

LCB0217 - ECOLOGIA DE COMUNIDADES

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Profs. Flávio B. Gandara & Renato Lima



PLANO DE AULA

- **Definições e conceitos**
- **Motivações da restauração**
- **Bases ecológicas**
- **Restauração na prática:** Diagnóstico ambiental, ações prévias e métodos



OBJETIVOS DA AULA

Dar elementos para responder:

- O que é restauração ecológica?
- Por que ela é importante?
- Como aumentar as chances de sucesso da restauração?
- Como planejar e executar a restauração?
- Como monitorar o seu desenvolvimento?



RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

PARTE 1

DEFINIÇÕES E CONCEITOS

DEFINIÇÕES E CONCEITOS

O que é restauração?

- Ato ou processo de trazer algo à sua condição ou posição original



Estado degradado

Restauração



Estado restaurado

DEFINIÇÕES E CONCEITOS

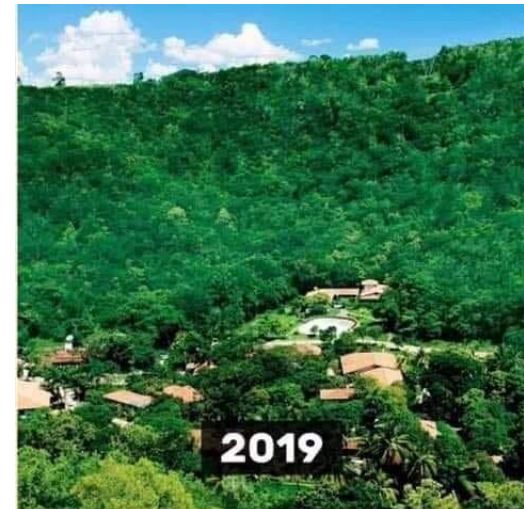
O que é restauração ecológica?

- “Intervenção humana para desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica”



Estado degradado

Restauração



Estado restaurado

Objetivos da restauração

- **Recuperar ecossistemas naturais e seus valores ecológicos, econômicos e sociais**
 - Recuperar bens e serviços ambientais
 - Controle climático (e.g. regime de chuvas)
 - Qualidade do solo, ciclo de nutrientes, água no solo, etc.
 - Combate à erosão e lixiviação dos solos
 - Polinização e Controle biológico (pragas e doenças)
 - Promover a conservação da biodiversidade
 - Proteger áreas de fragilidade ambiental
 - Nascentes, margens de rios, encostas íngremes, etc.
 - Geração de empregos, renda e segurança alimentar

DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Restauração nem sempre dá certo...

- Melhor conservar do que restaurar!



Degradação



Restauração



Estado original

Estado degradado

Estado restaurado

DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Melhor conservar ecossistemas...

- Restauração: muito tempo e/ou muito caro!



Restauração



Estado degradado



Estado restaurado

DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Melhor conservar ecossistemas...

- **Habitats remanescentes:** menor custo e riscos, maior biodiversidade



DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Restauração ecológica em diversos ecossistemas!

- Restauração ecológica \neq restauração florestal



DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Restauração do cerrado

- Restauração ecológica ≠ restauração florestal



Ver trabalhos de Daniel Mascia Vieira e demais integrantes do Restaura Cerrado

DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Restauração de recifes de corais

- Restauração ecológica ≠ restauração florestal



DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Restauração florestal

- Restauração ecológica de ecossistemas florestais



DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Outros termos

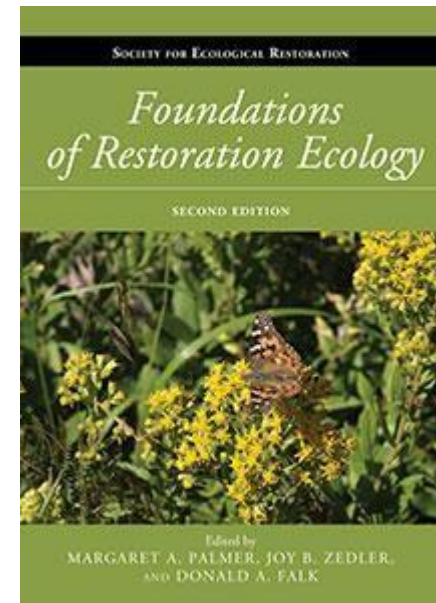
- Restauração ecológica x Ecologia de Restauração

Restauração ecológica



Prática

Ecologia de Restauração



Ciência

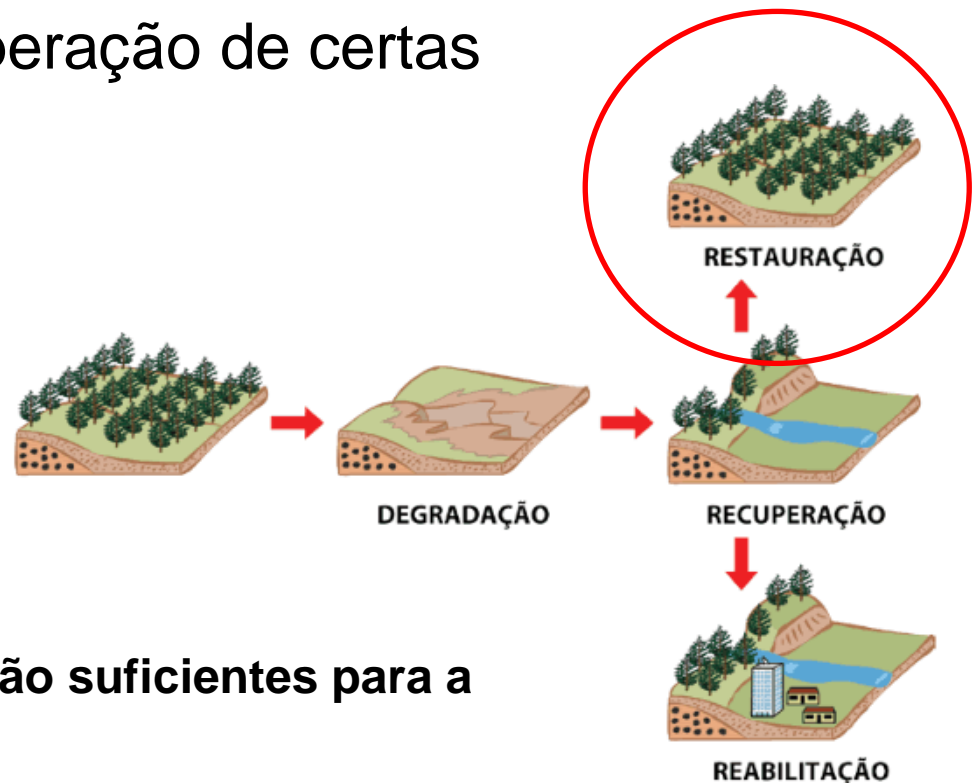
DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Outros termos (não confundir com restauração)

- **Remediação:** Descontaminação de áreas
- **Revegetação:** Replântio de vegetação
- **Recuperação:** Reconstrução após perturbação
- **Reabilitação:** Recuperação de certas funções ambientais



REVEGETAÇÃO



Fazem parte, mas não são suficientes para a restauração!

MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Contexto global

- **Problema: Uso não-eficiente dos recursos naturais**
 - Uso não-eficiente dos recursos naturais



Estado original



Estado degradado

MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Contexto global

- **Perda e degradação de hábitat naturais leva a:**
 - Perda de biodiversidade
 - Perda de bens, serviços e processos ecossistêmicos



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Contexto global

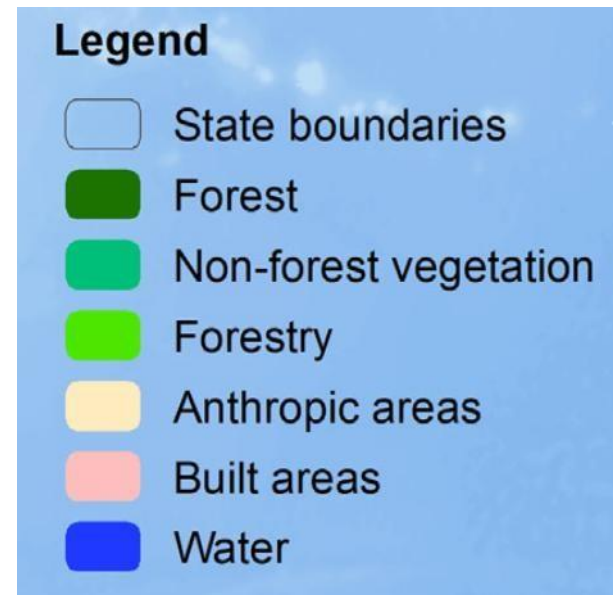


- 75% dos ambientes terrestres e 66% dos mares destruídos ou severamente alterados
- 32 milhões de hectares de florestas desmatadas entre 2010 e 2015
- Perda de **25% da produtividade agrícola** devido à degradação ambiental
- Crise afeta a vida de bilhões de pessoas

MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Contexto nacional

- **Mata Atlântica:** 11-28% da cobertura original (no Brasil)



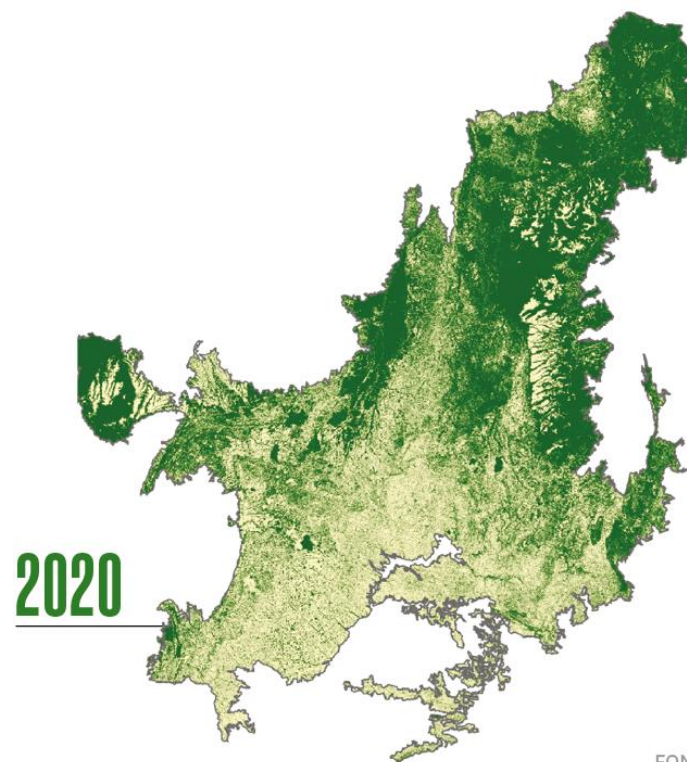
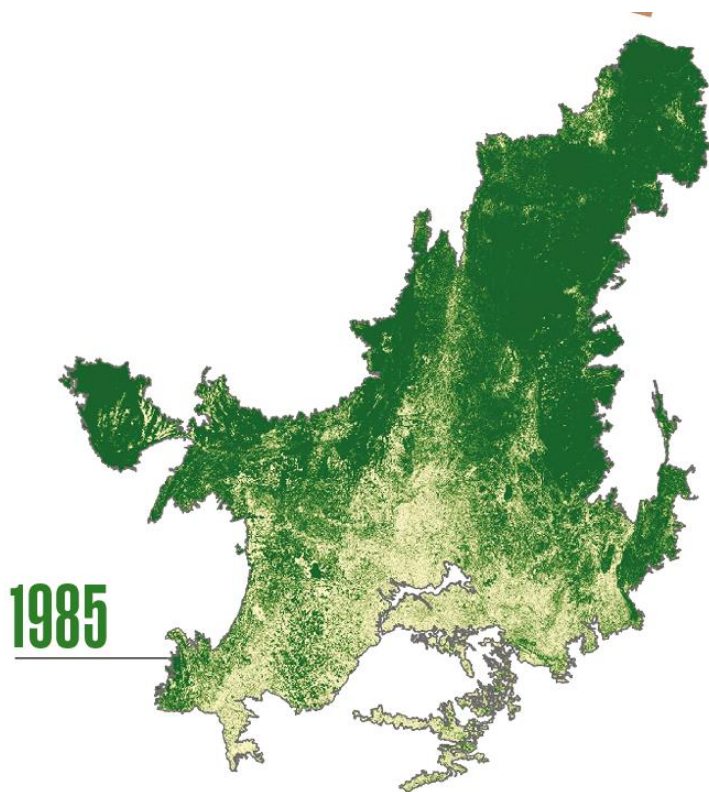
Ribeiro et al. (2009) The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed?

Rezende et al. (2018) From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest

MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Contexto nacional

- **Cerrado:** 40-50% da cobertura original
- Em SP, ocupava 14% do estado; hoje ocupa 1%

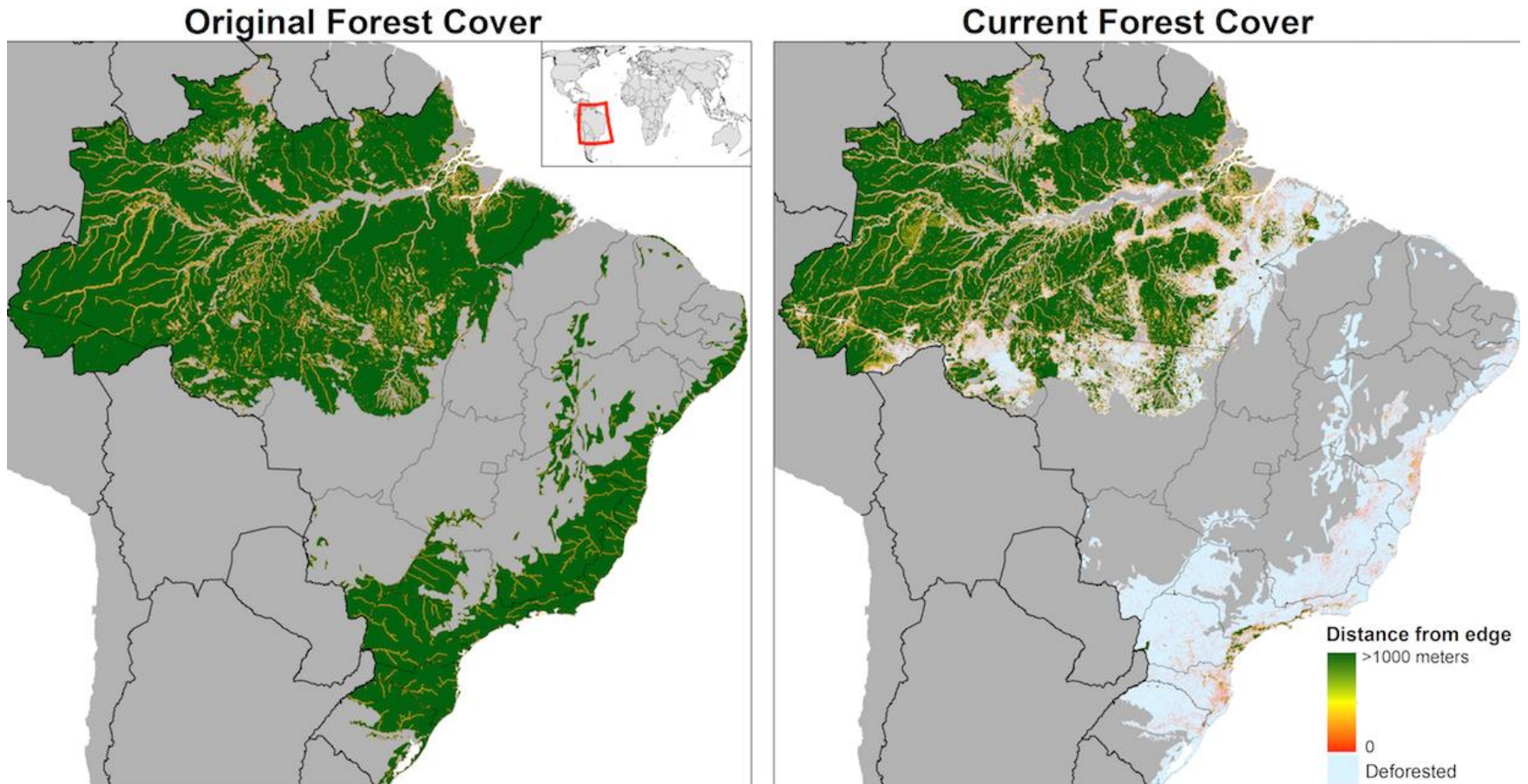


FONTE MAPBIOMAS

MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Contexto nacional

- **Amazônia:** 75% da cobertura original (no Brasil)
- Tendência de aumento nos últimos anos

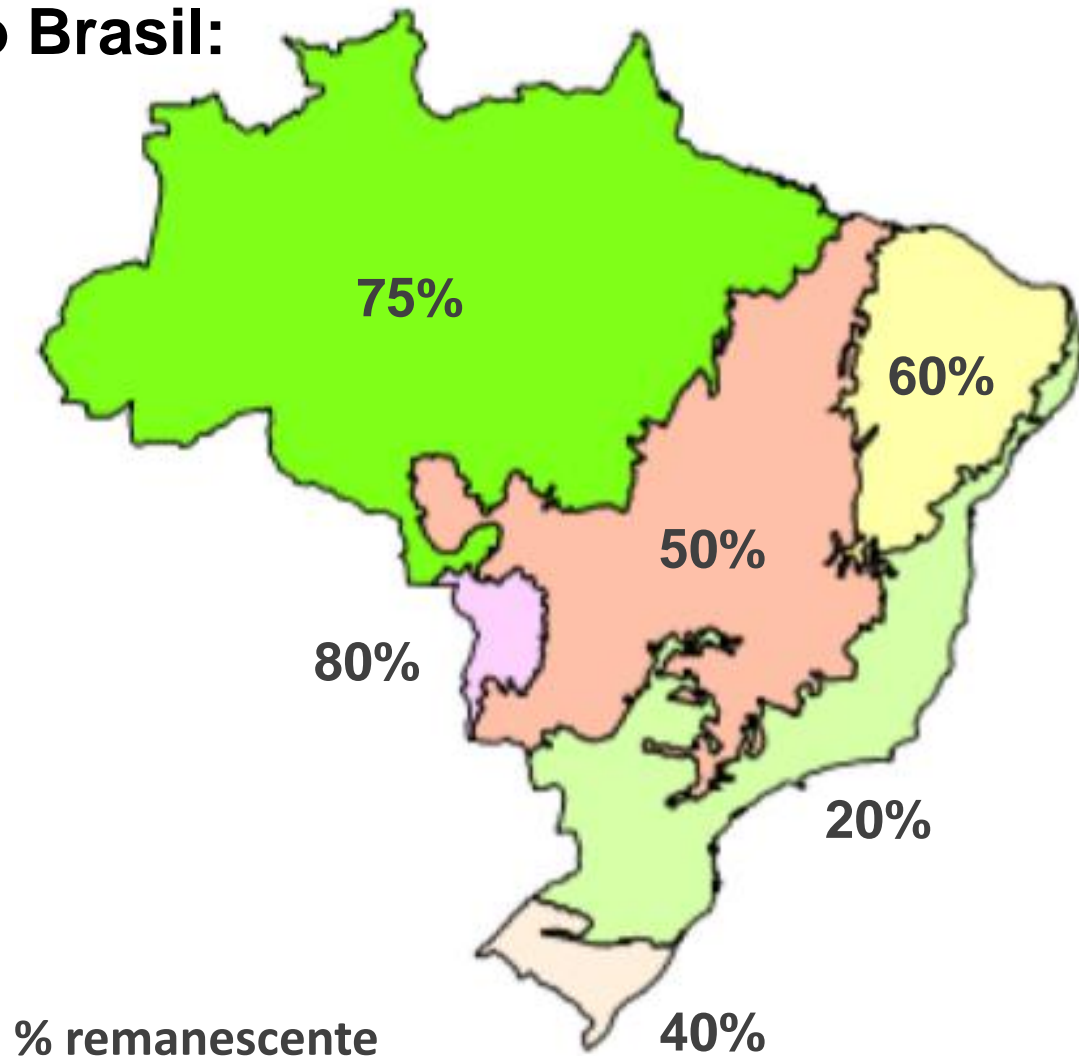


DESMATAMENTO E LEGISLAÇÃO

Contexto nacional

- **Desmatamento no Brasil:**

- cobertura vegetal remanescente em 2022



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

É permitido desmatar!

- Qual é o problema então?
 - Desmatamento acima do permitido ou necessário
 - Falta de planejamento => baixa eficiência produtiva
 - Práticas agrícolas inadequadas



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Áreas improdutivas no Brasil

- 228 milhões de ha improdutivo (> que o Amazonas)
- Aumento de >70% entre 2003 e 2010
 - Terra improdutivo: abandonadas ou produzindo abaixo da capacidade

Evolução da Concentração da Propriedade da Terra no Brasil Medida pelos Imóveis – 2003/2010

Classificação Imóveis	2003			2010			Crescimento da área por setor 2010/2003
	Número	Área (há.)	Peso s/área total	Número	Área(há.)	Peso s/área total	
1. Minifúndio	2.736.052	38.973.371	9,3%	3.318.077	46.684.657	8,2%	19,7%
2. Pequena Propriedade	1.142.937	74.195.134	17,7%	1.338.300	88.789.805	15,5%	19,7%
3. Média Propriedade	297.220	88.100.414	21,1%	380.584	113.879.540	19,9%	29,3%
4. Grande Propriedade	112.463	214.843.865	51,3%	130.515	318.904.739	55,8%	48,4%
a) Improdutivo	58.331	133.774.802	31,9%	69.235	228.508.510	(40,0%)	71,0%
b) Produtivo	54.132	81.069.063	19,4%	61.282	90.396.229	(15,8%)	11,5%
5. Total- Brasil	4.290.482	418.456.641	100%	5.181.645	571.740.919	100%	36,6%

Fonte: Cadastro do INCRA – Classificação segundo dados declarados pelo proprietário – e de acordo com a Lei Agrária/93

MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Áreas improdutivas no Brasil



**Quais são as
consequências do
uso inadequado do
solo?**

MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Consequências

- **Erosão e deslizamento de encostas**
 - perda de solo produtivo e riscos à população



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Consequências

- **Assoreamento**
 - perda de quantidade e qualidade da água



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Consequências

- **Poluição ou contaminação dos cursos d'água**
 - uso excessivo de adubos e defensivos químicos



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Consequências

- **Alagamentos**
 - infiltração reduzida em paisagens desmatadas



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Consequências

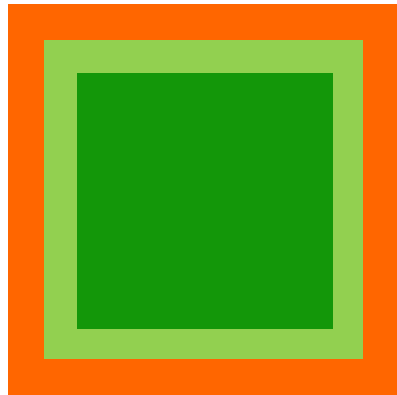
- **Impactos socioeconômicos**
 - 3,2 bilhões de pessoas afetadas pela degradação
 - Alto custo da perda de spp e serviços ecossistêmicos



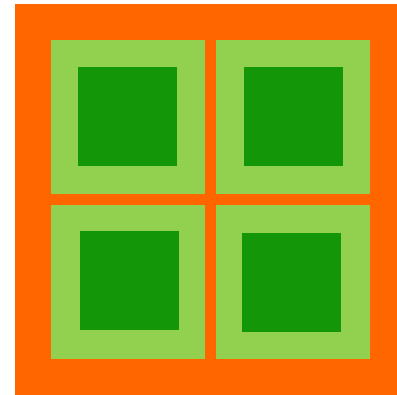
MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Consequências

- **Impactos ambientais: fragmentação**
 - menos habitat disponível
 - menor biodiversidade e maior riscos de extinção
 - maior quantidade de borda (hábitats alterados)
 - maior isolamento (menor fluxo gênico)



Habitat “íntegro”



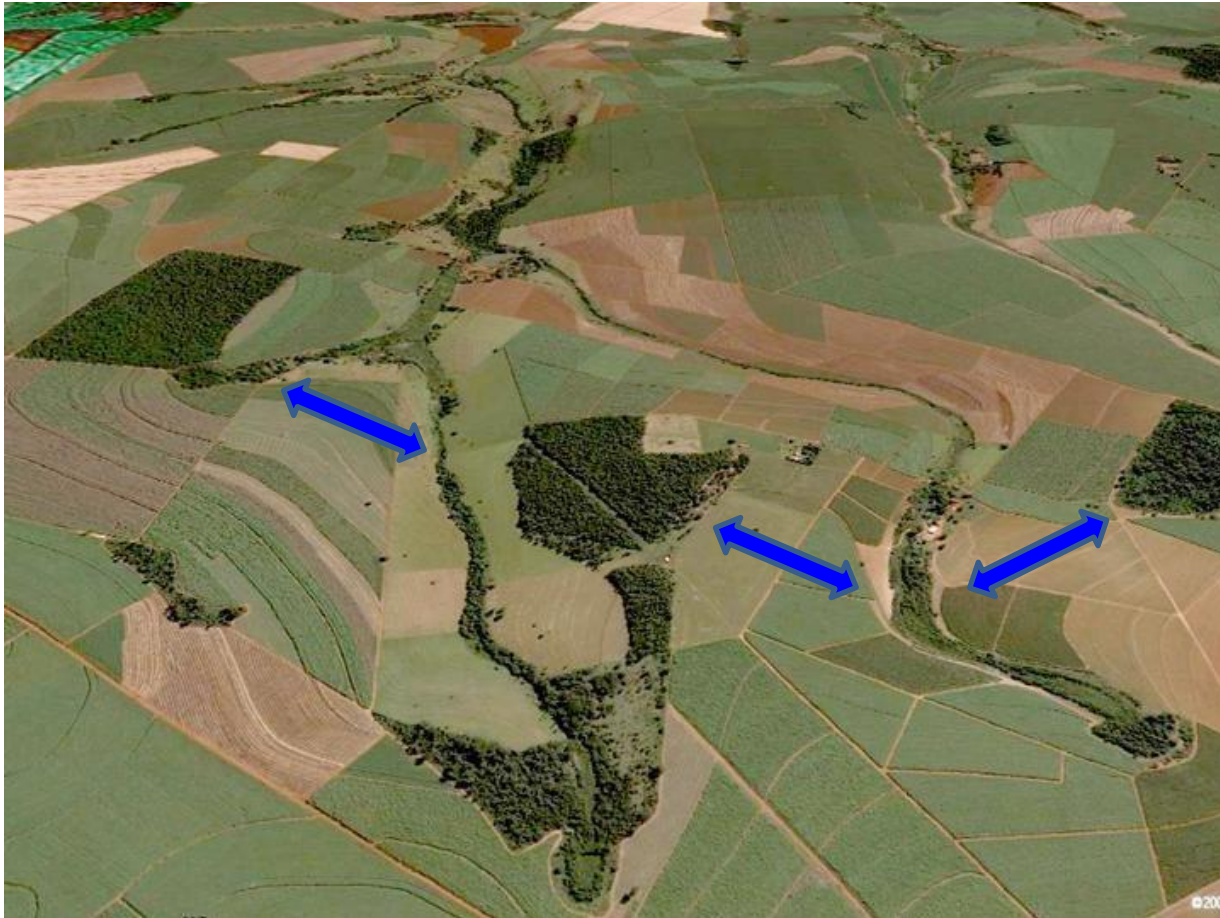
Habitat fragmentado

Por que restaurar?

MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Por que restaurar?

- **Aumentar a conectividade da paisagem**
 - menor isolamento (maior fluxo gênico)



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Por que restaurar?

- Aumentar a conectividade da paisagem
 - corredores ecológicos



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Por que restaurar?

- **Co-benefícios natureza-produção de alimentos**
 - Maior biodiversidade => Maior produtividade agrícola



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Por que restaurar?

- **Restauração ecológica pode ajudar:**
 - Atenuar as crises climática e da biodiversidade
 - Provisão de água e outros serviços ecossistêmicos
 - Segurança alimentar, etc



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Metas Globais de Restauração

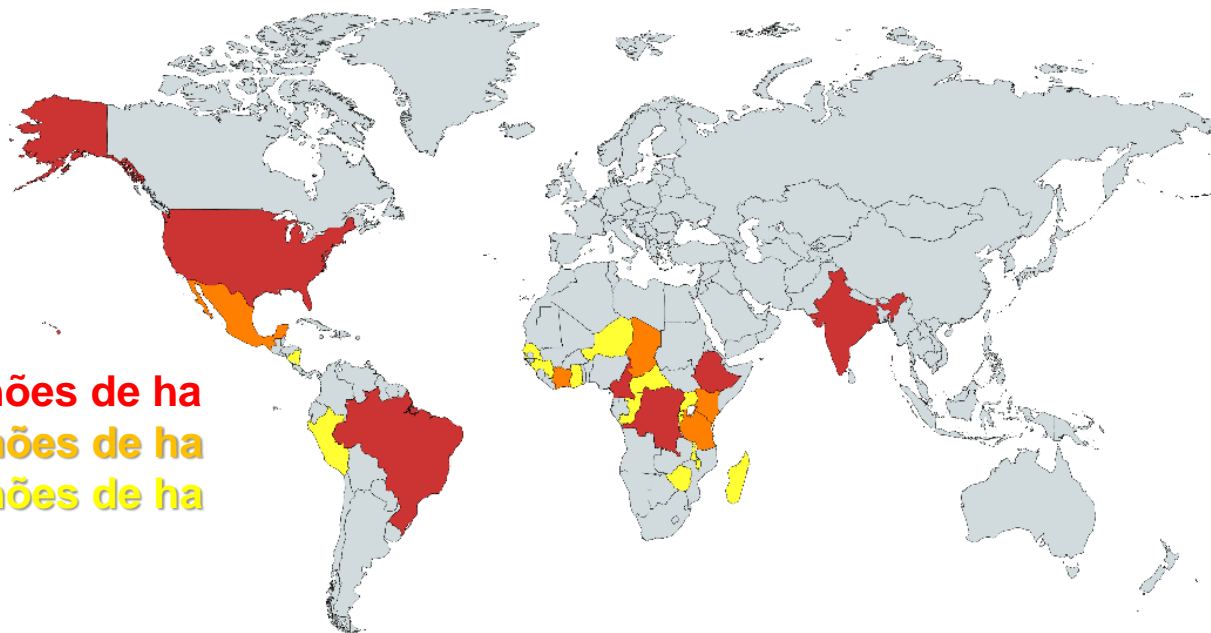
- **2021-2030: Década da Restauração de Ecossistemas**
- ONU + FAO



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Metas Globais de Restauração

- **Acelerar o processo de restauração**
 - 350 milhões ha até 2030: equivalente a área da Índia
 - 210 milhões ha em 61 países até agora



≥ 8 milhões de ha
5-8 milhões de ha
2-5 milhões de ha



MOTIVAÇÕES DA RESTAURAÇÃO

Planos e metas nacionais

- **Planaveg: 12 milhões ha até 2030**
 - Parte da Pol. Nac. de Recuperação da Vegetação Nativa (Proveg) (Decreto 8.972/2017)
- **Pacto: 15 milhões ha até 2050**
 - Só na Mata Atlântica



Mercado da restauração

- 42 empregos gerados por 100 hectares restaurados
- Potencial no Brasil: 1 a 2,5 milhões de empregos
- cadeia da restauração
 - produção de sementes, mudas, plantio, manutenção e monitoramento, assistência técnica, etc.

Received: 21 July 2021 | Accepted: 24 April 2022



DOI: 10.1002/pan3.10370

RESEARCH ARTICLE

UN decade on ecosystem restoration



Ecosystem restoration job creation potential in Brazil

Pedro H. S. Brancalion^{1,2}  | Ludmila Pugliese de Siqueira^{1,2} | Nino T. Amazonas^{3,4} |
Mayte B. Rizek⁴ | Alex F. Mendes^{1,2} | Edson L. Santiami² | Ricardo Ribeiro Rodrigues⁵ |
Miguel Calmon⁶ | Rubens Benini⁷ | Julio R. C. Tymus⁷ | Karen D. Holl⁸  |
Rafael B. Chaves^{9,10,11}

BASES ECOLÓGICAS DA RESTAURAÇÃO

BASES DA RESTAURAÇÃO

Restauração ecológica

- “Intervenção humana para desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica”
 - restaurar processos!



BASES DA RESTAURAÇÃO

Porque restaurar processos?

- Garantir que o ecossistema restaurado evolua e se mantenha sem intervenções futuras



- Alta manutenção e custo
- Menor diversidade



- Sem manutenção ou custo
- Maior diversidade

Quais processos devemos restaurar?

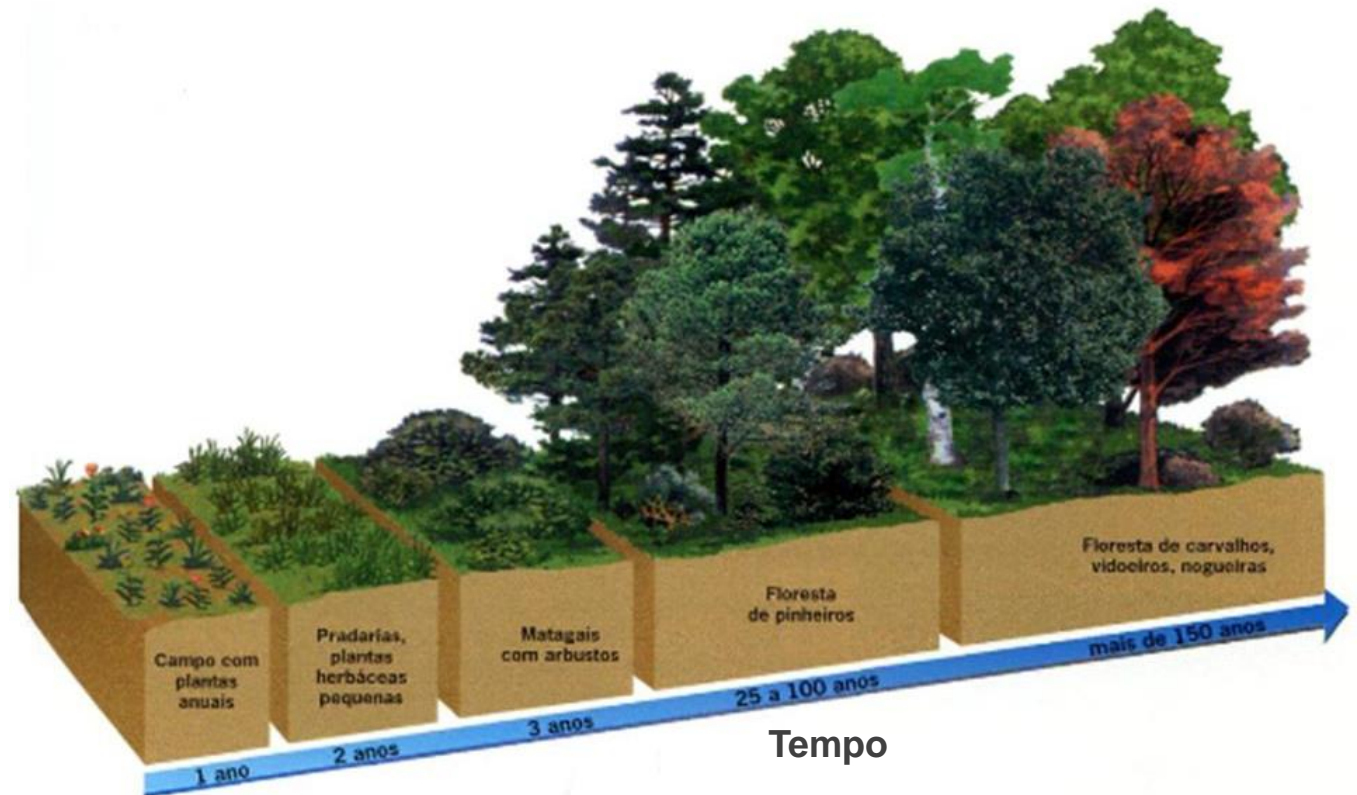
- **Sucessão ecológica**
 - Chegada, crescimento e substituição das espécies
 - Retomada da produtividade primária
- **Ciclos biogeoquímicos (atmosfera e solo)**
 - Ciclagem de nutrientes
 - Escoamento/infiltração/retenção de água no solo
 - Evapotranspiração, matéria orgânica, etc.
- **Interações entre as espécies**
 - Polinização, Dispersão, Predação, Competição

BASES DA RESTAURAÇÃO

Quais processos devemos restaurar?

- **Sucessão ecológica**

- Processo contínuo de mudanças ambientais e de composição de espécies ao longo do tempo



BASES DA RESTAURAÇÃO

Quais processos devemos restaurar?

- **Sucessão ecológica**
 - Regeneração natural: Indivíduos devem substituir os outros ao longo do tempo
 - Regeneração local ou dispersão de outras áreas



Quais processos devemos restaurar?

- **Sucessão ecológica**

- Germinação: estimular a germinação das sementes que permanecem viáveis no solo
- Banco de sementes: pode conter nativas – desejáveis, ou exóticas/invasoras – não desejáveis

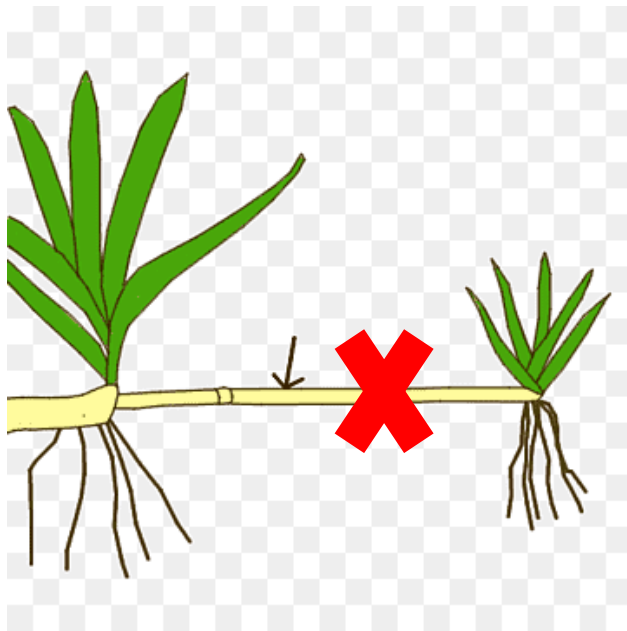


BASES DA RESTAURAÇÃO

Quais processos devemos restaurar?

- **Sucessão ecológica**

- Reprodução assexuada: rebrota de troncos e raízes
- Comum em algumas espécies florestais e frequente nas savanas e restingas



BASES DA RESTAURAÇÃO

Quais processos devemos restaurar?

- Interações entre espécies

- Polinização:

- Há oferta de recursos aos polinizadores o ano todo?
 - Há indivíduos masculinos e femininos das espécies dioicas?
 - Há indivíduos suficiente para manter a diversidade genética?



Zoofilia e alogamia são predominantes em florestas tropicais

BASES DA RESTAURAÇÃO

Quais processos devemos restaurar?

- Interações entre espécies

- Dispersão:

- Fundamental para aumentar/manter a diversidade, em especial para as espécies não plantadas
- Há abrigo e recursos para os dispersores o ano todo?



Zoocoria é predominante em florestas tropicais

**E se todos os
processos
ecológicos foram
perdidos?**

BASES DA RESTAURAÇÃO

Os processos foram todos perdidos?

- **Necessidade de restauração (ativa)**
 - Área não se recuperará sem intervenção humana



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

- 3 Fases: Estruturação, Consolidação e Maturação



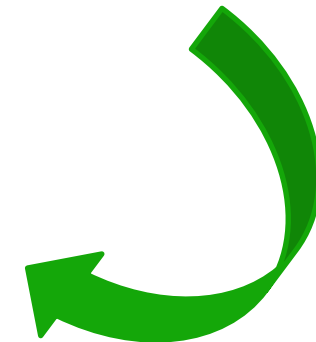
1 ano (estruturação)



10 anos (consolidação)



40 anos (maturação)



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

- Divisão didática de um processo contínuo
- Esquema desenvolvido para florestas fechadas



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

- **Fase de estruturação** (0-10 anos, em geral)
 - Início da criação da estrutura da vegetação
 - Primeiro dossel - “teto” de pioneiras
 - Exclusão de espécies exóticas



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

- **Fase de consolidação** (10-30 anos, em geral)
 - Primeiro dossel (pioneiras) entra em senescência
 - Secundárias iniciais começam a ocupar espaço



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

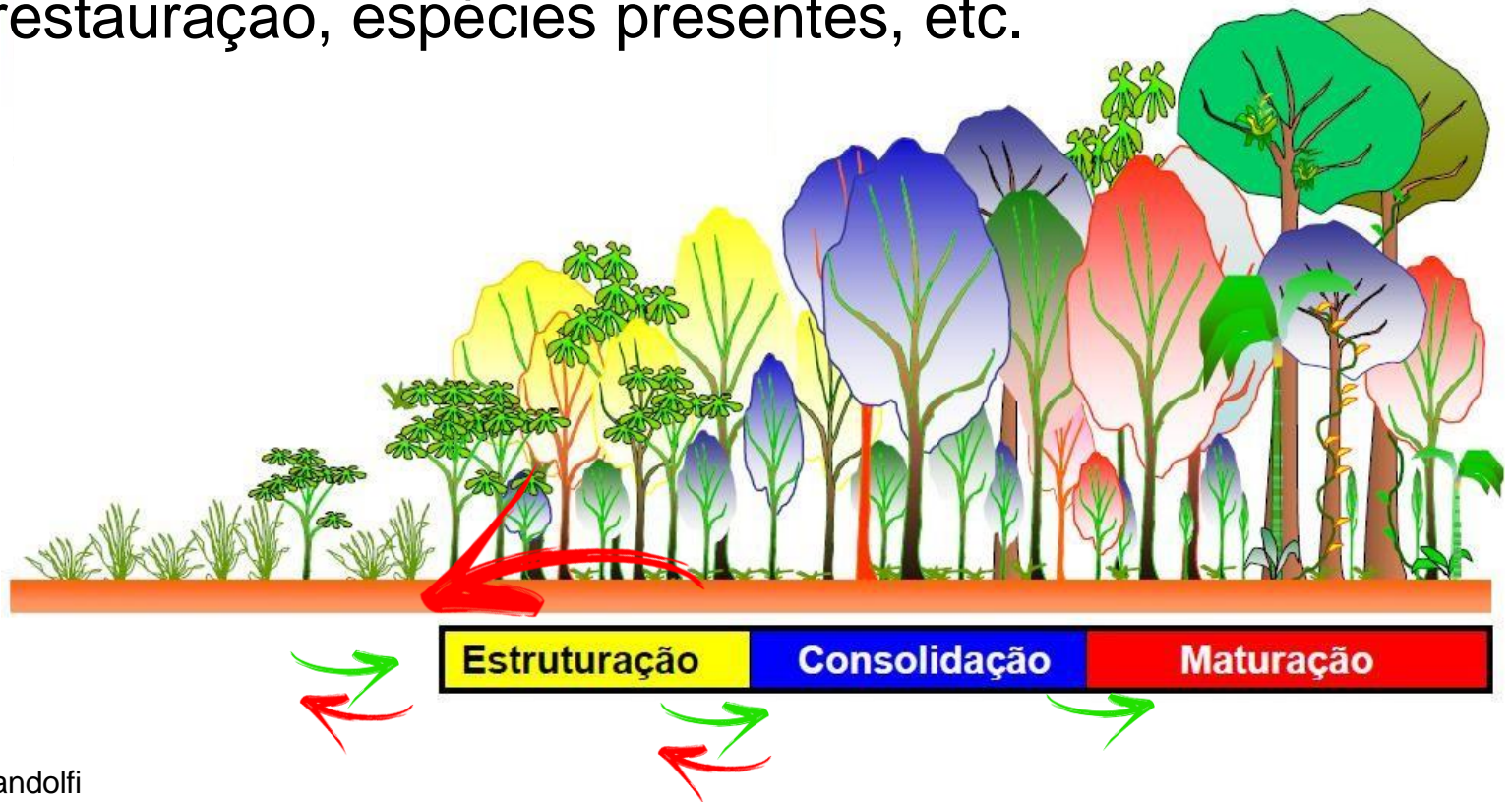
- **Fase de maturação** (a partir de 30 anos, em geral)
 - Lenta acumulação de novas espécies e estrutura
 - Fase mais longa, sem fim definido
 - Dinâmica de clareiras no dossel



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

- **Reforçando: Divisão didática!**
 - Área pode estagnar ou regredir a fases anteriores
 - Duração das fases varia com clima, solo, método de restauração, espécies presentes, etc.



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

- Falha na estruturação
 - Gramíneas exóticas não excluídas



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

- **Sucesso na estruturação**
 - Gramíneas exóticas excluídas



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

- Final da estruturação e início da consolidação
 - Dossel inicial sendo substituído



BASES DA RESTAURAÇÃO

Fases da restauração

- **Sucesso na consolidação**
 - sombreamento mantido, dispersão/regeneração local e início da maturação



**HISTÓRICO DA
RESTAURAÇÃO
NO BRASIL**

HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- **Fase 1: 1862-1892, Parque Nacional da Tijuca**
 - Crise hídrica no Rio de Janeiro (devido ao desmatamento)
 - Ordenado por Dom Pedro II - início da restauração no BR



HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- **Fase 1: 1906, Parque da ESALQ**
 - 15 ha de áreas degradadas por café e algodão
 - Restauro com mudas nativas (e algumas exóticas)



<https://www.esalq.usp.br/parque/toppage1.htm>

HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- **Fase 1: Década de 60, Cosmópolis**
 - Restauro com mais de 55 anos de idade
 - Plantio de nativas e exóticas, alto custo



Restauração no Brasil

- **Fase 1: Plantios sem muitos critérios**
 - Restauração ecológica não era uma disciplina
 - “Plantios de proteção” – s/ preocupação com diversidade
 - Espécies nativas e exóticas, principalmente madeireiras
 - Muito tempo/manutenção para atingir fisionomia florestal



HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- **Fase 2: fim dos anos 1970**
 - Redução do tempo para atingir uma fisionomia florestal
 - Base na sucessão ecológica (uso de pioneiras)
 - Foco em nativas brasileiras (mas não regionais)
 - Poucas espécies nos viveiros (baixa divers.: máx. 30 spp.)
 - Baixo sucesso dos plantios (baixa dispersão pós-plantio)



HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- **Fase 3: 1980 a 1990**

- Tentativa de cópia das florestas remanescentes bem conservadas (ecossistemas de referência)
- Aceitava-se ideia de comunidade clímax única
- Plantio de mudas (previsibilidade), alta diversidade

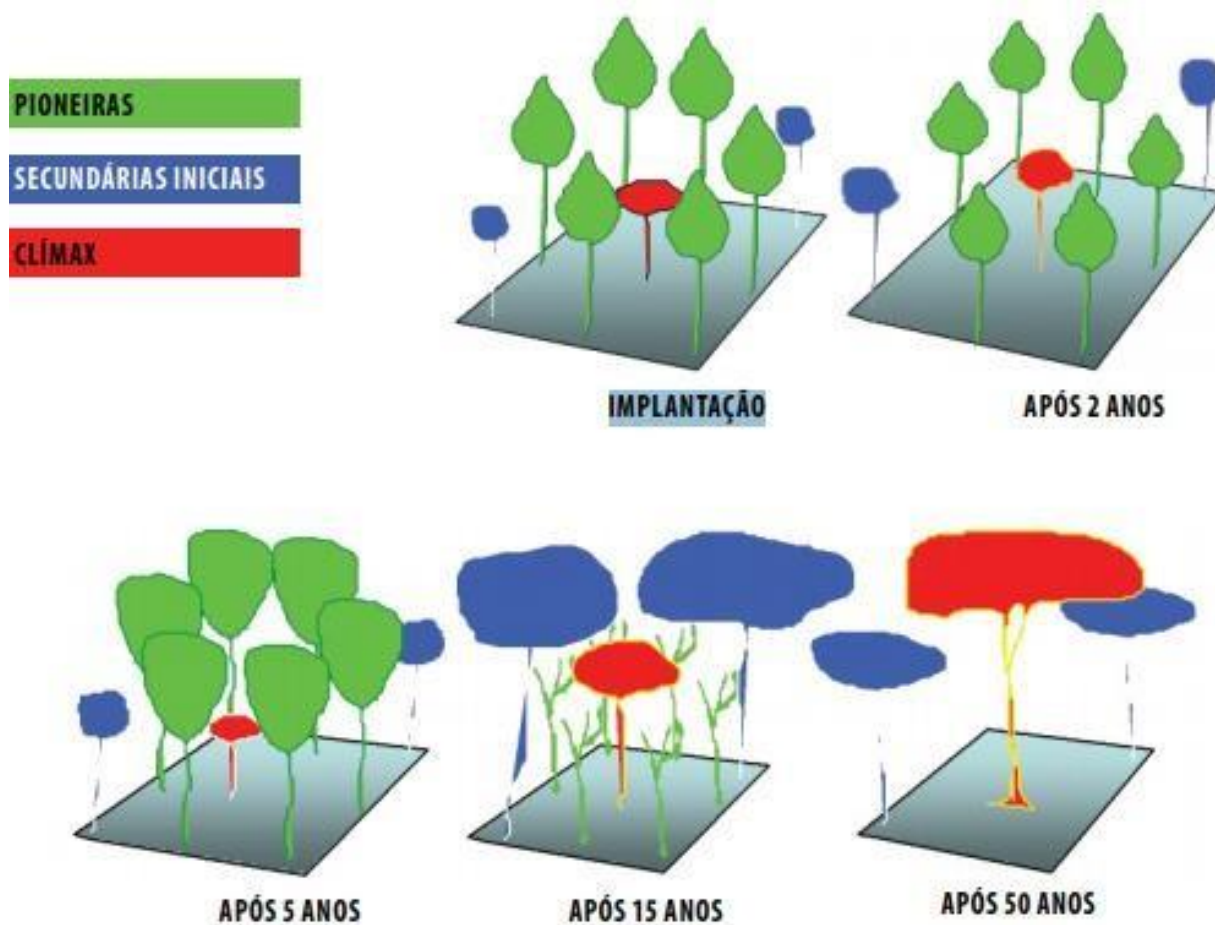
Iracamépolis-SP



HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- Fase 3: 1980 a 1990



Restauração no Brasil

- **Fase 4: 1990 a 2010**

- Sucessão ecológica não determinística
- Foco na recuperação de processos ecológicos
manutenção da floresta
- Alta diversidade (80 a 90 espécies por hectare)
- Adoção de métodos alternativos ao plantio de mudas

HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- Fase 4: 1990 a 2010
 - Sucessão ecológica não determinística

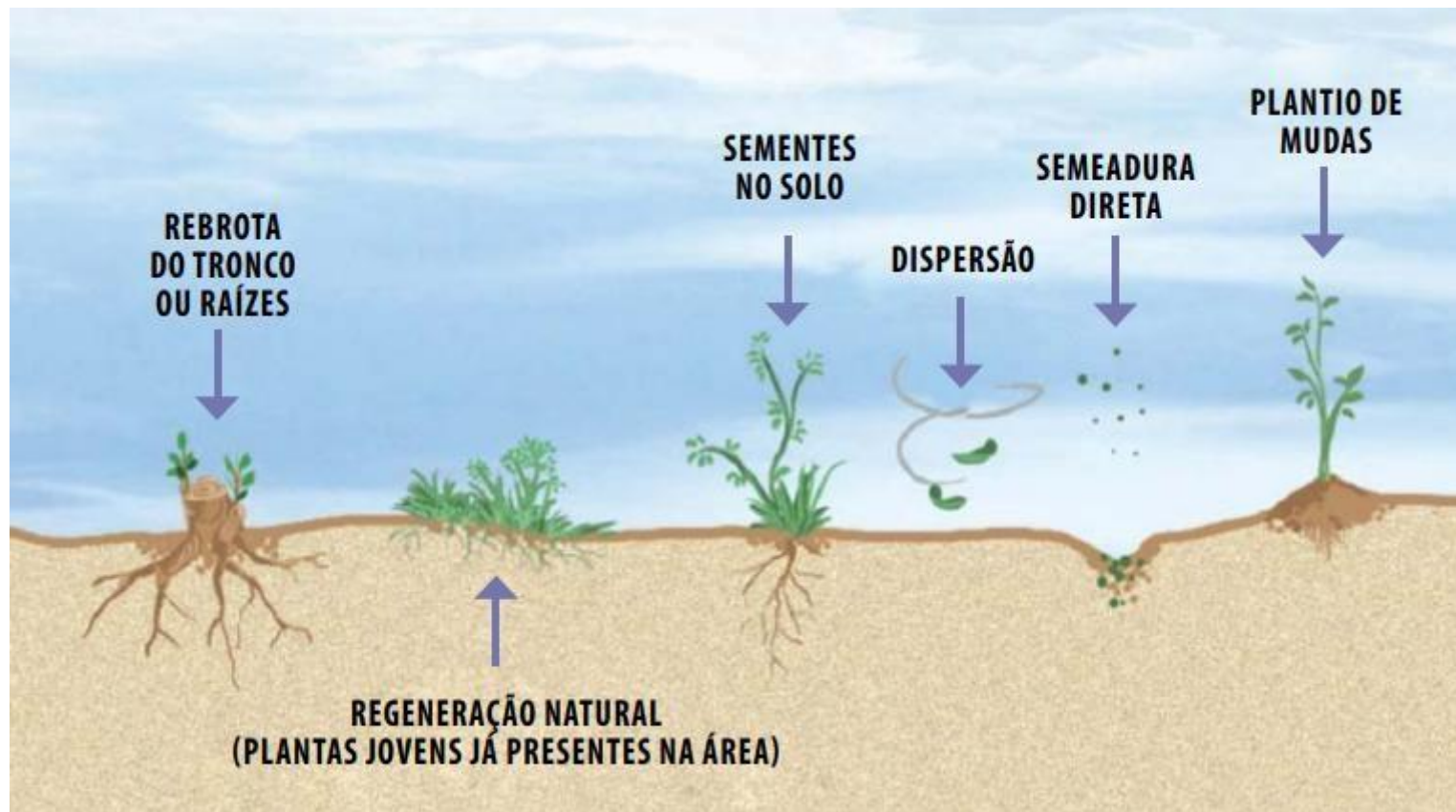


HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- **Fase 4: 1990 a 2010**

- Aceitação de métodos menos previsíveis (e custosos!)



HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- **Fase 5: a partir de 2010 (fase atual)**
 - Mesmos princípios da fase 4, buscando reduzir custos
 - Tentativa de aumentar a adesão de produtores
 - De que adianta ter a técnica se o produtor não tiver motivação a fazê-lo?



HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- **Fase 5: dar escala à restauração**
 - Pagamento por serviços ambientais
 - Uso econômico da restauração
 - Uso de mudas menores e semeadura direta
 - Envolvimento de múltiplos atores (empresas, viveiros, governos,...)



HISTÓRICO DA RESTAURAÇÃO

Restauração no Brasil

- **Fase 5: dar escala à restauração**
 - Uso econômico de florestas em restauração



https://www.youtube.com/watch?time_continue=16&v=Sz9sHP39cgQ

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

FIM DA PARTE 1



RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

PARTE 2

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

RESTAURAÇÃO NA PRÁTICA

RESTAURAÇÃO NA PRÁTICA

Por que restaurar?

- Da parte anterior:

Co-benefícios biodiversidade-agricultura

Aumento de conectividade

Qualidade/quantidade da água

Adequação à legislação

Proteção de áreas frágeis

Conservação da biodiversidade

Combate à erosão do solo

Corredores ecológicos

RESTAURAÇÃO NA PRÁTICA

Como restaurar?

- As três etapas da restauração ecológica

RESTAURAÇÃO
+

ECOLÓGICA



1. Exame (diagnóstico ambiental)
2. Prescrição de um tratamento (métodos de restauração ecológica)
3. Acompanhamento (monitoramento)

**DIAGNÓSTICO
AMBIENTAL**

Primeira etapa da restauração!

- **Objetivo: apoiar o planejamento da restauração**
 - Redução de gastos de até 40%
 - Erro de diagnóstico = Perda de recursos



Primeira etapa da restauração!

- 1) **Definir a área de trabalho**
- 2) **Definir o ecossistema de referência (objetivos)**
- 3) **Interpretação de imagens aéreas para:**
 - 3.1 Macrozoneamento (inserção na paisagem, conectividade, UCs, RLs)
 - 3.2 Classificação do uso e ocupação do solo
 - 3.3 Delimitar áreas a serem restauradas (APPs, RL potenciais)
- 4) **Checagens de campo para:**
 - 4.1 Corrigir a classificação de uso do solo
 - 4.2 Identificar fatores de degradação
 - 4.3 Avaliar o potencial de regeneração natural (local e paisagem)
- 5) **Definir os métodos de restauração apropriados**
- 6) **Avaliação de degradação dos remanescentes florestais**

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

1) Definir a área de trabalho

- Propriedade rural ou microbacia



2) Ecossistemas de referência

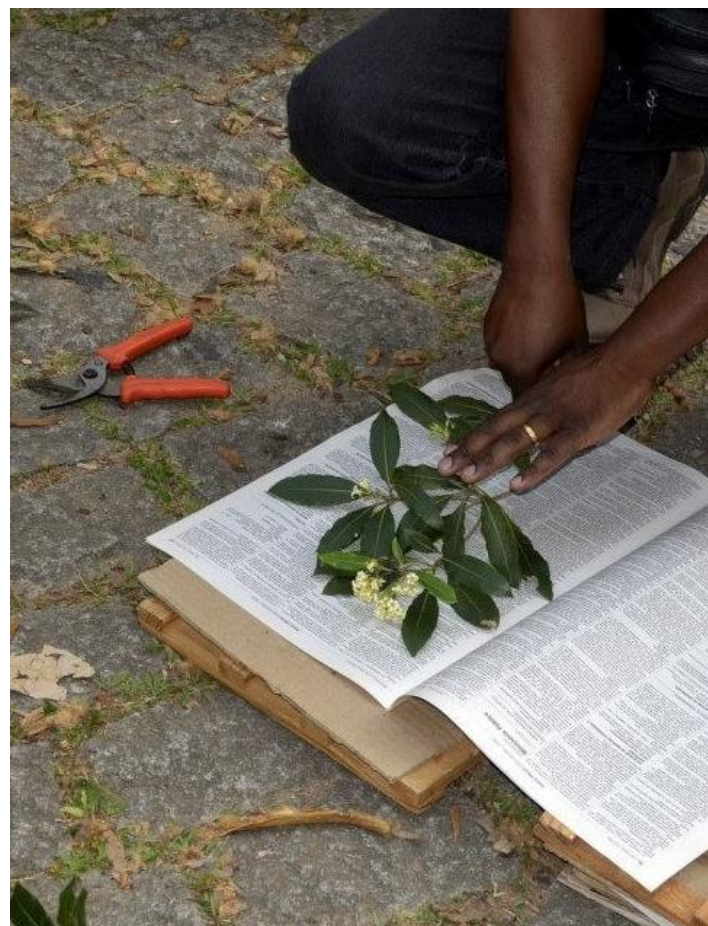
- **Definição de metas para a restauração**
 - Vegetação natural não degradada (uma ou várias)
 - Da mesma região e tipo de vegetação
 - Ajuda na seleção de espécies para a restauração



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

2) Ecossistemas de referência

- Caracterização: botânica e florestal



2) Ecossistemas de referência

- **Ausência de vegetação nativa não degradada?**
 - Registros de herbário (espécies presentes no passado e região)
 - Relatos históricos de pessoas do local
 - Fotografias antigas (no solo ou aéreas)
 - Inferências baseadas em clima, solo e topografia



2) Ecossistemas de referência

- Metas variam de acordo com a referência
 - Metas da restauração: estrutura, diversidade, composição

Floresta



Restinga



X

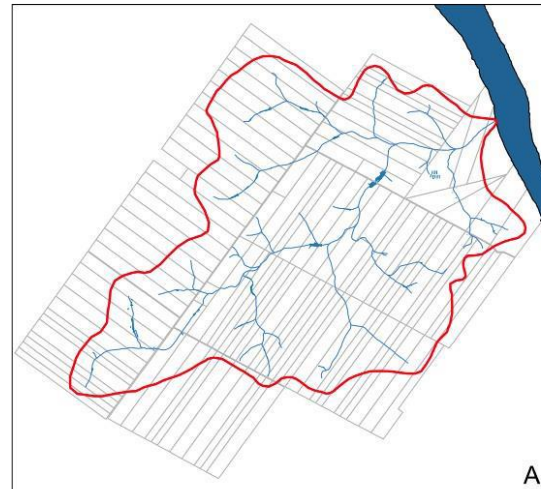
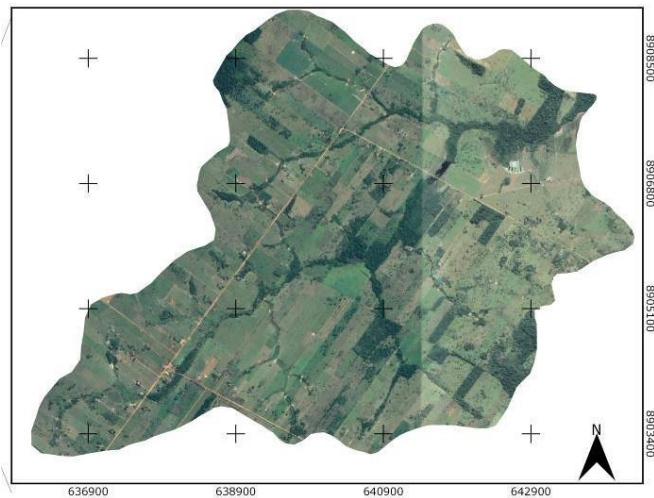
3.1) Macrozoneamento

- **Contextualização regional**
 - Mapas de tipos de vegetação, solos, topografia, cursos d'água
 - Remanescentes naturais? Unidades de Conservação?- Reserva Legal no entorno? => **corredores ecológicos**



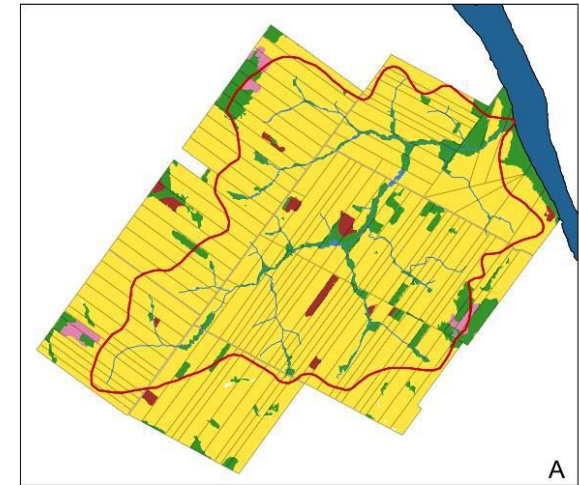
3.2) Uso do solo na área

- **Contextualização local (micro-zoneamento)**
 - Nascentes, áreas íngremes, área produtiva, áreas improdutivas, área construída, área natural, etc..



Legenda (base ICV - 2016)

- Microbacia
- Rede hidrográfica
- Rio Teles Pires
- Imóveis rurais

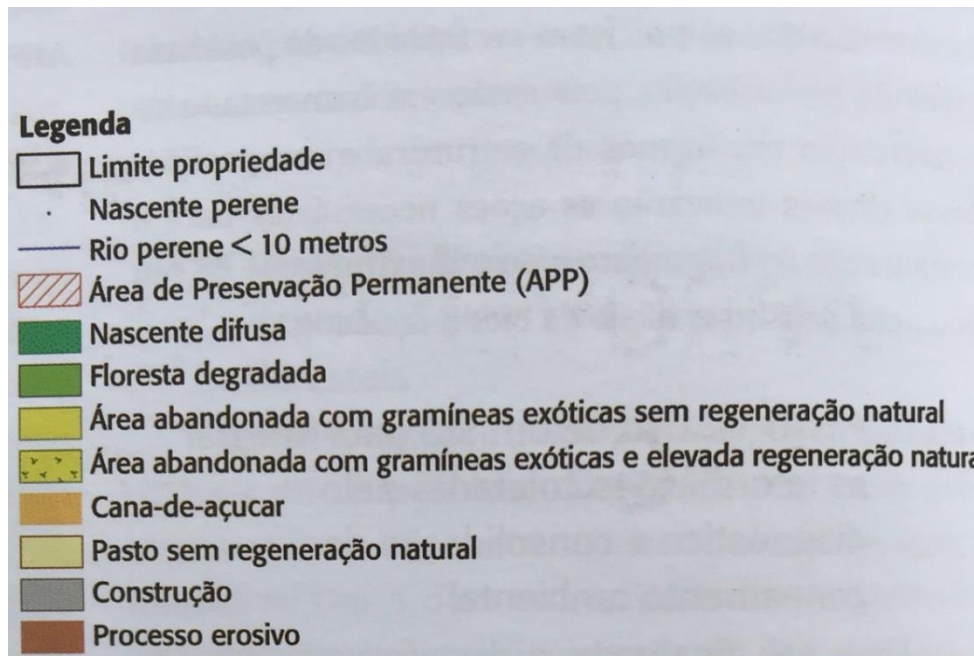


Legenda (base ICV - 2016)

- Microbacia
- Rede hidrográfica
- Rio Teles Pires
- Imóveis rurais
- Reservatório artificial
- Afloramento rochoso
- Área abandonada ou de pousio
- Área de uso consolidado
- Área desmatada após julho de 2008
- Remanescente de vegetação nativa

3.3) Delimitar áreas p/ restauração

- APPs e RLs, áreas com erosão, abandonadas ou improdutivas



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4) Checagens de campo

- Identificação dos fatores de degradação
 - Presença de espécies invasoras, pisoteio por gado, gramíneas exóticas, etc.



4) Checagens de campo

- **Resiliência local**

- Histórico: Tipo e intensidade do uso do solo
- Regeneração: Sobreviventes, Rebrotas, Germinação



4) Checagens de campo

- **Resiliência da paisagem**
 - Contribuição potencial da paisagem para a regeneração natural via dispersão de sementes e polinizadores



4) Checagens de campo

- **Resiliência da paisagem**
 - Mesmo uso do solo, contextos diferentes



Pasto isolado



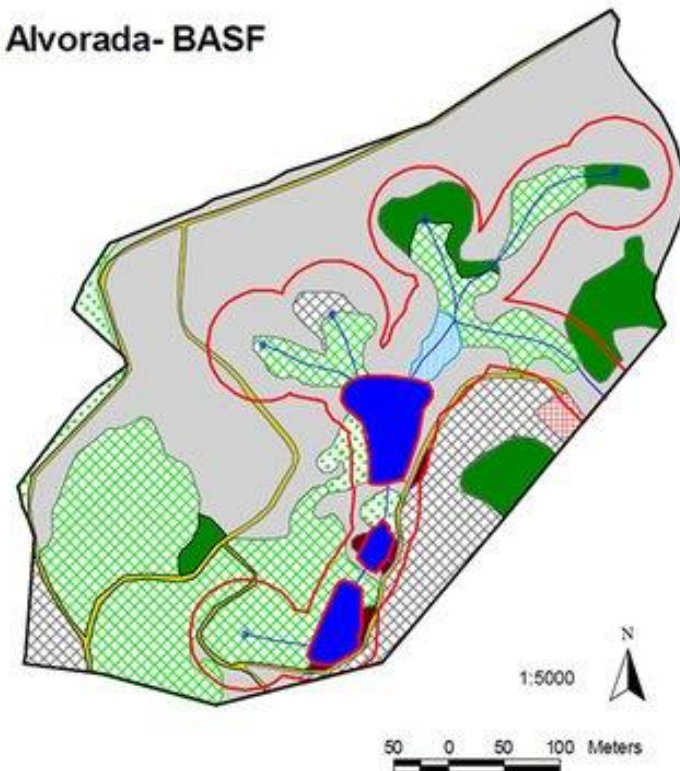
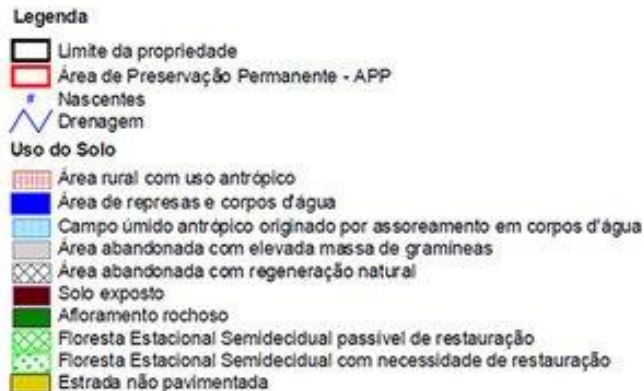
Pasto conectado

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Resultado final

- Diagnóstico ambiental
 - Definir dos métodos de restauração apropriados
 - Avaliar a degradação dos remanescentes naturais

Mapa de uso e ocupação do solo - Sítio Alvorada- BASF
Amparo - SP



**AÇÕES PRÉVIAS
DE RESTAURAÇÃO**

Retirada dos fatores de degradação

- Primeira ação de restauração
 - Deve ser tomada **SEMPRE!**



Retirada dos fatores de degradação

- **Instalação de cercas para remoção do gado**
 - Evita o pisoteio e pastejo da regeneração natural



Retirada dos fatores de degradação

- Em paisagens com alta resiliência, o isolamento dos fatores de degradação pode ser suficiente



Retirada dos fatores de degradação

- **Fogo**
 - Eliminação de queimadas e instalação de aceiros



Retirada dos fatores de degradação

- **Remoção de fatores de degradação do solo**
 - Subsolo exposto, erosão, perda de nutrientes e M.O.
 - Controle de erosão, descompactação, correção química, ...



Processo erosivo



Terraceamento

Retirada dos fatores de degradação

- **Recuperação do solo**
 - Exemplo: adubação verde



Adubação verde: exemplo de reabilitação



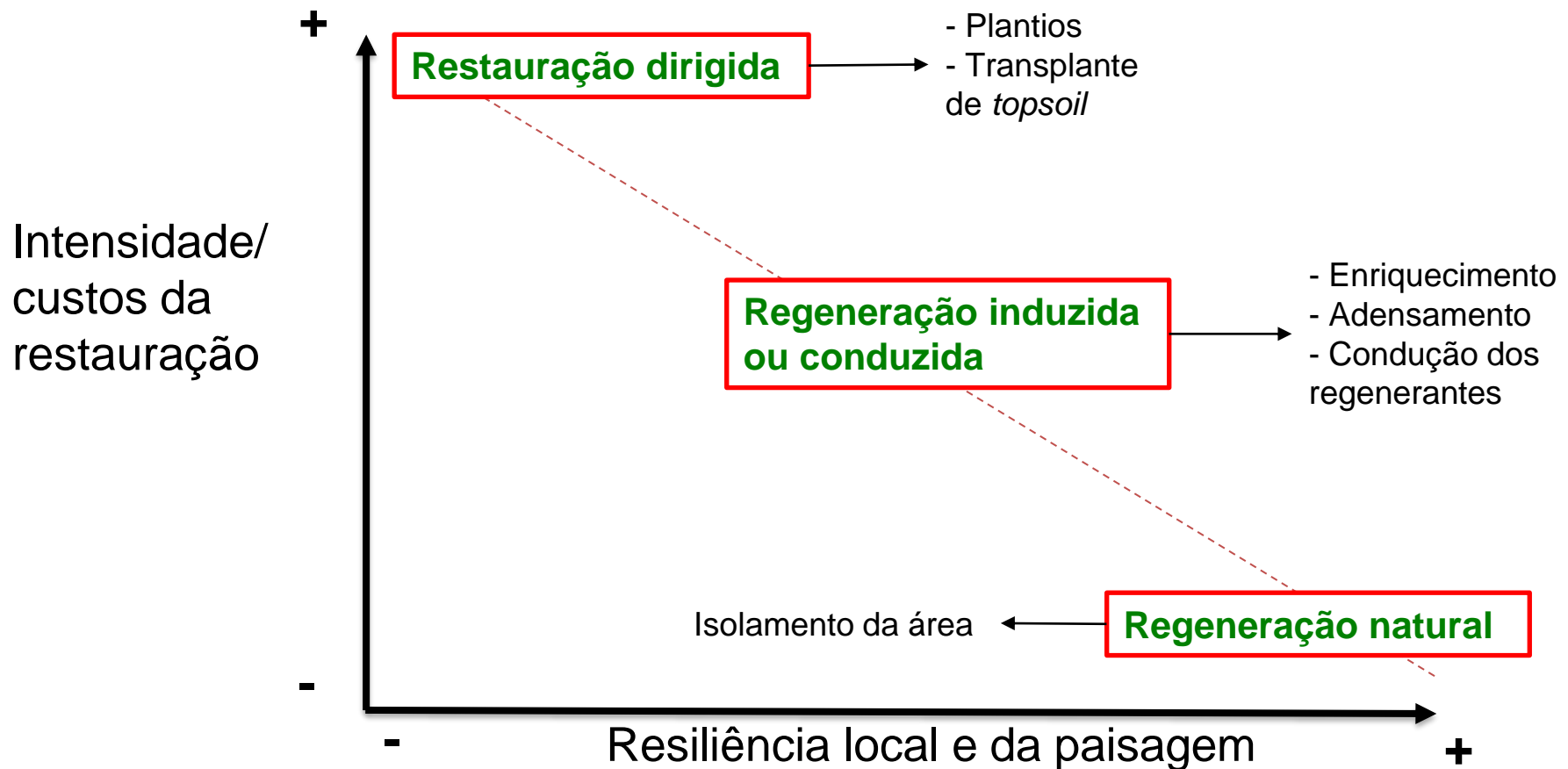
Feijão-guandu

**MÉTODO DE
RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA**

MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Escolha depende do diagnóstico

- Relação entre resiliência e intensidade da restauração



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Isolamento da área

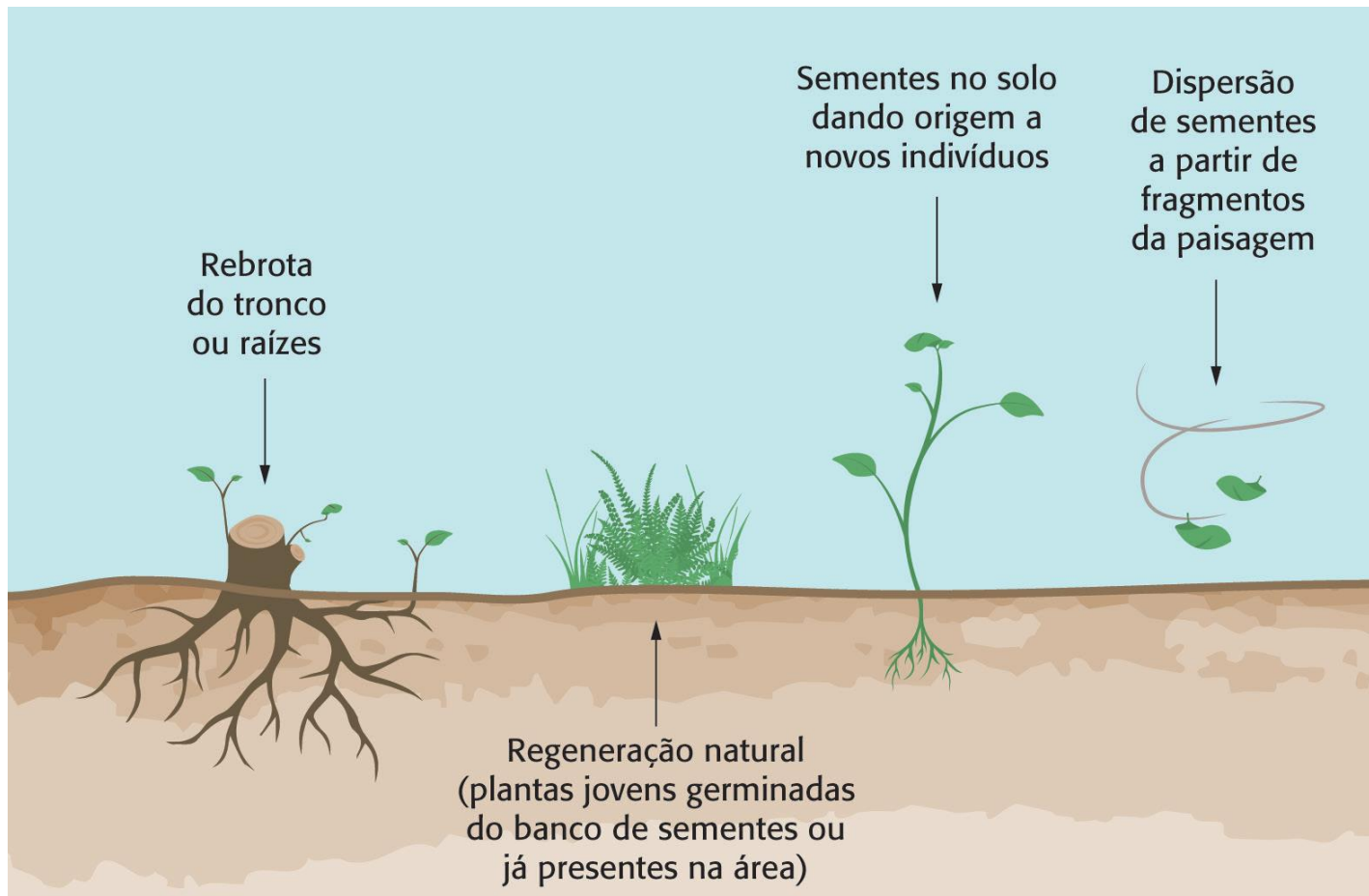
- "Restauração passiva" ou regeneração natural
 - Para áreas com alta resiliência



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Condução da regeneração natural

- Diferentes expressões da regeneração natural



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Condução da regeneração natural

- Remover fatores que impeçam a regeneração natural
 - Insuficiente: < 1.500 mudas/ha
 - Regular: entre 1.500 e 3.000 mudas/ha
 - Boa: >3.000 mudas/ha



**Coroamento,
adubação, controle
de formigas
cortadeiras, etc.**

MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Indução da regeneração natural

- **Exposição do banco de sementes local à luz**
 - Perigoso na presença de espécies exóticas invasoras, que podem germinar também!



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Indução da regeneração natural

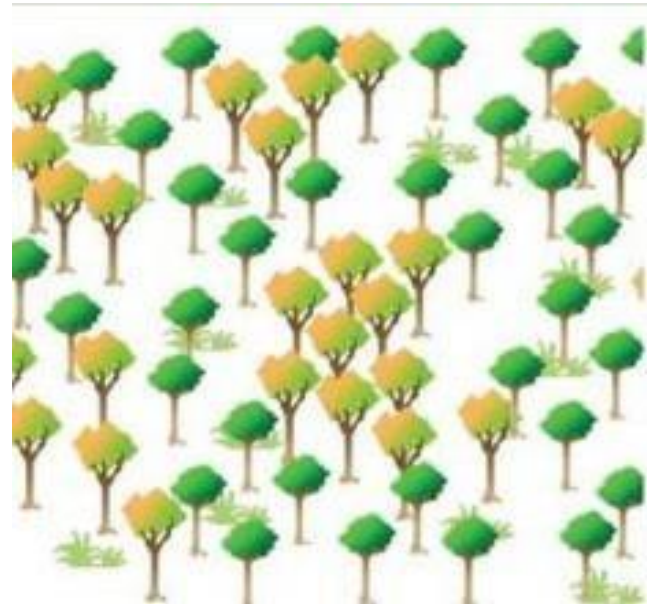
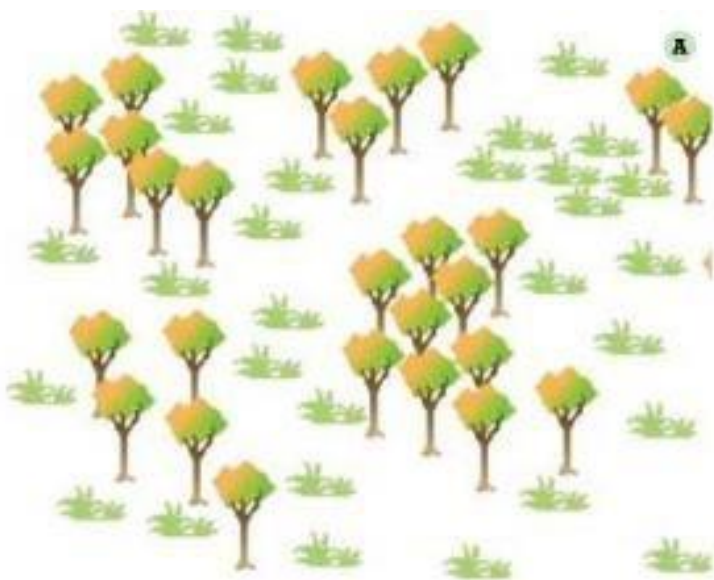
- Exposição do banco de sementes local à luz
 - Perigoso na presença de espécies exóticas invasoras, que podem germinar também!



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Adensamento com nativas

- **Áreas com baixa ocupação dos espaços**
 - Lei SMA/SP 32: cobertura do solo deve ser de 80% (de vegetação nativa)



Plantio de espécies do grupo recobrimento nas áreas abertas

MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Enriquecimento com nativas

- **Aumento da diversidade de espécies**
 - Plantios em áreas sombreadas de baixa diversidade
 - Necessário em paisagens de baixa resiliência



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Enriquecimento com nativas

- Aumento da diversidade de espécies
 - Exemplo: semeadura direta sob plantios empobrecidos



SEMEADURA DIRETA EM LINHA
NO SUB-BOSQUE PARA ENRIQUECIMENTO

MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Enriquecimento com nativas

- Aumento da diversidade de espécies
 - Exemplo: transplante de plântulas de áreas próximas



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Enriquecimento com nativas

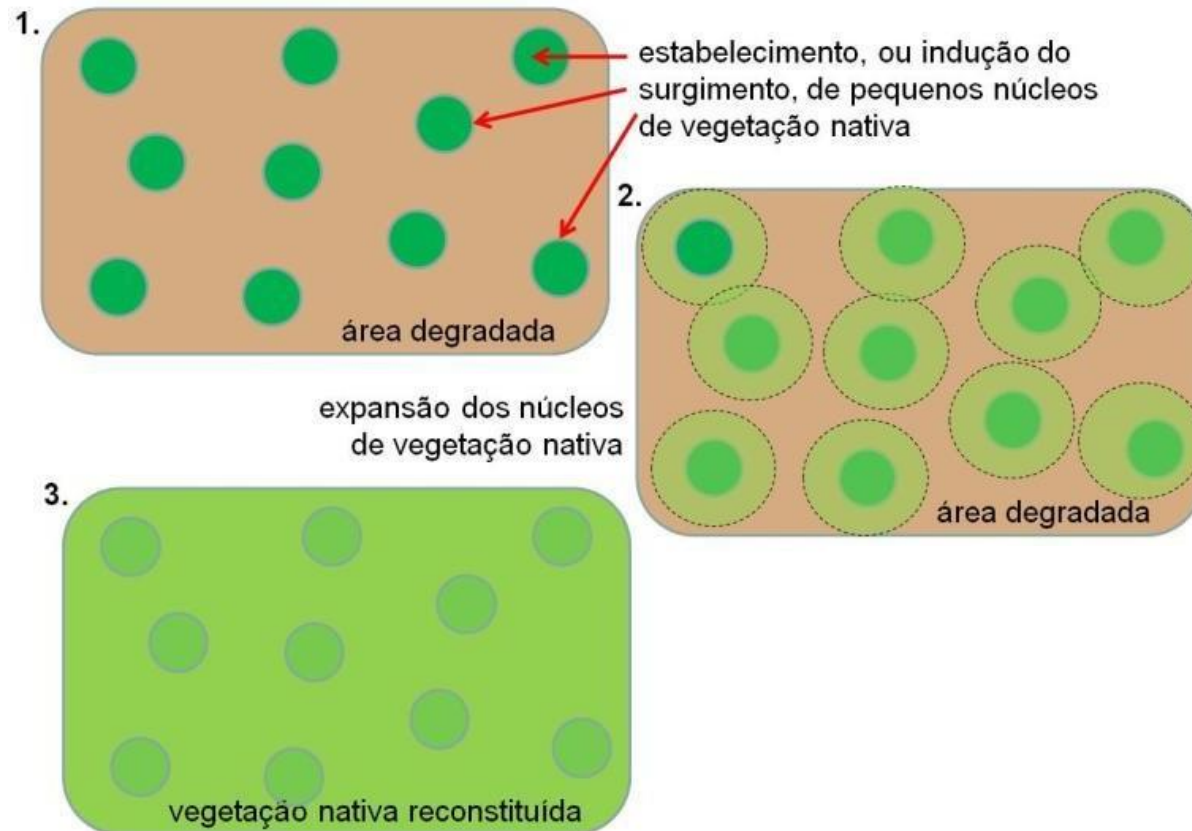
- Aumento da diversidade de espécies
 - Exemplo: transplante de outras formas de vida (epífitas)



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Plantio em núcleos (nucleação)

- Áreas de alta resiliência de paisagem
 - Monitoramento: necessidade de adensa/o ou enriqueci/o



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

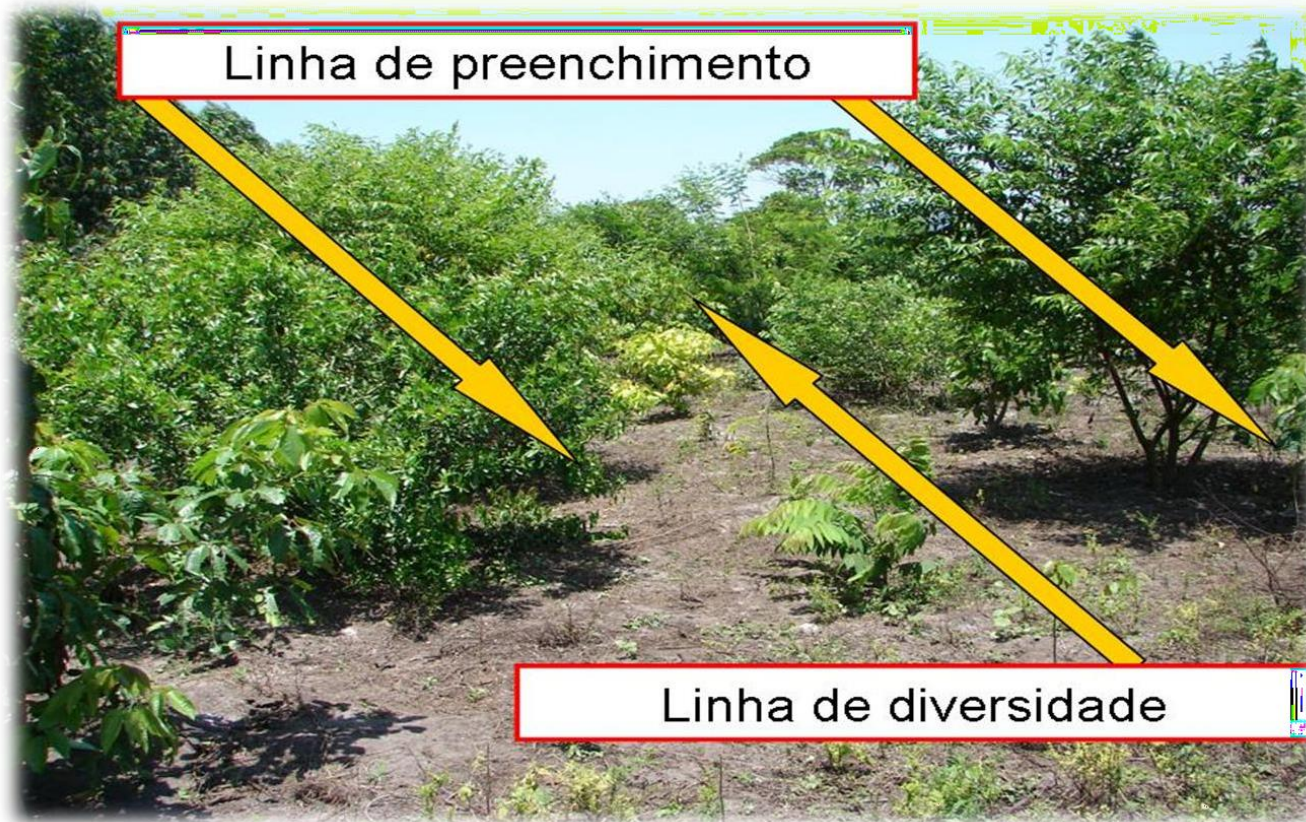
E quando não há resiliência local e da paisagem?



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Plantio em área total

- Para áreas de baixa resiliência local e da paisagem
 - Plantio em linhas de recobrimento e de diversidade



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Plantio em área total

- Plantio em linhas de recobrimento e de diversidade
 - Exemplo: área de 6 meses



Linha de recobrimento

Linha de diversidade



Linha de recobrimento

MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Plantio em área total

- Grupos de plantio

Recobrimento: Espécies de crescimento rápido e ampla cobertura de copa, capazes de sombrear solo rapidamente e eliminar gramíneas



Diversidade: Espécies mais finais de sucessão ou iniciais, mas com importantes papéis ecológicos



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Plantio em área total

- **CrITÉrios de seleção de espécies**
 - Potencial de crescimento e sombreamento
 - Atratividade da fauna (tipo e tamanho dos frutos/flores)
 - Resistência   dessecação
 - Fixa o/ciclagem de nutrientes
 - Potencial de estoque de carbono
 - Valor de conserva o, etc.



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Plantio em área total

- **Importância da seleção de espécies**
 - Alta mortalidade devido à má seleção das espécies:
 - espécies de mata ciliar plantadas em um cerradão



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Plantio em área total

- **Necessita de uma cadeia de restauração**
 - Garantir alta diversidade de espécies e genética



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Semeadura direta

- Espécies de recobrimento, diversidade ou ambas



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Semeadura direta

- Muvuca de sementes



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Semeadura direta

- Muvuca de semente
 - Restauração em maior escala
 - Cadeia da restauração: **Redes de coletores de sementes**



Quem Somos Mapa Biblioteca Lista de espécies Notícias Imprensa Contato Login/Cadastro



Documentário: <https://fazedoresdefloresta.org>

Video: <https://youtu.be/rGWYzV9hTjA>

Canal YouTube: <https://www.youtube.com/channel/UC6eGCvnmgbEp4XWpjuUhcww>

MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Semeadura direta

- **Hidrossemeadura**
 - Pasta de celulose e microsulcos
 - 20 espécies iniciais
 - Boa resiliência (enriquecimento natural)

2003



2004



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Plantio + Semeadura direta

- **Nativas de recobrimento e adubação verde**
 - Redução do tempo de estruturação e dos custos de manutenção



<https://www.youtube.com/watch?v=Z2tqWyYsrBU>

MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Transposição de solo florestal

- **Transferência de banco de sementes**
 - Solo com sementes, rebrotas de caules, raízes e galhos, serapilheira, matéria orgânica, nutrientes, fauna edáfica, etc.



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Transposição de solo florestal

- **Transferência de banco de sementes**
 - Custo elevado! Mais usado em solos degradados de taludes, erosões, mineração



MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO

Transposição de solo florestal

- Transferência de banco de sementes



**MONITORAMENTO
DA RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA**

MONITORAMENTO

Restauração é pouco previsível

- Restauração de processos + trajetórias possíveis + vários métodos aceitos = necessidade do monitoramento



MONITORAMENTO

Restauração é pouco previsível

- **Monitoramento:** A restauração está na trajetória certa?
 - Construção de dossel longo (eliminação de competidoras)
 - Regeneração natural suficiente e diversa (dossel futuro)
 - Diversidade de espécies, funções e formas de vida
 - Flores e polinizadores, frutos e dispersores (interações)



Legislação de monitoramento

- Para SP: Resolução SMA de 2014



**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE
GABINETE DO SECRETÁRIO**

PUBLICADA NO DOE DE 05-04-2014 SEÇÃO I PÁG 36-37

RESOLUÇÃO SMA Nº 32, DE 03 DE ABRIL DE 2014

Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas.

MONITORAMENTO

Legislação de monitoramento

- Para SP: Resolução SMA de 2014

Florestas Ombrófilas e Estacionais ** / Restinga Florestal ** / Mata Ciliar em região de Cerrado **										
Indicador	Cobertura do solo com vegetação nativa (%)*			Densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha)***			No. de espécies nativas regenerantes (n° ssp.)***			
Nível de adequação	crítico	mínimo	adequado	crítico	mínimo	adequado	crítico	mínimo	adequado	
Valores intermediários de referência	3 anos	0 a 15	15 a 80	acima de 80	-	0 a 200	acima de 200	-	0 a 3	acima de 3
	5 anos	0 a 30	30 a 80	acima de 80	0 a 200	200 a 1000	acima de 1000	0 a 3	3 a 10	acima de 10
	10 anos	0 a 50	50 a 80	acima de 80	0 a 1000	1000 a 2000	acima de 2000	0 a 10	10 a 20	acima de 20
	15 anos	0 a 70	70 a 80	acima de 80	0 a 2000	2000 a 2500	acima de 2500	0 a 20	20 a 25	acima de 25
Valores utilizados para atestar recomposição	20 anos	0 a 80	-	acima de 80	0 a 3000	-	acima de 3000	0 a 30	-	acima de 30

MONITORAMENTO

Protocolos de monitoramento

- **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**
 - Monitoramento mais complexo que o da SMA 32
 - cobertura de exóticas, diferentes formas de crescimento e atributos funcionais, serapilheira, biomassa de árvores e aspectos socioeconômicos.



MONITORAMENTO

Manejo adaptativo

- **Ações corretivas para o sucesso da restauração**
 - Controle de espécies abundantes, capinas/podas, etc.
 - Plantios de reposição ou enriquecimento



Sucesso da restauração

- **Atributos de ecossistemas restaurados**

- 1) Conjunto de **espécies compatível** com o ecossistema de refer.
- 2) Maioria de **espécies nativas** (exóticas não invasoras são toleradas)
- 3) Todos os **grupos funcionais** necessários presentes (ou com potencial para colonização)
- 4) Ambiente capaz de sustentar **populações reprodutivas**
- 5) Ecossistema integrado a paisagem e interagindo com ela
- 6) **Ameaças eliminadas** ou reduzidas ao máximo
- 7) Ecossistema tem resiliência contra eventos de distúrbio
- 8) Ecossistema restaurado é **auto-perpetuável**

EXERCÍCIOS

EXERCÍCIO 1



EXERCÍCIO 1



EXERCÍCIO 2



EXERCÍCIO 2



10 anos depois

EXERCÍCIO 3



EXERCÍCIO 4



EXERCÍCIO 5



EXERCÍCIO 6



AÇÕES DE RESTAURAÇÃO

Chaves de tomada de decisão



Chave na pág. 96



Chave na pág. 59

Finalizando...

PARA SABER MAIS...



BRANCALION, P.H.S., GANDOLFI, S. & RODRIGUES, R.R. (2015). **Restauração Florestal**. 1ª ed, Oficina de Textos, São Paulo. Capítulos 1 a 3 e 5.



RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Org.) (2009). **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. Instituto BioAtlântica, São Paulo

<http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/produtos/livros/pacto2009.pdf>

Vídeos e reportagens atuais

Reportagem da Pesquisa FAPESP:

[http://agencia.fapesp.br/reflorestar-sim-
mas-e-preciso-saber-
onde-e-como/31709/](http://agencia.fapesp.br/reflorestar-sim-mas-e-preciso-saber-onde-e-como/31709/)

Restauração de corais:

[https://www.youtube.com/watch?time_
continue=124&v=BMC
fiLnncg8&feature=
emb_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=124&v=BMCfiLnncg8&feature=emb_logo)

Plantio escalonado:

<https://www.youtube.com/watch?v=Z2tqWyYsrBU>

Uso econômico de Reserva Legal:

[https://www.youtube.com/watch?time_
continue=16&v=Sz9sH
P39cgQ](https://www.youtube.com/watch?time_continue=16&v=Sz9sHP39cgQ)

Pagamento por serviços ambientais:

<https://www.youtube.com/watch?v=i6GLOfoXTNU>

LEITURA COMPLEMENTAR

INSIGHTS

PERSPECTIVES

ECOLOGY

Tree planting is not a simple solution

Tree planting must be carefully planned and implemented to achieve desired outcomes

By Karen D. Holl¹ and Pedro H. S. Brancalion²

A plethora of articles suggest that tree planting can overcome a host of environmental problems, including climate change, water shortages, and the sixth mass extinction (1–3). Business leaders and politicians have jumped on the tree-planting bandwagon, and numerous nonprofit organizations and governments worldwide have started initiatives to plant billions or even trillions of trees for a host of social, ecological, and



This mixed-species tree-planting project is part of a larger-scale initiative to restore 15 million hectares of Brazil's Atlantic Forest.

at Univer



PLANTIO DE ÁRVORES NÃO É UMA SOLUÇÃO SIMPLES

Karen D. Holl, Pedro H. S. Brancalion

Science 08 May 2020:
Vol. 368, Issue 6491, pp. 580-581
DOI: 10.1126/science.aba8232
Tradução: Ricardo Gomes César

O plantio de árvores deve ser planejado e implementado cuidadosamente para alcançarmos os benefícios da restauração.

Tradução de: Holl KD, Brancalion PH (2020) **Tree planting is not a simple solution.** Science 368(6491):580-581.

<http://bemambiental.org.br/site/wp-content/uploads/2020/06/plantio-nao-solucao.pdf>

LEITURA SUGERIDA

Biological Conservation 142 (2009) 1242–1251



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Biological Conservation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/biocon



On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest

Ricardo R. Rodrigues, Renato A.F. Lima *, Sérgio Gandolfi, André G. Nave

Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF), Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ - Universidade de São Paulo. Av. Pádua Dias, 11, CEP 13418-900, P.O. Box 9, Piracicaba, São Paulo, Brazil

Rodrigues, R.R., Lima, R.A.F., Gandolfi, S., Nave, A.G. (2009) **On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest.** *Biological conservation* 142(6): 1242-1251.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320708004771>

PARA LEVAR PRA CASA...

- **Melhor conservar que restaurar**
- Recuperar **ecossistemas**, mas também seus **valores econômicos e sociais**
- Restauração de **processos ecológicos** e não apenas plantar florestas
- Desafio atual: **dar escala à restauração**
- **Bom diagnóstico = menores custos**
- **Degradações diferentes** precisam de **diferentes soluções de restauração**
- Quanto **maior a degradação** e menor a resiliência, **maior a intervenção**