

Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas ?

"The next century will, I believe, be the era of restoration in ecology" - E.O. Wilson (1972)

Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas ?

Introdução: conceitos básicos de restauração
fragmentação versus conectividade
quando é necessário restaurar a conectividade ?

Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem
Adensamento e melhoria da rede de corredores
Aumento da permeabilidade da matriz

Estratégias complementares: diminuindo o risco de extinção
Como escolher a melhor estratégia ?

*Um plano de ação baseado num conjunto de espécies
"guarda-chuva"*

Como implementar as estratégias ?

Por onde começar ?

Simulações

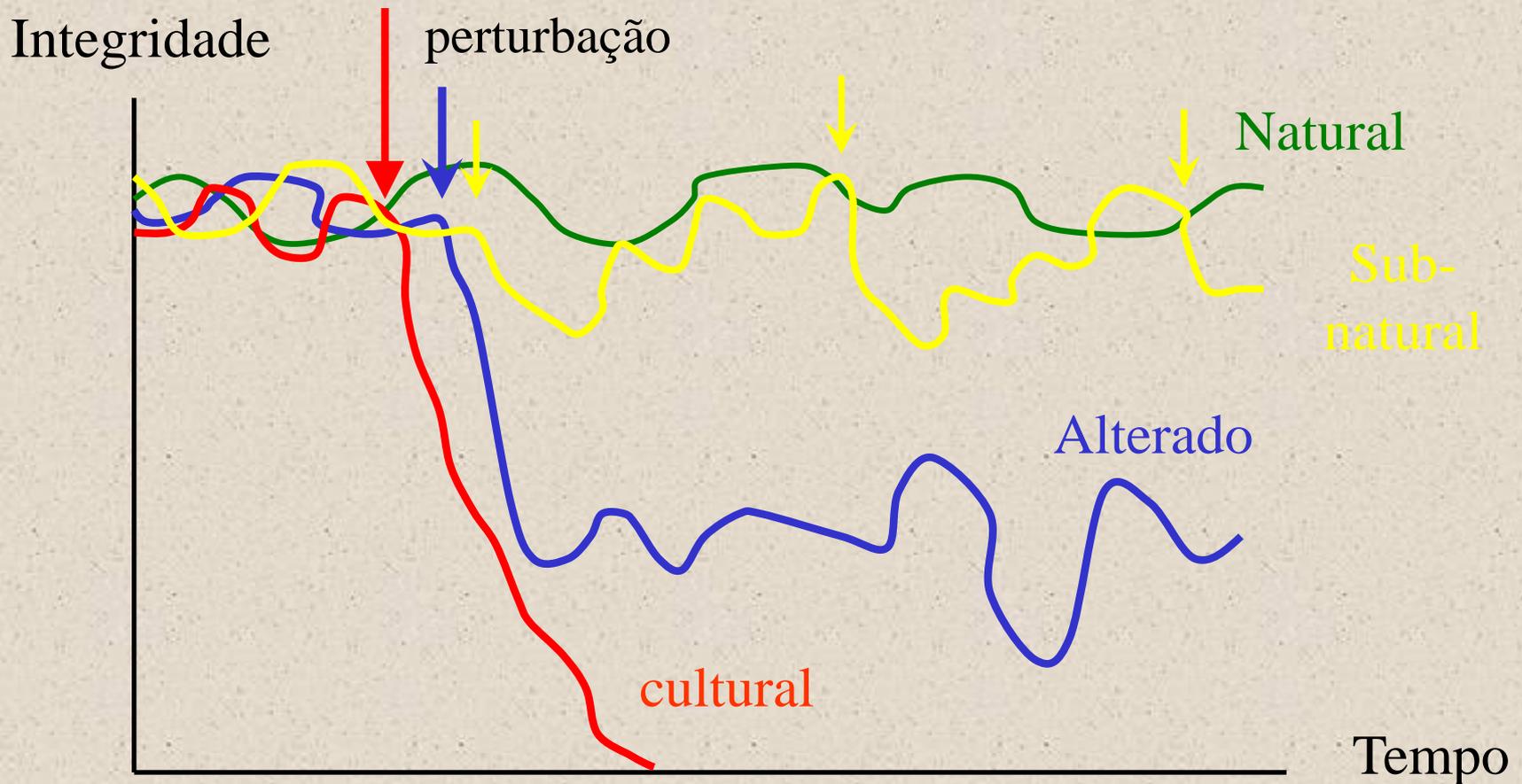
Revegetação ou regeneração ?

Integrando a população local nas ações de restauração

Concluindo

Introdução: conceitos básicos de restauração

Degradação: alteração resultante da ação do Homem na estrutura e função de um ecossistema, com perda da capacidade de manter o sistema estável (i.e., em equilíbrio dinâmico)



RESILIENCE

unstable stage

Resistance
Succession

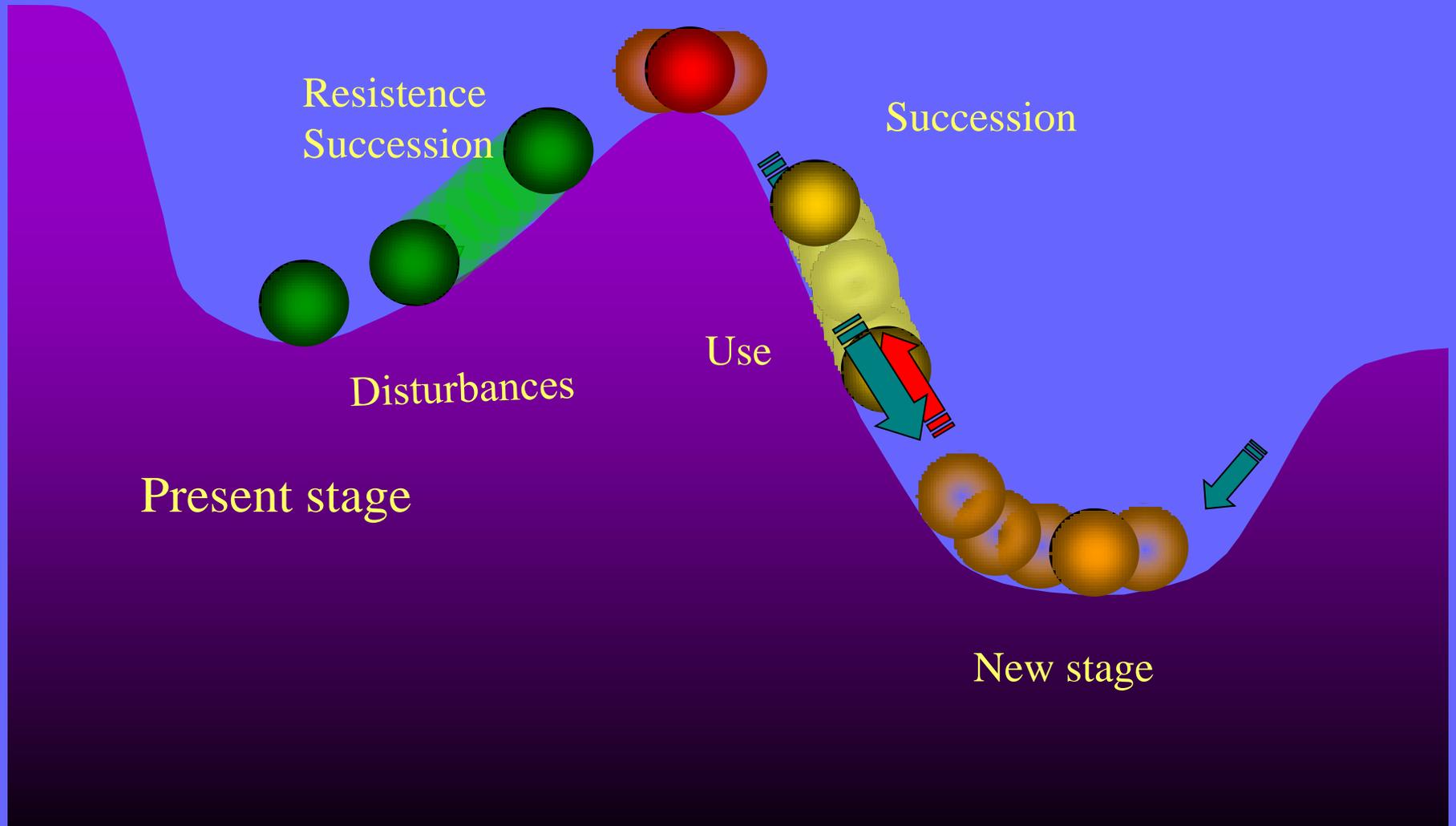
Succession

Use

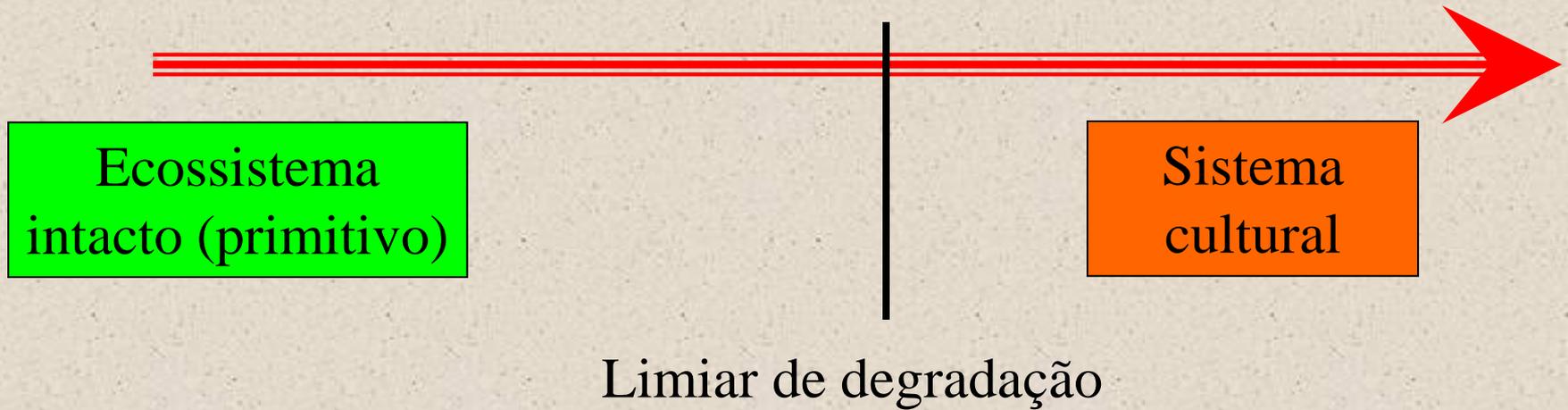
Disturbances

Present stage

New stage



Gradiente de degradação :



1. Perda total de resiliência (capacidade do sistema retornar ao “equilíbrio” após um distúrbio)
2. Eliminação dos meios de perpetuação das populações; processo irreversível com colapso das comunidades

Introdução: conceitos básicos de restauração



Ambientes naturais : onde predominam processos naturais

Ambientes sub-naturais : alterados esporadicamente pela ação do Homem;

Ambientes alterado : onde o impacto humano é constante ou persistente; onde há uma modificação completa da vegetação natural;

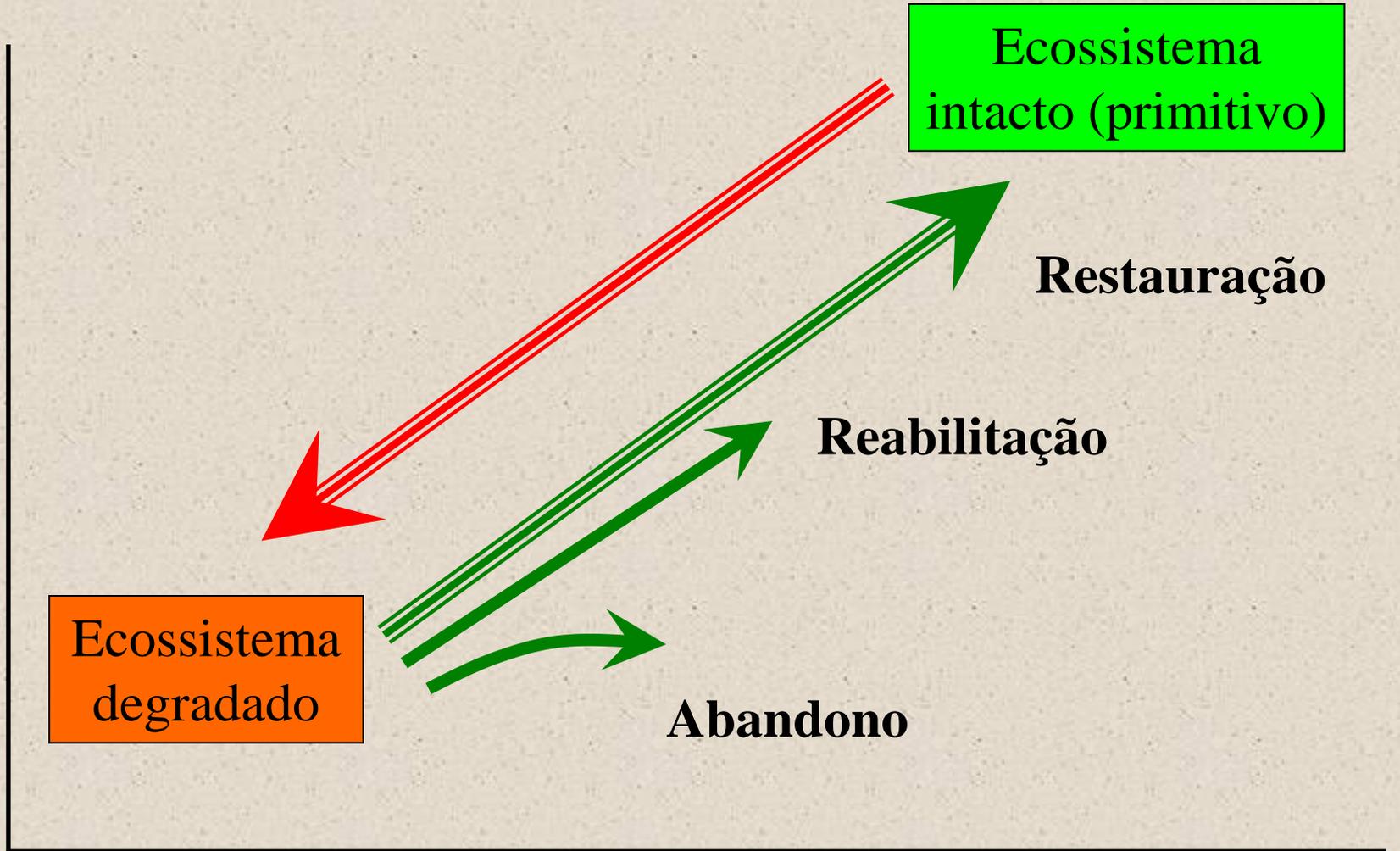
Ambientes culturais : áreas completamente dependentes do Homem.

39-50% da Terra está intensamente degradada pelo Homem

Vitousek et al. 1997, Science

Introdução: conceitos básicos de restauração

Estrutura



Ecosistema degradado

Ecosistema intacto (primitivo)

Restauração

Reabilitação

Abandono

Função

Introdução: conceitos básicos de restauração

Estrutura

Reabilitação estrutural -
exemplo:
corredor.

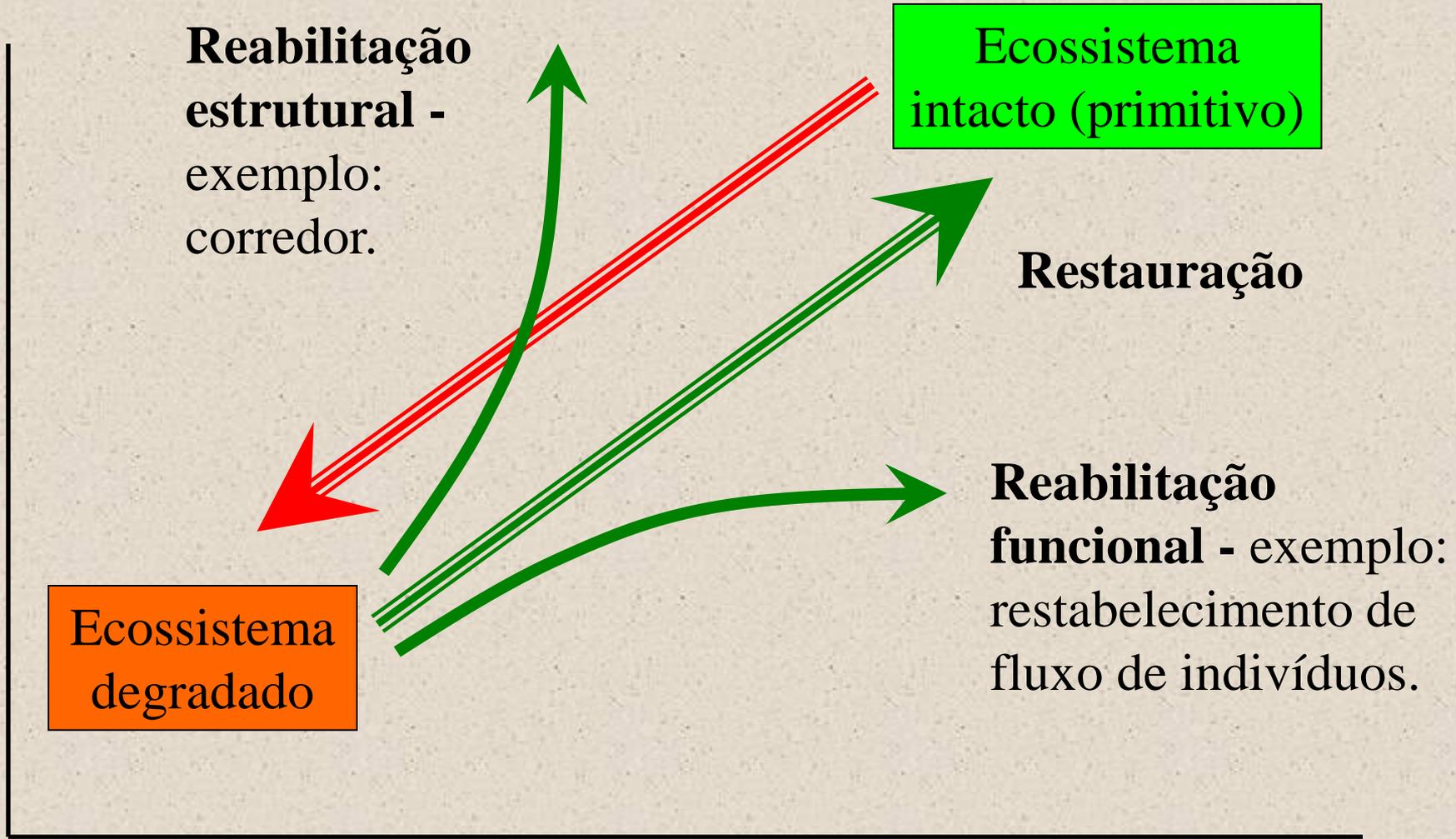
Ecosistema intacto (primitivo)

Restauração

Reabilitação funcional - exemplo:
restabelecimento de
fluxo de indivíduos.

Ecosistema degradado

Função



Escala espacial

Paisagem

- Minimização dos efeitos de borda
- Restauração da heterogeneidade da paisagem
- Restabelecimento do regime natural de perturbação
- Restabelecimento de uma beleza cênica

Ecossistema

- Recomposição florística de uma mata
- Recuperação de um lago eutrofizado
- Manejo de lianas e espécies exóticas

Pontual

- Recuperação do solo
- Despoluição de um trecho de um rio

Escala temporal

Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas ?

Introdução: conceitos básicos de restauração
 fragmentação versus conectividade
 quando é necessário restaurar a conectividade ?

Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem
 Adensamento e melhoria da rede de corredores
 Aumento da permeabilidade da matriz

Estratégias complementares: diminuindo o risco de extinção

Como escolher a melhor estratégia ?

Um plano de ação baseado num conjunto de espécies
 "guarda-chuva"

Como implementar as estratégias ?

Por onde começar ?

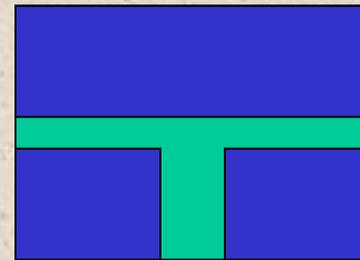
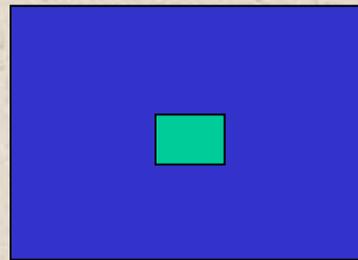
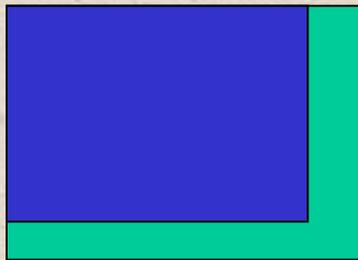
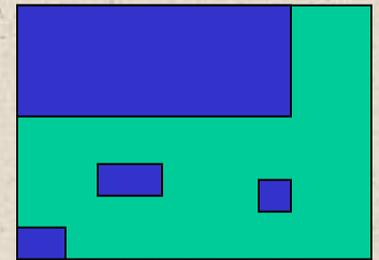
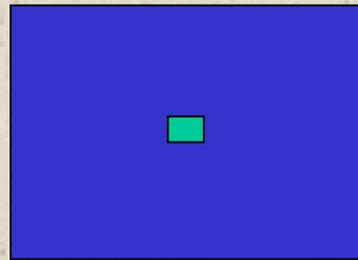
Simulações

Revegetação ou regeneração ?

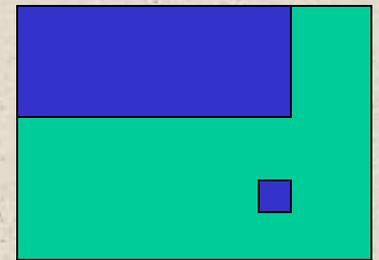
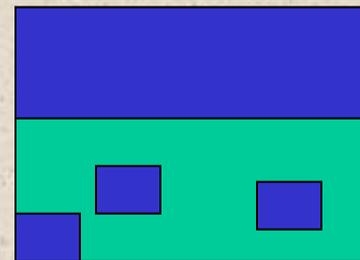
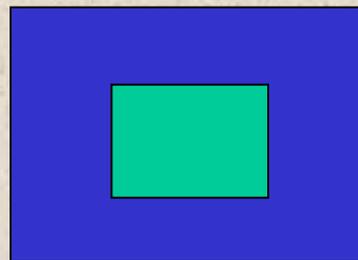
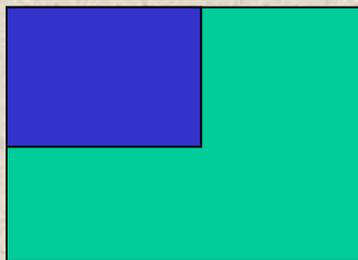
Integrando a população local nas ações de restauração

Concluindo

Foco desta apresentação : Ações de restauração relacionadas a um dos processos de degradação da paisagem: **a fragmentação de ambientes naturais.**



Encolhimento



Usura

Encolhimento

Perforação

Fragmentação

Fragmentação

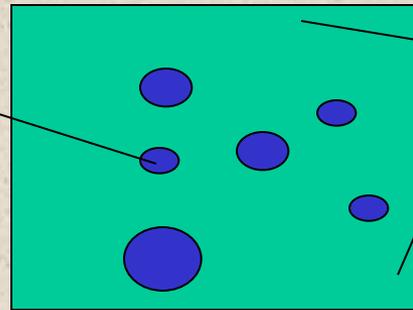
Fragmentação e conectividade

**Ruptura na
continuidade**

**Depende da escala de
observação e da
percepção das espécies**

**No fragmento
(efeito local):**

- diminuição de área



**Na paisagem
(efeito de contexto):**

(efeito de contexto):

- aumento da bordas
- diminuição da conectividade



Aumento do risco
de extinção local



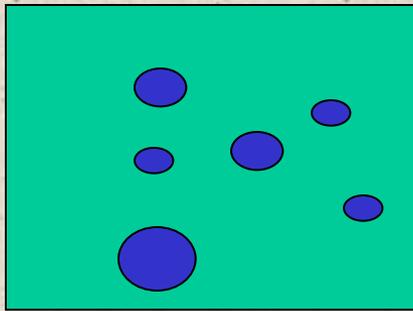
Diminuição das possibilidades
de recolonização local

= **EXTINÇÃO**

Fragmentação e conectividade

Fragmentação

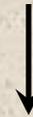
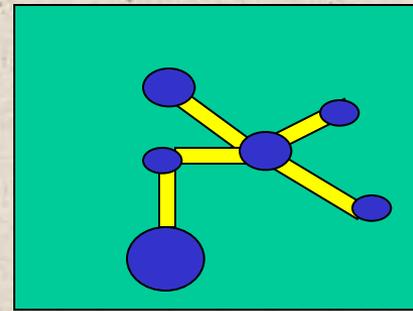
**Ruptura na
continuidade**



Aumento do risco
de extinção local

Restauração

**Restabelecimento da
conexão entre os fragmentos**



Aumento das possibilidades
de recolonização local

extinção local < recolonização local

Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas ?

Introdução: conceitos básicos de restauração
 fragmentação versus conectividade
 quando é necessário restaurar a conectividade ?

Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem
 Adensamento e melhoria da rede de corredores
 Aumento da permeabilidade da matriz

Estratégias complementares: diminuindo o risco de extinção
Como escolher a melhor estratégia ?

Um plano de ação baseado num conjunto de espécies
 "guarda-chuva"

Como implementar as estratégias ?

Por onde começar ?

Simulações

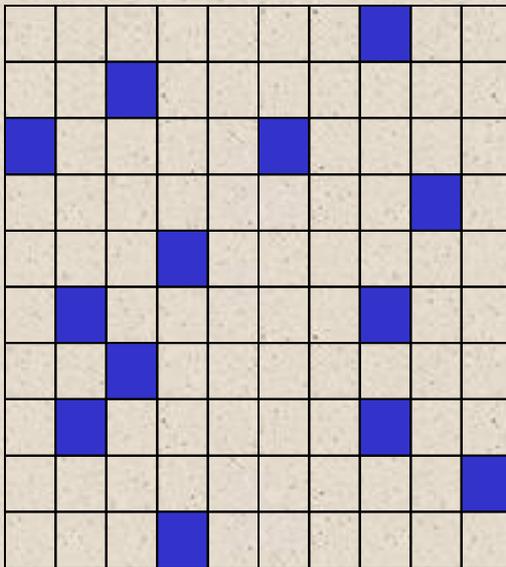
Revegetação ou regeneração ?

Integrando a população local nas ações de restauração

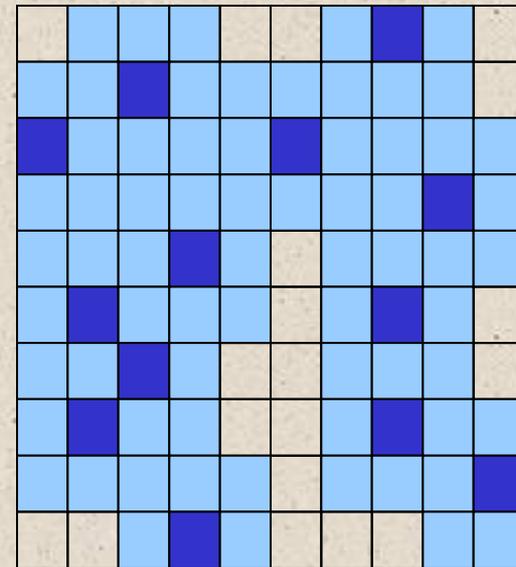
Concluindo

Quando é necessário restaurar a conectividade ?

- Quando a distância média entre os fragmentos torna-se maior do que a distância média (máxima) que uma espécie é capaz de atravessar fora de seu habitat;
- Quando a paisagem não percola mais.



Espécie de interior



Espécie capaz de atravessar 1 pixel da matriz

Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas ?

Introdução: conceitos básicos de restauração
fragmentação versus conectividade
quando é necessário restaurar a conectividade ?

Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem
Adensamento e melhoria da rede de corredores
Aumento da permeabilidade da matriz

Estratégias complementares: diminuindo o risco de extinção
Como escolher a melhor estratégia ?

*Um plano de ação baseado num conjunto de espécies
"guarda-chuva"*

Como implementar as estratégias ?

Por onde começar ?

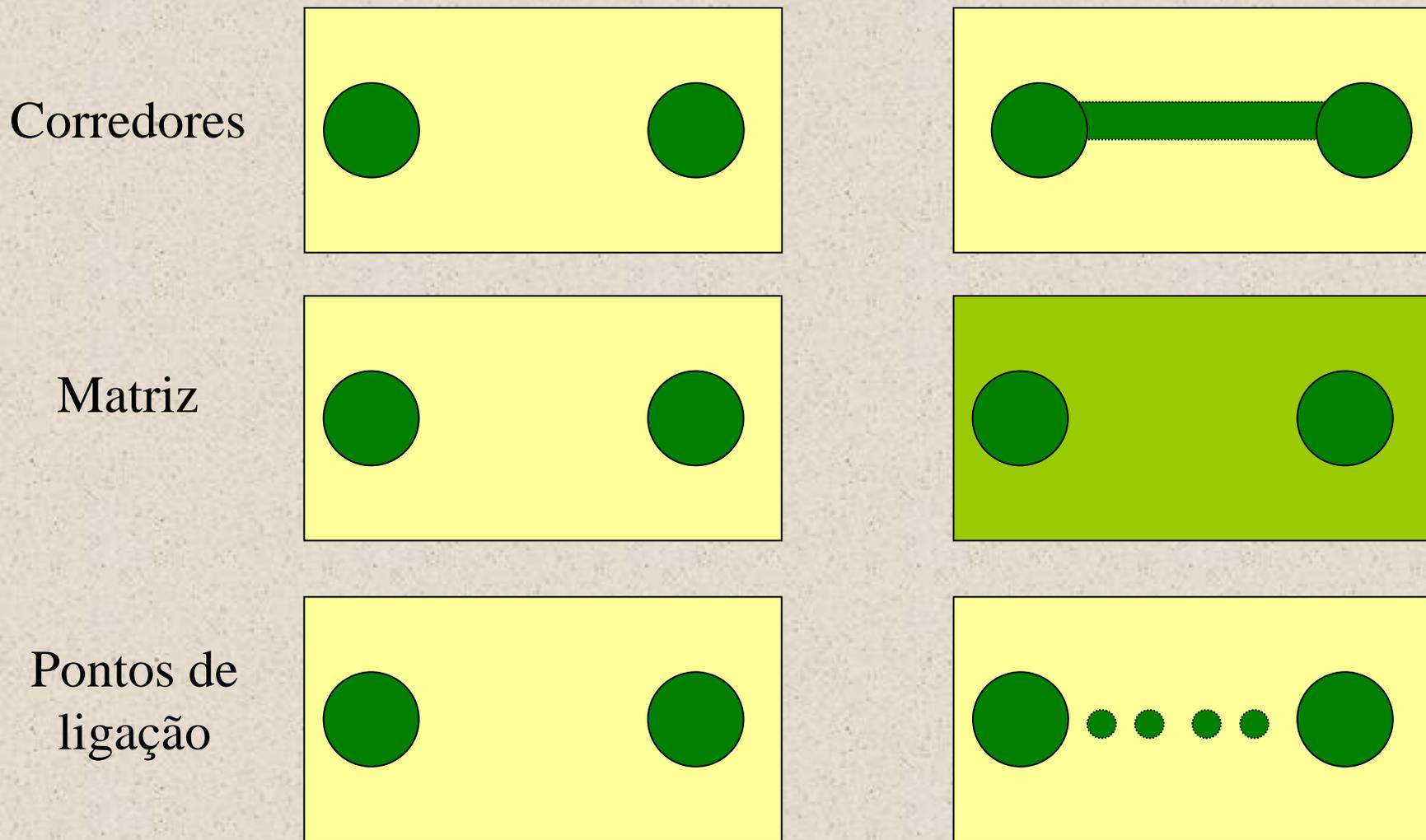
Simulações

Revegetação ou regeneração ?

Integrando a população local nas ações de restauração

Concluindo

Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem



Ação de restauração

GRANDE RESERVA DO PONTAL
Proposta de Corredores e Zonas Tampao
IPE - Instituto de Pesquisas Ecologicas



22 10

22 20

22 30

22 40

53 00

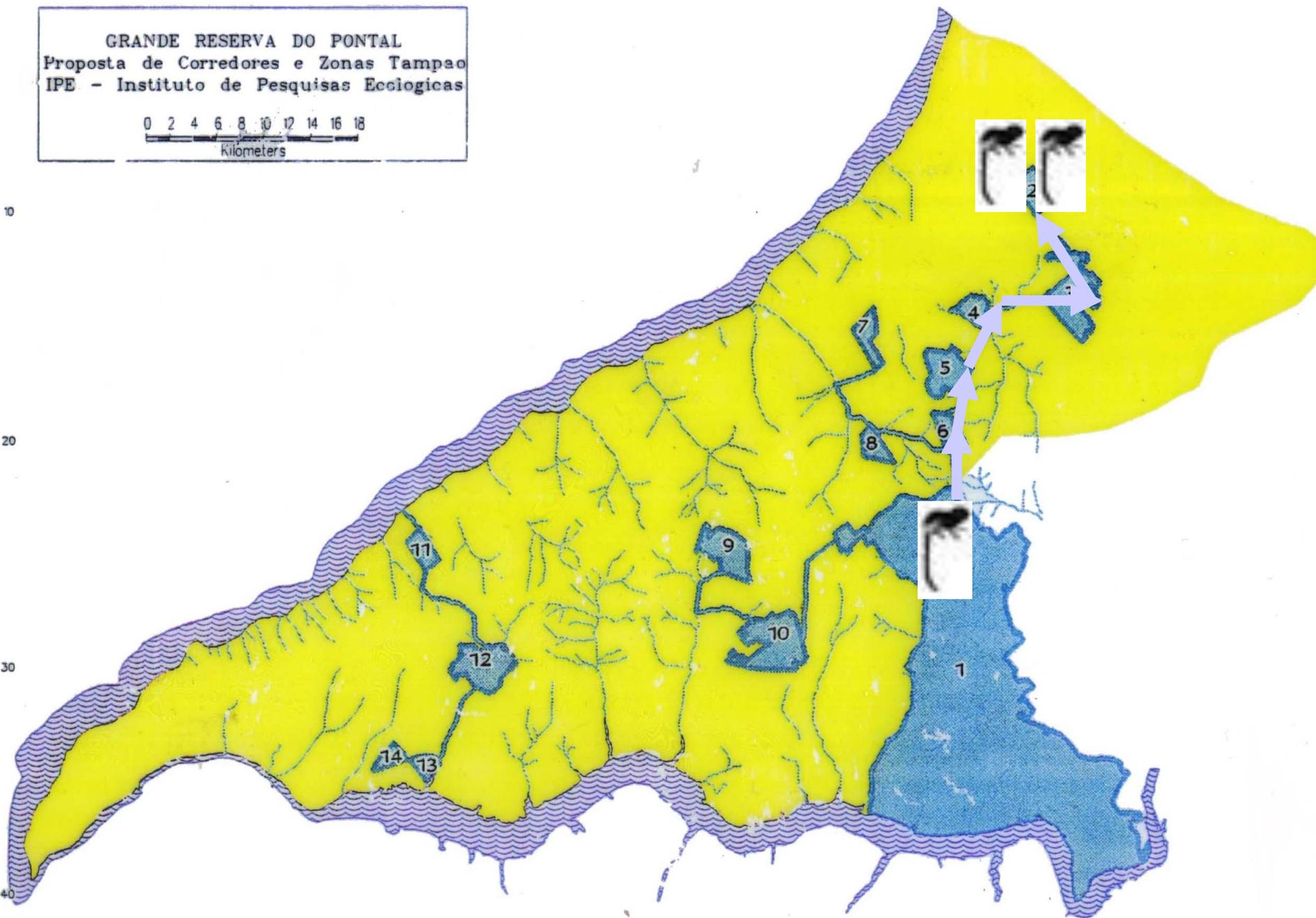
52 50

52 40

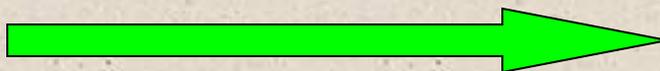
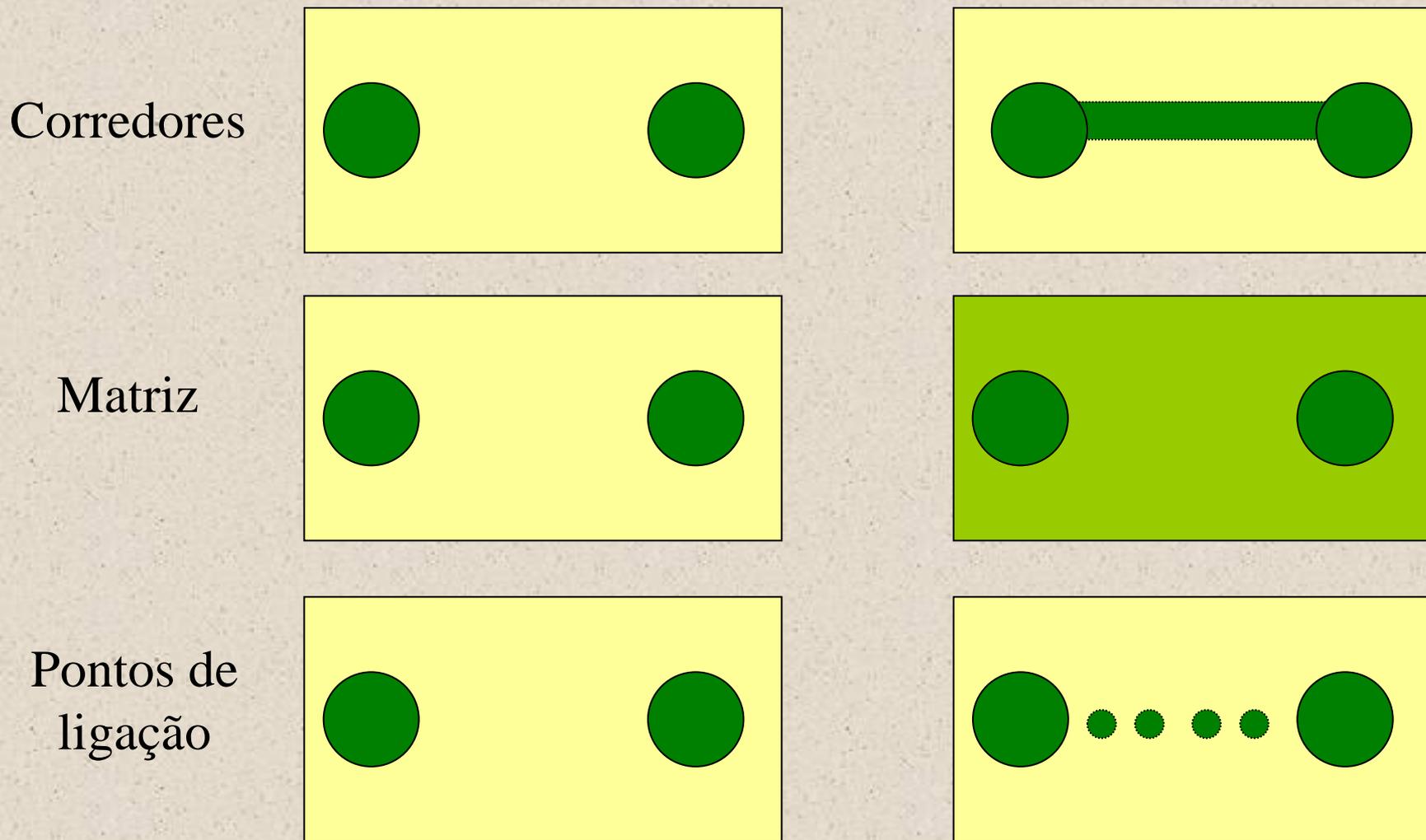
52 30

52 20

52 10

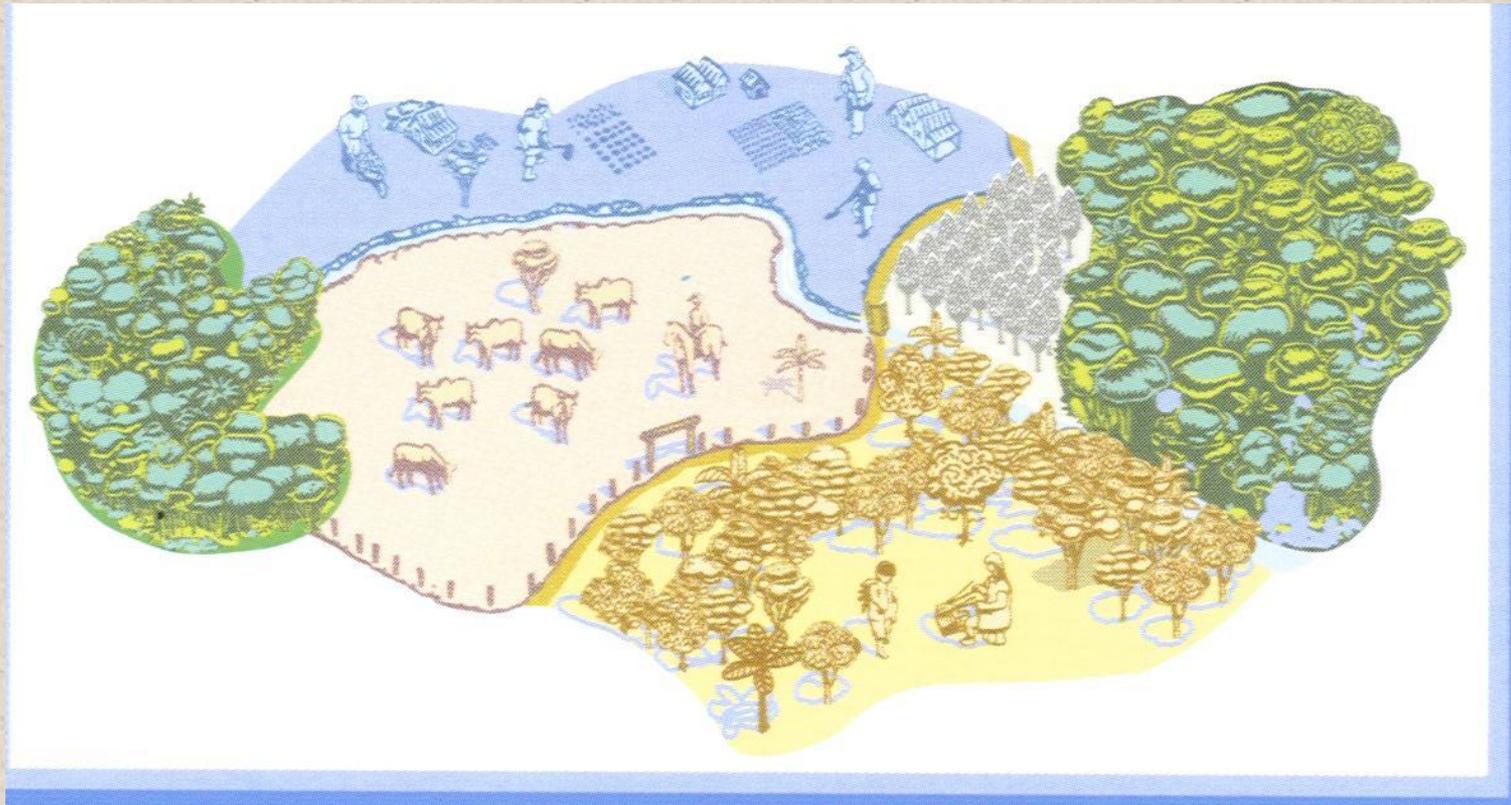


Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem



Ação de restauração

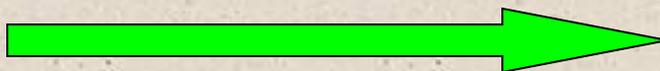
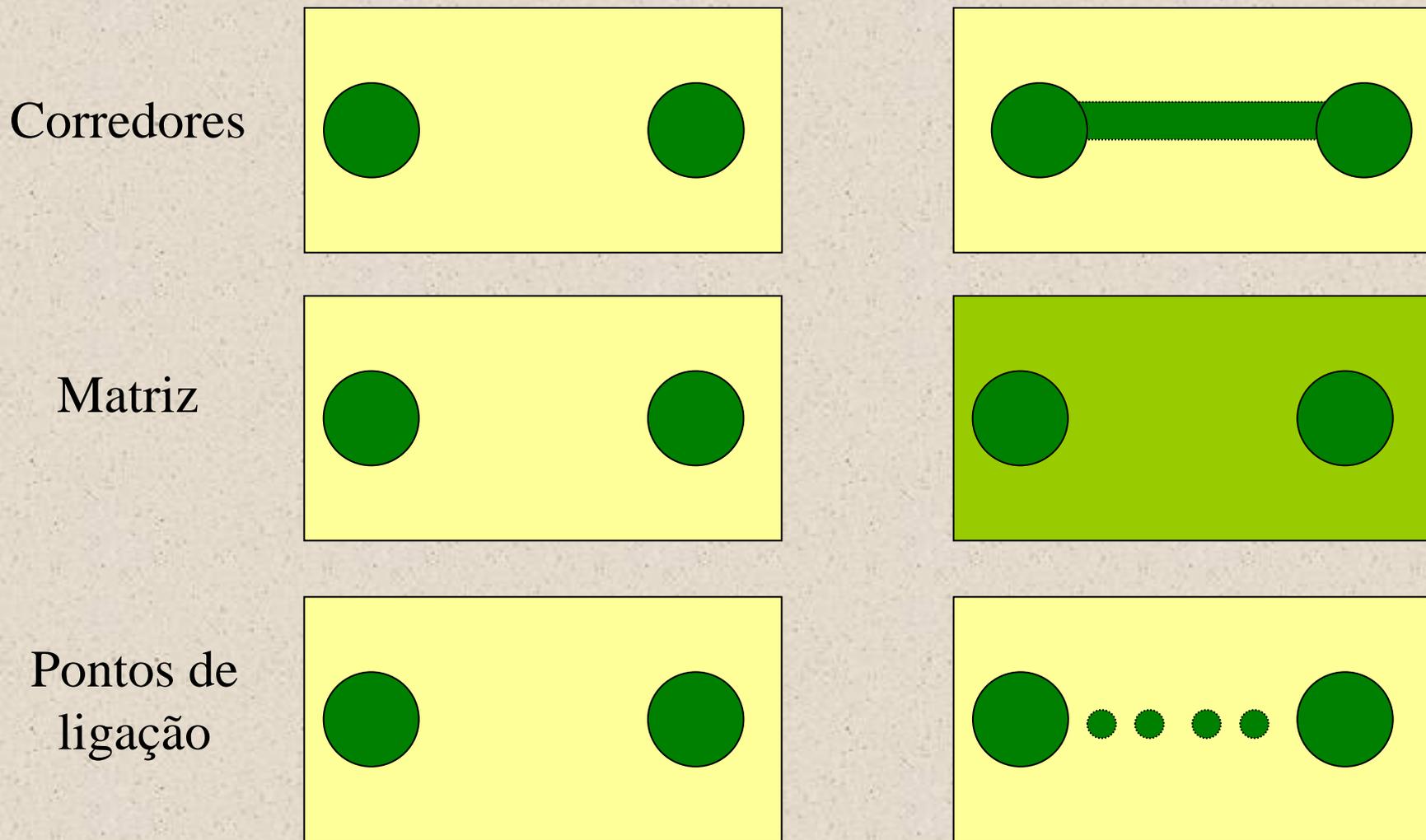
Aumento da permeabilidade da matriz



Aumento da permeabilidade da matriz



Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem

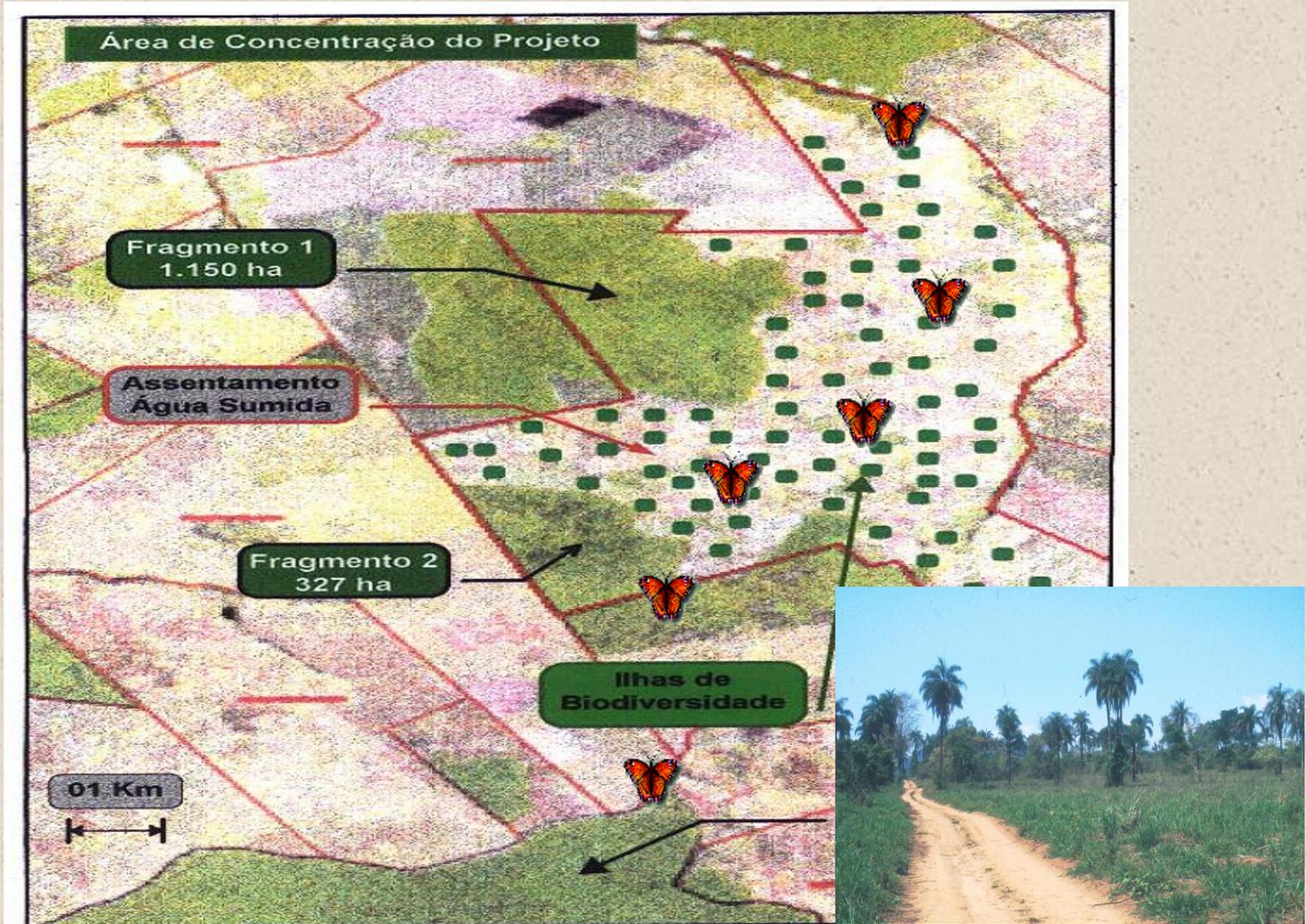


Ação de restauração

Uso de stepping-stones



Uso de stepping-stones



Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas ?

Introdução: conceitos básicos de restauração
fragmentação versus conectividade
quando é necessário restaurar a conectividade ?

Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem
Adensamento e melhoria da rede de corredores
Aumento da permeabilidade da matriz

Estratégias complementares: diminuindo o risco de extinção
Como escolher a melhor estratégia ?

*Um plano de ação baseado num conjunto de espécies
"guarda-chuva"*

Como implementar as estratégias ?

Por onde começar ?

Simulações

Revegetação ou regeneração ?

Integrando a população local nas ações de restauração

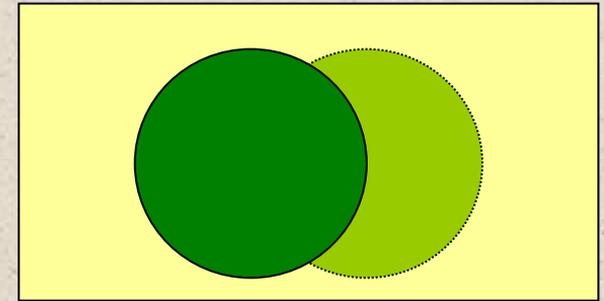
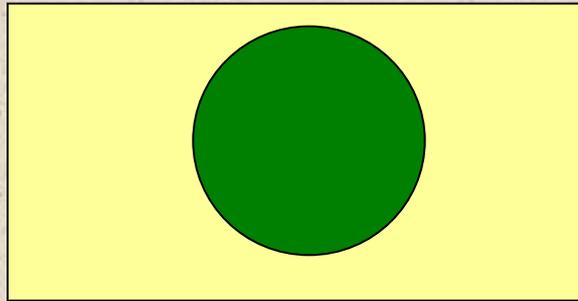
Concluindo

Estratégias complementares: diminuindo o risco de extinção

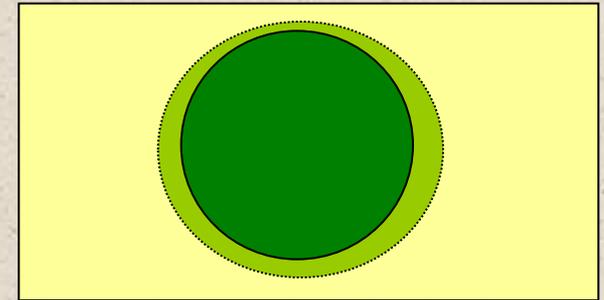
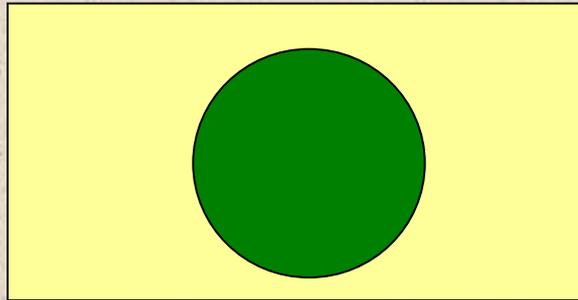
Quando há apenas fragmentos pequenos e de baixa qualidade, o restabelecimento do fluxo não é suficiente

→ estratégias que visem diminuir o risco de extinção

Área



Borda



Ação de restauração

Aumentando a área de habitat

$$A_e = A \cdot Q_i / Q_{\max}$$

A_e : área efetiva da mancha

A : área real da mancha

Q_i : qualidade/forma da mancha “i”

Q_{\max} : qualidade máxima do habitat (=1)
ou forma mais arredondada

Aumentando a área de habitat

Ações para um aumento da área efetiva:

- revegetação do entorno;
- controle de cipós;
- controle de espécies invasoras;
- enriquecimento com nativas;
- controle do pastejo;
- atração da fauna dispersora e polinizadora.

Obs.: São ações locais ou no nível de ecossistemas.

Diminuindo o efeito de borda

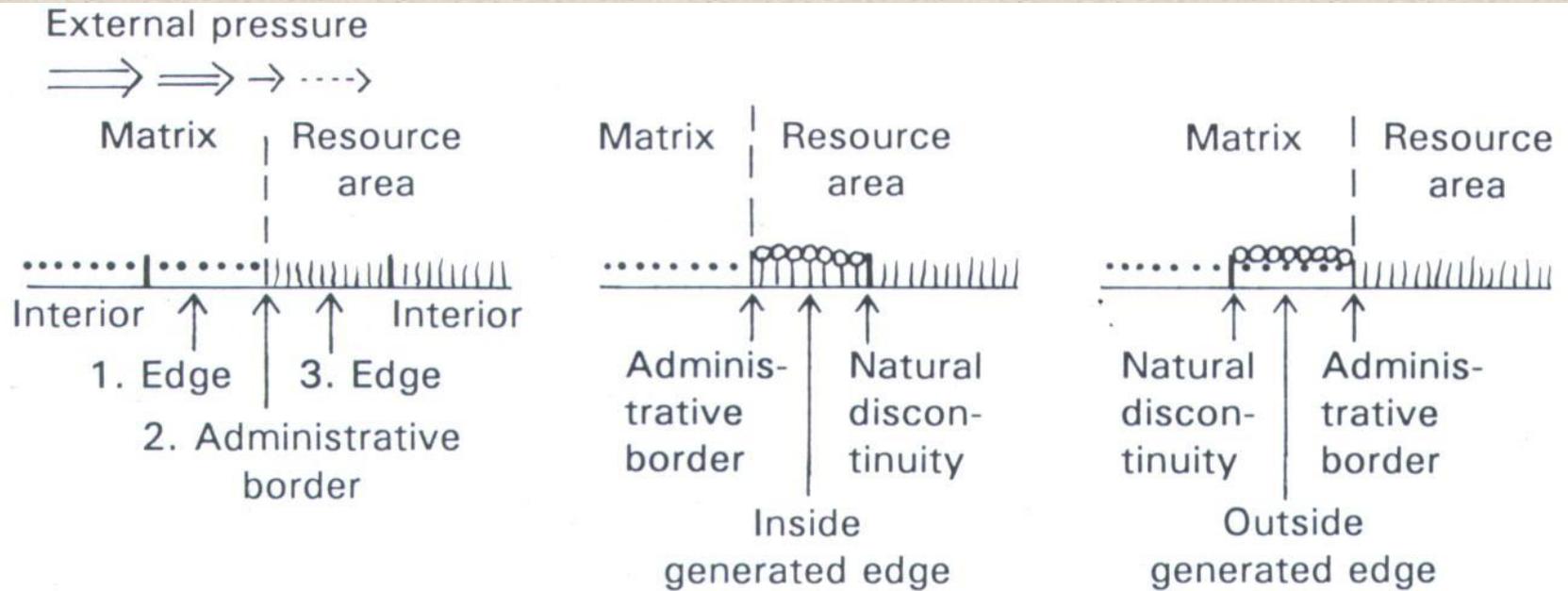


Fig. 3.8. Boundary arrangement for protecting a natural resource area against overuse. (a) Three filters against external pressure by people. (b) and (c) Generated edge inside and outside an administrative border. Adapted from Schonewald-Cox & Bayless (1986).

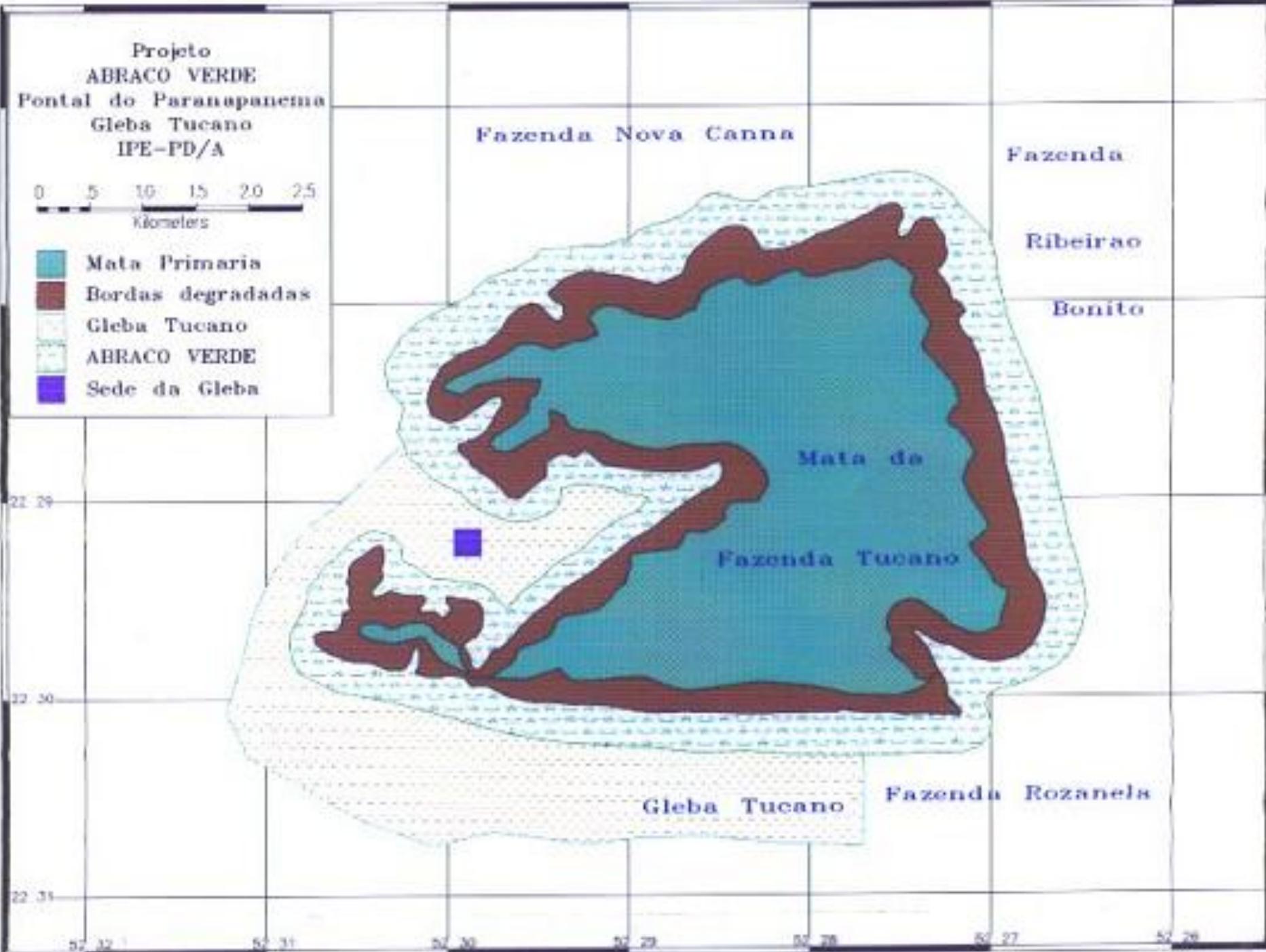
Zonas de Amortecimento Abraço Verde



Projeto
ABRACO VERDE
Pontal do Paranapanema
Gleba Tucano
IPE-PD/A

0 5 10 15 20 25
Kilômetros

- Mata Primária
- Bordas degradadas
- Gleba Tucano
- ABRACO VERDE
- Sede da Gleba









Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas ?

Introdução: conceitos básicos de restauração
fragmentação versus conectividade
quando é necessário restaurar a conectividade ?

Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem
Adensamento e melhoria da rede de corredores
Aumento da permeabilidade da matriz

Estratégias complementares: diminuindo o risco de extinção

Como escolher a melhor estratégia ?

*Um plano de ação baseado num conjunto de espécies
"guarda-chuva"*

Como implementar as estratégias ?

Por onde começar ?

Simulações

Revegetação ou regeneração ?

Integrando a população local nas ações de restauração

Concluindo

Como escolher a melhor estratégia ?

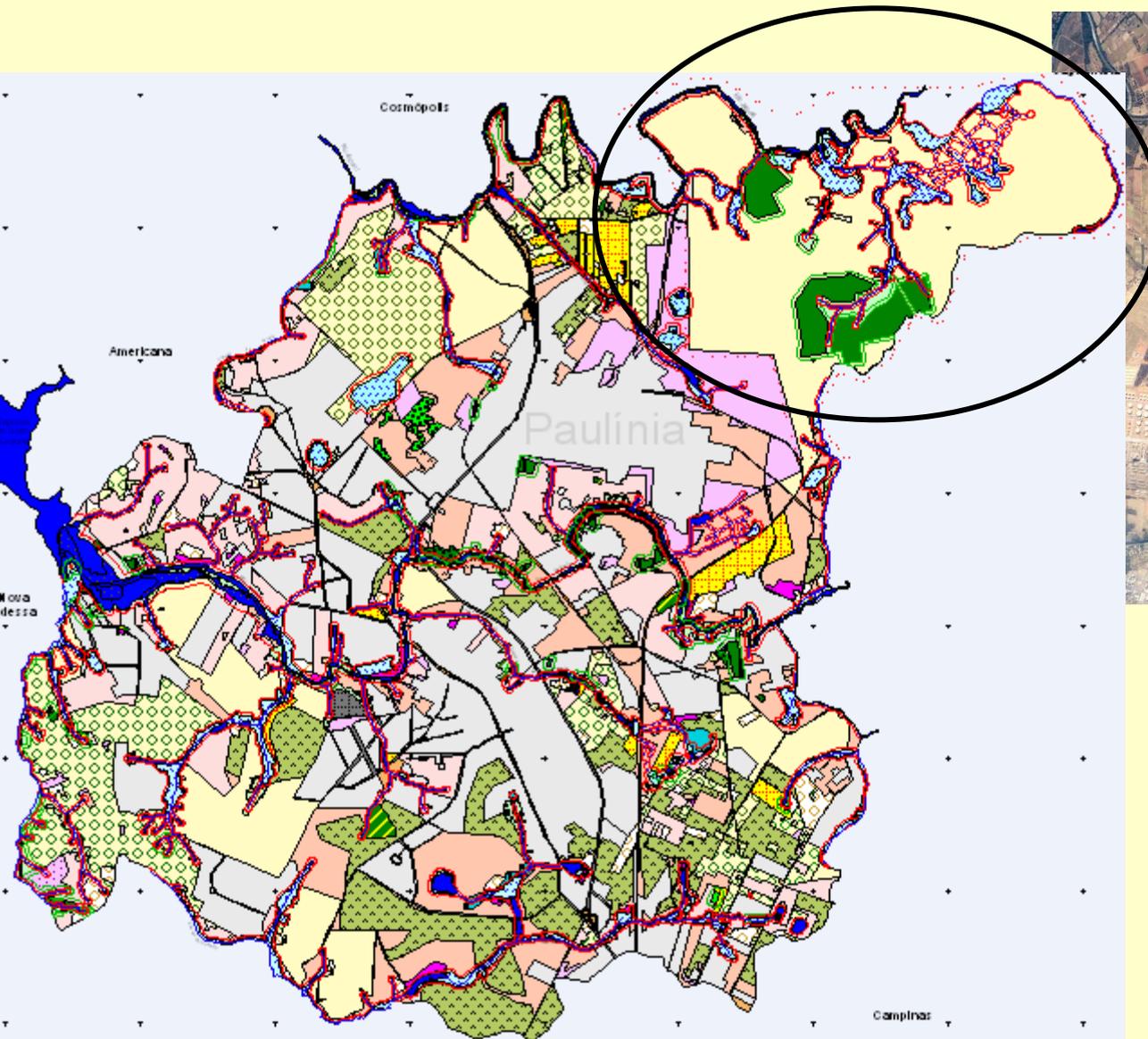
- Reduzir os riscos de extinção local ou aumentar a conectividade da paisagem ?
- Onde concentrar esforços de restauração : nos fragmentos de alto risco de extinção ou fragmentos com piores conexões ?
Ou apenas nos fragmentos em condições intermediárias de degradação ?

Como escolher a melhor estratégia ?

Estratégia	Perda de área produtiva	Ganho em conservação
Corredores	Média - Alta	sp. de borda e até de interior (?)
Permeabilidade da matriz	Nenhuma	sp que usam matriz
Stepping stone	Pequena	sp com capacidade de cruzar matriz
Área do fragmento	Alta	sp de interior
Qualidade do fragmento	Nenhuma	sp de interior
Proteção de bordas	Pequena	sp de interior

LOCAL DE ESTUDO

Município de
Paulínia, SP



Carolina Mathias Moreira
Jeanette Inamine Miachir
Mariana Machado

MÉTODO

Comparação entre as seguintes paisagens:

Paisagem Zero: Paisagem real;

Paisagem 1: Paisagem real + APP reconstituída;

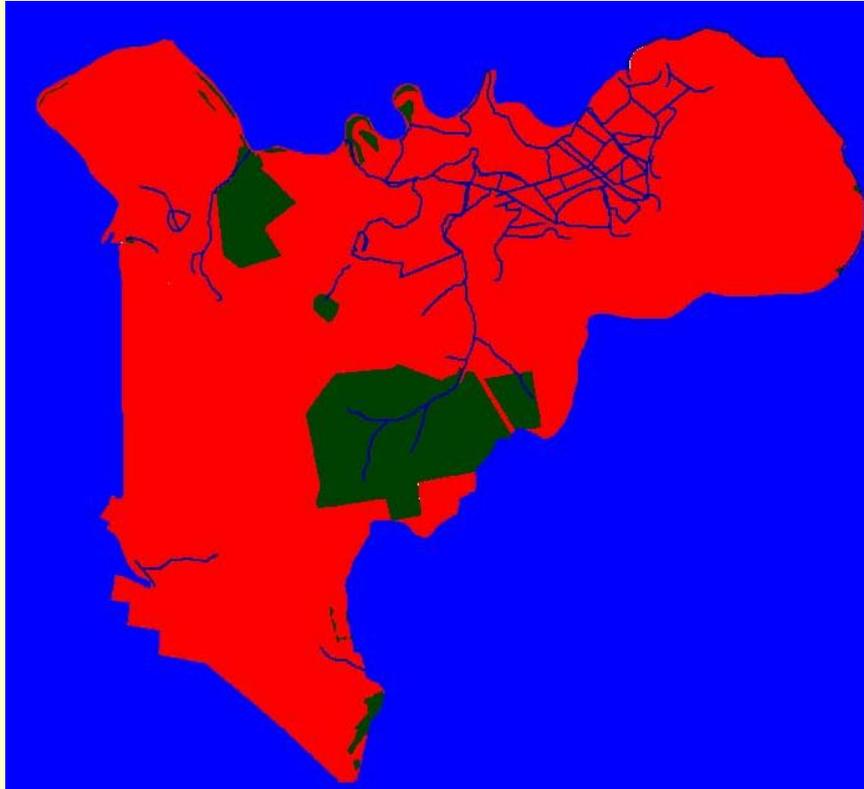
Paisagem 1A: Uso da RL para aumentar faixa de APP;

Paisagem 1B: Uso da RL para aumentar os maiores fragmentos;

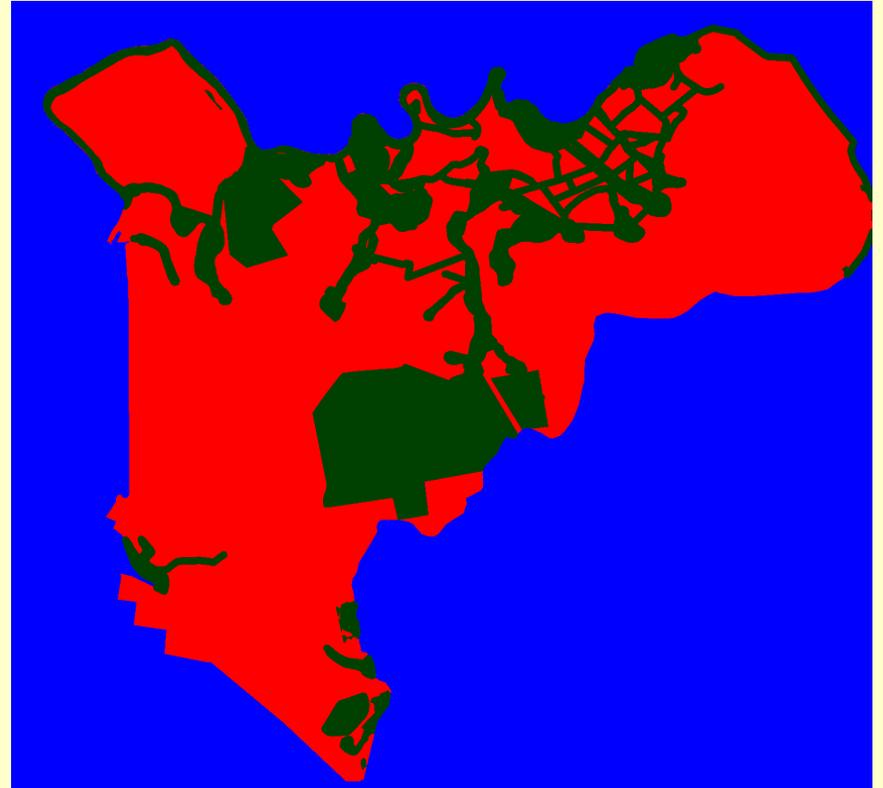
Paisagem 1C: Uso da RL para criar um corredor;

Paisagem 1D: Uso da RL para criar um único fragmento.

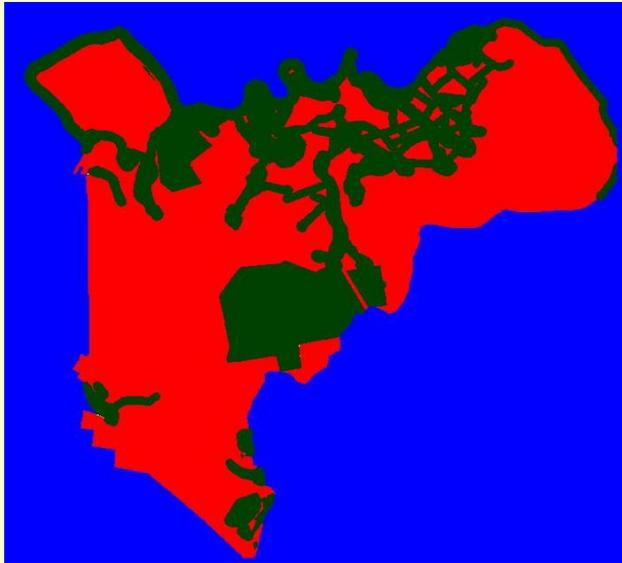
Paisagem Zero



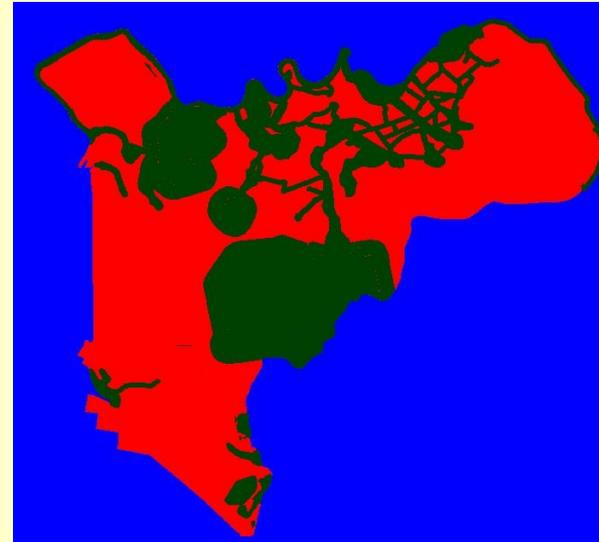
Paisagem 1



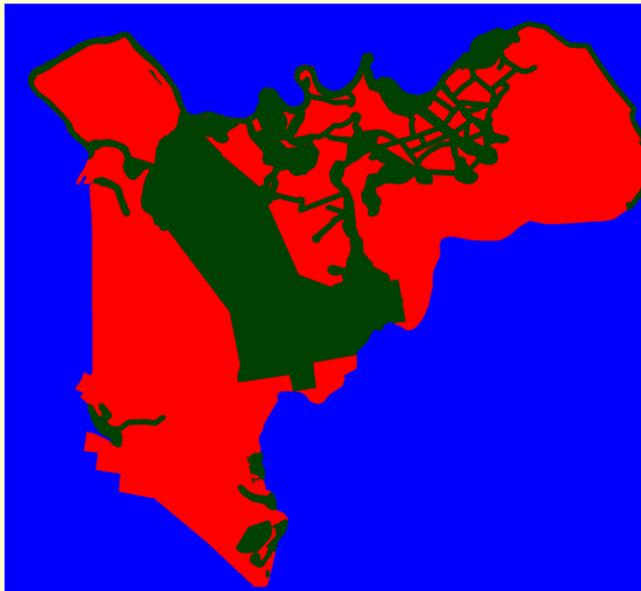
P 1A: ampliando APP



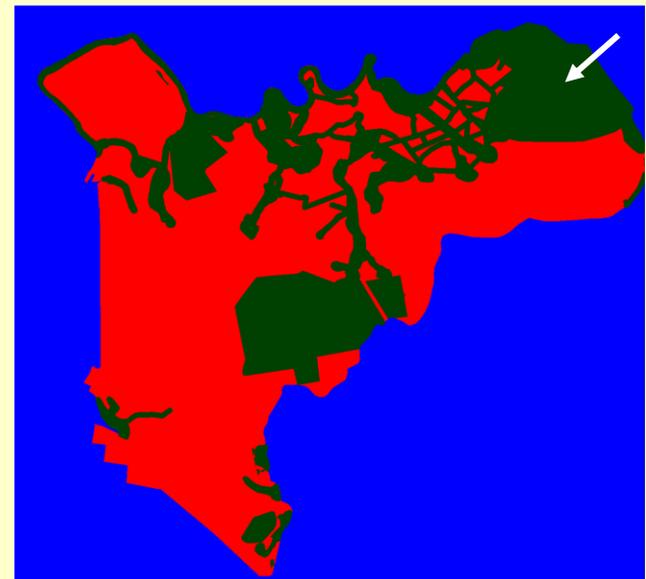
P 1B: aumentando fragmentos



P 1C: corredor



P 1D: um único fragmento



RESULTADOS

Métricas obtidas para cada paisagem

Paisagem	Nº Frag.	LPI (%)	Área Core		Prox (660) Média	Perc (m)
			ha.	Média		
Real	24	7.16	147.00	6.12	58.65	705
APP	10	25.98	193.63	19.36	440.29	455
RL + APP	9	31.26	247.88	27.54	427.76	445
Buffer	15	33.57	297.93	19.86	420.52	355
Corredor	10	32.59	362.39	36.24	550.46	455
Novo frag.	10	32.68	330.27	33.03	601.6	455

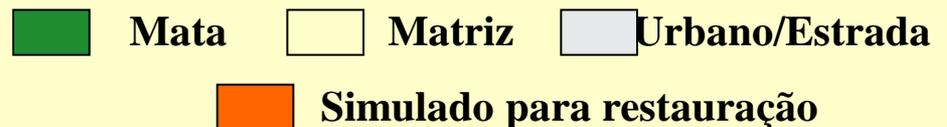
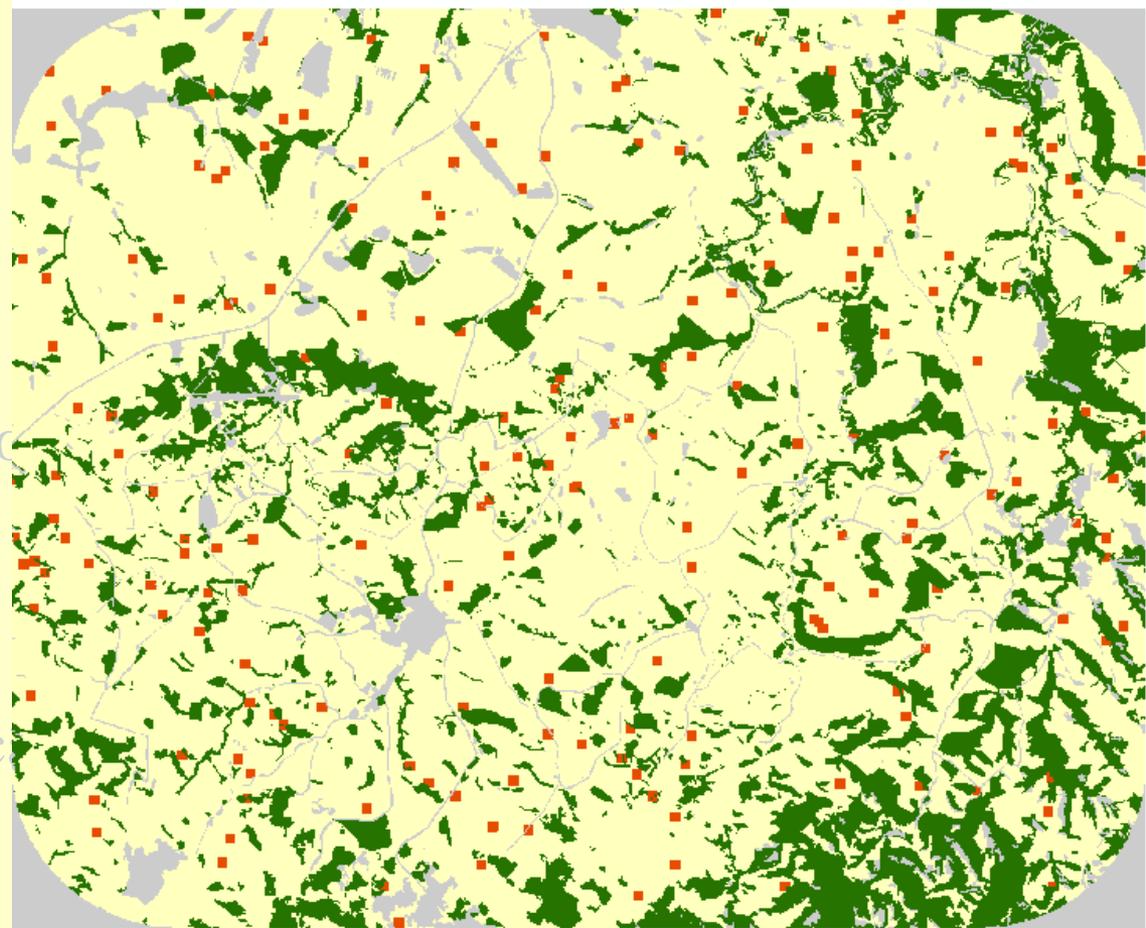
Material e Métodos

+ 400 ha ao cenário base

Cenário 1 (aleat) –
Aleatório 1 a 2 ha unif.

Cenário 2 (acrescimo50ha) –
Aumento de área do fragmento

Cenário 3 (riparia) – Restauração
de áreas ripárias



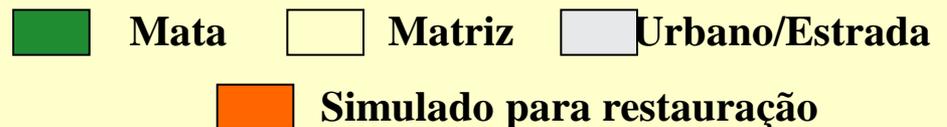
Material e Métodos

+ 400 ha ao cenário base

Cenário 1 (aleat) - Aleatório

Cenário 2 (acrescimo50ha) –
Aumento de área do fragmento

Cenário 3 (riparia)–
Restauração de áreas ripárias



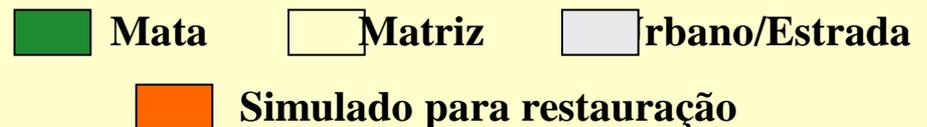
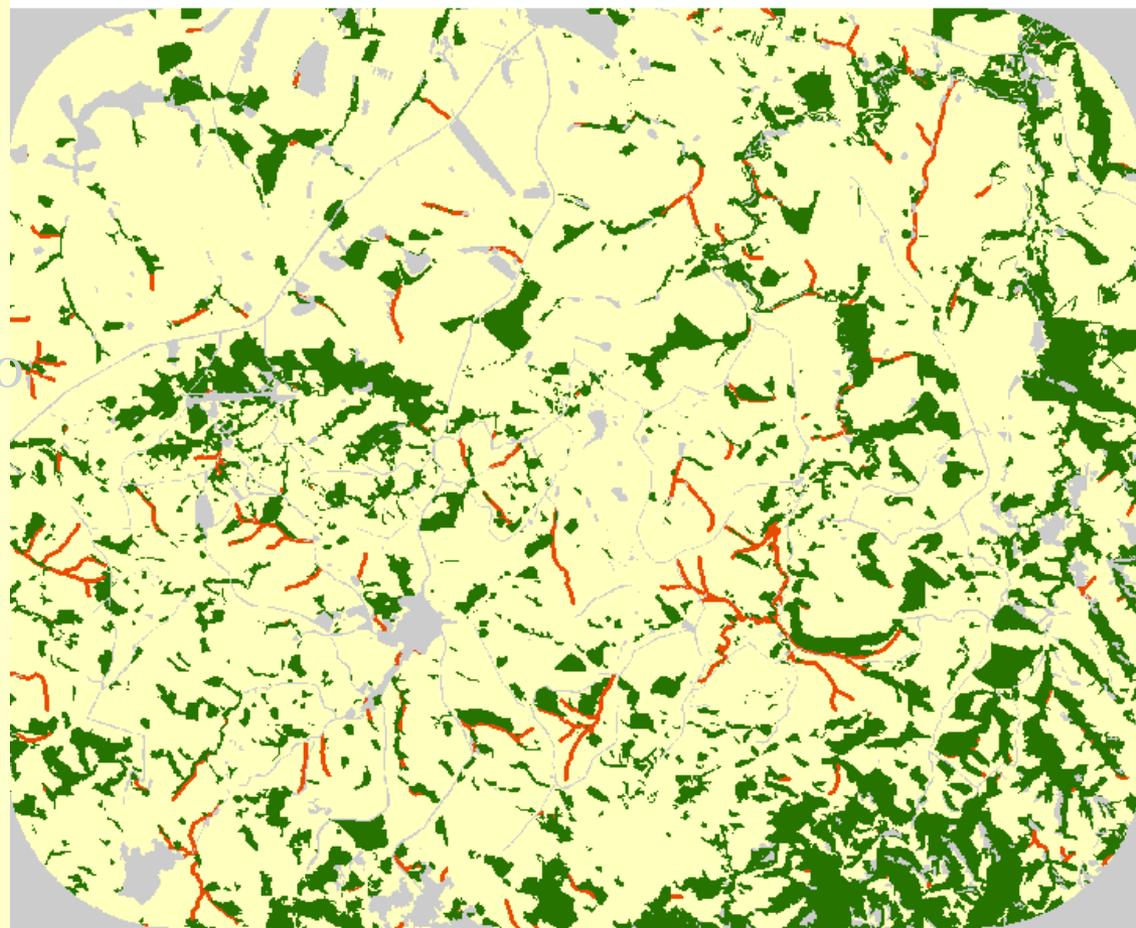
Material e Métodos

+ 400 ha ao cenário base

Cenário 1 (aleat) - Aleatório

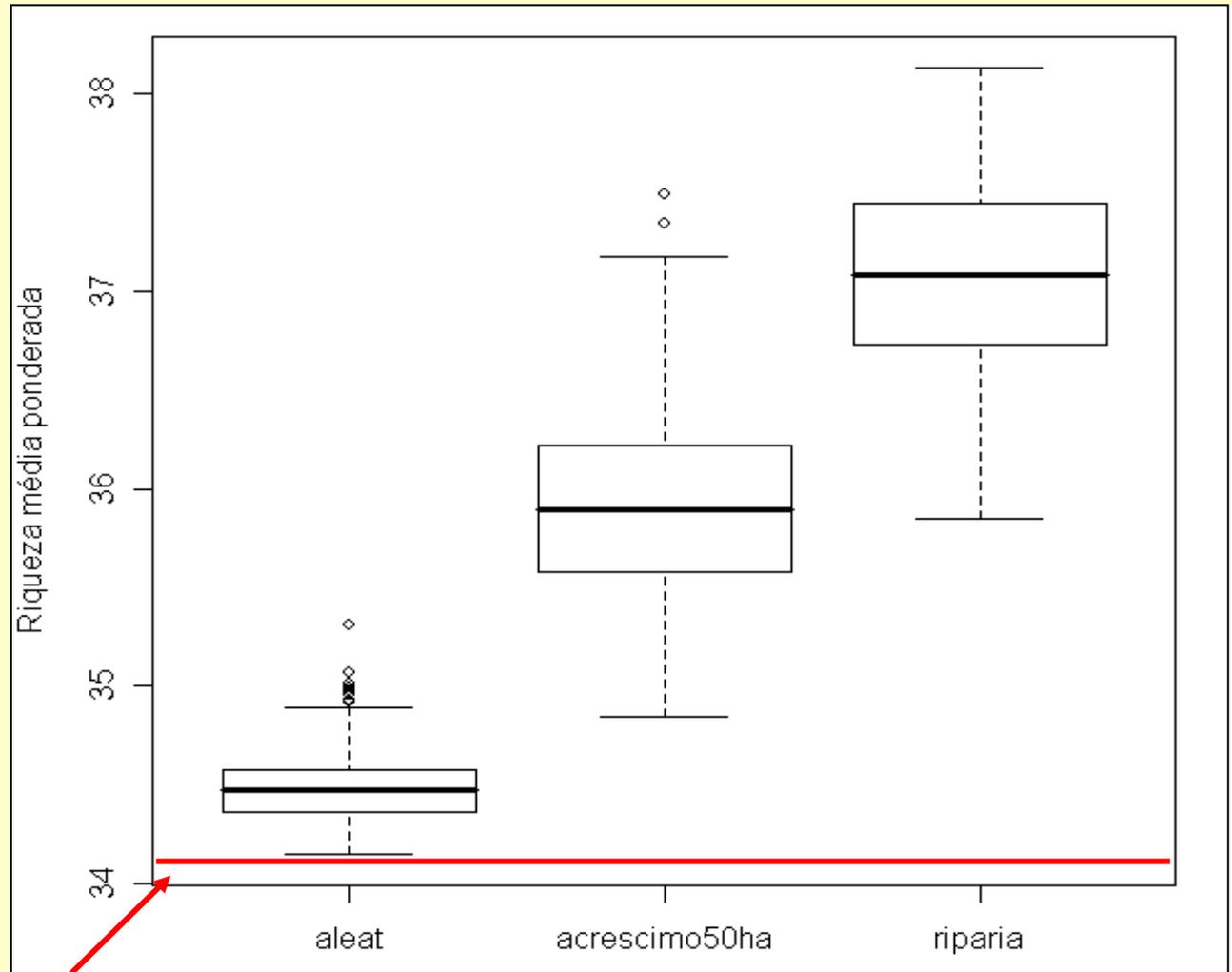
Cenário 2 (acrescimo50ha) –
Aumento de área do fragmento

Cenário 3 (riparia) –
Restauração de áreas ripárias



Resultados

Riqueza
Média
Ponderada



Riqueza média ponderada atual

Como escolher a melhor estratégia ?

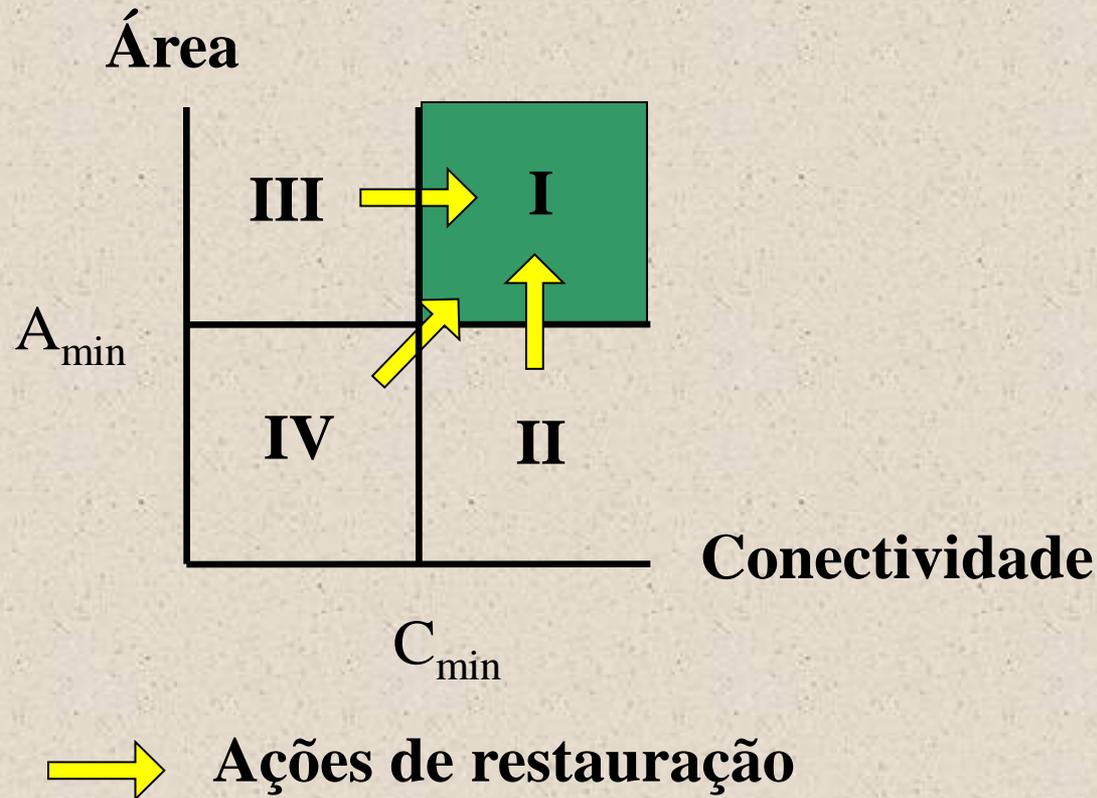
*Um plano de ação baseado num conjunto de espécies
"guarda-chuva"*

*Quais são os elementos-chave da
paisagem para as espécies focais ?*

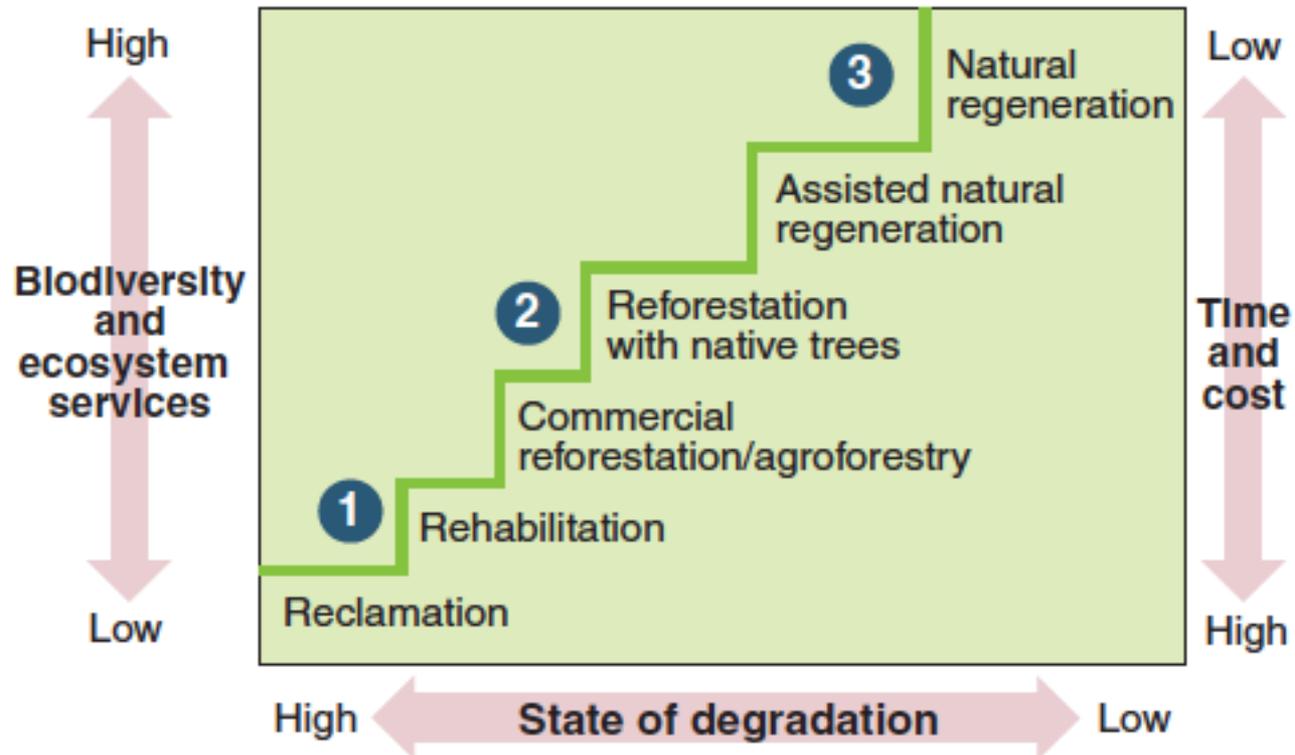
<i>Tipo de espécie guarda-chuva</i>	<i>Indicação oferecida</i>
<i>Exigência de área</i>	Tamanho mínimo do maior fragmento
<i>Limitação de deslocamento</i>	Espaçamento ótimo entre fragmentos
<i>Especialista (habitat – recurso)</i>	Manutenção de unidades raras

Como escolher a melhor estratégia ?

Onde concentrar esforços de restauração : nos fragmentos de alto risco de extinção ou fragmentos com piores conexões ?

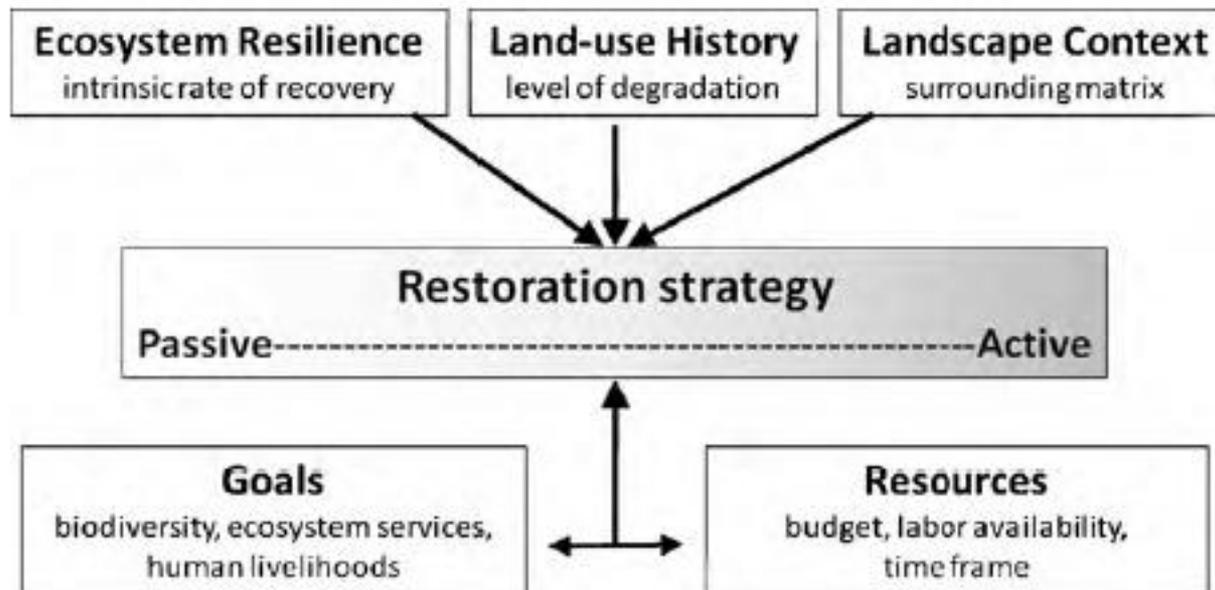


Factors to be considered when planning a restoration activity



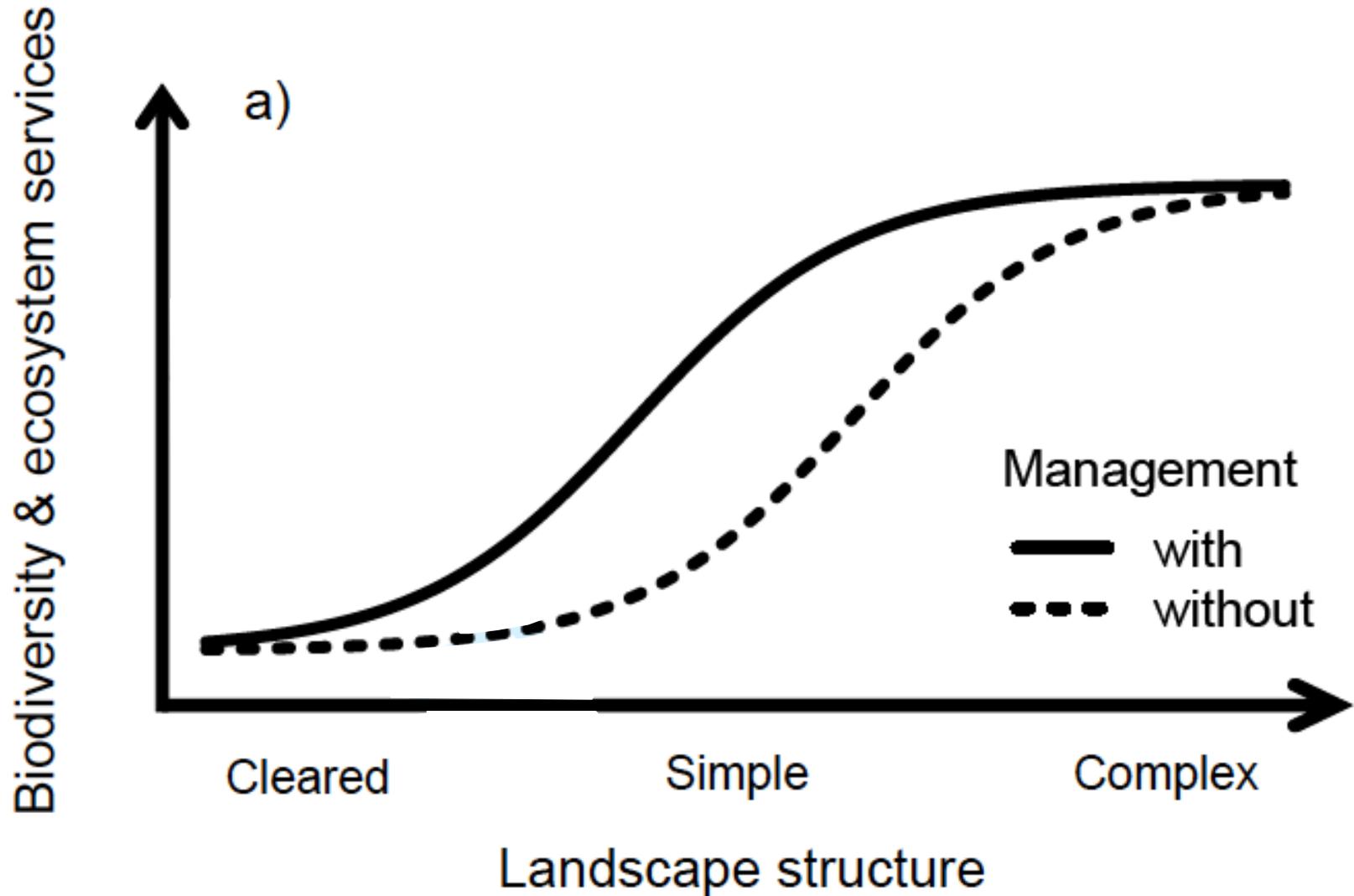
(Chazdon 2008, Science)

Factors to be considered when planning a restoration activity



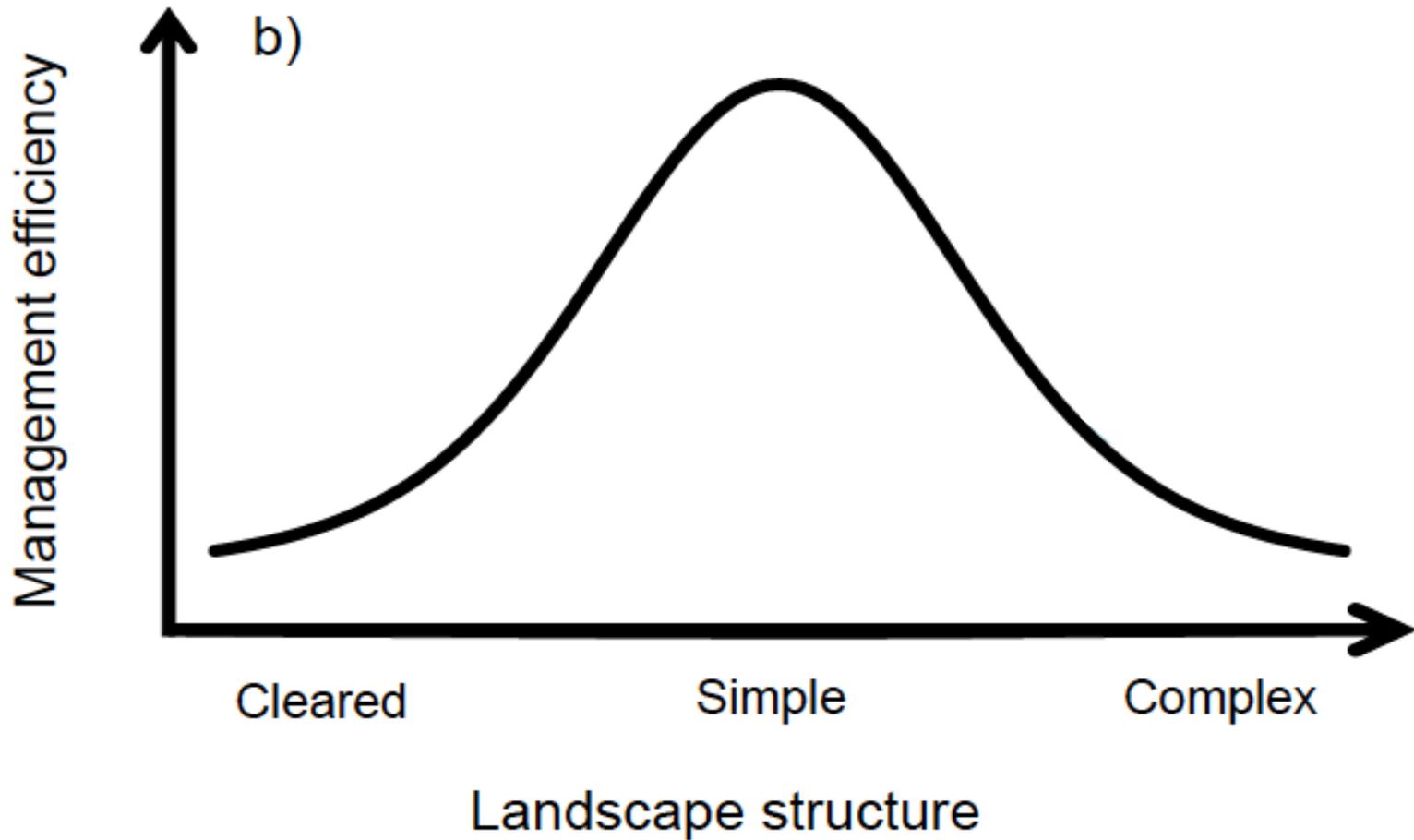
(Holl & Aide 2011,
Forest Ecology & Management)

When restoration is more efficient?



(Tscharntke et al. 2012, Biological Review)

When restoration is more efficient?



(Tschardt et al. 2012, Biological Review)

Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas ?

Introdução: conceitos básicos de restauração
fragmentação versus conectividade
quando é necessário restaurar a conectividade ?

Estratégias para aumentar a conectividade da paisagem
Adensamento e melhoria da rede de corredores
Aumento da permeabilidade da matriz

Estratégias complementares: diminuindo o risco de extinção
Como escolher a melhor estratégia ?

*Um plano de ação baseado num conjunto de espécies
"guarda-chuva"*

Como implementar as estratégias ?

Por onde começar ?

Simulações

Revegetação ou regeneração ?

Integrando a população local nas ações de restauração

Concluindo

Como implementar as estratégias ?

Por onde começar ?

No âmbito internacional: Conservation International (CI)
“Hotspots”:

- áreas de concentração de espécies endêmicas (0,5% do total das espécies do mundo)
- com perdas significativas de áreas de habitat (< 30%)

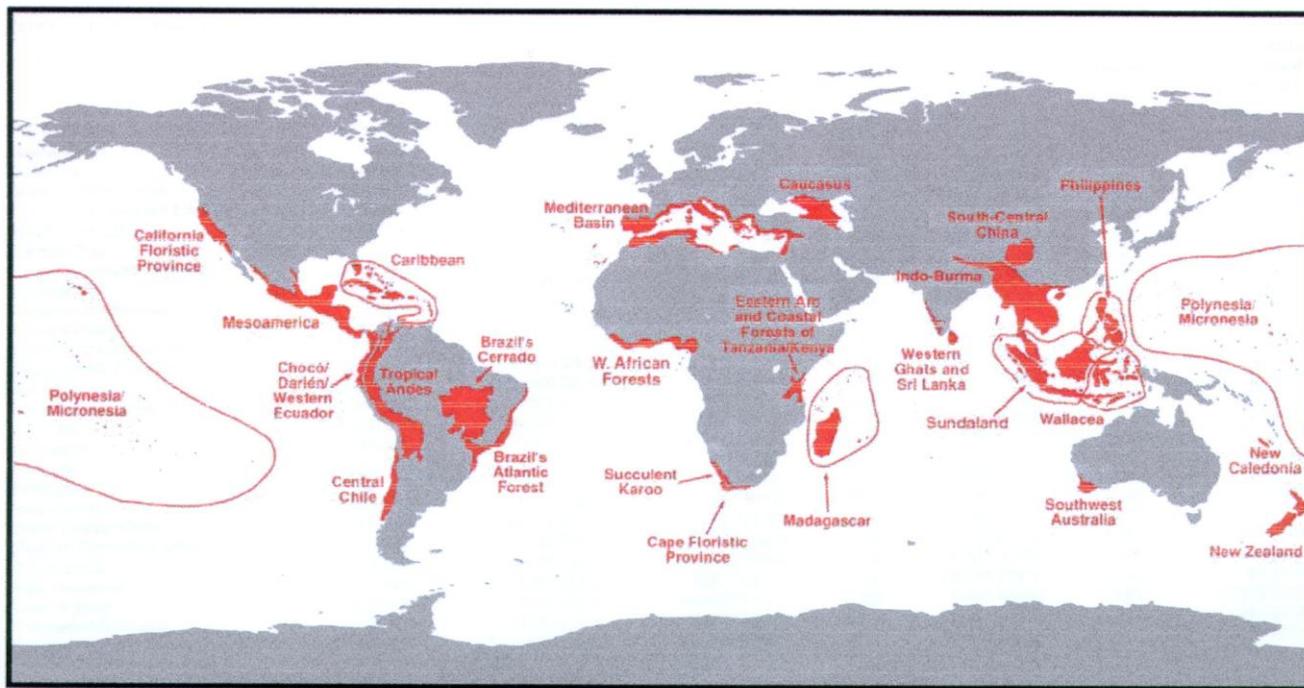


Figure 1 The 25 hotspots. The hotspot expanses comprise 30–3% of the red areas.

(baixa similaridade
entre as áreas)

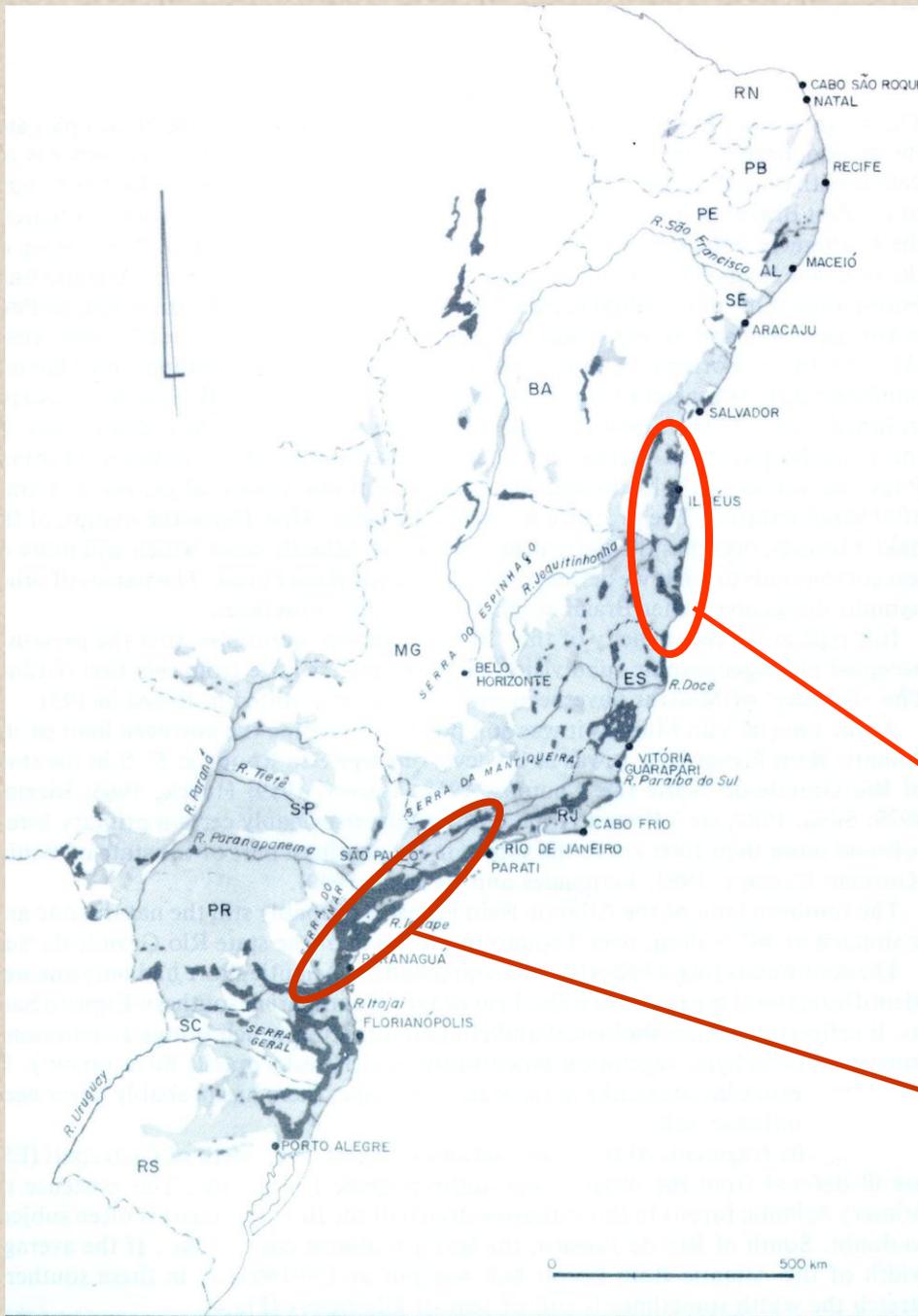
Como implementar as estratégias ?

Por onde começar ?

No caso da Mata Atlântica:
Corredores ecológicos: alta concentração de diversidade biológica ou áreas de endemismo

Corredor do descobrimento

Corredor da Serra do Mar



Por onde começar ?

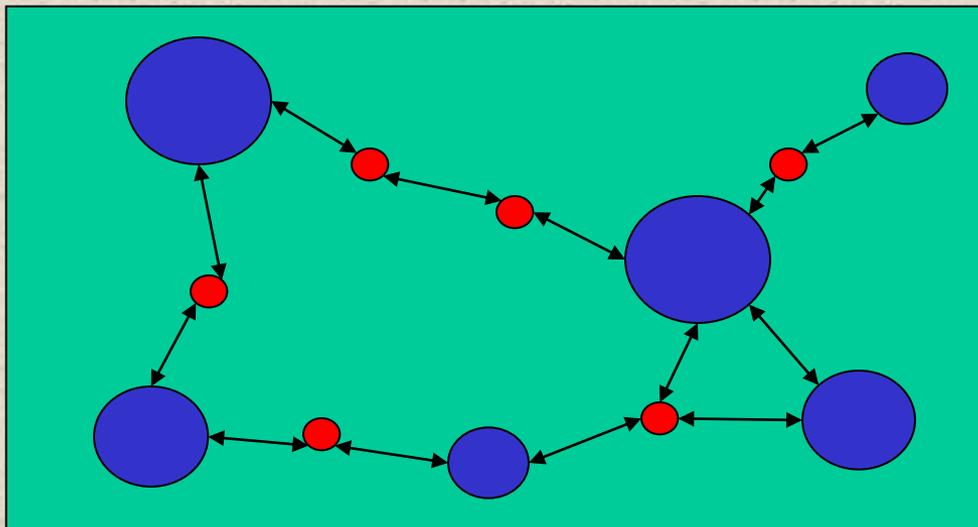
Numa escala regional:

1. **Áreas de Preservação Permanente** são áreas de vegetação:
 - ao longo de cursos ou corpos d'água (artificiais ou naturais);
 - ao redor de nascentes;
 - no topo dos morros, em montanhas e serras em altitudes superiores a 1.800 metros;
 - nas encostas com mais de 45 graus de declividade;
 - em bordas de tabuleiros e chapadas;
 - nas restingas.
2. **Reservas Legais** : porcentagem da *área produtiva* de cada propriedade onde não é permitido o corte raso rural
 - Sul e Sudeste: 20% - 35% (Cerrado)
 - Centro-Oeste: 50%
 - Amazônia Legal: 80%

Como implementar as estratégias ?

Simulações

Se temos dinheiro para implantar 50 “stepping-stones”, como determinar qual é a melhor localização possível para o aumento dos fluxos biológicos na paisagem ?



- Fragmentos
- Stepping stones

- Considerando capacidades de deslocamento da espécie, é possível simular a melhor distribuição dos “stepping-stones”.

- A restauração pode ser vista como uma forma de testar o modelo

➔ pesquisa e ação

A topographic map of a landscape, likely a farm or research area, showing terrain elevation, vegetation, and water features. A red line outlines a specific area of interest. A grid of latitude and longitude coordinates is overlaid on the map. The text is centered over the map.

**TESTE DE UM MÉTODO DE DISTRIBUIÇÃO DE
FRAGMENTOS PARA RESTAURAÇÃO DA
CONECTIVIDADE DA PAISAGEM**

Cláudia B. de Campos
Robson Fábio Lopes

Ecologia da Paisagem: Conceitos e Métodos de Pesquisa/2005

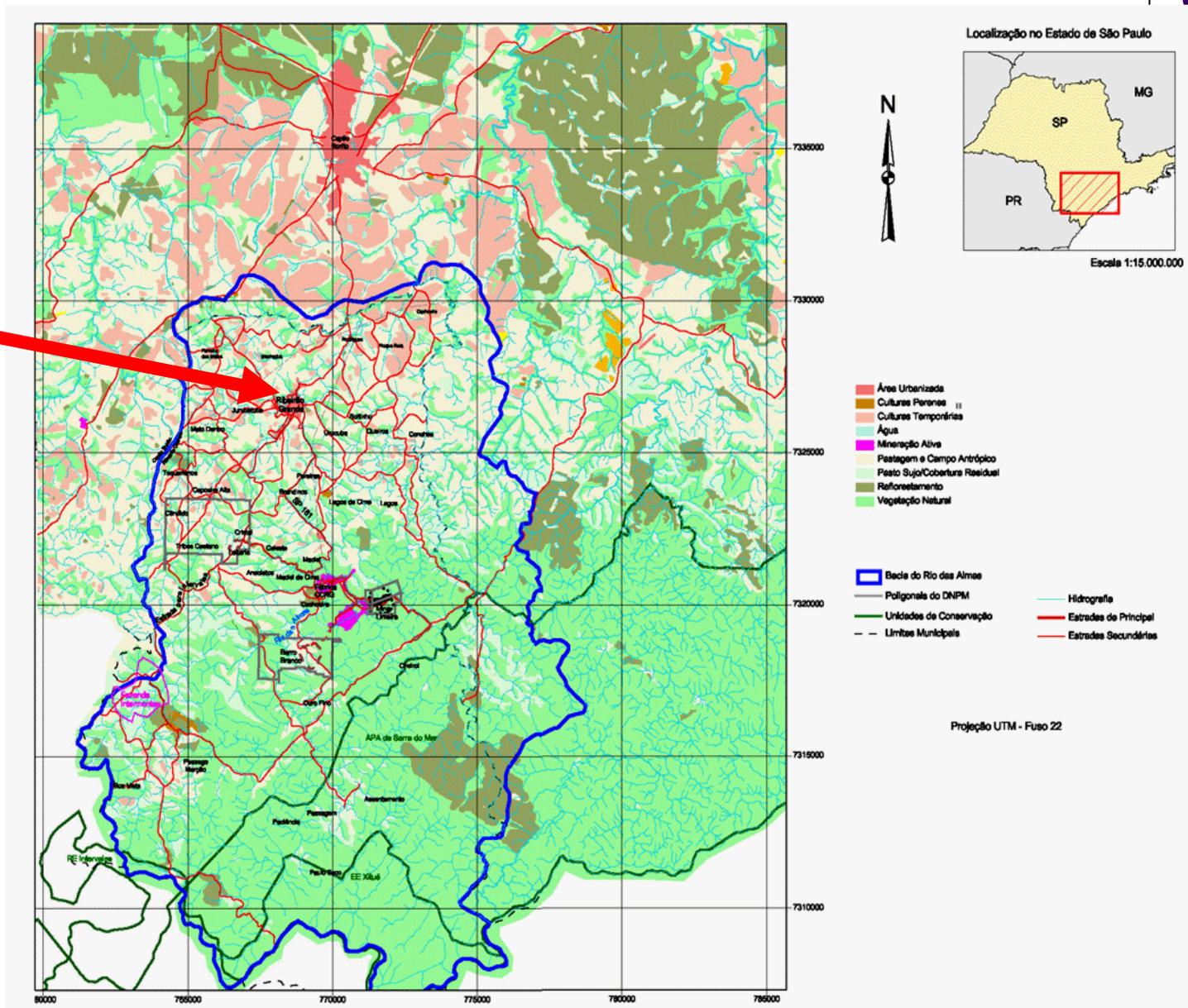
FAZENDA INTERMONTES

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

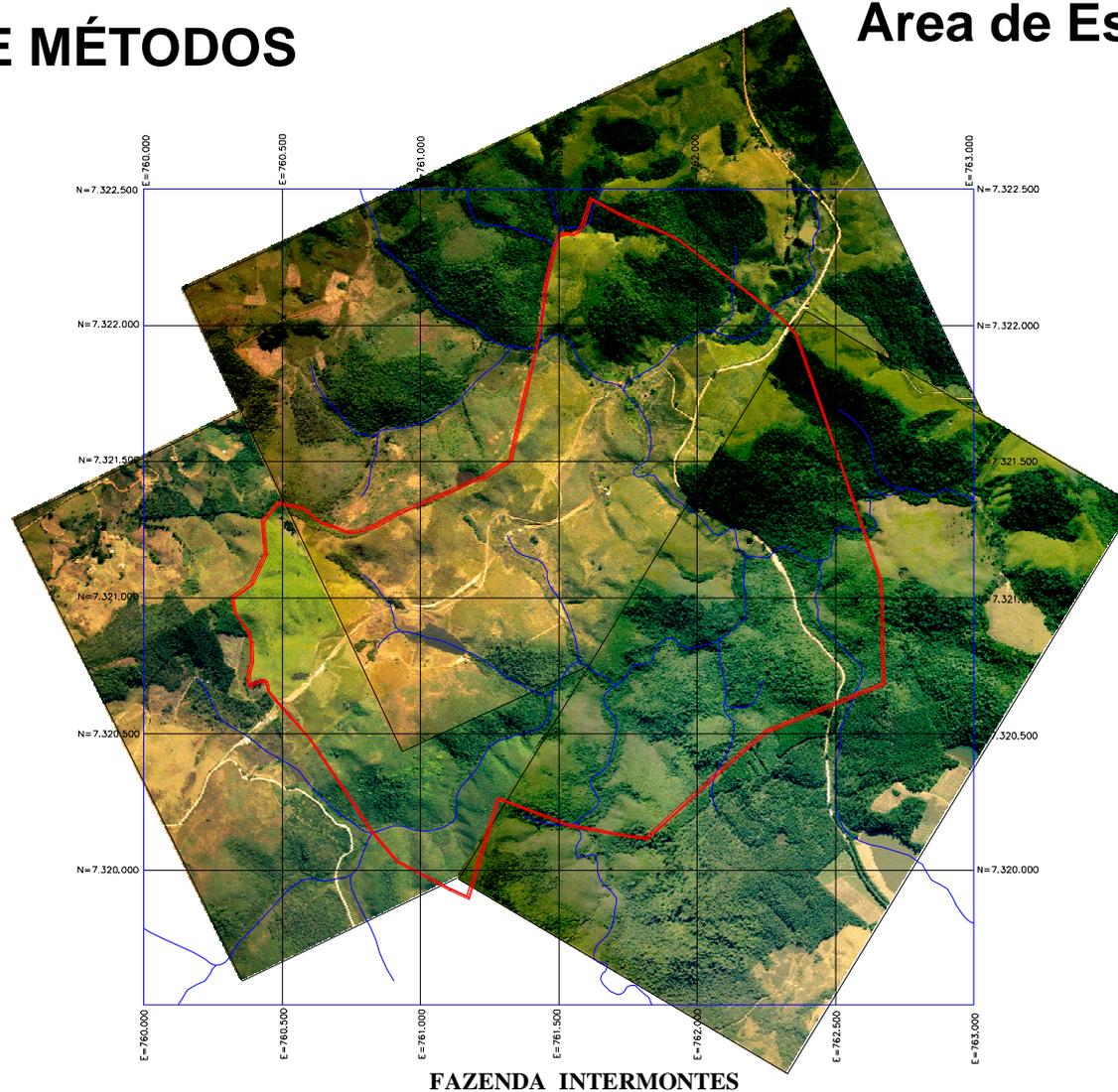


Ribeirão Grande



MATERIAL E MÉTODOS

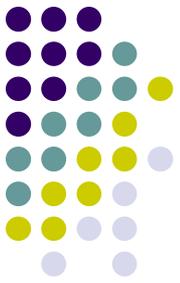
Área de Estudo



Mosaico fotográfico compondo a Fazenda Intermontes (CCRG), município de Ribeirão Grande, SP. Fotografias tiradas no ano de 1999, em escala original 1: 10.000. (limites da propriedade em vermelho)

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo



Mata

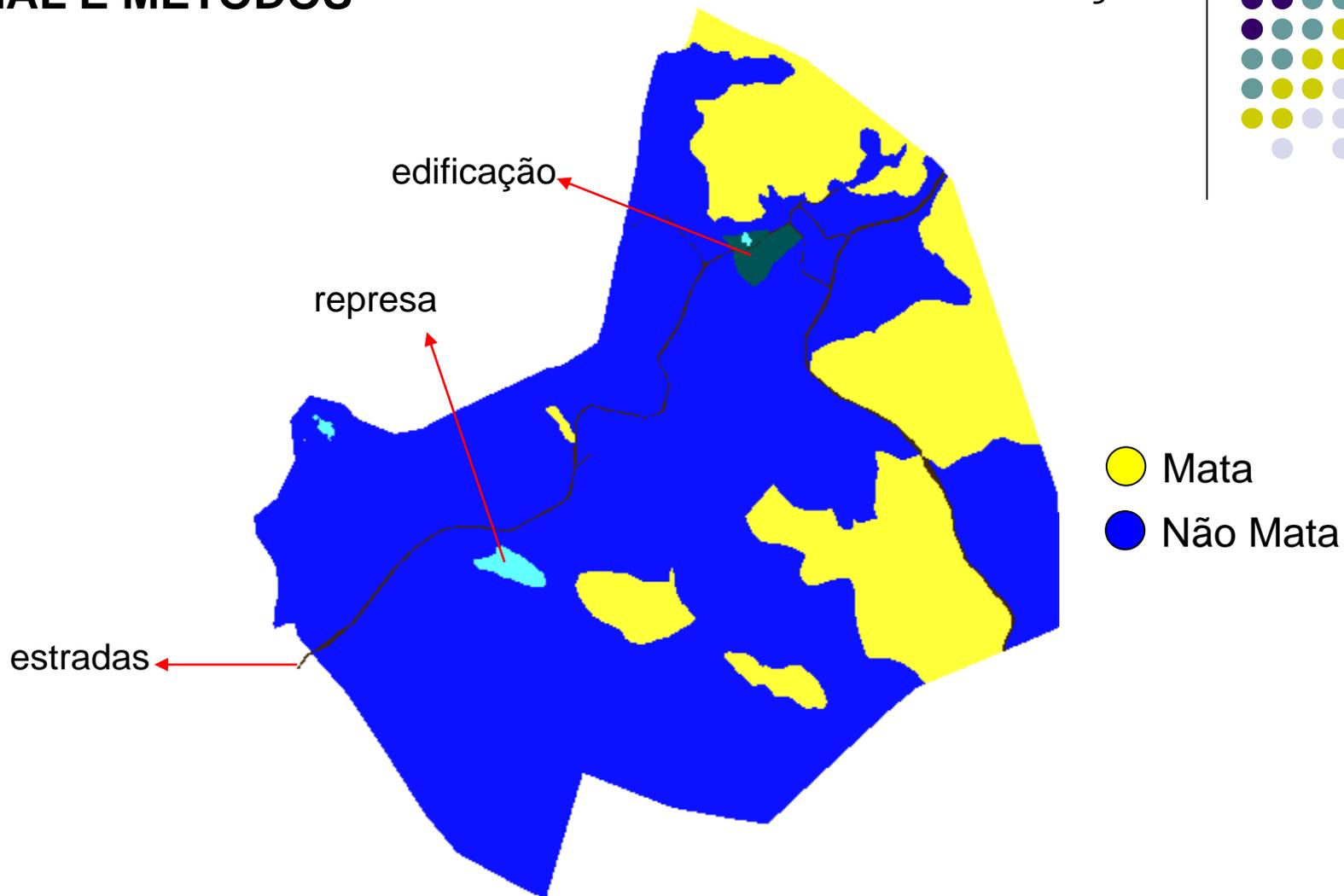


Áreas para restauração

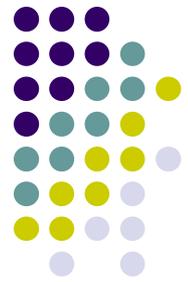


MATERIAL E MÉTODOS

Classificação



Mapa Inicial Fazenda Intermontes



MÉTRICAS:

Área Total	CA/TA
Área Core	TCA
Proximidade	MN
Conectividade	CONN
Área maior fragmento	LPI

30 aleatorizações para cada mancha >>>>>>>>>> **270 mapas**

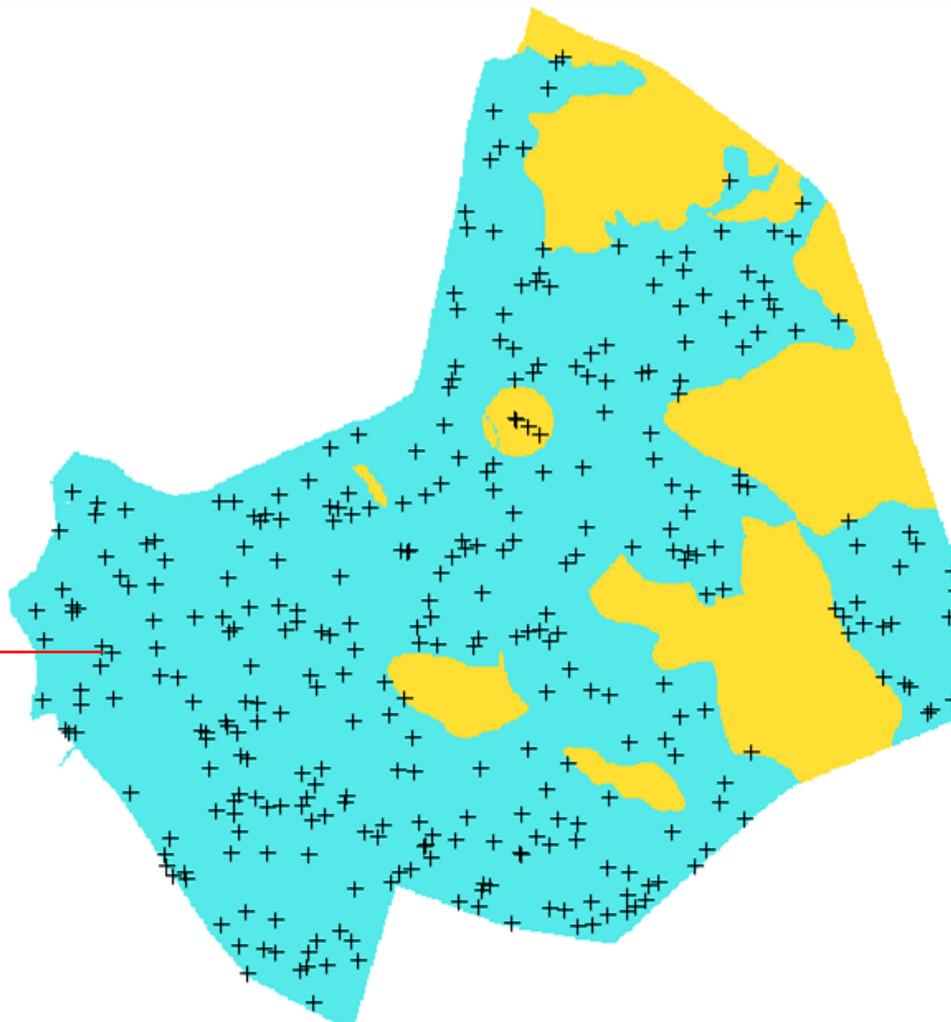
Quantidade de manchas (un)	Tamanho (ha)	Raio (m)
1	25	89
2	12.5	63
3	8.33	51
1	50	126
2	25	89
3	16.66	72
1	75	154
2	37.5	109
3	25	89

MATERIAL E MÉTODOS

Sorteio dos pontos

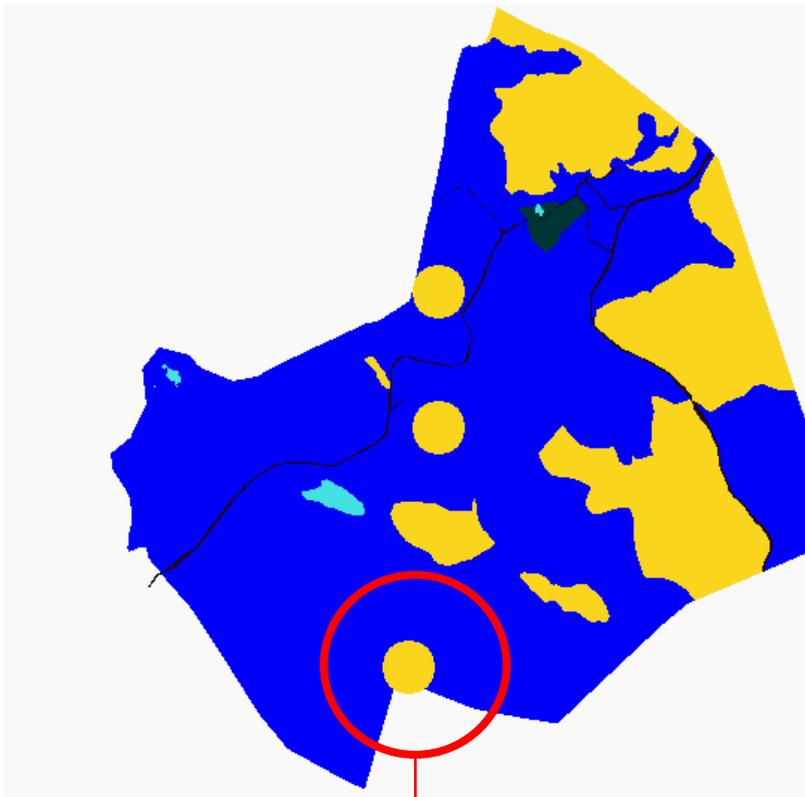


Pontos
sorteados

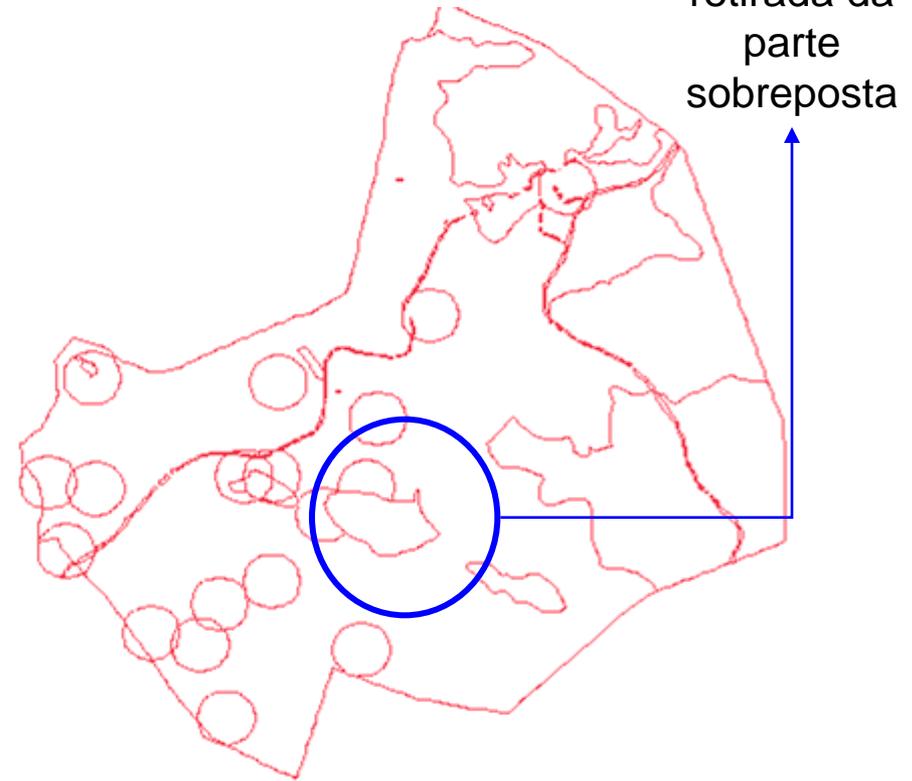


MATERIAL E MÉTODOS

Ajustes



ponto sorteado com sobreposição (fundo)

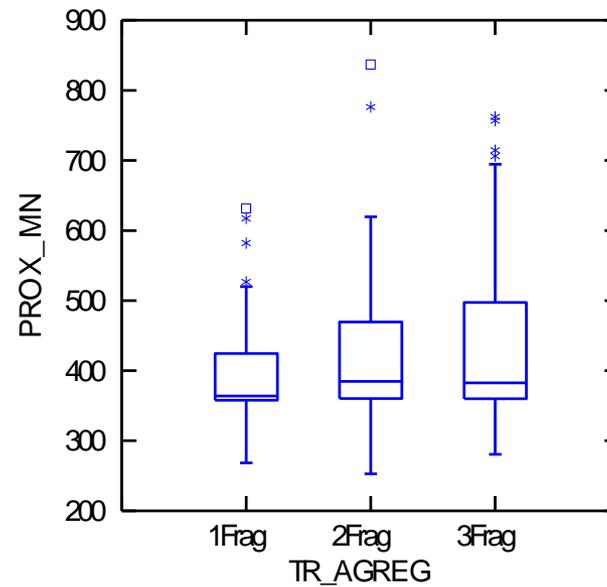
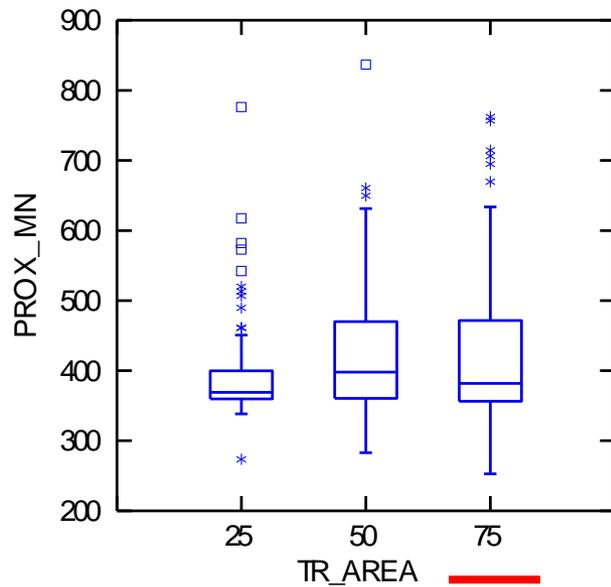


retirada da parte sobreposta

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Classes Métricas	Teste	Discussão
Proximidade	área (P=0.029)	
MN	disp (P=0.004)	quanto mais manchas, mais proximidade (Box Plot)
	área x disp (P=0.000)	mais número de manchas - aumentada área e proximidade dentro do raio de busca



Revegetação ou regeneração ?

- Custo para revegetar uma área : o projeto de reabilitação das matas ciliares do rio Jacaré-Pepira (Joly 1994) mostrou que esse custo pode se elevar a US\$ 2.600,00 por hectare.
- Parece ser consenso que a melhor estratégia para se revegetar uma determinada região é o estímulo à regeneração natural do ecossistema:
 - plantação de árvores frutíferas nativas para atrair a fauna dispersora de sementes;
 - introdução de poleiros artificiais na paisagem;
 - enriquecimento de “ilhas de regeneração” com árvores de crescimento rápido.

Puerto Rico Forest Cover, 1951 - 2000

Kennaway and Helmer, 2007, GISci. Rem. Sens. 44(4)



1951 (aerial photos)



1977 (aerial photos)



1991 (Landsat mosaic)



2000 (Landsat mosaic)

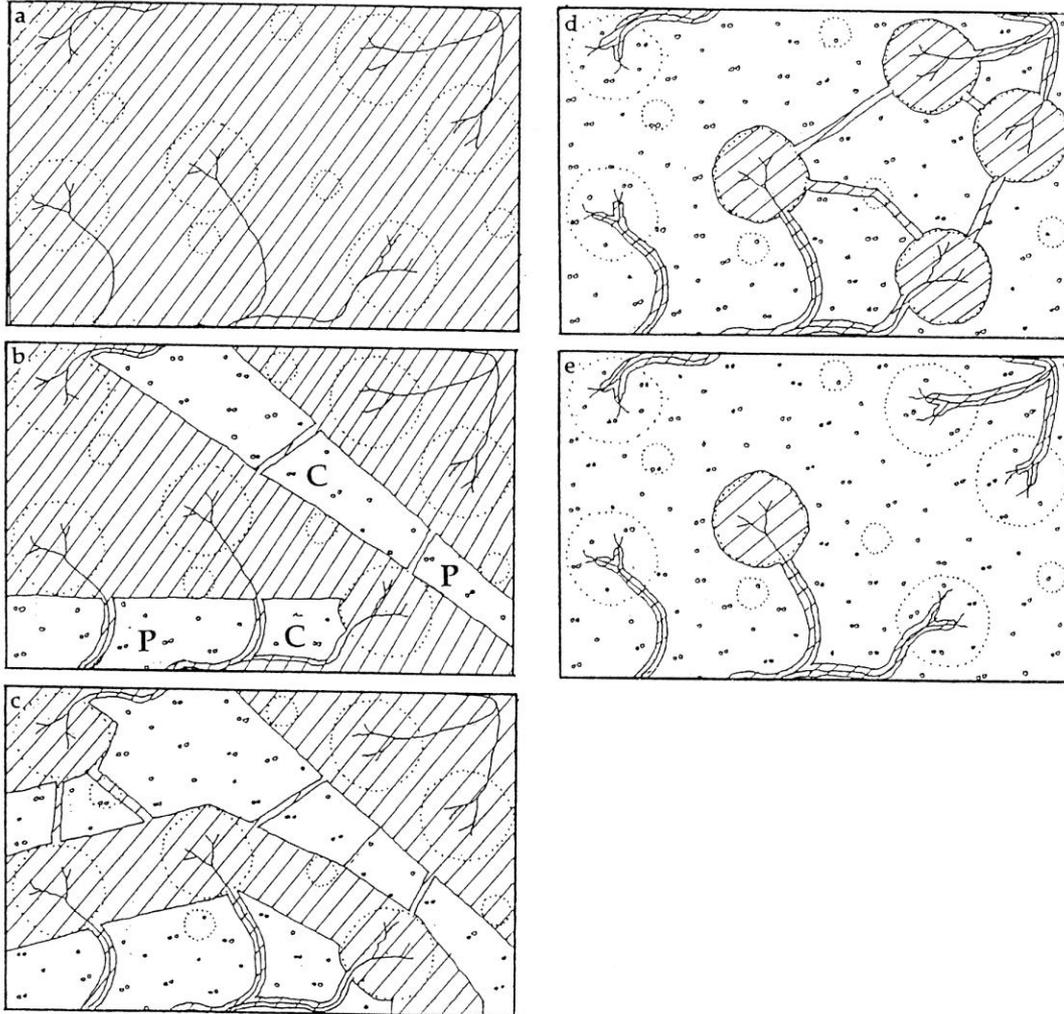
Integrando a população local nas ações de restauração

- O Homem é parte da paisagem e uma restauração da paisagem não pode ser bem sucedida sem sua participação.
- Exemplos:
 - Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo junto à prefeitura de São Roque (Victor 1998), onde jovens adolescentes de regiões de transição entre ambientes urbanos e rurais são envolvidos em atividades agroflorestais
 - No Pontal do Paranapanema, pequenos agricultores em assentamentos de sem-terra são estimulados a implantar áreas florestais tampão no entorno da Reserva do Morro do Diabo, ou então a plantar “quintais agroflorestais” que poderiam funcionar como “stepping-stones” (Instituto de Pesquisa Ecológica)

Concluindo

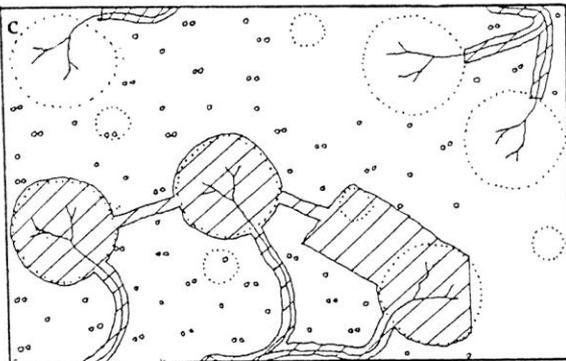
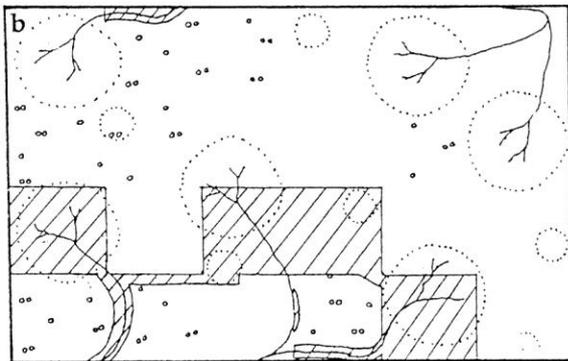
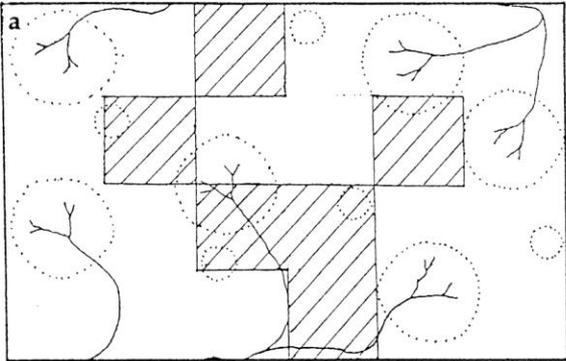
O ideal, na realidade, é não ter que fazer restauração, e sim de se fragmentar a paisagem de forma inteligente (Laurance & Gascon 1997, Forman & Collinge 1997)

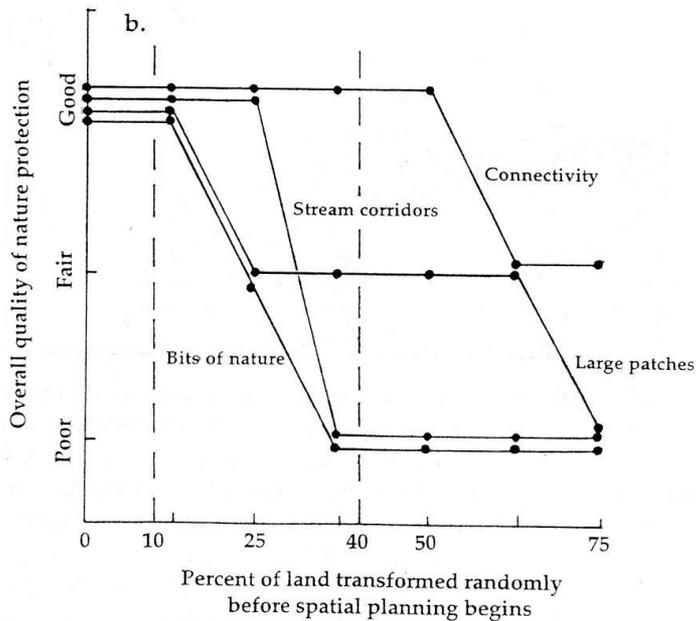
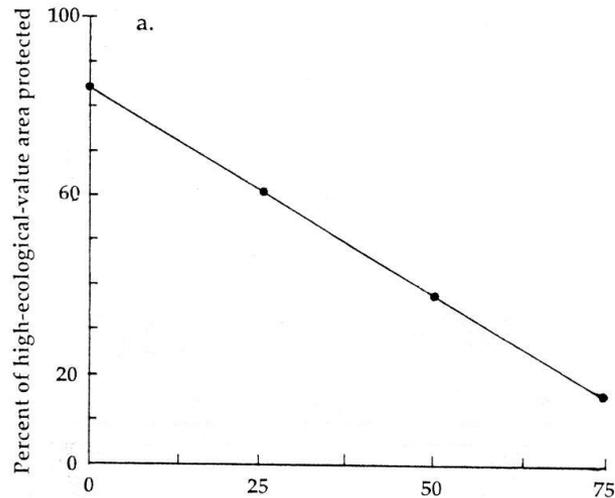
Exemplo de transformação planejada da paisagem



- Manter os elementos essenciais de uma “paisagem guarda-chuva”:
- grandes fragmentos;
 - rede corredores ripários largos;
 - manutenção de vegetação florestal em áreas de risco de erosão;
 - proteção de mananciais;
 - manutenção de uma matriz porosa.

Transformações não-
planejadas ou
parcialmente planejadas
($p=0,25$)

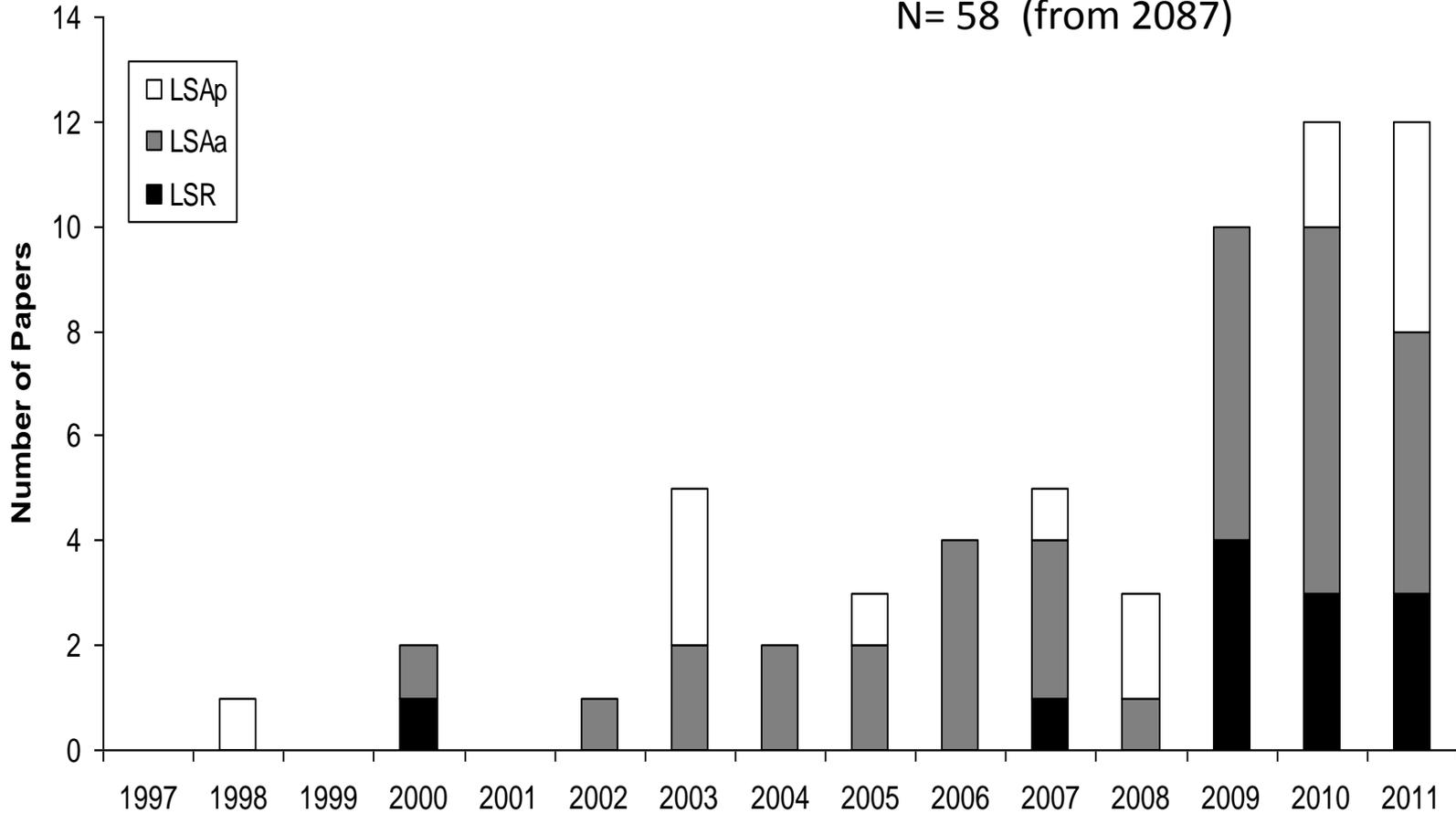




- Transformações não-planejadas ou parcialmente planejadas ($p = 0,25$)
- Planejar com: $p > 0,6$

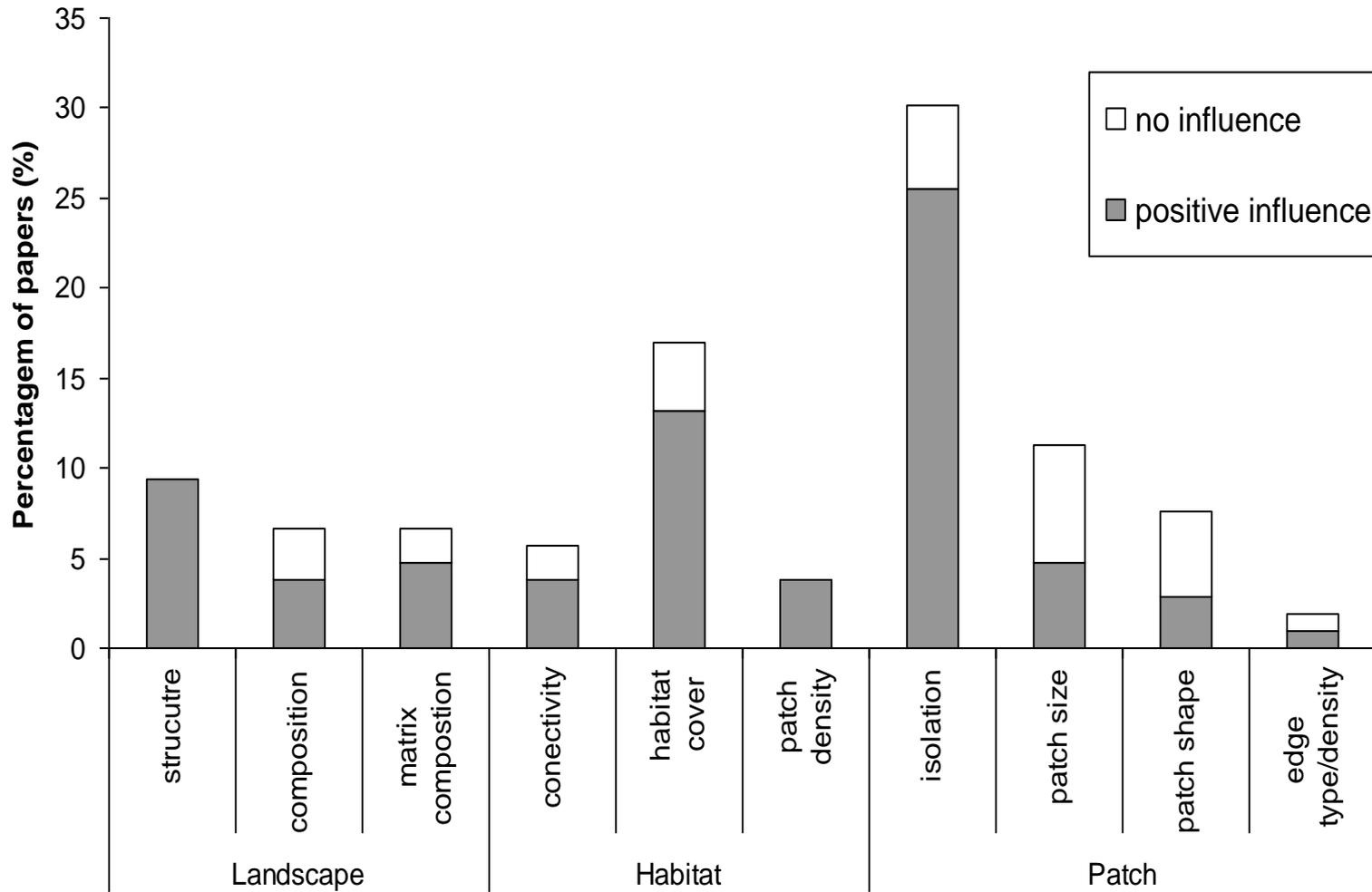
Landscape structure and restoration effectiveness

landscape, ecolog* AND restor*
N= 58 (from 2087)



(Leite et al. unpublished data)

Landscape structure and restoration effectiveness



Concluindo

- A restauração pode ser uma ocasião única de testar ou validar alguns modelos sobre o funcionamento de uma paisagem.
- Essa é uma oportunidade singular de se gerar conhecimento e, ao mesmo tempo, contribuir para restaurar uma paisagem saudável.