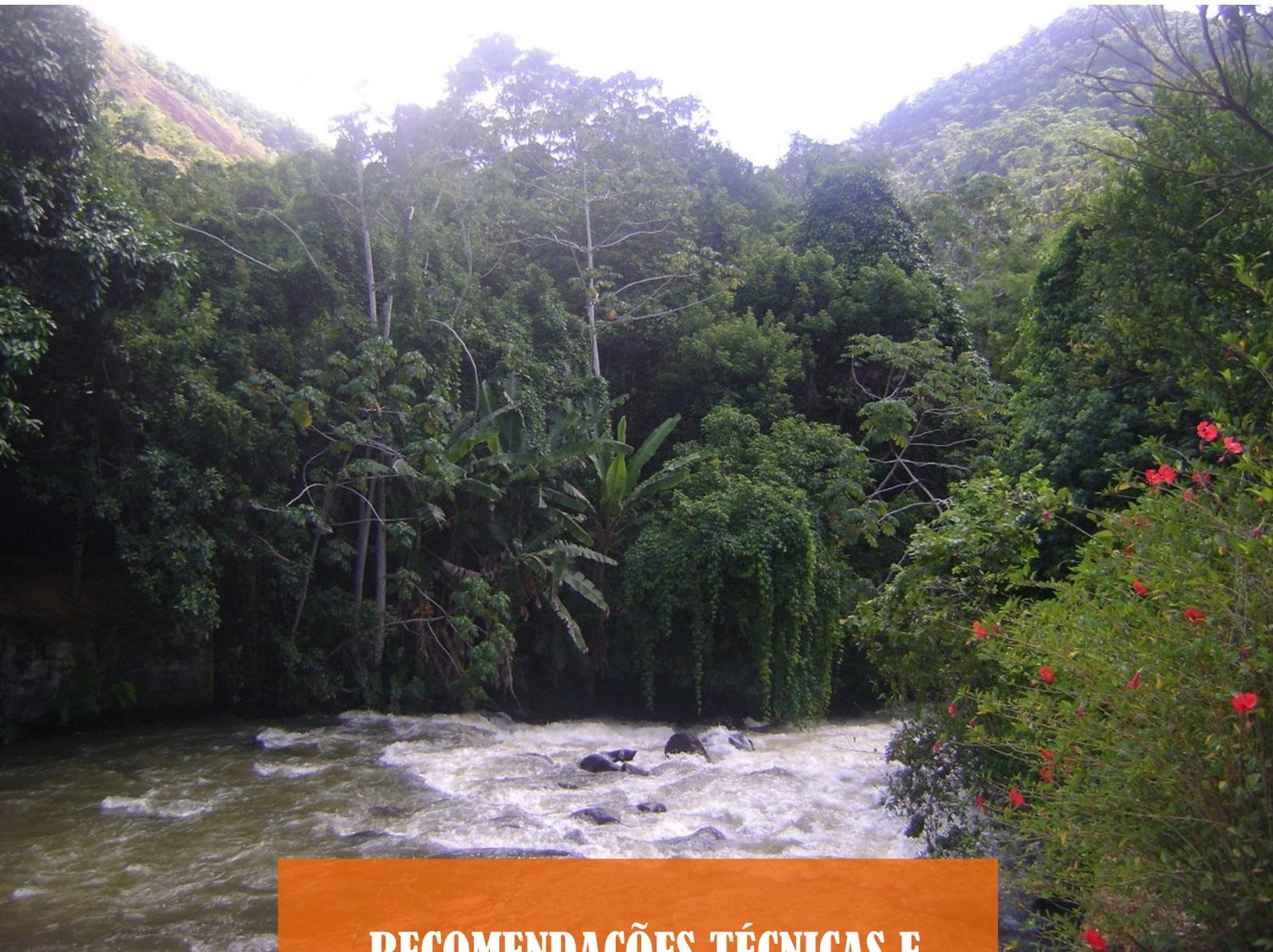




FÓRUM FLORESTAL
CAPIXABA



**RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS E
PROCEDIMENTOS GERAIS PARA
A RESTAURAÇÃO FLORESTAL
DE PAISAGENS NO ESTADO DO
ESPÍRITO SANTO**

FÓRUM FLORESTAL CAPIXABA

**RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS GERAIS
PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE PAISAGENS NO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

ORGANIZAÇÃO

Gilmar Gusmão Dadalto

Frederico Lopes Raposo Filho

Vitória, ES

2022

FICHA TÉCNICA

Realização

CEDAGRO

Fórum Florestal Capixaba

Apoio

Diálogo Florestal

Organização

Gilmar Gusmão Dadalto

Frederico Lopes Raposo Filho

Autores

Sebastião Venâncio Martins – Eng^o Florestal, Doutor em Botânica, Prof. Titular da Universidade Federal de Viçosa, Bolsista Produtividade nível 1A CNPq

Frederico Lopes Raposo Filho – Eng^o Agrônomo, Mestre em Biologia Vegetal, Assistente Técnico e Administrativo do Fórum Florestal Capixaba

Gilmar Gusmão Dadalto - Eng^o Agrônomo, Mestre em Solos, Secretário Executivo do Fórum Florestal Capixaba e Presidente do CEDAGRO

Marcelo Simonelli - Biólogo, Mestre em Botânica, Professor do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) Campus Vitória

Diagramação

Frederico Lopes Raposo Filho

Fotos

As fotos publicadas foram cedidas sem custos pelos autores

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	8
A COBERTURA FLORESTAL NATIVA DA MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, PASSIVOS AMBIENTAIS E DOMÍNIOS FITOECOLÓGICOS	9
SÍNTESE DAS TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL	12
PLANTIO DE MUDAS EM ÁREA TOTAL	13
IMPLANTAÇÃO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL	14
Seleção das espécies	15
Delimitação e cercamento das áreas	15
Prevenção contra incêndios	16
Roçada manual ou mecânica	17
Combate às formigas cortadeiras	18
Alinhamento, marcação e distribuição das espécies	19
Coveamento e coroamento	20
Adubação e correção do solo	20
Plantio e replantio	22
Irrigação	22
MANUTENÇÃO DA RESTAURAÇÃO	23
Prevenção contra incêndios	23
Irrigação	23
Combate a formigas cortadeiras	23
Controle de plantas invasoras	23
Cronograma das atividades da restauração	25
REGENERAÇÃO NATURAL	26
FATORES QUE INFLUENCIAM A REGENERAÇÃO NATURAL	26
Distância das florestas fornecedoras de sementes (florestas matrizes)	26
Estrutura e funcionalidade das florestas matrizes	27
Existência de bancos de sementes no solo	28
Diferença de cota altimétrica entre a floresta matriz e a área regenerada	29

Forma do relevo	30
Presença de espécies problema	31
Ações antrópicas	33
Condições pedoclimáticas	34
Regeneração natural no Estado do Espírito Santo	35
IMPLANTAÇÃO DE NÚCLEOS DE VEGETAÇÃO	36
Cronograma das atividades da restauração através da técnica de nucleação	40
MONITORAMENTO DA ÁREA	40
A CONDIÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA OBJETO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL E AS RESPECTIVAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46



APRESENTAÇÃO

A restauração florestal pode ser sinteticamente definida como um processo gradual de formação da floresta, de forma natural ou não, com retorno da biodiversidade e da função ecológica do ecossistema em uma paisagem, possibilitando assim a sua perpetuação ao longo do tempo.

Profissionais e pesquisadores preconizam diferentes modelos e técnicas para que a restauração florestal ocorra. As informações se encontram dispersas em literaturas aplicadas aos diferentes ecossistemas existentes no Brasil e no Espírito Santo.

Com objetivo de consolidar em um único documento os procedimentos para a restauração florestal, este material se dedica a trazer de forma objetiva as recomendações técnicas particularizadas às diferentes condições ambientais e edafoclimáticas existentes nas paisagens capixabas.

Está estruturado em três capítulos principais. O conteúdo é iniciado com a apresentação de informações e dados sobre a cobertura florestal nativa da Mata Atlântica no estado do Espírito Santo. Em se tratando de restauração, é importante conhecer as regiões do estado e os passivos ambientais existentes, este último como um fator motivador.

O texto avança em uma abordagem sintética sobre as técnicas de restauração florestal, considerando que para cada condição local, uma determinada recomendação é indicada tecnicamente, o que incorre em maiores chances de sucesso quando escolhida de forma acertada. Por fim, apresenta uma chave de classificação que orienta localmente como avaliar uma área, e conseqüentemente traz as atividades consideradas mais adequadas à cada condição ambiental.

Como toda recomendação técnica, este material não pode ser entendido como um documento que abarca todas as possibilidades para a formação de uma floresta. É importante que ele seja utilizado, a depender do caso, integrado a outras obras literárias e recomendações. Além disso, uma avaliação criteriosa local é condição para o sucesso da restauração florestal. Dessa forma, as técnicas de restauração aqui indicadas podem ser trabalhadas de forma isoladas ou integradas.

Esta publicação foi produzida no âmbito do Fórum Florestal Capixaba, espaço criado no ano de 2008 e que atua em diferentes instâncias relacionadas às florestas ecológicas e de produção. Nessa perspectiva, contou com o apoio do Diálogo Florestal.



Fragmento Florestal localizado no Município de Venda Nova do Imigrante, ES

INTRODUÇÃO

No Brasil, a partir da década de 1980, iniciou-se uma frente de reação ao processo de degradação ambiental, cujo foco é a restauração dos ecossistemas já degradados (MARTINS, 2009; 2014a; MARTINS et al., 2015). Nos dias atuais está ocorrendo uma mudança na forma de se fazer restauração, embasada principalmente nos aspectos da sucessão ecológica. Projetos estritamente agrônômicos e silviculturais vêm sendo substituídos por projetos com enfoque na ecologia vegetal, ecologia da restauração e na resiliência dos ecossistemas. Assim, tem crescido nos últimos anos a utilização de técnicas alternativas de restauração florestal, valorizando a restauração passiva e a nucleação (MARTINS, 2014a; MARTINS, et al., 2020).

Os modelos e as técnicas mais modernas de restauração florestal buscam a sustentabilidade das florestas restauradas, com projetos de baixo custo e foco na biodiversidade e processos ecológicos em escala de paisagem (MARTINS, 2014a; 2018; MARTINS et al., 2015).

Em um contexto global, os anos de 2021 a 2030 fazem parte da chamada Década da Restauração, liderada pelo Programa da ONU para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), proclamada pela Assembleia Geral das Nações Unidas em uma resolução de 2019.

Vale destacar também que com a obrigatoriedade da inscrição das propriedades rurais no Cadastro Ambiental Rural - CAR e conseqüentemente elaboração do Programa de Regularização Ambiental - PRA (Lei 12.651/12), a restauração florestal ganha uma nova dimensão. Assim, as recomendações técnicas necessárias à elaboração do PRA passam a ser uma grande área de interesse de diferentes setores.

Associado a isso, tem-se o significativo passivo ambiental existente em diferentes paisagens do estado do Espírito Santo. Segundo Cedagro (2015), há a necessidade de recuperar 207.559,88 ha de áreas consideradas como de preservação permanente - APP e 79.261,74 ha de áreas de Reserva Legal – RL. Esses dados sinalizam os desafios em termos de restauração florestal nas paisagens capixabas.

Florestas detêm notória importância para o cumprimento da legislação. Isto é comprovado pela

alta correlação negativa entre a cobertura florestal e os passivos ambientais, ou seja, à medida que a área ocupada por florestas se eleva, reduzem as áreas de APP e RL a serem restauradas (CEDAGRO, 2015).

Em outra vertente, independente da obrigatoriedade legal da restauração das áreas de APP e RL, as florestas já são entendidas como um ativo, seja para o produtor rural ou para a sociedade como um todo que usufrui de seus benefícios, os serviços ecossistêmicos diretos e indiretos.

Nesse contexto se insere a presente Publicação, que contém recomendações técnicas e procedimentos gerais para a restauração florestal em diferentes paisagens no estado do Espírito Santo. Sua utilização é prática e visa subsidiar estudantes, empreendedores e profissionais no diagnóstico local das áreas objeto de restauração florestal, com indicações dos procedimentos a serem adotados.

A COBERTURA FLORESTAL NATIVA DA MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, PASSIVOS AMBIENTAIS E DOMÍNIOS FITOECOLÓGICOS

Neste Capítulo são apresentados alguns dados e informações sobre a restauração florestal e a Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo. Trata-se de uma abordagem introdutória importante, em função da necessidade de se conhecer, sobretudo, a cobertura florestal nativa nas diferentes paisagens capixabas, requisito para as recomendações de restauração.

No Brasil, a vegetação nativa da Mata Atlântica cobre apenas 12,4% de sua área original (SOS Mata Atlântica, 2020). Trata-se de um Bioma pertencente ao grupo das Florestas Tropicais, reconhecidas como o mais importante repositório da biodiversidade mundial (AYRES et al., 2005).

Dentre as florestas tropicais, a Mata Atlântica é uma das mais ameaçadas do mundo (MITTERMEIER et al., 1999). Devido à sua localização litorânea, este bioma, juntamente com os Campos Sulinos, foram os primeiros a serem colonizados no Brasil. Atualmente, neles se concentram mais de 70% da população brasileira (MMA/SBF, 2000).

De acordo com o mapa de aplicação da Lei da Mata Atlântica, do IBGE, o Estado do Espírito Santo está 100% inserido no Bioma. Originalmente o território era praticamente todo coberto por florestas ou ecossistemas associados à Mata Atlântica, como restingas, brejos, manguezais, campos rupes- tres, campos de altitude e campos nativos de mus- sununga. No entanto, essa cobertura foi reduzida drasticamente devido ao processo de ocupação do

solo no estado, como ocorreu na Mata Atlântica em todo o Brasil.

A cobertura florestal capixaba nativa da Mata Atlântica proibida de corte pela legislação (estágio médio e avançado de regeneração natural, além da vegetação primária) é de 733.113 ha, correspondente a 15,9% do território estadual (Figura 1). Se somarmos a vegetação em estágio inicial de regeneração (6,2%) chegaremos a 22,1% de florestas naturais (SEAMA/ES, 2018). Contudo, existe uma grande variabilidade nas diferentes Regiões do Estado. Os menores índices estão em bacias hidrográficas na região Norte, enquanto a Região Serrana é a que possui os maiores percentuais de florestas naturais (Quadro 1).

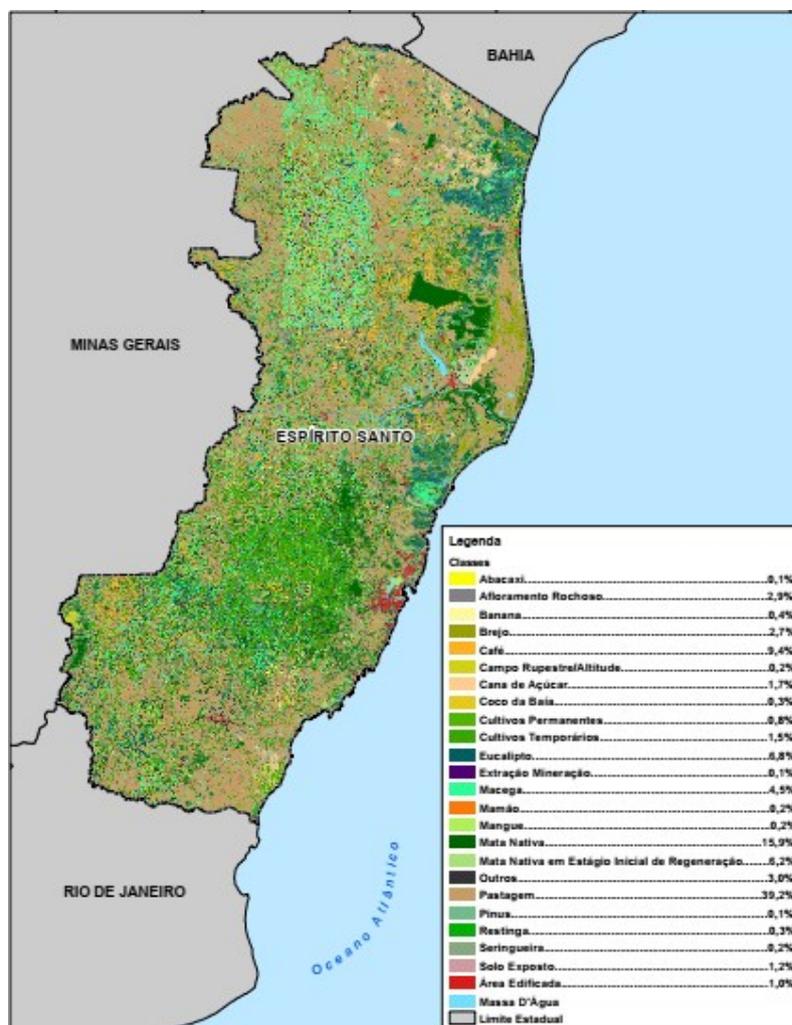


Figura 1 – Cobertura do solo do Estado do Espírito Santo, com a delimitação da vegetação de origem nativa da Mata Atlântica
Fonte: SEAMA/ES (2018)

Quadro 1 – Cobertura florestal nativa da Mata Atlântica no Espírito Santo, por bacia hidrográfica

Bacia hidrográfica	Cobertura florestal (%) - SEAMA/ES (2018) ¹		
	Estágio inicial de regeneração	Estágio médio/ avançado de regeneração e floresta primária	TOTAL
Rio Itaúnas	3,60	6,60	10,20
Rio São Mateus	6,40	8,30	14,70
Rio Doce	6,90	16,80	23,70
Rio Riacho	5,80	16,20	22,00
Rio Reis Magos	8,50	25,50	34,00
Rio Santa Maria	8,30	34,30	42,60
Rio Jucu	7,60	33,20	40,80
Guarapari	9,20	21,60	30,80
Rio Benevente	8,20	29,30	37,50
Rio Novo	5,80	15,00	20,80
Rio Itapemirim	5,00	16,50	21,50
Rio Itabapoana	4,80	11,90	16,70
TOTAL ES	6,20	15,90	22,10

¹ Não incluso a cobertura vegetal de ecossistemas associados ao Bioma Mata Atlântica, como o manguezal e restinga

Em que pese o status atual de cobertura florestal, há desafios em termos de restauração nas paisagens capixabas. Ao avaliar apenas a restauração das áreas de preservação permanente e reserva legal nos municípios, obrigatórias em função da Lei 12/651/12, constata-se um passivo de 286.821,62 ha, o que corresponde a 6,22% da área total do Estado (CEDAGRO, 2015). Mesmo quando são analisados municípios com índice de cobertura florestal nativa elevado, como por exemplo Santa Teresa (39,9% de cobertura florestal em relação à área total do município), ainda há demanda pela restauração, considerando a legislação florestal.

Com o objetivo de reverter esse cenário, o Poder Público, a iniciativa privada e algumas Organizações da Sociedade Civil vem desenvolvendo alguns programas, projetos e ações com foco na restauração florestal. A ampliação da cobertura florestal natural no Estado é um dos resultados esperados.

Ao se discutir e planejar a restauração florestal, naturalmente algumas características ecológicas e ambientais merecem destaques. Entre elas estão as regiões fitoecológicas, pois trazem informações sobre as características predominantes da vegetação nativa, como os ecossistemas predominantes e fatores climáticos.

Existem diferentes classificações para a vegetação nativa da Mata Atlântica. Segundo o IBGE (2004), o Estado do Espírito Santo possui 5 regiões fitoecológicas reconhecidas (Figura 2). Relacionar estas regiões com o local objeto da restauração se faz relevante na medida em que as características principais são conhecidas. Trata-se de um dos requisitos para o planejamento da restauração florestal e o seu sucesso.

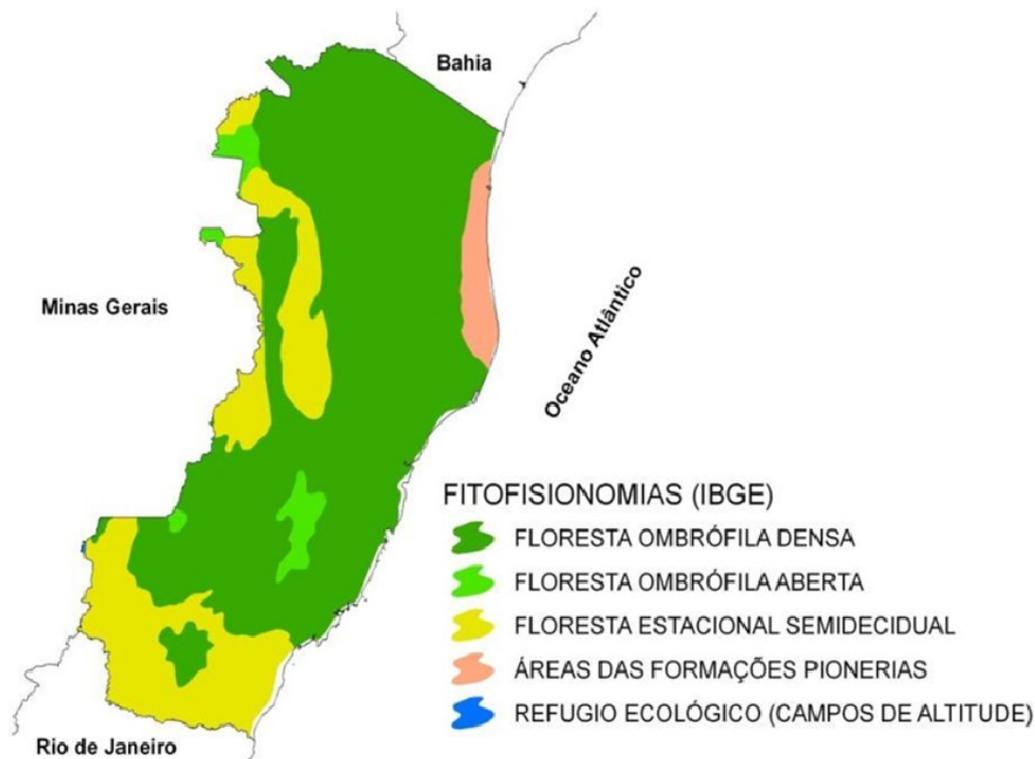


Figura 2 – Regiões fitoecológicas do Estado do Espírito Santo
Fonte: IBGE (2004)

Ademais, as características do clima, do solo, relevo e geologia local ao mesmo tempo subsidiam as recomendações para as diferentes etapas da restauração. Neste tema, há distintos materiais disponíveis na literatura, dedicados ao território capixaba.

Cabe destacar, de uma forma geral, que nas paisagens capixabas não há condições ambientais extremas que impeçam ações de restauração florestal, resguardadas situações locais e pontuais, algumas delas apresentadas nessa publicação.

SÍNTESE DAS TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL

O presente Capítulo discorre sinteticamente sobre as principais técnicas de restauração existentes e recomendadas. Para o estado do Espírito Santo, o plantio de mudas em área total, a regeneração natural e a nucleação são amplamente utilizadas, e serão aqui tratadas.

Ressalta-se que a presente abordagem tem como vertente subsidiar o planejamento estratégico da restauração.

Não se objetiva esgotar as recomendações sobre as diferentes atividades previstas para cada técnica, como por exemplo os métodos de plantio e de semeadura direta, pois já são amplamente abordadas em literatura específica.

Por fim, ao final dessa publicação há uma chave de classificação, onde para cada condição ambiental local uma das técnicas é mais indicada.

PLANTIO DE MUDAS EM ÁREA TOTAL

O plantio de mudas em área total é uma técnica de restauração indicada principalmente para áreas com baixo potencial de regeneração natural, inseridas em uma paisagem predominantemente agropecuária, com poucos fragmentos florestais no entorno imediato (Figura 3).

Áreas previamente invadidas por leguminosas de alta capacidade de desenvolvimento vegetativo e

dispersão, como as acácias (*Acacia auriculiformis* e *A. mangium*), também são elegíveis para a técnica de restauração através do plantio em área total. Uma das justificativas é a densidade de sementes viáveis dessas leguminosas, que podem dificultar o processo de regeneração natural.



Figura 3 – Restauração florestal através do plantio de mudas em área total, localizada no município de Venda Nova do Imigrante, ES

A restauração florestal através do plantio de mudas em área total perpassa pelas seguintes etapas: a) seleção das espécies; b) delimitação e cercamento da área; c) prevenção contra incêndios; d) roçada manual; e) combate às formigas cortadeiras; f) alinhamento, marcação e distribuição das espécies; g) coveamento e coroamento; h) aduba-

ção e correção do solo; i) plantio e replantio; j) irrigação. Já na manutenção das áreas, são previstas ações para a prevenção contra incêndios, a irrigação, o combate às formigas cortadeiras e o controle de plantas invasoras.

IMPLANTAÇÃO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Quando a área está com avançado processo de degradação das condições físicas e/ou químicas do solo, são necessárias intervenções previamente às etapas de implantação visando mitigar e/ou reverter o processo de degradação. Considera-se solo com elevada degradação e/ou deficiência física e química àqueles decorrentes de ações antrópicas ou processos naturais.

Áreas com processos erosivos (laminar ou sulcos) avançados, solos extremamente ácidos e/ou com a presença de contaminantes e áreas formadas geologicamente por intrusões de quartizito são alguns exemplos de elevada degradação e/ou deficiência física e química dos solos (Figura 4).



Figura 4 – Área com a ocorrência de erosão laminar e pequenos sulcos erosivos, localizada no município de Vila Pavão, ES

Para a recuperação das condições físicas e químicas dos solos pode-se citar o plantio de leguminosas de ciclo biológico conhecido e que aportam grandes quantidades de biomassa ao solo como o feijão guandu (*Cajanus cajan*), a crotalária (*Crotalaria juncea*), a mucuna (*Mucuna pruriens*), dentre outras, incorporação de matéria orgânica, construção de terraços, sub-solagem, construção de cordões de vegetação com capim vertiver

(*Chrysopogon zizanioides*), dentre outras preconizadas pela literatura (MARTINS, 2021). A fitorremediação, adição de elementos que precipitam as moléculas contaminantes, calagem, fosfatagem dentre outras, também são exemplos.

Seleção das espécies

A seleção das espécies deve ser realizada com base em suas características ecológicas, de forma que sejam compatíveis com as condições ambientais das áreas a serem recuperadas. Aspectos como a adaptabilidade das espécies às diferentes condições de umidade do solo, por exemplo, é particularmente importante na restauração de matas ciliares (MARTINS, 2014b). Além disso, solo, clima, o enquadramento fitoecológico, entre outros são determinantes para o sucesso do estabelecimento das espécies escolhidas.

A base de dados do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo - IEMA é um dos critérios que pode ser utilizado para a escolha das espécies mais adequadas para as diferentes regiões do Estado. Trata-se de uma lista elaborada a partir de ampla pesquisa à herbários e publicações, além de entrevistas a diversos pesquisadores atuantes no Espírito Santo. O resultado desse estudo possibilitou a indicação de mais de 2.000 espécies de origem nativa da Mata Atlântica, com ocorrência natural no Espírito Santo, classificadas pelo seu grupo ecológico, síndrome de dispersão, o status de conservação, dentre outras características. Além disso, a lista indica a ocorrência fitoecológica de cada espécie e a respectiva bacia hidrográfica.

Importante considerar que os levantamentos técnicos preliminares das espécies mais indicadas devem estar associados à disponibilidade de mudas em viveiros existentes na região.

Ainda em relação às espécies a serem utilizadas, os seguintes critérios devem ser respeitados:

- 1) Utilizar pelo menos 30 (trinta) espécies nativas regionais para paisagens com fragmentos florestais remanescentes; e no mínimo 50 (cinquenta) espécies regionais para paisagens muito antropizadas, com baixa cobertura florestal nativa, em que o enriquecimento natural tende a ser mais lento;
- 2) Observar o limite mínimo do número de espécies de 40% para qualquer dos grupos ecológicos (pioneiras e não pioneiras);
- 3) Nenhuma espécie poderá ultrapassar o limite máximo de 20% do número total de mudas plantadas;
- 4) Utilizar pelo menos 20% de espécies nativas regionais atrativas a fauna.

Por fim, de mesma importância que a escolha das espécies está a utilização de mudas de qualidade fisiológica e genética, com bom status sanitário, nutricional e porte adequado. As mudas devem ser adquiridas de viveiros idôneos, registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Delimitação e cercamento das áreas

Delimitar e cercar as áreas objeto da restauração objetiva isolá-las dos fatores de degradação, como por exemplo impedir o acesso de gado bovino e outros animais. Trata-se de uma atividade importante, de forma que permita o pleno desenvolvimento das mudas sem interferências antrópicas.

Existem diferentes técnicas para o cercamento de áreas objeto de restauração.

Pode ser realizada utilizando arame liso ou farpado. Caso a opção seja pela utilização de estacas de madeira tratada, observar o estabelecido na norma ABNT NBR 9480/09.

Prevenção contra incêndios

Os serviços de “aceiro” devem ser realizados no entorno de toda a área a ser restaurada. Trata-se de uma técnica para a retirada de vegetação existente no local (Figura 5).



Figura 5 – Exemplo da implantação de “aceiro” através de capina manual

Esta atividade é essencial, pois possibilita o isolamento da área, a fim de se evitar a propagação de fogo dos terrenos adjacentes para as áreas manejadas, o que pode comprometer o sucesso do plantio.

Martins (2014b) recomenda que, em áreas onde há o plantio de mudas florestais, os aceiros sejam implantados com dimensão entre três e cinco metros.

Roçada manual ou mecânica

Esta operação é realizada nos locais com vegetação exótica diversa, que ocupa a área a ser restaurada. Os serviços objetivam a eliminação e redução do porte da vegetação invasora, principalmente gramíneas exóticas, para que as atividades seguintes sejam desenvolvidas. Ao mesmo tempo, a prática reduz eventual competição com as mudas a serem plantadas.

A roçada deve ser conduzida com foice, roçadeira costal motorizada ou roçadeira acoplada a trator agrícola, sendo o corte da vegetação realizado o mais rente possível do solo (Figura 6). O serviço deve abranger toda a área de plantio e ser seletiva, de maneira a cortar apenas as gramíneas e invasoras, poupando todas as demais plantas existentes, como mudas arbóreas em regeneração e indivíduos adultos nativos da Mata Atlântica.

a)



b)



Figura 6 – Roçada para a redução do porte da vegetação exótica. a) roçada mecânica; b) roçada manual

Toda palha oriunda das roçadas e cortes deve permanecer em campo, protegendo o solo da erosão, diminuindo a perda de água por evaporação, man-

tendo a temperatura mais estável e diminuindo o nível de reinfestação de plantas daninhas.

Combate às formigas cortadeiras

Esta operação consiste na eliminação e/ou controle de formigas cortadeiras residentes nas áreas a serem restauradas e nas proximidades.

Após a execução do serviço de roçada, a área e seu entorno (no mínimo 20 metros) deve ser totalmente percorrida para a destruição dos formigueiros, os quais poderão ser localizados pelas manchas no terreno, por carreadores, montículos, resíduos, “olheiros”, etc.

Para fins de combate, as formigas são identificadas primeiramente quanto ao gênero: *Atta* sp. (saúvas) e *Acromyrmex* sp. (quenquéns), visando à escolha do método mais adequado. Para todas as saúvas, por exemplo, deve ser utilizada isca granulada, e para as quenquéns, isca micro granulada (Figura 7). As técnicas e doses são as usuais, recomendadas pelos fabricantes dos produtos.



Figura 7 – “Olheiro” de saúva e controle através de isca granulada

Essa operação é repetida periodicamente até o pleno desenvolvimento das mudas. Para fins de planejamento, a operação deve ocorrer, inicialmente, uma vez durante a implantação e durante cada manutenção, conforme cronograma.

Vale destacar a necessidade de uso de EPIs específicos para a aplicação destes produtos, conforme recomendado pelo fabricante.

Alinhamento, marcação e distribuição das espécies

Esta operação consiste na determinação do local das covas de plantio e a distribuição das espécies a serem utilizadas, de acordo com o grupo ecológico. Os serviços podem ser feitos com o auxílio de trenas ou estacas de bambu (gabarito), e o picotamento (marcação) com o auxílio de enxada.

De modo geral, recomenda-se o plantio em forma de linhas com espaçamento de 3x2 metros, ou seja, 3 metros entre as linhas e 2 metros entre as mudas (Figura 8).

Outros espaçamentos também podem ser utilizados, como 3 x 3 m, para áreas com algum potencial de regeneração natural e baixa infestação por gramíneas exóticas. Espaçamentos maiores, como 4 x 4 m e até 5 x 5 m são indicados apenas para plantios de enriquecimento de áreas de pasto sujo que apresentam regenerantes arbóreos nativos.

As linhas devem ser compostas por espécies pioneiras e secundárias iniciais, alternadas entre ou dentro das linhas com espécies não pioneiras (secundárias tardias e clímax) (MARTINS, 2021). Pode se adotar também espécies de preenchimento ou recobrimento (pioneiras e secundárias iniciais de copa larga) ou do grupo de diversidade (as demais espécies).

O alinhamento das covas pode ser feito de forma coincidente entre as linhas, ou não coincidente em quincôncio. O plantio em quincôncio é particularmente importante para áreas declivosas visando aumentar a barreira de cobertura do solo ao escoamento das águas de chuva, evitando processos erosivos (Figura 8).

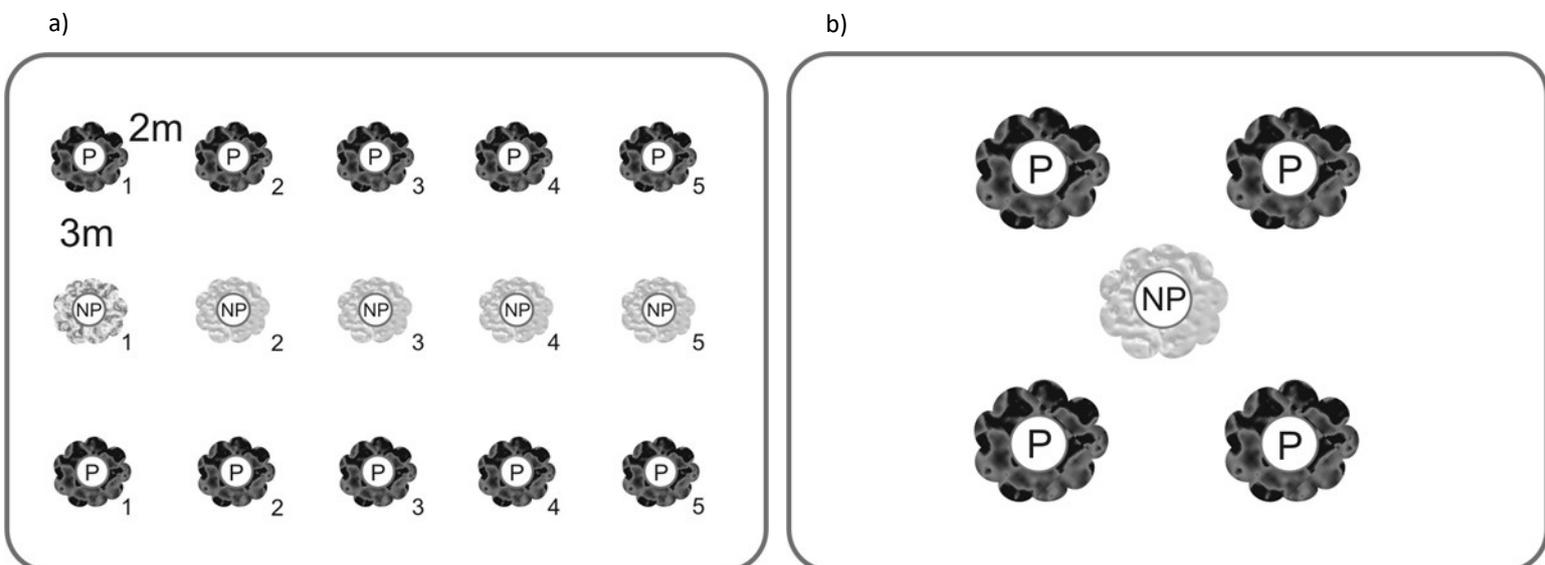


Figura 8 - “Croqui” exemplificando os modelos de plantio mais recomendados. a) alinhamento convencional com alternância dos grupos de espécies; b) alinhamento em quincôncio. P: pioneira/preenchimento; NP: não pioneira/diversidade.

Coveamento e coroamento

O preparo do local que receberá as mudas é imprescindível no processo de restauração florestal. Nessa premissa, as covas têm por objetivo permitir bom enraizamento, infiltração de água e nutrição

das mudas no período inicial de desenvolvimento. Uma recomendação amplamente utilizada é a implantação de covas com dimensões mínimas de 40x40x40cm (Figura 9).

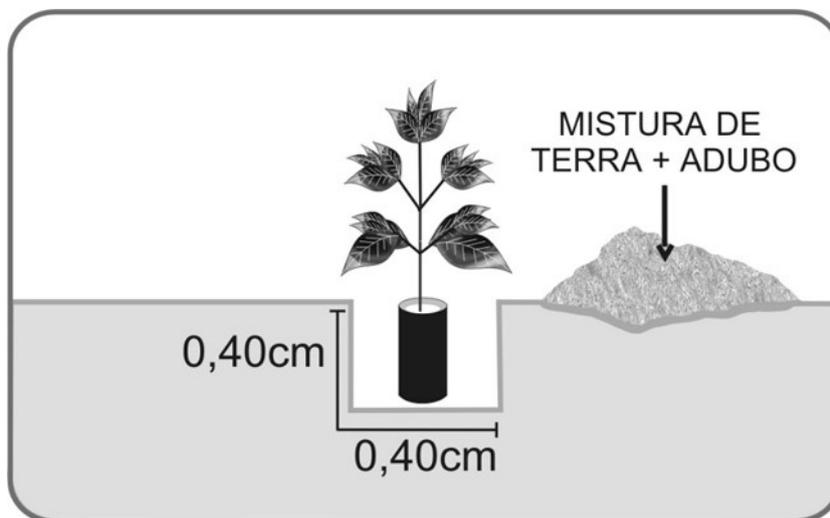


Figura 9 – Desenho esquemático do coveamento recomendado

Fonte: MARTINS (2021)

De mesma importância, se faz necessário a manutenção da limpeza de uma área no entorno das mudas, isenta de vegetação, a fim de evitar competição com as espécies desejadas, sobretudo na fase inicial de desenvolvimento.

Este serviço é denominado de coroamento. Para tanto, recomenda-se que essa atividade seja realizada em um raio de 80 cm no entorno das mudas, utilizando ferramentas manuais como enxadas (Figura 10).

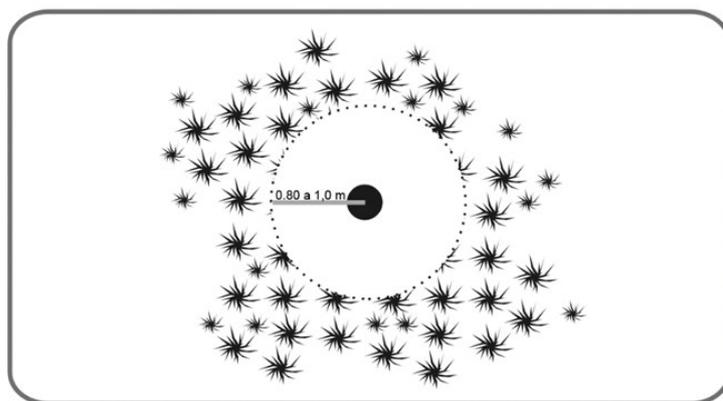
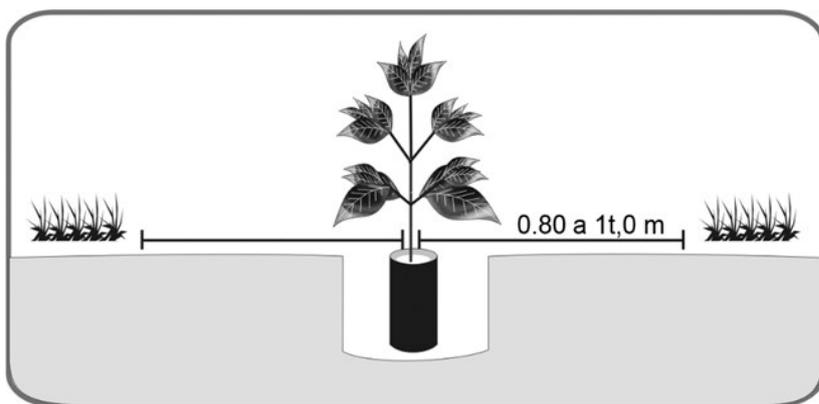


Figura 10 – Esquema de coroamento ao redor das covas de plantio das mudas

Fonte: MARTINS (2014b)

Adubação e correção do solo

A adubação e correção do solo se constitui em requisito para o sucesso da restauração florestal, pois objetivam disponibilizar macro e micronutri-

entes essenciais às mudas, corrigir a acidez do solo e reduzir a disponibilidade de elementos tóxicos para as plantas, como o alumínio.

Inicialmente, é necessário a coleta de solo para ensaio físico-químico, a ser realizado o mais próximo possível do plantio. O ensaio objetiva caracterizar o material e consequentemente subsidiar a recomendação.

É recomendado que a caracterização físico-química do solo seja feita em período com maior proximidade ao plantio das mudas, pois, em um curto espaço de tempo, podem haver alterações químicas como na concentração de nutrientes e nos teores da acidez potencial. Isso ocorre em função da dinâmica de exploração das culturas agrícolas eventualmente existentes na área a ser restaurada, onde nutrientes podem ser removidos do solo através da exportação pelas colheitas, erosão, volatilização e lixiviação, ou adicionados através de fertilizações.

Após a caracterização laboratorial do solo, as seguintes atividades são desenvolvidas:

- Calagem em área total quando necessária - aplicar a lanço, na superfície do terreno, calcário dolomítico, na quantidade considerando a elevação da saturação por bases para 50% (PREZOTTI et al., 2007). O calcário deve ser aplicado 60 dias antes do plantio;

- Calagem na cova de plantio – aplicar 100 g de calcário dolomítico por cova, para cada tonelada aplicada por hectare. O calcário deve ser misturado na terra de enchimento da cova, entre 30 a 60 dias antes do plantio;

- Adubação de plantio – misturar, na terra de enchimento da cova, 6 L de esterco bovino curtido, além dos macronutrientes e micronutrientes de acordo com os teores constantes na análise de solo e o recomendado por Prezotti et al., (2007) (Figura 11). A adubação química de base mais utilizada na restauração florestal varia de 150 a 200 g por cova de NPK, formulado 6-30-6;

- Adubação de cobertura – aplicar, ao redor e sob a copa das mudas, entre 3 a 6 meses após o plantio, os adubos minerais de acordo com os teores constantes na análise de solo e o recomendado por Prezotti et al., (2007) (Figura 11). Priorizar os períodos de ocorrência de chuvas ou por ocasião das irrigações. Normalmente se usa 100 a 150 g por planta de NPK, formulado 20-05-20, como adubação de cobertura.

a)



b)



Figura 11 – Adubações necessárias na restauração florestal através do plantio em área total. a) adubação de plantio; b) adubação de cobertura, com demonstração da localização do adubo

Plantio e replantio

Dentre as diversas etapas dos trabalhos de restauração, o plantio das mudas destaca-se como uma das mais importantes. Outra etapa de fundamental importância é a irrigação no período de estabelecimento que se segue, decisiva para o sucesso da restauração.

O processo inicia-se com a escolha das mudas. Plantio de mudas com baixa qualidade fisiológica e sanitária implica em gastos adicionais com o replantio. Assim, mudas de alta qualidade e de maior porte, mesmo que produzidas com um custo maior, propiciarão maior grau de sucesso na restauração, incorrendo em redução de uma série de custos nas operações de manejo pós-plantio. Sedo assim, para plantio, são recomendadas mudas de no mínimo 40 cm de altura, sendo que mudas maiores de 1,0 m escapam mais rápido da competição com gramíneas exóticas e do ataque de pragas.

Devem ser tomados cuidados relativos à aclimação, visando aumentar a rusticidade das mudas e contribuir para sua adaptação às condições ambientais mais adversas das áreas de plantio. Para tanto, é necessária a adaptação gradativa das mudas às condições mais próximas daquelas predominantes na área de plantio.

Na retirada das mudas do viveiro e seu transporte até o local objeto da restauração, é relevante evitar sujeitá-las a ventos fortes, bem como quaisquer outros impactos físicos, que podem abalar o sistema radicular, rompendo as radículas responsáveis pela absorção de água e nutrientes.

No momento do plantio se faz necessário a manutenção do torrão, pressionando-o cuidadosamente com as mãos antes da retirada da embalagem.

Após o plantio, considerando a possibilidade de morte de algumas mudas, fato relativamente comum e esperado, é necessário realizar o replantio entre 30 a 60 dias, procedendo-se à substituição daquelas que porventura tenham morrido ou mesmo que estejam em precárias condições fitossanitárias, claramente comprometidas.

Irrigação

O plantio é realizado, preferencialmente, nos meses de novembro e dezembro, por se tratar de período de maior probabilidade de ocorrência de chuva na maioria das regiões do Estado do Espírito Santo. Isto com intuito de reduzir custos e a necessidade de irrigação, bem como, proporcionar maiores chances de bom desenvolvimento para as mudas.

Na fase de implantação da restauração florestal, quando necessário a irrigação é realizada nos três primeiros meses após o plantio. Como regra geral, as mudas são irrigadas pelo menos três vezes por semana, nos períodos sem chuvas, visando repor a água perdida pela evapotranspiração, na quantidade até atingir teor de umidade próximo à capacidade de campo do solo.

Caso necessário, dada as características locais e de acesso, a irrigação pode ser feita com o auxílio de um caminhão tanque e mangueiras.

Em função de períodos bem definidos de déficit hídrico em algumas paisagens do estado, também se recomenda a utilização de hidrogel, que contri-

com a criação de um sitio úmido na cova, além de diminuir as necessidades de irrigação (GONÇALVES et al., 2002).

MANUTENÇÃO DA RESTAURAÇÃO

A manutenção dos plantios compreende basicamente a prevenção contra incêndios, a irrigação, o combate às formigas cortadeiras e os tratamentos culturais relativos à redução da competição entre a muda e a vegetação que irá se desenvolver ao seu redor, notadamente espécies invasoras como gramíneas de rápido crescimento.

Prevenção contra incêndios

Os serviços a serem executados para prevenir os incêndios na área de plantio, caracterizado por aceiro da vegetação, devem atender, tecnicamente, aos quesitos apresentados para a fase de implantação da restauração. Ele é necessário sempre que for observada a existência de vegetação seca no entorno da área, durante toda a manutenção, sobretudo nos períodos que historicamente apresentam déficit hídrico.

Irrigação

A irrigação na fase de manutenção das áreas de projeto não é prática corriqueira na restauração florestal. Contudo, em determinadas regiões do Estado do Espírito Santo podem ocorrer veranicos ou estiagens mais persistentes. Dessa forma, a irrigação visa evitar que o solo atinja o ponto de murcha permanente, sendo dimensionada para atingir um teor de umidade próximo à capacidade de campo do solo na zona de exploração do sistema radicular das mudas plantadas.

Nessas condições, a irrigação se estenderá até o

momento de retorno das chuvas.

O monitoramento da necessidade de irrigação deve ser realizado por meio de uma avaliação criteriosa de técnico capacitado. Quando comprovado que as plantas já apresentam desenvolvimento tal que suportem as condições naturais de campo, sobretudo em face do desenvolvimento do sistema radicular, o monitoramento pode ser suspenso. O tempo para atingir essa condição fisiológica é bastante variável, podendo ser inferior ou superior a três meses após o plantio.

Combate a formigas cortadeiras

Essa operação é repetida periodicamente até o pleno desenvolvimento das mudas, durante todo o período de manutenção da restauração, a cada manutenção realizada, conforme cronograma.

Todas as recomendações indicadas para a implantação das áreas objeto da restauração devem ser seguidas para o controle das formigas.

Controle de plantas invasoras

Nas áreas de restauração florestal através da técnica de plantio em área total, a presença de plantas daninhas é um fator indesejável, uma vez que, na fase inicial de estabelecimento das plantas, elas competem diretamente por água, luz e nutrientes. A ocorrência de gramíneas como as braquiárias (*Urochloa* spp.) e capim-colonião (*Panicum maximum* Hochst. ex A.Rich.), por exemplo, que possuem caráter agressivo, prejudica sobremaneira o crescimento das mudas plantadas, demandando mais tempo para o estabelecimento da floresta e, conseqüentemente, aumentando o custo da restauração.

O controle deve ser seletivo, respeitando-se a regeneração natural de espécies de interesse. Para tanto, faz-se necessário treinar os trabalhadores para que saibam reconhecer tais espécies. Ao mesmo tempo, no controle de plantas invasoras deve-se ter a consciência de que, em alguns casos, o “mato” é o grande aliado no processo inicial de restauração das áreas.

De modo geral, a vegetação já presente no local, bem como a que vier a se estabelecer durante o processo de restauração florestal, contribui, de certa forma, para o resultado final.

Contudo, os cuidados devem priorizar as mudas utilizadas na restauração, uma vez que contribuem para a evolução florestal da área, dada pelo aspecto de sua distribuição, seja recobrando toda a área,

seja ocupando trechos críticos, além de resgatar a diversidade florística local, considerando-se o rol de espécies recomendadas.

Da mesma forma que no plantio, o coroamento de manutenção consiste na retirada da vegetação competidora em um raio de cerca de 80 cm em relação ao tronco (Figura 12). É realizado com o auxílio de ferramentas, ou manualmente, cuidando-se para não danificar as mudas. O intervalo entre um coroamento e outro dependerá de avaliação em campo, em função da velocidade de desenvolvimento da vegetação competidora que, por sua vez, pode variar ao longo do ano.



Figura 12 – Coroamento realizado em um plantio

Como regra geral, recomenda-se que o coroamento seja realizado quando a vegetação ao redor da muda atingir cerca de 20 cm de altura. Salienta-se a importância de manter a cobertura vegetal morta junto às mudas, de modo a formar um revestimento na superfície do solo. Essa cobertura protege o solo contra a ação direta da chuva, do escoamento superficial e do vento, minimizando a desagregação e o transporte pela água e pelo vento. Evita-se ao mesmo tempo o aquecimento excessivo do solo pelos raios solares diretos, propiciando, assim, condições de temperatura e umidade favoráveis à atividade biológica, além de contribuir para a incorporação da matéria orgânica, disponibilização de nutrientes e inibição do desenvolvimento de ervas daninhas. Deve-se ter apenas o cuidado com a disposição da cobertura vegetal morta, para não ocasionar o abafamento das plantas, dificultando seu desenvolvimento inicial.

Quando as mudas das espécies plantadas ultrapassarem 1,0 m de altura total, o controle poderá ser apenas através da roçada manual, considerados

nos 50 cm de raio em torno da muda. A roçada poderá ser dispensada quando as mudas ultrapassarem 2,0 m de altura total. Após esse período, o monitoramento do desenvolvimento de lianas (cipós e trepadeiras) sobre as mudas deve ser intensificado, pois podem comprometer significativamente seu crescimento.

Deve-se controlar, também, leguminosas exóticas emergentes, provenientes de germinação de sementes eventualmente existentes no solo.

Cronograma das atividades da restauração

Finalmente, cabe destacar que a restauração florestal necessita de planejamento. Assim, um cronograma das atividades a serem desenvolvidas se faz necessário, conforme proposto no Quadro 2. A depender da dimensão da área a ser restaurada, as atividades iniciais de preparação do terreno, obtenção das mudas e plantio podem ocorrer em um período inferior a 30 dias. Contudo, o cronograma proposto é uma referência temporal em relação à sequência de atividades.

Quadro 2 – Cronograma para a restauração através do plantio de mudas em área total

ATIV.	MESES																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	26	
A	■																											
B		■																										
C		■	■																									
D		■	■	■																								
E ¹						■				■					■					■					■			
F ²									■			■									■							

Notas: A = Preparação do terreno, que inclui as atividades de delimitação e cercamento, prevenção contra incêndios, eliminação de espécies problema, roçada, coroamento, controle de formigas cortadeiras, alinhamento e marcação, coveamento, adubação e correção do solo. Em algumas situações, previamente a preparação do terreno será necessária a recomposição física e química do solo por se encontrarem em condições extremas de degradação; B = Obtenção e preparação das mudas; C = Distribuição das mudas, plantio e replantio; D = Irrigação; E = Manutenção, que inclui as atividades de prevenção contra incêndios; combate à formigas cortadeiras; irrigação e controle de espécies invasoras; F = Monitoramento; ¹ A manutenção deve ocorrer por mais 2 anos, com frequência semestral. Contudo, deve ser observado condições que exijam intervenções com periodicidades inferiores à estabelecida, de acordo com a recomendação; ² O monitoramento deve ocorrer por mais 2 anos, com frequência semestral. Após o 4º Ano, o monitoramento é específico para indicar o sucesso da restauração, a fim de subsidiar a tomada de decisão sobre o abandono ou não da área

REGENERAÇÃO NATURAL

Segundo Gama et al., (2002) a regeneração natural decorre da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal. É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento.

É importante destacar também que o termo regeneração natural pode ser interpretado como um dos estratos da floresta, formado pelo banco de plântulas e indivíduos jovens, e também como o processo em que as florestas se regeneram após distúrbios, como a regeneração em clareiras, em campos de cultivo abandonados e outros.

Na restauração florestal através da regeneração natural não são realizados plantios e intervenções silviculturais tradicionais. É uma das técnicas mais econômicas de restauração, pois estão ausentes os custos com a produção e compra de mudas, mão de obra e alguns insumos.

A regeneração natural pode seguir duas alternativas, o simples abandono da área, também denominada de restauração passiva, ou a condução da regeneração ou restauração assistida. A regeneração assistida é indicada para situações em que existe potencial de regeneração natural mas esta pode ser lenta ou com baixa diversidade. Assim são adotadas práticas para acelerar o processo e aumentar a diversidade em áreas com regeneração natural. As técnicas de regeneração natural assistida incluem a proteção contra incêndios, o controle de ervas daninhas invasoras, o cercamento para evitar a herbivoria, e o plantio de enriquecimento direcionado (CHAZDON, 2017).

Alguns fatores são primordiais para que a regeneração natural ocorra, como a presença e características das florestas matrizes, a forma do relevo, a existência de bancos de sementes, entre outros abordados a seguir.

FATORES QUE INFLUENCIAM A REGENERAÇÃO NATURAL

Distância das florestas fornecedoras de sementes (florestas matrizes)

Florestas matrizes são aquelas mais antigas numa paisagem, a partir das quais novos núcleos de regeneração são formados. A distância entre essas florestas matrizes das áreas destinadas à restauração florestal tem relação com a dispersão de sementes e é um fator determinante para a regeneração natural. A velocidade da regeneração natural e a diversidade de espécies estão diretamente relacionadas com a distância da floresta matriz, ou seja, quanto menor essa distância, mais rápida e de melhor qualidade ecológica é a regeneração natural.

Estudo desenvolvido pelo Cedagro (2014) identificou diferentes distâncias médias entre as florestas matrizes e as regeneradas, variando de 250 a 500 metros. No entanto, constatou-se que algumas florestas regeneradas encontravam-se a mais de 1.000 metros de distância de florestas matrizes. O referenciado estudo também concluiu que quanto maior essa distância menor é o número de florestas regeneradas, o que sugere a importância da proximidade entre as áreas objeto da regeneração natural e as florestas matrizes.

Na Figura 13 está ilustrada uma floresta regenerada, que se encontra anexa à floresta matriz e que alcançou o estágio médio de regeneração em apenas 15 anos após o isolamento da área.

Nesta situação a proximidade do fragmento florestal foi determinante para a rápida restauração passiva.



Figura 13 - Fragmento florestal localizado no município de Ibitirama-ES, em estágio médio de regeneração, anexo à floresta matriz e com 15 anos de regeneração

Estrutura e funcionalidade das florestas matrizes

A dimensão da floresta matriz e sua fase sucessional (estágio de regeneração) são fatores importantes para o processo de regeneração natural de áreas próximas. Essas características têm correla-

ção direta e positiva com a fauna dispersora de sementes. Quanto maior, mais diversificada e mais avançado for o estágio de regeneração natural da floresta matriz, mais biodiversa é a fauna presente nesses fragmentos.

Conseqüentemente, são fatores que possibilitam a dispersão de um maior número de sementes de espécies florestais. Aves e morcegos frugívoros são os principais dispersores de sementes de florestas remanescentes para áreas degradadas, e quanto maior e melhor conservadas estas florestas matrizes maiores e mais diversificadas as populações destes grupos da fauna (VOLPATO et al., 2015).

De forma geral, as áreas a serem regeneradas naturalmente apresentarão maior diversidade e maior velocidade de regeneração quando as florestas matrizes forem maiores, com melhor estrutura e maior diversidade. Esta ilustrada na Figura 14 uma floresta regenerada (lado esquerdo) ao lado da floresta matriz (lado direito) que ocupa uma área de 12 hectares e encontra-se em estágio avançado de regeneração.



Figura 14 - Fragmento florestal localizado no município de Marilândia-ES, em estágio médio de regeneração (lado esquerdo), contíguo a floresta matriz (lado direito)

Existência de bancos de sementes no solo

Em algumas áreas, a regeneração natural ocorre através do banco de sementes. Estando viáveis fisiologicamente, trata-se de um fator indicativo do sucesso da regeneração natural (MARTINS, 2009, MARTINS et al., 2021; SILVA et al., 2021). O banco de sementes é formado principalmente por espécies pioneiras, que colonizam áreas abertas como grandes clareiras nas florestas e pastagens abandonadas.

Através do banco de sementes do solo e outros propágulos vegetativos, as espécies herbáceas e arbustivo-arbóreas se estabelecem e o potencial florístico inicial representado por tecidos e sementes dormentes são restaurados, originando florestas com estrutura e funcionalidade considerável (Figura 15).



Figura 15 - Fragmento florestal localizado no município de Domingos Martins-ES, em estágio médio de regeneração, com 12 anos de isolamento e principal fator da regeneração a existência de banco de sementes no solo.

Diferença de cota altimétrica entre a floresta matriz e a área regenerada

Em algumas áreas que são objeto de restauração florestal através da regeneração natural, e que se encontram em cota inferior à das florestas matrizes, a regeneração natural é beneficiada pela facilidade da dispersão de sementes, seja por agentes bióticos dispersores ou abióticos como o vento (Figura 16). Este é um fator que favorece a regeneração natural, mesmo quando a floresta matriz encontram-se mais distante.

A relação entre a cota altimétrica da floresta matriz e a regeneração natural se explica pelos seguintes aspectos: a) ação da gravidade – importante para espécies com dispersão pela queda do fruto/semente (barocoria) ou pelo vento (anemocoria), em que a dispersão é favorecida das partes altas (cotas elevadas) para as baixadas; b) dispersão por animais (zoocoria) – nas “baixadas” geralmente encontram-se os cursos d’água, e os animais que residem nas florestas de topos de morro se deslocam até estas áreas para dessedentação, realizando a dispersão de sementes para estas áreas.



Floresta Matriz

Floresta Regenerada

Figura 16 - Fragmento florestal em estágio médio e com 12 anos de regeneração, localizado no município de Guaçuí-ES (parte inferior da foto), a 250m e abaixo da floresta matriz (parte superior da foto)

Forma do relevo

Nas áreas localizadas em relevo côncavo (grotas), por serem importadoras de água e nutrientes, a regeneração natural tende a ser mais rápida e apresentar melhor estrutura e diversidade comparativamente à regeneração natural em áreas de relevo convexo, que são exportadoras de água e nutrientes.

As “grotas” e “baixadas” geralmente são ambientes de solo mais fértil e com maior umidade, con-

dições que favorecem, de modo geral, a germinação e estabelecimento das sementes oriundas das florestas matrizes.

Na Figura 17 uma imagem de um fragmento florestal onde a face côncava (lado esquerdo da foto) apresenta-se com melhor estrutura e maior diversidade que a face convexa (lado direito da foto).



Figura 17 - Fragmento florestal localizado no município de Ibiraçu-ES, e as formas de exposição do relevo (côncavo e convexo)

Presença de espécies problema

É considerado espécies-problema aquelas nativas ou exóticas que formam populações fora do seu sistema normal ou fora de seu tamanho desejável, exercendo dominância ecológica sobre as demais.

Essas espécies dificultam ou impedem a regeneração natural, pela sua agressividade ou alelopatia. Em áreas ocupadas por gramíneas com adequada condição fisiológica, por samambaia (*Pteridium aquilinum*) ou por espécies arbóreas nativas monodominantes, como a aroeira do sertão (*Myracrodrum urundeuva*) e o camará

(*Moquiniastrum polymorphum*), por exemplo, a regeneração natural pode ser prejudicada. Essas espécies dificultam o estabelecimento de outras regenerantes e, portanto, prejudicam a diversidade necessária e alongam o tempo para evolução do fragmento florestal, criando um modelo de inibição da sucessão.

Não é raro encontrar áreas com mais de duas décadas dominadas pelo camará, embora estejam muito próximas de florestas matrizes (CEDAGRO, 2014). Jordano et al., (2006) destacam quando sementes são dispersadas em quantidade suficiente, porém depositadas em locais de baixa qualidade, a regeneração é limitada.

Ao constatar essa condição, as espécies devem ser manejadas para não inibir o processo de regeneração natural.

Existem diferentes técnicas que podem ser adotadas, sejam físicas ou químicas. O manejo deve ser realizado considerando sua total eliminação ou redução da biomassa/densidade (desbastes).

Conforme pode ser observado na Figura 18, áreas ocupadas por aroeira do sertão (*Myracrodrum urundeuva*) e camará (*Moquiniastrum polymorphum*) estão prejudicando a sucessão florestal em determinadas paisagens do Espírito Santo.

a)



b)

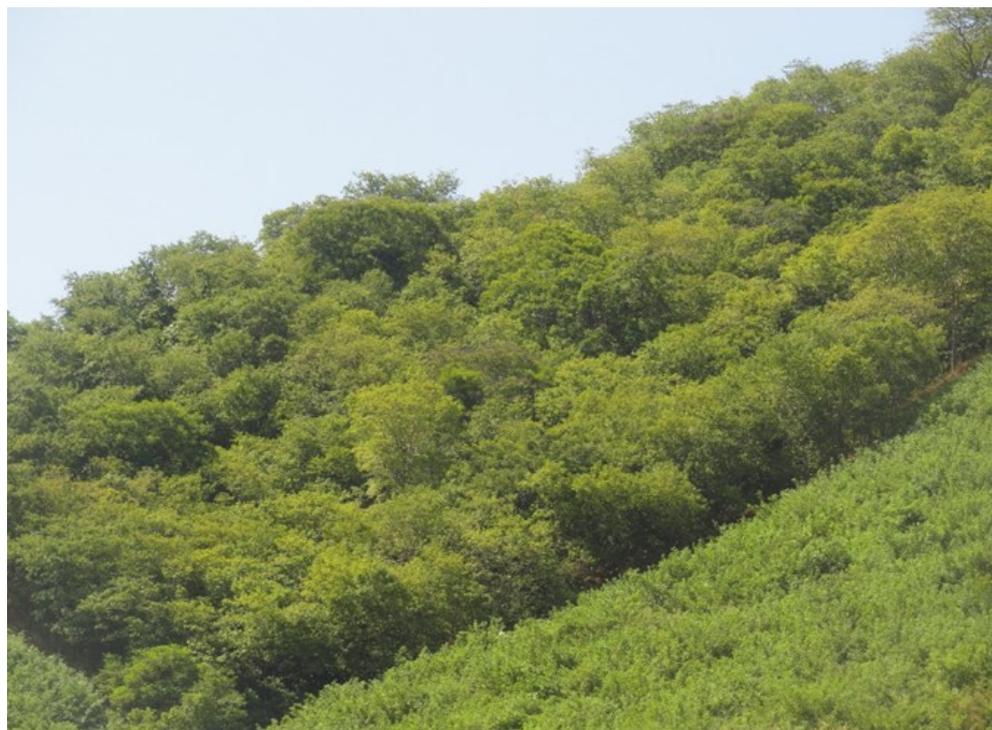


Figura 18 – a) Área como monodominância de camará, com 10 anos em regeneração e b) aroeira do sertão, espécies problema que dificultam a regeneração natural de florestas

Ações antrópicas

Ações antrópicas como fogo e o pastoreio de bovinos e equinos influenciam negativamente a regeneração natural. Fragmentos florestais em processo de regeneração que sofrem a ocorrência de fogo, mesmo após vários anos de isolamento, tem o avanço da sucessão prejudicado.

Em outras situações, quando o gado adentra nos fragmentos florestais em regeneração ocorrem danos às plântulas emergentes e o sub-bosque da floresta praticamente é total ou parcialmente eliminado (Figura 19). Vale lembrar que uma floresta nativa ou restaurada, para se manter, precisa ter o sub-bosque ocupado pelos regenerantes das espécies arbustivo-arbóreas e outras formas de vida.

a)



b)



Figura 19 – a) Fragmento florestal localizado no município de Guaçuá-ES, com 30 anos em regeneração, prejudicado pela ocorrência de fogo, b) e no município de Nova Venécia-ES, onde o sub-bosque foi impactado pelo gado bovino

Quando a área está com avançado processo de degradação das condições físicas e/ou químicas do solo, são necessárias intervenções antes do início da condução e manutenção da regeneração natural. Para tanto, podem ser adotadas as ações de mitigação indicadas anteriormente na técnica de plantio em área total.

Condições pedoclimáticas

Em regiões onde o solo apresenta adequadas características físico-químicas, com distribuição re-

gular de chuva e poucos meses secos, a velocidade da regeneração natural é maior e as florestas tendem a apresentar uma melhor estrutura e diversidade.

Já em paisagens com período mais pronunciado de meses secos, a regeneração natural ocorre em outra dinâmica. Apesar disso, não se trata de uma condição impeditiva para a sucessão ecológica, onde espécies mais adaptadas ocupam a área (Figura 20).



Figura 20 - Fragmento florestal localizado no município de Colatina-ES (município com 06 meses secos), em estágio médio de regeneração, com predominância de angico (*Anadenanthera colubrina*) e 21 anos em regeneração

De modo geral, as condições de clima e de solo existentes no Estado do Espírito Santo não são limitantes para a regeneração natural. Paisagens com solos de melhor qualidade e poucos meses secos o estágio médio de regeneração pode ser

alcançado em apenas 9 anos de isolamento da área (CEDAGRO, 2014). Em contrapartida, regiões que apresentam alguns meses secos são necessários mais de 20 anos para a evolução da floresta.

Regeneração natural no Estado do Espírito Santo

O potencial de regeneração natural de diferentes paisagens no estado do Espírito Santo é apresentado na Figura 21 (CEDAGRO, 2014; SIMONELLI et al., 2021). Esta classificação considera as condições ambientais que predominam em uma determinada região. Assim, não necessariamente a totalidade da abrangência geográfica de uma região detém alto ou baixo potencial de regeneração na-

tural. Há regiões classificadas como baixo potencial de regeneração, mas que em determinadas áreas a regeneração natural pode ser indicada, tendo em vista a existência de florestas matrizes de estrutura ecológica no entorno próximo. A possibilidade da restauração florestal através da regeneração natural deve ser avaliada localmente, com base nos fatores que influenciam o processo, como já exposto nessa Publicação.

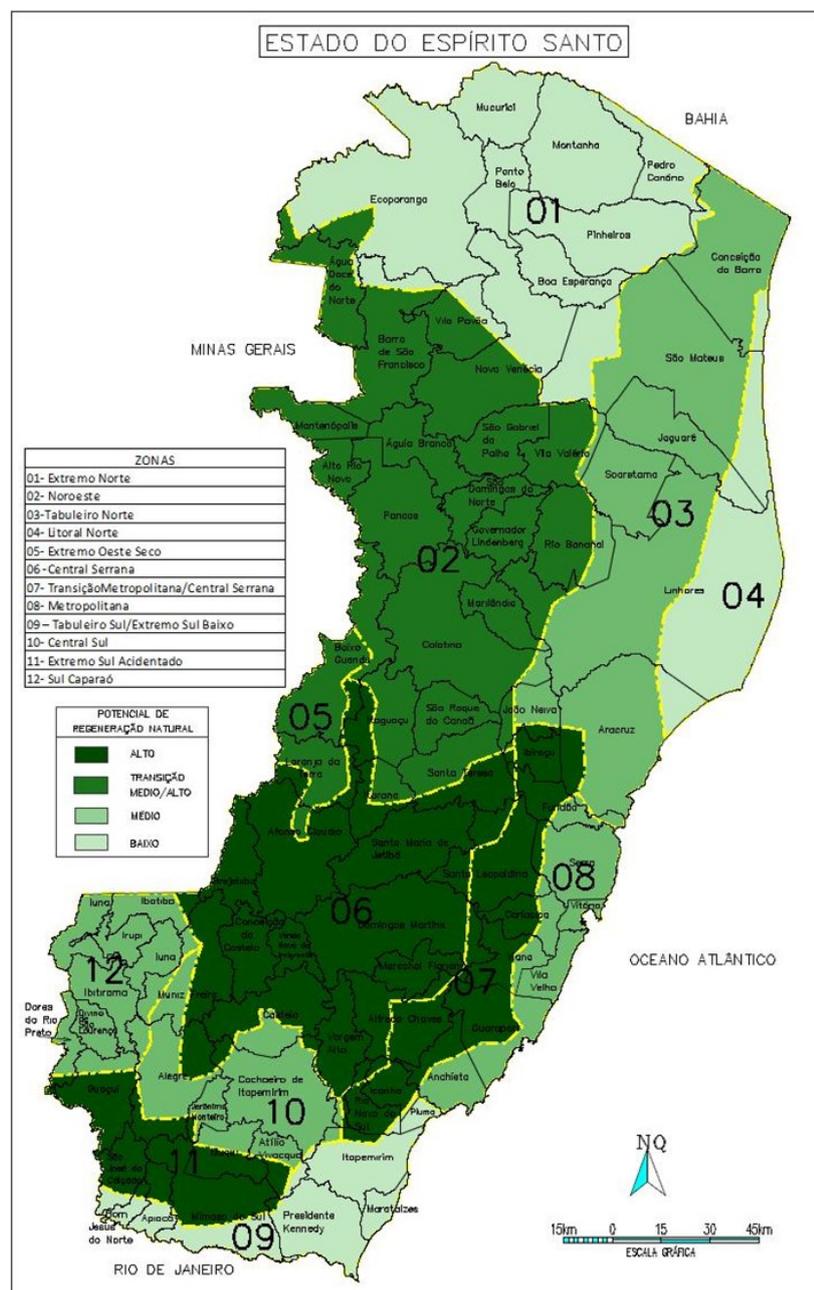


Figura 21 – Mapa de classificação do potencial de regeneração natural em diferentes regiões do Espírito Santo (CEDAGRO, 2014; SIMONELLI et al., 2014)

Em que pese a regeneração natural ser uma técnica onde os fatores ambientais e ecológicos são os principais responsáveis pela restauração, para algumas condições, após o isolamento da área, durante a manutenção da regeneração natural, também é necessário o controle de formigas cortadeiras caso o índice de infestação seja elevado, a proteção contra o fogo e a eliminação de espécies invasoras com alto índice de ocupação. Ou seja, nestas condições é necessário realizar a regeneração assistida. As recomendações para o desenvolvimento dessas atividades são as mesmas indicadas para a técnica da restauração florestal através do plantio em área total.

Adicionalmente ao recomendado, mesmo em se tratando da regeneração natural é necessário o monitoramento da área, tema que será abordado em sessão específica. Este monitoramento irá subsidiar a tomada de decisão para intervenções durante o estabelecimento da floresta, a fim de corrigir e/ou dinamizar o processo, até o momento em que o abandono completo da área restaurada possa ser indicado.

Por fim, para o sucesso da restauração florestal é necessário estabelecer um cronograma das atividades a serem desenvolvidas. Dessa forma, para a técnica da regeneração natural, sugere-se as atividades e prazos constantes no Quadro 03.

Quadro 3 – Cronograma para a restauração através da regeneração natural assistida

ATIV.	MESES																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
A																											
B ¹																											
C ²																											

Notas: A = Preparação do terreno, que inclui as atividades cercamento, prevenção contra incêndios e eliminação de espécies problema, conforme o caso. Em algumas situações, previamente a preparação do terreno e condução da regeneração natural, será necessária a recomposição física e química do solo por se encontrarem em condições extremas; B = Condução da regeneração natural e manutenção, que inclui as atividades de prevenção contra incêndios, combate à formigas cortadeiras e controle de espécies invasoras; C = Monitoramento; ¹ A manutenção deve ocorrer por mais 2 anos, com frequência semestral. Contudo, deve ser observado condições que exijam intervenções com periodicidades inferiores à estabelecida, de acordo com a recomendação; ² O monitoramento deve ocorrer por mais 2 anos, com frequência semestral. Após o 4º Ano, o monitoramento é específico para indicar o sucesso da restauração, a fim de subsidiar a tomada de decisão sobre o abandono ou não da área

IMPLANTAÇÃO DE NÚCLEOS DE VEGETAÇÃO

No contexto da restauração ecológica, a nucleação se constitui em uma estratégia que objetiva facilitar a sucessão, através de uma espécie ou grupo de espécies. Ao se estabelecerem naturalmente ou através de introdução antrópica, essas espécies melhoram as condições do ambiente e favorecem o estabelecimento de espécies mais exigentes.

Núcleos de vegetação são caracterizados por um processo onde um ou poucos indivíduos considerados como núcleos de uma comunidade pioneira colonizam determinadas áreas (MARTINS, 2021). Esses indivíduos atuam como planta-berçário, ou seja, poleiros naturais que são utilizados por aves frugívoras que trazem sementes, acelerando a colonização por espécies florestais

em áreas degradadas.

Para a formação dos núcleos de vegetação, são utilizadas técnicas como transposição de serrapilheira e da camada superficial de solo contendo o banco de sementes, transposição de galhos e outros restos vegetais, semeadura direta e plantio de mudas em ilhas de alta densidade (ESPINDOLA;

REIS, 2009; MARTINS et al., 2009; MARTINS, 2009a; 2010) (Figura 22). Estes núcleos também são objeto de monitoramento, de forma que uma cobertura arbórea seja formada e atinja os objetivos na nucleação.



Figura 22 – Desenho ilustrativo das técnicas para a formação do núcleo de vegetação

De modo geral, os núcleos de vegetação ocupam de 10 a 30% da área total, e devem ser amplamente espaçados. Quando a técnica de nucleação ocorrer através do plantio de mudas, são plantados grupos de 5 a 9 mudas, espaçadas de 1 e 1 metro (REIS et al., 2014; MARTINS et al. 2020).

Para a composição das espécies podem ser utilizadas àquelas que atraem a fauna silvestre.

A Figura 23 mostra as covas recém abertas para o plantio de mudas em núcleos, e a Figura 24 um núcleo já implantado e cercado para impedir a entrada e danos por bovinos e equinos.

Figura 23 - Covas abertas para plantio de mudas em núcleo. Projeto LARF-UFV



Figura 24 - Núcleo de mudas cercado. Projeto LARF-UFV

Uma das vantagens dos núcleos de mudas na restauração assistida é a possibilidade de cercamento, formando um quadrado, o que é particularmente importante em áreas com forte pressão por bovinos e equinos (MARTINS et al., 2020; MARTINS, 2021).

No plantio de mudas em núcleos, as recomendações para o plantio em área total, seja na implantação ou na manutenção, são uma referência a ser seguida.

Em se tratando de transposição de serapilheira e camada superficial de solo, transposição de

propágulos e semeadura direta para a formação dos núcleos, deve-se ter especial atenção em relação à velocidade de estabelecimento, crescimento e formação de cobertura arbórea do núcleo, a fim de que a nucleação exerça sua função.

O banco de sementes é formado nos primeiros centímetros do solo, principalmente na camada de até 5,0 cm de profundidade, sendo que nesta nos primeiros 2,5 cm ainda predomina a maioria das sementes de espécies pioneiras com capacidade de germinar (SILVA et al., 2021). Contudo, a estocagem do material por vários meses reduz a regeneração de plantas via banco de sementes (SHLADWEILER & VANCE, 1996). Além disso, as técnicas de transposição dependem da disponibilidade de áreas para a coleta de material. O ideal é utilizar o *topsoil* de áreas em que o licenciamento ambiental autorizou a sua supressão da vegetação para atividades humanas.

Na semeadura direta, devem ser observados aspectos relacionados à fisiologia da germinação das sementes de cada espécie, como, por exemplo, a existência de dormência. Ambos os fatores devem ser criteriosamente analisados ao utilizar a técnica de semeadura direta na nucleação.

Ademais, na técnica de nucleação, como não há o plantio em área total, as áreas entre os núcleos serão restauradas através da regeneração natural. A regeneração ocorrerá pela fauna dispersora, sobretudo a avifauna, através de visita aos núcleos de vegetação para abrigo, alimentação e/ou nidificação. Além disso, as próprias espécies que formarão os núcleos são fontes de sementes, que irão se dispersar para áreas adjacentes e iniciar o proces-

so de regeneração.

Quando a área está com avançado processo de degradação das condições físicas e/ou químicas do solo, são necessárias intervenções previamente às intervenções. Para tanto, podem ser adotadas as ações de recuperação de solo já indicadas nessa publicação.

Em paisagens predominantemente agrícolas, com pouca cobertura florestal nativa da Mata Atlântica, a nucleação deve ser objeto de regular monitoramento, a fim de verificar o andamento da regeneração natural entre os núcleos. Esse monitoramento visa evitar, por exemplo, que a área venha novamente a ser colonizada por espécies problema, mesmo tendo sido previamente eliminadas. Além disso, o monitoramento irá indicar se as áreas estão ou não sendo colonizadas por espécies nativas de grupos ecológicos distintos, um dos fatores de sucesso para a formação de uma cobertura florestal. Ademais, tem-se também como objetivo corrigir previamente algum fator negativo, de forma que a restauração florestal ocorra em escala temporal aceitável e atinja seus objetivos socioambientais.

Também podem ser necessários alguns tratamentos culturais, como a roçada, a irrigação, o controle de formigas, entre outros indicados para o plantio em área total.

As técnicas da nucleação objetivam dar condições para que ocorram os processos naturais de sucessão. A princípio, a nucleação, comparativamente às outras técnicas, pode ser mais lenta para atingir uma vegetação arbórea que corresponda às classes fitoecológicas da Mata Atlântica de ocorrência

no Espírito Santo. Entretanto, representa uma base para a formação de comunidades vegetacionais que possam atuar como novos núcleos funcionais em uma paisagem fragmentada.

Cronograma das atividades da restauração através da técnica de nucleação

Através do Quadro 04 consta proposta de cronograma para restauração florestal através da técnica de nucleação. A depender da dimensão da área a ser restaurada, as atividades iniciais podem

ocorrer em um período inferior a 30 dias. Contudo, o cronograma proposto é uma referência temporal a ser seguida.

Quadro 4 – Cronograma para a restauração através da nucleação

ATIV.	MESES																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	26	
A	■																											
B		■																										
C		■	■																									
D		■	■	■																								
E ¹						■			■			■			■			■			■			■			■	
F ²						■			■			■			■			■			■			■			■	

Notas: A = Preparação do terreno, que inclui as atividades de delimitação e cercamento, prevenção contra incêndios, eliminação de espécies problema, roçada, coroamento (exclusivo quando de plantio), controle de formigas cortadeiras, alinhamento e marcação, coveamento (exclusivo quando de plantio), adubação e correção do solo. Em algumas situações, previamente a preparação do terreno será necessária a recomposição física e química do solo por se encontrarem em condições extremas; B = Obtenção e preparação das mudas, sementes, serrapilheira ou camada superficial do solo, conforme opção escolhida; C = Distribuição das mudas, serrapilheira ou camada superficial de solo, semeadura, plantio e replantio no caso de mudas; D = Irrigação; E = Condução da regeneração natural entre os núcleos e manutenção dos núcleos, que inclui as atividades de prevenção contra incêndios; combate à formigas cortadeiras; irrigação e controle de espécies invasoras; F = Monitoramento; ¹ A manutenção deve ocorrer por mais 2 anos, com frequência semestral. Contudo, deve ser observado condições que exijam intervenções com periodicidades inferiores à estabelecida, de acordo com a recomendação; ² O monitoramento deve ocorrer por mais 2 anos, com frequência semestral. Após o 4º Ano, o monitoramento é específico para indicar o sucesso ou não da restauração, a fim de subsidiar a tomada de decisão sobre o abandono ou não da área

MONITORAMENTO DA ÁREA

O monitoramento da restauração florestal, seja passiva ou ativa, é fundamental para que os objetivos e metas dos projetos sejam atingidos, sendo possível corrigir desvios de rotas já nos primeiros meses da restauração e garantir que o ecossistema seja plenamente restaurado em termos de diversidade, estrutura e processos ecológicos (MARTINS et al., 2020).

A maioria dos estudos de avaliação do sucesso da restauração tem focado na avaliação da composição, estrutura e dinâmica da comunidade vegetal (MARTINS et al., 2020), em razão de a maioria dos processos estar relacionada com a vegetação (YOUNG, 2000).

O monitoramento da área deve ser realizado quando da condução da regeneração natural, plantio em área total ou implantação de núcleos de vegetação. Os indicadores a serem monitorados devem ser divididos em função da fase de implantação da restauração (MARTINS, 2012).

Na implantação (1-12 meses) devem ser monitorados os seguintes indicadores: condições do solo,

cobertura vegetal do solo, cobertura da área por gramíneas exóticas, ocorrência de espécies problema, taxa de mortalidade no plantio (nos casos de plantio), índice de herbivoria ou de deficiência de nutrientes nas mudas ou regenerantes, riqueza (número de espécies por área) e densidade (número de indivíduos/ha) dos indivíduos plantados ou regenerantes (Figura 25).



Figura 25 – Parcela delimitada para o monitoramento da restauração florestal

Pós-implantação (1-3 anos) recomenda-se o monitoramento semestral, com base na avaliação dos indicadores discriminados a seguir: altura do indivíduo e cobertura da copa, classificação das espécies em grupos sucessionais, síndromes de dispersão, origem (espécies nativas regionais ou exóti-

cas, invasoras ou não), taxa de mortalidade (no caso de plantio), densidade (número de indivíduos/ha) dos indivíduos plantados ou regenerantes, riqueza (número de espécies por área) e cobertura do solo por gramíneas exóticas (Figura 26).



Figura 26 – Medição de altura de indivíduo florestal na etapa de monitoramento pós-implantação

Para a última fase de monitoramento, que se caracteriza pela vegetação formada (4 anos ou mais), é necessário monitorar indicadores que possibilitem apontar o sucesso ou não da restauração, com o propósito de sustentar uma possível tomada de decisão sobre o abandono das áreas restauradas ou a recomendação de ações adicio-

nais de restauração. Assim, é recomendado o monitoramento do funcionamento da floresta, com destaque para a avaliação da regeneração natural, presença ou não de estratos na floresta restaurada, chegada de outras formas de vida, presença de espécies invasoras, ciclagem de nutrientes, acúmulo de biomassa e avaliação da fauna.

A CONDIÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA OBJETO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL E AS RESPECTIVAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

A presente sessão se dedica a trazer as atividades a serem desenvolvidas na restauração de acordo com a situação ambiental de uma determinada área, conforme demonstrado no Quadro 5.

Trata-se de uma análise de extrema relevância. A escolha adequada do método a ser utilizado é um dos requisitos para o sucesso da restauração florestal.

Quadro 5 – Situação ambiental e as respectivas atividades a serem desenvolvidas na restauração florestal

Situação ambiental atual da área	Atividades a serem executadas				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Culturas agrícolas com floresta nativa matriz na vizinhança ¹	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Condução da regeneração natural	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento	-
Culturas agrícolas sem floresta nativa matriz na vizinhança ¹	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Plantio em área total e/ou implantação de núcleos de vegetação	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento	-
Macega com regeneração de espécies herbáceo/arbustiva e poucas de porte arbóreo, com floresta nativa matriz na vizinhança ¹	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Condução da regeneração natural	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento	-
Macega com regeneração de espécies herbáceo/arbustiva e poucas de porte arbóreo, sem floresta nativa matriz na vizinhança ¹	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Enriquecimento através de semeadura direta ou plantio de mudas de espécies não pioneiras ²	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento	-

Situação ambiental atual da área	Atividades a serem executadas				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Presença de espécies problemas com floresta nativa matriz na vizinhança ¹	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Manejo e/ou eliminação das espécies problema ³	Condução da regeneração natural	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento
Presença de espécies problemas sem floresta nativa matriz na vizinhança ¹	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Manejo e/ou eliminação das espécies problema ³	Plantio em área total e/ou implantação de núcleos de vegetação	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento
Presença de espécies problemas associada à ocorrência de 5 espécies arbóreas com no mínimo 30 indivíduos por hectare, e floresta nativa matriz na vizinhança ^{1,4}	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Condução da regeneração natural	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento	-
Solo com elevada degradação e/ou deficiência física e química, com floresta nativa matriz na vizinhança ^{1,5}	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Recuperação das condições físicas e/ou químicas do solo ⁶	Condução da regeneração natural	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento
Solo com elevada degradação e/ou deficiência física e química sem floresta nativa matriz na vizinhança ^{1,5}	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Recuperação das condições físicas e/ou químicas do solo ⁶	Plantio em área total e/ou implantação de núcleos de vegetação	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento
Eucalipto com floresta nativa matriz na vizinhança ¹	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Anelamento ou aplicação de herbicida sequencial no eucalipto, sendo 25% das árvores aneladas a cada ano	Condução da regeneração natural	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento

Situação ambiental atual da área	Atividades a serem executadas				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Eucalipto sem floresta nativa matriz na vizinhança ¹	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado etc) através do cercamento e construção de aceiros	Anelamento ou aplicação de herbicida sequecencial nos eucaliptos, sendo 25% das árvores aneladas a cada ano	Enriquecimento através do semeio de sementes ou plantio de mudas de espécies não pioneiras ²	Manutenção e monitoramento da área	Adoção de ações corretivas, caso necessário, de acordo com os resultados de monitoramento

¹Considera-se floresta nativa matriz àquela que está no mínimo em estágio médio de regeneração e com área mínima de 3 hectares. A distância a ser considerada entre a área a ser restaurada e a floresta nativa é de no máximo 500 metros. Essa distância aqui preconizada não deve ser utilizada em todos os casos. Em algumas situações, como por exemplo quando a área a ser restaurada estiver em cota significativamente inferior à vegetação florestal nativa, maiores valores de distância podem ser considerados em função dessa situação ser um fator facilitador do processo de dispersão de propágulos. Já nos casos em que há uma barreira física significativa existente entre a área a ser restaurada e a floresta nativa, menores distâncias devem ser consideradas pois é um fator dificultador para que os propágulos alcancem o local objeto da restauração florestal. Dessa forma, tem-se que o valor de 500 metros é uma referência, onde a avaliação deve ser feita caso a caso, face a grande variabilidade de fatores que podem interferir no processos de dispersão de propágulos e na regeneração natural.

²Para o enriquecimento devem ser utilizadas espécies não pioneiras em função de que a macega é composta por espécies do grupo ecológico das pioneiras. Os critérios referentes ao número de espécies e os respectivos grupos ecológicos devem ser os mesmos utilizados para o plantio em área total. Destaque que no enriquecimento, a vegetação que forma a macega é mantida.

³O manejo deve ser realizado considerando sua total eliminação ou redução de sua biomassa/densidade (desbastes), com objetivo de permitir a regeneração natural e/ou o desenvolvimento das espécies plantadas.

⁴Para este caso, apesar de as espécies problemas estarem presentes, a ocorrência de pelo menos 30 indivíduos arbóreos por hectare de 5 espécies diferente é suficiente para superar com o tempo a dominância das espécies problema, além de ser um atrativo para a fauna dispersora e conseqüentemente desencadear o processo da regeneração natural.

⁵Considera-se solo com elevada degradação e/ou deficiência física e química àqueles decorrentes de ações antrópicas ou processos naturais. Área com processos erosivos (laminar ou sulcos) avançados, solos extremamente ácidos e/ou com a presença de contaminantes e áreas formadas geologicamente por intrusões de quantizito são alguns exemplos de elevada degradação e/ou deficiência física e química dos solos. Quando da ocorrência desta situação ambiental, devem ser desenvolvidas atividades visando mitigar e/ou reverter o processo de degradação, previamente às atividades intrínsecas à restauração florestal

⁶A recuperação das condições físicas e/ou químicas do solo devem ser realizadas considerando as características dos elementos de degradação e conforme preconizado pela literatura para a mitigação dos fatores de degradação. Para a recuperação das condições físicas e químicas dos solos pode-se citar o plantio de leguminosas de adubo verde com ciclo biológico conhecido e que aportam grandes quantidades de biomassa ao solo (feijão guandu, crotalaria, dentre outras), incorporação de matéria orgânica, construção de terraços, construção de cordões de vegetação com o capim vertiver, dentre outras preconizadas pela literatura (MARTINS, 2013). Fitorremediação, adição de elementos que precipitam moléculas contaminantes, calagem, fosfatagem também são exemplos de ações indicadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, J. M.; FONSECA, G. B.; RYLANDS, A. B. QUEIROZ, H. L. PINTO, L. P. MASTERSON, D. & CAVALCANTI, R. B. 2005. **Os Corredores Ecológicos das Florestas Tropicais do Brasil**. Sociedade Civil Mamirauá, Rio de Janeiro.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

CEDAGRO – CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO. **Áreas com aptidão para a silvicultura de eucalipto nas diferentes regiões do estado do Espírito Santo**. Vitória: Cedagro, 2015. 177 p.

CEDAGRO – CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO. **Levantamento do potencial de regeneração natural de florestas nativas nas diferentes regiões do estado do Espírito Santo**. Vitória: Cedagro, 2014. 110 p.

CHAZDON, R. Landscape restoration, natural regeneration, and the forests of the future. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, n.102, p.251-257, 2017.

ESPÍNDOLA, M.B.; REIS, A. A eficiência de poleiros artificiais na restauração ambiental de restinga no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. In: TRES, D.R.; REIS, A. (Eds.) *Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental: do pontual ao contexto*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2009. p.217-226.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Atlas da mata atlântica do estado do Espírito Santo: 2007-2008/2012-2015 / Sossai, Marcos Franklin (coord.). Cariacica-ES: IEMA, 2018.

Fundação SOS Mata Atlântica. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, Período 2018-2019. São Paulo, 2020.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. de M. Composição florística e estrutural da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Voçosa-MG, v.26, n.5, p.559-566, 2002.

GONÇALVES, A.C.A; AZEVEDO, T.L.F.; BERTONHA, A. Uso de Hidrogel na Agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.1, n.1, p.23-31, 2002.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004). Mapa de vegetação do Brasil.** 3ª ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

Levantamento do potencial de regeneração natural de florestas nativas nas diferentes regiões do estado do Espírito Santo [recurso eletrônico] / Marcelo Simonelli... [et al.]. – Vitória, ES : Edifes, 2021.

MARTINS, S.V. Alternative forest restoration techniques. In: VIANA, H. (Ed.) **New perspectives in forest science.** London: IntechOpen. 2018, p.131-148.

MARTINS, S.V. O estado da arte da restauração florestal no Sudeste do Brasil. In: DÖRR, A.C. et al. (Eds.). **Práticas & saberes em meio ambiente.** Curitiba: Editora Appris. p.283-302, 2014a.

MARTINS, S.V. **Recuperação de áreas degradadas:** ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. 5ª.Ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2021, 230p.

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares.** 3ª. Ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2014b, 219p.

MARTINS, S.V. Soil seed bank as indicator potential in canopy gaps of a semideciduous forest in South-eastern Brazil. In: FOURNIER, M.V. (Ed.) **Forest regeneration: ecology, management and economics.** New York: Nova Science Publishers, p.113-128, 2009.

MARTINS, S.V.; FONSECA, W.S., COSIMO, L.H.E., BALESTRIN, D. Soil seed banks in two environments of forest restoration post bauxite mining: native tree plantation and natural regeneration. **Research in Ecology**, v.3, n.1, p.1-13, 2021.

MARTINS, S.V.; MIRANDA NETO, A.; RIBEIRO, T.M. **Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica.** In: MARTINS, S. V. (Ed.) Restauração ecológica de ecossistemas degradados. Viçosa: Editora UFV, p.17-40, 2015.

MARTINS, S.V.; VILLA, P.M.; BALESTRIN, D.; NABETA, F.H.; SILVA, L.F. Monitoring the passive and active ecological restoration of areas impacted by the Fundão tailings dam disruption in Mariana, Minas Gerais, Brazil. In. Vlieger, K. (Ed.) **Recent advances in ecological restoration.** New York: Nova Science Publishers, p.83-114, 2020.

MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; MITTERMEIER, C. G. 1999. **Hotspots. Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions.** Mexico City, CEMEX and Conservation International.

MMA/SBF. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília, DF.

Norma ABNT NBR 9480 – **Peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais - Requisitos**, 2009.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A.; **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5ª aproximação, Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007.305p.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRETIN, B. E. Nucleação: Concepção biocêntrica para a restauração ecológica. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 509 a 519, abr-jun., 2014.

SCHLADWEILER, B.K. & VANCE, G.F. Vegetation diversity within native and reclaimed coal mine sites: Environmental factors and seasonal variability. In: ANNUAL MEETING OF AMERICAN SOCIETY FOR SURFACE MINING RECLAMATION. ASSMR, XII, Knoxville-USA, 1996. Proceedings...ASSNR and PowellRiver Project of Virginia Tech, USA. 1996. P. 472-483.

SILVA, C.V.; MARTINS, S.V.; VILLA, P.M.; KRUSCHEWSKY, G.C.; DIAS, A. A.; NABETA, F.H. Banco de semillas de relaves mineros como indicador de recuperación de vegetación en Mariana, Brasil. **Revista de Biología Tropical**, v.69, n.2, p.700-716, 2021.

VOLPATO, G.H.; LOPES, E.V.; ANJOS, L.; MARTINS, S.V. O papel das aves dispersoras de sementes na restauração ecológica. In: MARTINS, S.V. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora UFV, p.191-211, 2015.