



Restauração de Ecossistemas Florestais: Histórico, Avanços e Desafios

VERA LEX ENGEL

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP/FCA-CAMPUS DE BOTUCATU,
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL

vera,lex@unesp.br

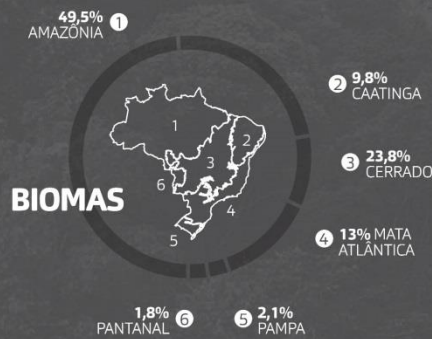
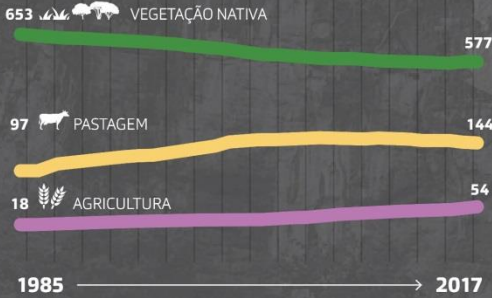
Brasil, país das florestas

2ª > superfície de florestas do mundo; > superfície de florestas tropicais

BRASIL

Evolução anual da cobertura e uso da terra (1985-2017)

Unidades em Mha.



67,8%
COBERTO COM VEGETAÇÃO NATIVA

Amazônia
85% veg. nat.
81,7% florestas
12% agropecuária

47%
AUMENTO DAS ÁREAS DE PASTAGENS

Caatinga
62,5% veg. nat.
(56,8% são florestas/savanas;
florestas)

Cerrado
veg. nat.,
s quais 45,8%
estras/savanas)
% agropecuár

Pantanal
83 % veg. nativa dos quais
(31,9% florestas ou savanas)
13,% agropecuária

Mata Atlântica
34 % veg. nat.
(31,9% florestas)
62,3% agropecuária

Pampa
53 % veg. nat.
(14,1, 9% florestas)
33,4% agropecuária

71 Mha

PERDA LÍQUIDA DE VEGETAÇÃO NATIVA ENTRE 1985 E 2017

Perda Líquida: indica o balanço entre perda (desmatamento e garimpo) e regeneração no período.



FLORESTA 527

AGROPECUÁRIA 246

FORMAÇÃO NATURAL NÃO FLORESTAL 54

ÁREA NÃO VEGETADA 5

CORPOS D'ÁGUA 17

9x
TO DAS LTURA E 2017

1985 → 2017

FLORESTA | FORMAÇÃO FLORESTAL | FORMAÇÃO SAVÂNICA | FLORESTA PLANTADA | AGROPECUÁRIA | AGRICULTURA | PASTAGEM | MOSAICO DE AGRICULTURA E PASTAGEM | FORMAÇÃO NATURAL NÃO FLORESTAL | FORMAÇÃO CAMPESTRE | OUTRA FORMAÇÃO NÃO FLORESTAL | ÁREA NÃO VEGETADA | INFRAESTRUTURA URBANA | CORPO D'ÁGUA

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO BRASIL ≈ RESTAURAÇÃO FLORESTAL



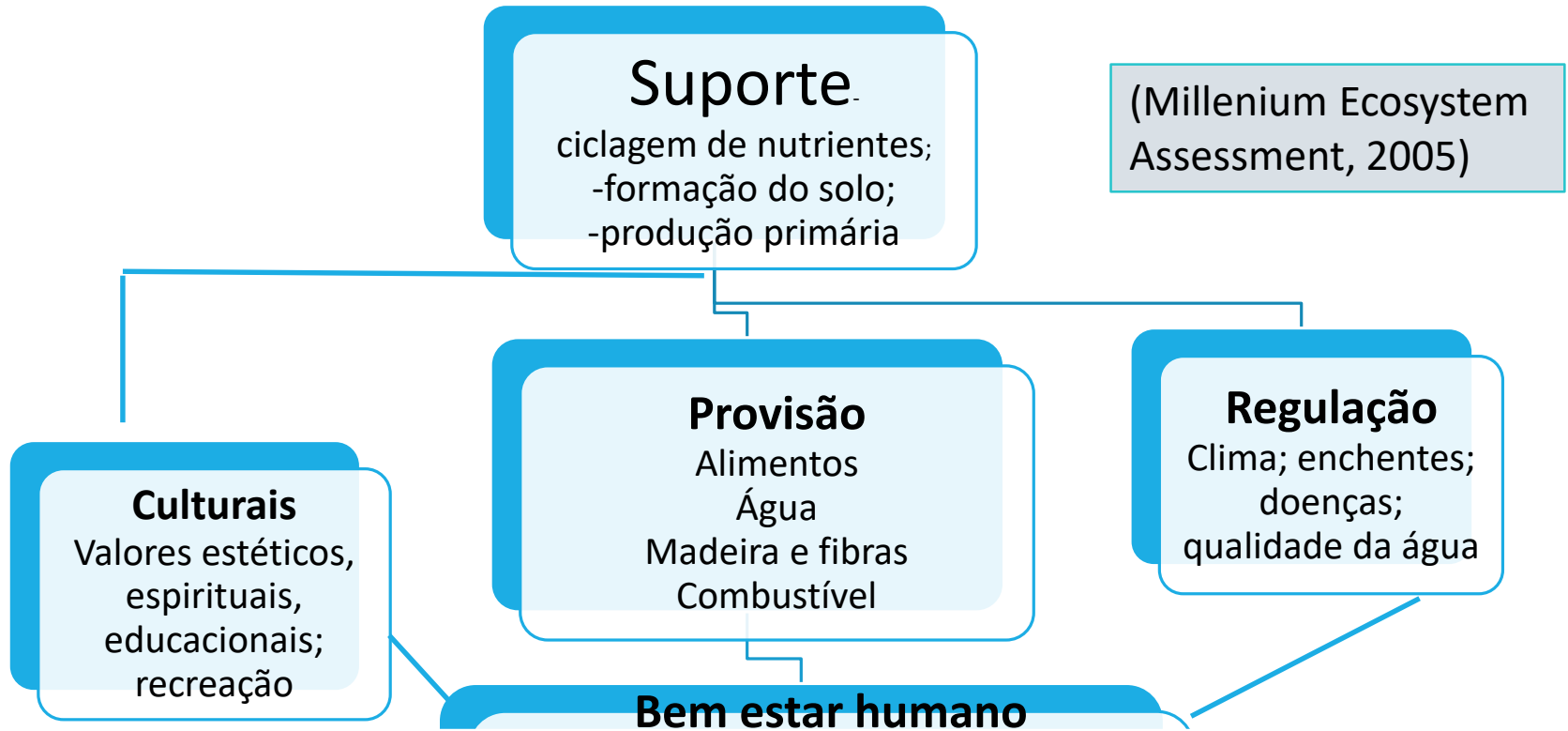
Mas então, por que ainda devemos restaurar mais florestas?? Já não temos florestas demais?

Nos últimos 30 anos:

- Perda líquida de 71 Mha de florestas (3 Mha na Mata Atlântica)
- Aumento de 3x a área de agricultura
- Aumento de 1,5x a área de pastagens

} 29% do território + 5%
de pastagens naturais
1,17 ha/habitante

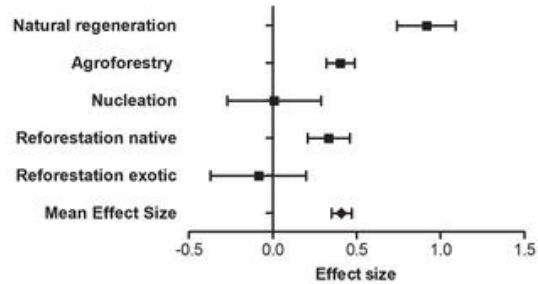
Desmatamento e degradação: perda da capacidade de fornecimento de serviços ecossistêmicos



- Valoração dos serviços ambientais da Amazônia chega a US\$700/ha/ano ou 0,5 trilhão de reais só nas áreas protegidas (Strand et al, *Nature Sustainability* 1, 657–664,2018)
- Exportações do agronegócio 100 bilhões de dólares/ano
- Amazônia: 63% das áreas desmatadas são de pecuária de baixa produtividade; 23% estão degradadas/abandonados

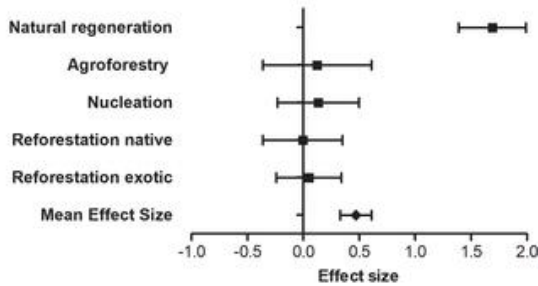
Fig 2. Tamanho do efeito (media e intervalo de confiança) de recuperação de serviços ecossistêmicos em função das estratégias de restauração

a) Restored vs Degraded



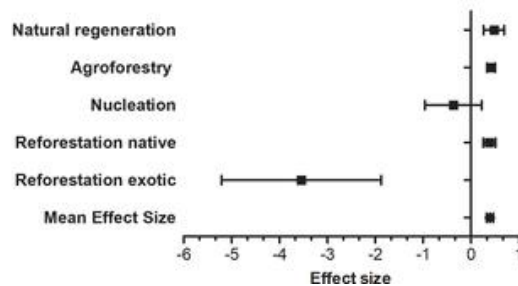
Restaurado x degradado- geral

b) Restored vs Degraded pasture



Restaurado x pastagem degradada

c) Restored vs Degraded agriculture



Restaurado x agricultura

Shimamoto CY, Padial AA, da Rosa CM, Marques MCM (2018) Restoration of ecosystem services in tropical forests: A global meta-analysis. PLOS ONE 13(12): e0208523. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208523>
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0208523>

Longa história de desmatamento



Von Martius, *Flora Brasiliensis* 1817-1820

Capitanias Hereditárias e
Sesmarias- do séc. XVI até 1822

“Olha para duas ou mais léguas de florestas como se elas não fossem nada, e ele mas as reduziu a cinzas e já lança seu olhar mais adiante para levar a destruição a outras partes; não nutre nem feição nem amor pela terra que cultiva, tendo plena consciência de que ela provavelmente não irá durar para seus filhos”.

Descrição feita por José Vieira Couto , citada em Dean (1995, p. 155)

Morros da Tijuca, 1820,
Henry Chamberlain

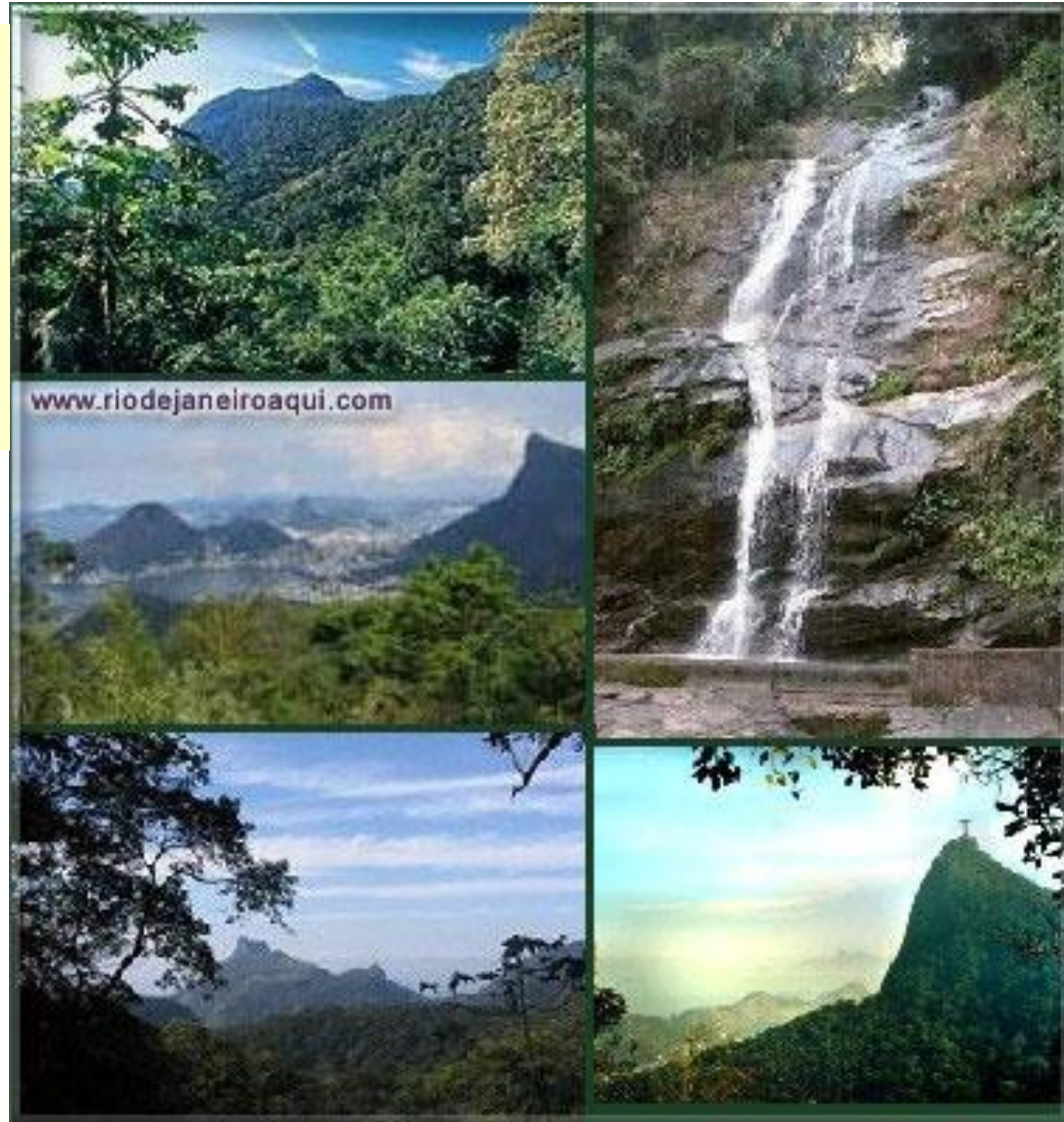


José Bonifácio, 1783: “Nossas preciosas matas vão desaparecendo, vítimas do fogo e do machado destruidor da ignorância e do egoísmo. Nossos montes e encostas vão-se escalvando diariamente, e com o andar do tempo faltarão as chuvas fecundantes (...) sem o que o nosso belo Brasil, em menos de dois séculos, ficará reduzido aos desertos áridos da Líbia”.

Major Archer, o pai da restauração florestal



1ª. iniciativa de “restauração” de florestas tropicais úmidas no mundo!



Floresta da Tijuca (1862-1892)- plantio de 127 mil árvores; maioria nativas

Outras iniciativas pioneiras no Brasil -Reflorestamentos de matas ciliares: reconhecimento do papel da floresta na conservação dos recursos hídricos

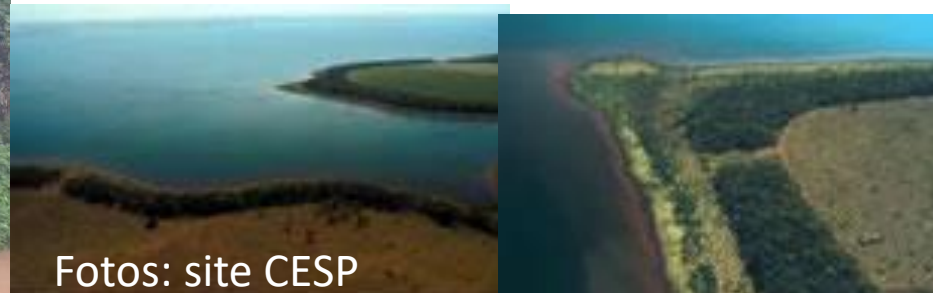


Reflorestamento da mata ciliar da Usina Esther, Cosmópolis, SP, 1955-1960, 900 mudas/ha, 20 ha



Foto: Giselda Durigan

Fazenda Cananéia, 20 ha, década de 1970, 165 espécies em espaçamento amplo, com cultivos intercalares (Pulitano et al, 2004)



Fotos: site CESP

Reflorestamentos nas margens dos reservatórios da CESP, a partir de 1975

Reflorestamento das margens dos reservatórios da Itaipu Binacional

Início em 1978;

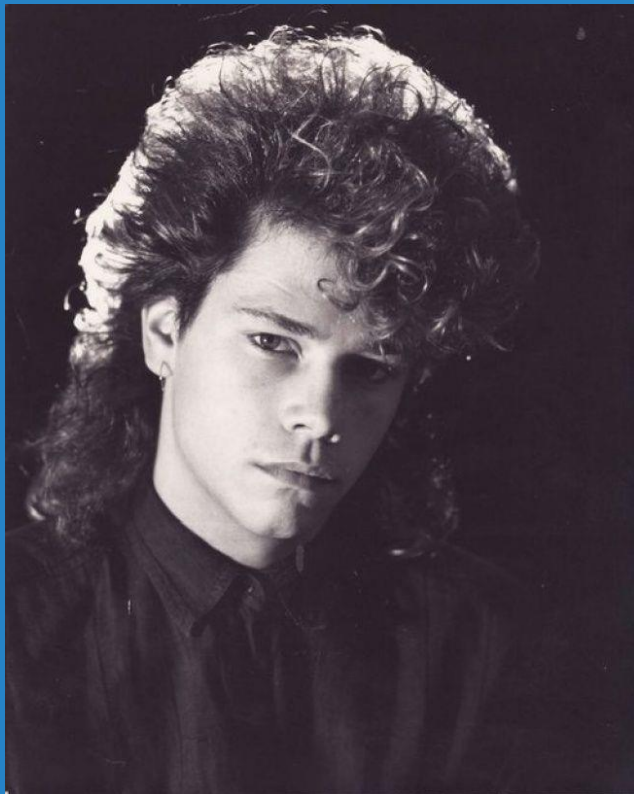
60.000 ha;

44 milhões de árvores plantadas

100 m largura, 1350 km de margens



Início dos anos 1980: novos marcos legais

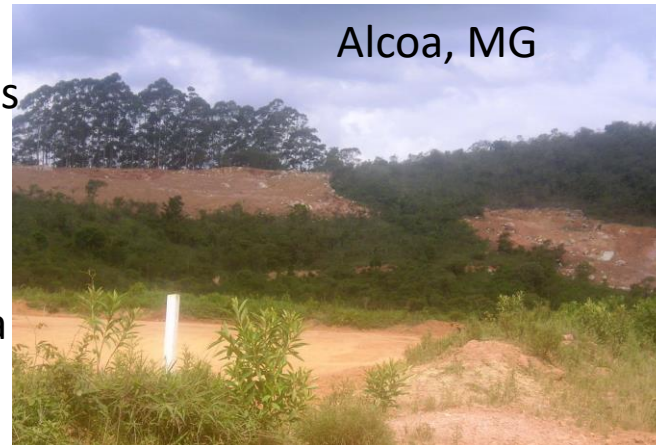


- Política Nacional de Meio Ambiente (1981)
- Licenças ambientais para empresas causadoras de impacto
- Compensação de danos e mitigação de impactos- recuperação de áreas degradadas pela mineração e construção de hidrelétricas
- 1988- Nova Constituição- direito do cidadão a uma meio ambiente equilibrado e papel do poder público
- 1998- Lei de Crimes Ambientais
- Grande demanda de plantios e alto custo
- Envolvimento das universidades e centros de pesquisa em busca de soluções
- Aproveitamento do conhecimento da silvicultura
- Final dos anos 1980- pesquisas pioneiras do convênio CESP/ESALQ ((Prof. Paulo Kageyama)- estudos ecológicos básicos envolvendo biologia reprodutiva das espécies arbóreas e sucessão secundária
- Primórdios da Ecologia da Restauração e Restauração Ecológica

História recente da Restauração Ecológica no Brasil

- Ênfase quase exclusiva em ecossistemas terrestres e em florestas
- Dicotomia entre duas linhas principais, a partir do fim dos anos 1980 (Durigan & Engel, 2015) :

Ênfase na recuperação da estrutura, composição e biodiversidade de florestas (matas ciliares e florestas de proteção); Grande embasamento na Ecologia de Comunidades
Incorporação das teorias ecológicas para aperfeiçoamento dos métodos



Recuperação e reabilitação de áreas degradadas (mineração): ênfase nas funções, com preocupação menor com a biodiversidade.



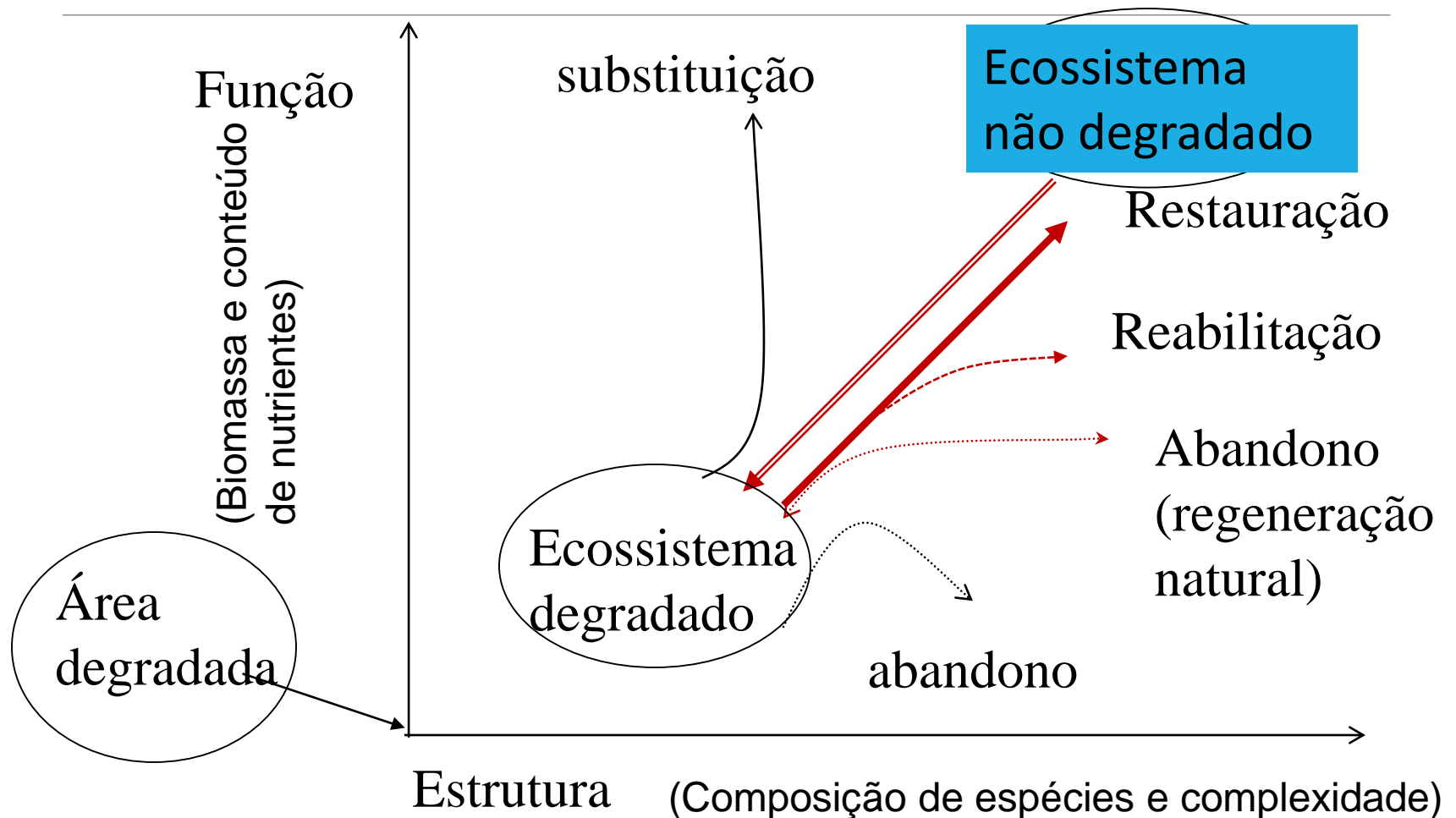
Maior embasamento na silvicultura e na engenharia

Maior dificuldade de incorporação de conceitos ecológicos

Evolução do conceito de restauração ecológica e seu uso no Brasil

ENGEL & PARROTTA, 2003; 2008; BRANCALION et al, 2016)

DIMENSÕES ECOLÓGICAS DO DESENVOLVIMENTO DOS ECOSISTEMAS NATURAIS (modificado de Bradshaw, 1987)



DEFININDO RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA



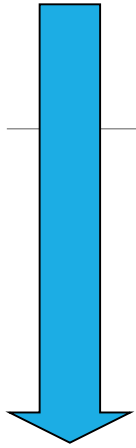
“Restauração ecológica é o processo assitiur a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (SER, 2004).

Conceito
holístico

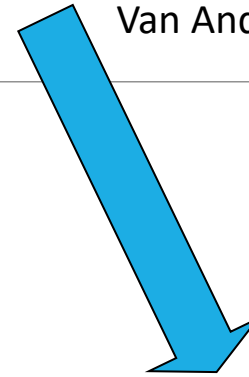
Conceito guarda-chuva que inclui diversas estratégias e opções, cujo objetivo final é um ecossistema com estrutura e funcionamento mais semelhante possível aos ecossistemas de referência

*“Ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da **integridade ecológica** e **funcionamento** dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais” (Engel & Parrotta, 2003; 2008)*

Restauração ecológica: recuperação da **saúde** e **integridade** dos ecossistemas



***Funcionamento,
estado dinâmico
global***



Van Andel & Grootjans (2005)

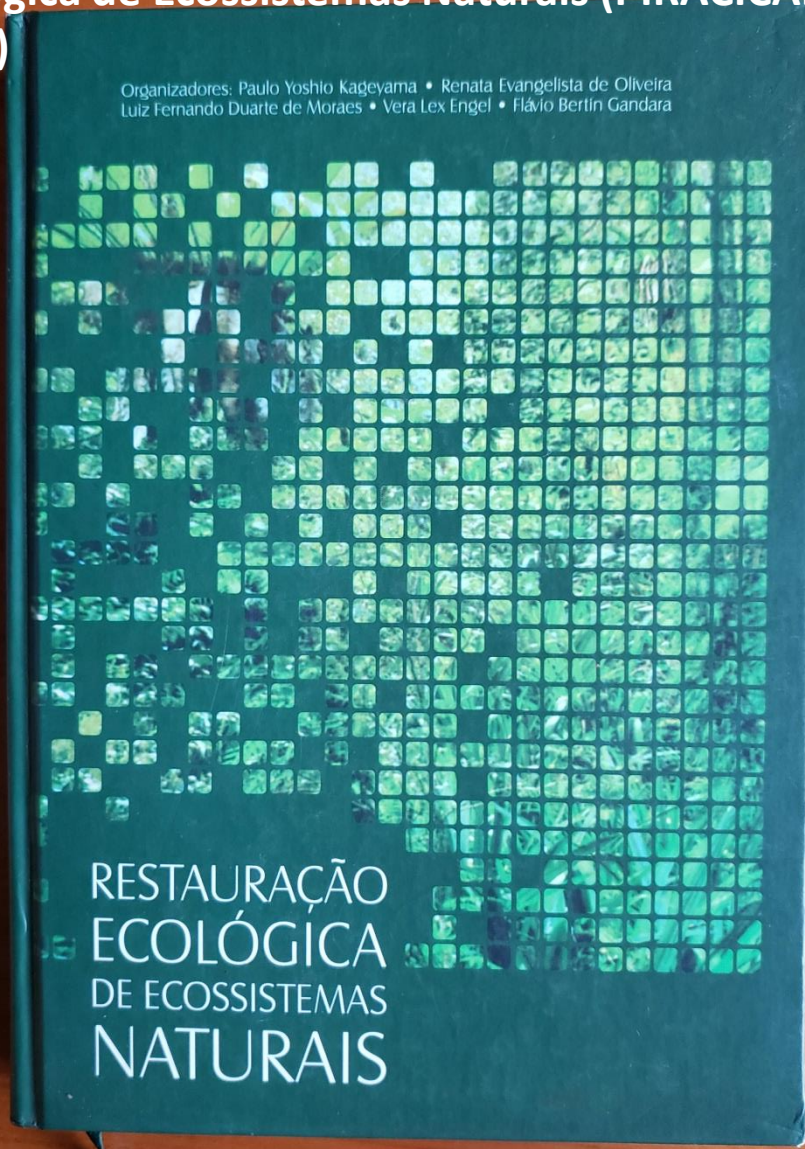
Estrutura e composição



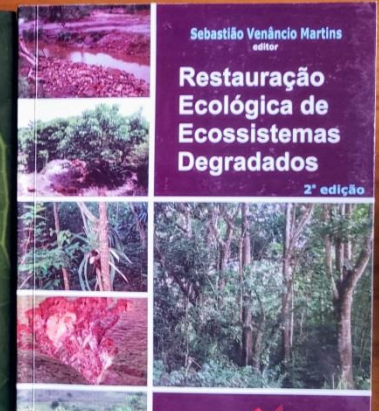
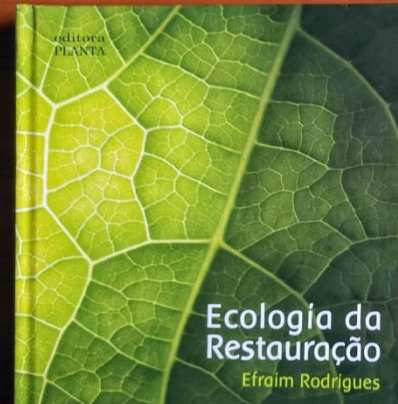
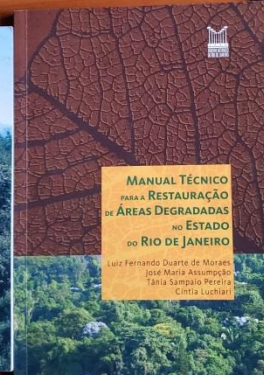
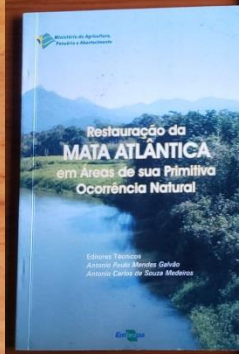


Preferência pelo uso dos termos “recuperação” e “recomposição” : “jabuticaba” brasileira

1º. Evento no Brasil: Simpósio de Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais (PIRACICABA, 1999)

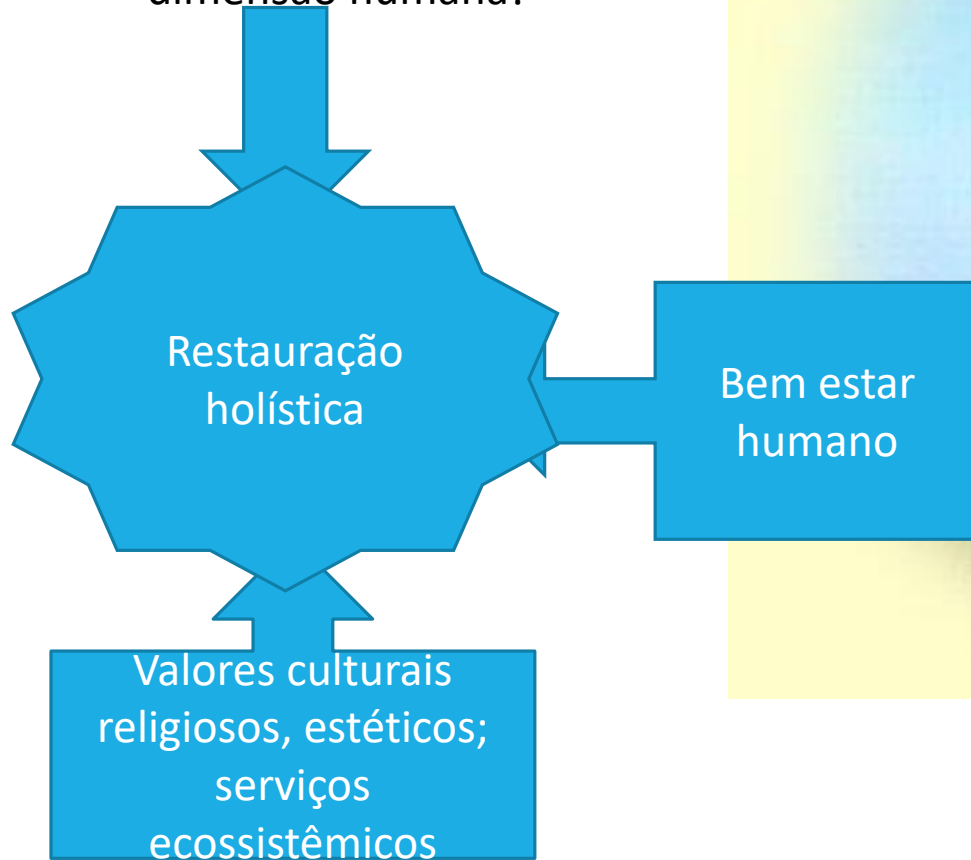


O pioneiro!



Homem é parte da natureza e dos ecossistemas!

Os padrões e processos ecológicos não podem ser entendido sem a dimensão humana!



A restauração ecológica deve almejar também o bem estar humano (Lamb et al, 2005; Clewel & Aronson, 2007)



Restauração deve contribuir para diminuição da pobreza, aumento do crescimento econômico local e melhoria da segurança ambiental

Restauração de paisagens florestais degradadas ("FLR", IUCN-FAO/WRI)

Processo a longo prazo de recuperação da funcionalidade ecológica e melhoria do bem-estar de seres humanos em paisagens florestais desmatadas ou degradadas. (Troya & Kumar, 2016)

Foco: funcionalidade florestal, ou seja, nos produtos, serviços e processos ecológicos que as florestas podem oferecer em um nível mais amplo da paisagem;

Visa o aumento da quantidade e/ou saúde das árvores em uma área.

Escala de bacias hidrográficas, jurisdições e até mesmo países, em que diversos usos da terra interagem entre si.

Almeja o restabelecimento da produtividade biológica de determinada área, visando à obtenção de inúmeros benefícios para os indivíduos e o planeta.

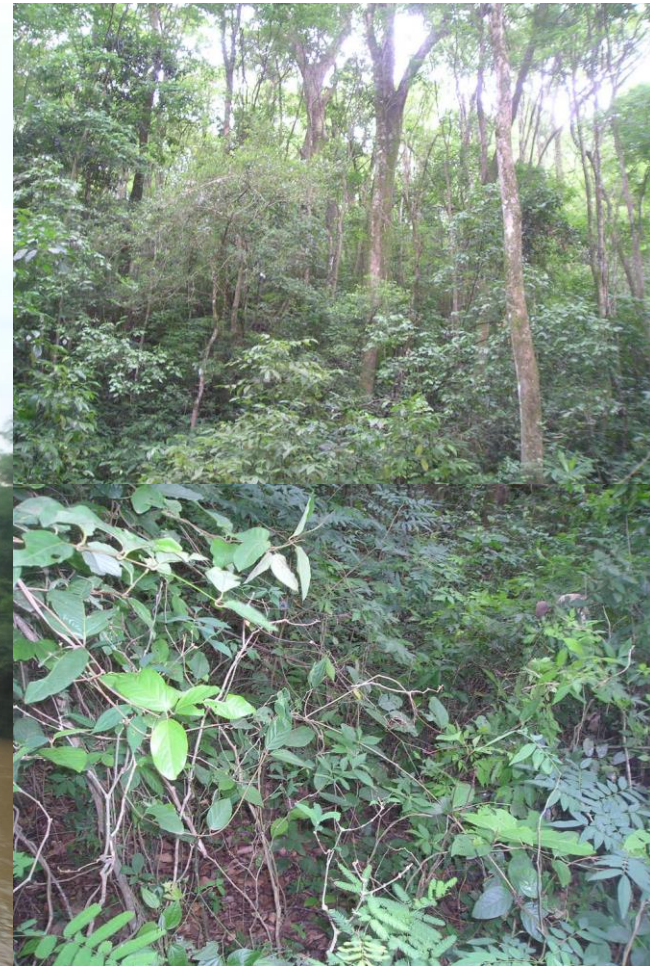
Visão plurianual das funções ecológicas e dos benefícios ao bem-estar dos seres humanos a serem gerados pela restauração, embora resultados tangíveis, como empregos, renda e sequestro de carbono comecem a aparecer de imediato.

Evolução da prática da restauração

(DURIGAN & MELLO, 2011; DURIGAN & ENGEL,
2015; BRANCALION ET AL, 2016)



Fase 1. Plantio ao acaso de espécies



Usina Esther, Cosmópolis, 52 anos

Matas ciliares: critérios de tolerância ao regime de alagamento do solo (Durigan, 1994)



Fase 2. Enfoque na composição florística e estrutura das matas de referência



Joly, C. A.; Spigolon, J. R.; Lieberg, S. A.; Salis, S.M.; Aidar, M. P. M.; Metzger, J. P. W.; Zickel, C.S.; Lobo, P. C.; Shimabukuro, M. T.; Marques, M.C. M. & Salino, A. 2000. Projeto Jacaré-Pepira – o desenvolvimento de um modelo de recomposição da mata ciliar com base na florística regional. Pp.271-287. In R. R. Rodrigues & H. F. Leitão-Filho (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. Edusp/Fapesp, São Paulo.

Rio Jacaré-Pepira (Brotas)

Fase 3. Incorporação dos modelos clássicos de sucessão- Plantio em módulos sucessionais



Iracemápolis, SP- mata de proteção ao reservatório de abastecimento de água

Plantio em linhas de pioneiras x não pioneiras



Método de espécies de preenchimento x diversidade

(Rodrigues et al 2009)

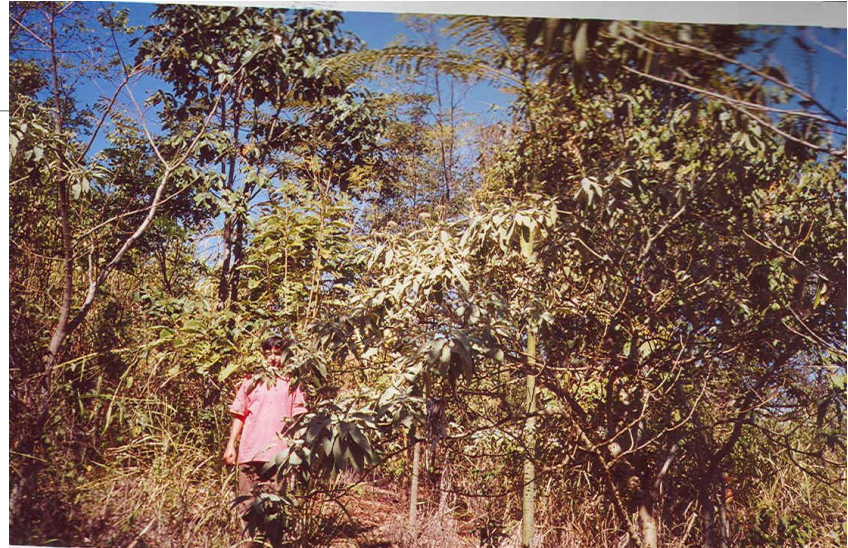


4. Ênfase nos processos ecológicos formadores e mantenedores de florestas tropicais (Brancaion et al, 2016)

Método de espécies raras x comuns



Ilhas de biodiversidade



(Kageyama et al, 2003)

Abordagem “catalítica”:
Plantios Florestais como
catalizadores da regeneração
natural natural
(Engel & Parrota, 1997)

Incorporação de critérios
socioeconômicos e de geração
de renda



Consórcio de
espécies comerciais
(25 sp) com manejo
(T4)



Sistema
agroflorestal com
produção agrícola
+ manejo florestal
(20 sp.) (T3)

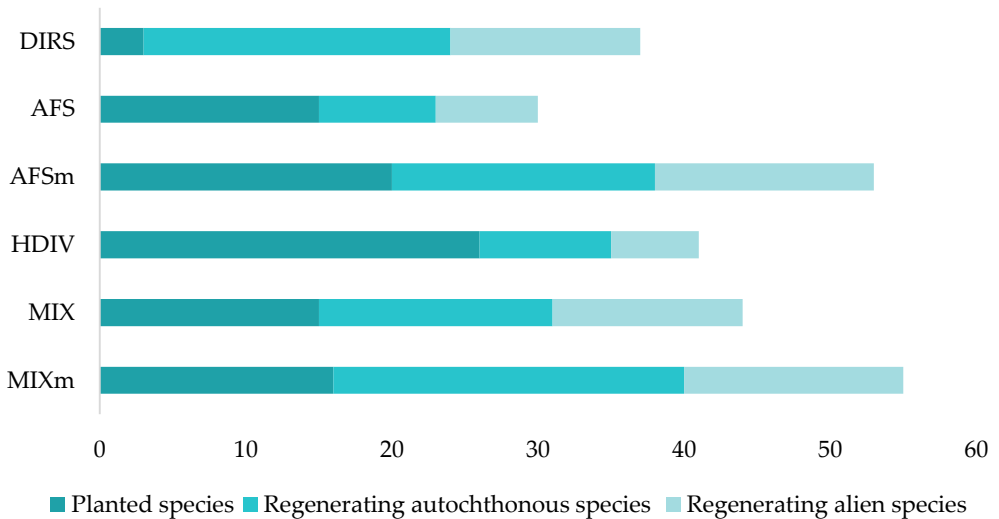
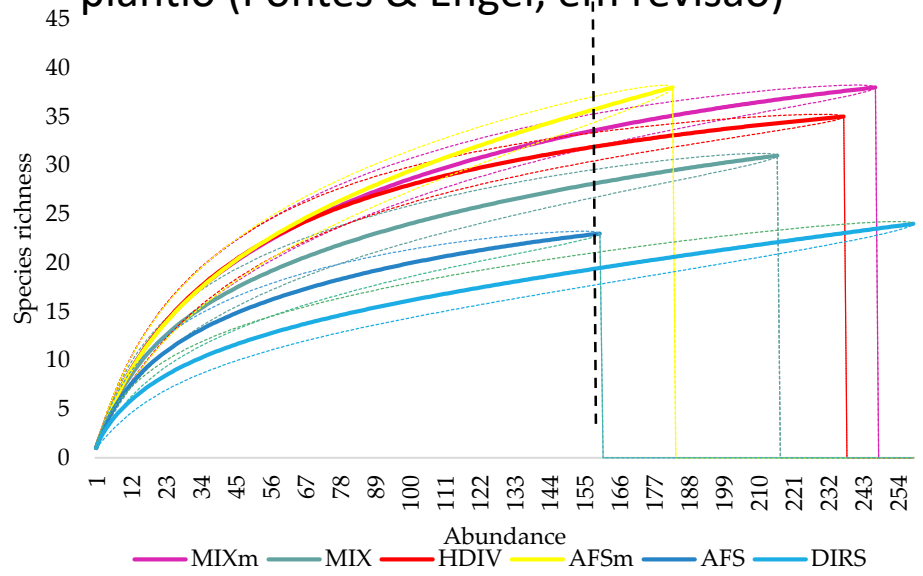


Plantio
convencional de
alta diversidade
(42 sp.) (T5)



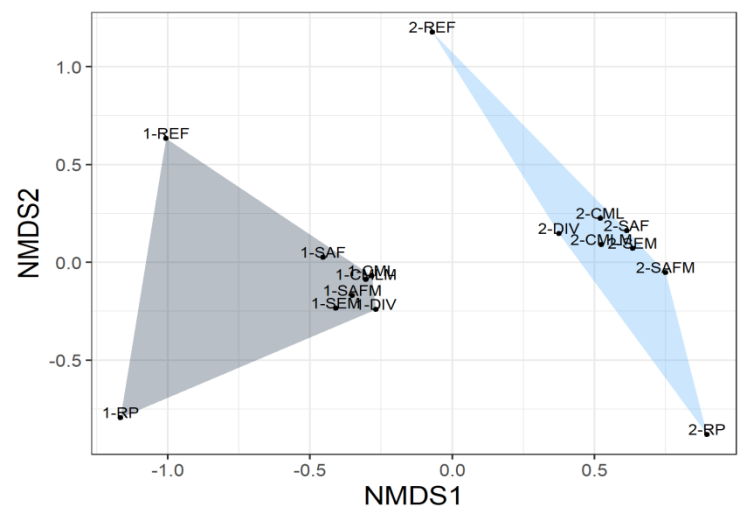
Composição e estrutura atual do dossel ainda é diferente entre os tratamentos, mas não há diferença na regeneração natural entre sistemas, somente entre sítios

Dossel (≥ 5 cm DAP), 20 anos após o plantio (Pontes & Engel, em revisão)

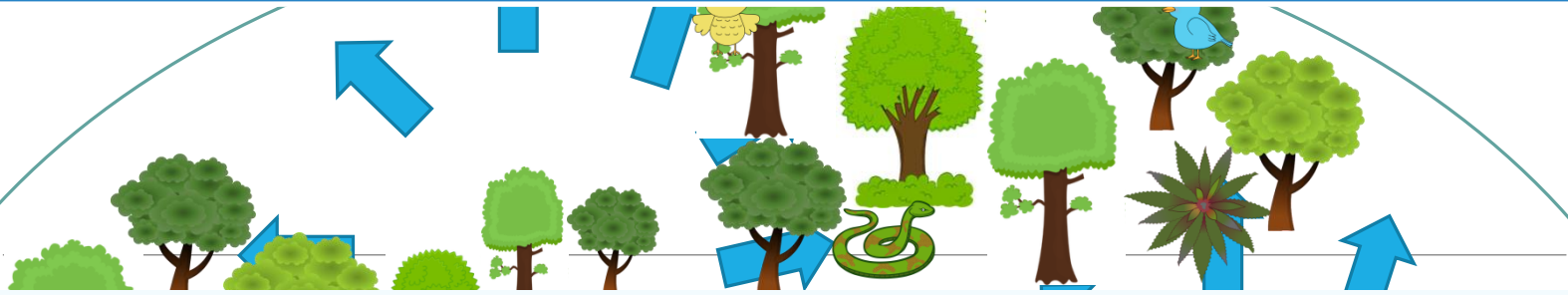


Regeneração natural (DAP < 5 cm), 20 anos após o plantio (Dissertação Luis Paulo I. Figueiredo (2018))

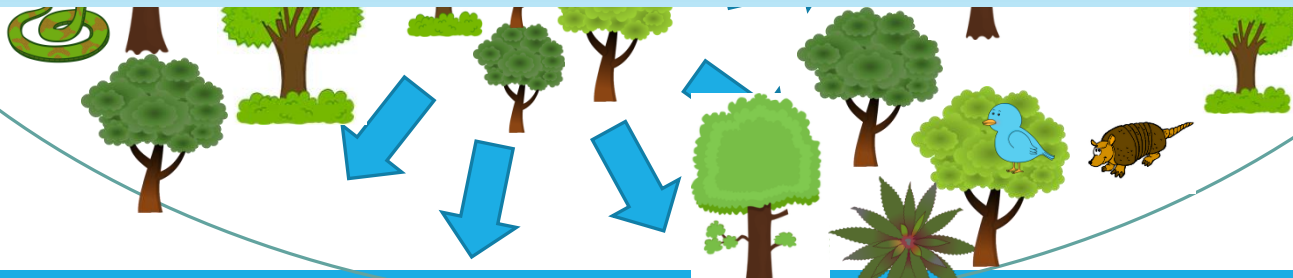
Figura 13 – Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) utilizando a abundância de espécies de cada sistema de restauração ecológica de ambas as áreas (1 e 2). Stress = 0,0759. Legenda: CML (consórcio madeira e lenha); CMLM (consórcio madeira e lenha manejado); RP (restauração passiva); DIV (diversificado); SAF (sistema agroflorestal); SAFM (sistema agroflorestal manejado); SEM (semeadura direta); REF (floresta referência); 1- (área 1); 2- (área 2)



TÉCNICAS DE NUCLEAÇÃO (REIS et Al., 2003; 2006)



- Plantio de espécies nucleadoras: facilitação (bromélias-tanque, árvores pioneiras e não pioneiras);
- Transposição de banco de sementes;
- Transposição de galharia (abrigos artificiais);
- Torres de cipós;
- Transposição da chuva de sementes;
- Plantios de mudas em grupos densos;
- Semeadura de coberturas vivas.

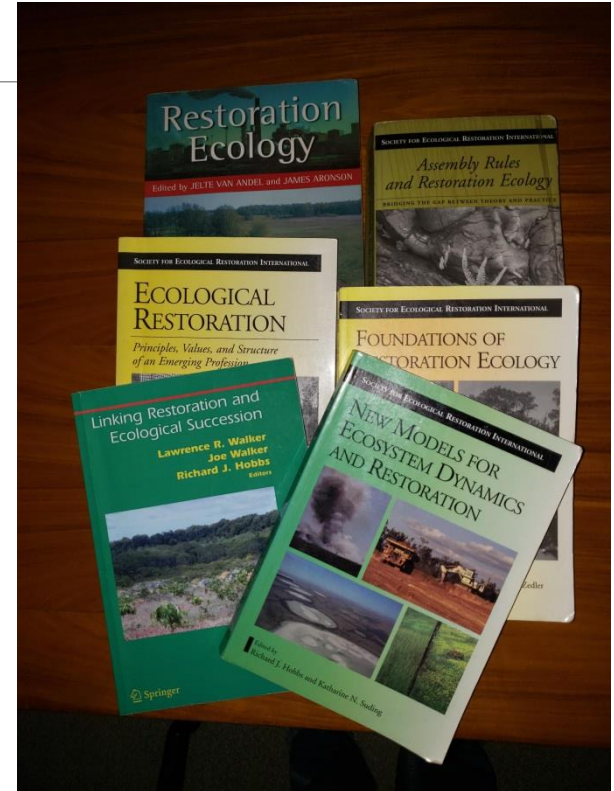


Slide: Bruna
Trentin

Princípios: facilitar interações ecológicas; introduzir um componente estocástico

Fase 4 – Incorporação dos avanços recentes nas teorias ecológicas (Durigan & Engel, 2015)

- Interações planta-animal:
- Novas teorias sucessionais
- Resiliência
- Regras de montagem
- Filtros ecológicos
- Ecologia funcional e grupos funcionais
- Relação biodiversidade-funcionamento
- Ecologia da paisagem
- Funcionamento dos ecossistemas e papel na mitigação de impactos
- Neoecossistemas



Avanços

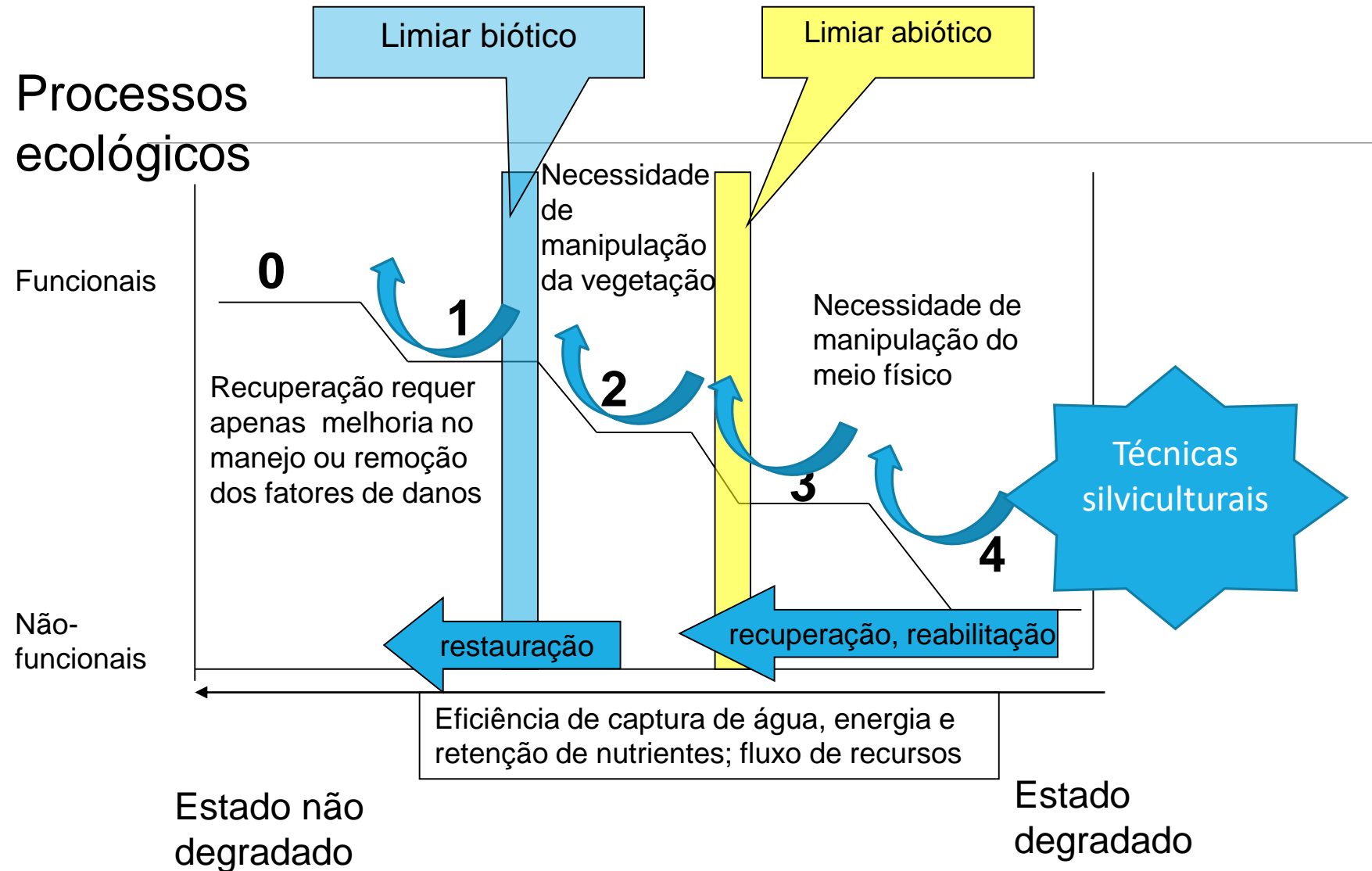
DURIGAN & ENGEL (2015)



Conhecemos as bases da restauração ecológica

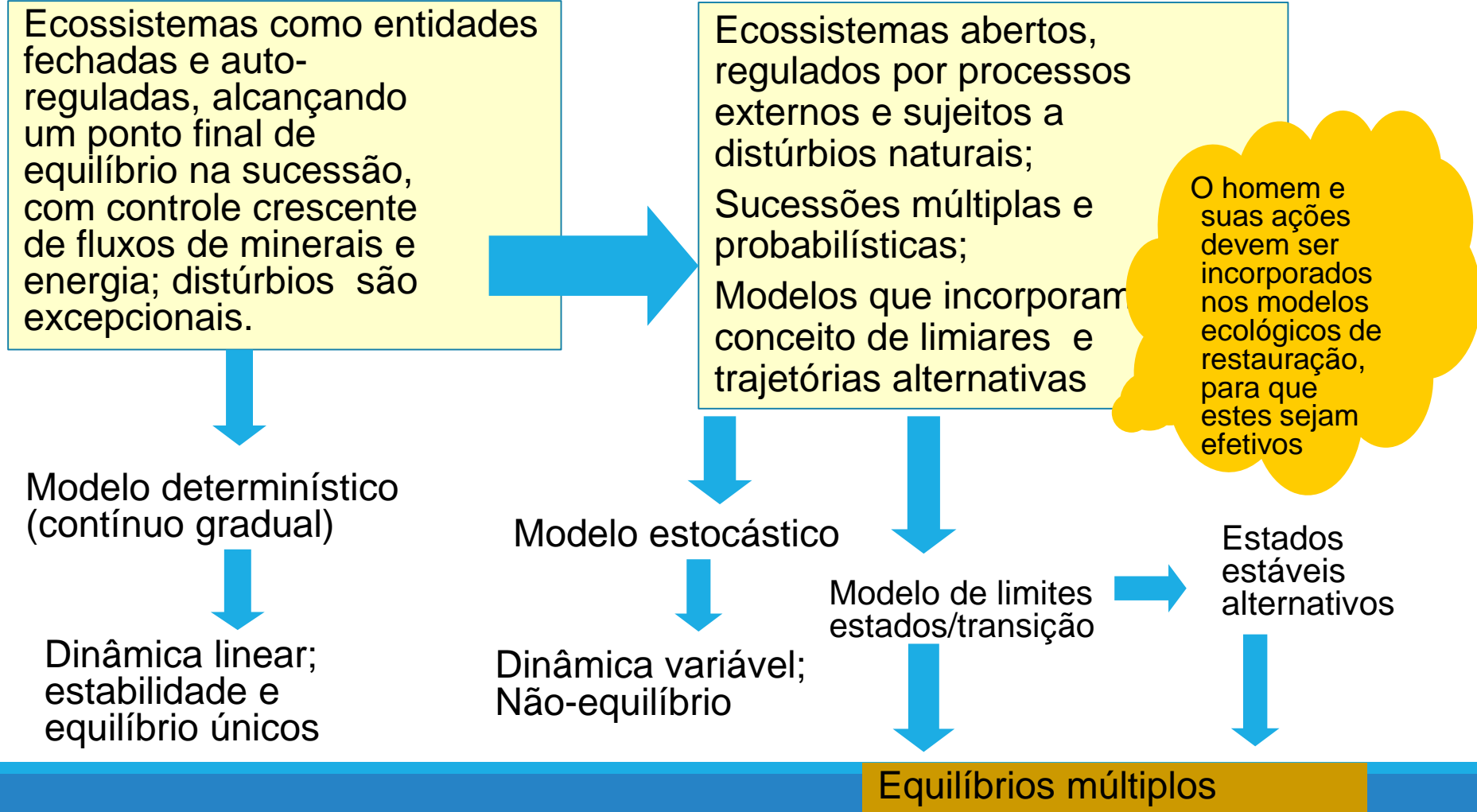


Entendemos o processo de degradação

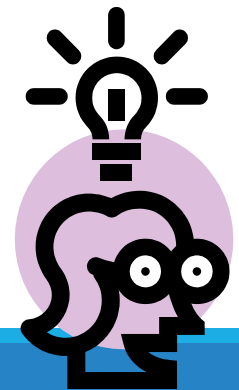
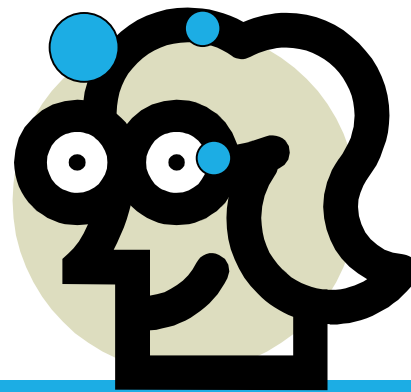
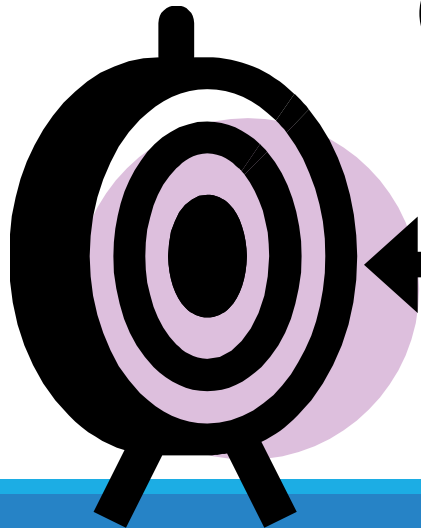
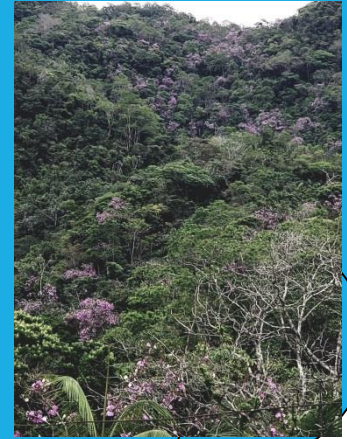
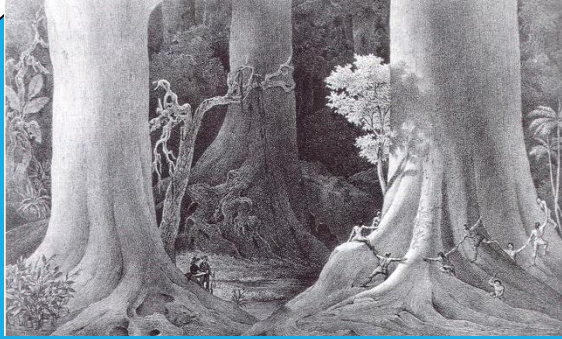


Reconhecemos que as trajetórias sucessionais são, muitas vezes, imprevisíveis

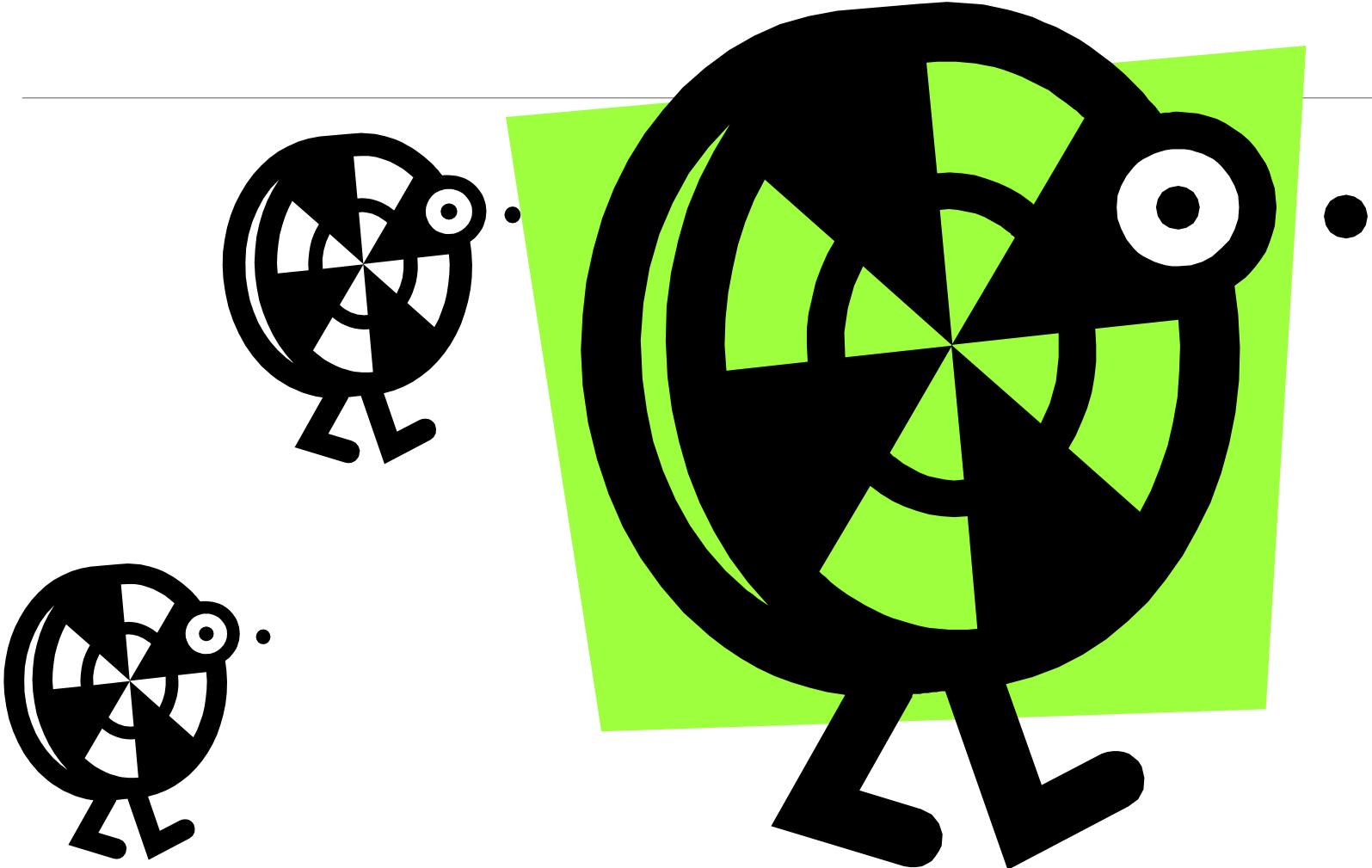
Novos paradigmas na teoria sucessional e mudanças de enfoque da restauração nas últimas décadas (Suding & Hobbs, 2009)



Mudamos nossa perspectiva de o que é um ecossistema de referência



Ajustamos nossas metas e ampliamos o escopo das ações

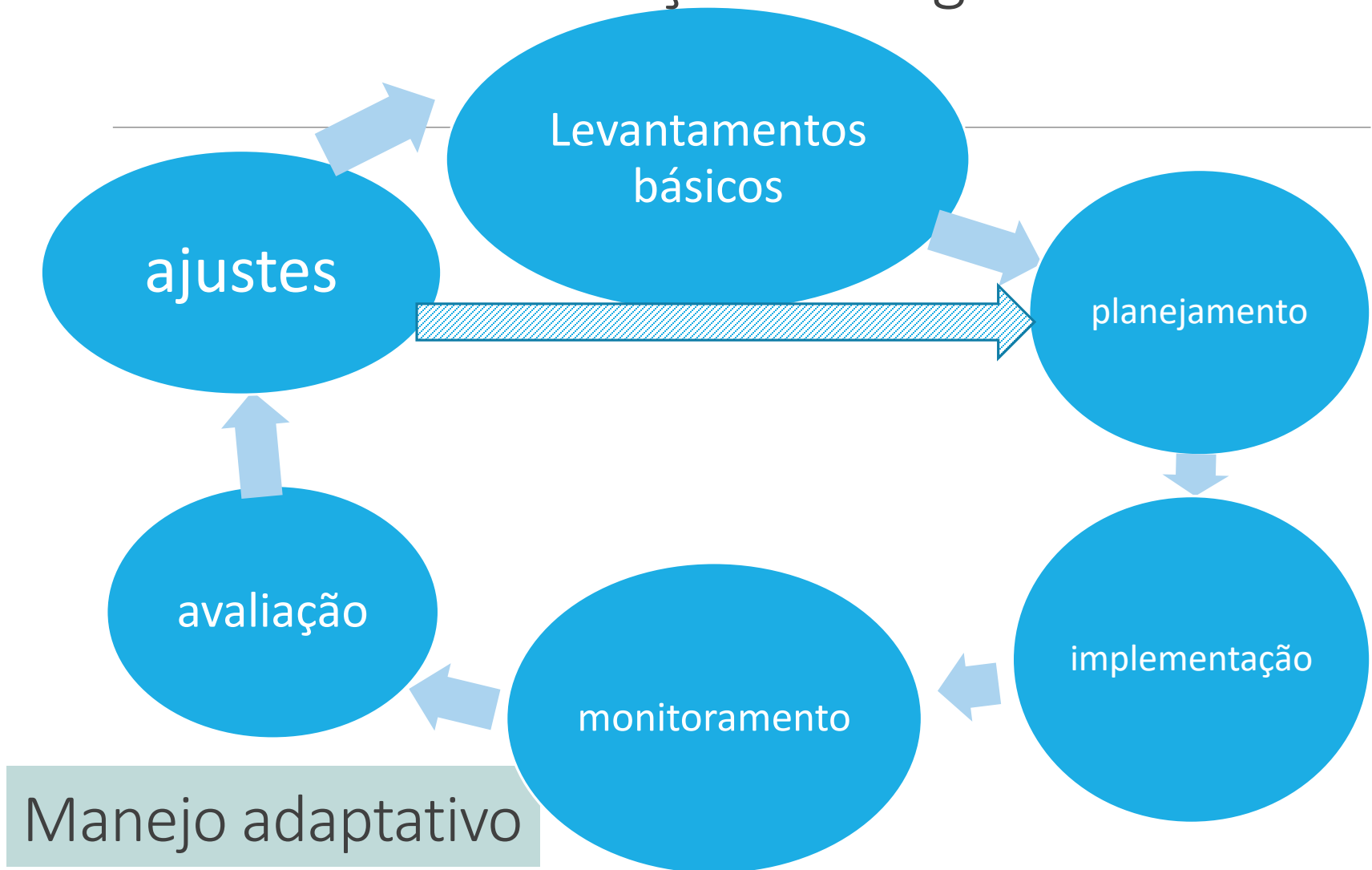




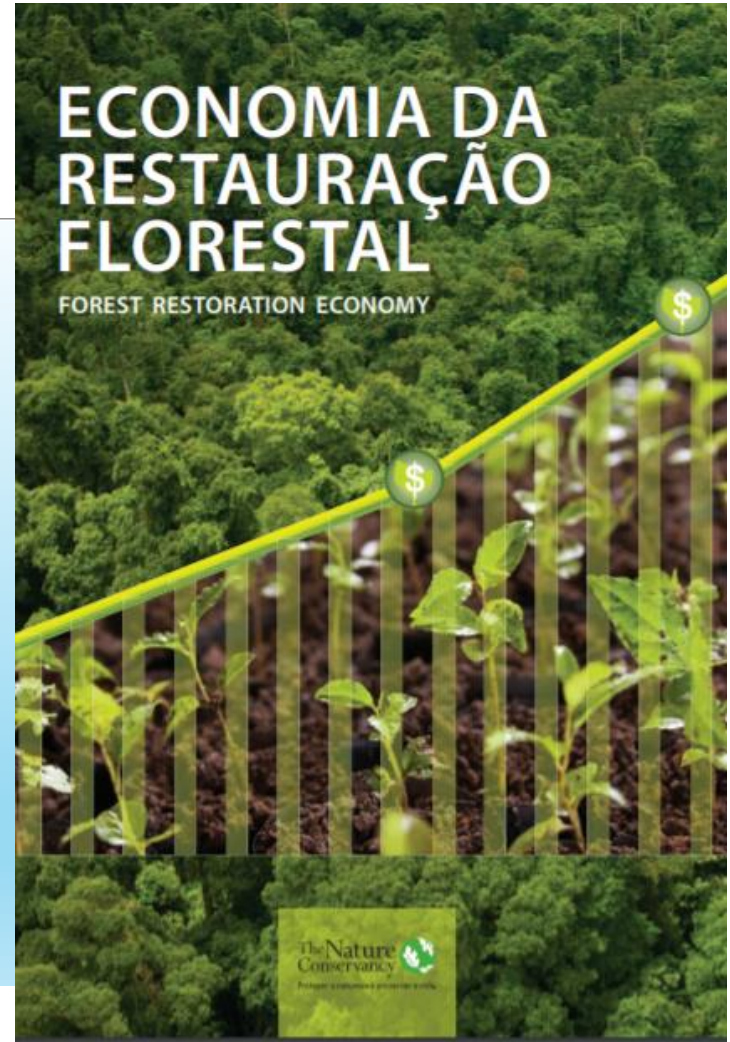
Num mundo em mudanças rápidas, aprendemos a olhar para o futuro, e não mais querer reconstruir o passado



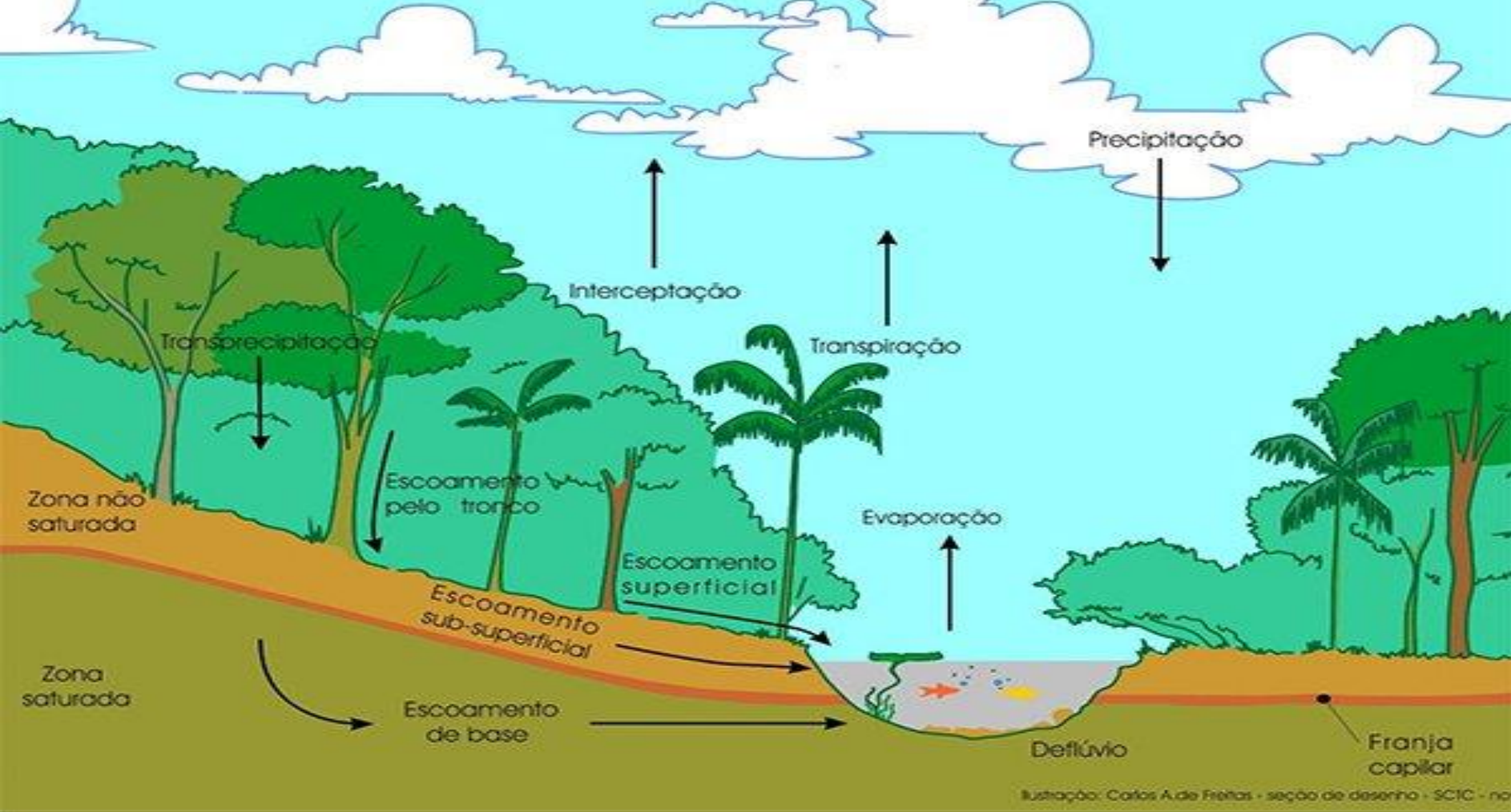
Aprendemos a lidar com as incertezas da restauração ecológica



Diminuímos os custos da restauração e aprendemos a fazer as contas



Lacunae e desafios



1. Falta de evidências empíricas sobre o papel das florestas restauradas na produção de água de uma bacia

2. Necessidade de ampliação da escala das iniciativas de restauração sem perda de qualidade

Falta de consenso no que seria um *estado degradado* e o que seria um *estado suficientemente restaurado*:

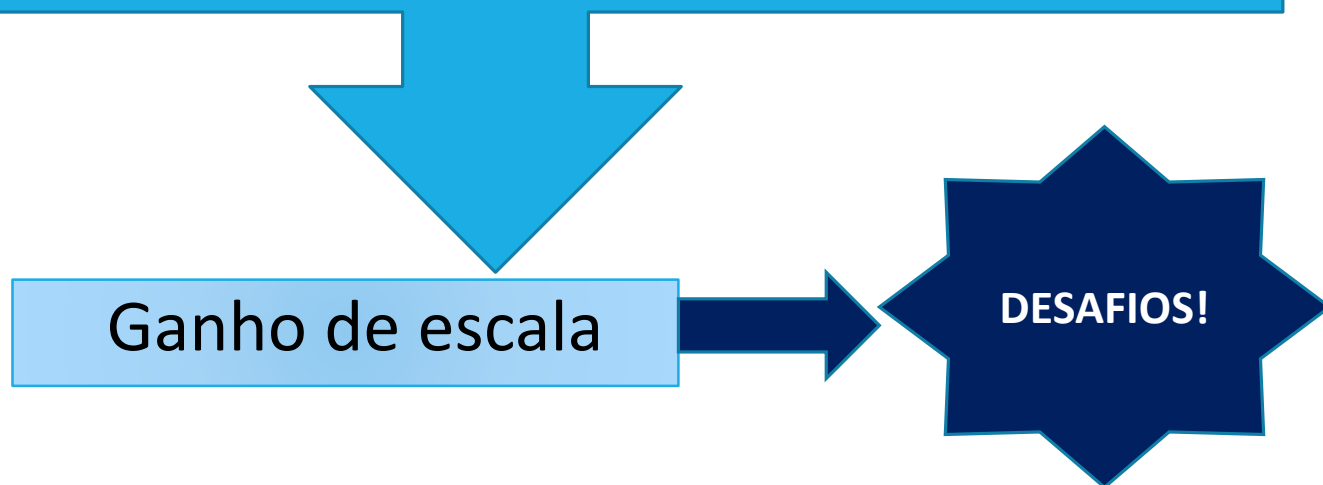
- Nível mínimo de integridade ecológica aceitável
- Paradoxo entre quantidade de hectares restaurados e qualidade do processo/ resultados esperados da restauração

Desafios

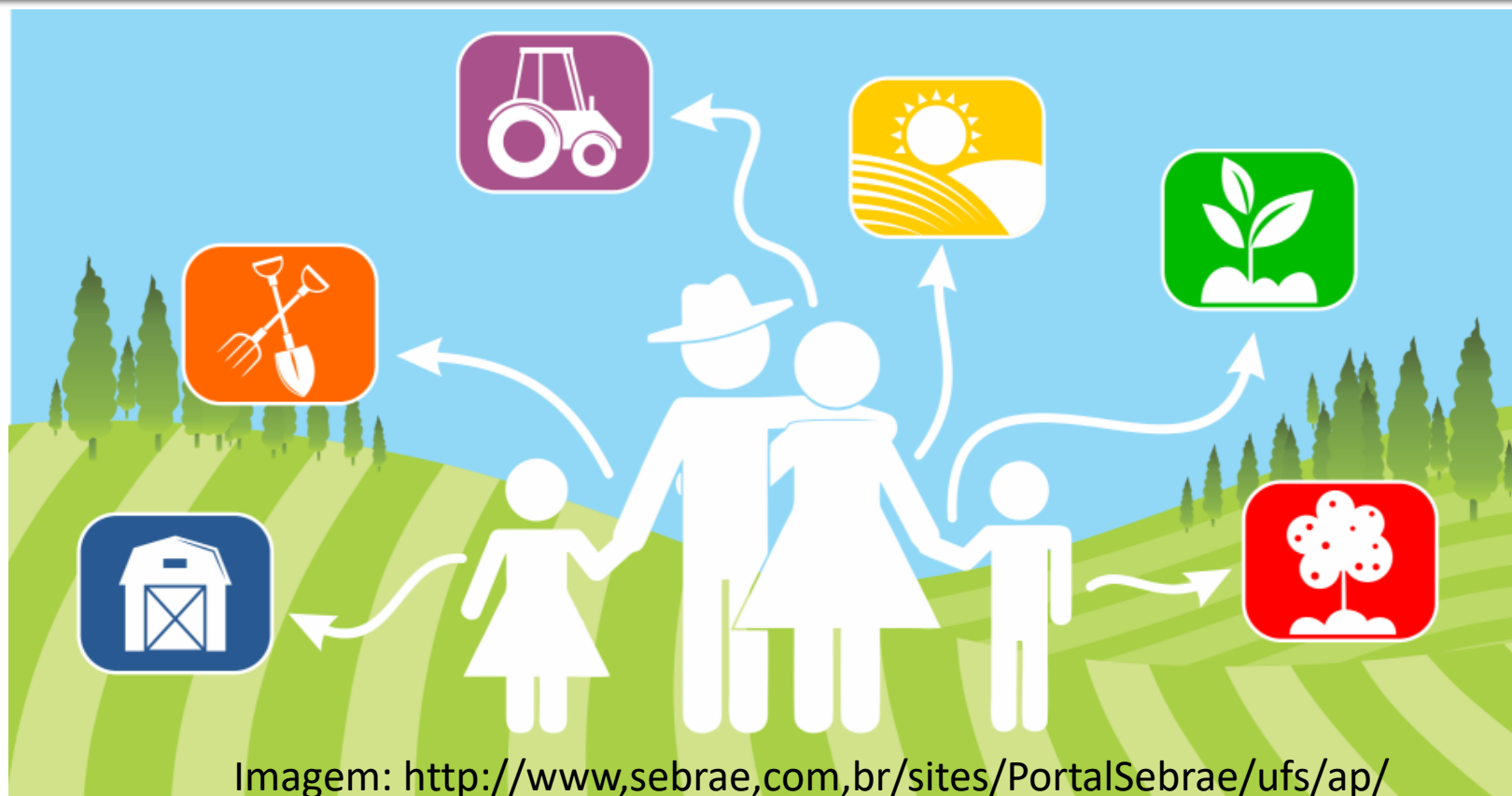


3. Atendimento das metas de políticas públicas em esfera municipal, estadual e federal

- Cumprimento dos compromissos e iniciativas internacionais de restauração
 - Implantação da Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa



4. Necessidade de envolvimento do produtor: diminuição de custos, geração de renda e diminuição de riscos de produção

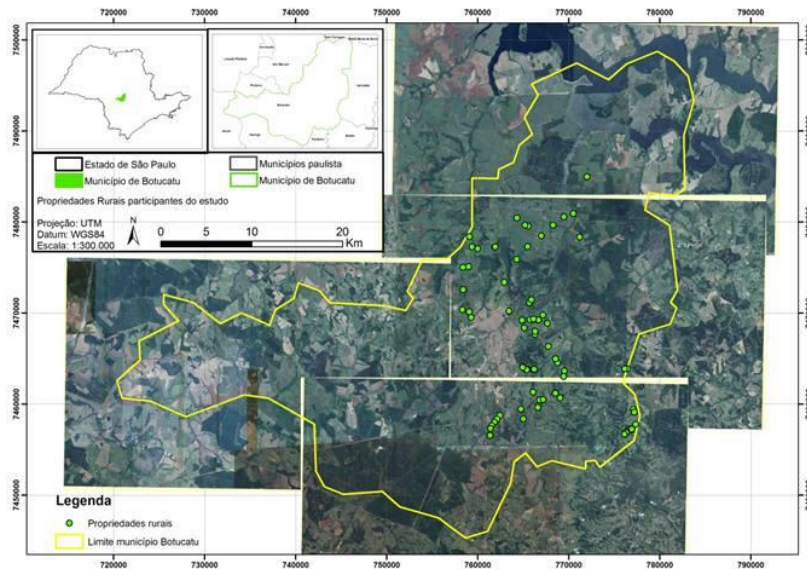


Barreiras socioeconômicas dificultam a restauração

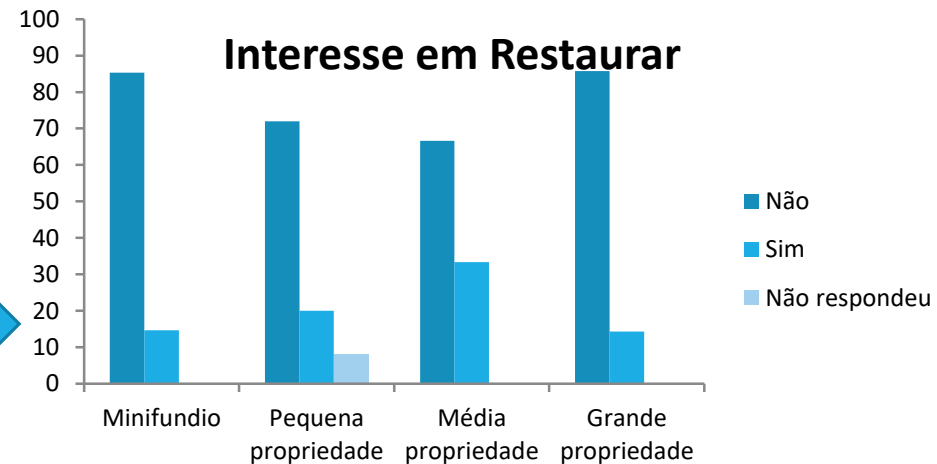
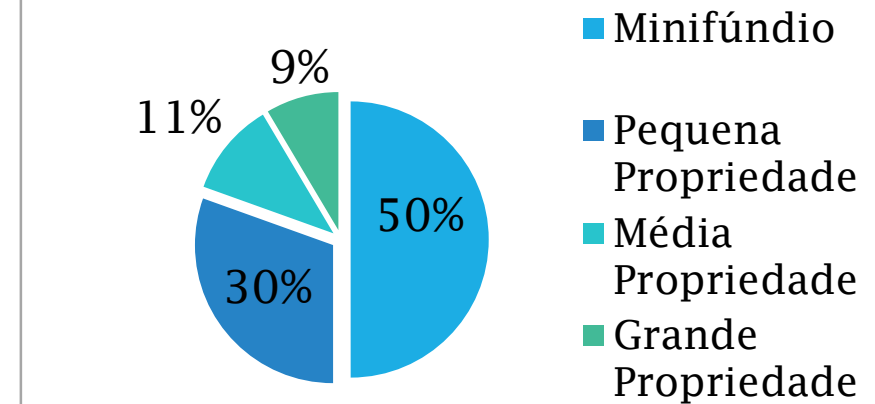
(tese Gisele Marconato, 2015)

Entrevistas semiestruturadas em 86 propriedades no município de Botucatu, SP

Maioria são minifúndios e pequenas propriedades



Em 68% os custos da restauração seriam impeditivos



5. Visão de restauração como um negócio. Seria a solução?



Manejo adaptativo de ecossistemas em restauração para gerar múltiplos benefícios ecológicos, econômicos e sociais

Fluxo de caixa livre aos 20 anos

Considerando-se as receitas:

- Exploração de 25% do estoque madeireiro (acima de 25 cm de DAP);
- Renda de créditos de carbono;
- Produção agrícola no SAF

ANO	SEM	SAFM	CMLM
0	-4.496,94	-7.647,49	-7.065,42
1	-1.120,24	-2.131,60	-698,461
2	-1.035,01	-900,82	-1.035,01
3	-674,59	-465,53	-377,85
4	-221,17	-116,10	-377,85
5	-221,17	-116,10	-377,85
6	0	0	0
7	0	0	0
8	-110,59	-750,00	-73,73
9	0	0	0
10	0	0	0
11	-110,59	0	-73,73
12	0	0	0
13	0	0	0
14	-110,59	0	-73,73
15	0	2.448,65	2.463,32
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	6.463,92	6.681,32
20	15.421,06	---	---
SALDO	7.320,15	-3.215,12	-1.008,99

Método que leva em conta os riscos do negócio- taxa de descontos ajustada aos riscos

Estatística descritiva	Semeadura direta	SAF manejado	Consórcio de espécies para madeira e lenha
VPL médio	-	-R\$13.878,07	-R\$7.268,37
Assimetria	R\$4.054,94	0,0045	0,0051
Curtose	0,0146	2,69	2,53

5. Melhoria do manejo de áreas restauradas para melhorar renda?



Decisões devem levar em conta o *trade-off* entre intensificação de manejo x riscos à integridade ecológica dos ecossistemas



Ainda não se conhece qual seria um nível intermediário de manejo em que a renda seja maximizada, dentro dos limites do que ainda se considera restauração ecológica.



Manejar reflorestamentos mistos com espécies nativas para fins econômicos é diferente de manejar plantios de restauração florestal, mesmo que para múltiplos serviços ecossistêmicos!



Para levar para casa

1. Envolvimento dos proprietários é chave para o sucesso

2. Não há receitas prontas

Considerar:

- Estado de degradação do ecossistema e herança ecológica
- Fluxos na paisagem
- Contexto socioeconômico

Propor :

- metas realistas : processos de médio e longo prazo

Incluir:

- Esquemas de monitoramento

Corrigir:

- Manejo adaptativo



Para levar para casa

Necessidade de flexibilização do que entendemos por restauração ecológica de ecossistemas florestais com vistas a serviços ecossistêmicos

- Nas áreas protegidas dentro das propriedades privadas (Reserva legal e APPs): conceito de florestas multifuncionais
- Política Nacional de *Recuperação* da Vegetação Nativa

Necessidade de financiamento público!

