



GUIA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PARA GESTORES DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Versão 1

Alexandre Bonesso Sampaio

Katia Torres Ribeiro

Daniel Mascia Vieira

Desireé Cristiane Barbosa da Silva



GUIA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PARA GESTORES DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Versão 1

Alexandre Bonesso Sampaio

Katia Torres Ribeiro

Daniel Mascia Vieira

Desireé Cristiane Barbosa da Silva

Apoio:



Equipe de elaboração deste guia

Alexandre Bonesso Sampaio

Katia Torres Ribeiro

Daniel Mascia Vieira

Desirée Cristiane Barbosa da Silva

Revisão

Enrique Mieza Balbuena

APOIO

Projeto Estratégias de Conservação, Restauração e Manejo para a Biodiversidade da Caatinga, Pampa e Pantanal – Projeto GEF Terrestre, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e financiado com recursos do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF).

Tem o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) como agência implementadora, além do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO) como agência executora.

PROJETO GRÁFICO, DIAGRAMAÇÃO E INFOGRÁFICOS

Acará Estúdio Gráfico | www.acara.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Guia de restauração ecológica para gestores de unidades de conservação [livro eletrônico] : versão 1 / Alexandre Bonesso Sampaio ... [et al.]. -- 1. ed. -- Brasília, DF : Instituto Chico Mendes, 2021.
PDF

Outros autores : Katia Torres Ribeiro, Daniel Mascia Vieira, Desirée Cristiane Barbosa da Silva.
Vários colaboradores.
ISBN 978-65-00-26814-0

1. Biodiversidade 2. Conservação da natureza 3. Degradação ambiental 4. Ecologia 5. Meio ambiente 6. Sustentabilidade ambiental I. Ribeiro, Katia Torres. II. Vieira, Daniel Mascia. III. Silva, Desirée Cristiane Barbosa da.

21-73164

CDD-304.2

Índices para catálogo sistemático:

1. Sustentabilidade ambiental : Ecologia 304.2

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

SUMÁRIO

 APRESENTAÇÃO _____ 1

 INTRODUÇÃO _____ 4

 DEFINIÇÕES _____ 6

 LEGISLAÇÃO,
INSTRUMENTOS E
OPORTUNIDADES DE
RESTAURAÇÃO _____ 13

 ETAPAS DA
RESTAURAÇÃO _____ 21

 MÉTODOS _____ 34

 MONITORAMENTO _____ 52

 PROCEDIMENTOS
ADMINISTRATIVOS _____ 57

 LEITURA BÁSICA
RECOMENDADA _____ 60



SIGLAS

APP – Áreas de Preservação Permanente

ASV – Autorização para Supressão de Vegetação

CAR – Cadastro Ambiental Rural

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

IN – Instrução Normativa

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

MIF – Manejo Integrado do Fogo

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PLANAVEG – Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PRA – Programa de Regularização Ambiental

PRAD – Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada

PRADA – Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas

PROVEG – Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa

RL – Reserva Legal

SER – Society for Ecological Restoration (Sociedade para Restauração Ecológica)

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

TAC – Termo de Ajustamento de Conduta

TC – Termo de Compromisso

TdR – Termo de Referência

UC – Unidade de Conservação





APRESENTAÇÃO

A restauração de áreas degradadas está prevista em compromissos internacionais e nacionais, como uma demanda legal para empreendimentos licenciados, para propriedades rurais e também dentro das áreas protegidas. Acima disso, a restauração é uma oportunidade para fortalecimento das estratégias de conservação da biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais, no entanto, essa poderosa ferramenta ainda é pouco utilizada para este fim.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação que rege a gestão e manejo das Unidades de Conservação (UC) estabelece como um dos objetivos destas áreas: “recuperar ou restaurar ecossistemas degradados” (Lei nº 9.985/2000, Art. 4º). Esta previsão se estende inclusive para além dos limites das UC, quando se estabelece como diretriz a proteção de grandes áreas integrando unidades de conservação e “as diferentes atividades de preservação da natureza, uso sustentável dos recursos naturais e a restauração e recuperação dos ecossistemas” (Lei nº 9.985/2000, Art. 5º). Assim, as Unidades de Conservação poderiam, por exemplo, ser interligadas por corredores a serem formados pela conexão de Áreas de Proteção Permanente e Reservas Legais em propriedades privadas conforme a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012).

Dentro das Unidades de Conservação há extensas áreas que precisam ser restauradas. De 104 Unidades de Conservação federais que possuem plano de manejo e zona de recuperação definida, somam-se 1.022.502 hectares. A zona de adequação ambiental, anteriormente chamada de zona de recuperação, é definida por um polígono que engloba áreas degradadas em diferentes níveis, desde áreas mineradas com solo exposto erodido até áreas de floresta que tiveram corte seletivo de árvores.

Em 2016, na 13ª Conferência das Partes da Convenção da Diversidade Biológica, o Brasil aderiu ao Desafio de Bonn, assumindo o



compromisso de restaurar 12 milhões de hectares de áreas degradadas. Para viabilizar essa meta foi definida pelo Governo Federal a Política Nacional para Recuperação da Vegetação Nativa (Proveg – Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017) e como estratégia de implementação foi estabelecido o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg). O Planaveg tem o objetivo de ampliar e fortalecer as políticas públicas, incentivos financeiros, mercados, boas práticas agropecuárias e outras medidas necessárias para a recuperação da vegetação nativa de, pelo menos, 12 milhões de hectares até 2030, principalmente em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), mas também em áreas agrícolas ou pastagens de baixa produtividade. A meta de restauração definida pelo Brasil é parte de uma estratégia global para lidar com o risco de redução da área de florestas no mundo. Um estudo recente indica que até

Veja mais sobre o estudo da Science:



<https://science.sciencemag.org/content/365/6448/76>

2050 haverá uma **redução de 223 milhões de hectares na área capaz de manter florestas**

no globo, cenário em que o Brasil infelizmente tem destaque. Para manter e recuperar a resiliência de ecossistemas e mitigar os efeitos na fragmentação, garantindo assim a provisão dos serviços ambientais, é necessário não apenas conter a perda de vegetação nativa mas ativamente restaurar áreas degradadas. Além dos benefícios ambientais, a restauração de áreas degradadas pode trazer meios de subsistência local, melhorando a segurança alimentar e bem-estar das populações, e ainda pode prover ganhos econômicos diretos e indiretos para empreendimentos relacionados ao uso sustentável de recursos naturais.

Promover a recuperação de áreas degradadas em Unidades de Conservação é vantajoso porque o sucesso das intervenções tende a ser maior, em função da matriz de ecossistemas já protegidos, e contribui com o cumprimento de seus objetivos de criação.



Em 2020, as Nações Unidas declararam os anos de 2021 a 2031 como a Década da Restauração. Esta ação, liderada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), define uma série de estratégias para reunir apoio político, pesquisa científica e força financeira para ampliar massivamente a restauração de ecossistemas degradados. A ideia surgiu do atual cenário de crescente degradação atingindo grande parte dos ecossistemas terrestres e marinhos em todas as partes do mundo. O conceito foi construído reunindo organizações não governamentais internacionais e locais, entidades do setor privado, membros da academia, grupos de jovens, organizações religiosas e secretarias das Convenções do Rio – que juntos totalizaram mais de 150 pessoas e 50 organizações. A Década da Restauração pretende contribuir para sensibilizar a sociedade para a importância de restauração e, com isso, mobilizar recursos e iniciativas, e restaurar os milhões de hectares de ecossistemas terrestres e marinhos degradados. As estratégias se relacionam ao imperativo ético para restaurar e conservar ecossistemas saudáveis, bem como os inúmeros benefícios que derivam deles, para as gerações futuras.

O presente documento, alinhado com as políticas internacionais e nacionais, pretende contribuir orientando ações de restauração ecológica em Unidades de Conservação. São apresentados conceitos, orientações básicas e são indicadas fontes para a obtenção do conhecimento mais atual, em maior detalhamento sobre a restauração de áreas degradadas. Esperamos que este Guia contribua para que o analista ambiental, ou responsável pelo manejo de uma determinada área, esteja apto a contratar um serviço especializado em restauração e avaliar se o projeto está adequado e se foi bem executado. Este guia não capacita em executar a restauração em si, pois isto depende de um cabedal diferente de conhecimentos e de experiência de campo. No entanto, é claro que as duas experiências se complementam e se fortalecem – a experiência direta em restauração e a de demanda, análise e acompanhamento de projetos.











INTRODUÇÃO

Os gestores de Unidades de Conservação se deparam constantemente com áreas degradadas mas por vários motivos não se sentem motivados a agir e resolver os problemas, mesmo quando estão já identificados nos planos de manejo e inseridos nas Zonas de Adequação Ambiental (antigas de Recuperação). Dentre os motivos temos a falta de um processo de trabalho estruturado no ICMBio, ou em outras instituições responsáveis pela gestão de UC estaduais e municipais. Outro ponto crucial é a falta de recursos para executar a restauração. É mesmo nos casos onde há recursos, pode haver insegurança do gestor por falta de conhecimento sobre o tema, ou ainda por insegurança administrativa dada a percepção de falta de normativas e orientações claras.

Há uma série de dúvidas comuns entre os gestores que começam a trabalhar com a restauração de áreas degradadas em unidades de conservação, por exemplo: O que é uma área degradada? O que preciso saber para realizar ou propor a restauração de uma área degradada? Uma certa área degradada tem capacidade de se regenerar por ela mesma ou é preciso intervir? Quais os impactos da intervenção? Quanto custa a restauração? Como vou organizar administrativamente e conseguir recursos para restaurar a área degradada? O que preciso saber para realizar o projeto ou contratar o projeto? Como sei se o projeto está adequado? Como acompanhar para que o projeto seja feito da forma adequada e atinja os objetivos propostos?

No campo da restauração há muitas opiniões. Todos temos algum conhecimento, no entanto, quando estamos utilizando recursos públicos escassos, devemos utilizar sempre a melhor informação técnico-científica disponível e nunca nos basear apenas em opiniões, sem tal respaldo.

Neste Guia iremos abordar as questões acima, organizando o texto na seguinte sequência:

-  **Definições** básicas necessárias para padronizar o entendimento sobre a restauração;
-  **Legislação** vigente relacionada com a restauração de áreas degradadas;
-  Preceitos básicos necessários para realizar um bom **diagnóstico** das áreas degradadas;
-  A partir do diagnóstico, como definir as ações ou **métodos** de restauração;
-  Como **monitorar** o sucesso da restauração;
-  E por fim, os **procedimentos administrativos** a serem tomados, para viabilizar a restauração dentro de uma UC.





DEFINIÇÕES

Restauração ecológica é o processo de auxiliar o restabelecimento de um ecossistema após uma perturbação ou degradação. Esta definição é estabelecida pela *Society for Ecological Restoration* (SER), reconhecida pela Sociedade Brasileira de Restauração Ecológica (SOBRE) e incorporada nas políticas do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

O termo restauração ecológica é abrangente e engloba outros conceitos, tais como: recuperação; restauração; reabilitação; recomposição; e reflorestamento. Neste Guia utilizamos o termo restauração englobando todos os objetivos e as possibilidades que levam à formação de uma vegetação dominada predominantemente por espécies nativas.

O resultado exato a ser esperado a partir de ações de manejo em uma área degradada é pouco previsível. As mesmas ações, em condições similares, repetidas em locais semelhantes, comumente resultam em ecossistemas distintos devido às interações imprevisíveis entre os fatores. Por estas questões, é mais importante definir os caminhos esperados e objetivos gerais da restauração ecológica do que se preocupar com o compromisso da área se tornar igual ao ecossistema original, mesmo porque estes são dinâmicos, em constante modificação, de acordo com as mudanças ambientais.

Em muitos casos, o resultado mais palpável e factível é esperar que a área, após a intervenção de restauração, apresente características que possibilitem melhorias graduais ao longo do tempo, distanciando-se do estado inicial de degradação. Ou, pelo menos, que o estado de conservação da área melhore em relação ao estágio inicial e permaneça estável após cessarem as intervenções de manejo.



Na maior parte dos instrumentos legais constam definições para os termos “restauração” e “recuperação”. No entanto, no caso da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (‘Novo Código Florestal’ – Lei nº 12.651/2012) aparece ainda o termo “recomposição”, junto ao uso dos termos “restauração” e “recuperação”, que não contam com definição neste instrumento. Considerando os objetivos desta lei, podemos assumir “recomposição” como sinônimo de restauração ecológica, com o sentido mais atual e amplo, que engloba todas as possibilidades de intervenções humanas para melhorar o estado de conservação em áreas degradadas (veja Figura 1, na página 8).

A recomposição, neste entendimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa, considera desde a restauração (no sentido estrito de procurar restabelecer o ecossistema original, em geral com foco na vegetação), até a recuperação com sistemas agroflorestais, sendo portanto o termo adequado para se utilizar para o conjunto de ações de intervenção, no campo do enquadramento legal.

No caso das Unidades de Conservação de Proteção Integral, exceto para as categorias Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre, a lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) não permite que sejam introduzidas espécies exóticas. O objetivo, portanto, deve ser sempre o de ter um ecossistema composto por espécies nativas, ainda que espécies exóticas de ciclo de vida curto (e não invasoras) possam ser utilizadas nos estágios iniciais das ações de restauração para favorecer o processo de restauração da vegetação nativa.

Em Áreas de Preservação Permanente (APP) de grandes propriedades ou nas UC de Proteção Integral, o objetivo está mais relacionado com a restauração e, em áreas de Reserva Legal (RL) ou UC de Uso Sustentável, pela possibilidade de introdução de espécies exóticas e de uso econômico, o objetivo está mais próximo das ações de recuperação.



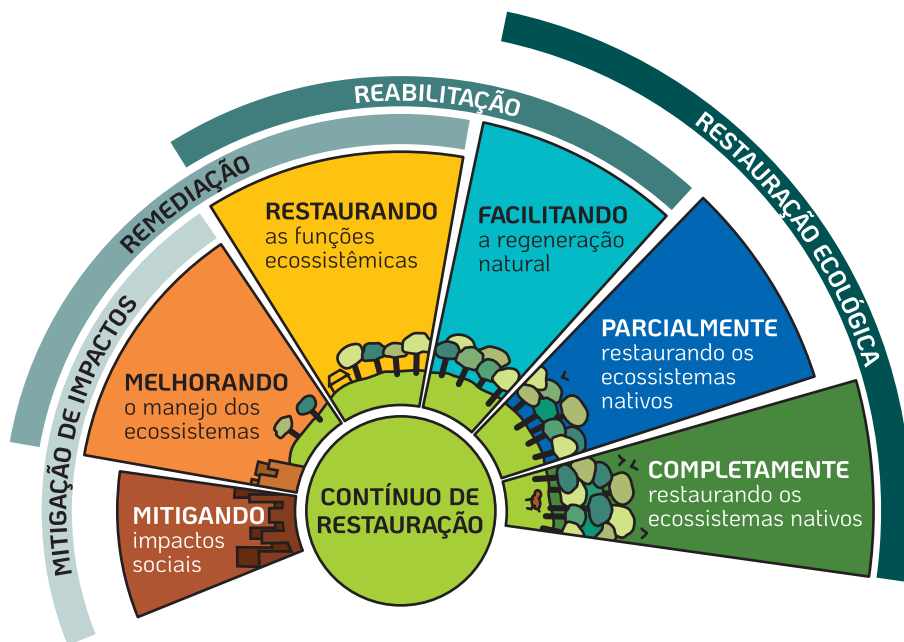
Veja mais sobre
conceitos em restauração
ecológica em:



[http://www.lerf.esalq.usp.br/
divulgacao/recomendados/
artigos/aronson2011.pdf](http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/aronson2011.pdf)

Figura 1. Contínuo de ações em diferentes níveis que levam a melhoria do estado de degradação. Recuperação, reabilitação, recomposição e reflorestamento podem ser **restauração ecológica** no sentido da SER se tiverem como objetivo final contribuir com a biodiversidade local. Estágios intermediários ainda muito distantes do ecossistema original ainda podem ser considerados restauração se há a intenção e possibilidade de no futuro

aquela área caminhar em direção ao ecossistema natural, mesmo que nunca atinja esse estado. Mas no estrito senso, a restauração ecológica está no extremo das ações que trazem mais benefícios à conservação da biodiversidade (Adaptado SER).



Perturbações ou distúrbios são alterações no ecossistema relacionadas a eventos (e não a mudanças graduais na comunidade), geralmente resultando em redução de biomassa, dentro de um limite de intensidade em que as populações são capazes de se restabelecer

naturalmente. Esta capacidade de restabelecimento após perturbações, que varia conforme o contexto, é conhecida como **resiliência**.

Um exemplo comum destes eventos é a queda de árvores em florestas abrindo clareiras, que aumenta a incidência solar e promove o estabelecimento de espécies pioneiras e a sucessão secundária (ver definição a seguir).

Tais perturbações, que geram a abertura do dossel ao longo do tempo e do espaço, permitem a manutenção da diversidade de espécies nesses ambientes florestais, criando oportunidades para espécies que demandam luz e para as que conseguem se estabelecer na sombra.

Outro exemplo são os eventos de fogo no início da estação seca ou final do período chuvoso na região do Cerrado. O impacto causado por estas queimadas promove oportunidade de floração para espécies antes abafadas pelo crescimento das gramíneas nativas, com isso aumentando a diversidade e, em pouco tempo, há o restabelecimento das comunidades.

Quando os eventos ocorrem com maior frequência e intensidade, a resiliência natural do ecossistema e sua capacidade de restabelecimento sem intervenção humana são reduzidas, mantendo as consequências ambientais negativas por anos ou décadas e há, então, uma **degradação**.

Os processos de degradação são, em geral, ocasionados por atividades antrópicas, mas também podem ser decorrentes de eventos naturais extremos, como enxurradas durante cheias históricas, que destroem florestas inteiras. Tais degradações por fatores naturais podem demandar ações de restauração porque pode haver uma demanda social que justifica a aceleração da sucessão ecológica, ou porque ocorrem em regiões já muito alteradas por atividades antrópicas, com a con-



sequente perda de resiliência. Áreas apenas perturbadas apresentam maior potencial de regeneração natural do que áreas degradadas e em ambas pode-se decidir pela realização de ações de restauração.

O **potencial de regeneração natural** é uma medida de resiliência que é bastante útil no diagnóstico e na escolha do método de restauração. O potencial de regeneração natural de uma área é função de seu histórico de uso (resiliência local) e das condições da paisagem, especialmente da cobertura vegetal nativa, da paisagem em que se insere (resiliência da paisagem). Áreas que tiveram a vegetação nativa totalmente removida, com eliminação do banco de sementes e estruturas subterrâneas, têm baixíssima resiliência local. Áreas em paisagens com menos de 20% de cobertura de vegetação nativa ou que não tenham manchas de vegetação nativa num raio de 200 metros, têm baixíssima resiliência de paisagem. Estes dois parâmetros devem ser observados no diagnóstico para a escolha do método.

Sucessão secundária é o processo de mudança na comunidade após o distúrbio ou degradação. Ao longo do tempo, a biomassa e a diversidade aumentam, a composição se altera da predominância de espécies pioneiras a maior participação de espécies tardias e há recuperação do solo, microclima e da fauna típicos de ecossistemas maduros. Um exemplo muito conhecido são as árvores que precisam da abertura de clareiras para seu estabelecimento, pois germinam apenas na presença da luz e requerem luz solar direta para o seu crescimento – suas sementes podem ficar dormentes no solo por muitos anos. Estas espécies, conhecidas como pioneiras, à medida que crescem e fecham o dossel, são substituídas por espécies que conseguem germinar, se estabelecer e desenvolver em condições de sombra, mas elas se mantêm no banco de sementes. Em formações abertas do Cerrado com muito baixa resiliência local e sujeitas a intervenções de restauração, observa-se sucessão de ervas e capins anuais e semiperenes



para capins perenes, árvores e arbustos de crescimento mais lento, passando de um campo a um campo sujo ou savana.

Sucessão primária é a observada onde não há uma comunidade vegetal (ou já não havia, ou foi removida) e não há sequer a estrutura de solo. Um exemplo são as áreas mineradas, onde não se espera uma cobertura vegetal sobre rochas desnudas. É necessário aportar solo à área ou promover um processo de estabelecimento de plantas especializadas nos ambientes rochosos.

A restauração pode ser realizada de diferentes formas, dependendo das condições da área, se está perturbada ou degradada, e do potencial de regeneração natural. Quando há elevado potencial de regeneração natural temos a **restauração sem manejo**, que consiste em deixar a área se regenerar por si mesma, com intervenções voltadas apenas a isolar a área de fatores de degradação, como evitar fogo e entrada de gado, por exemplo. Em áreas com potencial intermediário de regeneração natural, que têm regenerantes, no entanto impedidos de se desenvolverem pela presença de espécies dominantes, em geral exóticas invasoras, é preciso intervir para facilitar o processo de regeneração, com ações tais como capina e plantio de nativas – é a chamada **restauração com manejo**. Onde o potencial de regeneração natural é baixo ou inexistente, é necessário o **plantio em área total**, em que espécies nativas são aportadas ativamente em toda a extensão da área e, em geral, em alta densidade. Estes são os três grandes grupos de técnicas de restauração e há diversas opções para cada um deles de forma a atender os requisitos de cada área em particular e os objetivos a serem alcançados.

Ao plantar espécies nativas em uma determinada área como parte do processo de restauração, há uma série de fatores que precisam ser levados em conta para garantir que de fato estejamos realizando uma restauração ecológica e tenhamos os melhores resultados



Target Plant Concept –
artigo resumido:



https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p065/rmrs_p065_061_066.pdf

possíveis para cada área. Estes fatores foram sistematizados no **Conceito de Planta Alvo** (*Target Plant Concept*). Este conceito preconiza que as plantas a serem utilizadas para restauração devem: ser avaliadas pela sua qualidade (variabilidade genética, raízes bem desenvolvidas, ausência de doenças) e não necessariamente a aparência (tamanho); representar o genótipo adequado para o local

onde serão plantadas; e a coleta e beneficiamento das sementes e/ou produção das mudas deve ser realizada de forma integrada com a restauração.



LEGISLAÇÃO, INSTRUMENTOS E OPORTUNIDADES DE RESTAURAÇÃO

A restauração de áreas degradadas é um dos objetivos do SNUC. Assim, é comum que Unidades de Conservação sejam criadas incorporando propositalmente áreas degradadas dentro de seu limite, pois se considera a importância ambiental atual ou potencial de tais áreas; a conservação de ambientes únicos que mesmo degradado têm elevado valor biológico; a garantia do provimento de serviços ambientais, como a proteção de nascentes; o aumento de conectividade da paisagem; e, ainda, a proteção de habitats para espécies ameaçadas.

Na maioria das vezes, as Unidades de Conservação tiveram seus limites estabelecidos ao longo de feições geográficas como serras e rios, de modo a haver referências claras e evitar limites muito recortados, de tal forma que áreas degradadas, aparentemente de menor valor para conservação biológica, podem ter sido incorporadas nas áreas protegidas, seja próximo dos limites ou no interior dos polígonos.

O extenso conjunto de Unidades de Conservação de Uso Sustentável, que vão das APAs às Florestas Nacionais, com amplo rol de atividades humanas, abriga ecossistemas em diferentes graus de perturbação e degradação. Nas Unidades de Conservação de Proteção Integral, as áreas a serem restauradas costumam ficar inseridas em Zonas de Adequação Ambiental, antes denominadas Zonas de Recuperação, e o objetivo é mais homogêneo: levá-las o mais perto possível das condições originais. Já nas UC de Uso Sustentável, ou nas de Proteção Integral com posse privada, áreas degradadas podem estar inseridas

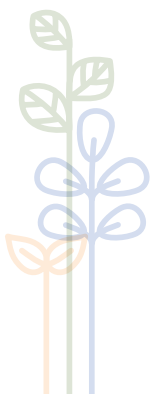


em zonas muito variadas e há a necessidade de se refletir sobre os objetivos de restauração perante um amplo leque de usos possíveis e permitidos.

Em todos os casos, áreas mais degradadas e extensas, que requerem ações intensas e coordenadas de restauração, costumam estar inseridas na zona de adequação ambiental. Considerando o contínuo da restauração ecológica (veja Figura 1, na página 8), que está associado a diferentes tipos de intervenção, pode-se vislumbrar, no entanto, que áreas a serem restauradas podem ser encontradas em toda a extensão de uma Unidade de Conservação, e de uma hora para outra. Por exemplo, incêndios e deslizamentos de terra podem alcançar zonas de uso pouco intenso, em que se esperam poucas intervenções.

É parte das atribuições da equipe gestora das Unidades de Conservação promover as ações necessárias para a restauração das áreas degradadas, especialmente quando inseridas em Zona de Recuperação, ou seja, reconhecidas pelo plano de manejo. No entanto, como visto acima, devemos observar que os objetivos de restauração a serem definidos pela equipe gestora, respeitando o plano de manejo, poderão ser bastante distintos entre zonas de manejo e entre categorias de manejo e de gestão, considerando ainda diferentes níveis de participação conforme a tipologia de UC e a posse da terra.

O que regula a forma como a restauração será realizada dentro da UC é o plano de manejo ou planos específicos de restauração de áreas degradadas. Complementarmente, podem ser seguidas as normas e modelos propostos na Instrução Normativa ICMBio nº 11/2014, única norma interna do ICMBio que faz referência à recuperação de áreas degradadas. Esta IN traz procedimentos para a elaboração de PRAD, nela chamado de Plano de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada, especificamente no contexto da reparação de danos ambientais causados por ilícitos ambientais estabelecidos em autos de infração.



A IN incorpora duas importantes inovações: a recomendação de uso de técnicas de restauração adequadas à condição da área, e não apenas o plantio de mudas, e o monitoramento do sucesso da restauração, considerando indicadores ecológicos de resultado relacionados à sucessão secundária e aos processos ecossistêmicos. Estes indicadores devem ser definidos no próprio PRAD, com o estabelecimento de valores mínimos a serem atingidos em prazo definido. Esta medida faz com que o PRAD seja avaliado por seu resultado e não pelas atividades de implantação, e que o resultado seja definido por critérios quantitativos, reduzindo muito a subjetividade do processo de aprovação dos PRAD. Esta IN foi baseada na resolução SMA nº 32/14 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, que alterou a forma administrativa de lidar com a restauração e outros estados estão seguindo o seu exemplo, como o DF e MT. Recomendamos que, no caso de UC em estados com orientações semelhantes, estas sejam utilizadas na parametrização das ações de restauração, especialmente se trouxerem indicadores de sucesso de restauração, constituindo assim uma referência regionalizada e potencialmente mais adequada às realidades locais.

Do ponto de vista legal, a recuperação de áreas degradadas é regida por uma série de normas federais e estaduais, que variam conforme a situação, o tipo de atividade que gerou a degradação e em que tipo de área ela ocorreu.

Os ilícitos ambientais, tratados pela Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98), dão origem a um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), que pode conter a exigência de reparação do dano ambiental pela recuperação das áreas degradadas e demandar a elaboração de um PRAD.

Outra demanda legal para recuperar áreas degradadas tem origem no processo de licenciamento ambiental de atividades relacionadas



à mineração, incluindo a abertura de caixas de empréstimo para a construção de estradas, e da mesma forma demanda a elaboração de PRAD, conforme o Decreto-lei nº 97.632/89, que regulamenta a Lei nº 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente).

Ainda no âmbito do licenciamento ambiental, a construção de estruturas ou atividades que impliquem em supressão de vegetação, incorre em obrigação de reposição florestal (Lei de Proteção da Vegetação Nativa – Lei nº 12.651/2012; Decreto nº 5.975/2006). O volume de madeira extraído, mediante Autorização para Supressão de Vegetação (ASV), deve ser repostado na forma de área de plantio de árvores ou de recuperação de cobertura florestal, preferencialmente com espécies nativas na mesma Unidade da Federação onde ocorreu o corte. O volume de madeira extraído deve ser repostado em área de floresta plantada ou em área de recuperação, com equivalência estabelecida de acordo com a atividade e bioma (Art. 9º, Instrução Normativa IBAMA nº 6/2006). A extração de madeira ou supressão ilegal de vegetação em terras públicas também incorre em obrigação de reposição florestal.

Danos ao meio ambiente podem ainda ser tratados por meio de Ação Civil Pública, a ser movida por qualquer órgão público ou associação da sociedade civil, de acordo com a Lei nº 7.347/85. Tais ações podem demandar a recuperação de uma área degradada, ou ainda pode ser aplicada uma multa, a ser recolhida ao Fundo de Direitos Difusos, regulamentado pelo Decreto nº 1.308/94, o que, por sua vez, permite a utilização dos recursos depositados para recuperar áreas degradadas.

A Lei nº 12.651/12, de Proteção da Vegetação Nativa, prevê a proteção de Reservas Legais (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP) em propriedades rurais. Caso estas áreas tenham sido desmatadas além do limite estabelecido após 22 de julho de 2008, a



Lei exige a recomposição gradual das áreas degradadas, no prazo máximo de 20 anos, sendo que a cada dois anos deve-se recompor no mínimo um décimo da área total necessária. Nesta Lei são previstas linhas de financiamento específicas, assim como isenção de impostos e utilização de fundos públicos, além de apoio técnico e financeiro. Para tal, cada Unidade da Federação deve definir seu Programa de Regularização Ambiental (PRA), que deve conter as estratégias de viabilização da recuperação de áreas degradadas na propriedade rural. Uma vez definido o passivo ambiental na propriedade, registrado no Cadastro Ambiental Rural (CAR), deve-se firmar um Termo de Compromisso (TC) e elaborar o Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas (PRADA), de acordo com a Instrução Normativa IBAMA nº 11/2011 ou o que for definido pelos Estados.

No caso da Mata Atlântica, existem legislações específicas que demandam a recuperação de áreas degradadas. A Lei nº 11.428/2006 (regulamentada pelo Decreto nº 6.660/2008) estabelece a recuperação compensatória, para os casos de supressão de vegetação secundária de Mata Atlântica em estágio avançado e médio de regeneração, quando a recuperação deve ser de área equivalente à área do empreendimento que solicitou a supressão, com as mesmas características ecológicas e, sempre que possível, na mesma micro-bacia hidrográfica.

A Tabela 1 (veja página 18) resume as situações que podem ser encontradas em campo, definidas na legislação, e quais os passos a serem dados em cada caso.



Tabela 1. Situações que demandam restauração e as respectivas ações a serem tomadas de acordo com a legislação vigente.

O QUE ACONTECEU	O QUE FAZER	LEGISLAÇÃO
Desmatamento ilegal resultando em multa	Pagar multa, elaborar PRAD de acordo com TAC e realizar a restauração, ou conversão de multas ambientais.	Art. 225 da CF de 1988; Lei nº 7.347/85; Lei nº 9.605/98; Lei nº 9.605/98; Decreto nº 8.972/2017. No caso da conversão de multas ambientais, Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 29 de janeiro de 2020.
Licenciamento ambiental de mineração	Elaborar PRAD conforme estabelecido na Licença de Operação (LO) e executar a restauração.	Art. 225 da CF e 1988; Lei nº 6.938/1981; Resolução CONAMA 237/1997; LC nº 140/2011; Decreto nº 8.972/2017.
Licenciamento corretivo	Elaborar PRAD de acordo com TAC e realizar a restauração.	Lei nº 7.347/85; Lei nº 9.605/98; Decreto nº 8.972/2017.
Compensação por dano ambiental irreparável	As medidas de compensação serão definidas nas condicionantes da Licença Prévia (LP).	Art. 225 e art. 170 da CF de 1988; Lei nº 6.938/81; Lei nº 9.605/98; Decreto nº 8.972/2017.



Tabela 1. (continuação)

O QUE ACONTECEU	O QUE FAZER	LEGISLAÇÃO
Compensação por corte de árvores	Cada Estado ou Município deve ter sua legislação específica. Em geral há uma proporção de árvores que devem ser plantadas para cada árvore cortada, que podem ser direcionadas à restauração de uma área degradada.	Legislação específica do Estado ou Município.
Reposição florestal	Assinar TC com órgão licenciador, definir área para reposição, elaborar projeto e realizar a restauração ou plantio de árvores.	Lei nº 7.347/85; Lei nº 9.985/2000; Lei nº 12.651/2012; Decreto nº 8.972/2017; Lei nº 9.605/98.
Propriedade rural degradada	Registrar no CAR, assinar TC, elaborar o PRADA de acordo com o PRA do Estado e realizar a restauração das áreas de RL e APP que estiverem degradadas.	Lei nº 7.347/85; Lei nº 12.651/2012; Decreto nº 8.972/2017; Lei nº 9.605/98; Decreto nº 7.830/2012.



ORIENTAÇÕES BÁSICAS PARA DEFINIR O OBJETIVO DE UM PROJETO DE RESTAURAÇÃO

Considerar a legislação

Os objetivos de um projeto de restauração devem estar condizentes, com a legislação que incide sobre a área – por exemplo, um projeto em uma área de preservação permanente em uma propriedade particular em uma APA vai estar em um contexto legal muito diferente de um projeto em uma zona de adequação ambiental já com regularização fundiária, dentro de uma reserva biológica. Então, a categoria da Unidade de Conservação, zona de manejo, regime de propriedade e enquadramento na Lei de Proteção da Vegetação Nativa são distinções importantes.

Para alguns enquadramentos, a situação final desejada ao fim de um processo de restauração é a maior similaridade possível com o ambiente original não degradado. Para outros enquadramentos, há uma diversidade maior de situações desejáveis – por exemplo, pode-se almejar a formação de uma agrofloresta em uma propriedade rural em uma APA ou em uma reserva extrativista.

É preciso escalonar a restauração considerando os recursos de cada projeto e considerando o aprendizado para o manejo adaptativo. Um processo de restauração de longo prazo pode ser composto por uma sucessão de projetos. Um projeto tem prazo determinado e recursos limitados, e é fundamental estimar o seu alcance com as condições e recursos disponíveis, incluindo os riscos de descontinuidade. Por exemplo, esforços pontuais de controle de espécies exóticas invasoras podem ser rapidamente perdidos quando interrompidos. Escalonar a restauração permite também que o método e as técnicas aplicadas sejam avaliadas e adaptadas para melhorar os resultados ecológicos. Mais ainda, podem ser testados diferentes métodos num primeiro ensaio para que o melhor deles, ou uma alternativa mista, seja selecionado para o restante da área.





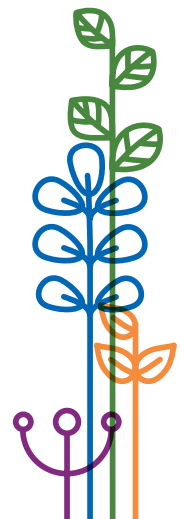
ETAPAS DA RESTAURAÇÃO

DIAGNÓSTICO DA ÁREA DEGRADADA

O diagnóstico é uma etapa crucial para o sucesso da restauração pois é preciso entender os fatores de degradação que estão agindo sobre uma determinada área e tomar medidas adequadas para cessá-los, bem como avaliar corretamente a resiliência e o potencial de regeneração natural.

Muitos Projetos de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada (PRAD) são mal-sucedidos devido a um diagnóstico inadequado ou até ausente. As ações de restauração devem ser planejadas de modo a manejar as causas da degradação e os fatores que impedem a regeneração, desde a chegada de propágulos por dispersão, a germinação, o estabelecimento e o crescimento das plântulas, assim como potencializar os mecanismos de regeneração natural. Ao entender estes gargalos, as intervenções poderão de fato ser bem desenhadas e direcionadas, evitando-se soluções genéricas.

Figura 2. Etapas da regeneração natural e seus gargalos



O que precisamos observar para realizar o diagnóstico de uma área degradada? Precisamos primeiro refletir sobre o que as plantas precisam para germinar, se estabelecer, crescer, reproduzir e verificar se tais condições são encontradas em campo.

SOLO DEGRADADO

Primeiro, é necessário um meio que permita o desenvolvimento de raízes. A maioria das plantas precisa de solo para se desenvolver. Há plantas capazes de crescer suas raízes em rochas, desde que tenha adaptações para isso e a rocha seja porosa, ou seja, que tenha algum armazenamento de água e ar, o suficiente para permitir o crescimento radicular. Sobre rochas, só é possível o desenvolvimento de plantas em fendas e frestas, ou sobre superfícies recobertas por líquens e musgos, em processos extremamente lentos. Superfícies rochosas são ambientes inóspitos para a maioria das plantas, e assim também é o subsolo compactado em áreas mineradas, ou as pilhas de estéril, subproduto da mineração.

Áreas desprovidas de vegetação, em terreno mais declivoso, geralmente apresentam processos erosivos com erosão laminar, que podem evoluir para a formação de sulcos e voçorocas. Estas áreas dificilmente terão o estabelecimento de plantas, sem que este processo de degradação seja estabilizado e sejam promovidos meios de acumulação de solo.

Superfícies rochosas costumam abrigar uma vegetação muito especializada, com alto grau de endemismo, de recomposição extremamente difícil, e áreas desconfiguradas, como voçorocas e pilhas de estéril, pelo contrário, costumam conseguir abrigar plantas ruderais, de ampla ocorrência.

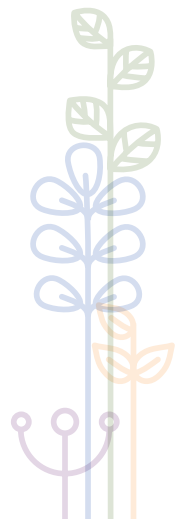




Área de empréstimo no Gama-DF, onde houve remoção de solo a uma profundidade de 3 metros. Na data da foto a área estava em recuperação há 10 anos, com plantio de mudas em espaçamento 3 x 3m. As mudas sobreviveram, mas não crescem. O capim andropogon (*Andropogon gayanus*) se estabeleceu nas covas preparadas com descompactação e adubação. Seriam recomendadas intervenções para reduzir a erosão laminar, melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo e sementeira de espécies de rápida cobertura e perenes. A vegetação de cerrado sentido restrito está na borda da área degradada e pode colonizá-la após a recuperação do solo, mas devido à sua baixa dispersão de sementes comparada aos capins exóticos, é recomendado o plantio.



Nesta área na FLONA de Brasília, no Distrito Federal, em uma área de pastagem de braquiária sobre um solo de cerrado foi feito plantio com mudas de árvores predominantemente de floresta e com copa rala. Ao preparar apenas o solo nas covas, a área se mantém dominada por braquiária. As mudas crescem lentamente pois o solo tem baixa fertilidade e alta acidez, como é característico em formações de cerrado, está compactado, e o capim exótico compete fortemente com as demais. Seria possível acelerar o crescimento das árvores para estruturar mais rapidamente o dossel, porém seria uma alteração grande em relação à fisionomia original, e com alta vulnerabilidade a incêndios destruidores, pois as espécies de floresta não resistem ao fogo. Aqui o recomendado seria o preparo e plantio de toda a área para o rápido fechamento da vegetação nativa, com eliminação de exóticas, sementeira de ervas e arbustos de cerrado, além das árvores de cerrado.





Este morro com alta declividade foi desmatado para implantação de pastagem. Com a alta erodibilidade associada a um clima semiárido e ao sobrepastejo, o capim não se manteve. Apesar de haver floresta próxima da área e árvores remanescentes, promovendo chuva de sementes, o estabelecimento das plantas não acontece, devido à compactação do solo e arraste pelas chuvas. Neste caso, a recomendação é estabelecer terraços que desacelerem e infiltrem a água da chuva e, eventualmente, adubar e semear espécies de cobertura.

Por vezes, há um substrato que fisicamente permite o crescimento de raízes, mas que é muito pobre em nutrientes disponíveis, especialmente os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), demandados em maiores quantidades pelas plantas. Há situações em que o substrato possui nutrientes, mas que não estão disponíveis, estão adsorvidos, ou seja, fortemente ligados aos minerais de argila, pois o meio é muito ácido, desprovido de matéria orgânica e dos organismos que compõem o solo. Sem que os nutrientes sejam disponibilizados pela correção dessas condições físicas e químicas, não haverá condições para o estabelecimento de plantas.

Mesmo que sejam plantadas mudas em berços preparados, o solo ao redor permanecerá estéril e não haverá colonização espontânea, resultando, na melhor das hipóteses, em um bosque de árvores, com solo exposto abaixo do dossel. As árvores ali estabelecidas não conseguirão se reproduzir, mesmo que produzam sementes viáveis, pois o ambiente não será propício para a germinação e estabelecimento de plântulas.

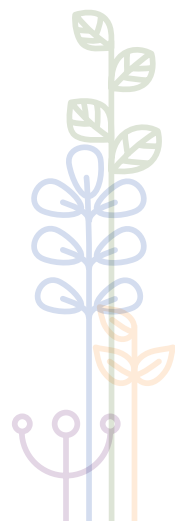


A serapilheira, formada pela deposição de folhas, galhos e restos animais, pode vir a melhorar as condições do substrato e restabelecer condições mínimas de solo. Mas esse processo é muito lento, considerando a baixa taxa de decomposição em um ambiente com poucos organismos decompositores, e pode não gerar acúmulo, se forem mantidos processos de erosão, por exemplo.

Além disso, mesmo que os solos não estejam compactados e haja um mínimo de nutrientes disponíveis, ainda é necessário que haja água em disponibilidade adequada, nem demais, nem de menos, ao estabelecimento das plantas de interesse. Cada espécie de planta tem sua condição ideal de disponibilidade de água no solo, sendo algumas mais demandantes de condições particulares e outras mais generalistas.

Em solos rasos, pedregosos ou arenosos, e com baixo teor de matéria orgânica, pode ser que haja menos água disponível do que a demanda das plantas que se pretende estabelecer no local. Por outro lado, solos que permanecem encharcados por longos períodos de tempo, semanas ou meses, reduzindo a disponibilidade de oxigênio para as raízes durante estes períodos, restringem bastante as espécies que conseguem se estabelecer, sendo tais ambientes ocupados apenas por certas plantas que tenham adaptações para permitir a sobrevivência de raízes imersas em água.

Se o fator de degradação alterou o solo de tal forma que mudou drasticamente sua condição física, disponibilidade de nutrientes e água, é preciso restabelecer condições adequadas qualquer que seja o objetivo de manejo, seja o retorno da vegetação original ou implantação de sistemas produtivos mistos. É desejável que a intervenção feita conduza a vegetação estabelecida a uma capacidade de se manter e avançar em diversidade e biomassa ao longo do tempo, com plantas naturalmente regenerando na área, sem dependência de intervenção humana continuada.



AUSÊNCIA DE FONTES DE REGENERAÇÃO NATURAL

Para isso, além de restabelecer o solo, será necessário introduzir plantas adaptadas às condições existentes no local no momento da intervenção, considerando a espécie, a origem das sementes, sua diversidade genética e a forma de plantio.

Em muitas áreas há o impedimento, ou ausência, de regeneração natural, que depende do aporte de propágulos (sementes, e outras formas de propagação) e das condições do ambiente para estas plantas se estabelecerem.



Esta área teve a vegetação de cerrado suprimida junto com remoção de solo superficial, há mais de 40 anos. Neste caso, não há capacidade de rebrota da vegetação nativa e o solo está degradado. O plantio de mudas não é suficiente para recuperar a área. É necessário recuperar o solo, controlar as gramíneas exóticas e semear espécies que cobrem o solo rapidamente e espécies que permanecerão cobrindo o solo por muitos anos.

Existem situações de degradação intensa mas em que se observa a sucessão secundária sem nenhuma intervenção humana. Isso acontece onde a paisagem está íntegra, com pouca fragmentação e, logo na borda da área degradada, já existe vegetação nativa. É o caso de



grandes desabamentos em áreas montanhosas bem conservadas. Mas mesmo em uma área de mineração pode haver regeneração espontânea em se restabelecendo condições edáficas mínimas, se estiver em um contexto de paisagem favorável. Nesta situação, a chuva de sementes da vegetação vizinha pode ser suficiente para introduzir as plantas necessárias e colonizar o local degradado.

A chuva de sementes pode prover propágulos em quantidade suficiente até algumas poucas centenas de metros da vegetação nativa. Áreas degradadas pequenas têm maior chance de não precisarem de nenhum plantio. Áreas grandes, de muitas dezenas de hectares, podem requerer intervenções para o processo não ser extremamente lento.

Outra fonte de regeneração natural pode ser o banco de sementes no solo ou ainda estruturas subterrâneas capazes de rebrotar. Áreas desmatadas há pouco tempo e que não sofreram muitas outras perturbações, especialmente no solo, podem apresentar um banco de sementes íntegro, capaz de restabelecer a vegetação nativa.

Devemos lembrar que cada tipo de vegetação tem seu comportamento distinto em relação ao banco de sementes no solo, dispersão de sementes e formas de regeneração das plantas.

No caso dos campos e das savanas do Cerrado, a principal fonte de regenerantes é a rebrota de gemas nas raízes, sendo as sementes menos importantes, pois não há um banco de sementes persistente no solo e a chuva de sementes é inferior ao que existe em ambientes florestais. Nessas áreas, a remoção das partes aéreas das plantas pode ser seguida de rápida rebrota, mas o destocamento ou a queima, ou destruição dessas estruturas quando há fogo subterrâneo, bastante deletério, pode dificultar imensamente a regeneração.





Nesta área a floresta seca foi desmatada e houve o gradeamento do solo, mas não aconteceu a destoca ou retirada das raízes do solo. Neste tipo de situação, se a atividade de degradação for encerrada e a área abandonada, haverá o retorno da vegetação principalmente pela rebrota das raízes, mas também pela dispersão de sementes da vegetação nativa, especialmente plantas dispersas pelo vento. Este é um exemplo de área com alto potencial de regeneração natural.

As fontes de regenerantes, seja por sementes ou rebrota de raízes, determinam em grande parte o potencial de regeneração natural de uma área.

Pequenas áreas de floresta degradada, circundadas por floresta nativa, geralmente apresentam um elevado potencial de regeneração natural. O mesmo ocorre para áreas de savana e campo, independentemente do tamanho, que não tiveram suas raízes removidas do solo.

Diferentemente, uma pequena área degradada de savana ou campo, mesmo circundada de vegetação nativa, que tenha sido destocada, não contará com uma chuva de sementes, nem banco de sementes, nem rebrota suficientes para promover a regeneração natural.

Áreas degradadas pela agricultura, imersas em uma paisagem agrícola, praticamente não contarão com fonte de propágulos para uma regeneração natural, sejam sementes ou estruturas subterrâneas, e dependerão exclusivamente do plantio de espécies nativas.



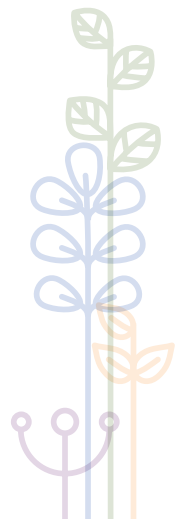


Área de floresta amazônica desmatada e convertida em pastagem. Poucos anos após o abandono já apresenta densa vegetação arbórea, constituída especialmente por espécies dispersas pela fauna.



Nesta área, a calagem, a adubação e todo o manejo do solo e plantações de culturas agrícolas alteraram o solo de tal forma que seria muito difícil restabelecer a vegetação original de cerrado, que ocorre naturalmente em solos pouco férteis.

No entanto, há situações em que mesmo com a disponibilidade de sementes ou outras formas de propágulo e condições adequadas de solo, o restabelecimento da vegetação nativa não acontece sem intervenção.



COMPETIÇÃO COM PLANTAS SUPER-DOMINANTES

Um bloqueio da regeneração pode ocorrer devido à ocupação da área por espécies super-dominantes, em geral exóticas invasoras, que competem eficientemente por espaço, luz, nutrientes e água, excluindo as demais plantas. Por exemplo, as gramíneas exóticas invasoras cobrem o solo de tal forma que impedem o estabelecimento e desenvolvimento de plantas nativas, além de alterarem o regime de fogo e terem alguns efeitos alelopáticos (substâncias que bloqueiam a germinação de outras plantas).



Área de pastagem plantada com a gramínea braquiária (*Urochloa decumbens*) ao lado de área de vegetação natural de cerrado sentido restrito. Mesmo com a retirada do gado e o controle do fogo, esta área não terá a colonização por espécies nativas, pois a gramínea de pastagem impede o estabelecimento de outras plantas por sementes devido a sua densa cobertura do solo.

Além disso, as espécies invasoras estão associadas a alterações nos processos ecossistêmicos, como a ciclagem de água e nutrientes, bem como o regime de fogo, modificando de tal forma o ambiente de modo que constitui mais um impedimento à sucessão secundária da vegetação nativa.

Outros fatores de degradação que limitam a regeneração natural e dificultam a restauração são o fogo e o pastejo por animais exóticos, como gado, equinos ou caprinos, que podem degradar os solos

e remover plântulas que estejam se estabelecendo. Estes fatores de degradação precisam ser controlados para promover a regeneração natural ou possibilitar o sucesso do plantio de espécies nativas.

O pastejo pode estar relacionado com a dispersão de plantas exóticas invasoras, dispersas nos pelos e fezes dos animais. Tem-se ainda que os animais podem pastejar seletivamente, favorecendo as invasoras. No entanto, o pastejo pode ter alguns aspectos positivos em relação à vegetação nativa, como será visto abaixo.

O fogo também interage positivamente com as gramíneas exóticas, em geral favorecendo-as, em detrimento da vegetação nativa. As invasoras possuem maior capacidade de colonização do que as plantas nativas após o fogo, rapidamente preenchendo os espaços abertos com a queima. Quanto mais gramíneas invasoras, mais intensos tendem a ser os incêndios, que podem matar plantas nativas, abrindo espaço para mais exóticas. Tal ciclo vicioso é bastante difícil de ser quebrado uma vez que se estabelece.

A mera retirada destes animais ou o controle do fogo, de modo isolado, pode levar a maior dominância das espécies invasoras, pela ausência da herbivoria, pisoteio e controle de biomassa, de modo que estas ações devem ser planejadas em contextos mais completos de manejo.

Devemos atentar que tanto o pastejo como o fogo podem também ser utilizados de forma controlada, em situações particulares e com manejo específico, visando controlar plantas invasoras.

Diante do exposto, entendemos que, durante o diagnóstico da área, devemos observar localmente ou buscar informações sobre:

1. Em relação ao solo, se está íntegro, se foi removido, se está compactado e apresenta sinais de erosão, se tem matéria orgânica e



- os nutrientes necessários e se apresenta a disponibilidade de água adequada, conforme o tipo de restauração esperada;
2. O tipo de vegetação ou fitofisionomia que ocorria no local originalmente;
 3. A fragmentação da paisagem e a existência de prováveis fontes de sementes;
 4. A presença de regenerantes naturais na área;
 5. A cobertura por espécies exóticas invasoras ou por espécies nativas dominantes;
 6. Sinais de queimadas recentes e o histórico de fogo na região;
 7. A presença ou sinais de animais pastadores na região.

Simulador de
recomposição –
Webambiente:



www.webambiente.gov.br

Método de
monitoramento no DF:



http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/PROTOCOLO_MONITORAMENTO.pdf

Estas variáveis podem ser observadas de forma qualitativa, respondendo questionários, como o disponível no **simulador de recomposição do site Webambiente**. A presença de regenerantes nativos, ou da cobertura da vegetação nativa (especialmente no caso de campos nativos) e seu aumento ao longo do tempo é o melhor parâmetro para avaliar se a área tem potencial de regeneração natural e qual ação precisa ser tomada para favorecer a sucessão secundária. Em determinadas situações, evitar animais pastadores e fogo já é suficiente para promover a sucessão secundária.

Para verificar se tais ações são suficientes, pode-se monitorar ao longo do tempo a presença de regenerantes de plantas na área em

restauração. Há diversos métodos para isso. Um exemplo é o **método desenvolvido para a recomposição da vegetação no Distrito Federal**. Há diversos outros, desenvolvidos para diferentes biomas e tipos

de vegetação. No ICMBio há o **protocolo de monitoramento de vegetações campestres e savânicas**, que pode ser adaptado para este fim, sendo útil também para áreas florestais em fase inicial de regeneração.

Veja mais sobre o protocolo de monitoramento de vegetações campestres e savânicas:



https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/monitoramento/protocolos_de_monitoramento_campestre_e_sav%C3%A2nico_-_Reduced.pdf



MÉTODOS

O aspecto mais importante em relação aos métodos de restauração é a escolha adequada, de acordo com o diagnóstico, com os objetivos e as possibilidades de intervenção estabelecidos anteriormente.

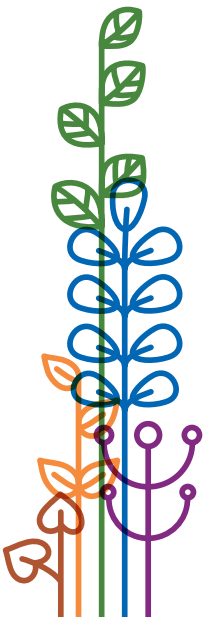
Os métodos de restauração não são fechados, nem devem ser pensados isoladamente. Por vezes, será necessário mesclar diferentes métodos para que seja possível atingir os resultados almejados. Ao longo da trajetória da sucessão, de acordo com o monitoramento dos resultados da restauração, pode-se substituir os métodos que não tenham funcionado como esperado.

Esta abordagem de manejo adaptativo, na qual alteramos o método de acordo com os resultados, é sempre a mais adequada para se trabalhar com restauração, em que muitos fatores interagem e há uma alta imprevisibilidade e risco de insucesso.

CESSANDO AS FONTES DE PERTURBAÇÃO

As fontes de perturbação mais comuns que encontramos em áreas degradadas são: os processos erosivos e degradação dos solos; o fogo; a herbivoria, por formigas ou animais pastejadores. A ocupação por espécies invasoras não é exatamente uma perturbação, mas pode entrar neste rol, com vistas ao manejo.

Uma vez diagnosticadas as perturbações, devem ser tomadas medidas para eliminá-las ou reduzi-las, sendo que, para cada uma delas, há um conjunto de técnicas distintas, cuja escolha depende das características do local, dos objetivos da restauração e dos recursos humanos e financeiros disponíveis.



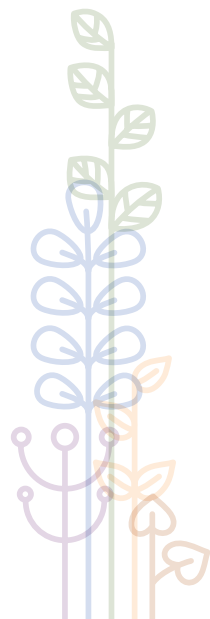
Melhorando as condições do solo

Se a área é passível de uma ação mecanizada, podem ser construídas, por exemplo, estruturas maiores que vão conter o escoamento superficial de água e evitar a erosão laminar, reduzindo a perda e degradação dos solos. Por outro lado, em áreas declivosas ou com rochas ou árvores remanescentes, que impedem a mecanização, podem ser construídas estruturas menores, de forma mais manual, com a mesma finalidade. Ações manuais demandam mais pessoas e os custos costumam ser superiores ao do trabalho mecanizado.

Em certas situações, os processos erosivos estão acentuados ou as camadas superficiais do solo foram removidas, de modo que é necessária a adição de substrato para permitir o estabelecimento inicial de plantas. A decisão de qual substrato utilizar deve considerar a disponibilidade local de insumos e as possibilidades técnicas e legais de aplicação, além do extremo cuidado em não introduzir ou agravar a ocupação por espécies exóticas.

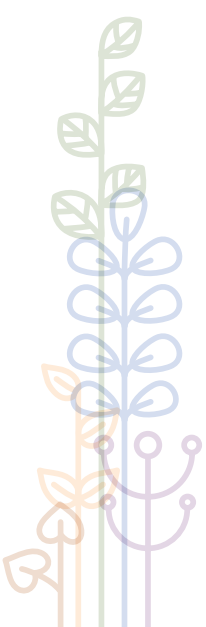
Pode ser que na região existam, por exemplo, plantios de cana-de-açúcar e seja largamente disponível vinhoto e bagaço, subprodutos do processamento da cana, que podem ser utilizados para melhorar as condições do solo. Porém, se o vinhoto for aplicado sem os devidos cuidados, especialmente na contenção do escoamento superficial de água, pode ocorrer a contaminação de corpos d'água.

Outro material usado para restaurar solos muito degradados é o lodo de esgoto, disponível em grande quantidade em todas as cidades que possuam tratamento de esgoto. Porém, este material tem seu uso proibido em Unidades de Conservação de Proteção Integral.





Área de cascalheira abandonada há mais de 50 anos no Distrito Federal, sem regeneração natural, que foi tratada com lodo de esgoto e plantio de mudas de árvores, em três anos gerando uma densa floresta. Fotos: Leonardo Fraga.

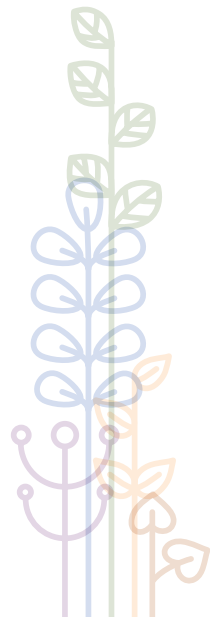




Na foto da esquerda, note a estrutura da floresta com 8 anos após a aplicação de lodo e o plantio de mudas de árvores. À direita, observe o diâmetro das árvores. Fotos: Leonardo Fraga.

A situação ideal para a obtenção de solo é quando se encontra uma área que está sendo [legalmente] desmatada, para instalar uma edificação, por exemplo, próxima de outra que precisa ser restaurada. A camada superficial do solo retirada da área a ser construída é rica em matéria orgânica, sementes e raízes, ou seja, rica em regenerantes, que podem restabelecer uma composição de plantas com alta diversidade e baixo custo. Porém, esta é uma situação pouco comum e o transporte para longas distâncias desse material é inviável, por conta do volume e peso.

Onde ainda existir solo, mas este estiver degradado, uma forma de recuperá-los é por meio da adubação verde, com a utilização de plantas herbáceas e arbustivas com capacidade de melhorar as condições físicas e químicas dos solos e, ao mesmo tempo, promover a rápida cobertura da área, evitando a exposição ao intemperismo e reduzindo os processos erosivos. Mais uma vez, é preciso estar atento à introdução de espécies exóticas e/ou de difícil controle.



Controlando o gado e outros animais domésticos

O pastejo por animais exóticos como gado e cavalo pode ser controlado pela construção de cercas. Porém, estas são mais difíceis de serem construídas para a contenção de cabras e bodes, que pulam ou atravessam as cercas com facilidade. Neste caso, por vezes opta-se por intensificar a fonte de alimento para cabras e bodes, longe da área em restauração.

Cercas são bastante custosas e precisam ser cautelosamente pensadas para que de fato funcionem e não sejam apenas um gasto sem efeito. Um fator importante é estar em acordo com o dono dos animais, não apenas em decorrência de uma obrigação legal ou decisão de manejo que estabelece que a área em restauração não pode mais ser acessada pelo gado. Outro fator importante é entender todas as possibilidades de falha na cerca ou ainda locais onde ela é desnecessária devido a barreiras naturais, como penhascos.

Controle de formigas cortadeiras

Áreas degradadas apresentam poucas espécies de plantas nativas que conseguem se estabelecer. A fauna é também limitada a poucas espécies, que se apresentam em elevada abundância. Nesta condição, a herbivoria pode dificultar as intervenções de restauração. Ao controlar os capins invasores, preparar os berços com adubo e plantar mudas de espécies nativas, é comum que ocorra uma herbivoria em alta intensidade nas mudas plantadas. Em geral, como parte do método de plantio de mudas de árvores está o controle químico de formigas cortadeiras (por exemplo, espécies dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*), que costuma ser o principal herbívoro. Este controle deverá ser previsto no PRAD, conforme **Instrução Normativa ICMBIO Nº 11, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2014**, ou outros instrumentos de planejamento. A chance do plantio dar certo, em grande parte das situações, depende



do controle adequado das formigas. Gafanhotos, outros insetos, mamíferos e aves podem também resultar em elevada herbivoria.

No caso de semeadura direta, outro método de restauração, a herbivoria não traz impactos muito significativos, exceto em alguns casos, pois em geral apresentam alta densidade de sementes lançadas, seguida da elevada taxa de estabelecimento.

Veja mais sobre a
IN nº 11/2014:



https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2014/in_icmbio_11_2014_estabelece_procedimentos_prad.pdf

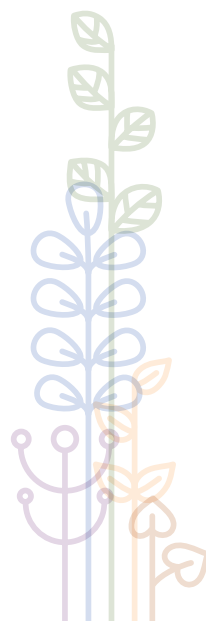


Formigas cortando plântulas recém germinadas em área onde foi realizada a semeadura direta de espécies nativas. As perdas para as formigas neste caso é muito menor do que os ganhos em cobertura pois a densidade de plantio permite que uma parte seja consumida por herbívoros.

Manejo do fogo

Diversos tipos de aceiros podem ser construídos. Para áreas de vegetação campestre e savânica, o mais eficaz é o aceiro negro, realizado com fogo.

Porém, mesmo um aceiro negro, em largura adequada, pode ser facilmente transposto por pessoas com intenção de colocar fogo dentro da área de restauração, ou será inócuo se um raio atingir a área.



Diante disso, a melhor abordagem para lidar com esta questão é o Manejo Integrado do Fogo (MIF), técnica utilizada mundialmente e, nos últimos anos, adotada pelo ICMBio e IBAMA para o manejo de áreas protegidas.

Esta forma de manejo considera aspectos sociais e ecológicos, a partir de conhecimentos locais e científicos, integrando ações de prevenção e combate a incêndios de forma adaptativa, revisando constantemente as ações, considerando o monitoramento dos resultados e com forte ênfase no diálogo e na construção coletiva de objetivos de manejo.

Tem-se que considerar a questão do risco de incêndios em áreas de restauração de forma bastante abrangente. Se pensarmos o fogo apenas como algo que requer um aceiro para evitar, pode ser que tenhamos bastante insucesso nas ações de restauração.



Queima controlada realizada por brigadistas treinados dentro de Unidade de Conservação como etapa inicial do controle das gramíneas invasoras de pastagem, como parte do processo de restauração. Esta pastagem sem gado apresenta alto acúmulo de biomassa que dificulta qualquer intervenção de manejo. O uso controlado do fogo pode ser uma ferramenta aliada se realizado de forma adequada considerando as condições climáticas e todas as medidas de segurança.

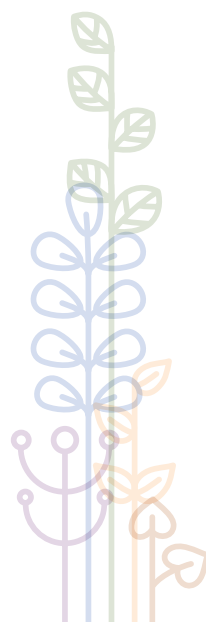
Muito além do intuito de evitar o fogo nas áreas em restauração, é preciso entender a ecologia do ecossistema em restauração. O fogo é parte deste ecossistema? Vegetações savânicas e campestres do Cerrado, por exemplo, são resistentes ao fogo e as espécies que compõem estes ambientes evoluíram na sua presença, apresentando adaptações para coexistir e até se beneficiar desta perturbação.

Se não considerarmos a ecologia do fogo, podemos estar introduzindo espécies que não têm adaptação a ele ou, ainda, que são capazes de alterar significativamente o regime do fogo, inclusive intensificando-o, em um ambiente que pode ter grandes chances de queimar, mesmo com intensas ações de prevenção.



Área em restauração incendiada um ano após a semeadura de espécies nativas de Cerrado. As plântulas de um ano de idade foram capazes de rebrotar e, em um mês após a passagem do fogo, recuperaram o tamanho anterior. Se tivessem sido semeadas espécies florestais neste ambiente, as quais não tem adaptação para resistir ao fogo nem capacidade de rebrotar, teria havido perda total do esforço de plantio.

Além das questões ecológicas, devemos considerar ainda as questões culturais relacionadas ao fogo. Como o fogo é utilizado no entorno da área em restauração? Se estivermos restaurando uma área circundada por atividades agropecuárias ou silviculturais, talvez a chance de incêndios seja reduzida. Mas se estiver inserida em uma paisagem dominada por pastagens, vegetação campestre ou savânica, o risco de incêndios é bastante alto.



Veja mais sobre a situação atual e histórica de queimadas:



http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/index_old.php

Para adequadamente manejar o fogo e realizar uma restauração adequada é preciso entender os riscos da área queimar. Para isso, pode-se levantar o histórico de incêndios utilizando-se informações de imagens de satélite. **No site do INPE há informações disponíveis sobre a situação atual e histórica de queimadas.**

Por fim, devemos conhecer e reconhecer muito bem quais as nossas capacidades de prevenção e combate aos incêndios.

Se a área em restauração estiver localizada em uma área com alto risco de queima por conta das condições de paisagem, descritas anteriormente, questões culturais, ou ainda pela falta de recursos para prevenção e combate, não se deve realizar projetos com uso de espécies muito sensíveis ao fogo.

Pode parecer absurdo, mas esta é uma ação de restauração comum: espécies de matas de galeria são plantadas em locais onde a vegetação original era campestre ou savânica, com o intuito de formar uma floresta, em áreas dominadas por gramíneas exóticas. Além do erro associado a não respeitar a fisionomia original, muitas vezes por desconhecimento ou pouca valorização das formações não florestais, tem-se ainda alto risco de incêndio, com baixíssimas chances de sobrevivência das plantas.

Manejo de espécies exóticas invasoras

Em diversas situações, as espécies exóticas invasoras são consideradas como o maior impedimento para a regeneração natural e mesmo para a restauração com manejo. Estas espécies apresentam alta capacidade competitiva em relação às espécies nativas e, portanto, precisam ser

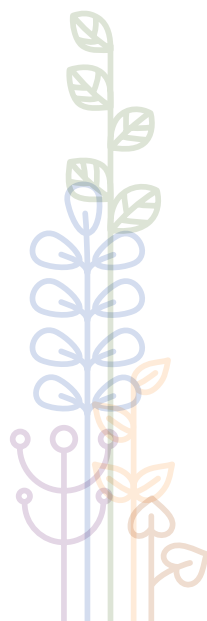
controladas para que as espécies nativas consigam se restabelecer e a sucessão secundária seguir o seu curso.

No caso de ambientes florestais, a forma mais eficaz de controlar gramíneas invasoras é pela alteração das condições de luz. As gramíneas exóticas, na grande maioria dos casos, são plantas que dependem de luz plena. Uma vez que as copas fecham o dossel e pouca luz atinge o sub-bosque da floresta, as invasoras tendem a desaparecer ou ao menos tornar-se muito pouco abundante. Para isso, basta plantar árvores que tenham alta capacidade de sombreamento, em espaçamento adequado, evitando que as gramíneas abafem as mudas plantadas, por meio do coroamento, que se torna menos necessário à medida que as mudas crescem acima da altura das gramíneas. Esta técnica é bastante eficaz se as espécies forem escolhidas adequadamente e se o ambiente permitir o crescimento florestal, com solo e clima adequados.

Há ainda as invasoras de ambientes florestais que são arbóreas, como jaqueiras, leucenas e palmeira do dendê – nestes casos, a restauração está mais relacionada à recomposição de uma comunidade de nativas e menos à recuperação das funções da floresta.

No caso de ambientes campestres e savânicos, a estratégia do sombreamento pela copa das árvores é inadequado e pouco efetivo – o fechamento da copa tende a não ocorrer e quando ocorre prejudica fortemente a vegetação nativa, caracterizada por um estrato herbáceo arbustivo com numerosas espécies dependentes de alta exposição solar. Assim, nestes casos, o mais adequado é a remoção completa da cobertura de gramíneas exóticas, de forma mecânica ou química, e o recobrimento do solo com gramíneas e arbustos nativos de crescimento rápido.

O uso de herbicidas, apesar de ser bastante controverso e apresentar impactos negativos no ambiente, é ainda a forma mais eficaz e efi-



ciente para o controle de gramíneas invasoras, bem como de espécies lenhosas com capacidade de rebrota.

O Guia de Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais traz orientações detalhadas, por grupos de espécies, sobre o controle químico e mecânico de plantas invasoras, considerando o uso racional visando mínimo impacto e máxima eficácia.

O uso correto de herbicidas, quando realmente necessário e com todos os cuidados requeridos, pode trazer resultados positivos para os ecossistemas. Para isso, é preciso que o uso de herbicidas seja realizado por profissionais capacitados e atentos para as peculiaridades das áreas protegidas, em que impactos negativos são ainda menos aceitáveis e os cuidados devem ser redobrados durante o planejamento e a aplicação do controle químico.

Veja mais sobre
agrotóxicos de uso
não-agrícola:



<https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/quimicos-biologicos-registros/registro-de-agrotoxicos-de-uso-nao-agricola>

O uso de herbicidas deve respeitar as regras estabelecidas no rótulo e na bula dos produtos, em relação ao ambiente de aplicação e às espécies alvo para as quais cada **produto de uso não-agrícola** é registrado. Devem ainda ser observadas as regras definidas no plano de manejo da UC e seu uso deve estar previsto em um PRAD ou Projeto de Controle de Espécies Exóticas Invasoras (respeitando as normas aplicáveis a cada caso, respectivamente).

FACILITANDO A REGENERAÇÃO

Quando na área degradada há regenerantes em quantidade considerável, ou existem sementes ou raízes suficientes para uma consistente regeneração natural, é necessário apenas reduzir ou

eliminar as fontes de perturbação para que a sucessão secundária aconteça.

Adicionalmente, há uma série de técnicas para facilitar a dispersão de sementes e estabelecimento de plantas, tais como a instalação de poleiros para atrair a avifauna dispersora de sementes, ou ainda estruturas para atrair morcegos, dispersores de sementes ainda mais eficientes, pois defecam durante o voo. A transposição de galhadas pode criar microambientes que facilitam o estabelecimento de plantas, pelas condições climáticas mais amenas debaixo dos galhos e pela diversidade de ambientes criados.

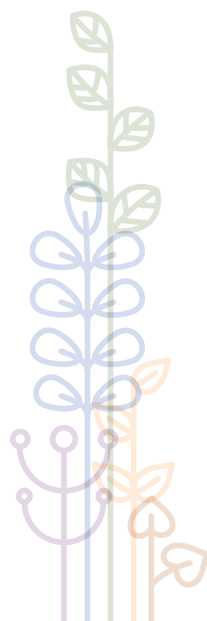
Devemos sempre lembrar que poleiros não são efetivos se não houver vegetação que seja fonte de sementes no entorno, ou se as fontes de perturbação não foram adequadamente eliminadas ou, ainda, se as gramíneas invasoras impedem o estabelecimento de outras plantas.

Para acelerar a sucessão ou incrementar a área com espécies de interesse econômico ou para a conservação, pode-se realizar o enriquecimento ou plantio de espécies específicas em meio à regeneração natural.

De forma geral, durante o manejo da restauração natural e as técnicas de introdução de espécies, devemos sempre atentar para que as ações não impactem a regeneração já existente no local.

Pensando a composição da regeneração

Quando não há fontes de sementes ou raízes para promover a regeneração natural, deve-se realizar a introdução de indivíduos de diferentes espécies nativas, considerando diferentes estratos, grupos funcionais e formas de vida da vegetação que se pretende estabelecer.



Na seleção das espécies a serem introduzidas diversos fatores devem ser considerados.

O primeiro fator a considerar é o objetivo da restauração. Se estamos buscando restabelecer um ecossistema o mais parecido possível com o ecossistema natural, devemos escolher espécies que ali ocorriam.

No entanto, muitas vezes o ecossistema foi tão degradado que as condições no local são bastante distintas do ambiente original, por exemplo, solos intensamente adubados para agricultura, que muitas vezes são desfavoráveis às espécies nativas, originais da região, especialmente no caso das formações abertas, como campos e savanas, muito associados a solos mais pobres em nutrientes e mais ácidos.

Para tal, será necessário adequar as condições dos solos, o que às vezes pode significar reduzir a quantidade de nutrientes disponíveis, e usar espécies, nativas ou não, que consigam se estabelecer na área degradada em uma etapa intermediária e ajudar a restabelecer as condições mais próximas das originais, para que as espécies típicas possam colonizar.

Se o objetivo for estabelecer ecossistemas com características produtivas, não necessariamente semelhantes ao original, também devemos atentar para as condições do local e usar técnicas e espécies que auxiliem a construir as condições necessárias, para que se tenha um ecossistema capaz de produzir serviços ambientais e produtos, como culturas agrícolas, em meio a espécies madeireiras, frutíferas, além de outros Produtos Florestais Não Madeireiros.

A melhor forma de saber se a planta escolhida (espécie e forma de plantio) está adaptada ao local, após definição do tipo de vegetação a recuperar e consulta à literatura disponível, é realizando o plantio e o monitoramento por alguns anos. Não é suficiente



observar a qualidade da muda, é preciso entender seu sucesso nas condições de campo.

Para escolher a espécie, deve-se observar sua distribuição original, a diversidade genética e os fatores limitantes do local e, a partir disso, planejar a melhor forma de introduzi-la, se por semente, estaca ou muda, e quais as características necessárias destas, além de quais métodos de plantio a serem utilizados.

Para o enriquecimento, além do plantio de mudas e semeadura direta, podem ser usadas outras técnicas como a transposição de solo, com sementes e raízes, e a transposição de feno com sementes.

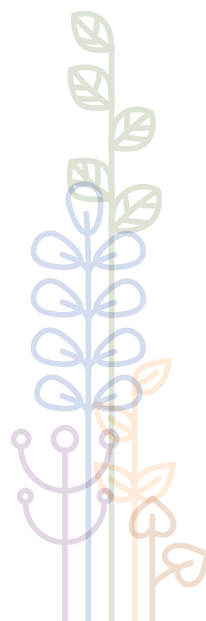
A ESCOLHA DO MÉTODO DE RESTAURAÇÃO

Como já vimos, a escolha do método de restauração depende dos objetivos, das características da área, mas também depende dos recursos disponíveis. De forma geral, podemos classificar os métodos de restauração de acordo com o potencial de regeneração natural da área.

Áreas com alto potencial de regeneração natural, em geral, só precisam que sejam cessados os fatores de perturbação, como fogo e pastejo, para seguirem a sucessão secundária.

Onde existem espécies invasoras, que dificultam o estabelecimento e desenvolvimento de plantas nativas, o potencial de regeneração natural é menor do que a situação anterior, necessitando de maiores intervenções para o controle das plantas invasoras.

Em áreas com solo degradado, com presença exclusiva de espécies invasoras, ou sem nenhum potencial de regeneração natural, será necessária uma intervenção em área total, com o preparo do solo, controle de invasoras e introdução das espécies desejadas, em toda a área a ser restaurada.



Por exemplo, em um dos extremos temos áreas pequenas de floresta que foram desmatadas, sem nenhuma outra intervenção, na qual, se evitarmos a entrada de gado e fogo, a regeneração natural trará por si só uma floresta secundária. No outro extremo temos áreas mineradas, em que o solo foi completamente removido e não há nenhuma chance de estabelecimento de qualquer planta, sem que haja intensas intervenções de restauração.

Associado a este gradiente, temos o custo da restauração, relacionado com o potencial de regeneração natural, variando exponencialmente de um extremo ao outro.

Veja mais sobre as formações florestais e savânicas do Cerrado:



<https://www.webambiente.gov.br/webambiente/wiki/lib/exe/fetch.php?media=webambiente:estrategiascerradofolder.pdf>

Veja mais sobre as formações campestres e savânicas do Cerrado:



<https://www.webambiente.gov.br/webambiente/wiki/lib/exe/fetch.php?media=webambiente:folder-savana-campo-web.pdf>

Na Tabela 2, trazemos uma relação entre o potencial de regeneração natural e os métodos de restauração. Esta relação foi detalhada para as **formações florestais do Cerrado** e para as **formações campestres e savânicas**.

Outra forma de realizar a tomada de decisão, com relação a escolha das técnicas de restauração, a partir do diagnóstico, é por meio de chaves de decisão (veja Figura 3, na página 50).

Tabela 2. Métodos de restauração em relação ao potencial de regeneração natural.

POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL	MÉTODO DE RESTAURAÇÃO
Alto – Vegetação perturbada por remoção de biomassa, mas o solo está intacto, há fontes de regeneração natural e não há espécies invasoras.	Eliminação dos fatores de degradação: fogo e pastejo. Construção de cercas e aceiro.
Médio – vegetação perturbada por remoção de biomassa, mas o solo está intacto e há fontes de regeneração natural, mas há presença de espécies invasoras.	Facilitação da regeneração natural pelo controle das plantas invasoras e pela instalação de poleiros, galharia e plantio de sementes, mudas ou estacas, para enriquecer a regeneração.
Baixo – Vegetação degradada, com solo degradado, infestação de invasoras e ausência de fontes de regeneração natural.	Realização do controle das plantas invasoras, medidas de restauração do solo e plantio de sementes, mudas ou estacas, em área total, de espécies nativas e exóticas, dependendo do objetivo, como na implantação de agroflorestas. Para recuperar os solos, pode-se utilizar a transposição da camada superficial do solo de área que será desmatada.

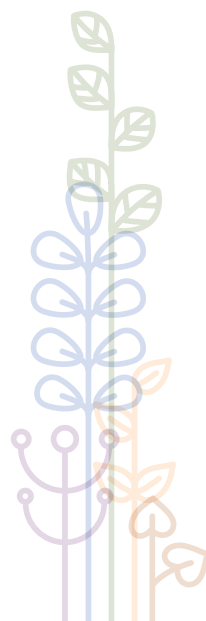


Figura 3. Chave de decisão para a escolha de técnicas de restauração a partir do diagnóstico de áreas degradadas.

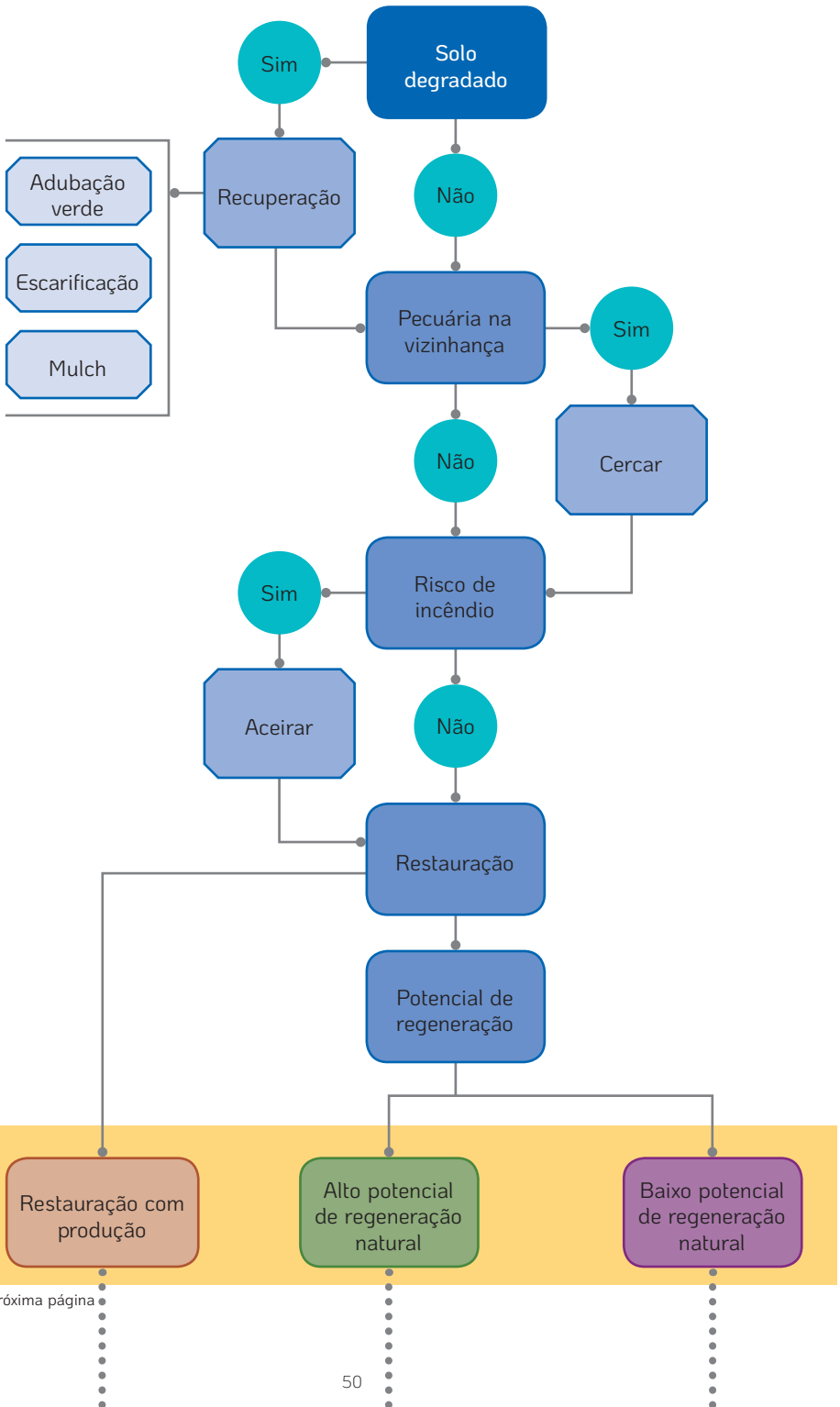
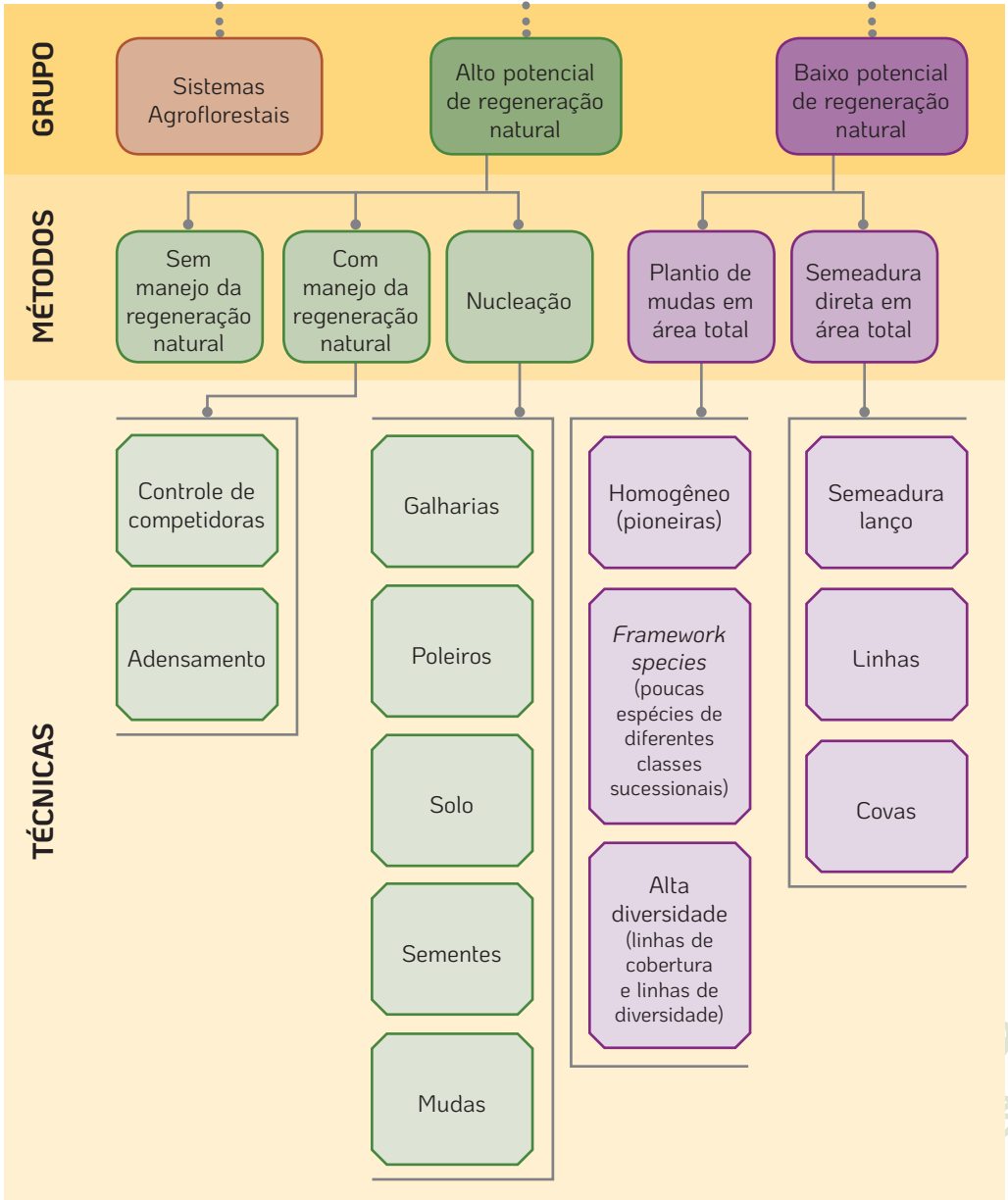


Figura 3.
(continuação)

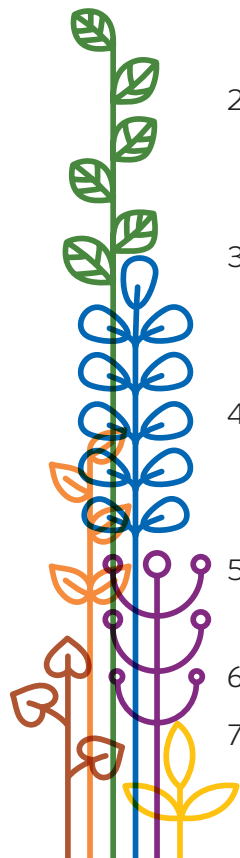


MONITORAMENTO

O desafio do monitoramento envolve encontrar formas de medir características da área em restauração que nos permitam avaliar se as ações estão obtendo sucesso e se o ecossistema está se desenvolvendo no caminho desejado, ou ainda se precisamos realizar novas intervenções.

Para isso, devemos conhecer as características desejáveis a serem alcançadas/promovidas em uma área em restauração, de acordo com o proposto pela Sociedade para Restauração Ecológica (SER).

1. Uma composição de espécies do ambiente referência (desejado) e apresentar uma adequada estrutura da vegetação. Por exemplo, se desejarmos restaurar uma vegetação savânica, devemos ter tanto o estrato herbáceo-arbustivo cobrindo o solo, como as espécies arbóreas em densidades variáveis, mas sempre com o dossel aberto. Para isso, devemos ter espécies características de cada um destes estratos.
2. Espécies nativas na medida do possível e, em paisagens culturais, deve-se considerar a presença de espécies exóticas e ruderais associadas às atividades humanas.
3. Todos os grupos funcionais de espécies necessários para manter o desenvolvimento ou estabilidade do ecossistema, sendo que aquelas faltantes devem ter a possibilidade de colonizar naturalmente a área.
4. Ambiente físico capaz de permitir a reprodução das populações de espécies necessárias para o desenvolvimento ou estabilidade ao longo da trajetória da restauração.
5. Funcionamento do ecossistema normal para o estágio de desenvolvimento e sinais de disfunção ausentes.
6. Integração com os processos ecossistêmicos da paisagem.
7. Ausência de fatores de degradação na medida do possível.



8. Resiliência para perturbações características do ambiente, de forma a manter a integridade do ecossistema mesmo após eventos normais de estresse, como seca, inundações, fogo.
9. Capacidade de se auto sustentar ao longo do tempo da mesma forma que o ecossistema original, considerando flutuações decorrentes de perturbações e a possibilidade de adaptações às mudanças graduais no ambiente.

Não é possível medir diretamente todas as características relacionadas com o sucesso da restauração, mas podemos selecionar variáveis que nos sirvam de indicadores, que sejam relacionadas com as características de interesse.

A seleção de indicadores é ainda mais importante, pois há características que, apesar de possíveis de serem medidas, demandam conhecimento muito especializado e equipamentos. Se o monitoramento das áreas em restauração for muito complexo pode ser que este fique muito caro e inviabilize que este seja realizado em projetos de larga escala, de dezenas a centenas de hectares.

Assim, o primeiro passo, que é o mais importante, é definir quais indicadores melhor representam o sucesso da restauração e são fáceis de medir, a ponto de permitir que sejam avaliados dezenas, centenas ou milhares de hectares em processo de restauração.

Medir o número de espécies nativas presente em uma área é relativamente fácil, mas medir o funcionamento do ecossistema, se ele está conectado com a paisagem e se este possui resiliência e capacidade de se manter ao longo do tempo, não é tarefa simples.

Há diversos indicadores que nos permitem, ainda que indiretamente, avaliar estas características. A Tabela 3 (veja página 54) apresenta uma lista de indicadores possíveis de serem medidos.



Quando medimos a estratificação da vegetação, a diversidade de formas de vida e os grupos funcionais, que estão presentes na área em restauração, estamos indiretamente avaliando o funcionamento do ecossistema. Quando medimos a dinâmica da comunidade de plantas, estamos avaliando a sucessão ecológica e a capacidade da vegetação em se manter ao longo do tempo, por meio da regeneração natural. Podemos ainda tomar medidas diretas do funcionamento do ecossistema em regeneração, como a taxa de infiltração de água e sequestro de carbono.

Apesar de ser possível tomar todas estas medidas listadas, o monitoramento dessa forma seria muito caro e demorado, inviabilizando que este fosse aplicado para grandes áreas ou em situações em que há pouco recurso disponível.

Tabela 3. Indicadores do sucesso da restauração para diferentes características da vegetação a serem avaliadas pelo monitoramento.

CARACTERÍSTICAS	INDICADORES
Composição	Número e proporção entre espécies vegetais nativas (com populações persistentes).
	Presença e abundância de espécies invasoras (em proliferação).
	Presença e proporção de grupos funcionais (síndromes de dispersão, classes sucessionais, tolerância à sombra etc.).
	Formas de vida (presença e proporção entre árvores, arbustos, ervas, trepadeiras, epífitas etc.).

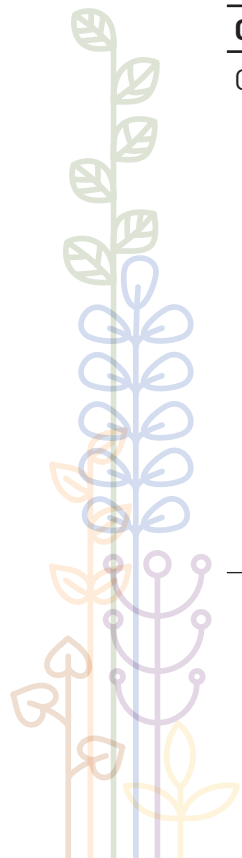


Tabela 3. (continuação)

CARACTERÍSTICAS	INDICADORES
Estrutura	Cobertura (projeção de copas ou gramíneas sobre o terreno).
	Biomassa (por área).
	Densidade (por forma de vida e classe de tamanho).
	Estratificação (distribuição vertical das plantas).
Funcionamento	Taxa de fixação de carbono.
	Taxas de recrutamento e mortalidade.
	Taxas de imigração e extinção.
	Capacidade de infiltração da água no solo.

As variáveis que medimos estão geralmente inter-relacionadas, de tal forma que uma dada variável bem selecionada pode representar várias outras. Ao selecionar as variáveis com o maior número de correlações e identificar quais são mais fáceis e baratas de serem medidas, podemos criar uma forma de monitoramento mais simples, porém ainda bastante informativa, que nos permita prever se a área em restauração irá se desenvolver conforme esperado, com suficiente certeza.

Há diversos métodos disponíveis na literatura para monitorar o sucesso da restauração, cada um deles medindo diferentes variáveis/indicadores e trazendo maior ou menor complexidade de informação. Quanto mais detalhado o método, melhor. Porém, o custo do monitoramento deve ser baixo, para não inviabilizar a restauração como um todo.

As normas estaduais sobre restauração de áreas degradadas estão trazendo métodos de monitoramento simples, baratos e rápidos de



Veja mais no site da SMA:



<https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/2016/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-032-2014-a.pdf>

Veja mais no site do IOMAT:



<https://www.iomat.mt.gov.br/portal/visualizacoes/tml/15022/#e:15022/#m:956777>

Veja mais no site do IBRAM:



<http://www.ibram.df.gov.br/recuperacao-ambiental/>

Veja o Protocolo de Monitoramento do IBRAM:



http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/PROTOCOLO_MONITORAMENTO.pdf

serem aplicados. A vantagem destes métodos é que, por serem simples, podem ser replicados inúmeras vezes, aumentando a representatividade espacial e temporal do monitoramento. Métodos de monitoramento mais detalhados têm a limitação de serem mais caros e difíceis, dificultando realizar muitas amostras, reduzindo a representatividade espacial e temporal.

Nos Estados de **São Paulo, Mato Grosso e Goiás**, por exemplo, para determinar o sucesso da restauração são avaliados três indicadores principais: cobertura de plantas nativas, densidade e riqueza de regenerantes de plantas lenhosas. Cada um destes estados define ainda, associado aos métodos (por exemplo, o **Protocolo de Monitoramento do IBRAM**), os valores de referência para cada um dos indicadores que variam dependendo do tipo de vegetação, do tempo de restauração e das exigências legais.

PROCESSO ADMINISTRATIVO

VIABILIZAÇÃO

Os recursos orçamentários das áreas protegidas não são suficientes para financiar os elevados custos da restauração. Para viabilizar a execução, existe uma série de oportunidades que podem ser trabalhadas. Algumas delas já são uma realidade e outras poderão ser implementadas no futuro.

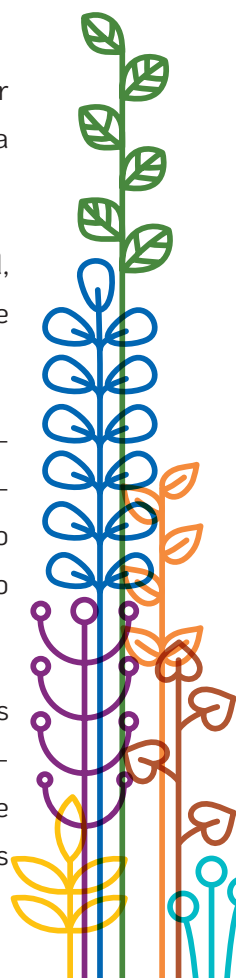
A principal forma de viabilizar a restauração dentro de Unidades de Conservação é por meio de obrigações legais para a recuperação, especialmente aquelas ligadas ao processo de licenciamento, para compensar ou mitigar impactos (veja Tabela 1, na página 18).

Dentre estas possibilidades, a reposição florestal e a compensação por corte de árvores (ou compensação florestal) já foram utilizadas para restaurar áreas dentro de UC.

Outras possibilidades promissoras são a compensação ambiental, proveniente do licenciamento de empreendimentos, e a conversão de multas por ilícitos ambientais.

Para que estas duas possibilidades sejam viabilizadas administrativamente dentro do ICMBio, em mais larga escala, deverão ser implementados fundos que permitam a execução indireta, desonerando o devedor da atividade especializada de restauração, em geral muito distante da sua área de expertise.

Projetos de restauração costumam demandar no mínimo dois anos para a implementação das intervenções e um tempo de monitoramento que permita avaliar se foram alcançados patamares mínimos de sucesso – caso as metas estabelecidas não tenham sido alcançadas



é preciso estender o prazo do contrato. Tais demoras e incertezas, em um projeto de restauração, e a questão da falta de expertise para a maior parte dos devedores ou compromissários, torna a execução direta pouco interessante, inclusive porque se mantém a pendência até a certificação de conclusão bem sucedida da intervenção.

Uma Instrução Normativa está sendo elaborada para direcionar todas as obrigações legais de restauração em âmbito federal, administradas pelo IBAMA, para a restauração de áreas degradadas em UC federais. Esta IN trará os trâmites para firmar compromissos entre devedores e os órgãos ambientais, nos quais serão definidas as formas como serão realizados os trabalhos.

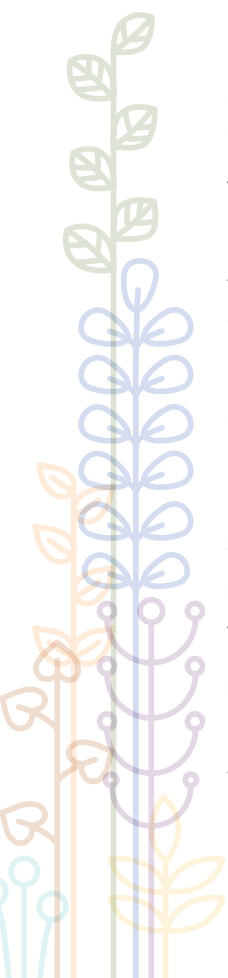
CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS

Para qualquer das formas que se consiga viabilizar a restauração, o arranjo mais provável para executar o trabalho será por meio da terceirização do serviço. Para isso, é necessária a elaboração de um Termo de Referência (TdR), que deve ser avaliado pela equipe da UC.

A elaboração de um TdR, para contratação do serviço de restauração de uma área degradada, é um grande desafio. As especificações do produto a ser contratado podem variar à medida que o serviço é executado, ocasionando a necessidade de inúmeros aditivos nos contratos.

Idealmente, no TdR, deveria constar apenas o resultado final desejado. A forma como isso seria realizado deveria ficar a cargo da contratada. Na prática, no entanto, quanto mais especificado um TdR, menos sujeito às inseguranças administrativas e jurídicas da contratação estará o contratante.

Assim, recomenda-se que o TdR tenha especificações dos serviços, mas deixando claras possibilidades de mudanças de técnicas e de abordagens, durante a execução do trabalho.



Deve-se, porém, sempre ser exigido um bom diagnóstico da área e devem ser estabelecidos os indicadores e metas para o resultado da restauração. Como vimos, o bom diagnóstico é aquele que identifica as fontes de perturbação e resiliência na área e não necessariamente aquele que traz as informações gerais muito detalhadas sobre vários aspectos.

BUSCANDO MAIS CONHECIMENTOS

Um dos mais completos repositórios para informações sobre restauração no Brasil é a plataforma **Webambiente**. Esta plataforma foi construída para apoiar o produtor rural na adequação ambiental da sua propriedade, porém as informações compiladas contemplam a restauração de forma ainda mais ampla. O site é organizado em três conjuntos de informações. Um trata das espécies utilizadas na restauração, trazendo informações sobre distribuição, identificação, características ecológicas e formas de propagação. Outro conjunto trata das técnicas de restauração, trazendo uma ampla gama de informações publicadas e experiências organizadas de acordo com sua aplicação a depender do potencial de regeneração natural e dos objetivos da restauração. O terceiro conjunto traz um simulador que combina todas as demais informações que são disponibilizadas ao interessado de forma direcionada para a situação de cada área, servindo como uma recomendação de espécies e técnicas que podem ser utilizadas. Uma forma mais direta de acessar todas as informações do Webambiente e ainda **contribuir com sua construção é por meio da página de wiki**.

Visite o site do
Webambiente:



www.webambiente.gov.br

Contribua na página *wiki*
do site do Webambiente:



<https://www.webambiente.gov.br/webambiente/wiki/doku.php?id=glossario>



LITERATURA BÁSICA RECOMENDADA

- Aronson, J., Durigan, G. & Brancalion, P.H.S. 2011. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. *IF Sér. Reg.*, 44: 1-38.
- Bastin, J-F, Finegold, Y., Garcia, C. Mollinone, D., Rezende, M., Routh, D., Zohner, C. & Crowther, T.W. 2019. The global tree restoration potencial. *Science*, 365 (6448): 76-79. 2019. DOI: 10.1126/science.aax0848
- Crouzeilles R., Rodrigues R.R., Strassburg B.B.N (eds.) (2019). BPBES/IIS: *Relatório Temático sobre Restauração de Paisagens e Ecossistemas*. Editora Cubo, São Carlos pp.77 <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-91-5>.
- D'Amico, A.R., Coutinho, E.O. & Moraes, L.F.P. (orgs). 2018. *Roteiro metodológico para elaboração e revisão de planos de manejo das unidades de conservação federais*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: ICMBio.
- Dumroese RK, Landis TD, Pinto JR, Haase DL, Wilkinson KW, Davis AS (2016) Meeting forest restoration challenges: Using the target plant concept. *Reforesta* 1: 37-52.
- Landis TD. 2011. The target plant concept – a history and brief overview. In: Riley LE, Haase DL, Pinto JR, technical coordinators. *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations – 2010*. Proc. RMRS-P-65. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 61-66. Available at: https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p065/rmrs_p065_061_066.pdf
- Oldfield, S. & Olwell, P. 2015. The Right Seed in the Right Place at the Right Time. *BioScience*, 65(10): 955-956. doi:10.1093/biosci/biv127
- Overbeck, G.E., Hermann, J-M, Andrade, B.O., Boldrini, I.I., Kiehl, K., Kirmer, A., Koch, C., Kollmann, J., Meyer, S.T., Müller, S.C., Nabinger, C., Pilger, G.E., Trindade, J.P.P., Vélez-Martin, E., Walker, E.A., Zimmermann, D.G. & Pillar, V.D. 2013. Restoration Ecology in Brazil – Time to Step Out of the Forest. *Natureza & Conservação*, 11(1): 92-95.
- Rodrigues, E. 2013. *Ecologia da Restauração*. Editora Planta, Viçosa. 300p.



Apoio:



GEF
Terrestre

