensamento com arbóreas	Sim	-	Modelo 19
						Não	-	Modelo 20
		<500	<30	-	Adensamento e enriquecimento com arbóreas	Sim	-	Modelo 21
						Não	-	Modelo 22
		0	0	-	Plantio total com arbóreas	Sim	Sim	Modelo 23
							Não	Modelo 24
					Não	Sim	Modelo 25	
						Não	Modelo 26	
	Outras Formações	-	-	-	Enriquecimento com arbustivas e arbóreas	-	-	Modelo 18

Erosão = presença de erosão laminar, em sulcos, voçoroca ou ravina; **Mecanização** = área com possibilidade de mecanização; **indiv./ha** = indivíduos por hectare; **Campestre** = Campo Sujo e Campo Limpo; **Savânica** = Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso; **Florestal** = Floresta Ombrófila, Floresta Estacional, Cerradão, Ecótono e Enclave; **Outras formações** = Cerrado Rupestre, Vereda, Floresta Paludícola e Ipuca.

Tabela 10. Descrição das operações técnicas para cada modelo de restauração

Modelo	Isolamento		Controle de Erosão	Preparo da área					Introdução de espécies nativas							Monitoramento e manutenção							
	Abertura de aceiros	Cercamento		Controle de matocompetição			Coroamento de regenerantes de pequeno porte	Controle de formigas cortadeiras	Adubação verde em área total	Plantio de mudas				Semeadura direta			Rocada seletiva	Coroamento dos indivíduos introduzidos	Coroamento de regenerantes de pequeno porte	Replântio de indivíduos mortos	Nova sementeira em áreas com falha de germinação	Atração da fauna silvestre	Monitoramento da expressão do PRN
				Gradagem	Rocada seletiva	Rocada em área total				Plantio total em duas fases	Plantio total em uma fase	Adensamento	Enriquecimento	Adensamento e enriquecimento	Arbóreas e arbustivas								
	A lanço	Em linhas					A lanço																
	Área total	Adensamento		Enriquecimento	Adensamento e enriquecimento	Área total	Adensamento	Enriquecimento	Adensamento e enriquecimento	Área total	Rocada seletiva	Coroamento dos indivíduos introduzidos	Coroamento de regenerantes de pequeno porte	Replântio de indivíduos mortos	Nova sementeira em áreas com falha de germinação	Atração da fauna silvestre	Monitoramento da expressão do PRN						
Modelo 1	X	X	X		X		X	X										X		X		X	X
Modelo 2	X	X			X		X	X										X		X		X	X
Modelo 3	X	X	X	X			X						X				X	X	X		X	X	
Modelo 4	X	X	X			X	X								X		X	X	X		X	X	
Modelo 5	X	X		X			X						X			X	X	X	X		X	X	
Modelo 6	X	X			X		X								X		X	X	X		X	X	
Modelo 7	X	X	X		X		X	X							X		X	X	X	+	X	X	
Modelo 8	X	X			X		X								X		X	X	X	+	X	X	
Modelo 9	X	X	X		X		X							X		X	X	X	X	+	X	X	
Modelo 10	X	X			X		X							X		X	X	X	X	+	X	X	
Modelo 11	X	X	X		X		X								X		X	X	X	+	X	X	
Modelo 12	X	X			X		X								X		X	X	X	+	X	X	
Modelo 13	X	X	X	X			X	X					X				X	X	X	+	X	X	
Modelo 14	X	X	X			X	X								X		X	X	X	+	X	X	
Modelo 15	X	X		X			X	X					X				X	X	X	+	X	X	

Modelo	Isolamento		Controle de Erosão	Preparo da área					Introdução de espécies nativas						Monitoramento e manutenção								
	Abertura de aceiros	Cercamento		Controle de matocompetição			Coroamento de regenerantes de pequeno porte	Controle de formigas cortadeiras	Adubação verde em área total	Plantio de mudas				Semeadura direta			Roçada seletiva	Coroamento dos indivíduos introduzidos	Coroamento de regenerantes de pequeno porte	Replanteio de indivíduos mortos	Nova sementeira em áreas com falha de germinação	Atração da fauna silvestre	Monitoramento da expressão do PRN
				Gradagem	Roçada seletiva	Roçada em área total				Plantio total em duas fases	Plantio total em uma fase	Adensamento	Enriquecimento	Adensamento e enriquecimento	Árbóreas e arbustivas								
	A lanço	Em linhas					A lanço																
	Área total	Adensamento		Enriquecimento	Adensamento e enriquecimento	Área total	Roçada seletiva	Coroamento dos indivíduos introduzidos	Coroamento de regenerantes de pequeno porte	Replanteio de indivíduos mortos	Nova sementeira em áreas com falha de germinação	Atração da fauna silvestre	Monitoramento da expressão do PRN										
Modelo 16	X	X			X		X	X		+				X		X	X	X	+	X	X		
Modelo 17	X	X	X		X		X				X				+		X	X	X	X	+	X	
Modelo 18	X	X			X		X				X				+		X	X	X	X	+	X	
Modelo 19	X	X	X		X		X				X				+		X	X	X	X	+	X	
Modelo 20	X	X			X		X				X				+		X	X	X	X	+	X	
Modelo 21	X	X	X		X		X					X			+		X	X	X	X	+	X	
Modelo 22	X	X			X		X					X			+		X	X	X	X	+	X	
Modelo 23	X	X	X	X			X	X	X						+		X	X	X	X	+	X	
Modelo 24	X	X	X			X	X	X							+		X	X	X	X	+	X	
Modelo 25	X	X		X			X	X	X						+		X	X	X	X	+	X	
Modelo 26	X	X				X	X	X	X						+		X	X	X	X	+	X	

(+) Técnicas alternativas de introdução e manutenção de espécies nativas, podendo ser utilizada isoladamente ou em conjunto com as técnicas sugeridas; Gram. e herb. = gramíneas e herbáceas.

3.2. RESTAURAÇÃO COM FINS ECONÔMICOS

A implantação de um modelo de restauração com fins econômicos, assim como o tipo de produto agroflorestal a ser explorado, depende das possibilidades de exploração de APPs e RLs previstas em lei. Tais possibilidades variam de acordo com a situação da área no Código Florestal (Lei 12.651/2012), com o tamanho da propriedade e com a localização (ou não) da área a ser restaurada em Áreas de Proteção Ambiental (APA) ou em Unidades de Proteção Integral (UPI).

3.2.1. EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E DE RESERVA LEGAL

- *Disciplinamento legal quanto à intervenção em Áreas de Preservação Permanente*

A intervenção ou supressão da vegetação das áreas de APP pode ser autorizada em caso de:

1. **Utilidade pública**, para a vegetação protetora de **nascentes, dunas e restingas**;
2. **Interesse social**, para as áreas de **restingas e mangues**, desde que a sua função ecológica já esteja comprometida.

Nos demais casos, permite-se apenas o acesso de pessoas e animais para obtenção de água e realização de atividades de baixo impacto ambiental. Como atividades de baixo impacto ambiental, pode-se considerar:

1. O plantio de **espécies nativas** produtoras de **frutos e sementes**;
2. A coleta de **produtos não madeireiros**, para fins de **subsistência** ou produção de mudas;
3. A **exploração agroflorestal** e o **manejo florestal sustentável, comunitário e familiar**, incluindo a extração de **produtos florestais não madeireiros**, desde que não descaracterizem a vegetação nativa nem prejudiquem a **função ambiental** da área.

Nota-se, portanto, que a exploração agroflorestal e o manejo florestal sustentável em áreas de preservação permanente são permitidos apenas no âmbito familiar ou comunitário, não sendo, portanto, neste manual, indicados para as grandes propriedades. No caso das pequenas propriedades, a exploração dentro dos limites da faixa de preservação (Tabela 11) é prevista em lei, condicionada à obrigação de não prejudicar a **função ambiental** da área.

As APPs tem como objetivo preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, além de proteger o solo e facilitar o fluxo gênico da fauna e da flora. Como se pode notar, o objetivo da preservação das APPs, ou sua **função ambiental**, está intimamente ligado à manutenção da cobertura do solo. Desta maneira, qualquer tipo de exploração a ser realizada em APP deve, necessariamente, manter a cobertura do solo, não sendo, portanto, recomendada a exploração de produtos madeireiros em APPs.

Tabela 11. Dimensões das faixas de preservação para cada tipo de Área de Preservação Permanente

TIPO DE APP	CRITÉRIO	FAIXA DE PRESERVAÇÃO
Cursos d'água permanentes e intermitentes (exceto efêmeros)	< 10 m	30 m (a partir da calha do leito regular)
	10 - 50 m	50 m (a partir da calha do leito regular)
	50 - 200 m	100 m (a partir da calha do leito regular)
	200 - 600 m	200 m (a partir da calha do leito regular)
	> 600 m	500 m (a partir da calha do leito regular)
Nascentes e olhos d'água	Perenes	50 m (raio)
Lagos e lagoas naturais	<20 ha	50 m
	>20 ha	100 m
Barramentos artificiais	>1 ha	Definida na licença ambiental
Topo de morros, montes e montanhas	Com altura mínima de 100 m e inclinação média superior a 25°	Terço superior: área delimitada a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima (em relação à base)
Encostas	Declividade >45°	Encosta ou parte da encosta com declividade >45°
Bordas de tabuleiros e chapadas	-	100 m (em projeção horizontal) até a linha de ruptura do relevo
Veredas	-	50 m (a partir do espaço permanentemente brejoso)

- *Áreas agrícolas consolidadas em APP*

As propriedades pequenas, médias ou grandes que tenham áreas com atividade agrossilvipastoril em APP, consolidadas até 22 de julho de 2008, poderão dar continuidade a essas atividades, desde que sejam adotadas técnicas conservacionistas do solo e da água e se respeite as áreas com obrigatoriedade de recomposição da vegetação. A dimensão das áreas de recomposição irá variar de acordo com o tamanho da propriedade e com o tipo de APP (Tabela 12), podendo permanecer nessas áreas apenas as infraestruturas pertencentes às áreas consolidadas.

Tabela 12. Dimensões das faixas de preservação para cada tipo de Área de Preservação Permanente, caracterizada como área agrícola consolidada

TIPO DE APP	TAMANHO DA PROPRIEDADE (módulos fiscais)	FAIXA DE PRESERVAÇÃO
Cursos d'água permanentes e intermitentes (exceto efêmeros)	<1	5 m (a partir da calha do leito regular)
	1 - 2	8 m (a partir da calha do leito regular)
	2 - 4	15 m (a partir da calha do leito regular)
	4 - 10	20 m (a partir da calha do leito regular) ^{1/}
	>10	Correspondente à metade da largura do curso d'água, com mínimo de 30 m e máximo de 100 m (a partir da calha do leito regular) ^{1/}
Nascentes e olhos d'água perenes	Independente	15 m (raio)
Lagos e lagoas naturais	<1	5 m
	1 - 2	8 m
	2 - 4	15 m
	>4	30 m
Veredas	0 - 4	30 m
	>4	50 m

^{1/}Determinado pelo Decreto Federal nº 7.830 de 17 de outubro de 2012, que estabelece normas para o Programa de Regularização Ambiental (PRA).

Para pequenas propriedades (até quatro módulos fiscais), com áreas agrícolas consolidadas em APPs, a recomposição pode ser feita pelo plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, de modo que as espécies exóticas não cubram mais que 50 % da área total a ser restaurada.

- **Disciplinamento legal quanto ao uso econômico da Reserva Legal**

A exploração econômica da RL, com ou sem propósito comercial, é admitida mediante manejo sustentável previamente aprovado pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama).

Nessas áreas é livre a coleta de produtos florestais não madeireiros, como frutos, cipós, folhas e sementes. Entretanto, para esse tipo de exploração, é necessário observar a época de maturação dos frutos e sementes, além de verificar a existência de regulamentos para períodos de coleta e para volume de material coletado. Deve-se ainda utilizar técnicas que não coloquem em risco a vida das espécies coletadas, especialmente em casos de coleta de flores, folhas, cascas, óleos, resinas, bulbos, bambus e raízes.

Para exploração comercial, o manejo sustentável depende da autorização dos órgãos ambientais competentes, sendo exigida a adoção de métodos que não descaracterizem a cobertura vegetal, não prejudiquem a conservação da vegetação nativa e que assegurem a manutenção da diversidade das espécies. Além disso, deve-se conduzir o manejo de espécies exóticas com a adoção de medidas que favoreçam a regeneração das espécies nativas.

A exploração florestal eventual de produtos madeireiros, sem propósito comercial, para consumo no próprio imóvel, independe da autorização dos órgãos competentes. Nesse caso, deve-se apenas comunicar a motivação da exploração e o volume a ser explorado, o qual deve se limitar a 20 m³/ano.

- *Uso econômico da Reserva Legal em pequenas propriedades*

Para pequenas propriedades (menores que quatro módulos fiscais), o manejo florestal madeireiro sustentável da RL, com propósito comercial direto ou indireto, depende de autorização simplificada do órgão ambiental competente. Já para a exploração eventual, sem propósito comercial direto ou indireto, o manejo sustentável da RL independe dessa autorização. Nesse caso, o volume de produtos madeireiros explorados deve-se limitar a 2 m³/ha e a 15 m³ por ano, não excedendo mais que 15 % da biomassa da vegetação da Reserva Legal

- *Uso Econômico da Reserva Legal em áreas agrícolas consolidadas*

Para as propriedades com déficit de área de RL, pode-se optar por realizar a recomposição da vegetação mediante plantio consorciado de espécies nativas com espécies exóticas ou frutíferas, de modo que a área ocupada pelas espécies exóticas não exceda 50 % da área total da RL. Obedecendo a esse critério, aos critérios estipulados pelo Sisnama e propondo-se a fazer a recomposição da vegetação com prazo de até 20 anos, abrangendo um décimo da área total a cada dois anos, o proprietário do imóvel terá direito à exploração econômica da RL.

3.2.2. PROPRIEDADES INSERIDAS NOS LIMITES DE UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL (UPI) E DE ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)

Em UPIs, como previsto pela Lei nº 9.985 de 12 de julho de 2000, admite-se apenas o uso indireto de seus recursos naturais, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais. Portanto, não foram sugeridos modelos de restauração com fins econômicos para áreas localizadas dentro dos limites de UPIs.

Por outro lado, em APAs, pertencente ao grupo das Unidades de Uso Sustentável, é permitida a exploração, desde que se garanta a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, como previsto na Lei nº 9.985 de 12 de julho de 2000. Entretanto, o método de exploração dos recursos naturais deve estar de acordo com o Plano de Manejo da APA, como determinado pelo Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002. Devido à necessidade de adequação do modelo às possibilidades de exploração previstas nos planos de manejo, não foram propostos modelos de restauração com fins econômicos para propriedades localizadas dentro dos limites de APAs.

3.2.3. CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DAS ESPÉCIES E DOS ARRANJOS ESPACIAIS

A escolha de um modelo de restauração com fins econômicos é realizada pela definição de três pontos fundamentais:

1. A necessidade econômica ou nutricional do produtor;
2. As espécies de interesse comercial a serem utilizadas;
3. O arranjo espacial do consórcio entre espécies nativas e de interesse econômico.

Dentre os três pontos mencionados, não serão abordados, nesse manual, critérios para avaliação das necessidades econômicas e/ou nutricionais, visto que são de cunho pessoal e até cultural, específicos de cada produtor.

Por sua vez, a escolha das espécies e do arranjo espacial depende de critérios de natureza técnica e legal (Tabela 13). Dentre esses critérios alguns não serão abordados neste manual, por serem muito específicos para cada situação em particular (Tabela 13). Dessa maneira, os critérios não abordados serão responsáveis por conferir flexibilidade aos modelos quanto à escolha das espécies, evitando a sugestão de modelos engessados, os quais podem não suprir as necessidades específicas do mercado e do produtor.

Tabela 13. Fatores que influenciam na escolha dos modelos de restauração com fins econômicos

NATUREZA DO CRITÉRIO	CRITÉRIO	IMPLICAÇÕES
Escolha das espécies de interesse comercial		
Técnica	Mercado*	Aceitação do produto explorado pelo mercado local ou regional
	Logística de transporte*	Custos de transporte dos produtos (frete). O escoamento dos produtos depende, principalmente, das condições das rodovias que ligam a propriedade ao destino final. Este fator pode interferir no preço final do produto e, conseqüentemente, na sua competitividade no mercado
	Domínio de tecnologias*	Realização correta do manejo da(s) cultura(s) e do beneficiamento do produto
	Infraestrutura da propriedade*	Correta adequação da propriedade para beneficiamento e armazenamento do produto, interferindo na qualidade do produto e no preço de produção
	Prazo de retorno financeiro	Tempo entre a implantação do projeto e a obtenção de lucro, definindo o montante de capital de giro inicial necessário
	Objetivo da exploração econômica (comercial ou subsistência)	Complexidade quanto ao número de espécies de interesse comercial.
	Adaptabilidade da espécie às características ambientais da área a ser restaurada	Sobrevivência e produtividade das espécies de interesse comercial
	Capacidade de suporte físico do solo (profundidade)	Possibilidade de uso de espécies de grande porte
Legal	Possibilidade do uso de espécies exóticas	Adequação do modelo às possibilidades previstas em lei.
	Possibilidade de exploração de produtos madeireiros	
Escolha do arranjo espacial		
Legal	Manutenção da função ecológica	Necessidade da não descaracterização da cobertura vegetal

*Fatores não considerados, neste manual, para a escolha do modelo de restauração com fins econômicos.

Dessa maneira, os critérios a serem utilizados para escolha do modelo de restauração com fins econômicos (espécies e arranjo) deverão ser considerados conforme descrito nos itens a seguir.

- *Escolha das espécies de interesse comercial*

O processo de escolha das espécies de interesse comercial, para determinação dos modelos de restauração com fins econômicos sugeridos neste manual, deverá ser feito de modo que se definam apenas a **estratégia de uso das espécies** e o **tipo de produto** (madeireiro ou não madeireiro) a ser explorado. Dessa maneira, são apresentados a seguir alguns critérios que servirão como diretrizes para a escolha das espécies pelo produtor:

- *Prazo de retorno financeiro*

Em qualquer situação, deve-se buscar reduzir ao máximo o prazo de retorno financeiro. Para isso, recomenda-se a utilização de espécies com retorno financeiro de curto, médio e longo prazo, sendo as de curto e médio prazo responsáveis pela receita da área nos primeiros anos após o início da restauração.

- *Objetivo de exploração econômica*

O objetivo da exploração econômica definirá a complexidade do modelo de restauração. Para este critério, consideram-se como de baixa complexidade os modelos em que se utiliza um reduzido número de espécies, visando facilitar o manejo da cultura, assim como a colheita e o beneficiamento dos produtos. Esse modelo é, portanto, indicado em caso de exploração com objetivo comercial, visto que a eficiência do sistema pode ser aumentada com a redução dos processos aplicados.

Os modelos de alta complexidade são aqueles em que se utiliza um grande número de espécies, buscando-se obter maior diversidade dos produtos explorados. Esse modelo é indicado para os casos em que o objetivo da exploração econômica é de subsistência, visto que ampliará o leque de produtos voltados ao consumo familiar. Além disso, todas as operações de manutenção e de colheita serão realizadas de acordo com a necessidade do produtor.

- *Capacidade de suporte físico do solo*

A capacidade de suporte físico do solo, neste manual, é representada apenas pela profundidade do solo. Esse atributo irá definir a possibilidade do uso de espécies madeireiras e frutíferas de grande porte.

A utilização dessas espécies é indicada apenas para áreas com solo profundo, o que possibilitará um correto desenvolvimento das raízes. Para a avaliação da profundidade, deve-se considerar a espessura da camada do solo desde a

superfície até o encontro com algum impedimento físico, como rocha ou laterita, determinando-se assim a profundidade efetiva.

Laterita é a cimentação das concreções ferruginosas, formando uma “laje” ferruginosa, muito parecida com uma rocha. A laterita é geralmente observada em Plintossolos, sendo caracterizada por seu aspecto conglomerado, dando a impressão de ser uma rocha avermelhada formada pela junção de diversas rochas menores (Figura 9).



FIGURA 9. Cimentação de concreções ferruginosas formando uma laterita.

Para um solo ser considerado “profundo”, deve apresentar uma profundidade efetiva de:

1. ≥ 50 cm, para solos bem drenados;
2. ≥ 100 cm, para solos com drenagem deficiente.

- *Possibilidade do uso de espécies exóticas*

As espécies exóticas devem ser utilizadas de acordo com as possibilidades previstas por lei, entretanto, nem sempre esse assunto é tratado com clareza pelo Código Florestal. As informações disponíveis quanto à possibilidade de uso de espécies exóticas são apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14. Situações em que a utilização de espécies exóticas é permitida pelo novo Código Florestal

SITUAÇÃO NO CÓDIGO FLORESTAL	TAMANHO DA PROPRIEDADE	OBJETIVO DA EXPLORAÇÃO	POSSIBILIDADE DO USO DE ESPÉCIES EXÓTICAS
APP em área agrícola consolidada	Pequena	Comercial e subsistência	A área recomposta por espécies exóticas não poderá exceder a 50 % da área total a ser recuperada
RL em área agrícola consolidada	Pequena	Comercial e subsistência	A área recomposta por espécies exóticas não poderá exceder a 50 % da área total a ser recuperada
RL fora de área agrícola consolidada	Pequena, média e grande	Comercial	Para o manejo florestal sustentável, o manejo das espécies exóticas deverá ser conduzido com adoção de medidas que favoreçam a regeneração das espécies nativas ^{1/}
		Subsistência	Não se menciona a possibilidade nem a proibição do uso de espécies exóticas

^{1/}Não é mencionada uma porcentagem máxima de cobertura da área por espécies exóticas. APP = Área de Preservação Permanente; RL = Reserva Legal.

Como definido no Art. 3º, inciso IV do Código Florestal (Lei 12.651/2012), a **área rural (ou agrícola) consolidada** é aquela com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris. Não há, entretanto, uma definição clara para o termo *agrossilvipastoril* no contexto legal, portanto, por ser mais lógico, interpretou-se o termo como *atividades agrícolas, silviculturais e/ou pecuárias realizadas em conjunto ou isoladamente*.

- Possibilidade da exploração de produtos madeireiros

Assim como a utilização de espécies exóticas, a exploração de produtos madeireiros deve ser realizada apenas nas áreas em que este tipo de atividade seja permitido pelo Código Florestal.

Para as áreas de RL, a exploração madeireira é permitida, de modo que o volume da exploração e a necessidade de solicitação de permissão para os órgãos competentes variam de acordo com o tamanho da propriedade e com o objetivo da exploração (comercial ou subsistência) (Tabela 15).

Tabela 15. Situações da Reserva Legal (RL) em que a exploração de produtos madeireiros é permitida pelo novo Código Florestal

SITUAÇÃO NO CÓDIGO FLORESTAL	TAMANHO DA PROPRIEDADE	OBJETIVO DA EXPLORAÇÃO	POSSIBILIDADE DE EXPLORAÇÃO DE PRODUTOS MADEIREIROS
RL sem área agrícola consolidada	Todos	Comercial	Manejo florestal sustentável da vegetação da reserva legal depende da autorização do órgão competente
RL sem área agrícola consolidada	Pequena e média	Subsistência	O manejo sustentável para a exploração florestal eventual sem propósito comercial, para consumo no próprio imóvel independe da autorização dos órgãos competentes, devendo apenas ser declarados previamente a motivação da exploração e o volume explorado, limitada a exploração anual de 20 m ³
RL sem área agrícola consolidada	Pequena	Subsistência	O manejo sustentável para a exploração florestal eventual sem propósito comercial, para consumo no próprio imóvel independe da autorização dos órgãos competentes, limitada a retirada anual de 2 m ³ /ha, não podendo compreender mais de 15 % da biomassa da RL, nem ser superior a 15 m ³ /ano
RL com área agrícola consolidada	-	-	Não é mencionada proibição ou a possibilidade de exploração de produtos madeireiros

Como mencionado anteriormente, as APPs devem cumprir uma função ambiental, a qual está diretamente ligada com a manutenção da cobertura vegetal. Dessa maneira, não é recomendada, neste manual, a exploração de produtos madeireiros em nenhum tipo de APP.

É mencionada no Art. 61-A, § 13, inciso I do Código Florestal (Lei 12.651/2012) a possibilidade de uso de **espécies lenhosas** em áreas agrícolas consolidadas em APP, o que pode ser uma brecha para interpretar a possibilidade de exploração de produtos madeireiros. No entanto, para fins botânicos, uma planta lenhosa é aquela capaz de produzir lenho (madeira) como tecido de suporte dos seus galhos, independentemente de seu potencial para a produção madeireira. Assim, visando a preservação da função ambiental das APPs, decidiu-se interpretar o referido texto considerando-se o conceito botânico de espécies lenhosas.

- *Adaptabilidade das espécies às características ambientais da área a ser restaurada*

O sucesso da exploração de produtos agroflorestais está, dentre outros fatores, relacionado com a adaptabilidade das espécies às características ambientais da área de restauração, principalmente no que diz respeito ao clima e à necessidade (ou tolerância) ao sombreamento. E a escolha de espécies não adaptadas às condições observadas em campo pode resultar em uma baixa produção ou mesmo na não sobrevivência dos indivíduos. Assim, são apresentadas a seguir algumas espécies utilizadas em sistemas agroflorestais (SAF) no estado do Tocantins, indicando a sua adaptabilidade às áreas em que ocorrem as Formações Florestais e Savânicas (Tabela 16).

Tabela 16. Espécies indicadas para realização da restauração com fins econômicos no estado do Tocantins, de acordo com a aptidão das formações savânicas e florestais

Espécie	Formação		Espécie	Formação	
	Savânica	Florestal		Savânica	Florestal
Madeireiras					
Eucalipto	X	X	Teca	X	X
Mogno africano	X	X	Mogno brasileiro	X	X
Não madeireiras perenes e semiperenes					
Abacate		X	Jenipapo		X
Açaí		X	Goiaba		X
Acerola		X	Graviola		X
Bacaba		X	Helicônia		X
Bacuri		X	Ingá		X
Banana		X	Jaca		X
Baru	X	X	Jambo		X
Biri-biri		X	Jambo-rosa		X
Cacau		X	Limão		X
Café arábica	X	X	Louro		X
Café conilon	X	X	Mangaba	X	X
Cagaita	X	X	Murici	X	X
Cajá	X	X	Pequi		X
Cajá-manga	X	X	Pimenta-rosa (Aroeira)	X	X
Caju	X	X	Pitomba		X
Cajuzinho	X	X	Puçá-preto	X	X
Canela-da-índia		X	Pupunha		X
Carambola		X	Seringueira		X
Castanha-do-pará		X	Tamarindo		X

Espécie	Formação		Espécie	Formação	
	Savânica	Florestal		Savânica	Florestal
Coco		X	Umbu-cajá	X	X
Cravo-da-índia		X	Urucum		X
Cupuaçu		X			
Não madeireiras anuais					
Abacaxi	X	X	Inhame	X	X
Abóbora	X	X	Jiló	X	X
Arroz-sequeiro	X	X	Mandioca	X	X
Cana-de-açúcar	X	X	Milho	X	X
Cebolinha	X	X	Pepino	X	X
Fava	X	X	Pimenta	X	X
Feijão	X	X	Quiabo	X	X
Hortelã	X	X	Taioba		X

- *Escolha do Arranjo Espacial*

O *arranjo espacial* consiste no modo em que as espécies nativas e de interesse comercial serão distribuídas na área em restauração. De modo geral, a disposição das espécies está ligada à possibilidade de descaracterização da cobertura vegetal, podendo-se dividir os arranjos espaciais em dois grupos:

1. **Plantio consorciado:** as espécies de interesse comercial ocupam a mesma área das espécies nativas, não havendo diferenciação de áreas de exploração comercial e área de preservação. Este tipo de arranjo é interessante para as áreas em que não se pode descaracterizar a cobertura vegetal.
2. **Plantio intercalado:** nesse arranjo há a separação em áreas distintas de plantio das espécies de interesse comercial e de preservação, podendo haver a descaracterização temporária da cobertura da vegetação na área de exploração comercial. Por outro lado, na área de plantio de espécies de preservação não há impedimento legal para a exploração da vegetação nativa que a compõe, desde que não haja a descaracterização da cobertura vegetal.

O Código Florestal (Lei 12.651/2012) não traz uma definição clara sobre o termo *descaracterização da cobertura vegetal*. Dessa maneira, optou-se por interpretar o referido termo como a *descaracterização da disposição dos estratos vegetais característicos de cada fitofisionomia ou, ainda, o raleamento da vegetação*. Assim, descartou-se a exploração madeireira, mesmo que seletiva, nas áreas em que a manutenção das características da cobertura vegetal é obrigatória, exceto para os casos em que, de forma explícita, há a possibilidade prevista por lei.

Como previsto no Código Florestal, deve haver a manutenção das características da cobertura vegetal nas APPs e RLs não contidas em áreas agrícolas consolidadas. Portanto, para essas áreas sugere-se a adoção do plantio consorciado entre espécies de interesse comercial e nativas.

Essa obrigatoriedade não é prevista para as áreas agrícolas consolidadas, sendo inclusive citada a possibilidade de plantio intercalado. Entretanto, visto a

importância da função ambiental das APPs, é **recomendado** nesse manual que se adote para essas áreas, mesmo que contenham áreas agrícolas consolidadas, o plantio consorciado. Contudo, é importante salientar que não existe nenhum impedimento legal para a adoção do plantio intercalado em APPs localizadas em áreas agrícolas consolidadas.

3.2.4. ARRANJOS ESPACIAIS SUGERIDOS

Visto a necessidade de adoção de, no mínimo, dois tipos de plantio para que se englobem as possibilidades previstas no Código Florestal, são apresentados a seguir dois arranjos espaciais baseados na premissa da conservação (ou não) das características da cobertura vegetal: (I) arranjo sucessional e (II) arranjo em faixas.

- *Arranjo Sucessional*

O arranjo sucessional é sugerido para as áreas em que se pretende realizar o plantio consorciado. O nome sucessional é atribuído a esse arranjo por ele ser composto por dois arranjos espaciais que se sucedem:

1. Arranjo em faixa (cultivo em aleias), na fase inicial.
2. Arranjo multiestratificado, na fase final.

O arranjo em faixas, ou cultivo em aleias, é adotado na fase inicial da implantação do projeto de restauração. Nessa fase, a introdução de espécies perenes é realizada utilizando-se espaçamento de 2 x 3 m. Assim, devido ao crescimento incipiente das mudas (ou plântulas), há uma baixa porcentagem da cobertura do solo pela copa dos indivíduos arbóreos e/ou arbustivos.

As **espécies perenes** citadas nesse item podem ser compostas exclusivamente por nativas ou pelo consórcio entre nativas e exóticas, dependendo das possibilidades previstas pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012). Para a restauração com arranjo sucessional é fundamental que sejam escolhidas espécies perenes com interesse econômico, visto que serão responsáveis pela geração de receita na segunda fase (arranjo multiestrato) da exploração agroflorestal.

Dessa maneira, a proteção física do solo exposto torna-se essencial nos primeiros anos após o plantio, visando, principalmente, diminuir os processos erosivos. A cobertura do solo pode ser feita por espécies anuais (ciclo curto) de interesse econômico, conciliando o fornecimento da proteção física do solo e o retorno financeiro em curto prazo. Com isso, pode-se afirmar que, no cultivo em aleias, o manejo das espécies anuais é realizado do modo a favorecer o desenvolvimento das espécies perenes.

A escolha das espécies anuais a serem cultivadas nas entrelinhas das espécies perenes deve ficar a critério do produtor, entretanto, deve-se sempre buscar uma boa interação entre os dois grupos de espécies, de modo que nunca se desfavoreça o desenvolvimento das perenes em favor do desenvolvimento das

espécies anuais. Uma boa alternativa seria o cultivo consorciado entre milho e espécies leguminosas de adubação verde (Figura 10), visto que, além do retorno financeiro, será promovida uma melhoria das características físicas e químicas do solo, favorecendo ainda mais o desenvolvimento das espécies perenes.

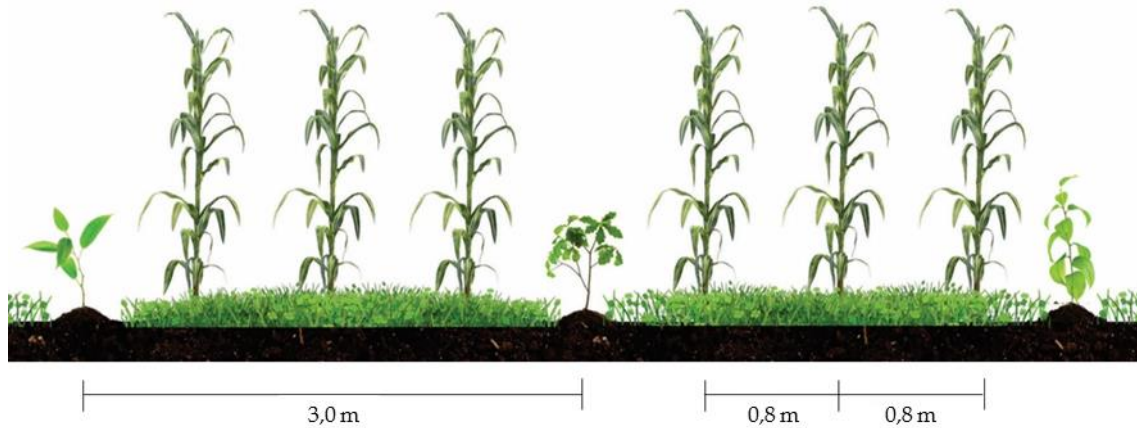


FIGURA 10. Exemplo de cultivo em aleias, com o consórcio de milho e espécies de adubação verde nas entrelinhas do plantio das espécies nativas.

As espécies anuais podem ser utilizadas até o momento em que o sombreamento provocado pela copa das árvores torne o seu cultivo economicamente inviável. A partir desse momento, haverá o abandono do cultivo em faixas e a adoção do arranjo multiestrato, em que o retorno financeiro será proveniente da exploração das espécies perenes.

O arranjo multiestrato, por sua vez, é um sistema de exploração florestal em que se procura preservar a estrutura (estratos) característica da vegetação que compõe a fitofisionomia original, garantindo assim que não haja uma descaracterização da cobertura vegetal da área em restauração. Em uma área de Formação Florestal, por exemplo, as espécies perenes deverão formar, ao menos, dois estratos (Figura 11), podendo a exploração florestal ser realizada em apenas um deles ou em ambos.



FIGURA 11. Esquema de arranjo multiestrato para Formações Florestais.

Pode-se ainda utilizar espécies de ciclo curto, tolerantes ou adaptadas ao sombreamento, de forma que não haja a descaracterização dos estratos que compõem a vegetação, como, por exemplo, a taioba ou a helicônia.

- *Arranjo em Faixas*

O arranjo em faixas é indicado para as áreas onde é permitido do ponto de vista legal realizar o plantio intercalado de espécies nativas (faixa de nativas) e de interesse comercial (faixa de plantio comercial). Recomenda-se que as faixas de plantio tenham largura mínima de 15 m, visando diminuir o sombreamento na faixa de plantio comercial provocado pela faixa de nativas.

É importante também que se preserve uma faixa de nativas em posição perpendicular às demais, a qual cumprirá o papel de corredor ecológico, facilitando o fluxo da fauna silvestre (Figura 12). Uma variação mais orgânica do arranjo em faixas, do ponto de vista de circulação da fauna na área, pode ser conseguida realizando-se o plantio comercial em áreas circulares intercaladas dentro de um polígono formado pelo plantio de espécies nativas (Figura 13). Esse modelo seria ainda uma boa alternativa para os casos em que se pretende realizar irrigação da área de cultivo comercial por meio de pivô central, visto que o formato circular possibilitaria o melhor aproveitamento do sistema de irrigação.

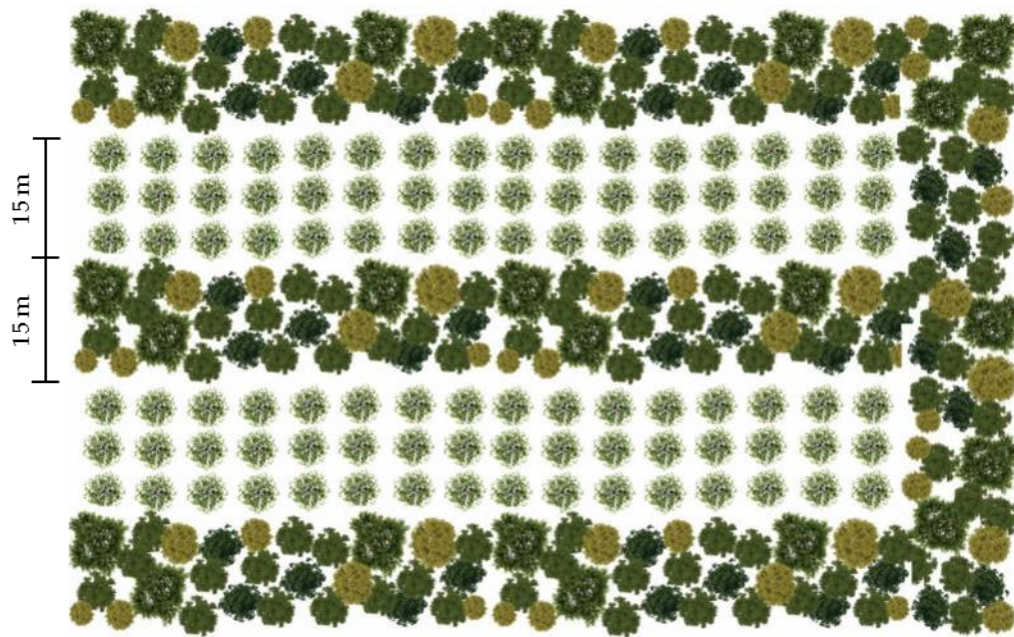


FIGURA 12. Esquema de restauração com fins econômicos com arranjo em faixas.

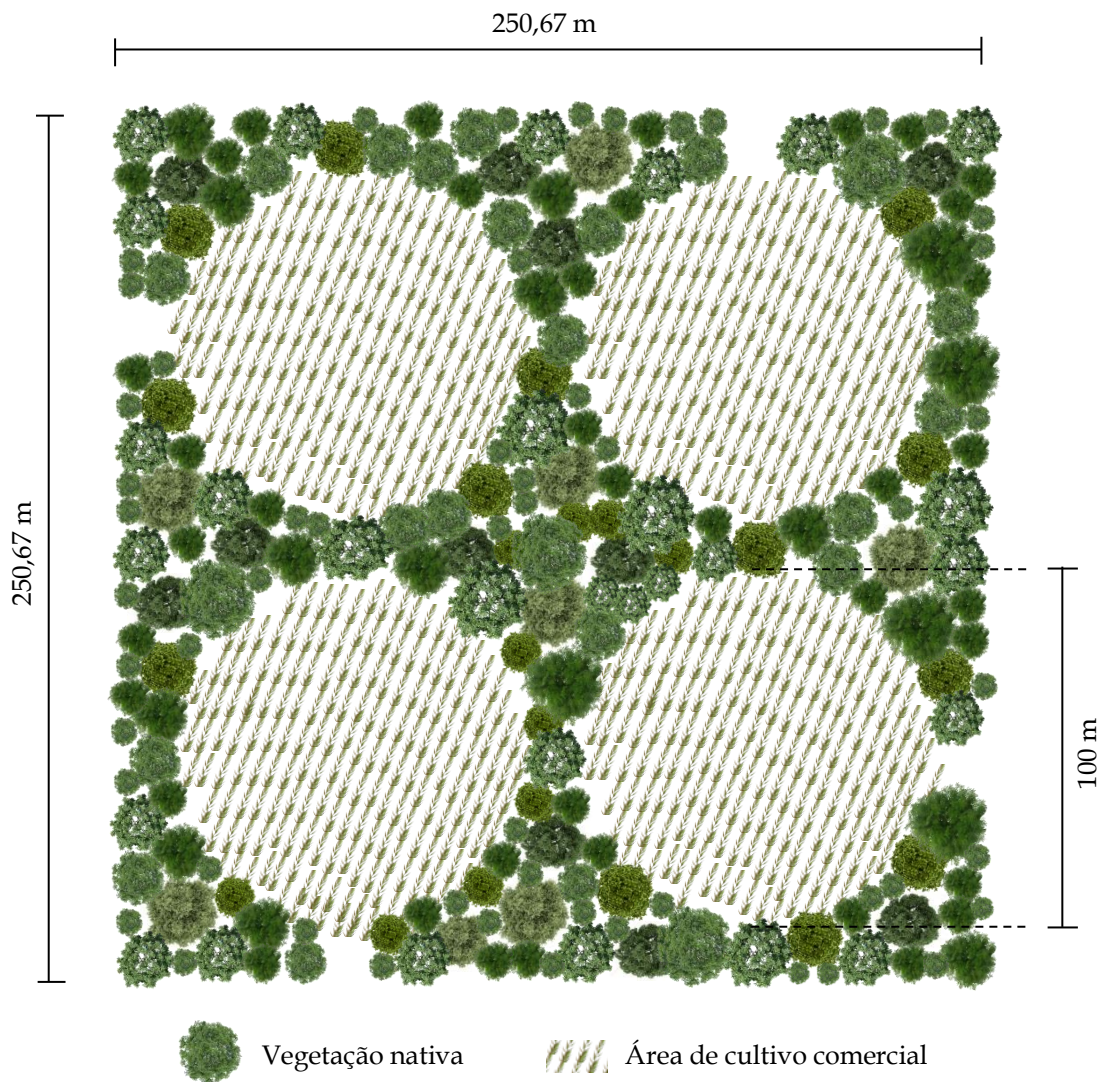


FIGURA 13. Esquema de restauração com fins econômicos com arranjo áreas circulares.

Para o arranjo em faixas, as espécies que irão compor as áreas de plantio comercial podem ser nativas ou não, e o número de espécies irá depender da *complexidade* desejada para o sistema. Como exemplos, pode-se citar o consórcio de cana-de-açúcar, cupuaçu e cajá (Figura 14), em que a primeira será responsável pelo retorno financeiro em curto prazo, enquanto os dois últimos, responsáveis pelo retorno financeiro em longo prazo, apresentarão uma interação simbiótica, devido ao sombreamento do cupuaçuzeiro pela cajazeira.

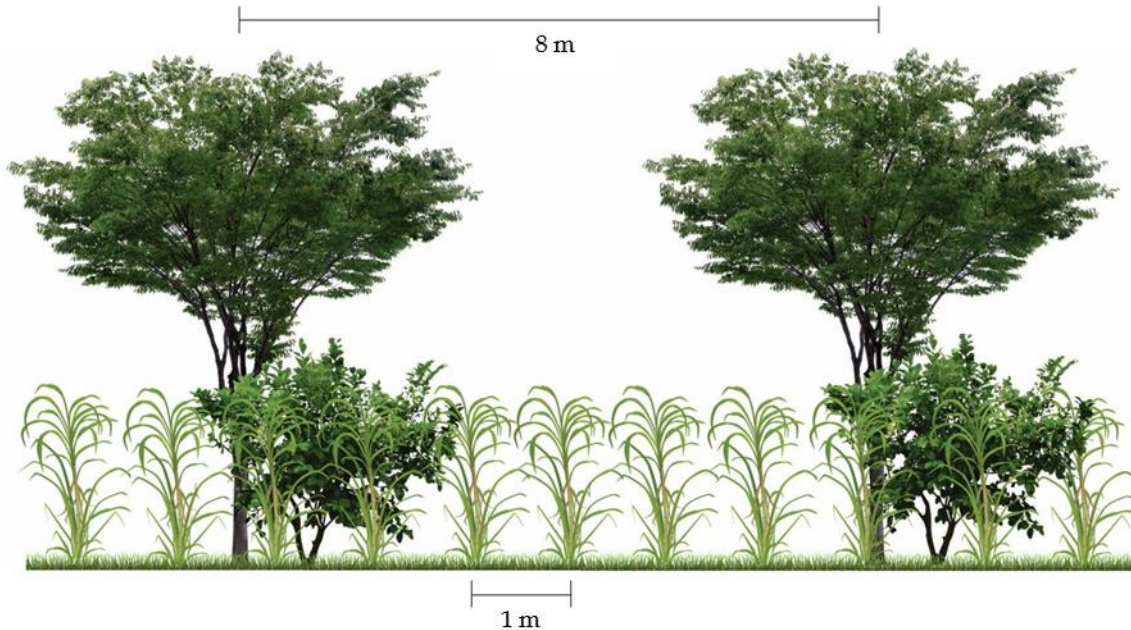


FIGURA 14. Esquema de consórcio de cana-de-açúcar, cajá e cupuaçu para faixa de plantio comercial em restauração com fins econômicos com arranjo em faixas.

Independentemente das espécies escolhidas para compor a faixa de plantio comercial, deve-se manter uma cobertura vegetal constante. Para as áreas em que a colheita dos produtos resulte no descobrimento do solo, deverão ser introduzidas espécies de adubação verde, as quais deverão ser mantidas até que haja um novo recobrimento pelas espécies comerciais. É importante ainda que se utilize a adubação verde na fase implantação do projeto, visando promover uma rápida cobertura do solo, além de uma melhoria das suas características físicas e químicas.

Na faixa de nativas, poderá ainda ser realizada a exploração de produtos florestais não madeireiros, de modo que não descaracterize a cobertura vegetal. Essa exploração pode, por exemplo, ser feita por meio da adoção de um sistema multiestrato composto exclusivamente por espécies nativas.

3.2.5. ESCOLHA DO MODELO DE RESTAURAÇÃO COM FINS ECONÔMICOS

Como abordado anteriormente, o objetivo desse manual é propor modelos de restauração com fins econômicos que sejam mais flexíveis possível, principalmente no que diz respeito à escolha das espécies de interesse comercial. Dessa maneira, os modelos aqui propostos são, em suma, uma

combinação de possibilidades de cunho técnico e legal, que servirá como diretriz para a elaboração do projeto de restauração.

Assim, a definição do modelo que melhor se aplica a cada situação observada em campo pode ser realizada com o auxílio da *chave de intervenção* para restauração com fins econômicos (Tabela 17), sendo as possibilidades inerentes a cada modelo apresentadas na Tabela 18.

Tabela 17. Chave de intervenção para restauração com fins econômicos

SITUAÇÃO NO CF	UPI	APA	TAMANHO DA PROPRIEDADE	ÁREA AGRÍCOLA CONSOLIDADA	OBJETIVO	SOLO	MODELO	OBSERVAÇÕES	
APP	Sim	-	-	-	-	-	-	Verificar Plano de Manejo da UPI	
	Não	Sim	-	-	-	-	-	Verificar Plano de Manejo da APA	
		Não	Não	Pequena	Não	Comercial	Raso	Modelo 01	Exploração de produtos madeireiros não se aplica para esse caso
						Profundo	Modelo 02		
					Subsistência	Raso	Modelo 03	Exploração de produtos madeireiros não se aplica para esse caso	
						Profundo	Modelo 04		
				Sim	Comercial	Raso	Modelo 05	Exploração de produtos madeireiros não se aplica para esse caso	
						Profundo	Modelo 06		
					Subsistência	Raso	Modelo 07	Exploração econômica em APP não se aplica para esse caso	
						Profundo	Modelo 08		
		Média e Grande	Não	-	-	-	Não foi considerada a exploração para fins de subsistência em grandes e médias propriedades		
				Sim	Comercial	Raso	Modelo 01	Exploração de produtos madeireiros não se aplica para esse caso	
			Profundo		Modelo 02				
			Subsistência	Raso	Modelo 03	Exploração de produtos madeireiros não se aplica para esse caso			
		Profundo		Modelo 04					
		RL	Sim	-	-	-	-	-	-
Não	Sim		-	-	-	-	-	Verificar Plano de Manejo da APA	
	Não		Não	Pequena	Não	Comercial	Raso	Modelo 09	Manejo florestal madeireiro sustentável depende da autorização simplificada o órgão ambiental
						Profundo	Modelo 10		
					Subsistência	Raso	Modelo 11	Exploração de produtos madeireiros: ≤15 m ³ /ano; ≤2 m ³ /ha; ≤15 % da biomassa total	
						Profundo	Modelo 12		
				Sim	Comercial	Raso	Modelo 13		
						Profundo	Modelo 14		
					Subsistência	Raso	Modelo 15		
						Profundo	Modelo 16		
	Média e Grande		Não	Comercial	Raso	Modelo 17	Manejo florestal madeireiro sustentável depende da autorização do órgão competente		
				Profundo	Modelo 18				
			Subsistência	Raso	Modelo 19	Exploração de produtos madeireiros: até 20 m ³ /ano independe da aprovação do órgão ambiental			
				Profundo	Modelo 20				
	Sim		Comercial	Raso	Modelo 13				
				Profundo	Modelo 14				
Subsistência		Raso	Modelo 15						
		Profundo	Modelo 16						

CF = código florestal (Lei Federal nº 12.561 de 25 de maio de 2012); UPI = propriedade localizada em Unidade de Proteção Integral; APA = propriedade localizada em Área de Proteção Ambiental; **Objetivo** = objetivo da exploração econômica; **APP** = Área de Preservação Permanente; **RL** = Reserva Legal; **Grande** = propriedade com área maior que quatro módulos fiscais; **Pequena** = Propriedade com área menor ou igual a quatro módulos fiscais.

Tabela 18. Conjunto de possibilidades inerentes a cada modelo de restauração com fins econômicos

MODELO	ARRANJO	USO DE ESPÉCIES EXÓTICAS	USO DE ESPÉCIES DE GRANDE PORTE	COMPLEXIDADE QUANTO AO NÚMERO DE ESPÉCIES
Modelo 01	Sucessional	Não	Não	Baixa
Modelo 02	Sucessional	Não	Sim	Baixa
Modelo 03	Sucessional	Não	Não	Alta
Modelo 04	Sucessional	Não	Sim	Alta
Modelo 05	Faixas ^{1/}	≤50 % ^{2/}	Não	Baixa
Modelo 06	Faixas ^{1/}	≤50 % ^{2/}	Sim	Baixa
Modelo 07	Faixas ^{1/}	≤50 % ^{2/}	Não	Alta
Modelo 08	Faixas ^{1/}	≤50 % ^{2/}	Sim	Alta
Modelo 09	Faixas	Sim ^{3/}	Não	Baixa
Modelo 10	Faixas	Sim ^{3/}	Sim	Baixa
Modelo 11	Faixas	Sim ^{3/}	Não	Alta
Modelo 12	Faixas	Sim ^{3/}	Sim	Alta
Modelo 13	Faixas	≤50 % ^{4/}	Não	Baixa
Modelo 14	Faixas	≤50 % ^{4/}	Sim	Baixa
Modelo 15	Faixas	≤50 % ^{4/}	Não	Alta
Modelo 16	Faixas	≤50 % ^{4/}	Sim	Alta
Modelo 17	Sucessional	Sim ^{5/}	Não	Baixa
Modelo 18	Sucessional	Sim ^{5/}	Sim	Baixa
Modelo 19	Sucessional	- ^{6/}	Não	Alta
Modelo 20	Sucessional	- ^{6/}	Sim	Alta

^{1/}Embora haja a possibilidade legal para a implantação de um sistema em faixas, recomenda-se que se adote o sistema sucessional, visto a importância da função ambiental da APP; ^{2/}Espécies exóticas lenhosas, perenes e de ciclo longo; ^{3/}Espécies exóticas arbóreas (não é mencionado pelo Código Florestal um limite máximo de porcentagem de área a ser coberta pelas espécies exóticas); ^{4/}Não há restrição quanto ao tipo de espécies exóticas a serem utilizadas; ^{5/}Não é especificado pelo Código Florestal o tipo de espécies exóticas a serem utilizadas, assim como o limite máximo de porcentagem de área a ser coberta pelas espécies exóticas; ^{6/}Não é especificado pelo Código Florestal. **Baixa complexidade** = utilização de espécies comerciais em número reduzido; **Alta complexidade** = utilização do maior número de espécies possíveis, de acordo com a necessidade do produtor.

Diante da não especificidade do Código Florestal quanto ao uso de espécie exóticas, nos casos citados na Tabela 18, recomenda-se que:

- i - Quando não é especificado o tipo de espécie exótica, utilizar espécies arbóreas (modelos 17 e 18);
- ii - Quando não é especificada a porcentagem da área a ser recoberta por espécies arbóreas, adotar o limite máximo de 50 % (modelos 09, 10, 11, 12, 17 e 18);
- iii - No caso dos modelos 19 e 20, não é explicitado pelo Código Florestal a possibilidade ou a proibição de utilização de espécies exóticas. Entretanto, assim como para fins comerciais, pode haver uma exploração econômica por meio de um manejo sustentável. Dessa maneira, subentende-se que a exploração da RL para fins de subsistência (modelos 19 e 20) pode seguir os mesmos critérios determinados para fins comerciais (modelos 17 e 18).



Capítulo 4

DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS OPERACIONAIS

4. DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS OPERACIONAIS

As técnicas operacionais necessárias para a implantação dos modelos de restauração descritas nesse item são agrupadas de acordo com as seguintes etapas:

1. Isolamento
2. Controle de erosão
3. Preparo da área
4. Introdução de espécies nativas
5. Manutenção
6. Operações facultativas

Em cada etapa, são descritas todas as operações possíveis, devendo, o produtor ou o técnico responsável, selecionar as que compõem o modelo de restauração adotado.

4.1. ISOLAMENTO

A etapa de isolamento consiste na abertura de aceiros e no cercamento da área. Essas operações tem a função de isolar as áreas em restauração contra a entrada de fogo e de animais domésticos de médio e grande porte, respectivamente, sendo esses os fatores de degradação mais comumente encontrados nas áreas em restauração.

Contudo, esta etapa não deve estar restrita a essas duas técnicas operacionais, devendo-se tomar as medidas cabíveis para os casos em que se observe a presença de outros fatores de degradação os quais exijam outros métodos de isolamento.

4.1.1. ABERTURA DE ACEIROS

A primeira operação a ser realizada na etapa de isolamento é a abertura de aceiros. O aceiro é uma faixa de terreno sem vegetação que contorna a área em restauração e impede a entrada de fogo externo. A realização dessa operação é fundamental, principalmente para as áreas de Cerrado, devido à maior frequência de incêndios se comparadas com as áreas de floresta.

Os aceiros devem ter a largura mínima de 4 m, devendo-se aumentar para 12 m nas áreas com histórico recente de incêndios. A retirada da vegetação das faixas que compõem os aceiros pode ser feita por meio de capina manual, de raspagem do solo com trator acoplado de lâmina frontal ou ainda pelo revolvimento do solo aração ou gradagem leve. É importante que se retire todo o material vegetal capinado da área do aceiro, relocando-o para o interior da área em restauração, onde pode ser aproveitado como cobertura morta, pois, caso contrário, pode servir como ponte para a entrada do fogo.

4.1.2. CERCAMENTO

O cercamento deverá ser feito após a abertura dos aceiros, pois em caso contrário, a construção da cerca seria dificultada pela presença da vegetação, enquanto a abertura dos aceiros seria dificultada pela presença da cerca. A cerca deve estar posicionada no centro do aceiro, com o objetivo de proteger as estacas contra uma eventual presença de fogo (Figura 15).



FIGURA 15. Construção de cerca com estacas de sabiá, posicionada no centro do aceiro anteriormente à limpeza do material vegetal residual da capina.

As estacas da cerca podem ser de eucalipto tratado ou de sabiá (sansão-do-campo), com 2,2 m de altura e diâmetro entre 8 e 10 cm. É recomendado que as estacas tenham espaçamento de 2,5 m, sendo enterradas em uma profundidade de 60 a 70 cm, permanecendo, no mínimo, 1,5 m acima do nível do solo. Para evitar o rachamento das estacas de eucalipto, seja no momento do grampeamento dos fios de arame ou pelos ciclos de dilatação da madeira ao passar do tempo, podem-se utilizar conectores anti-racha, os quais devem ser fixados nos cumes das estacas.

Recomenda-se ainda a utilização de mourões esticadores, em cada vértice ou a cada 60 m lineares de cerca. Esses mourões devem ter 2,5 m de altura e diâmetro variando entre 14 e 20 cm, devendo ser enterrados no solo em uma profundidade de 80 a 100 cm, permanecendo, ao menos, 1,5 m acima do nível do solo.

Para a construção da cerca, sugere-se a utilização de arame farpado, devido à sua maior eficiência para a contenção dos animais. Entretanto, devido ao menor preço, pode-se optar pela utilização do arame liso. A quantidade de fios de

arame a ser utilizada dependerá do objetivo da cerca. Se a finalidade da cerca for impedir a entrada de animais de grande porte, como gado ou cavalos, recomenda-se a utilização de quatro fios espaçados em 30 cm (Figura 16).



FIGURA 16. Esquema para construção de cerca para isolamento contra a entrada de animais de grande porte.

Quando o objetivo for impedir a entrada de animais de médio porte, como caprinos e ovinos, recomenda-se a utilização de oito fios de arame com espaçamento crescente da base ao topo (Figura 17).

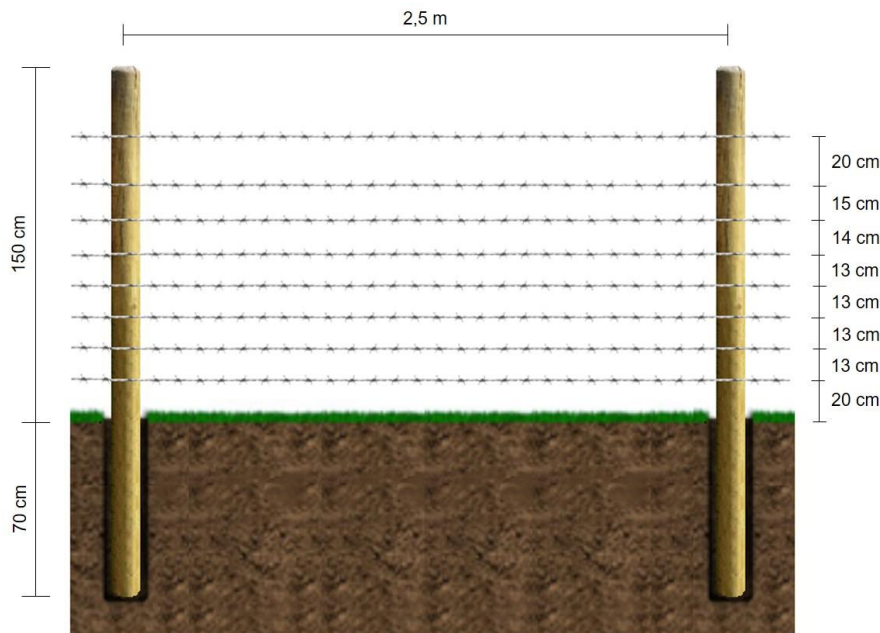


FIGURA 17. Esquema para construção de cerca para isolamento contra a entrada de animais de médio porte.

Embora o cercamento seja indicado para todos os modelos de restauração, sua utilização pode ser descartada para os casos onde se tenha absoluta certeza de que não há a possibilidade de entrada de animais. Para esses casos, deve-se realizar um monitoramento constante a fim de se constatar que, de fato, não está havendo a presença de animais na área.

4.2. CONTROLE DE EROSÃO

O controle de erosão é uma das etapas mais importantes para se garantir o sucesso da restauração. Áreas com presença de processos erosivos estão susceptíveis ao carreamento da camada superficial do solo, a qual apresenta, geralmente, os maiores teores de matéria orgânica e nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas. Os principais tipos de erosão observados são a laminar, em sulcos, ravinas e voçorocas as quais requerem métodos de controle distintos.

4.2.1. CONTROLE DE EROSÃO LAMINAR E EM SULCOS

A erosão laminar (Figura 18) é caracterizada pelo carreamento da camada superior do solo pela percolação superficial das águas da chuva. A espessura da camada de solo carregada varia, geralmente, de poucos centímetros até à profundidade correspondente ao horizonte superficial do solo (horizonte A), levando à exposição do horizonte B. A água percolada superficialmente pode ainda se concentrar em um caminho preferencial, formando sulcos de erosão, levando à ocorrência de dois processos erosivos simultâneos na mesma área.



FIGURA 18. Sinal de erosão laminar ocorrendo em forma de um caminho preferencial (seta amarela), podendo evoluir para uma erosão em sulco, caso não se realize o controle.

A perda de solos por erosão laminar pode ser mitigada pela construção de terraços, que terão como finalidade diminuir a velocidade do escoamento superficial e promover a infiltração da água no solo (terraços em nível) ou

disciplinar o escoamento superficial da água, redirecionando-a para canais de drenagem (terraços em desnível).

O dimensionamento dos espaçamentos verticais e horizontais, da largura da faixa de movimentação de terra (canal e camalhão) e da seção transversal mínima do camalhão dependerá de diversos fatores específicos para cada área, como declividade do terreno, textura do solo, coeficiente de escoamento superficial, chuva máxima acumulada para um período de 24 horas com tempo de retorno de 10 anos, dentre outros. Devido a essa complexidade de fatores, não é possível recomendar um dimensionamento genérico para terraços, sendo necessária a avaliação de um profissional técnico habilitado.

Quanto aos sulcos de erosão, o controle pode ser realizado apenas pelo desvio do fluxo de água na cabeceira dos sulcos, redirecionando-a para fora do seu caminho preferencial.

Mesmo realizando as técnicas de controle recomendadas, é fundamental que se mantenha uma cobertura do solo permanente, seja pela própria vegetação nativa, pelo plantio de espécies de adubação verde ou pela disposição de uma cobertura morta.

4.2.2. CONTROLE DE VOÇOROCAS E RAVINAS

As voçorocas e as ravinas são tipos de erosão bastante similares em uma avaliação visual, sendo a principal diferença entre elas a origem do processo erosivo. As técnicas de recuperação de voçorocas e ravinas são praticamente as mesmas, portanto, será feita uma abordagem conjunta para esses dois tipos de erosão.

Para que as técnicas sugeridas sejam aplicadas com ciência dos fatos, deve-se primeiro entender como esses tipos de erosão são formados. A ravina é, em suma, uma evolução de uma erosão em sulco, formada exclusivamente pela dissecação do terreno pela ação do escoamento superficial da água. A voçoroca, por sua vez, é formada tanto pela dissecação do terreno pelo escoamento da água superficial, quanto pelo carreamento das camadas mais profundas do solo pelo afloramento de água subsuperficial. Dessa maneira, a principal diferença entre as técnicas de recuperação é a obrigatoriedade da construção de drenos subsuperficiais para as voçorocas (Tabela 19).

Embora não haja, teoricamente, a necessidade da **construção de drenos** para drenagem da água subsuperficial no **controle de ravinas**, deve-se estar ciente de que pode haver um acúmulo de água na parte mais profunda da erosão, proveniente da captação de água pelos taludes ou mesmo da entrada de água superficial residual. Dessa maneira, poderá haver a continuidade do processo erosivo, mesmo que em menor intensidade. Caso esse comportamento seja observado, se torna necessária a construção de um dreno no fundo da ravina.

Tabela 19. Etapas do controle de voçorocas e ravinas

TIPO DE EROSÃO	DESCRIÇÃO DA EROSÃO	ETAPAS DE CONTROLE DA EROSÃO
Voçoroca	Dissecação do terreno devido ao carreamento do solo pela ação da água superficial e subsuperficial	<ul style="list-style-type: none"> • Redirecionamento do escoamento superficial; • Drenagem da água subsuperficial; • Estabilização das encostas; • Retenção dos sedimentos; • Revegetação.
Ravinas	Dissecação do terreno devido ao carreamento do solo apenas pela ação da água superficial	<ul style="list-style-type: none"> • Redirecionamento do escoamento superficial; • Estabilização das encostas; • Retenção dos sedimentos; • Revegetação.

- *Redirecionamento do Escoamento Superficial*

O redirecionamento do escoamento superficial deve ser feito pela abertura de duas canaletas, 10 metros acima do início da erosão (montante), espaçadas entre si por uma distância de 10 m (Figura 19). Essas canaletas, com largura de 50 cm e profundidade entre 50 e 80 cm, servirão não apenas para redirecionar a água, mas também para aumentar a infiltração da água no solo.

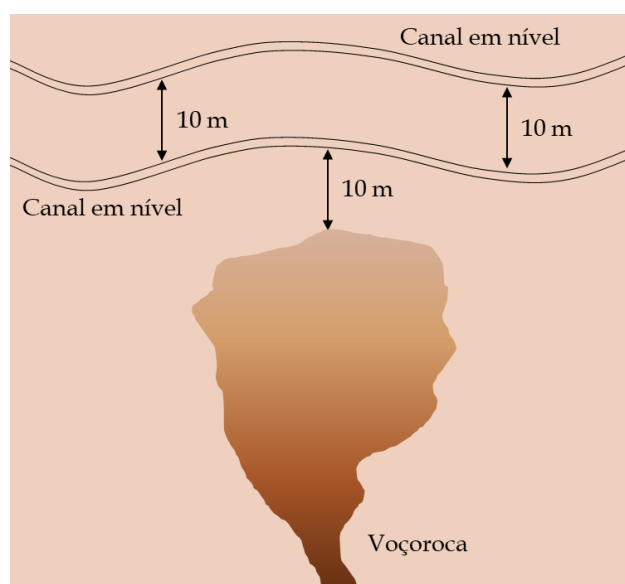


FIGURA 19. Representação da alocação dos canais para redirecionamento do escoamento superficial.

- *Drenagem da Água Subsuperficial*

Quando houver a presença de afloramentos de água subterrânea no interior da voçoroca, recomenda-se realizar a implantação de drenos subterrâneos do tipo espinha de peixe, com drenos laterais ligados por caixa de passagem a cada 100 m (Figura 20). Estes drenos podem ser feitos de vários materiais, como pedra,

feixes de bambu ou material geotêxtil, devendo ser suficientemente grandes para comportar toda a água aflorada.

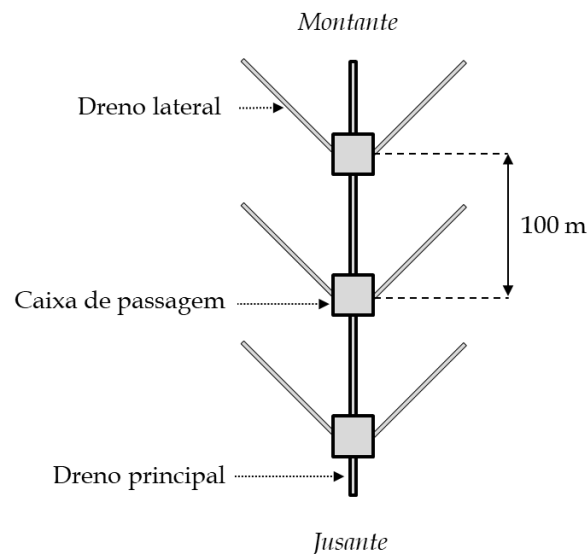


FIGURA 20. Representação esquemática do dreno subterrâneo do tipo espinha de peixe.

- ***Estabilização das Encostas***

A estabilização das encostas consiste na suavização das paredes internas de modo que a declividade final seja igual ou inferior a 45° . Caso a área da voçoroca seja demasiadamente pequena para a suavização das paredes internas, recomenda-se que se faça um retaludamento por meio da construção de taludes e patamares (bermas) (Figura 21). As bermas devem ser ligeiramente inclinadas (declive máximo de 2 %), de modo que escoe a água em direção à base do talude superior, redirecionando-a, posteriormente, para as estruturas de drenagem, por meio de uma canaleta.

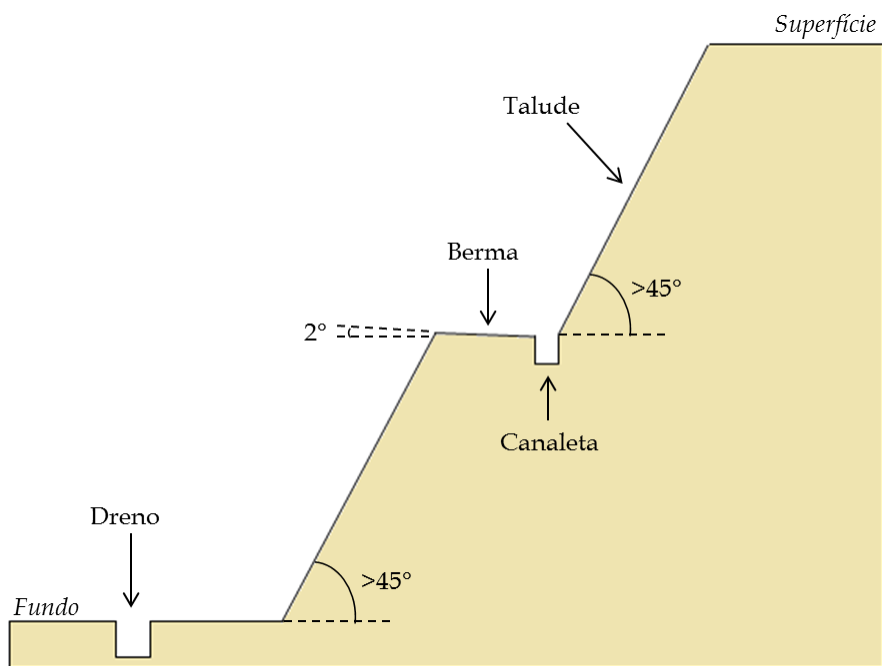


FIGURA 21. Componentes do retaludamento da parede interna da voçoroca, aplicado nos casos em que não é possível suavizar as paredes internas para uma declividade inferior a 45°.

- *Retenção dos Sedimentos*

A retenção de sedimentos é realizada por meio da implantação de uma paliçada de bambu (Figura 22). Para a implantação da paliçada devem-se fixar mourões de bambu ou eucalipto a jusante da voçoroca, enterrados cerca de 50 cm no solo. Após a fixação dos mourões, deve-se fazer um "muro" com estacas de bambu posicionadas horizontalmente e amarradas nos mourões com fios arame. É necessário ainda que se faça um empilhamento de sacos de ráfia preenchidos com terra, a jusante da paliçada, que servirá para amortecer o impacto da água que a atravessa.

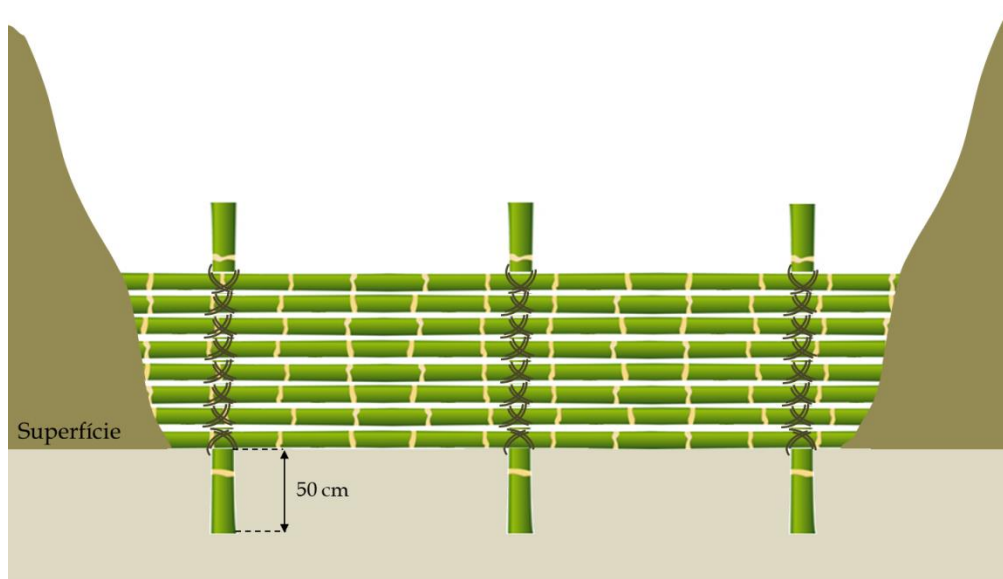


FIGURA 22. Esquema representativo da implantação da paliçada.

- *Revegetação*

Por último, deve-se fazer a revegetação da voçoroca (ou ravina). No fundo da voçoroca, recomenda-se plantar espécies arbóreas de rápido crescimento, enquanto os taludes devem ser revegetados com espécies de pequeno porte. Para a revegetação dos taludes, é recomendada a utilização de hidrossemeadura e, se possível, revestimento com biomanta. Para o microcoveamento realizado antes da hidrossemeadura, recomenda-se a abertura de covas com área de 25 a 100 cm², feitas em linhas perpendiculares à declividade do terreno. O espaçamento recomendado é de 10 a 20 cm entre covas e de 20 cm entre linhas. O recobrimento do talude com biomanta deve ser considerado em casos de taludes muito íngremes, sujeitos a deslizamentos. Recomenda-se ainda a revegetação do solo a montante da voçoroca, entre as linhas de drenagem, com objetivo de aumentar a rugosidade da superfície e favorecer a infiltração da água no solo.

4.3. PREPARO DA ÁREA

4.3.1. CONTROLE DE MATOCOMPETIÇÃO

O controle de espécies invasoras da área em restauração pode ser realizado por meio de roçada ou gradagem, o que contribui para diminuir a capacidade de competição destas espécies por água e nutrientes. No momento da roçada, deve-se observar se há a presença de indivíduos regenerantes, os quais irão auxiliar na recuperação da área, evitando-se a retirada desses indivíduos.

- *Controle por Roçada*

A roçada poderá ser realizada de modo mecanizado, semi-mecanizado ou manual, dependendo da topografia do terreno e das espécies vegetais presentes na área. A roçada mecanizada poderá ser feita em áreas com relevo suficientemente plano para a utilização de máquinas agrícolas, além de apresentar ausência ou baixa densidade de indivíduos regenerantes. Nas áreas com declividade do terreno e/ou densidade de indivíduos regenerantes suficientemente altas para inviabilizar a roçada mecanizada, recomenda-se a realização de roçada semi-mecanizada ou manual, com moto-roçadeira costal ou foice roçadeira, respectivamente.

- *Controle por Gradagem*

O controle de matocompetição por gradagem, recomendado especialmente para áreas ocupadas com gramíneas exóticas, deve ser realizado por meio de gradagens leves sucessivas. Para isto, a primeira gradagem deve ser realizada ainda no período seco, com o objetivo de causar a maior injúria possível nas raízes das gramíneas exóticas. A segunda gradagem deve ser realizada no início das chuvas, quando houver a brotação das sementes remanescentes na

superfície do solo. Recomenda-se realizar uma terceira gradagem antes do plantio, após a segunda brotação das sementes.

4.3.2. COROAMENTO DOS INDIVÍDUOS REGENERANTES

Quando há a presença de indivíduos regenerantes de pequeno porte, deve-se fazer o coroamento logo após a roçada, o que irá contribuir para a sobrevivência desses indivíduos.

O coroamento consiste na capina do solo em volta do indivíduo regenerante, em uma área circular com raio mínimo de 50 cm. No momento da capina, deve-se buscar retirar as raízes das espécies invasoras sem danificar o sistema radicular dos indivíduos regenerantes.

Após a capina deve-se realizar um leve abaciamento da área capinada, o que irá contribuir para o acúmulo da água da chuva. A área do coroamento precisa ainda ser recoberta com material vegetal morto, proveniente da roçada ou da própria capina. Nesse processo, não se deve utilizar partes com raízes, evitando a rebrota das espécies invasoras na área capinada. Esse procedimento irá contribuir para a redução da evaporação da água do solo e para a proteção física do solo contra os impactos das gotas de chuva, reduzindo assim os processos erosivos.

4.3.3. CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS

A presença de formigueiros deve ser observada por meio de caminamento na área em restauração, pelo menos 30 dias antes do plantio. É recomendado realizar também o reconhecimento na parte externa à cerca, em uma área correspondente a aproximadamente 20 % da área em recuperação.

Para controlar as formigas cortadeiras, recomenda-se utilizar formicida granulado, preferencialmente à base de sulfuramida, pois apresenta alta eficiência e baixa toxicidade. As iscas devem ser colocadas em volta do formigueiro ou paralelamente às trilhas (Figura 23) (nunca diretamente no olho do formigueiro), em uma proporção de 10 g de iscas granuladas para 1 m² de formigueiro, ou conforme indicado no manual do produto.



FIGURA 23. Aplicação de formicida granulado A) em volta do formigueiro e B) paralelamente às trilhas.

Para a aplicação do produto devem-se evitar dias chuvosos ou com alta umidade. Recomenda-se ainda aplicar o produto direto da embalagem, sem contato manual, e seguir rigorosamente as indicações de segurança contidas na ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ) do formicida.

4.3.4. ADUBAÇÃO VERDE

A adubação verde consiste na melhoria dos atributos físicos e químicos do solo por meio do plantio e manejo de espécies vegetais que tenham alta capacidade de ciclagem de nutrientes, de fixar nitrogênio ou de fornecer carbono ao solo. De modo geral, recomenda-se o uso de leguminosas de ciclo curto, com rápida produção de biomassa e com capacidade de se associar simbioticamente com micro-organismos fixadores de nitrogênio (Tabela 20).

Tabela 20. Exemplos de espécies leguminosas que podem ser utilizadas para a adubação verde

NOME	PORTE	FLORADA (dias)	FIXAÇÃO DE N (kg/ha)	PLANTIO (sementes/m)
<i>Crotalaria breviflora</i>	Arbustiva	90 - 100	98 - 160	30
<i>Crotalaria juncea</i>	Arbustiva	90 - 120	150 - 450	30
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Subarbustiva	90 - 120	60 - 120	30
Guandu (<i>Cajanus Cajan</i>)	Arbustiva	150 - 180	37 - 280	15
Guandu-anão (<i>Cajanus Cajan</i>)	Arbustiva	90 - 120	100 - 180	15
Mucuna-Preta (<i>Stizolobium aterrimum</i>)	Trepadora	150 - 180	120 - 210	7
Mucuna-anã (<i>Mucuna deeringiana</i>)	Herbácea	80 - 90	50 - 100	10
Lab-Lab (<i>Delichos lab-lab</i>)	Trepadora	150 - 180	66 - 180	10
Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i>)	Herbácea	90 - 100	49 - 190	7
Amendoim forrageiro (<i>Arachis pintoii</i>)	Herbácea	120	80 - 120	*
Estilosantes campo grande (<i>Stylosanthes capitata</i> e <i>Stylosanthes microcephala</i>)	Herbácea	45 - 70	180	**

*10 a 15 kg/ha ou 1 estolão a cada 20 cm de sulco; **2 a 3 kg/ha.

É recomendável que se utilize um *mix* de sementes de várias espécies diferentes, contemplando variados portes e funções. Por exemplo, pode-se fazer um plantio consorciado de feijão-de-porco, crotalaria, guandu e milheto, em que os três primeiros são fixadores de nitrogênio com portes diferentes, enquanto o milheto contribui para a formação de biomassa e para a incorporação de carbono no solo.

É recomendado que o uso da mucuna seja feito apenas para áreas com solo muito degradado, pois trata-se de uma espécie muito agressiva, podendo apresentar dominância da área em detrimento às outras espécies de adubação verde ou mesmo das espécies plantadas. Em áreas sujeitas a déficit hídrico, recomenda-se o uso de feijão-de-porco e de estilosantes campo grande, visto que estas espécies apresentam boa tolerância à seca.

O manejo da adubação verde deve ser feito por meio de poda drástica, na época da florada (Tabela 20), mantendo a biomassa das plantas acamadas sobre o solo, ou incorporando massa vegetal no solo, por meio de gradagem. Em caso de utilização de mais de uma espécie, o manejo deve ser realizado de acordo com a época de florada correspondente ao maior número de espécies ou à espécie predominante.

4.4. INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS

4.4.1. PLANTIO DE MUDAS

- *Espaçamento e Densidade de Plantio*

O espaçamento das covas de plantio dependerá da estratégia de recuperação escolhida e dos tipos de fitofisionomias presentes na área (Tabelas 21 e 22).

Tabela 21. Espaçamento e densidade de indivíduos, número e grupo ecológico das espécies, de acordo com a estratégia de introdução de espécies nativas, para as Formações Florestais.

ESTRATÉGIA	ESPAÇAMENTO	DENSIDADE	NÚMERO DE ESPÉCIES	GRUPO ECOLÓGICO DAS ESPÉCIES
	(m x m)	(indiv./ha)		
Plantio total				
Primeira fase (estruturação)	2 x 3	1.666	-	Pioneiras ^{1/} e secundárias
Segunda fase (consolidação)	8 x 8	156	≥30	Secundárias e clímax
Adensamento	2 x 3	1.666	-	Pioneiras ^{1/} e secundárias
Enriquecimento	8 x 8	156	≥30	Secundárias e clímax
Adensamento e enriquecimento				
Fase de adensamento	2 x 3	1.666	-	Pioneiras ^{1/} e secundárias
Fase de enriquecimento	8 x 8	156	≥30	Secundárias e clímax

indiv./ha = indivíduos por hectare; ^{1/}Com rápido crescimento e alta capacidade de promover cobertura do solo.

Tabela 22. Espaçamento e densidade de indivíduos, número e grupo ecológico das espécies, de acordo com a estratégia de introdução de espécies nativas, para as Formações Savânicas e Campestres.

ESTRATÉGIA	ESPAÇAMENTO (m x m)	DENSIDADE (indiv./ha)	NÚMERO DE ESPÉCIES
Cerrado Denso e Cerrado Típico			
Plantio total	2 x 3	1.666	≥30
Adensamento	2 x 3	1.666	-
Enriquecimento	8 x 8	156	≥30
Adensamento e enriquecimento	2 x 3	1.666	≥30
Cerrado Ralo			
Plantio total	3 x 3	1.111	≥30
Adensamento	3 x 3	1.111	-
Enriquecimento	10 x 10	100	≥30
Adensamento e enriquecimento	3 x 3	1.111	≥30
Campo Sujo e Campo Limpo			
Plantio total	4 x 5	500	≥30

indiv./ha = indivíduos por hectare.

Para as Outras Formações, não é possível estabelecer um espaçamento fixo, devido aos empecilhos oriundos das características físicas do solo, como hidromorfia acentuada (encharcamento) ou ocorrência de afloramentos rochosos em altas proporções. Nesses casos, o plantio de mudas deverá ser realizado conforme as possibilidades observadas em campo, buscando-se alcançar uma densidade de indivíduos o mais próximo possível das indicadas na Tabela 23.

Tabela 23. Densidade de indivíduos e número de espécies, de acordo com a estratégia de introdução de espécies nativas, para Outras Formações.

ESTRATÉGIA	ESPAÇAMENTO (m x m)	DENSIDADE DESEJADA (indiv./ha)	NÚMERO DE ESPÉCIES
Ipuca	-	156	≥30
Floresta Paludícola	-	156	≥30
Floresta Estacional Decidual ^{1/}	-	156	≥30
Cerrado Rupestre	-	66	≥30
Vereda	-	-	-
Campo úmido	-	0	0

indiv./ha = indivíduos por hectare; ^{1/}Para os casos em que essa fitofisionomia ocorre em áreas com alta porcentagem de afloramentos rochosos.

- **Demarcação das Linhas de Plantio e Abertura das Covas**

Em áreas onduladas, é recomendado o plantio das mudas em curvas de nível. Para isto, é necessária a demarcação de curvas de nível que servirão como guias para a demarcação das demais linhas de plantio. É recomendado que as linhas guias das curvas de nível tenham espaçamento de 20 m, no entanto, o técnico

responsável poderá alterar esse espaçamento, caso jogue necessário. A demarcação das covas, nas linhas de plantio, pode ser realizada com auxílio de uma bitola (vara de madeira com tamanho igual ao espaçamento das covas), o que irá dinamizar o processo.

É recomendado que as covas de plantio tenham dimensões de 30 x 30 x 30 cm, podendo ser abertas de forma manual, com enxada e cavadeira, ou mecanizado, com coveador mecânico (Figura 24). É importante que, independentemente do método utilizado para abertura de covas, essas tenham sempre um volume mínimo de 27 dm³.



FIGURA 24. Abertura A) manual e B) mecanizada de covas de plantio.

- ***Transporte e Plantio das Mudas***

Antes de adquirir as mudas, deve-se certificar que elas foram rustificadas (endurecidas), pois condições climáticas em campo são geralmente muito diferentes das do viveiro, principalmente para as mudas cultivadas permanentemente sob sombrite.

Recomenda-se que o transporte das mudas para o campo seja realizado em caminhão baú ou qualquer veículo fechado que proteja as mudas do vento. No caso do transporte de mudas de mais de um grupo funcional (recobrimento e enriquecimento), essas devem ser agrupadas em seus respectivos grupos, o que facilitará a distribuição das mudas no campo (Figura 25).



FIGURA 25. Distribuição das mudas em campo.

Idealmente, o plantio das mudas deverá ser realizado no início do período chuvoso, evitando-se que as mudas sofram devido ao déficit hídrico. Caso o plantio na época seca seja imprescindível, recomenda-se realizar o plantio com hidrogel e irrigação das mudas.

Para realizar o plantio das mudas deve-se, primeiramente, cortar o saco plástico pelas laterais e pelo fundo, tomando cuidado para não desfazer o torrão de solo que acompanha as raízes. A muda deve ser posicionada na cova de modo que o coleto fique, no máximo, 2 cm abaixo do nível do solo, o que será importante para manter a sanidade da muda. É importante certificar-se que houve a junção da terra de enchimento da cova ao substrato da muda, evitando a formação de bolsões de ar.

Após encher a cova, deve-se garantir que a muda fique firme no solo, pressionando-a levemente contra o solo, na altura do coleto. É muito importante que se tenha o cuidado de não apertar demasiadamente forte para evitar quebrar o torrão de solo que envolve as raízes das mudas. É recomendado que se realize a irrigação das mudas imediatamente após o plantio (Figura 26).



FIGURA 26. Irrigação das mudas imediatamente após o plantio, com auxílio de trator acoplado com tanque de água.

4.4.2. SEMEADURA DIRETA

- *Espécies e Quantidade de Sementes*

A quantidade de sementes por hectare ou por metro linear, assim como as espécies a serem utilizadas (arbóreas, arbustivas e herbáceas) deverá ser determinada de acordo com a estratégia de introdução de espécies nativas a ser utilizada (Tabela 24).

Tabela 24. Quantidade de sementes de espécies arbóreas/arbustivas e herbáceas para semeadura direta, de acordo com a estratégia de introdução de espécies nativas.

ESTRATÉGIA	ARBÓREAS E ARBUSTIVAS				HERBÁCEAS ^{1/} (kg) ^{2/}
	A lanço (sem./ha)	Em linhas (sem./m)	Nº de espécies	Grupo ecológico	
Formações Florestais					
Área total (duas fases)					
Primeira fase (estruturação)	20.000	-	-	Pioneiras ^{1/}	-
Segunda fase (consolidação)	-	0,5	≥30	Secundárias e clímax	-
Adensamento	-	2,0	-	Pioneiras ^{1/}	-
Enriquecimento	-	0,5	≥30	Secundárias e clímax	-
Adensamento e enriquecimento					
Fase de adensamento	-	2,0	-	Pioneiras ^{1/}	-
Fase de enriquecimento	-	0,5	≥30	Secundárias e clímax	-
Formações Savânicas					
Área total	20.000	-	≥30	-	- ^{3/}
Adensamento	-	2,0	-	-	-
Enriquecimento	-	2,0	≥30	-	-
Adensamento e enriquecimento	-	2,0	≥30	-	-
Formações Campestres					
Área total	20.000	-	≥30	-	5
Campo úmido					
Enriquecimento	-	-	-	-	5

sem./ha = sementes por hectare; sem./m = sementes por metro linear; ^{1/}Com rápido crescimento e alta capacidade de promover cobertura do solo; ^{2/}Não considerando as impurezas; ^{3/}Embora não seja obrigatório, é fortemente recomendado que se faça a semeadura de espécies herbáceas em áreas de Formações Savânicas.

- **Semeadura Direta a Lanço**

Após a incorporação das espécies de adubação verde no solo, deve-se terminar o preparo do solo com uma gradagem utilizando-se uma grade niveladora. A gradagem irá quebrar os torrões e nivelar o solo, o que contribuirá para aumentar a taxa de germinação das sementes.

A semeadura a lanço pode ser realizada em área total ou em faixas de 80 cm, deixando um espaçamento entre faixas de até 3 m (Figura 27), para as áreas em que se pretende realizar roçadas mecanizadas periódicas. Após o lanço das sementes das espécies arbóreas e arbustivas, deve-se finalizar o plantio com uma gradagem com grade rotativa, com finalidade de aumentar a contato das sementes com o solo.

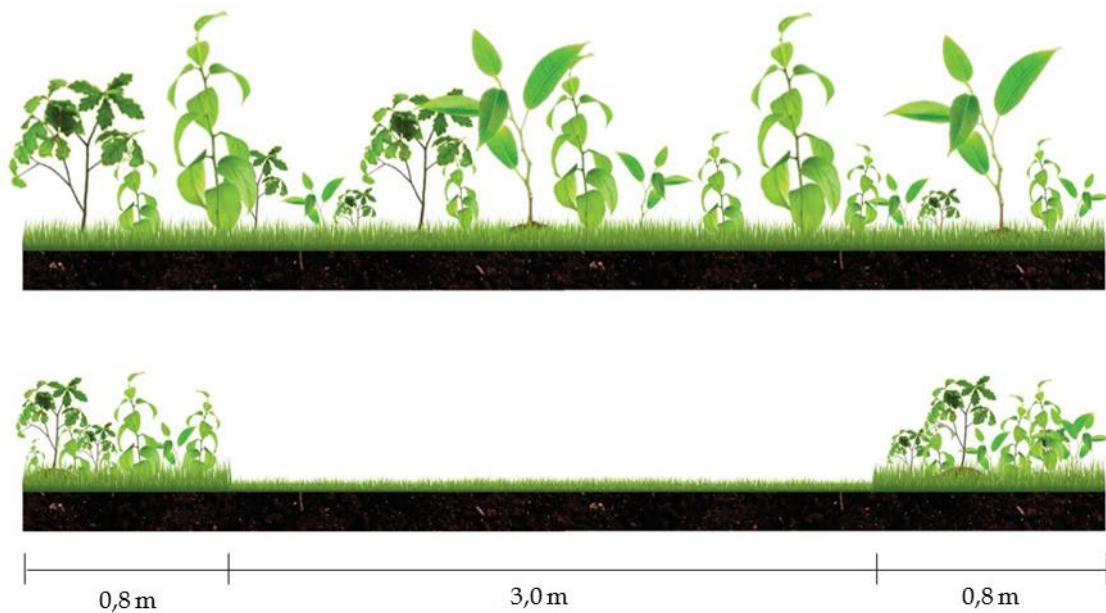


FIGURA 27. Semeadura direta a lanço em área total e em faixa com área mecanizável.

Para as áreas em que também serão introduzidas espécies herbáceas e gramíneas, a semeadura destas espécies deve ser realizada em uma segunda etapa, após a semeadura das espécies arbustivas e arbóreas. A semeadura das espécies herbáceas e gramíneas deve ser realizada apenas pelo lanço das sementes, sem a utilização da grade rotativa. Para facilitar a semeadura, pode-se misturar as sementes a um material inerte, como palha de arroz, o que aumentará o volume e otimizará a distribuição das sementes na área de plantio.

Na escolha das espécies herbáceas deve-se priorizar aquelas que se estabelecem mais rapidamente na área degradada e que, de preferência, comecem a produzir sementes ainda no primeiro ano após o plantio.

- *Semeadura Direta em Linhas*

A semeadura direta em linhas é recomendada para as áreas em que os indivíduos regenerantes ocorrem em densidade suficiente para inviabilizar a mecanização da área. Nesses casos, as linhas de plantio podem ser abertas manualmente por entre os indivíduos regenerantes presentes (Figura 28).

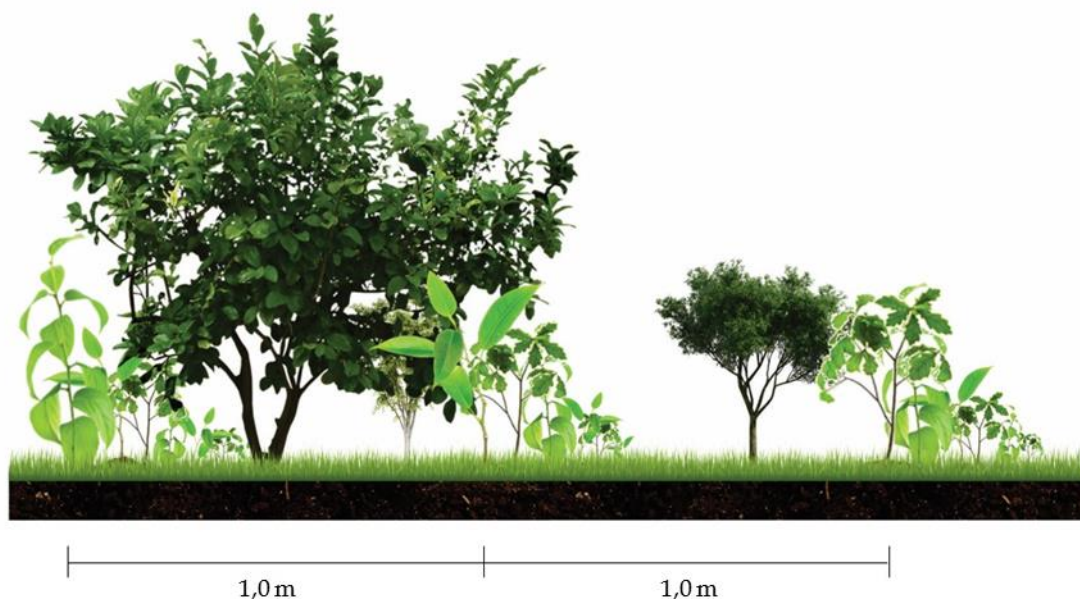


FIGURA 28. Semeadura em linha para áreas com presença de indivíduos regenerantes.

Após o controle de matocompetição por roçada, devem-se abrir sulcos rasos com espaçamento de 1 m. As sementes deverão ser levemente cobertas ou apenas pressionadas contra o solo. Após a semeadura, devem-se cobrir os sulcos com os resíduos vegetais da roçada, para proporcionar maior conservação da água no solo.

4.5. MANUTENÇÃO

Após o plantio das mudas ou a semeadura direta, é essencial que se faça o monitoramento e a manutenção da área até o momento em que a vegetação atinja ou se aproxime de um estágio de autossustentabilidade. Para fins práticos, esta etapa deverá perdurar até o quinto ano após o plantio.

4.5.1. CONTROLE DE MATOCOMPETIÇÃO

O controle de matocompetição, por meio de roçada seletiva, visa, em primeiro lugar, auxiliar no desenvolvimento dos indivíduos plantados e regenerantes. Portanto, esta operação deve ser realizada apenas nos casos em que as espécies invasoras estejam comprometendo a sanidade dos indivíduos de espécies nativas. De maneira geral, os casos em que o controle de matocompetição se torna necessário são aqueles em que há a superdominância de uma espécie arbórea ou arbustiva invasora (exótica ou sem interesse para a restauração) ou quando há o abafamento das mudas pelo crescimento excessivo de gramíneas exóticas.

4.5.2. COROAMENTO DE INDIVÍDUOS REGENERANTES E PLANTADOS

Sempre em que se fizer a roçada da área deve-se checar se há a necessidade de refazer o coroamento das mudas ou mesmo se há novos indivíduos regenerados que necessitam do coroamento. Antes de se realizar o coroamento

deve-se certificar de que de fato está ocorrendo o abafamento das mudas. Em algumas situações, principalmente na época de seca, o acúmulo de gramíneas na área da coroa cria um microclima favorável às mudas, garantindo sua sobrevivência. Entretanto, ao se identificar uma situação como esta, deve-se realizar um monitoramento frequente na área, providenciando o coroamento ao primeiro sinal de declínio das mudas.

4.5.3. ATRAÇÃO DA FAUNA SILVESTRE

Existem dois modos principais para se realizar a atração da fauna silvestre para a área em restauração: pela oferta de alimento e pela oferta de abrigo. A oferta de alimento deve ser realizada pela introdução de espécies de interesse para a alimentação animal, como, por exemplo, a fava-de-bolota, cujos frutos são bastante atrativos para morcegos.

A oferta de abrigo pode ser realizada por meio de estruturas que ofereçam proteção física aos animais, ou mesmo lugares para descanso ou aptos para a instalação de ninhos. As estruturas de menor custo para a atração da avifauna são os poleiros (Figura 29), que podem ser construídos de diversos formatos e materiais, como galhos, bambus, madeira reciclada, ou qualquer outro que se tenha disponível.

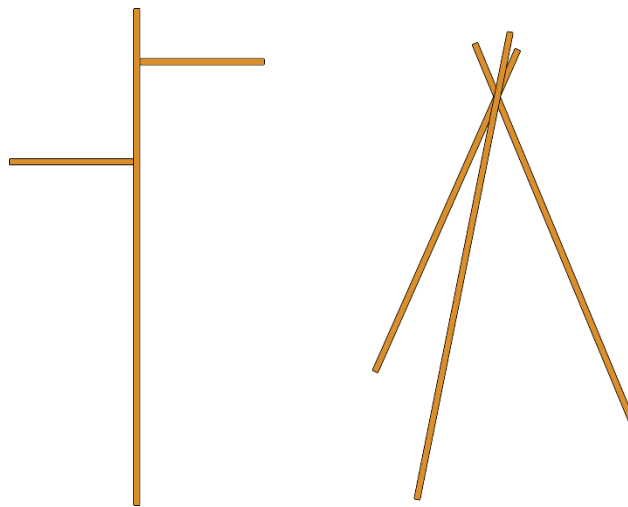


FIGURA 29. Exemplos de poleiros para atração da avifauna.

Podem ainda ser construídos abrigos para pequenos animais terrestres, por meio do enleiramento de resíduos florestais, como galhos e tocos presentes na área.

4.5.4. CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS

O controle de formigas cortadeiras deve ser realizado anualmente ou no momento em que se observar a presença de formigas ou a herbivoria dos indivíduos nativos e regenerantes. Esse controle deve ser feito de acordo com as recomendações descritas em *Preparo da área*.

4.5.5. REPLANTIO

- *Áreas com plantio de mudas*

A avaliação da mortalidade das mudas plantadas deve ser realizada inicialmente aos 30 e 60 dias após o plantio. Neste período, o replantio deverá ser realizado caso seja detectada mortalidade superior a 5 %. Após o período inicial, o monitoramento da mortalidade pode ser realizado com frequência anual. Deverão ser feitos novos replantios a partir do momento em que se atinja 30 % de mortalidade, utilizando-se mudas do mesmo grupo funcional (pioneiras, secundárias ou clímax). É aconselhável o uso da mesma espécie, entretanto, se foi observado um desenvolvimento insatisfatório da espécie como um todo, deve-se trocá-la, desde que cumpra o número mínimo de espécies exigidas.

- *Áreas de semeadura*

A mortalidade dos indivíduos arbóreos e arbustivos introduzidos por meio de semeadura direta deve ser avaliada anualmente. Para as áreas de semeadura em linha deve-se realizar nova semeadura quando for observado um espaçamento entre árvores maior que 3 m dentro da mesma linha de plantio. Nos casos de semeadura a lanço, deve-se realizar nova semeadura nos pontos com densidade de plântulas inferior a 75 % do esperado (3.000 plântulas/ha). A nova semeadura deve ser realizada com sementes das espécies que apresentaram melhores resultados quanto à germinação e à sobrevivência, observando o cumprimento de número mínimo de espécies exigidas.

- *Identificação da causa da mortalidade*

A identificação da causa da morte das mudas é fundamental para a adoção de medidas a fim de diminuir a taxa de mortalidade. De maneira geral, as causas mais comuns são a ocorrência de pragas e doenças, deficiência nutricional, déficit hídrico, ataque de formigas e pisoteio (Tabela 25). A necessidade de adubação também pode ser averiguada de modo visual, devendo sempre ter o cuidado de não confundir os sintomas da deficiência nutricional com os sintomas de ataque de pragas e doenças. A fim de se auxiliar a identificação da mortalidade por problemas nutricionais, são apresentados a seguir os principais sintomas de excesso e déficit de nutrientes (Tabela 26).

Tabela 25. Possíveis causas da mortalidade das mudas, sintomas e ações corretivas

SINTOMAS	POSSÍVEIS CAUSAS	AÇÕES CORRETIVAS
Podridão, manchas e necroses	Deficiência nutricional ou pragas e doenças	<ul style="list-style-type: none"> Análise de solo e interpretação dos resultados por profissional habilitado, seguido de aplicação das doses recomendadas de adubo, caso necessário Verificação da ocorrência de pragas ou doenças por profissional habilitado, seguido da realização das técnicas de controle, caso necessário.
Murcha	Déficit hídrico	<ul style="list-style-type: none"> Irrigação seletiva, priorizando as mudas (ou espécies) que apresentarem maior fragilidade ao estresse hídrico
Desfolha (sem seca ou amarelamento da folha) ou perda de parte das folhas	Ataque de formigas cortadeiras	<ul style="list-style-type: none"> Controle de formigas cortadeiras
Quebra das mudas	Pisoteio	<ul style="list-style-type: none"> Checagem e manutenção da cerca de isolamento

Tabela 26. Chave para identificação dos sintomas de deficiências (-) e excessos (+).

CAUSA PROVÁVEL	SINTOMAS
<i>Folhas ou órgãos mais velhos</i>	
- N	Clorose em geral uniforme (dicotiledôneas)
- P	Cor verde azulada com ou sem amarelecimento das margens
- K	Clorose e depois necrose das pontas e margens; clorose internerval nas folhas novas (monocotiledôneas)
- Mg	Clorose internerval seguida ou não da cor vermelho-roxa
- Cl	Murchamento (ou não), clorose e bronzeamento
- Mo	Clorose uniforme, com ou sem estrangulamento do limbo e manchas pardas internavais; encurvamento (ou não) do limbo
+ Al	Cor verde azulada com ou sem amarelecimento das margens
+ Mn	Pontuações pequenas e pardas perto das nervuras; coalescência, encarquilhamento e clorose; internódios curtos
+ Bo	Clorose mosqueada perto da margem, manchas secas perto das margens e na ponta
+ Cu	Manchas aquosas e depois negras no limbo entre as nervuras
<i>Folhas ou órgãos mais novos</i>	
- Ca	Murchamento das folhas, colapso do pecíolo; clorose marginal; manchas nos frutos, morte das gemas
- S	Clorose geralmente uniforme
- Bo	Folhas menores e deformadas; morte da gema; encurtamento de internódios; superbrotamento de ramos; suberização de nervuras; fendas na casca
- Cu	Murchamento, cor verde azulada, deformação do limbo; encurvamento dos ramos; deformação das folhas; exsudação de goma (ramos e frutos)
- Fe	Clorose, nervuras em reticulado verde e fino
- Mn	Clorose, nervuras em reticulado verde e grosso, tamanho normal
- Zn	Lanceoladas (dicotiledôneas), clorose internerval, internódio curto; morte de gemas ou região de crescimento
- Ni	Necrose nas pontas

Fonte: Malavolta et al. (1997).

4.6. OPERAÇÕES FACULTATIVAS

4.6.1. ADUBAÇÃO MINERAL E CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

Por que a adubação mineral e a correção da acidez do solo são facultativas?

A correção da acidez do solo e a adubação mineral foram classificadas como ações facultativas devido à adaptabilidade das espécies às condições naturais do solo em que se encontram. Além disso, outros fatores tornam essa técnica operacional pouco viável, como o alto custo operacional para coleta e análise de solo, à demanda de profissionais para interpretar a análise de solo e recomendar as doses de adubação e à escassez de parâmetros de requerimento nutricional de espécies nativas.

Entretanto, caso for confirmada a necessidade da adubação (por um profissional habilitado), observando-se um baixo desenvolvimento dos indivíduos ou uma acentuada mortalidade, recomenda-se que se realize uma adubação seletiva de cobertura (e de fundação nos casos de replantio), contemplando apenas os indivíduos e/ ou as espécies que apresentarem maior susceptibilidade ao déficit nutricional.

A aplicação de fertilizantes minerais, calcário e/ou gesso agrícola dependerá das características edáficas específicas de cada propriedade. De modo geral, para correção da acidez e da fertilidade do solo, recomenda-se:

- realizar a calagem em, no mínimo, 90 dias antes do plantio;
- aplicar o fertilizante fosfatado em fundação. O fertilizante deve ser misturado na terra de enchimento da cova, nunca colocando-o apenas no fundo, pois pode provocar lesões no sistema radicular.
- os fertilizantes nitrogenados e potássicos devem ser aplicados em cobertura, com dose dividida em três aplicações, aos 30, 60 e 90 dias após o plantio.

Portanto, a recomendação da adubação e calagem deve ser realizada por um profissional habilitado, mediante a avaliação dos resultados das análises químicas e físicas do solo. Para a realização dessas análises, é importante que as amostras deformadas de solo sejam coletadas de forma correta, evitando desvios dos resultados e, consequentemente, uma recomendação de adubação e/ou calagem sub ou superestimada.

- *Coleta de Amostras Deformadas de Solo*
- *Época de coleta*

A coleta de amostras de solo pode ser feita em qualquer época do ano, entretanto no planejamento da coleta devem ser considerados os tempos de envio das amostras ao laboratório, da realização das análises, do retorno dos resultados, da realização dos cálculos de recomendação e o tempo necessário entre a calagem e o plantio.

- *Seleção das áreas de amostragem*

Para maior exatidão dos resultados, as áreas de coleta devem ser subdivididas em glebas (Figura 30), de acordo com a posição na paisagem, a vegetação presente e, caso haja, mudanças perceptíveis de características do solo. Em caso de grandes áreas que não apresentem critérios suficientes para separação de glebas, recomenda-se realizar subdivisão aleatória, em que cada gleba não ultrapasse 10 ha.

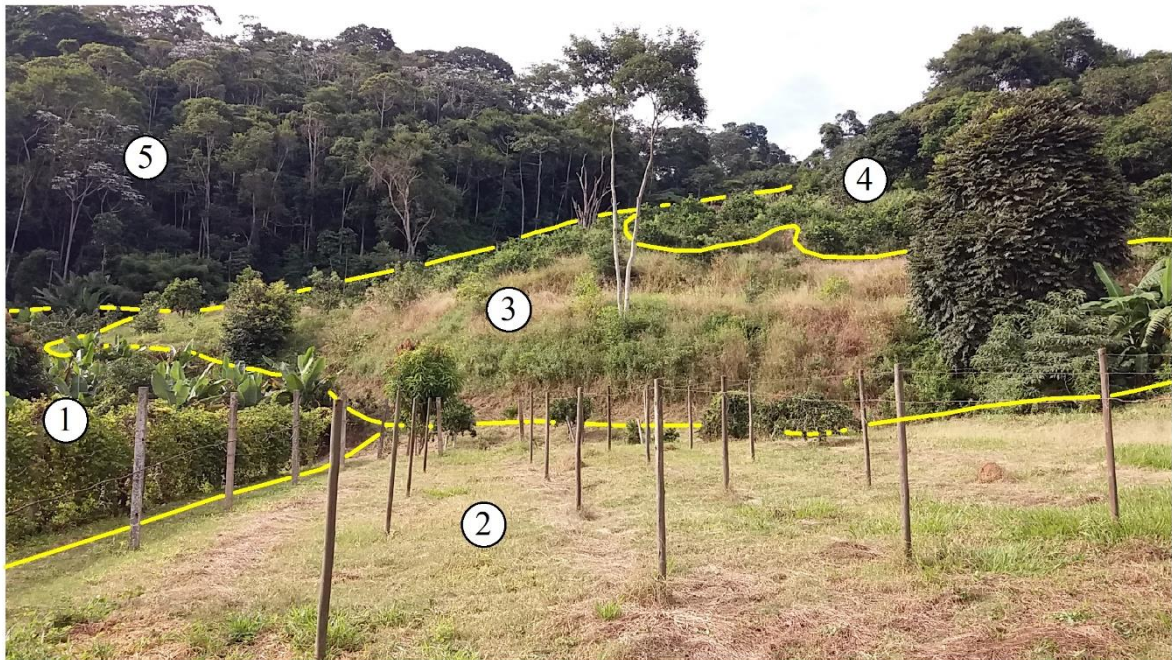


FIGURA 30. Separação das glebas para coleta de amostras de solo. 1 = área de baixada cultivada; 2 = área de encosta cultivada; 3 = área de encosta com vegetação em estágio inicial de regeneração; 4 = topo de morro com vegetação de floresta em estágio médio de regeneração natural; 5 = área de encosta com vegetação de floresta não degradada.

- *Quantidade de pontos de amostragem e caminhamento na área de coleta*

Para cada gleba demarcada, deverão ser coletadas entre 20 e 30 amostras simples, as quais serão posteriormente homogeneizadas e transformadas em uma amostra composta. Esse procedimento deverá ser realizado nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, totalizando 40 a 60 amostras simples e duas amostras compostas (referente às duas profundidades) por gleba.

A homogeneização das amostras simples, para cada profundidade, deverá ser realizada em balde plástico limpo, retirando o excesso de raízes, de restos vegetais e de pedras, e desfazendo os torrões de solo, o que ajudará no processo de homogeneização. Para cada amostra composta, deve-se retirar aproximadamente 300 g de solo, que será ensacado, identificado e enviado ao laboratório (Figura 31). É importante salientar que, no momento da coleta, todas as ferramentas deverão estar limpas, sem solo proveniente de outras glebas.

As amostras devem ser armazenadas fora do contato direto com o sol, pois o aquecimento do solo aumenta a taxa de decomposição da matéria orgânica, o que pode alterar o pH da amostra. Caso as amostras precisem ser armazenadas por mais de uma semana, deve-se realizar a secagem à sombra. Para isto, as amostras deverão ser colocadas sobre plástico seco, em local arejado e sem contato com o sol, ali permanecendo até que perca o máximo de umidade possível.



FIGURA 31. Armazenamento e identificação de amostra composta. P1 = propriedade 1; A1 = área 1; 0-20 = profundidade da camada coletada - 0-20 cm.

A coleta das amostras simples deve ser realizada por meio de caminhamento em zigue-zague na gleba (Figura 32). O objetivo deste caminhamento é selecionar pontos que englobem as variações imperceptíveis das características do solo em campo, garantindo a representatividade da área.

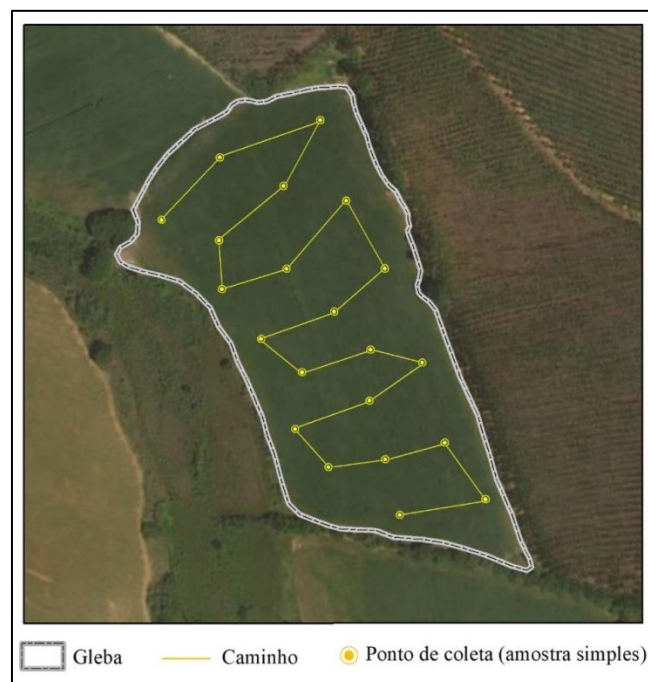


FIGURA 32. Esquema de coleta de amostras simples por caminhamento em zigue-zague.

Para realização da coleta da amostra simples, no ponto de coleta deve-se limpar a superfície do solo, retirando detritos, esterco, serrapilheira ou restos de cultura, sempre com cuidado para não remover a camada superficial do solo. Além disso, não se deve coletar amostras próximo a locais com alterações pontuais que não representam a situação do solo da área de coleta, como termiteiros, formigueiros, currais, estradas, construções civis e áreas de depósitos de fertilizante, calcário, esterco ou qualquer outro material que possa mascarar os resultados das análises de solo.

- *Coleta de amostras deformadas de solo com uso de trado*

Par a realização da coleta de amostras deformadas de solo, recomenda-se a utilização de trado Holandês, com caçamba de 20 cm e haste com escala métrica (Figura 33), para auxiliar no controle de profundidade de coleta. Caso a haste do trado não contenha escala métrica, pode-se fazer as marcações dos limites de profundidade utilizando fita crepe.

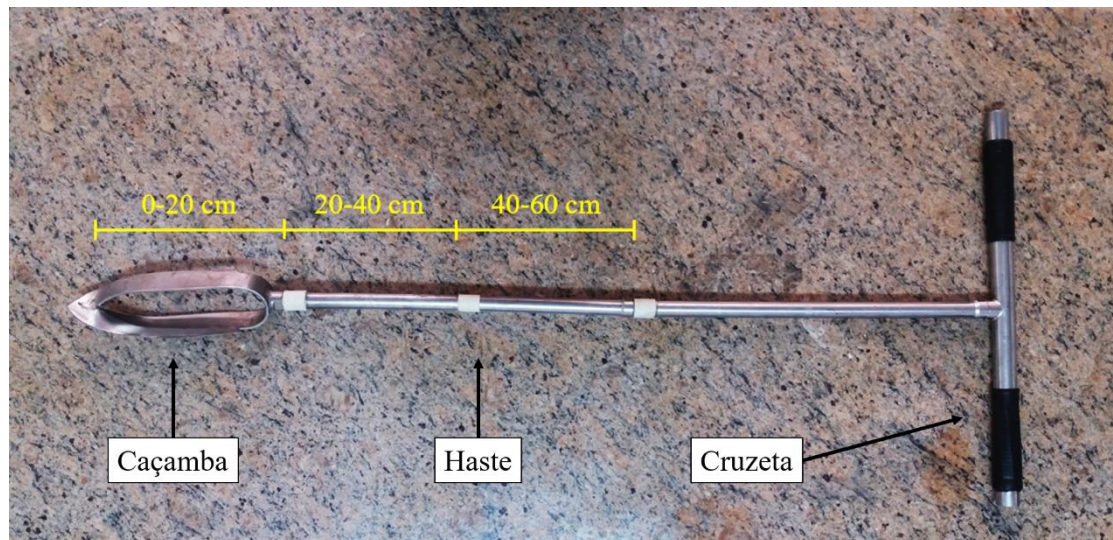


FIGURA 33. Trado Holandês com marcação dos limites de profundidade de coleta.

Após a determinação do local de coleta e limpeza da superfície do solo, deve-se introduzir o trado pressionando-o em direção ao solo e rosqueando a cruzeta no sentido horário. Para a coleta de amostras simples na profundidade de 0-20 cm, deve-se fazer apenas uma tradagem, aproveitando todo o solo retido na caçamba.

Para a coleta de amostras na camada subsuperficial (20 a 40 cm) o operador deve se certificar que o limite inferior de coleta está no mesmo nível da superfície do solo (Figura 34). Caso não esteja, deve-se tradar novamente até se alcançar a profundidade desejada, descartando o solo retido na caçamba. Atingida a profundidade desejada, deve-se realizar a tradagem até o limite de marcação de profundidade ou até o total enchimento da caçamba. Para a camada subsuperficial, é importante descartar cerca de 5 cm do solo retido na

parte superior da caçamba (Figura 35). Esse procedimento elimina o solo da camada superficial que tenha caído na abertura de tradagem.



FIGURA 34. Limpeza da superfície de coleta e introdução do trado até a marcação do limite de profundidade.



FIGURA 35. Descarte do solo retido nos 5 cm superiores da caçamba em coleta de amostras subsuperficiais.

- *Coleta com uso de enxadão*

Caso haja impedimentos físicos que impeçam o uso do trado, como cascalhos ou concreções ferruginosas, pode-se fazer uso de um enxadão. Para coleta com enxadão, deve-se fazer uma mini-trincheira de 20 cm de profundidade, retirando-se uma “fatia” de solo com aproximadamente 4 cm de espessura. Desta “fatia” coletada, aproveita-se os 4 cm centrais, descartando-se o solo das extremidades. Assim, a amostra simples coletada com o enxadão consistirá em um prisma de dimensões de aproximadamente 20 x 4 x 4 cm (Figura 36).



FIGURA 36. Introdução do enxadão na parede da mini-trincheira e amostra coletada após o descarte do solo das extremidades do enxadão.

4.6.2. ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Por que a adubação orgânica é facultativa?

Em algumas regiões do estado do Tocantins, a oferta de adubos orgânicos, seja esterco ou composto, pode não ser suficiente para suprir a demanda relacionada à restauração das RLs e APPs. Devido a esse motivo essa operação foi considerada como facultativa.

Entretanto, recomenda-se fortemente o uso de adubação orgânica nas covas de plantio das mudas, pois irá contribuir para o fornecimento de nitrogênio, micronutrientes e, em menor quantidade, cálcio, potássio, magnésio e enxofre, dependendo da origem do material orgânico. Além disso, ajudará no aumento da macroporosidade do solo e da retenção de água, o que é primordial para a sobrevivência das espécies durante o período seco.

A adubação orgânica deve ser realizada com a utilização de 10 L de esterco de curral curtido ou de outros compostos orgânicos. Para esterco de galinha, recomenda-se a utilização de 3 L de esterco curtido por cova.

4.6.3. USO DE HIDROGEL

Por que o uso de hidrogel é facultativo?

A utilização de hidrogel nas covas de plantio é um importante aliado para aumentar a disponibilidade de água para as mudas, o que pode minimizar os danos causados por possíveis estiagens após o plantio. Assim, o uso de hidrogel é especialmente recomendado para solos de textura arenosa em que não houve adubação orgânica, não tendo, contudo, seu uso vetado para as demais situações.

Entretanto, o uso de hidrogel, além de aumentar os custos da restauração, não apresenta um efeito prolongado. Portanto, se o plantio das mudas for realizado no período chuvoso o hidrogel teria a única função de aumentar a disponibilidade de água no caso de haver uma estiagem muito prolongada, o que também poderia ser solucionado por meio de irrigação e da realização da adubação orgânica. Dessa maneira, optou-se por recomendar o uso de hidrogel como facultativo.

A resistência das mudas às estiagens ou aos intervalos de irrigação pode ser aumentada pelo uso de hidrogel. Recomenda-se a aplicação de 500 mL de solução de hidrogel por cova, com proporção de 1 kg de gel seco para 400 L de

água (solos arenosos) ou 1 kg de gel seco para 700 L de água (solos argilosos). A solução de hidrogel não deve ser mais concentrada do que a indicada, pois aumentaria o risco de criação de bolsões de ar, o que dificultaria o desenvolvimento pleno da muda. Ao preparar a solução, deve-se mexê-la constantemente, o que facilitará a solubilização do gel e evitará a formação de grumos.

A solução de hidrogel deve ser aplicada no momento em que o nível da terra de enchimento da cova alcance a metade da altura do torrão que envolve as raízes das mudas. Após a aplicação da solução, deve-se continuar enchendo a cova, homogeneizando a terra de enchimento com o gel (Figura 37).

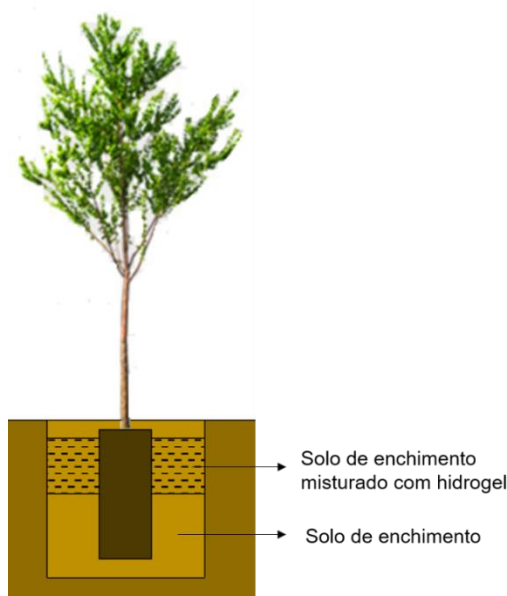


FIGURA 37. Representação da aplicação de hidrogel na cova de plantio.

4.6.4. IRRIGAÇÃO

Por que a irrigação é facultativa?

A disponibilidade de água é um dos fatores mais limitantes para o estabelecimento das mudas em campo. Devido a esse motivo o plantio das mudas deve ser realizado no início do período chuvoso. No entanto, é importante que as mudas não sofram déficit hídrico severo durante, pelo menos, um ano após o plantio. Sendo recomendada a irrigação das mudas em situações de estiagem prolongada, durante, ao menos, o primeiro ano. No entanto, a realização dessa prática depende da disponibilidade de recursos hídricos e financeiros, sendo, portanto, mais adequado que se indique a irrigação como uma operação facultativa.

Em caso de estiagem prolongada logo após o plantio, é recomendado que se realize a irrigação das mudas, fornecendo entre 2 e 5 L de água por muda, semanalmente. Se a irrigação for manual, deve-se distribuir a água na área do coroamento, a qual deve estar coberta por material vegetal seco (cobertura morta).

4.6.5. USO DE HERBICIDA

Por que o uso de herbicida é facultativo?

A utilização de herbicidas não é, de maneira geral, uma técnica recomendada para se realizar uma restauração ambiental, devido ao risco de contaminação do solo, da água subterrânea e dos mananciais.

Entretanto, o controle de matocompetição por roçada ou por gradagem nem sempre é suficiente para se controlar a infestação da área por espécies invasoras. Essa situação pode ocorrer, principalmente, em áreas infestadas por gramíneas exóticas, como a braquiária, o andropogon e o capim-elefante, por exemplo. Situações como estas requerem, portanto, medidas mais enérgicas para controle de matocompetição, como a aplicação de herbicidas.

O tipo de herbicida a ser utilizado, assim como o modo de utilização, deve estar de acordo com receituário agrônômico emitido por profissional habilitado. Contudo, podem-se destacar algumas recomendações genéricas quanto ao uso de agrotóxicos.

A obtenção dos herbicidas deve ser feita em estabelecimentos que contenham o Cadastro Estadual de Agrotóxicos, comprando-se apenas produtos registrados nos órgãos federais e que não estejam na lista de agrotóxicos com comercialização proibida, emitida periodicamente pelo estado do Tocantins.

A aplicação via aérea de herbicidas, por meio de atomizadores ou canhões, não deve ser realizada em área com distância igual ou inferior a 500 m de população, casas isoladas, mananciais de água e agrupamento de animais e culturas susceptíveis a danos. Para as demais áreas, a aplicação por estes meios deve ser realizada em situações em que a direção do vento seja tal que não leve os resíduos dos herbicidas para os locais anteriormente citados.

Após o uso do herbicida, não se deve lavar as embalagens e equipamentos diretamente em mananciais, assim como não se devem reutilizar as embalagens para outros fins. As embalagens devem ser incineradas ou descartadas conforme orientação da bula.

Todo uso, compra, transporte e descarte de resíduos dos herbicidas devem estar de acordo com as instruções dispostas na Lei Federal nº 7.802 de 11 de julho de 1989, na Lei Estadual nº 224 de 26 de dezembro de 1990 e no Decreto nº 4.793/91 de 05 de novembro de 1991.

4.6.6. QUEIMA CONTROLADA

Por que a queima controlada é facultativa?

A limpeza do terreno para preparo da área pode ser realizada por meio da queima controlada. Essa operação pode diminuir tempo e custo, se comparada à roçada manual ou gradagem, no entanto se o manejo do fogo não for realizado com responsabilidade e segurança, pode ocorrer o seu alastramento, provocando um incêndio que pode chegar a atingir grandes proporções. Por esse motivo a queima controlada foi recomendada apenas como uma operação facultativa.

Para a limpeza do terreno por meio do uso do fogo, é recomendado que a queima seja realizada sempre em horários com temperaturas menos elevadas e em dias de vento fraco. Para áreas maiores que 50 ha, deve-se realizar o parcelamento em talhões de 20 ha, queimando de forma seccionada, em dias diferentes.

Devem ser abertos aceiros contornando a área a ser queimada, os quais devem ter largura de, no mínimo, 4 m para áreas próximas aos limites da faixa de servidão das linhas de transmissão de energia elétrica ou de 2 m, para os demais casos. Se a área da queima for localizada próxima a áreas de vegetação florestal nativa, RL, APP ou terras indígenas, o aceiro deve ser aberto com, no mínimo, o dobro das larguras citadas anteriormente.

Não se devem realizar queimadas em áreas:

- de florestas ou demais formas de vegetação;
- na faixa de 15 m dos limites das faixas de servidão das linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- na faixa de 100 m ao redor da área de domínio de subestação de energia elétrica;
- na faixa de 20 m ao redor de área de domínio de subestação de telecomunicações;
- na faixa de 50 m a partir de aceiro, que deve ser preparado, mantido limpo e não cultivado, de 10 m de largura ao redor das Unidades de Conservação;
- na faixa de 15 m de cada lado das rodovias federais, estaduais e ferrovias, medidas a partir da faixa de domínio da formação do greide da rodovia;
- definidas pela circunferência de raio igual a 11 km, tendo como ponto central o centro geométrico das pistas de pouso e decolagem de aeródromos;
- cuja linha perimetral é definida a partir da linha que delimita área perimetral de aeródromo, dela distanciado o mínimo de 2 km, externamente, em qualquer de seus pontos.

A queima deve ainda ser planejada minuciosamente e realizada com equipamentos adequados, mão-de-obra treinada e adotando-se medidas de segurança ambiental. Sempre que possível, deve-se acionar a Brigada Civil de Controle de Queimadas e de Combate a Incêndios Florestais mais próxima.

Mesmo obedecendo a estas recomendações, a prática da queimada deve ser previamente autorizada pelo NATURATINS, por meio de Autorização Ambiental de Queima Controlada, a qual dependerá do cumprimento das exigências dispostas na Resolução COEMA/TO nº 07, de 9 de agosto de 2005.



Capítulo 5

MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO

5. MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO

O monitoramento das atividades de restauração da vegetação é atividade fundamental para garantir o sucesso das ações executadas na implantação do projeto - especialmente o estabelecimento das espécies florestais ou gramíneo-herbáceas manejadas ao longo do tempo - a fim de consolidar o processo de restauração e, conseqüentemente, obter a certificação do cumprimento da obrigação assumida pelo proprietário rural junto ao NATURATINS via Cadastro Ambiental Rural, no processo de regularização ambiental da sua propriedade no que diz respeito à recuperação da Reserva Legal e das Áreas de Preservação Permanente degradadas.

Na etapa de implantação das ações de restauração, o monitoramento pelo proprietário é ferramenta básica para orientar as atividades de manutenção inerentes ao processo de estabelecimento inicial e posterior consolidação da vegetação na área degradada, seja a restauração via condução da regeneração natural, pela execução de plantio de mudas (ou semeadura direta) ou pela combinação de ambos os métodos de restauração. Na sequência dessa etapa, uma vez atingidas as metas de sobrevivência das espécies manejadas em termos de densidade e riqueza, o monitoramento do desenvolvimento da vegetação será a base de análise para verificar (e induzir, se for o caso) o desencadeamento da sucessão florestal (em se tratando de restauração de formações florestais) ou da consolidação do estabelecimento do estrato gramíneo-herbáceo, quando se tratar de restauração de formações campestres.

Paralelamente, após o estabelecimento inicial, no campo, das ações de restauração propostas em projeto, o monitoramento institucional é a ferramenta do órgão ambiental fiscalizador para aferir os resultados alcançados, orientar e exigir a tomada de medidas corretivas quando necessárias e certificar a consolidação do processo em diferentes etapas, visando a estruturação da vegetação de acordo com os critérios técnico-científicos que caracterizam uma área florestal restaurada. Portanto, é por meio desse monitoramento que o NATURATINS atestará a regularização ou não da restauração, nos termos do Programa de Regularização Ambiental e do novo Código Florestal.

Em obediência ao caráter técnico-científico dos projetos de restauração, os mecanismos e indicadores de monitoramento a serem adotados devem visar tanto a recuperação visual da paisagem quanto a reconstrução dos processos ecológicos atuantes no processo sucessional da vegetação, a fim de garantir o estabelecimento e a funcionalidade das interações que proporcionam a evolução e a perpetuação da biodiversidade local.

Desse modo, além de expressar a evolução e as necessidades de correção das ações executadas, através da manutenção, os mecanismos e indicadores de monitoramento devem orientar a tomada de medidas no sentido de promover o desencadeamento da sucessão florestal ou da consolidação do estrato gramíneo-

herbáceo - dependendo do caso - fatores que atestam em definitivo o estabelecimento (e o sucesso) do processo de restauração da vegetação.

Portanto, no caso de formações florestais, além da composição e fisionomia da floresta em recuperação, a estrutura da comunidade em evolução - considerando seus diversos estratos e formas de vida - deve ser utilizada como indicadora de avaliação, uma vez que expressa cientificamente o desencadeamento dos processos que conduzem à dinâmica de sucessão ecológica do ecossistema em restauração. De forma similar, no caso de formações campestres, a estruturação do estrato gramíneo-herbáceo de forma a dominar a cobertura do solo degradado deve ser utilizada como indicativo de desencadeamento da sucessão.

5.1. ABRANGÊNCIA TEMPORAL DO MONITORAMENTO

O novo Código Florestal estabelece um prazo de 20 anos para a implantação definitiva dos projetos de restauração em RL com áreas agrícolas consolidadas, sendo que no mínimo 1/10 da área a ser restaurada deve ter a implantação concluída a cada 2 anos. Tendo esse horizonte temporal como referência limite, um projeto de restauração poderá ter a sua última etapa de plantio 18 anos após o início da restauração da primeira etapa.

Por orientação do NATURATINS, tendo em vista o crescimento mais lento das espécies arbóreas no ambiente de Cerrado, os primeiros 5 anos desde o início da restauração deverão ser considerados de estabelecimento inicial. Nessa etapa, o monitoramento será de responsabilidade do proprietário, enquanto o monitoramento institucional terá início somente após o 5º ano da implantação.

Assim, para RL em áreas consolidadas, se o caso limite da última etapa da restauração ocorrer no 18º ano (10/10 da área total) esse monitoramento institucional seria iniciado no 23º ano de implantação, tendo como referência a data inicial de implantação do projeto. Entretanto, o desenvolvimento da vegetação nesses 5 anos iniciais ainda é insuficiente para gerar indicadores de sucessão florestal que completam os critérios para atestar a consolidação definitiva do processo de restauração, os quais se estabelecem num prazo de 6 a 10 anos depois do plantio.

Em síntese, para se compreender a abrangência temporal máxima da restauração de uma Reserva Legal enquadrada como área agrícola consolidada deve-se considerar que:

- A última etapa de implantação de um projeto de restauração (10/10 da área total) será iniciada no 18º após o seu início;
- Tendo em vista que a fase de estabelecimento inicial corresponde a 5 anos, a última etapa de um projeto implantado em 10 etapas bianuais - iniciada aos 18 anos - só será finalizada aos 23 anos;

- A conformação evidente dos estratos sucessionais acontece num prazo de 6 a 10 anos depois do plantio.

Dessa forma, considerando esses argumentos, a abrangência temporal máxima e necessária do monitoramento para projetos de restauração de Reserva Legal em áreas agrícolas consolidadas **seria** de 30 anos.

Exemplificando a situação descrita acima, na Tabela 27 é apresentada a abrangência temporal para um projeto de restauração em **formação florestal** implantado no horizonte máximo de 20 anos, conforme estabelecido no novo Código Florestal, e a sua relação do com o monitoramento tecnicamente recomendado.

Tabela 27. Abrangência da implantação para um projeto de restauração no prazo máximo admissível de 20 anos e a sua relação com o monitoramento tecnicamente requerido

ANO	ETAPAS ^{1/}									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0									
2	1									
3	2	0								
4	3	1								
5	4	2	0							
6	5	3	1							
7	6	4	2	0						
8	7	5	3	1						
9	8	6	4	2	0					
10	9	7	5	3	1					
11	10	8	6	4	2	0				
12	11	9	7	5	3	1				
13		10	8	6	4	2	0			
14		11	9	7	5	3	1			
15			10	8	6	4	2	0		
16			11	9	7	5	3	1		
17				10	8	6	4	2	0	
18				11	9	7	5	3	1	
19					10	8	6	4	2	0
20					11	9	7	5	3	1
21						10	8	6	4	2
22						11	9	7	5	3
23							10	8	6	4
24							11	9	7	5
25								10	8	6
26								11	9	7
27									10	8
28									11	9
29										10
30										11

^{1/}Cada etapa equivale a 10 % da área total a ser restaurada; em vermelho: fase de estruturação da vegetação; em azul: fase de consolidação da vegetação. A área em cinza representa a fase em que o monitoramento **extrapolaria** o tempo de implantação do projeto estabelecido no Código Florestal.

Da tabela acima depreende-se que o prazo ideal para monitoramento de um projeto de restauração em **RL consolidada** seria de 30 anos, caso seja

implantado em 10 etapas bianuais, enquanto o prazo mínimo equivale a 11 anos, para um projeto de restauração implantado em uma única etapa.

Entretanto, por definição do NATURATINS, o **prazo máximo de monitoramento não deverá ultrapassar 20 anos**. Assim, para o caso limite de RL em área consolidada, representado acima (Tabela 27), nas etapas 8, 9 e 10 de restauração, o monitoramento visará apenas confirmar o estabelecimento inicial dos plantios nessas duas últimas etapas, assumindo-se que a conformação dos estratos sucessionais ocorrerá com base no histórico de desenvolvimento da vegetação arbórea observado e monitorado nas etapas anteriores.

5.1.1. TEMPO DE MONITORAMENTO PARA RESERVA LEGAL EM ÁREAS AGRÍCOLAS NÃO CONSOLIDADAS E PARA ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM GERAL

O prazo para implantação de projetos de restauração em APPs em geral e em RLs localizada em áreas não consolidadas não é definido no novo Código Florestal, entretanto, deve ser estabelecido com base nos mesmos critérios técnico-científicos adotados para o monitoramento de restauração em RL consolidadas, conforme descrito no item anterior.

Assim, para um projeto de restauração em APP em geral e em RL localizada em área agrícola não consolidada, implantados numa única etapa, o **prazo de monitoramento será de 11 anos** (5 anos para o estabelecimento inicial do plantio mais 6 anos para o desencadeamento da sucessão ecológica). Se o projeto for implantado em duas etapas (dois anos), o monitoramento se estenderia até o 12º ano, e assim sucessivamente.

Na Tabela 28 é apresentada uma simulação do tempo de monitoramento para projeto de restauração implantado em uma única etapa, destacando as fases de estabelecimento inicial e de avaliação da formação dos estratos sucessionais

Tabela 28. Tempo de monitoramento para projetos de restauração implantado em uma única etapa, em APPs ou RLs

Atividade	Anos após a implantação do PRAD											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Estabelecimento inicial do projeto		X										
Estabelecimento inicial do projeto			X									
Estabelecimento inicial do projeto				X								
Estabelecimento inicial do projeto					X							
Estabelecimento inicial do projeto						X						
Avaliação dos estratos sucessionais								X				
Avaliação dos estratos sucessionais										X		
Avaliação dos estratos sucessionais												X

Deve-se ressaltar que o tempo de monitoramento de 11 anos pode ser reduzido nos casos em que a avaliação dos estratos sucessionais demonstre que o processo de sucessão já se estabeleceu em tempo anterior, e os demais critérios de avaliação foram atendidos.

Nesse caso, com base nas informações do proprietário, caberá ao NATURATINS a decisão de considerar a área restaurada, após realizada a averiguação em campo.

5.2. BASES PARA O MONITORAMENTO

As bases para o monitoramento reúnem elementos que serão utilizados ao longo de todo o processo de restauração e que deverão estar devidamente registrados e atualizados na plataforma de monitoramento institucional disponibilizada pelo NATURATINS.

5.2.1. MAPA GEORREFERENCIADO DA PROPRIEDADE

O mapa georreferenciado da propriedade rural, com a indicação das áreas passíveis de restauração, é parte integrante da adesão do proprietário ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) por meio do Sistema de Informações para Gestão do CAR (SIG-CAR).

A delimitação das áreas a serem restauradas, se torna, portanto, a base fundamental para elaboração e execução do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), deixando clara a obrigação do proprietário em restaurar as áreas declaradas como passíveis de recuperação, após validação das informações pelo NATURATINS.

5.2.2. PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD)

Após a definição das áreas em que o proprietário assume a responsabilidade de arcar com a restauração, deverão ser elaborados os PRADs, de acordo com as características observadas para cada área em específico. No caso da presença de características de degradação diferentes dentro de uma única área, deve-se subdividi-la em subáreas que se adequem a apenas um modelo de restauração, sendo realizado um PRAD para cada subárea identificada.

O PRAD deverá ser elaborado por um profissional habilitado, juntamente com a emissão da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Para isso, o proprietário deverá contratar o profissional da rede privada ou solicitar a disponibilização de um profissional da rede pública por meio de programas de extensão rural.

5.2.3. INFORMAÇÕES ANUAIS E BIANUAIS ENVIADAS PELO PROPRIETÁRIO

Na plataforma digital do CAR deverá ser utilizada a Central do Proprietário/Possuidor para recebimento das informações obrigatórias a serem enviadas pelo proprietário, em frequência anual nos primeiros 5 anos e bianual nos anos posteriores. Essas informações serão enviadas em formato de relatório, o qual deverá incluir imagens georreferenciadas da área em monitoramento.

Esses relatórios serão a base do monitoramento institucional e seu objetivo será o de definir os projetos de restauração prioritários para filtragem pelo monitoramento por imagem de satélite a fim de elencar aqueles que deverão ser monitorados em campo.

5.2.4. ANÁLISE DE IMAGENS DE SATÉLITE

O monitoramento remoto é importante base para auxiliar do monitoramento institucional, pois será utilizado para selecionar os projetos de restauração elencados como prioridade alta na filtragem das informações de monitoramento a serem repassadas pelos proprietários ao NATURATINS.

5.2.5. UNIDADES AMOSTRAIS PERMANENTES E TEMPORÁRIAS

Para o monitoramento de responsabilidade do proprietário, deverão ser coletados dados quantitativos e qualitativos referentes à avaliação dos indicadores fitoecológicos. Os dados quantitativos serão coletados em unidades amostrais permanentes e temporárias, as quais servirão de base para extrapolação dos resultados para a área total.

Para o monitoramento institucional de campo, de caráter fiscalizatório, que o NATURATINS realizará nos projetos de restauração definidos como de prioridade alta, deverão ser instaladas unidades amostrais temporárias onde serão medidos os indicadores de monitoramento pré-definidos para o tipo de restauração em análise.

Os dados referentes aos indicadores propostos deverão ser coletados por meio da utilização de unidades amostrais temporárias e permanentes. A quantidade de unidades amostrais é determinada de acordo com o tamanho da área a ser monitorada (Tabela 29), sendo esta a área referente à execução de um PRAD.

Tabela 29. Número de unidades amostrais de acordo com o tamanho das áreas em monitoramento

Área (A) (ha)	Nº de unidades amostrais
$A \leq 0,5$	0 ^{1/}
$0,5 > A \leq 1$	5
$A > 1$	5 + (1 por hectare adicional) ^{2/}

^{1/}Realizar monitoramento em área total; ^{2/}Limitado a um número máximo de 50 parcelas, independente do tamanho da área em restauração

As unidades amostrais permanentes deverão representar 50 % do número total de unidades amostrais, ou 50 % mais um, para as áreas com número ímpar de parcelas. Essas unidades amostrais deverão ter os quatro vértices georreferenciados e indicados em campo de forma chamativa. Para isso, podem-se utilizar estacas marcadas ou vergalhões de ferro recobertos com canos de PVC.

A distribuição das unidades amostrais deve ser direcionada para que se contemplem todos os gradientes de vegetação observados na área, pois assim será possível se obter um valor de média amostral mais representativo.

Cada unidade amostral deverá conter uma área de 250 m², tendo, preferencialmente, formato retangular com medidas de 10 x 25 m (Figura 38). Por vezes, não será possível encaixar uma parcela desta dimensão na área em monitoramento, como em algumas APPs hídricas. Nesses casos, deve-se manter a área de 250 m² e ajustar seu formato de acordo com a necessidade. Em áreas com linhas de plantio, as unidades amostrais devem ser posicionadas de modo diagonal às linhas (Figura 38), o que proporcionará a obtenção de dados não enviesados.

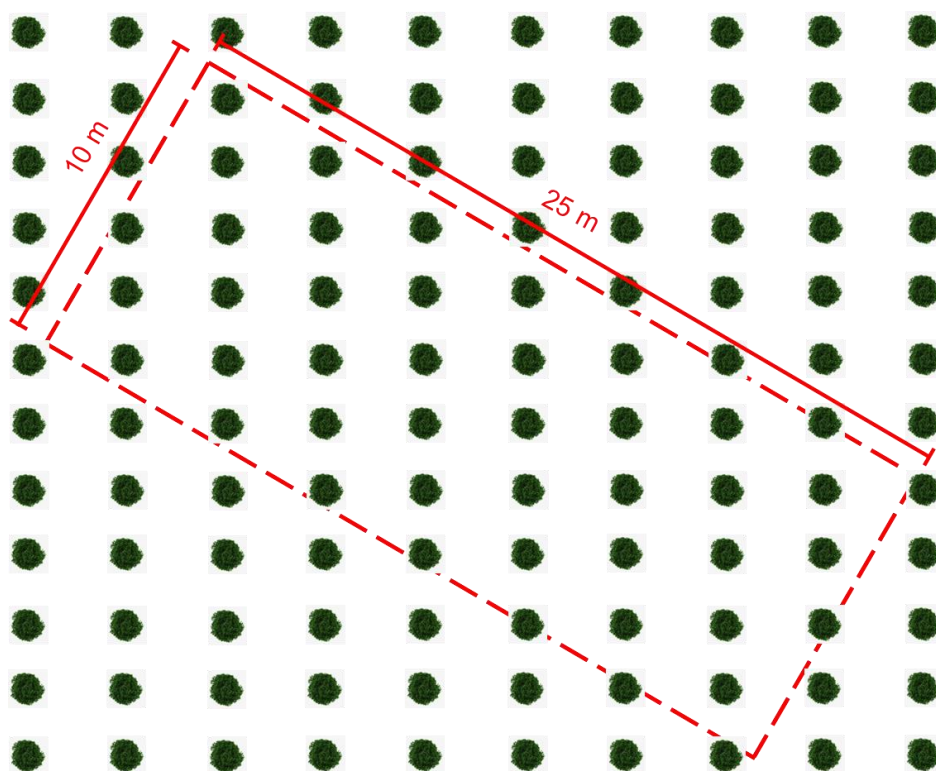


FIGURA 38. Posicionamento da unidade amostral em relação às linhas de plantio

5.3. INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

Os indicadores para o monitoramento se constituem em índices quantitativos ou qualitativos que permitem determinar a evolução de um projeto ao longo do tempo, a fim de verificar se os objetivos de restauração da vegetação estão sendo alcançados e de subsidiar o NATURATINS na certificação de que determinada área está efetivamente restaurada.

Assim, até o quinto ano de implantação do projeto o executor deverá utilizar os indicadores apropriados para a tomada de decisão quanto à condução do processo de restauro no que diz respeito ao **estabelecimento inicial** da vegetação, ciente de que a implantação correta do projeto é que garantirá o desencadeamento da sucessão ecológica, a qual atestará a consolidação do

processo de restauração na **fase de desenvolvimento** da vegetação – a partir do quinto ano – até o seu estabelecimento definitivo – a partir do décimo primeiro ano.

Um exemplo elementar da utilização de indicadores para a condução do processo inicial da restauração é o indicador “densidade”, que orientará a necessidade de replantio, caso o número de indivíduos diagnosticado no monitoramento esteja abaixo do indicado para a fase em que se encontra o projeto. Da mesma forma, o indicador “sombreamento” poderá indicar a necessidade ou não de replantio de espécies pioneiras ou secundárias para garantir o recobrimento do solo pelas suas copas, a fim de propiciar o estabelecimento das espécies clímax.

Os mesmos indicadores serão utilizados pelo NATURATINS no monitoramento institucional desde a fase de desenvolvimento da vegetação (a partir do quinto ano da implantação) até o seu estabelecimento definitivo, quando então certificará ou não a área em análise como “restaurada”.

Por exemplo, determinada área em restauração, pertencente à Formação Florestal, será considerada restaurada pelo NATURATINS se, a partir do décimo primeiro da implantação, apresentar os seguintes números para os respectivos indicadores:

- **Densidade:** mais do que 1.500 indivíduos por hectare
- **Diversidade/Riqueza:** mais do que 30 espécies
- **Sombreamento:** mais do que 50 % da área
- **Número de estratos:** 2 ou mais

Para restauração sem fins econômicos, os indicadores para o monitoramento (Tabela 30) são baseados no princípio fitoecológico, ou seja, buscam avaliar o desenvolvimento da vegetação ao passar dos anos.

Tabela 30. Indicadores para monitoramento para restauração sem fins econômicos, de acordo com o tipo de formação vegetal

FORMAÇÃO	ÉPOCA	
	(anos após a execução do PRAD)	INDICADORES
Florestal	0 - 11	Densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos Diversidade de indivíduos arbóreos e arbustivos Sombreamento pela copa de indivíduos arbóreos e arbustivos Área ocupada por solo exposto Cobertura do solo por vegetação nativa Ocupação por gramíneas exóticas
	6 - 11	Desenvolvimento dos estratos florestais Surgimento de outras formas de vida vegetal ^{1/} Formação de serrapilheira ^{1/} Desenvolvimento dos horizontes superficiais do solo ^{1/}

FORMAÇÃO	ÉPOCA (anos após a execução do PRAD)	INDICADORES
Savânica	0 - 11	Densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos Diversidade de indivíduos arbóreos e arbustivos Sombreamento pela copa de indivíduos arbóreos e arbustivos Área ocupada por solo exposto Cobertura do solo por vegetação nativa Ocupação por gramíneas exóticas
	6 - 11	Desenvolvimento dos estratos herbáceo e arbóreo/arbustivo Desenvolvimento dos horizontes superficiais do solo ^{1/}
Campestre	0 - 11	Área ocupada por solo exposto Cobertura do solo por vegetação nativa Ocupação por gramíneas exóticas

^{1/}Indicador facultativo.

No caso da restauração com fins econômicos, os indicadores devem mostrar que as áreas estão cumprindo sua função ecológica e que a exploração de produtos agrofloretais não está degradando o solo.

O critério de função ecológica se aplica às APPs, nas quais não pode haver a descaracterização da cobertura vegetal. Para as demais áreas, exceto para as faixas de plantio econômico do arranjo em faixas, os critérios serão os mesmos adotados para o monitoramento da restauração sem fins econômicos. Para as áreas de plantio econômico, deve ser realizado o monitoramento utilizando indicadores de princípio agrônomo, buscando-se avaliar se o uso agrícola está resultando na degradação do solo (Tabela 31).

Tabela 31. Indicadores para monitoramento para restauração com fins econômicos

ARRANJO ESPACIAL	TIPO DE PLANTIO	INDICADORES
Em faixas	Faixa de nativas	De acordo com os indicadores propostos para a formação vegetal em que a fitofisionomia da área se enquadra (Tabela 30) Indicadores socioeconômicos, caso se aplique ^{1/}
	Faixa de plantio econômico	Área ocupada por solo exposto Cobertura do solo por vegetação nativa Ocupação por gramíneas exóticas Verificação do uso de técnicas conservacionistas Indicadores socioeconômicos ^{1/}
Sucessional	-	De acordo com os indicadores propostos para a formação vegetal em que a fitofisionomia da área se enquadra (Tabela 30) Indicadores socioeconômicos ^{1/}

^{1/}Indicador facultativo.

5.3.1. AVALIAÇÃO DOS INDICADORES

- *Obtenção de dados quantitativos*

Os dados quantitativos deverão ser obtidos por meio de amostragem realizada dentro das unidades amostrais. A seguir são descritos os métodos de amostragem e os cálculos necessários para a determinação dos valores médios para a área total em monitoramento.

- *Amostragem e cálculos*

Densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos

Para a determinação da densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos, devem-se considerar aqueles de espécies nativas, plantados e/ou provenientes da regeneração natural, com altura da gema apical superior a 50 cm, para as formações florestais, e 30 cm para as formações savânicas.

Para correta extrapolação dos resultados obtidos, por meio de amostragem, para a área total a ser restaurada, devem ser considerados os diferentes padrões de distribuição apresentados pelos indivíduos arbóreos e arbustivos. Tais padrões são definidos, principalmente, pelo porte do indivíduo, sendo comumente observada a diminuição da densidade em função do aumento do porte. Portanto, a estimativa da densidade de uma população vegetal deve adotar unidades amostrais com áreas adequadas para a avaliação de cada classe de distribuição. Assim, visando atender minimamente a essa premissa, deve-se dividir os indivíduos arbóreos e arbustivos em duas classes, como descrito na Tabela 32.

Tabela 32. Critérios para seleção de indivíduos para contagem de morfoespécies

FORMAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO PORTE	ALTURA DA GEMA APICAL	CIRCUNFERÊNCIA DO CAULE	ALTURA DE MENSURAÇÃO DA CIRCUNFERÊNCIA DO CAULE
			cm	
Florestal	Classe 1	≥50	≥15	130
	Classe 2	≥50	<15	130
Savânica e Campestre	Classe 1	≥30	≥15	30
	Classe 2	≥30	<15	30

A amostragem dos indivíduos Classe 1 deve ser, portanto, realizada em uma unidade amostral com área superior à utilizada para a amostragem dos indivíduos da Classe 2. Assim, deve ser considerada como área amostral para os indivíduos da Classe 2 uma subparcela de 100 m² (10 m x 10 m) (Figura 39), enquanto os indivíduos da Classe 1 deverão ser contabilizados em área total da unidade amostral de 250 m² (10 x 25 m).

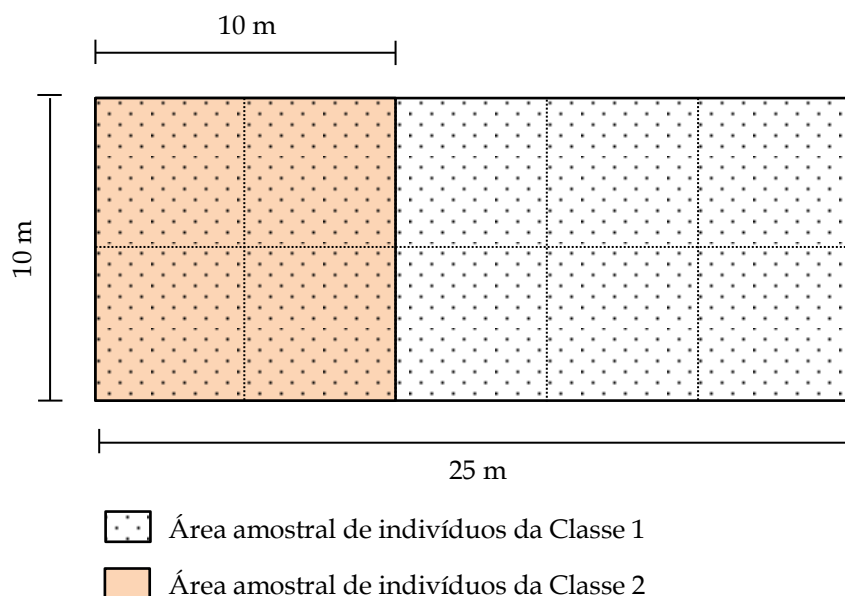


FIGURA 39. Áreas amostrais para contagem de morfoespécies de indivíduos arbóreos e arbustivos.

Dessa maneira, a densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos da unidade amostral será representada pela soma da densidade dos indivíduos de grande porte e da densidade de indivíduos de pequeno porte (Equação 1).

$$D = \frac{N_1 \times 10.000}{A_T} + \frac{N_2 \times 10.000}{A_S} \quad (1)$$

Em que, D = densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos da unidade amostral (indiv./ha); N_1 = número de indivíduos da Classe 1 contabilizados na área total da unidade amostral; N_2 = número de indivíduos da Classe 2 contabilizados na subparcela; A_T = área total da unidade amostral (m^2); A_S = Área da subparcela de amostragem de indivíduos de pequeno porte (m^2).

A extrapolação dos resultados para a área total em monitoramento deve ser realizada por obtenção da média dos valores de densidade obtidos nas unidades amostrais (Equação 2).

$$D_m = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{UA_n} \quad (2)$$

Em que, D_m densidade média de indivíduos arbóreos e arbustivos para a área total de monitoramento (indiv./ha); $\sum_{i=1}^n D_i$ = somatório da densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos até a i -ésima unidade amostral; UA_n = número de unidades amostrais.

Diversidade de indivíduos arbóreos e arbustivos

Para a determinação da diversidade, a seleção e a classificação dos indivíduos arbóreos e arbustivos, assim como a metodologia de amostragem, deverão seguir os mesmos critérios apresentados no item anterior. Para isso, devem ser contados o número de morfoespécies presentes em cada unidade amostral, sem a contabilização de morfoespécies já identificadas em unidades anteriores. Com

isso, o número referente à diversidade será o somatório de morfoespécies não repetidas identificadas em todas as unidades amostrais (Equação 3).

$$N^{\circ} spp = \sum_{i=1}^n spp_i \quad (3)$$

Em que, $N^{\circ} spp$ = número de espécies da área em monitoramento; $\sum_{i=1}^n spp_i$ = somatório das espécies encontradas em todas as unidades amostrais, desconsiderando as espécies repetidas.

Sombreamento do solo pela copa de indivíduos arbóreos e arbustivos

Para avaliação da cobertura do solo pela copa dos indivíduos arbóreos e arbustivos deverá ser demarcada uma linha amostral (transecto) de 25 m, no centro de cada unidade amostral (Figura 40), medindo-se os intervalos em que não há cobertura do solo pela projeção das copas das espécies arbóreas e arbustivas (Figura 41).

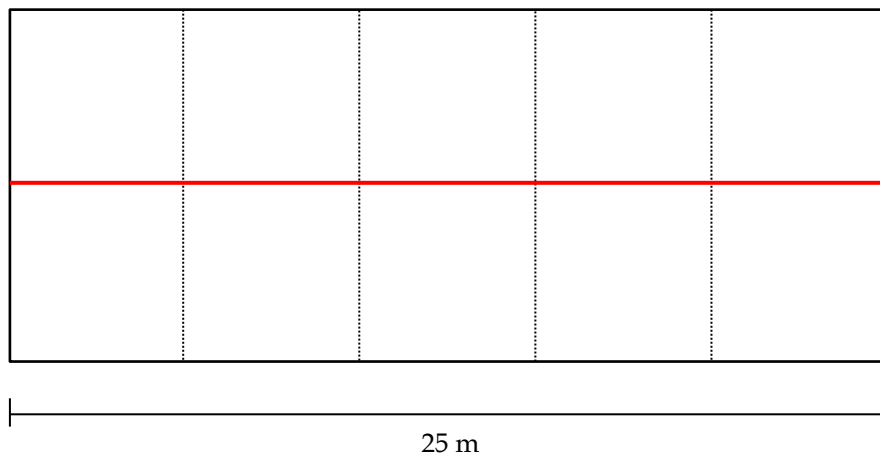


FIGURA 40. Demarcação do transecto de 25 m (em vermelho) na unidade amostral.

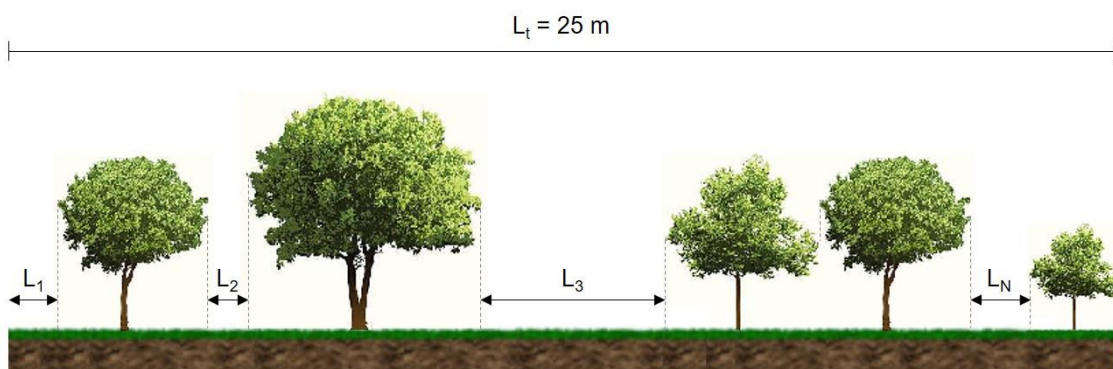


FIGURA 41. Esquema de medição do percentual do solo coberto pela projeção das copas das espécies arbóreas plantadas e regeneradas. L_t = comprimento da linha amostral; $L_{1,2,3,N}$ = segmentos da linha amostral não cobertos pelas projeções das copas.

A percentagem de cobertura de copa, de cada linha amostral, deverá ser calculada de acordo com a Equação 4:

$$C = \frac{[L_t - (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_N)]}{L_t} \times 100 \quad (4)$$

Em que, C = cobertura do solo pelo dossel dos indivíduos arbóreos e arbustivos (%); L_t = comprimento da linha amostral; $L_{1,2,3,N}$ = seguimentos da linha amostral não coberta pelas copas (m).

Após calcular a cobertura de copa para cada parcela, deve-se extrair um valor médio para a área em monitoramento (Equação 5).

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{UA_n} \quad (5)$$

Em que, C_m = cobertura média do solo pela copa dos indivíduos arbóreos e arbustivos (%); $\sum_{i=1}^n C_i$ = somatório da cobertura do solo pela copa dos indivíduos arbóreos e arbustivos até a i -ésima unidade amostral (%); UA_n = número de unidades amostrais.

Cobertura do solo

Para a análise de cobertura do solo, deverão ser consideradas três classes:

- I. Cobertura do solo por gramíneas exóticas;
- II. Cobertura do solo por vegetação nativa;
- III. Áreas de solo exposto;

O percentual de cada classe deverá ser estimado visualmente, por meio de caminhamento em duas subparcelas de 25 m². Para isso, as subparcelas deverão ser locadas nas extremidades opostas das parcelas de 10 x 25 m (Figura 42).

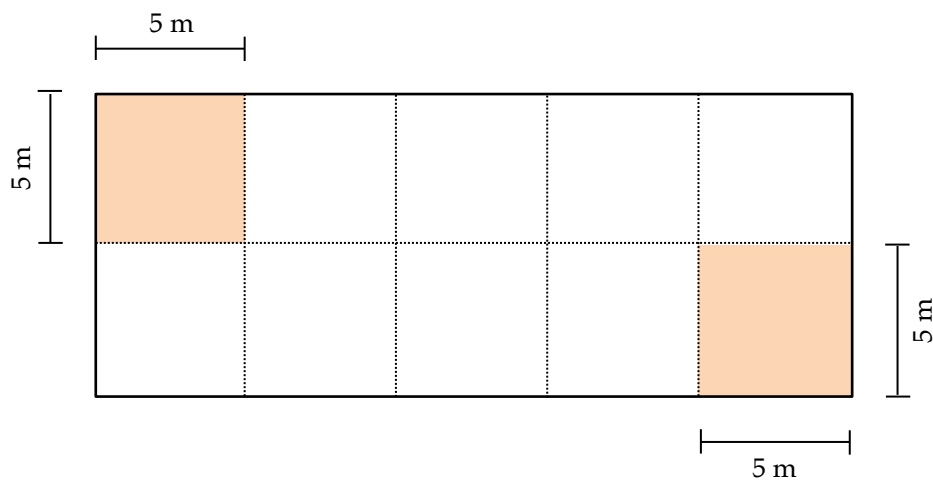


FIGURA 42. Representação de subparcelas para estimativa da cobertura do solo.

Com isso, a porcentagem das classes de cobertura do solo para cada amostra (50 m²) deve ser determinada pela média do percentual estimado para as duas subparcelas (25 m²) que a compõe (Equação 6).

$$CCS = \frac{CCS_{S1} + CCS_{S2}}{2} \quad (6)$$

Em que, CCS = porcentagem de classe de cobertura do solo da subamostra (%); CCS_{S1} = porcentagem de classe de cobertura do solo da subparcela 1 (%); CCS_{S2} = porcentagem de classe de cobertura do solo da subparcela 2 (%).

Por sua vez, a porcentagem das classes de cobertura do solo da área total em monitoramento será representada pela média das porcentagens estimadas para cada amostra (Equação 7).

$$CCS_m = \frac{\sum_{i=1}^n CCS_i}{A_n} \quad (7)$$

Em que, CCS_m = valor médio da porcentagem de classe de cobertura do solo, para a área em monitoramento (%); $\sum_{i=1}^n CCS_i$ = somatório da porcentagem de classe de cobertura do solo até a i -ésima amostra (%); A_n = número de subamostras.

Como são aqui consideradas apenas três classes de cobertura do solo, é possível que a soma dos percentuais dessas classes não alcance 100 %, como, por exemplo, em terrenos com afloramentos rochosos, em que as rochas expostas não se enquadram em nenhuma das classes avaliadas.

- *Parâmetros estatísticos para avaliação dos indicadores quantitativos*

Em áreas heterogêneas, a simples avaliação da média pode não ser suficiente para obter-se um resultado representativo. Visando minimizar esse erro, recomenda-se estipular um desvio padrão (Equação 8) máximo (Equação 9) referente a 25 % do valor da média, para avaliações de monitoramento.

$$DP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (8)$$

Em que, DP = desvio padrão; x_i = valor da i -ésima amostra; μ = média do conjunto de dados; n = número de amostras.

$$DP_{max} = \mu \times 0,25 \quad (9)$$

Em que, DP_{max} = desvio padrão máximo aceitável; μ = média do conjunto de dados.

Para fins de fiscalização, deve-se aceitar a média apresentada no relatório de monitoramento quando a média obtida na avaliação de fiscalização estiver inclusa no intervalo de confiança, com probabilidade de acerto de 95 % (Equação 10), obtido a partir do desvio padrão da avaliação de monitoramento.

$$IC (95 \%) = \mu \mp 1,645 x \frac{DP}{\sqrt{n}} \quad (10)$$

Em que, *IC* (95 %) = intervalo de confiança com 95 % de probabilidade de acerto; μ = média do conjunto de dados; *DP* = desvio padrão da avaliação de monitoramento; *n* = número de amostras.

- *Obtenção de dados qualitativos*

Devido ao caráter qualitativo, a avaliação dos seguintes indicadores deve ser realizada em área total, de acordo com os critérios descritos a seguir.

- *Formação de serrapilheira*

A formação de serrapilheira é caracterizada pelo acúmulo de biomassa vegetal na superfície do solo. A avaliação visual do acúmulo de serrapilheira, caso ocorra, deve ser feita de modo visual, buscando-se observar o aumento de área coberta pela serrapilheira ou o aumento do volume de serrapilheira acumulada em uma determinada área.

- *Desenvolvimento dos horizontes superficiais do solo*

Para fins de monitoramento, deve-se considerar como “desenvolvimento do horizonte” o a melhoria da estrutura do horizonte A, o aumento da densidade de raízes ou escurecimento característico do acúmulo de matéria orgânica. Pode-se ainda considerar a formação de um horizonte O logo abaixo da serrapilheira.

Para as áreas drasticamente alteradas, deve-se considerar as mesmas características a serem observadas na camada superficial do substrato, indicando início de pedolização.

- *Desenvolvimento dos estratos florestais*

Presença de espécies arbóreas secundárias e/ou clímax ocorrendo em área sombreada pelo dossel das espécies pioneiras. Os estratos não precisam estar necessariamente bem definidos, mas deve-se notar que está ocorrendo, ao menos, um início de estratificação da vegetação.

- *Desenvolvimento dos estratos herbáceo e arbóreo/arbustivo*

Observação do desenvolvimento dos estratos herbáceo contínuo e arbóreo/arbustivo ocorrendo em forma de indivíduos isolados ou de aglomerados.

- *Surgimento de outras formas de vida vegetal*

Presença de espécies epífitas, como as bromélias, e diminuição da ocorrência de lianas (cipós) à medida que se afasta da borda da vegetação.

- *Verificação do uso de técnicas conservacionistas*

Observação da manutenção da cobertura do solo, da utilização de adubação verde e da ausência de processos erosivos no solo.

5.3.2. VALORES DE REFERÊNCIA PARA AVALIAÇÃO DOS INDICADORES

- *Restauração sem fins econômicos*

Os valores de referência, os quais serão utilizados como parâmetros para a avaliação dos indicadores obrigatórios propostos, estão apresentados nas Tabelas 33 e 34.

Tabela 33. Valores de referência dos indicadores obrigatórios para a avaliação até o 5º ano após a implantação do PRAD

CLASSIFICAÇÃO	INDICADORES				
	Densidade	Diversidade	Sombreamento pela copa de arbóreas e arbustivas	Cobertura do solo por espécies nativas	Cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto
	(indiv./ha)	(nº de spp.)	%		
Formações florestais					
Não aceitável	<1.000	<30	<25	<30	>70
Aceitável	1.000 - 1.500	30 - 33	25 - 50	30 - 50	70 - 50
Desejado	>1.500	>33	>50	>50	<50
Formações savânicas					
Não aceitável	<800	<30	<10	<30	>70
Aceitável	800 - 1.200	30 - 33	10 - 30	30 - 50	70 - 50
Desejado	>1.200	>33	>30	>50	<50
Formações campestres					
Não aceitável	-	-	-	<30	>70
Aceitável	-	-	-	30 - 50	70 - 50
Desejado	-	-	-	>50	<50

Tabela 34. Valores de referência dos indicadores obrigatórios para a avaliação do 6º ao 11º ano após a implantação do PRAD

CLASSIFICAÇÃO	INDICADORES				
	Densidade	Diversidade	Sombreamento pela copa de arbóreas e arbustivas	Cobertura do solo por espécies nativas	Cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto
	(indiv./ha)	(nº de spp.)	%		
Formações florestais					
Não aceitável	<1.500	<33	<50	<50	>50
Aceitável	1.500 - 2.000	33 - 35	50 - 80	50 - 80	50 - 20
Desejado	>2.000	>35	>80	>80	<20
Formações savânicas					
Não aceitável	<1.000	<33	<15	<50	>50
Aceitável	1.000 - 1.500	33 - 35	15 - 40	50 - 80	50 - 20
Desejado	>1.500	>35	>40	>80	<20
Formações campestres					
Não aceitável	-	-	-	<50	>50
Aceitável	-	-	-	50 - 80	50 - 20
Desejado	-	-	-	>80	<20

- **Restauração com fins econômicos (sistemas agroflorestais)**

Nos Sistemas Agroflorestais em faixas sempre haverá uma área de plantio exclusivo de nativas (50 % da área total). No caso de SAF Sucessional, a cobertura por espécies nativas deverá ocorrer em área total, independentemente da utilização de espécies exóticas em seu arranjo produtivo.

Assim, **na área de plantio de espécies nativas** dos SAFs em faixas e nos SAFs Sucessionais os valores de referência dos indicadores deverão ser os mesmos adotados para o caso de restauração de formações florestais e savânicas sem fins econômicos, uma vez que o conceito de restauração é o mesmo. Esses valores são apresentados nas Tabelas 35 e 36.

Tabela 35. Valores de referência dos indicadores obrigatórios para a avaliação das faixas de nativas de SAFs em faixas e de SAFs sucessionais – Formações Florestais

CLASSIFICAÇÃO	INDICADORES				
	Densidade ^{1/}	Diversidade	Sombreamento pela copa de arbóreas e arbustivas	Cobertura do solo por espécies nativas	Cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto
	(indiv./ha)	(nº de spp.)	%		
Avaliação até os 5º ano					
Não aceitável	<1.000	<30	<25	<30	>70
Aceitável	1.000 - 1.500	30 - 33	25 - 50	30 - 50	70 - 50
Desejado	>1.500	>33	>50	>50	<50
Avaliação do 6º ao 11º ano					
Não aceitável	<1.500	<33	<50	<50	>50
Aceitável	1.500 - 2.000	33 - 35	50 - 80	50 - 80	50 - 20
Desejado	>2.000	>35	>80	>80	<20

^{1/} No caso de SAFs sucessionais, a densidade deve considerar tanto indivíduos de espécies nativas quanto de espécies exóticas.

Tabela 36. Valores de referência dos indicadores obrigatórios para a avaliação das faixas de nativas de SAFs em faixas e de SAFs sucessionais – Formações Savânicas

CLASSIFICAÇÃO	INDICADORES				
	Densidade ^{1/}	Diversidade	Sombreamento pela copa de arbóreas e arbustivas	Cobertura do solo por espécies nativas ^{2/}	Cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto
	(indiv./ha)	(nº de spp.)	%		
Avaliação até os 5º ano					
Não aceitável	<800	<30	<10	<30	>70
Aceitável	800 - 1.200	30 - 33	10 - 30	30 - 50	70 - 50
Desejado	>1.200	>33	>30	>50	<50
Avaliação do 6º ao 11º ano					
Não aceitável	<1.000	<33	<15	<50	>50
Aceitável	1.000 - 1.500	33 - 35	15 - 40	50 - 80	50 - 20
Desejado	>1.500	>35	>40	>80	<20

^{1/} No caso de SAFs sucessionais, a densidade deve considerar tanto indivíduos de espécies nativas quanto de espécies exóticas. ^{2/} considerar os estratos arbóreo-arbustivo e herbáceo.

Para casos de implantação de SAFs em áreas de formações campestres, a avaliação (exceto para as faixas de plantio econômico de SAF em faixas) deve ser realizada pela observação da manutenção do estrato gramíneo/herbáceo e da ocorrência de gramíneas exóticas na área. Como valores de referência podem ser utilizados os indicadores para formações savânicas (Tabela 36), correspondentes à “cobertura do solo por espécies nativas” e “cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto”.

Para avaliação das faixas de plantio econômico é importante que se observe indicadores, principalmente qualitativos, que apontem a utilização de práticas conservacionistas do solo. Essa recomendação parte da premissa de que, do ponto de vista ambiental, o fator mais relevante, na faixa de plantio econômico, é garantir que não haja a degradação do solo (erosão e diminuição da fertilidade). Assim, com a preservação das características físicas e químicas do solo, há a constituição de uma área que, em caso de desistência da exploração econômica, apresenta alta capacidade de regeneração natural. Assim, como indicadores qualitativos, podem ser utilizados:

- i - A manutenção da cobertura permanente do solo (seja por palhada, adubação verde e/ou pela própria espécie explorada);
- ii - A ausência de processos erosivos;
- iii - A manutenção da fertilidade do solo (preferencialmente com a utilização de adubação verde)
- iv - A adoção de sistema de cultivos sem utilização de herbicida
- v - Ausência de mecanização do solo (aração ou gradagem)

Como indicador quantitativo, deve-se utilizar a *cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto* (Tabelas 35 e 36), visto que a diminuição da ocupação da área ocupada por essas classes de cobertura do solo resulta no aumento do potencial de regeneração natural.

5.4. MONITORAMENTO DE RESPONSABILIDADE DO PROPRIETÁRIO

O monitoramento de responsabilidade do proprietário (automonitoramento) abrange todo o horizonte temporal de implantação do projeto perdurando até a certificação de estabelecimento definitivo do processo de restauração pelo NATURATINS e ocorre em duas fases distintas:

Na fase de implantação do projeto, o monitoramento tem como foco a avaliação contínua das ações implementadas a fim de orientar as atividades de manutenção necessárias para o estabelecimento inicial da restauração.

Na fase de desenvolvimento da vegetação, o monitoramento visa avaliar a evolução dos plantios realizados – ou da condução da regeneração natural, se for o caso – a fim de verificar e induzir se necessário o manejo de variáveis que conduzam ao desencadeamento da sucessão vegetal, cujo estabelecimento, medido por indicadores específicos, caracteriza a consolidação definitiva da restauração.

Em cada fase, o monitoramento e as respectivas avaliações dali decorrentes se dá por meio de indicadores de monitoramento, utilizando sempre as mesmas bases, comuns às duas fases, conforme descrito a seguir.

5.4.1. MONITORAMENTO DURANTE A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

O monitoramento da implantação deverá ser realizado pelo executante do projeto e visa alcançar o sucesso das ações de restauração empreendidas, através da manutenção dos plantios ou da regeneração natural, ou de ambos como é o caso mais comum, uma vez que a regeneração natural, quando ocorre, é necessariamente agregada ao processo de restauração florestal como técnica essencial de recrutamento de novos indivíduos componentes da sucessão ecológica.

O objetivo básico é a verificação de situações de não-conformidade capazes de comprometer o sucesso das ações empreendidas no processo inicial de implantação do projeto e a consequente tomada de medidas corretivas que garantam alcançar o resultado previsto no processo de restauração em desenvolvimento.

Para tanto, no monitoramento da implantação serão verificados vários indicadores que orientarão a adoção de medidas de manutenção corretivas quando necessárias.

5.4.2. MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DA VEGETAÇÃO

O monitoramento do desenvolvimento da vegetação consiste na avaliação de todos os indicadores fitoecológicos propostos no item 5.3. Este monitoramento será realizado em duas fases, como descrito a seguir.

- *Fase 1*

A primeira fase consiste na avaliação de indicadores (Tabela 37) relacionados ao primeiro processo de estruturação da vegetação. Por sua vez, esse processo é referente ao estabelecimento dos indivíduos em campo, englobando os aspectos de sobrevivência, além da colonização da área e da cobertura do solo. Essa fase terá início logo após a implantação do PRAD, se estendendo até o décimo primeiro ano.

Tabela 37. Indicadores para a Fase 1 do monitoramento

Formação	Indicadores
Florestal	Densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos Diversidade de indivíduos arbóreos e arbustivos Sombreamento pela copa de indivíduos arbóreos e arbustivos ^{1/} Área ocupada por solo exposto Cobertura do solo por vegetação nativa Ocupação por gramíneas exóticas
Savânica	Densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos Diversidade de indivíduos arbóreos e arbustivos Sombreamento pela copa de indivíduos arbóreos e arbustivos ^{1/} Área ocupada por solo exposto Cobertura do solo por vegetação nativa Ocupação por gramíneas exóticas
Campestre	Área ocupada por solo exposto Cobertura do solo por vegetação nativa Ocupação por gramíneas exóticas

^{1/}A partir do 5º.

- **Fase 2**

Essa fase do monitoramento ocorrerá entre o sétimo e o décimo primeiro anos após a implantação do PRAD e tem como objetivo monitorar a consolidação da vegetação, por meio de acréscimo de indicadores (Tabela 38) que abrangem as características esperadas para cada fitofisionomia. Estes indicadores serão adicionados apenas para as formações savânicas e florestais, visto que, para as formações campestres, a estrutura vegetal final esperada é a formação do estrato herbáceo nativo, já monitorado na Fase 1 pela avaliação da porcentagem do solo coberto por vegetação nativa.

Tabela 38. Indicadores complementares para a Fase 2 do monitoramento do desenvolvimento da vegetação

Formação	Indicadores
Florestal	Desenvolvimento dos estratos florestais Surgimento de outras formas de vida vegetal ^{1/} Formação de serrapilheira ^{1/} Desenvolvimento dos horizontes superficiais do solo ^{1/}
Savânica	Desenvolvimento dos estratos herbáceo e arbóreo/arbustivo Desenvolvimento dos horizontes superficiais do solo ^{1/}

^{1/}Indicador facultativo.

5.4.3. INFORMAÇÕES ANUAIS E BIANUAIS AO NATURATINS

O monitoramento destes indicadores deve ser reportado ao NATURATINS por meio da elaboração do relatório de monitoramento, os quais deverão ser encaminhados com frequência:

- I. Anual: até o quinto ano após o plantio, com informações sobre o monitoramento da Fase 1.
- II. Bianual: do sétimo ao décimo primeiro ano após o plantio, com informações sobre o monitoramento das Fases 1 e 2.

Podem ainda serem realizadas outras avaliações em períodos intermediários, caso o avaliador julgue necessário. Contudo, essas avaliações em períodos intermediários devem conter informações que justifiquem sua realização, assim como indiquem a data em que a avaliação foi realizada.

O objetivo principal desse monitoramento é observar se a vegetação em restauro está progredindo, regredindo ou estacionada, portanto, a interpretação e a avaliação dos relatórios devem ser feitas de modo comparativo com os relatórios anteriores.

O primeiro relatório deverá ser enviado logo após a implantação do PRAD, relatando o estágio inicial da área, sem caráter avaliativo, servindo apenas como referência para elaboração do primeiro relatório de monitoramento.

5.4.4. ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE MONITORAMENTO

O relatório de monitoramento deverá elaborado por um profissional habilitado, contendo informações de identificação da área (relatório escrito), além de informações visuais (relatório fotográfico), como detalhadas a seguir.

- ***Relatório escrito***

A parte escrita do relatório deve conter informações de identificação do proprietário, seja pessoa física ou jurídica, da propriedade e da área em restauração (Figura 43), além dos resultados do monitoramento realizado, assim como a avaliação dos resultados em comparação com o relatório anterior (Figuras 44 e 45).

RELATÓRIO DE MONITORAMENTO

Tipo: Pessoa física Pessoa jurídica

Identificação - pessoa física

Nome completo:

CPF:

Data de nascimento:

Número do CAR:

Identificação - pessoa jurídica

Razão social:

CNPJ:

Nome fantasia:

Número do CAR:

Identificação do relatório de monitoramento

Número do relatório:

Data de elaboração do relatório: ____ / ____ / ____

Identificação da área em restauração

- | | | | |
|------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Situação no CF: | <input type="checkbox"/> APP | <input type="checkbox"/> RL | <input type="checkbox"/> APP em RL |
| Formação vegetal: | <input type="checkbox"/> Florestal | <input type="checkbox"/> Savânica | <input type="checkbox"/> Campestre |
| Método de restauração: | <input type="checkbox"/> Enriquecimento | <input type="checkbox"/> Adensamento | <input type="checkbox"/> Plantio total |
| | <input type="checkbox"/> Condução da regeneração natural | | <input type="checkbox"/> SAF |
| Introdução de nativas: | <input type="checkbox"/> Semeadura/lanço | <input type="checkbox"/> Semeadura/linha | <input type="checkbox"/> Plantio de mudas |
| | <input type="checkbox"/> Não de aplica | | |

Data de início da restauração: ____ / ____ / ____

FIGURA 43. Estrutura do Relatório de Monitoramento - Identificação

RELATÓRIO DE MONITORAMENTO

Avaliação - Formações Florestais

Área: **EXEMPLO 01**

❖ **Densidade, diversidade e cobertura do solo**

Número de morfoespécies arbóreas/arbustivos: _____ morfoespécies

Densidade de indivíduos introduzidos e regenerantes: _____ indivíduos/ha

Cobertura do solo pelo dossel do estrato arbóreo: _____ %

Cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto: _____ %

Avaliação dos resultados [em comparação ao relatório anterior]

Número de morfoespécies

Aumentou Diminuiu Mesmo que o anterior

Densidade de indivíduos introduzidos e regenerantes

Aumentou Diminuiu Mesmo que o anterior

Cobertura do solo pelo dossel do estrato arbóreo

Aumentou Diminuiu Mesmo que o anterior

Cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto

Aumentou Diminuiu Mesmo que o anterior

❖ **Desenvolvimento da vegetação (bianual - a partir do sétimo ano)**

Desenvolvimento dos estratos florestais

Surgimento de outras formas de vida vegetal

Desenvolvimento de serrapilheira

Desenvolvimento dos horizontes superficiais do solo

❖ **Restauração com fins econômicos em faixas (faixa de plantio comercial)**

Técnicas conservacionistas utilizadas e sinais de processos erosivos observados

FIGURA 44. Estrutura do Relatório de Monitoramento - Avaliação de formações florestais

RELATÓRIO DE MONITORAMENTO

Avaliação - Formações Savânicas e campestres

Área: **EXEMPLO 02**

❖ **Densidade, diversidade e cobertura do solo**

Número de morfoespécies arbóreas/arbustivas: _____ morfoespécies

Densidade de indivíduos introduzidos e regenerantes: _____ indivíduos/ha

Cobertura do solo pela vegetação nativa: _____ %

Cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto: _____ %

Avaliação dos resultados [em comparação ao relatório anterior]

Número de morfoespécies arbóreas e arbustivas

Aumentou Diminuiu Mesmo que o anterior Não se aplica

Densidade de indivíduos introduzidos e regenerantes

Aumentou Diminuiu Mesmo que o anterior Não se aplica

Cobertura do solo pela vegetação nativa

Aumentou Diminuiu Mesmo que o anterior

Cobertura do solo por gramíneas exóticas e/ou solo exposto

Aumentou Diminuiu Mesmo que o anterior Não se aplica

❖ **Desenvolvimento da vegetação (bianual - a partir do sétimo ano)**

Desenvolvimento dos estratos herbáceos e arbóreo/arbustivo

Desenvolvimento dos horizontes superficiais do solo

❖ **Restauração com fins econômicos em faixas (faixa de plantio comercial)**

Técnicas conservacionistas utilizadas e sinais de processos erosivos observados

FIGURA 45. Estrutura do Relatório de Monitoramento - Avaliação de formações savânicas e campestres

- *Registro fotográfico referenciado na paisagem*

Para a elaboração do relatório fotográfico, é extremamente importante que a captura de imagens seja realizada do mesmo período do ano, o qual deve estar inserido na estação chuvosa. Este critério tem como propósito evitar avaliações distorcidas devido à observação da vegetação em épocas de seca, o que poderia dar a falsa impressão de declínio da cobertura vegetal.

Para essa avaliação, devem-se capturar imagens que possibilitem uma visão ampla da área em restauração. As imagens devem ser capturadas em, ao menos, duas posições, as quais possibilitem a observação dos pontos de vistas interno e externo da área em restauração. Para grandes áreas, a quantidade de imagens capturadas deve se ajustar de acordo com a necessidade.

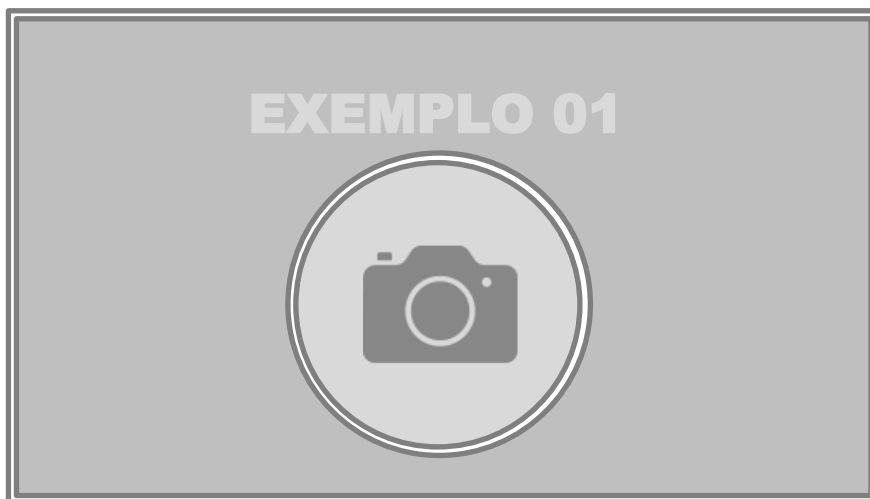
Um ponto fundamental para esta avaliação é que a captura anual de imagens seja realizada sempre no mesmo ponto e no mesmo sentido, para que seja possível avaliar as imagens de forma comparativa. Imagens em outras direções podem ser capturadas, entretanto devem ser consideradas como imagens extras.

Todas as imagens devem ainda ser georreferenciadas, apresentando em sua descrição as coordenadas (latitude e longitude), assim como o sistema de coordenadas e o datum utilizado (Figura 46). Recomenda-se que seja adotado o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), e como datum o SIRGAS 2000.

RELATÓRIO DE MONITORAMENTO

Relatório Fotográfico

Área: *EXEMPLO 01*



Descrição: *Vista geral da área*

Coordenadas:

Sistema de coordenadas: *UTM*

DATUM: *SIRGAS 2000*



Descrição: *Vista do interior da área em restauração*

Coordenadas:

Sistema de coordenadas: *UTM*

DATUM: *SIRGAS 2000*

FIGURA 46. Estrutura do Relatório de Monitoramento – Relatório fotográfico.

- **Envio de relatórios**

O proprietário da área em restauração deverá enviar o PRAD, o relatório de implantação do PRAD e os relatórios anuais e bianuais de monitoramento (Tabela 39) ao NATURATINS por meio da Central do Proprietário/Possuidor, disponível da plataforma digital do CAR.

Tabela 39. Cronograma de envios de relatórios ao NATURATINS

ATIVIDADE	ANOS APÓS A IMPLANTAÇÃO DO PRAD											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PRAD	X											
Relatório de implantação do PRAD	X											
Relatório de monitoramento anual		X										
Relatório de monitoramento anual			X									
Relatório de monitoramento anual				X								
Relatório de monitoramento anual					X							
Relatório de monitoramento anual						X						
Relatório de monitoramento bianual								X				
Relatório de monitoramento bianual										X		
Relatório de monitoramento bianual												X

5.5. MONITORAMENTO INSTITUCIONAL

Conforme apresentado nos item 5.4, na fase de 5 anos de estabelecimento inicial da restauração, o monitoramento será de responsabilidade exclusiva do proprietário e visa basicamente avaliar o desenvolvimento das ações executadas e orientar as medidas de manutenção necessárias. Entretanto, o vínculo estabelecido com o NATURATINS no momento da adesão ao Cadastro Ambiental Rural será mantido através do envio de relatórios anuais à instituição, sendo o primeiro relatório referente à execução o plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD) e os 5 seguintes, os relatórios de monitoramento propriamente ditos. Na fase seguinte, de desenvolvimento da restauração, os relatórios de monitoramento do proprietário ao NATURATINS passam a ser bianuais.

Então, após a fase de 5 anos do estabelecimento inicial da restauração, começa efetivamente o **monitoramento institucional** a fim de aferir os resultados alcançados, orientar e exigir a tomada de medidas corretivas quando necessárias e certificar a consolidação do processo em diferentes etapas, visando a estruturação da vegetação de acordo com os critérios técnico-científicos que caracterizam uma área florestal restaurada. Portanto, é por meio desse monitoramento que o NATURATINS atestará a regularização ou não da restauração, nos termos do Programa de Regularização Ambiental e do novo Código Florestal.

5.5.1. MONITORAMENTO ADMINISTRATIVO

O monitoramento administrativo refere-se ao recebimento de informações para controle interno pelo NATURATINS. Nos primeiros 5 anos, a frequência das informações a serem repassadas pelo proprietário será anual, contemplando o envio do projeto de recuperação de áreas degradadas (PRAD), no início da implantação, e mais 5 relatórios de monitoramento.

Depois disso, durante a fase de desenvolvimento da restauração e até a certificação da regularização da propriedade pelo NATURATINS a frequência passará a ser bianual.

Na fase inicial de 5 anos de estabelecimento da restauração, o monitoramento administrativo visa unicamente controlar o recebimento das informações dos proprietários e avaliar internamente o preenchimento dos dados requeridos na ficha de monitoramento sem, contudo, implicar em obrigatoriedade de retorno ao proprietário. Sua função nessa etapa será, basicamente, arquivar e controlar o número de projetos de restauração em andamento no estado e aferir se as informações anuais estão sendo enviadas. Em casos de não envio de informações deverá ser adotada uma rotina de notificação aos respectivos proprietários, solicitando as informações não enviadas.

Após o 5º ano de implantação do projeto de restauração, os relatórios de monitoramento serão de frequência bianual e deverão ser avaliados com o objetivo de estabelecer prioridades para o monitoramento de campo.

Os indicadores a serem utilizados para definir as prioridades de monitoramento de campo serão a densidade de indivíduos por hectare, a riqueza de espécies e a porcentagem de sombreamento da área pelo dossel, para formações florestais e savânicas, e a porcentagem de cobertura do solo por gramíneas e herbáceas nativas, para formações campestres, conforme descrito no item 5.3.

Essa modalidade de monitoramento se aplica a todas as propriedades que aderiram ao Cadastro Ambiental Rural, tendo caráter obrigatório o repasse das informações pelos respectivos proprietários; caberá ao NATURATINS estabelecer sanções no caso de não envio dos relatórios na frequência estipulada.

5.5.2. MONITORAMENTO UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE

O monitoramento remoto, por meio de interpretação de imagens de satélite, tem como finalidade conferir a efetiva implantação do projeto de restauração informado pelo proprietário e auxiliar na definição dos projetos de restauração prioritários para o monitoramento de campo. Esse tipo de monitoramento possibilita a avaliação da área principalmente pela cobertura de copa de espécies arbóreas.

Contudo, a aplicação deste tipo de monitoramento depende da aquisição periódica de imagens de alta resolução e da definição de algoritmos que

possibilitem a interpretação das imagens de modo que se aplique aos diferentes tipos de vegetação ocorrentes nas áreas a serem restauradas.

Recomenda-se que a aquisição de imagens seja realizada com intervalo mínimo de dois anos, visto que seriam detectadas, de forma mais clara, as mudanças estruturais da vegetação.

Quanto aos indicadores fitoecológicos, pode ser avaliada, ao menos, a cobertura do solo por espécies arbóreas, podendo ainda utilizar classes de ocupação do solo, como cobertura por espécies arbóreas, cobertura por gramíneas exóticas, agricultura e solo exposto.

Num primeiro momento, considerando as suas limitações atuais, o monitoramento remoto será ferramenta complementar do monitoramento administrativo. Os projetos de restauração que se enquadrarem na classe de alta prioridade, mediante classificação estabelecida pelo monitoramento administrativo, deverão ser submetidas à avaliação por imagens de satélite para estabelecer os projetos a serem monitorados em campo.

Esse enquadramento pode ser feito pela visualização estimativa do sombreamento do solo, pela identificação de solo exposto e pela observação de invasão de gramíneas exóticas.

Essa modalidade de monitoramento se aplica a todas as propriedades que venham a ser classificadas como de alta prioridade no monitoramento administrativo e o seu resultado deverá estabelecer o rol de projetos de restauração a serem submetidos ao monitoramento de campo.

5.5.3. MONITORAMENTO EM CAMPO

O monitoramento de campo deverá ser concentrado em duas situações, em especial: (I) a fiscalização das propriedades definidas como “prioridade alta” durante o monitoramento administrativo e que foram elencadas após a filtragem pelo monitoramento por imagens de satélite e (II) para certificação da área como restaurada, ao final do período de monitoramento.

Esse monitoramento será realizado aferindo-se os mesmo indicadores apresentados no item 5.3, por meio de medições em unidades amostrais temporárias.

As unidades amostrais temporárias a serem instaladas pelo NATURATINS para o monitoramento em campo terão a mesma intensidade amostral e dimensão das unidades amostrais utilizadas para o monitoramento pelo proprietário (250 m² - 10 x 25 m), entretanto deverão ser instaladas com posicionamento independente da localização dessas.

Caberá ao NATURATINS, de acordo com a dinâmica do processo de monitoramento, definir a possibilidade de monitorar em campo, definidos por amostragem, os projetos de restauração definidos como de média e de baixa prioridade.

- *Utilização de VANT como ferramenta de auxílio no monitoramento de campo*

A utilização de VANT (veículo aéreo não tripulado) pode ser uma eficiente ferramenta no auxílio do monitoramento em campo. O sobrevoo da área em monitoramento com o VANT pode indicar, por exemplo, as áreas de falha de plantio ou de recobrimento do solo (Figura 47), auxiliando na tomada de decisão de se adotar o monitoramento de campo por amostragem ou mesmo sobre as melhores posições de alocação das unidades amostrais.



FIGURA 47. Imagem aérea capturada por sensor transportado por VANT demonstrando de forma clara o tipo de uso do solo

Imagens aéreas capturadas por VANTs apresentam resolução de até 4 cm/pixel, o que permite uma visualização detalhada da área. Desse modo, pode-se avaliar a cobertura do solo por espécies arbóreas ou a contagem de indivíduos (antes do fechamento do dossel).

Pode-se ainda realizar a modelagem 3D das áreas monitoradas, gerando um modelo digital de elevação capaz de estimar a altura da vegetação. Esse seria um interessante indicador para se avaliar o aumento da biomassa aérea da vegetação em restauração, podendo ainda ser facilmente comparada com áreas de vegetação nativa, as quais servirão como áreas de referência.

O uso do VANT para a avaliação destes indicadores reduz, não apenas o tempo do monitoramento, mas também a mão-de-obra necessária, os custos com

equipamentos (veículos e GPSs) e as imprecisões da estimativa de um valor médio por meio de amostragem.

Dessa maneira a utilização de VANT para o monitoramento das áreas em restauração é aqui recomendada como uma técnica alternativa, a qual poderá ser utilizada desde que se tenham disponíveis os equipamentos necessários e a mão-de-obra especializada.

5.6. PARCERIA INSTITUCIONAL PARA O MONITORAMENTO

O aumento da eficiência do monitoramento, quanto à disponibilidade de mão-de-obra e à logística de trabalho, pode ser obtido por meio de parcerias institucionais.

No estado do Tocantins, o NATURATINS pode realizar esse tipo de parceria com o Instituto de Desenvolvimento Rural (RURALTINS), que é o órgão responsável pelo fornecimento de assistência técnica aos produtores rurais, por meio de programas de extensão rural.

Atualmente o RURALTINS conta com cerca de 330 extensionistas, incluindo profissionais de nível técnico e superior, distribuídos em 97 escritórios locais e sete escritórios regionais, os quais abrangem todos os 139 municípios do estado. Esse número de profissionais, ou ao menos parte dele, forneceria um apoio técnico fundamental para o aumento do número de propriedades monitoradas. Uma parceria com o RURALTINS seria ainda importante para o fornecimento de assistência técnica aos proprietários para realização do automonitoramento, assim como o apoio técnico para a elaboração dos relatórios anuais e bianuais.

Outro fator determinante para o envolvimento do RURALTINS no monitoramento diz respeito à internalização da experiência e da cultura de restauração ecológica num órgão estruturado e voltado para esse fim, com capacidade de acumular, filtrar, aperfeiçoar e difundir os conhecimentos e os resultados gerados ao longo do processo.

Entretanto, considerando que tanto o NATURATINS quanto o RURALTINS em suas estruturas atuais (recursos humanos e recursos materiais) não estão dimensionados para atender a uma demanda (extra) de grande magnitude como é o caso do monitoramento da restauração aqui abordado, o Governo Estadual deve pôr em pauta a reestruturação dessas instituições, realizando um estudo para aumento do corpo técnico (analistas, fiscais e extensionistas) e redimensionamento dos recursos materiais necessários (equipamentos de informática e veículos para atuação em campo).

Mesmo considerando a reestruturação dessas instituições, avalia-se que a parceria com o RURALTINS não será suficiente para atender toda a demanda, tendo em vista suas outras atribuições no campo da assistência técnica as quais não podem ser paralisadas para uma dedicação exclusiva do instituto ao monitoramento da restauração.

Dessa forma, deverão ser avaliadas, dimensionadas e formalizadas parcerias com outras instituições, não necessariamente públicas, como organizações não-governamentais e empresas de consultoria na área ambiental, desde que tenham experiência comprovada em projetos de restauração ecológica.



Capítulo 6

LISTA DE ESPÉCIES INDICADAS

6. LISTAS DE ESPÉCIES INDICADAS

As espécies indicadas para restauração contemplam todas as formações vegetais ocorrentes no estado do Tocantins e são agrupadas também por região fitoecológica no caso das espécies arbóreo-arbustivas, cobrindo todas as modalidades de restauração abordadas neste manual.

Neste capítulo são apresentadas as listas das espécies arbóreas e arbóreo-arbustivas e de gramíneas e herbáceas, uma vez que a relação de espécies para adubação verde e das indicadas para Sistemas Agroflorestais já estão referenciadas no Capítulo 3 – Métodos e Modelos de Restauração.

6.1. ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBÓREO-ARBUSTIVAS

A seleção das espécies arbóreas e arbóreo-arbustivas foi realizada através de minuciosa análise das espécies relacionadas no Inventário Florestal do Tocantins, tendo como critérios principais a sua indicação para práticas de restauração e o domínio das técnicas de coleta e beneficiamento de sementes e de produção de mudas.

Foram selecionadas 126 espécies, sendo 122 citadas em literatura como indicadas para plantios de restauração e todas as 126 apresentando domínio das técnicas de coleta e beneficiamento de sementes e de produção de mudas.

É importante salientar que a NATURATINS dispõe de uma Planilha Eletrônica (Excel) com uma descrição completa de todas essas espécies, contendo informações de grande valia para a tomada de decisão quanto a sua utilização em um projeto de restauração específico ou mesmo para a sua identificação em campo, tais como: descrição morfológica (casca, tronco, folha, flor, fruto e semente), fenologia, domínio geomorfológico em que ocorre, interesse econômico, polinização e dispersão, dormência da semente e produção de mudas, entre outras.

Essa planilha também estará disponível num aplicativo móvel acessível em todo o estado do Tocantins, contendo, além da descrição citada acima, a ocorrência geográfica e fotografias de todas as espécies (árvore, casca, folha, flor, e fruto) e chave dicotômica, para possibilitar a sua identificação em campo.

Na Tabela 40 são apresentadas as 126 espécies indicadas, com destaque para as Regiões Fitoecológicas em que comumente ocorrem e respectivos grupos ecológicos a que pertencem, por se tratarem de informações básicas para definir a sua utilização em determinado modelo de restauração.

Numa situação de campo, em que seja observada a ocorrência natural de espécies que não estão listadas na tabela para determinada região fitoecológica, o responsável pelo projeto de restauração sempre deverá optar pela sua utilização, considerando que a indicação teórica deve ser subordinada à observação prática e que as espécies, em geral, muitas vezes extrapolam a sua região de ocorrência determinada por estudos técnico-científicos.

Tabela 40. Lista das espécies arbóreas e arbóreo-arbustivas selecionadas para restauração florestal no estado do Tocantins

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	REGIÕES FITOECOLÓGICAS						GRUPO ECOLÓGICO				
		CRR	FE	FO	FP	ECEO	ENCE	ENCO	PI	SECI	SECT	CX
<i>Aegiphila integrifolia</i>	Pau-de-gaiola		X		X				X			
<i>Agonandra brasiliensis</i>	Marfim	X	X				X		X			
<i>Albizia inundata</i>	Muquém	X	X				X		X			
<i>Albizia niopoides</i>	Farinha-Seca	X	X				X		X	X	X	
<i>Alchornea glandulosa</i>	Tapiá-açu		X	X		X			X	X		X
<i>Amburana cearensis</i>	Cumarú	X	X				X		X			
<i>Anacardium humile</i>	Cajuzinho-do-cerrado	X			X				nc	nc	nc	nc
<i>Anacardium occidentale</i>	Caju	X							nc	nc	nc	nc
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico-branco	X	X	X		X	X	X	X	X		X
<i>Anadenanthera peregrina</i>	Angico-cascudo	X	X				X		X	X		
<i>Annona crassiflora</i>	Araticum-cortiça	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Apeiba tibourbou</i>	Pau-de-jangada		X						X			X
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grápia	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Guatambu-do-cerrado	X	X				X		nc	nc	nc	nc
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	Pereiro	X	X				X					X
<i>Aspidosperma subincanum</i>	Peroba-guatambu	X	X				X		X		X	
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo-alves	X	X				X		X	X	X	X
<i>Attalea speciosa</i>	Babaçú		X		X				X			
<i>Bellucia grossularioides</i>	Goiaba-de-anta	X		X				X				X
<i>Bowdichia virgilioides</i>	Sucupira-preta	X	X				X		X			
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	Amarelão		X						X			
<i>Buchenavia tomentosa</i>	Pau-pilão	X	X				X		X			
<i>Byrsonima sericea</i>	Murici	X	X				X		X	X		
<i>Cabralea canjerana</i>	Canjarana	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guanandi		X	X	X	X				X	X	X
<i>Cariniana estrellensis</i>	Jequitibá-branco		X								X	X
<i>Cariniana rubra</i>	Jequitibá-vermelho	X		X				X			X	
<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi	X	X				X		X			

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	REGIÕES FITOECOLÓGICAS						GRUPO ECOLÓGICO				
		CRR	FE	FO	FP	ECEO	ENCE	ENCO	PI	SECI	SECT	CX
<i>Casearia decandra</i>	Guaçatunga-miúda	X	X	X		X	X	X	X		X	X
<i>Cassia grandis</i>	Cássia-rósea	X		X				X	X	X		
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro		X	X		X				X	X	X
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguaí-da-serra	X	X	X		X	X	X		X	X	X
<i>Cochlospermum orinocense</i>	Sumaúma-brava			X						X	X	
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Copaíba	X	X	X	X	X	X	X			X	X
<i>Cordia trichotoma</i>	Louro-pardo	X	X	X		X	X	X		X	X	
<i>Croton urucurana</i>	Sangra-d'Água		X							X		
<i>Cupania vernalis</i>	Cuvatã	X	X	X		X	X	X		X	X	
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Ipê-verde	X	X				X		X			
<i>Cynometra marleneae</i>	Patinha			X						X	X	
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Jacarandá-do-cerrado	X	X		X		X		X			
<i>Dimorphandra mollis</i>	Faveiro-do-cerrado	X	X				X		X			
<i>Dipteryx alata</i>	Baru	X	X				X			X	X	
<i>Dipteryx odorata</i>	Cumarú-Ferro		X	X		X						X
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbaúva	X	X				X		X	X		X
<i>Eriotheca pubescens</i>	Embira	X	X				X		X			
<i>Erythrina verna</i>	Mulungu-coral		X						X			
<i>Euterpe oleracea</i>	Açaí	X		X				X				X
<i>Garcinia gardneriana</i>	Bacupari		X	X		X				X	X	X
<i>Genipa americana</i>	Jenipapeiro		X						X	X	X	
<i>Guarea guidonia</i>	Andirobarana		X								X	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Mutamba	X	X				X		X	X		X
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Ipê-amarelo-miúdo	X		X				X			X	
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê-roxo	X		X				X			X	
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Licurana	X		X				X		X		X
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá		X		X						X	X
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Jatobá-do-cerrado	X	X				X				X	
<i>Inga edulis</i>	Ingá-cipó		X	X		X			X	X		
<i>Inga laurina</i>	Ingá-branco		X								X	
<i>Inga sessilis</i>	Ingá-ferradura		X	X						X		
<i>Inga vera</i>	Ingá-banana		X						X	X		
<i>Jacaranda copaia</i>	Parapará			X					X	X		X
<i>Jacaratia spinosa</i>	Jaracatiá	X	X	X		X	X	X	X		X	
<i>Lafoensia pacari</i>	Dedaleiro	X								X		
<i>Lamanonia ternata</i>	Guaperê	X	X	X		X	X	X		X		

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	REGIÕES FITOECOLÓGICAS						GRUPO ECOLÓGICO				
		CRR	FE	FO	FP	ECEO	ENCE	ENCO	PI	SECI	SECT	CX
<i>Lecythis pisonis</i>	Sapucaia		X								X	
<i>Luehea candicans</i>	Açoita-cavalo	X	X				X			X		
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo		X	X		X				X	X	
<i>Luehea paniculata</i>	Açoita-cavalo	X	X				X		X	X		
<i>Machaerium scleroxylon</i>	Caviúna	X	X				X				X	
<i>Maclura tinctoria</i>	Taiúva	X	X				X			X		X
<i>Magnolia ovata</i>	Baguaçu		X	X							X	X
<i>Magonia pubescens</i>	Tingui	X	X				X		X			
<i>Manilkara salzmannii</i>	Maçaranduba		X							X	X	
<i>Matayba elaeagnoides</i>	Miguel-pintado		X	X		X				X	X	X
<i>Mauritia flexuosa</i>	Buriti		X		X				X			
<i>Maytenus gonoclada</i>	Guarapoca		X	X		X				X	X	
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira-verdadeira	X	X							X	X	X
<i>Myrcia splendens</i>	Guamirim-chorão	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Ocotea corymbosa</i>	Canela-fedorenta	X	X	X		X	X	X		X		X
<i>Ormosia arborea</i>	Coronheira		X	X		X					X	X
<i>Parkia pendula</i>	Visgueiro			X						X		
<i>Parkia platycephala</i>	Fava-de-bolota	X		X				X	X			
<i>Pera glabrata</i>	Sapateiro	X	X	X		X	X	X	X			
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	Pau-de-rosa	X	X		X		X		X			X
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau-jacaré	X	X	X		X	X	X	X	X		X
<i>Platypodium elegans</i>	Amendoim-do-campo	X	X	X		X	X	X	X			
<i>Pouteria ramiflora</i>	Curriola		X		X		X		X			
<i>Pouteria torta</i>	Guapeva	X	X		X		X				X	X
<i>Protium heptaphyllum</i>	Almecegueira	X	X	X	X	X	X	X		X		X
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	Embiruçu	X	X				X		X			
<i>Pterodon emarginatus</i>	Sucupira-lisa		X						X			
<i>Pterodon pubescens</i>	Sucupira-branca	X	X				X			X		
<i>Qualea grandiflora</i>	Pau-terra-grande	X	X				X			X		
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	Sagaraji-amarelo	X	X				X			X		X
<i>Richeria grandis</i>	Orelha-de-onça		X	X	X	X			X		X	
<i>Roupala montana</i>	Carvalho-do-cerrado	X	X	X	X	X	X	X		X		
<i>Salacia crassifolia</i>	Saputiá	X	X							X		
<i>Sapium glandulosum</i>	Leiteiro	X	X	X		X	X	X	X	X		X
<i>Schefflera morototoni</i>	Mandiocão	X	X		X		X		X	X	X	X
<i>Schizolobium parahyba</i> Var. <i>amazonicum</i>	Paricá, pinho- cuiabano		X	X		X			X	X		
<i>Senegalia polyphylla</i>	Monjoleiro	X	X				X		X	X		X

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	REGIÕES FITOECOLÓGICAS						GRUPO ECOLÓGICO				
		CRR	FE	FO	FP	ECEO	ENCE	ENCO	PI	SECI	SECT	CX
<i>Senna multijuga</i>	Pau-cigarra	X	X	X				X	X			
<i>Simarouba amara</i>	Marupá		X	X		X				X		X
<i>Simarouba versicolor</i>	Pau-paraíba	X	X				X			X		
<i>Simira sampaioana</i>	Pereiro-de-tinta		X							X		
<i>Solanum lycocarpum</i>	Lobeira	X	X		X		X		X			
<i>Sorocea bonplandii</i>	Cincho		X	X	X					X	X	X
<i>Spondias mombin</i>	Cajá-da-mata		X								X	
<i>Sterculia striata</i>	Chichá-do-cerrado	X	X				X		X		X	
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mogno			X								X
<i>Symphonia globulifera</i>	Bulandi		X								X	X
<i>Tabebuia aurea</i>	Caraúba	X	X				X		X			
<i>Tachigali aurea</i>	Pau-bosta	X	X				X			X		
<i>Tapirira guianensis</i>	Cupiúva	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Terminalia argentea</i>	Capitão-do-campo	X	X				X		X			
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	Benguê	X	X				X			X		
<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	Amesclão			X						X	X	
<i>Trema micrantha</i>	Crindiúva		X						X			
<i>Vernonanthura discolor</i>	Vassourão-preto		X	X		X			X			
<i>Virola sebifera</i>	Ucuúba-do-cerrado	X	X				X		X			X
<i>Virola surinamensis</i>	Ucuúba		X	X					nc	nc	nc	nc
<i>Vitex polygama</i>	Tarumã-açu	X	X	X		X	X	X		X		X
<i>Vochysia divergens</i>	Cambará-de-Mato-Grosso	X			X				X			
<i>Xylopia aromatica</i>	Pimenta-de-macaco	X	X		X				X	X		
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Ipê-felpudo	X	X				X			X	X	

CRR = Cerrado; FE = Floresta Estacional; FO = Floresta Ombrófila; FP = Formações Pioneiras; ECEO = Ecótono Floresta Estacional/Floresta Ombrófila; ENCE = Enclave Cerrado/Floresta Estacional; ENCO = Enclave Cerrado/Floresta Ombrófila; PI = Pioneira; SECI = Secundária Inicial; SECT = Secundária Tardia; CX = Clímax; nc = não consta em literatura.

6.1.1. ESPÉCIES PRIORITÁRIAS

Para situações de projetos com fins econômicos em que o responsável pela restauração deseja valorizar ao máximo a sua futura Reserva Legal agroflorestal, deverá ser dada ênfase ao plantio das espécies prioritárias listadas na Tabela 41, cujos interesses econômicos podem ser madeireiro, frutífero, fitoquímico ou medicinal, ou todos esses valores reunidos numa só espécie.

Como já foi indicado anteriormente, num caso como esse o restaurador não deve se prender à região fitoecológica da espécie para adotá-la em seu projeto. Havendo segurança quanto ao pleno estabelecimento das espécies escolhidas,

mesmo através de conhecimento empírico, o plantio pode ser realizado; deve-se adotar, na filosofia da restauração, o conceito de que se a espécie ocorre no Bioma é plenamente plausível a possibilidade da sua adaptação (ou ocorrência de fato, mas ainda não registrada) em quaisquer fitofisionomias nele contidas.

Tabela 41. Lista de espécies prioritárias para restauração

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	INTERESSE ECONÔMICO
<i>Amburana cearensis</i>	Cumaru	Madeira serrada/roliça: móveis de luxo, folhas faqueadas decorativas, esculturas, acabamento e revestimento interno, portas, esquadrias, forros, caixas, carpintaria, balcões, lambris, painéis, entalhes, torneados, tanoaria e aduelas para bebidas alcoólica que ganham sabor especial; lenha de boa qualidade; químicos: cumarina usada para aromatizar fumo, rapés, roupas, na indústria alimentícia para doces e biscoitos, fabricação de sabão e sabonetes, perfumes; inseticida: sementes usada para inseticida de traças e insetos; óleo essencial: extraído da semente e casca com valor comercial; alimentação humana: casca usada na produção de doces; medicinal: sementes e casca maceradas usadas para perturbações digestivas, cólicas intestinais, uterinas, coriza, afecções e tosses, asma, bronquite e coqueluche;
<i>Anacardium occidentale</i>	Caju	Alimentação: pseudofrutos para produção de sucos, licores, doces ou consumo in natura, sementes comercializadas como castanhas;
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grápia	Madeira serrada/roliça: construção de estruturas externas, dormentes, postes, estacas e mourões, cruzeta, vigas, caibros, batentes, esquadrias, assoalhos, quilhas, marcenaria, carpintaria, torno, peças de resistência, cabos de ferramentas, implementos agrícolas, vigas de pontes, lâminas e desbobinados para decoração interna, tanoaria para cerveja, tonéis de envelhecimento de vinhos, ótima para carroceria de caminhão por resistir bem a chuvas e mudanças de tempo; energia: alta concentração de lignina, boa para produzir álcool, coque e carvão; taninos: taninos da casca para curtumes de pele claras; apícola: flores melíferas; medicinal: casca usada para depuração de sangue, propriedades antissifilíticas, dores no corpo, antifóidico, chá da casca contra diabetes;
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Guatambu-do-cerrado	Madeira serrada/roliça: construção civil, cercas, móveis, molduras, esculturas e cabos de ferramentas; artesanato: frutos e sementes utilizados em confecção de arranjos decorativos;
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Pereiro	Madeira serrada/roliça: construções, estruturas pesadas, carpintaria, móveis, carroçarias, pisos, parquetes, tacos, lambris, tornearia, chapas decorativas; apícola: interesse para produção de mel; medicinal: cozimento da casca é usado em banhos para baixar febres intermitentes, casca tem efeito tônico, usada como remédio para o estômago e ectoparasitos;
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo-alves	Madeira serrada/roliça: construção naval e civil, postes, parquetes, mobiliário de luxo, objetos de adorno e torneados; medicinal: tratamento de doenças venéreas e a casca em tratamento de hemorroidas, frutos e cascas têm óleo usado em calos e dor de

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	INTERESSE ECONÔMICO
		dente;
<i>Attalea speciosa</i>	Babaçu	Óleos essenciais: extraído do fruto e aplicados na indústria de cosméticos; energia: fruto pode ser convertido em carvão;
<i>Cabralea canjerana</i>	Canjarana	Madeira serrada/roliça: estruturas de móveis, marcenaria, carpintaria, caixas, embalagens e esteios, cabos de vassoura, entalhes, tornearia, acabamentos internos como molduras, rodapés, venezianas, ripas, esquadrias, mourões; inseticidas: suco dos frutos tem ação inseticida, tóxico aos animais; tinturaria: corante vermelho, principalmente para tingir pelegos de lã; óleos essenciais: presença muito forte no lenho; cosméticos: perfume extraído das flores de aroma intenso; taninos: presença intensa no lenho; alimentação animal: presença de 14,5% de proteína bruta; apícola: flores melíferas; medicinal: reconstitui estado anêmico, chá do suco leitoso da casca para doenças de pele, diarreias, prisão de ventre e febre, sementes e casca usadas para micoses, dor de cabeça e hipertermia, casca externa fervida usada para inflamações dos testículos;
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guanandi	Madeira serrada/roliça: móveis, caibros, ripas, rodapés, molduras, tábuas, cabos de vassoura, implementos agrícolas, construção naval, mastros de navios, carrocerias, parque, marcenarias, carpintaria, dormentes, mourões, estacas, pontes, postes, embarcações, chapas e lâminas faqueadas decorativas, barris para vinhos; energia: razoável para álcool, coque e carvão; óleo: óleo do fruto com 44% de pureza; apícola: flores melíferas; medicinal: chá de folhas e infusão da casca usados contra diabetes, retirando a resina que flutua na água, o látex conhecido como bálsamo-de-landim é irritante para pele, chás da casca são usados como anti-inflamatórios;
<i>Cariniana rubra</i>	Jequitibá-vermelho	Madeira serrada
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Madeira serrada/roliça: venezianas, rodapés, guarnições, forros, caixilhos, janelas e lambris, acabamentos internos em casco de embarcações leves, parte internas de móveis finos, folhas faqueadas, decorativas, contraplacados, molduras, entalhes, instrumentos musicais; energia: lenha de boa qualidade; óleo essencial: evita ataque de cupins e insetos; taninos: presença intensa na casca e lenho; apícola: flores melíferas; medicinal: chá da casca para fraqueza, febre e artrite, decocção para lavar feridas, úlceras e inflamação nos testículos;
<i>Cordia trichotoma</i>	Louro-pardo	Madeira serrada/roliça: média resistência mecânica, aspecto agradável, retratilidade média, usada para móveis de luxo, revestimentos decorativos, lâminas faqueadas, lambris, vigas, caibros, ripas, caixilhos, persianas, guarnições, tonéis, embarcações leves, carpintaria, marcenaria, chapas, torneados; apícola: flores melíferas;
<i>Dimorphandra mollis</i>	Faveiro-do-cerrado	Madeira serrada/roliça: caixotaria, tabuado; energia: lenha e carvão; apícola: flores melíferas; medicinal: a partir das favas, fonte de flavonoides, substâncias

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	INTERESSE ECONÔMICO
		usadas na indústria farmacêutica; alimentação: sementes usadas para extração de galactomananos para indústria; taninos: curtimento artesanal de couros;
<i>Dipteryx alata</i>	Baru	Madeira serrada/roliça: obras hidráulicas, estruturas externas como estacas, esteios, postes, cruzetas, mourões, ripas, caibros, forros, lambris, implementos agrícolas, moenda manual para cana, tornearia; energia: lenha de boa qualidade; óleos essenciais: sementes e amêndoas dão óleo de excelente qualidade como aromatizante e tratamento medicinal, alto teor de ácido linoleico; alimentação humana: polpa e semente altamente nutritivas, as amêndoas cruas ou torradas são apreciadas na culinária como paçoquinhas, pé-de-moleque, rapaduras etc; alimentação animal: na época seca a polpa é consumida por bovinos e suínos em pastagens no Cerrado; apícola: flores melíferas; medicinal: óleo usado como antirreumático e antiespasmódico, casca usada para cólica intestinais;
<i>Euterpe oleracea</i>	Açaí	Alimentação humana: palmito e fruto comestíveis, polpa usada na produção industrial ou artesanal de sorvetes, geleias e licores, além de aplicação na indústria cosmética;
<i>Garcinia gardneriana</i>	Bacupari	Madeira serrada/roliça: estruturas de telhado, forros, tabuados e rodapés, e para confecção de cabos de ferramentas, tamancos e brinquedos; alimentação humana: comestível in natura, sucos, doces, licor;
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Mutamba	Madeira serrada/roliça: obras internas, forro, marcenaria, saltos para calçados, caixão de defunto, tanoaria, instrumentos musicais; energia: lenha de excelente qualidade, carvão pode ser usado para pólvora; taninos: presentes na casca; alimentação animal: alimento nas épocas secas para cavalos, bovinos e porcos; alimentação humana: frutos apreciados secos, crus ou cozidos; apícola: mel de ótima qualidade;
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê-roxo	Madeira serrada/roliça: móveis de luxo, instrumentos musicais; energia: lenha de boa qualidade;
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Licurana	Madeira serrada/roliça: aplicação interna e construção civil, vigas, caibros, esteios e ripas, além de dormentes de elevada qualidade e durabilidade mesmo em condições climáticas adversas, móveis de baixo custo, construção naval, mastros, quinas e peças curvas, barris carrocerias, carpintaria; energia: lenha e carvão de boa qualidade; apícola: flores melíferas;
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	Madeira serrada/roliça: construção e carpintaria, acabamentos internos, vigas, caibros, artigos de esporte, ferramentas, implementos agrícolas; construções externas como obras hidráulicas, postes, dormentes, cruzetas, esquadrias, folhas faqueadas, móveis, peças, vagões, engenhos, tonéis; resina: usada na fabricação de verniz e tembetás; taninos: tradicional na extração de taninos; alimentação humana: frutos comestíveis e comercializados, do tronco furado com trado extrai-se o "vinho de jatobá"; apícola: flores melíferas e mel de boa qualidade; medicinal: tratamento de bronquite, asma, deficiência

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	INTERESSE ECONÔMICO
		pulmonar, laringite, mastigação da casca para dores no estômago, chá das raízes para gripe, resfriados, tosses, sendo também diurético e usado como vermífugo e antidiarreico;
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Jatobá-do-cerrado	Madeira serrada/roliça: apreciada na construção civil e naval; energia: lenha de boa qualidade; alimentação humana: polpa farinácea apreciada pela população rural, consumida in natura, geleias, licores, pães, mingaus; apícola: flores melíferas; medicinal: polpa laxante, resina afrodisíaca, infusão para cistite;
<i>Inga sessilis</i>	Ingá-ferradura	Madeira serrada/roliça: confecção de esquadrias, forros, móveis, tabuados, palitos de fósforo; energia: carvão de boa qualidade; taninos: presentes na casca e usados para curtumes; alimentação animal: forragem apresenta 18,6% de proteína bruta; alimentação humana: frutos comestíveis e saborosos, polpa consumida in natura ou em sucos; apícola: flores melíferas; medicinal: propriedade laxativa;
<i>Jacaratia spinosa</i>	Jaracatiá	Madeira serrada/roliça: potencial para fabricação de barris; alimentação humana: produz frutos comestíveis, doces e leitosos, se consumidos crus irritam os lábios, polpa é comestível com açúcar, ou cortada e tostada, medula pode ser usada em doces como cocada;
<i>Lafoensia pacari</i>	Dedaleiro	Madeira serrada/roliça: uso interno e externo, assoalhos, marcenaria, mourões, cabos de ferramentas; apícola: flores melíferas; medicinal: propriedades diaforéticas;
<i>Lecythis pisonis</i>	Sapucaia	Madeira serrada/roliça: estruturas externas, postes, esteios, carrocerias, também peças torneadas, implementos agrícolas, construção naval, marcenaria, mastros imersos, instrumentos musicais; energia: indicada para carvão; alimentação humana: sementes oleaginosas são fonte de alimento, afrodisíacas e comercializadas; medicinal: casca e óleo usados contra diabetes e diuréticos, tosse;
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo	Madeira serrada/roliça: confecção de estruturas de móveis, hélices de avião, caixas, saltos de calçados, rodapés, vigas, esquadrias, instrumentos musicais, laminação, tornearia, selas, coronhas de armas; óleo essencial: extraído das flores; taninos: casca valorizada pelo tanino, usado em curtumes; apícola: flores melíferas e mel medicinal como expectorante; medicinal: casca usada para reumatismo, disenteria, chá da casca usado no bochecho na inflamação de gargantas, analgésicos, depurador de sangue, flores e folhas usadas para xarope contra tosses bronquites, laringite;
<i>Machaerium scleroxylon</i>	Caviúna	Madeira serrada/roliça: construção civil, móveis finos, peças tornadas, molduras, entre outros; lenha de boa qualidade;
<i>Maclura tinctoria</i>	Taiúva	Madeira serrada/roliça: indicada para fabricação de móveis, revestimentos decorativos, mourão de cerca, construção naval; energia: lenha de boa qualidade; tinturaria: madeira se extrai corantes e pigmentos; alimentação humana: frutos são apreciados in natura; medicinal: cicatrizante e tratamento de hérnias;

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	INTERESSE ECONÔMICO
<i>Mauritia flexuosa</i>	Buriti	Artesanato: folhas fornecem fibras para artigos artesanais como esteiras, redes, cordas, chapéus, amêndoa presta para confecção de botões e pequenas esculturas; alimentação humana: palmito comestível, óleo de miriti, polpa fermentada é apreciada como vinho de buriti, doces, sorvetes, picolés, refrescos; medicinal: remédio energético e recomendado como vermífugo;
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira-verdadeira	Madeira serrada/roliça: construções externas, vigamentos de pontes, postes, esteios, dormentes, degraus de poços d'água; energia: carvão de boa qualidade; químicos: fabricação de sabão; taninos: casca com tanino que é usado para curtir couros; alimentação animal: forragem de época de seca; apícola: flores melíferas e de interesse econômico; medicinal: chá da casca é usado no tratamento de doenças respiratórias, estancamento de hemorragias, diarreias e feridas rebeldes;
<i>Ormosia arborea</i>	Coronheira	Madeira serrada/roliça: construção civil e marcenaria de luxo, sendo empregada na confecção de painéis, lambris, lâminas faqueadas para acabamentos internos; energia: lenha de boa qualidade; artesanato: sementes usadas na confecção de peças de bijuteria;
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	Pau-de-rosa	Madeira serrada: cercas, currais e jiraus e em confecção de caibros, cabos de ferramentas; apícola: flores melíferas; medicinal: infusão da casca é usada na fitoterapia popular, como cicatrizante de feridas;
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau-jacaré	Madeira serrada/roliça: acabamentos internos, brinquedos, móveis, miolo de portas, vigamentos, caibros; energia: lenha e carvão de boa qualidade; taninos: o da casca é usado no curtume; apícola: flores melíferas;
<i>Protium heptaphyllum</i>	Almecegueira	Madeira serrada/roliça: usada para mourões e móveis; energia: lenha de boa qualidade; alimentação animal: fruto doce procurado pelo gado, ramas com alto teor de proteína bruta; alimentação humana: vagens comestíveis e polpa doce, possível produzir aguardente; apícola: flores melíferas;
<i>Roupala montana</i>	Carvalho-do-cerrado	Madeira serrada/roliça: construção civil, fabricação de móveis, artigos decorativos, torneados e em lâminas; energia: lenha e carvão de boa qualidade; apícola: flor melífera; artesanato: galhos secos, folhas e frutos compõem arranjos florais chamados "flores do planalto";
<i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i>	Paricá, Pinho-cuiabano	Madeira serrada/roliça: recomendada para miolo de painéis, portas, fabricação de brinquedos, saltos de calçados, embalagens, aerodelismo, palitos, pirogas, taipa; taninos: presentes na casca usados para curtume; alimentação animal: 17 a 24% de proteína bruta; apícola: flores melíferas, néctar de 29% de açúcar, mel perfumado e fluido;
<i>Simarouba amara</i>	Marupá	Madeira serrada/roliça: confecção de caixas e caixotes, tamancos, construção civil, acabamentos internos como rodapés, molduras, tábuas para forros, contraplacados e na produção de compensados, embalagens leves, caixotaria, brinquedos, movelaria, saltos de calçados, palitos de fósforo, instrumentos

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	INTERESSE ECONÔMICO
		musicais;
<i>Solanum lycocarpum</i>	Lobeira	Energia: lenha e carvão; alimentação humana: fruto consumido in natura ou para uso culinário;
<i>Spondias mombin</i>	Cajá-da-mata	Madeira serrada/roliça: peças torneadas, molduras, caixotaria, palitos, pequenas embarcações; energia: combustível; alimentação humana: fruto comestível e usado no preparo de vinhos, sorvetes, refrescos, sucos, licores, doces, geleias, compotas, e refrigerante de sabor único; apícola: flores melíferas; medicinal: cozimento das folhas usado em gargarejos para inflamações, via oral trata a prostatite;
<i>Sterculia striata</i>	Chichá-do-cerrado	Madeira serrada: própria para caixotaria leve; energia: lenha; alimentação: produção de castanhas;
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mogno	Madeira serrada/roliça: cor vistosa, desenhada, alta resistência a apodrecimento, mesmo em água, resistência a fendilhamento e empenamento, serve para fabricação de móveis de luxo e portas entalhadas, lambris, compensados, decoração de interiores, folhas faqueadas decorativas e laminados, instrumentos científicos de alta precisão, indústria de aviação, instrumentos musicais em especial piano; taninos: usados em tinturaria de roupas e curtume;
<i>Tabebuia aurea</i>	Caraúba	Madeira serrada/roliça: para ambientes internos e construção civil; medicinal: anti-inflamatório, contra gripe e para picada de cobra;
<i>Trema micrantha</i>	Crindiúva	Madeira serrada/roliça: pouco empregada, usada em caixotarias, móveis, palitos e postes; energia: lenha de ótima qualidade e carvão excelente, bem puro, usado na fabricação de pólvora; fibras: confecção de cordas, tecidos rústicos, cestos; alimentação animal: folhas, frutos e ramos finos são boas forragens, os frutos alimentam animais domésticos, pássaros e peixes; apícola: flores melíferas; medicinal: folhas e casca usadas no tratamento de feridas, sífilis e reumatismo;
<i>Virola surinamensis</i>	Ucuúba	Madeira serrada/roliça: compensados, móveis, caixotaria, alimentação animal: frutos muito procurados pela fauna; outros: sementes ricas em gordura combustiva;
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Ipê-felpudo	Madeira serrada/roliça: estruturas de casas e telhados, pisos, paredes, obras externas de pontes, assoalhos, mourões, postes, currais; energia: lenha e carvão de boa qualidade; alimentação animal: folhas usadas na época da seca; apícola: flores melíferas; artesanato: diversos produtos artesanais;

6.2. ESPÉCIES NATIVAS DE HERBÁCEAS E GRAMÍNEAS

Ainda são poucas as publicações técnico-científicas relacionadas ao cultivo de espécies nativas de herbáceas e gramíneas do Cerrado, entretanto, já há estudos e práticas de campo que indicam a viabilidade de utilização de algumas dessas espécies por meio da técnica de semeadura direta; por outro lado, espécies dessa natureza são imprescindíveis para a restauração das formações campestres abordadas neste manual. Na Tabela 42, abaixo, é apresentada uma

lista indicativa de espécies nativas de herbáceas e gramíneas cujas técnicas de coleta e beneficiamento já são conhecidas e que, portanto, podem ser utilizadas em projetos de restauração quando verificada a sua ocorrência nas respectivas regiões fitoecológicas do estado do Tocantins.

Essa lista pode e deve ser aumentada por iniciativa dos próprios responsáveis por projetos de restauração, quando observada a ocorrência, nas respectivas regiões, de espécies nativas não citadas nesta lista; já se sabe que a coleta de sementes de gramíneas é simples e que a sua germinação depois de semeada geralmente é intensa. É outro caso em que o empirismo irá resultar em melhores resultados práticos do que os resultados que podem ser esperados do incipiente conhecimento científico disponível atualmente.

Tabela 42. Lista indicativa de espécies nativas de herbáceas e gramíneas para projetos de restauração no Cerrado

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	HERBÁCEA	GRAMÍNEA
<i>Andropogon bicornis</i>	Capim-rabo-de-burro		X
<i>Andropogon fastigiatus</i>	Capim-agreste		X
<i>Andropogon selloanus</i>	-		X
<i>Arachis pintoii</i>	Amendoim-forrageiro	X	
<i>Aristida riparia</i>	Capim-rabo-de-raposa		X
<i>Aristida gibbosa</i>	-		X
<i>Aristida recurvata</i>	-		X
<i>Aristida setifolia</i>	-		X
<i>Aristida torta</i>	-		X
<i>Axonopus aureus</i>	Capim-pé-de-galinha		X
<i>Axonopus barbigerus</i>	-		X
<i>Axonopus canescens</i>	-		X
<i>Canavalia ensiformis</i>	Feijão-do-porco	X	
<i>Cochlospermum regium</i>	Algodão-do-cerado	X	
<i>Crotalaria breviflora</i>	Crotalaria	X	
<i>Crotalaria balansae</i>	Crotalaria	X	
<i>Crotalaria juncea</i> ^{1/}	Crotalaria	X	
<i>Crotalaria spectabilis</i> ^{1/}	Crotalaria	X	
<i>Ctenium cirrhosum</i>	-		
<i>Diectiomis fastigiata</i>	-		X
<i>Hypogynium virgatum</i>	-		X
<i>Lepidaploa aurea</i>	Amargoso	X	
<i>Loudetiopsis chrysothrix</i>	Capim-brinco-de-princesa		X
<i>Paspalum gardnerianum</i>	-		X
<i>Paspalum pectinatum</i>	-		X
<i>Paspalum pilosum</i>	-		X

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	HERBÁCEA	GRAMÍNEA
<i>Paspalum polyphilum</i>	-		X
<i>Paspalum reduncum</i>	-		X
<i>Paspalum splendens</i>	-		X
<i>Paspalum stellatum</i>	-		X
<i>Paspalum trichostomum</i>	-		X
<i>Schyzachirium microstachyum</i>	-		X
<i>Schyzachirium sanguineum</i>	Capim-roxo		X
<i>Setaria geniculata</i>	-		X
<i>Syngonanthus nitens</i>	Capim-dourado		X
<i>Stylosanthes capitata</i>	Estilosantes	X	
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	Estilosantes	X	
<i>Tachypogon spicatus</i>	Capim-fiapo		X
<i>Thrasya glaziovii</i>	-		X
<i>Vernonia polysphaera</i>	Assa-peixe	X	



LITERATURA CITADA

LITERATURA CITADA

Duringan G, Melo ACG de, Max JCM, Boas OV, Contieri WA, Ramos VS. **Manual para recuperação da vegetação do Cerrado**. 3ª ed. São Paulo: SMA, 2011.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2a ed. Piracicaba: Potafos; 1997.

Sartorelli PAR, Campos Filho EM. **Guia de plantas de regeneração natural do Cerrado e da Mata Atlântica**. São Paulo: Agroicone; pp.87-166. 2017.