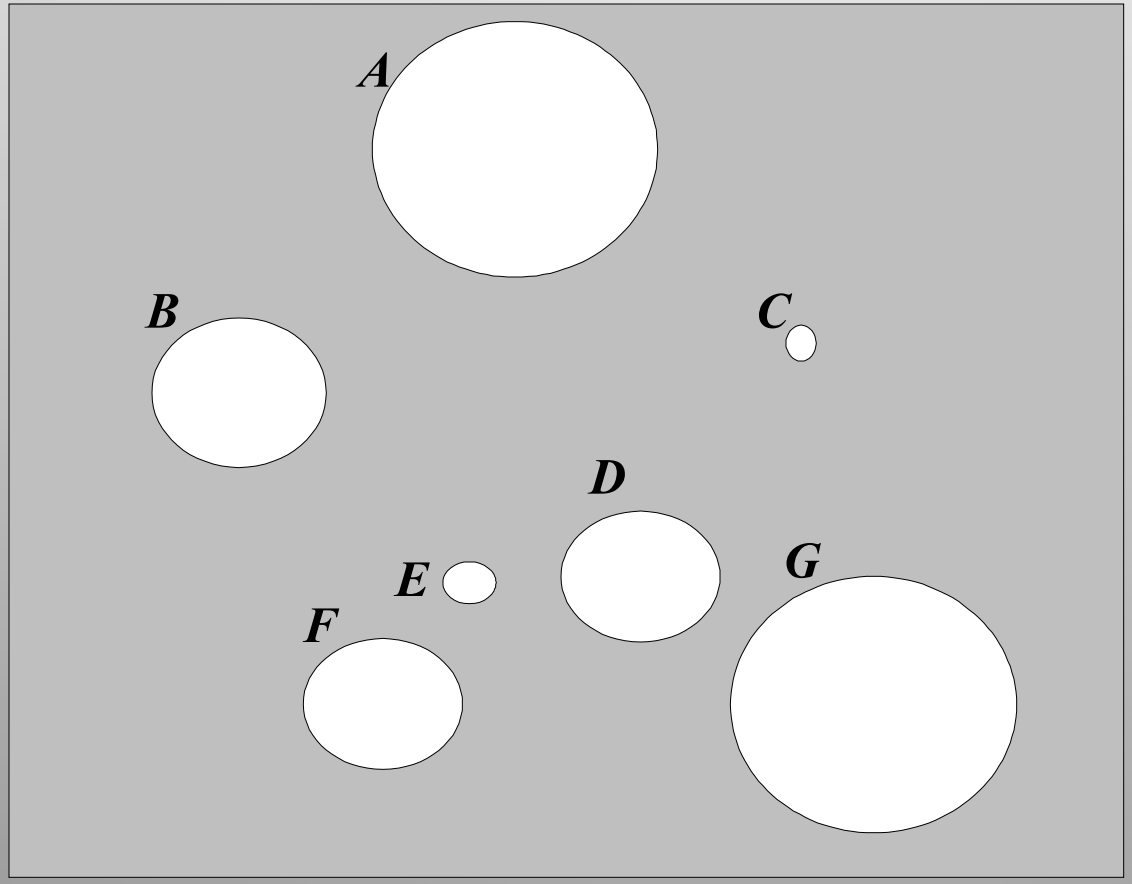
Jean Paul Metzger (USP)

A fragmentação de habitats como principal ameaça à biodiversidade

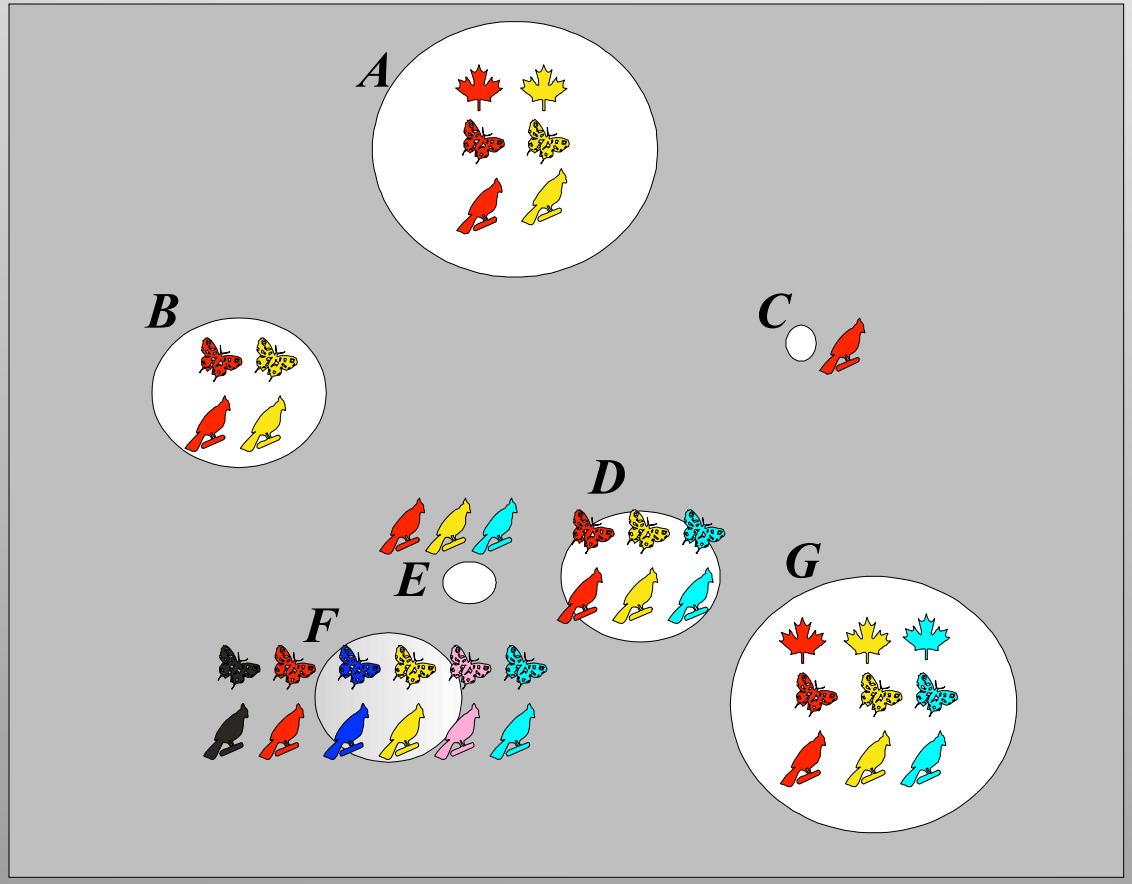
A fragmentação de habitats como principal ameaça à biodiversidade

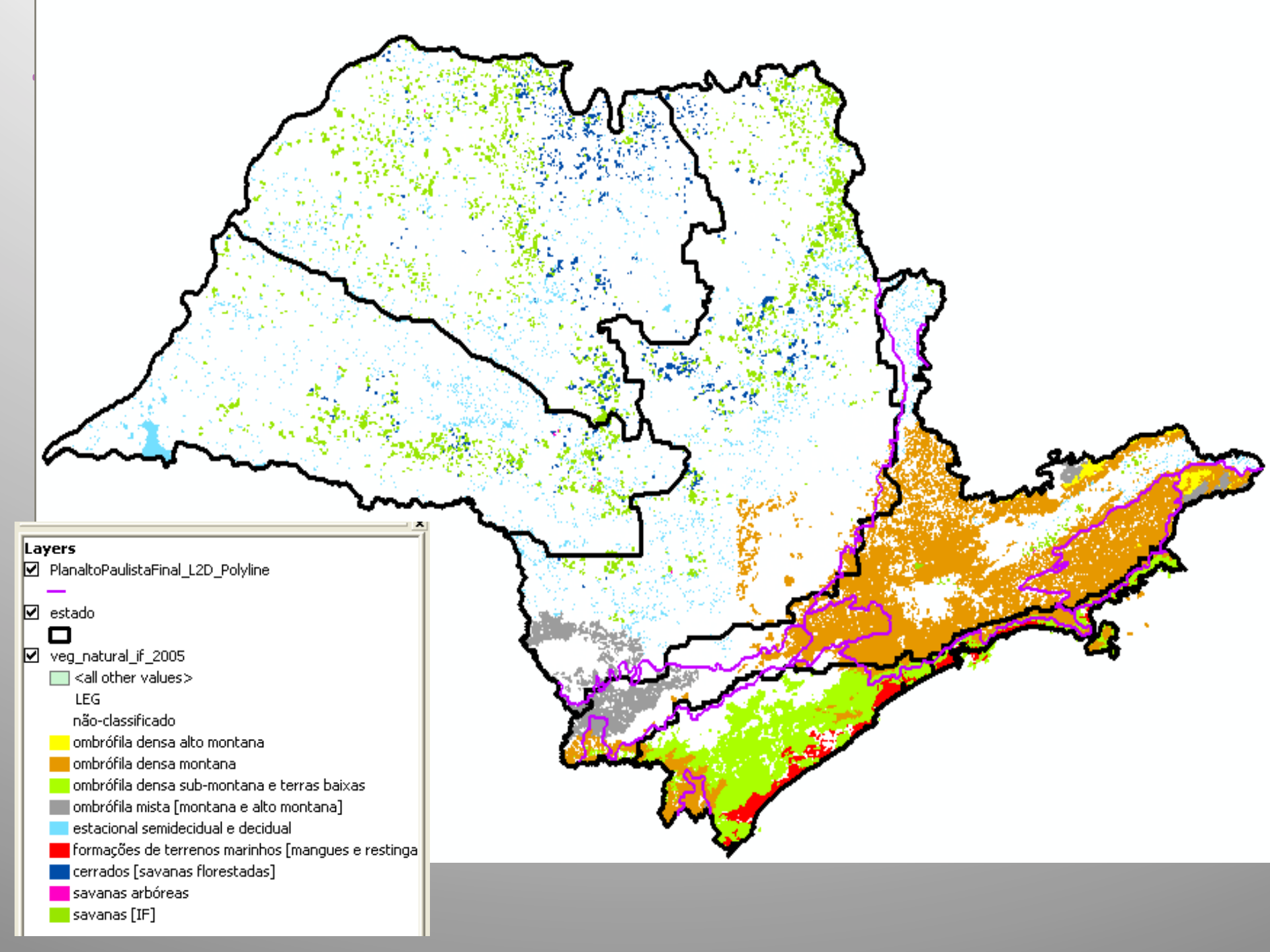
- O que é fragmentação?
- Por que devemos nos preocupar com a fragmentação?
- Respostas no tempo
- Implicações para conservação

Onde conservar?

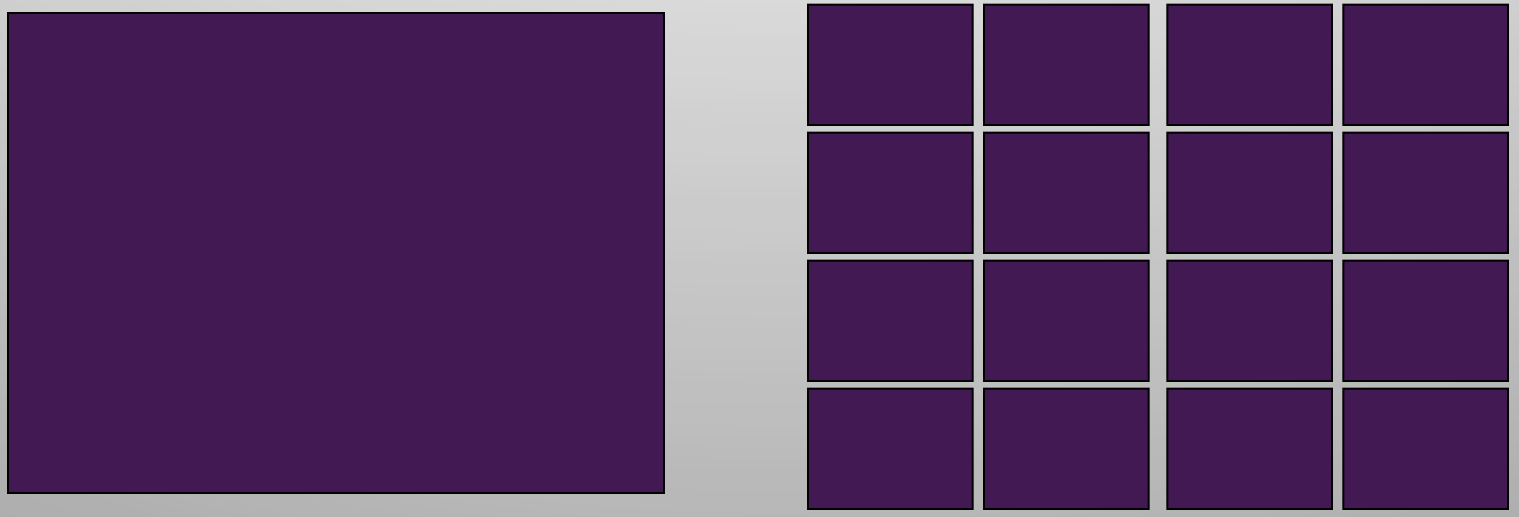


Onde conservar?




Layers
PlanaltoPaulistaFinal_L2D_Polyline
estado
veg_natural_if_2005
<all other values>
LEG
não-classificado
ombrófila densa alto montana
ombrófila densa montana
ombrófila densa sub-montana e terras baixas
ombrófila mista [montana e alto montana]
estacional semidecidual e decidual
formações de terrenos marinhos [mangues e restinga
cerrados [savanas florestadas]
savanas arbóreas
savanas [IF]

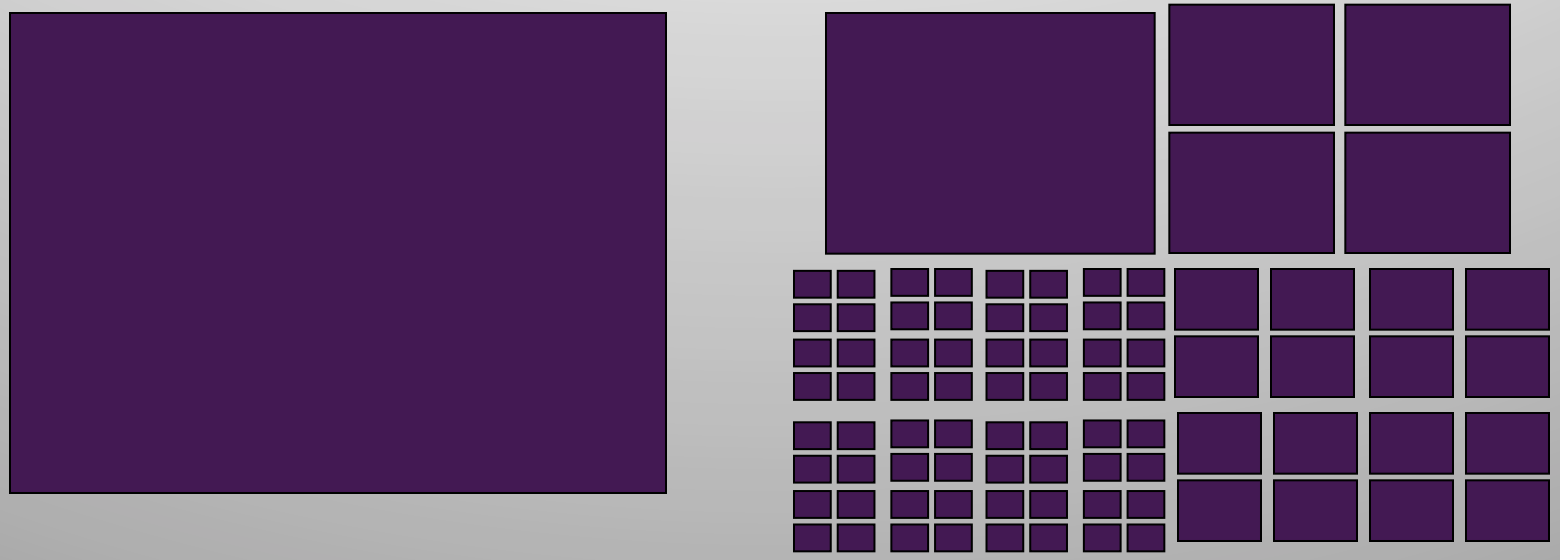
O debate do SLOSS (“single large or several small”)



single large or several small

A **pergunta do SLOSS** não é espacialmente explícita:

diferentes graus de fragmentação

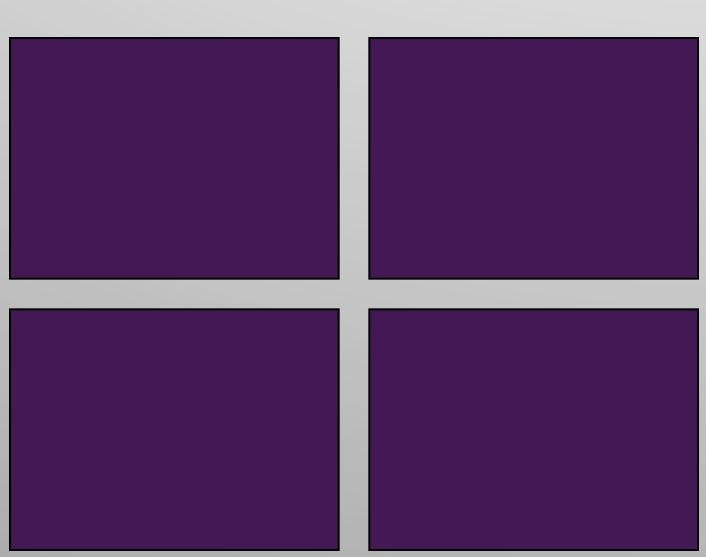


single large or several small

Quantos “several smalls” ?

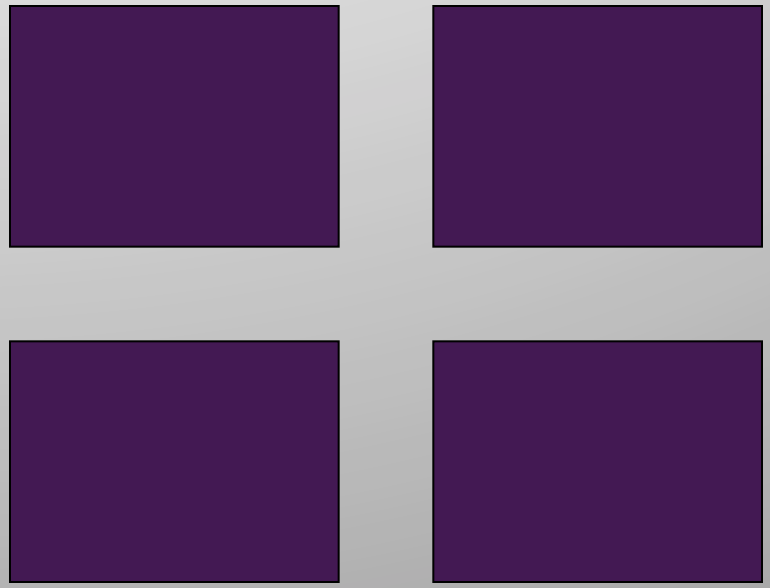
A **pergunta do SLOSS** não é espacialmente explícita:

diferentes isolamentos



several small

or

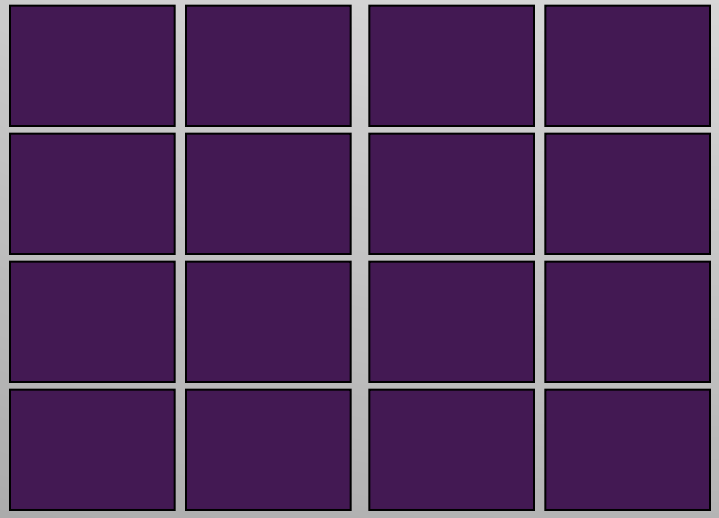


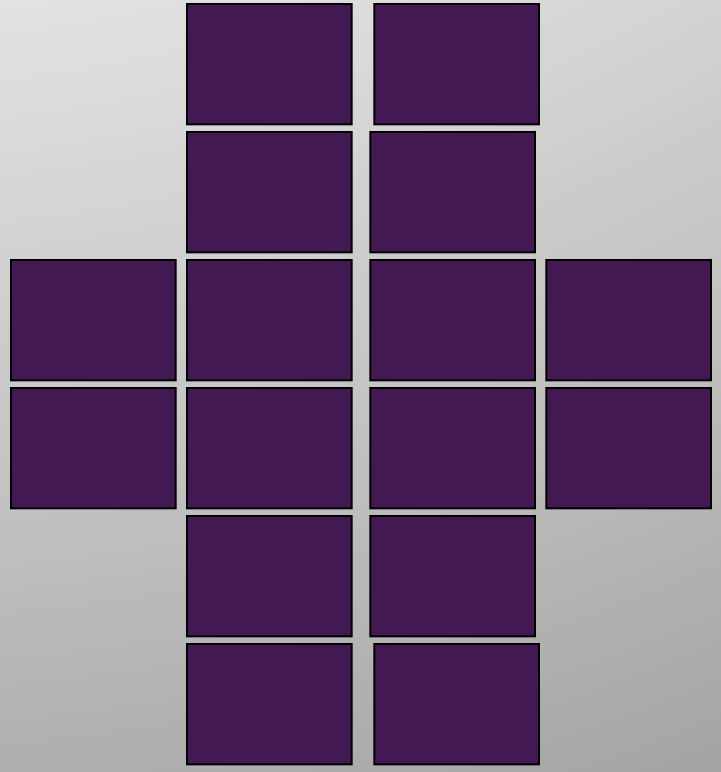
several small

Qual distanciamento ?

A **pergunta do SLOSS** não é espacialmente explícita:

diferentes distribuições espaciais





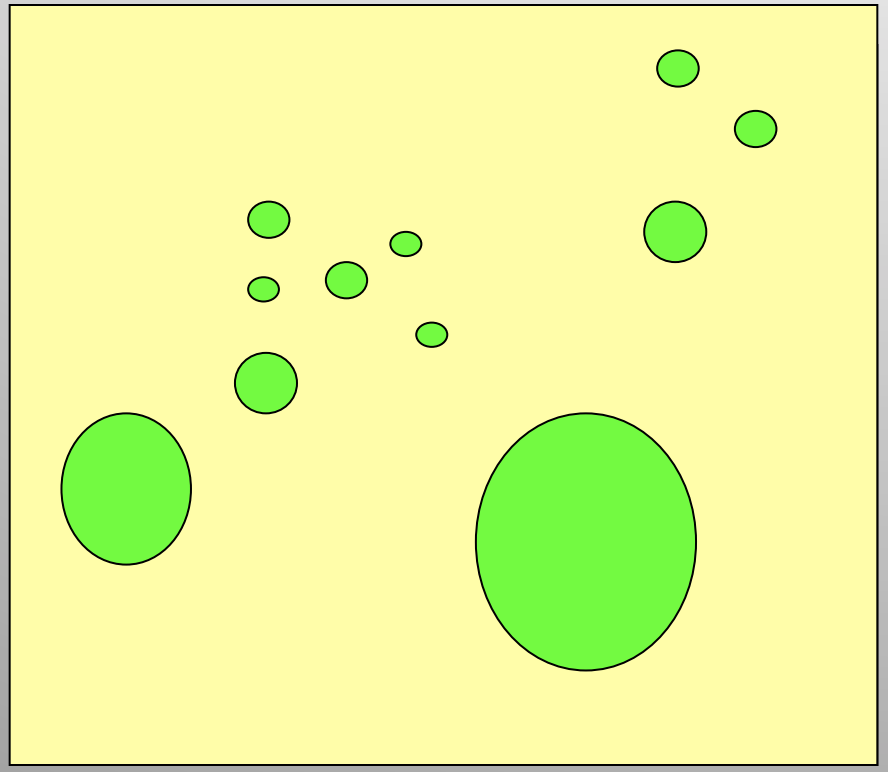
several small or several small

Qual disposição?

A fragmentação de habitats como principal ameaça à biodiversidade

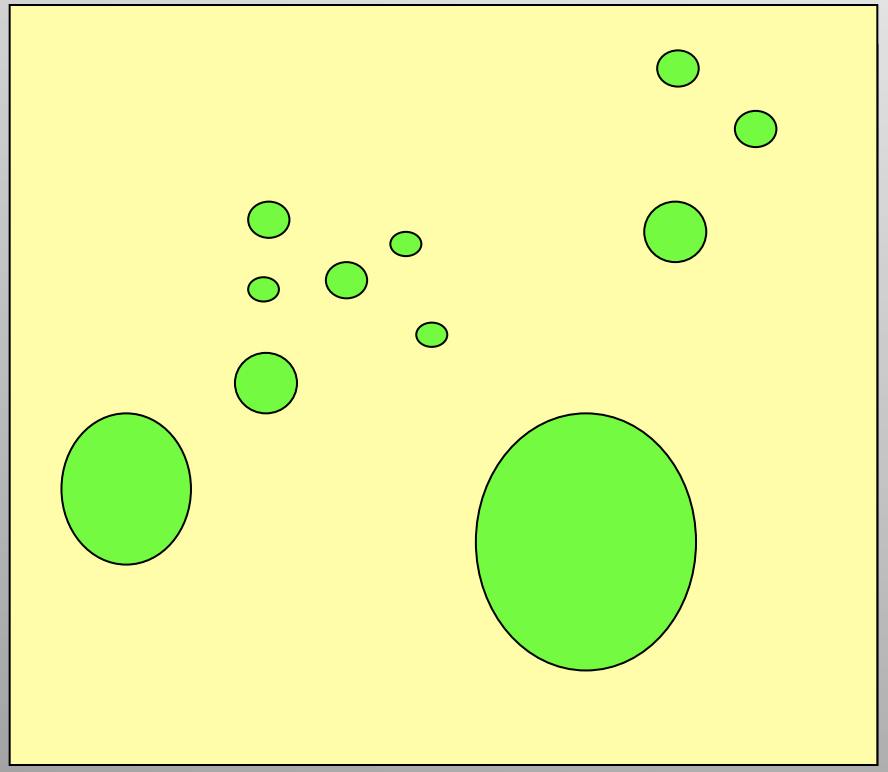
- **O que é fragmentação?**
- Por que devemos nos preocupar com a fragmentação?
- Respostas no tempo
- Implicações para conservação

Dinâmica de paisagens



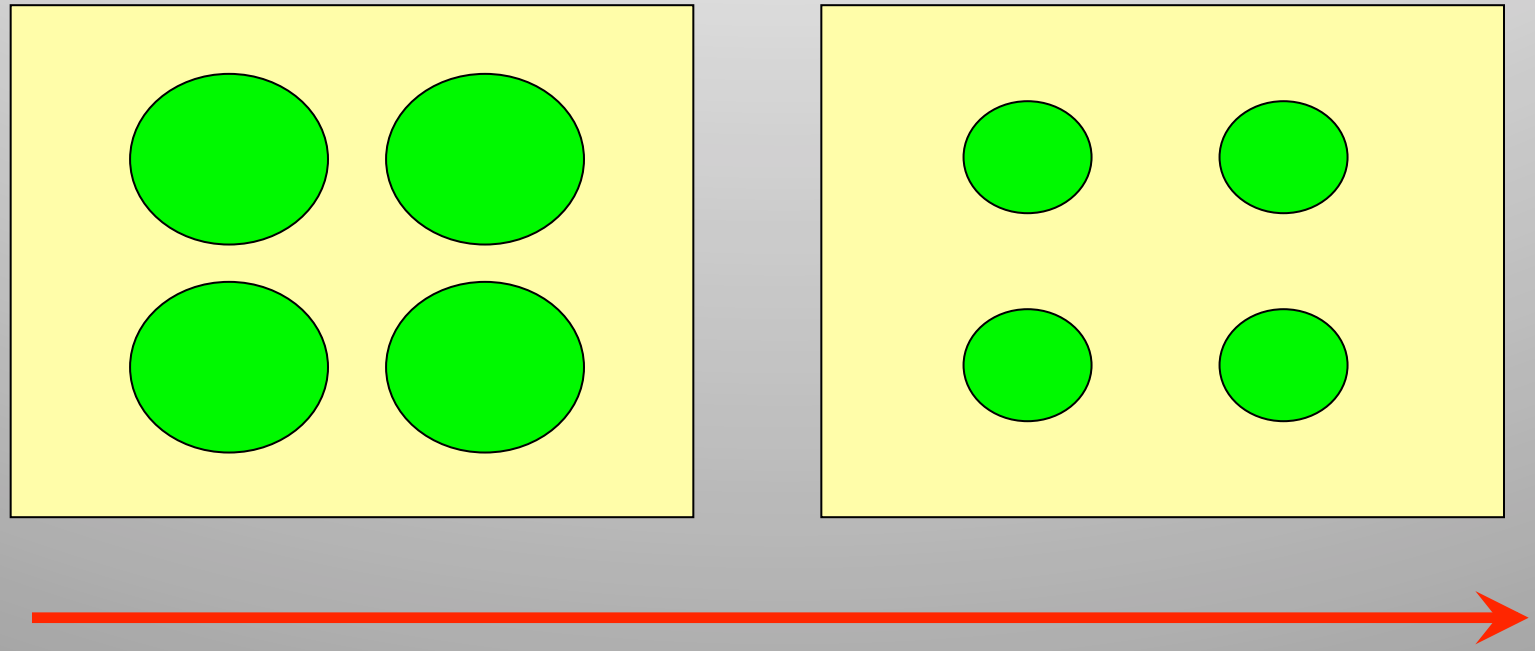
- Quantidade de habitat
- Tamanho dos fragmentos
- Conectividade dos fragmentos
- Isolamento entre os fragmentos
- Número de fragmentos
- Borda habitat/não-habitat

Perda de habitat e fragmentação



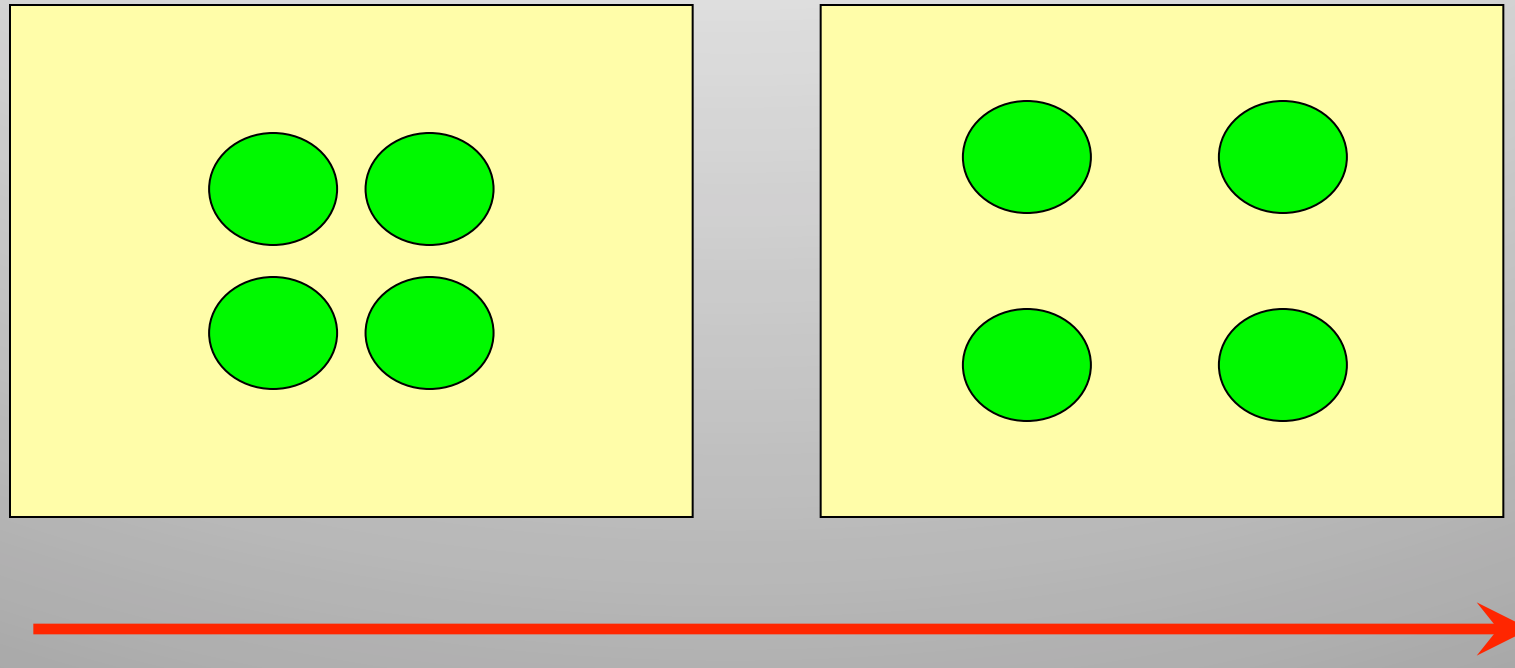
- Quantidade de habitat
- Tamanho dos fragmentos
- Conectividade dos fragmentos
- Isolamento entre os fragmentos
- Número de fragmentos
- Borda habitat/não-habitat

Fragmentação ≠
Redução no tamanho dos fragmentos



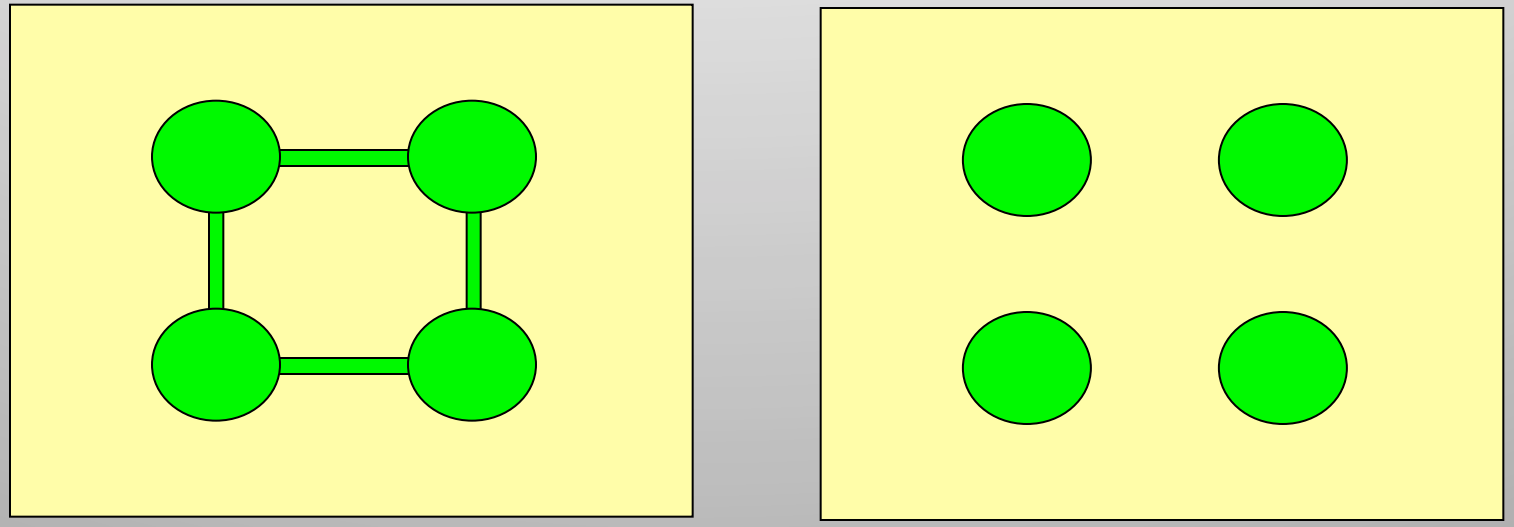
Grande **Pequeno**

Fragmentação ≠
Aumento do isolamento



Baixo **Alto**

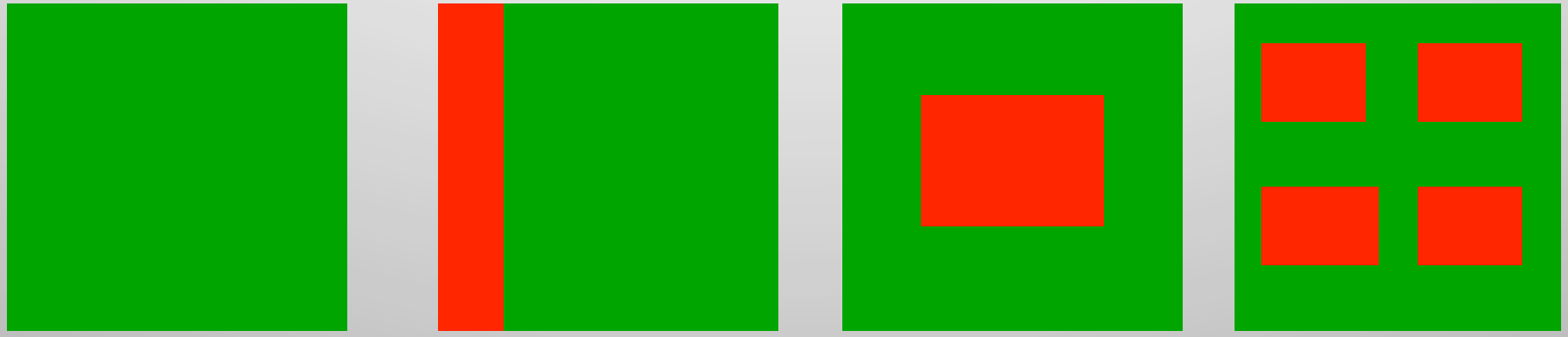
Fragmentação ≠
Redução da conectividade



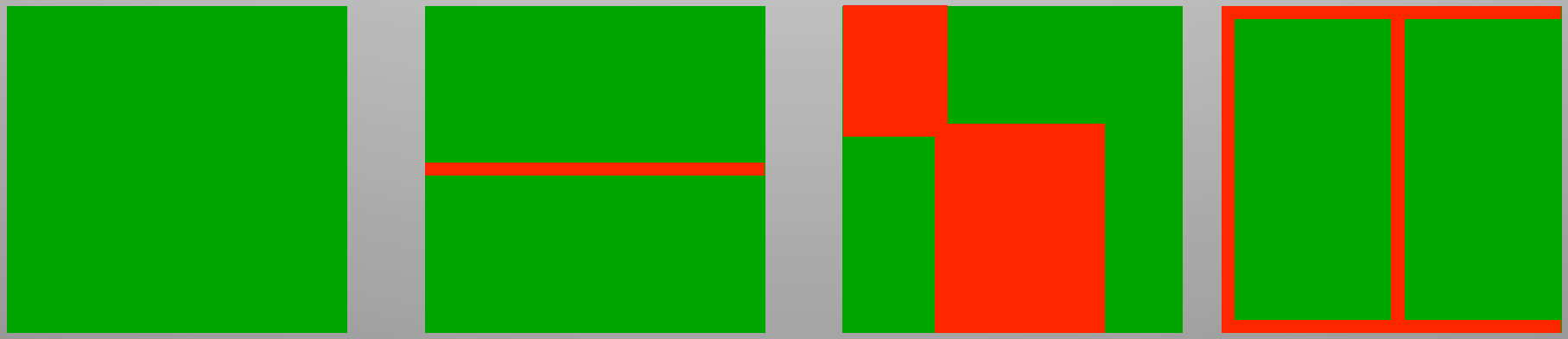
Alta **Baixa**

FRAGMENTAÇÃO : ruptura na continuidade

Perda de habitat SEM fragmentação



Perda de habitat COM fragmentação



A fragmentação de habitats como principal ameaça à biodiversidade

- O que é fragmentação?
- **Por que devemos nos preocupar com a fragmentação? (e a perda da habitat)**
- Respostas no tempo
- Implicações para conservação

Science Advances AAAS

Authors | Members | Librarians | Advertisers

Home News Journals Careers Search

Science Science Translational Medicine Science Signaling Science Advances

RESEARCH ARTICLE

APPLIED ECOLOGY

Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems

10.1126/sciadv.1500052

Nick M. Haddad,[1]* Lars A. Brudvig,[2] Jean Clobert,[3] Kendi F. Davies,[4] Andrew Gonzalez,[5] Robert D. Holt,[6] Thomas E. Lovejoy,[7] Joseph O. Sexton,[8] Mike P. Austin,[9] Cathy D. Collins,[10] William M. Cook,[11] Ellen I. Damschen,[12] Robert M. Ewers,[13] Bryan L. Foster,[14] Clinton N. Jenkins,[15] Andrew J. King,[9] William F. Laurance,[16] Douglas J. Levey,[17] Chris R. Margules,[18,19] Brett A. Melbourne,[4] A. O. Nicholls,[9,20] John L. Orrock,[12] Dan-Xia Song,[8] John R. Townshend[8]

We conducted an analysis of global forest cover to reveal that 70% of remaining forest is within 1 km of the forest's edge, subject to the degrading effects of fragmentation. A synthesis of fragmentation experiments spanning multiple biomes and scales, five continents, and 35 years demonstrates that habitat fragmentation reduces biodiversity by 13 to 75% and impairs key ecosystem functions by decreasing biomass and altering nutrient cycles. Effects are greatest in the smallest and most isolated fragments, and they magnify with the passage of time. These findings indicate an urgent need for conservation and restoration measures to improve landscape connectivity, which will reduce extinction rates and help maintain ecosystem services.

Vetores de degradação no Brasil

		Vetores Diretos de Degradação da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos								
Bioma	Ambiente	Mineração	Superexploração de Recursos Naturais	Uso do solo	Poluição	Infraestrutura e Urbanização	Mudanças Climáticas	Regimes de Inundação	Regimes do Fogo	Invasões Biológicas
Amazônia	Terrestre	↗	↗	↗	→	↗	↗	↗	↑	↗
	Aquático	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Caatinga	Terrestre	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	→	→
	Aquático	→	→	→	→	↗	↗	→	→	→
Cerrado	Terrestre	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗	↑
	Aquático	↗	→	↗	↗	↗	↗	→	↗	↗
Mata Atlântica	Terrestre	↗	→	→	↗	↗	↗	↗	→	↗
	Aquático	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	?	↗
Pampa	Terrestre	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↘	↗
	Aquático	↗	↗	↗	→	↗	→	→	→	→
Pantanal	Terrestre	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗
	Aquático	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗
Bioma Marinho e Costeiro	Terrestre	→	→	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗
	Aquático	↗	↗	↗	↗	↗	↗	NA	NA	↗

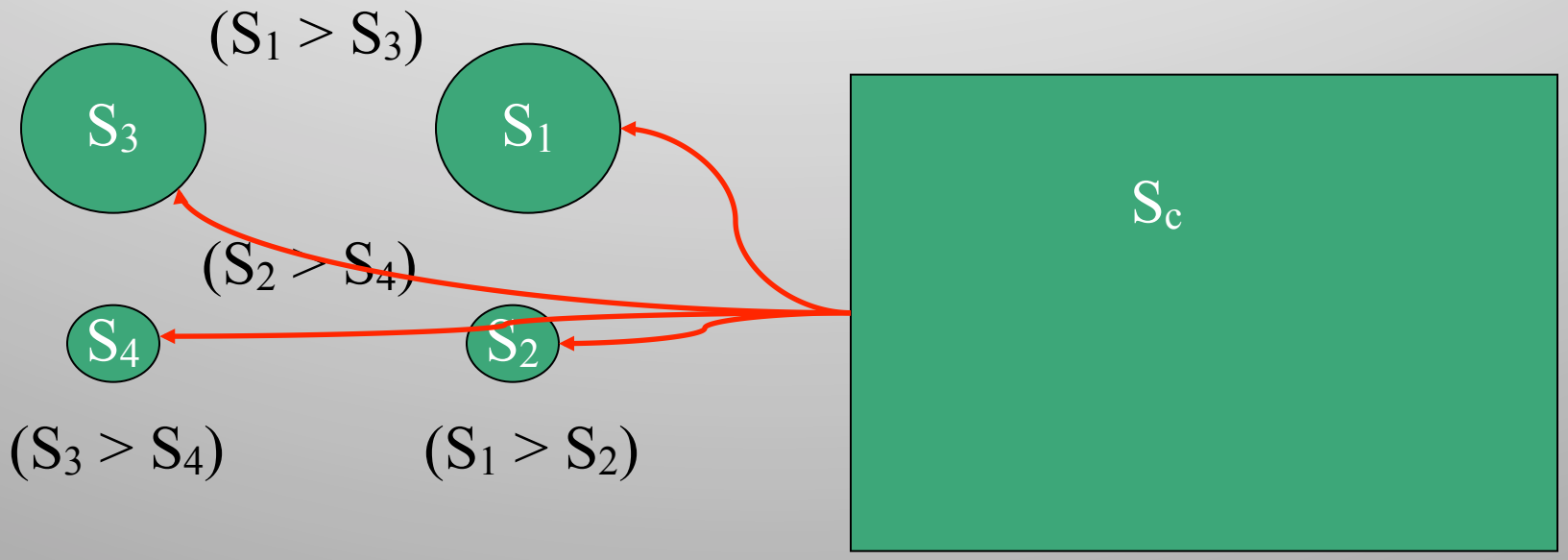
Impacto do vetor (cores)

	Alto
	Médio
	Baixo

Tendência atual e de um futuro próximo do vetor (setas)

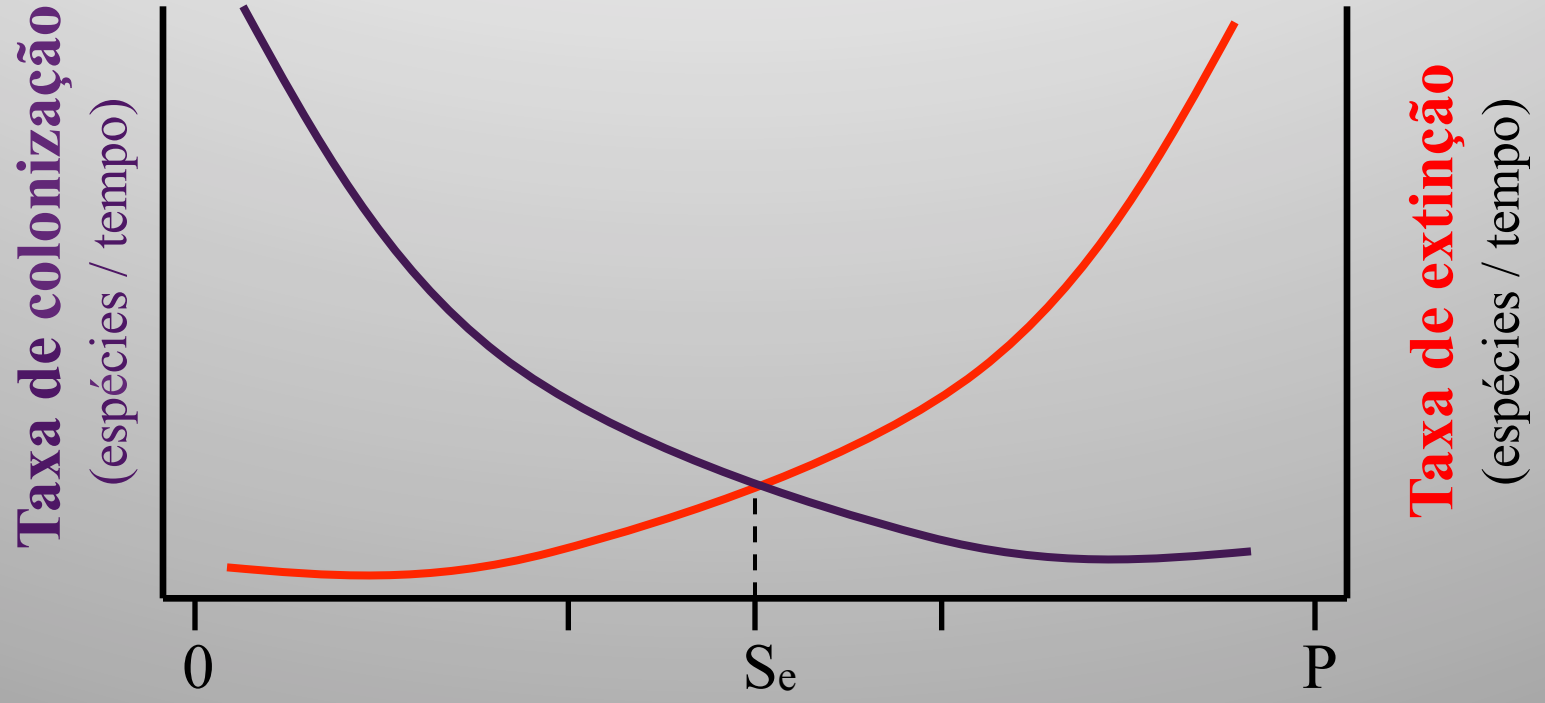
↗	Aumentando	O impacto do vetor de transformação está aumentando continuamente ao longo dos últimos anos
→	Estável	O impacto do vetor de transformação permanece estável nos ultimos anos, sem aumentar ou diminuir
↘	Diminuindo	O impacto do vetor de transformação está diminuindo continuamente ao longo dos últimos anos
↑	Aumentando muito rápido	O impacto do vetor de transformação está aumentado em um ritmo cada vez maior, ano após ano
?	Desconhecido	Faltam informações acerca do impacto do vetor de transformação no bioma

A teoria da biogeografia das ilhas



(MacArthur & Wilson 1967)

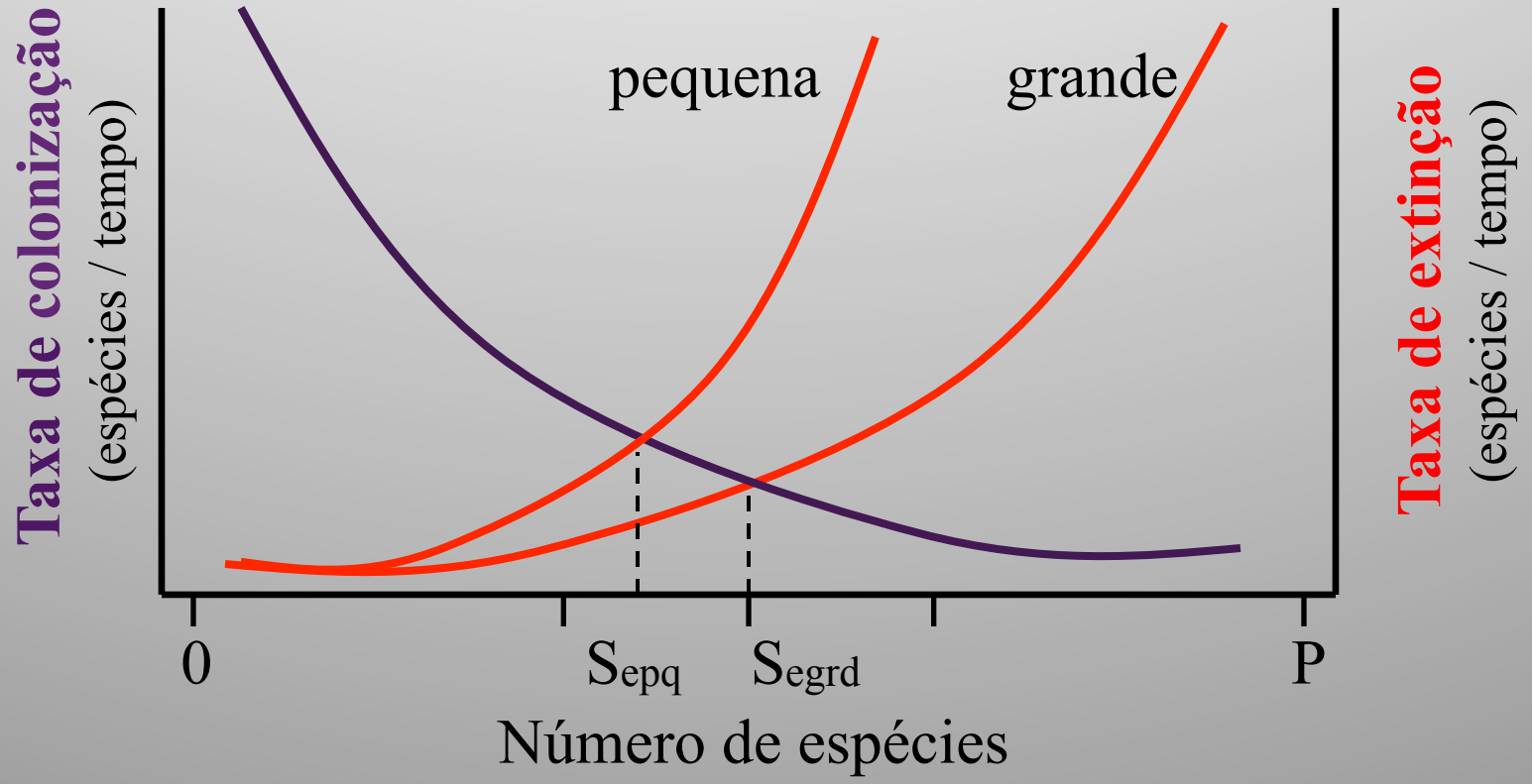
➡ Existe um **equilíbrio dinâmico** entre extinção e imigração



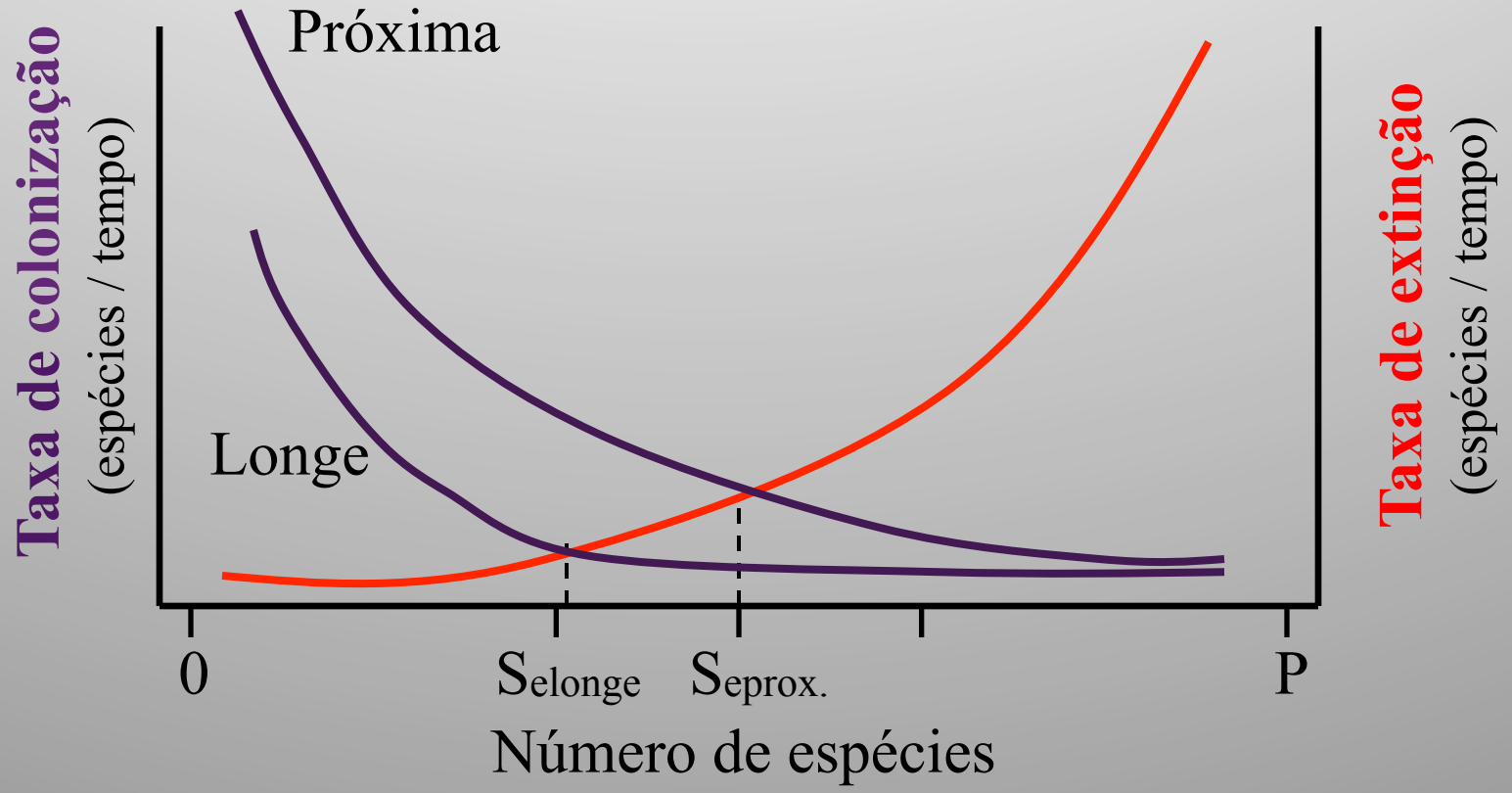
Espécies com maior capacidade de locomoção chegam mais rapidamente

Predação e competição aumentam o risco de extinção

➡ Este **equilíbrio dinâmico** depende da área da ilha.

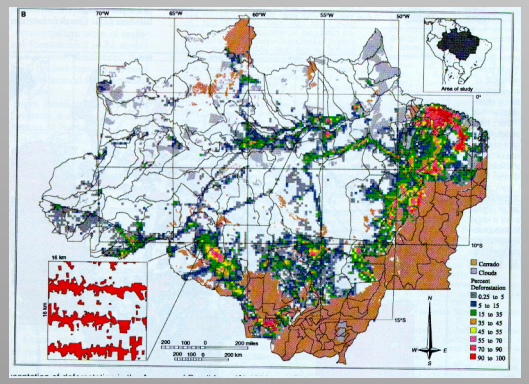


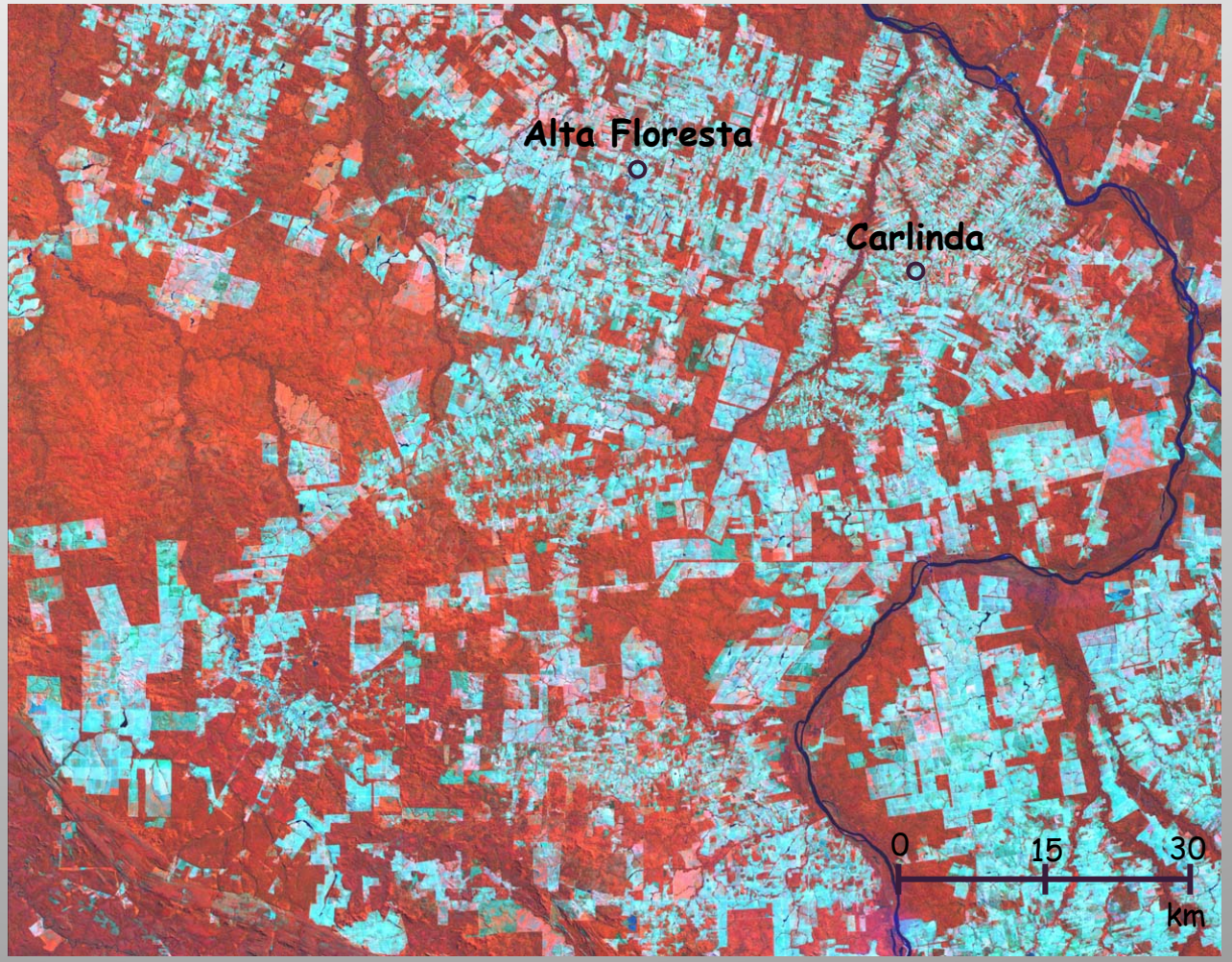
➡ Este **equilíbrio dinâmico** depende do isolamento da ilha.



Fragmentação

Desmatamento e fragmentação concomitantes...





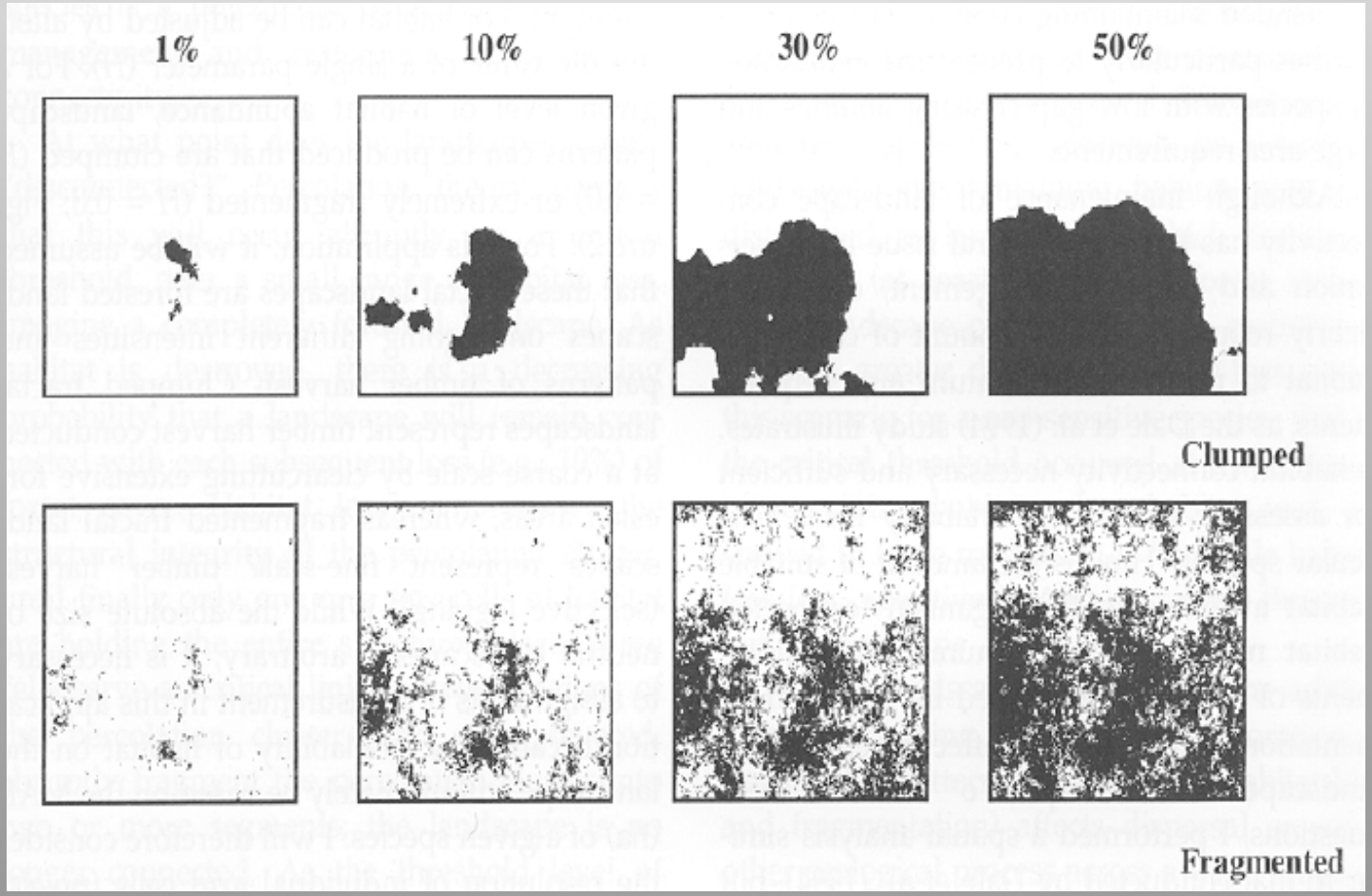
1984 → 1998

(Oliveira-Filho & Metzger 2006, Landscape Ecology)

Efeito conjunto de perda e fragmentação

Habitat loss

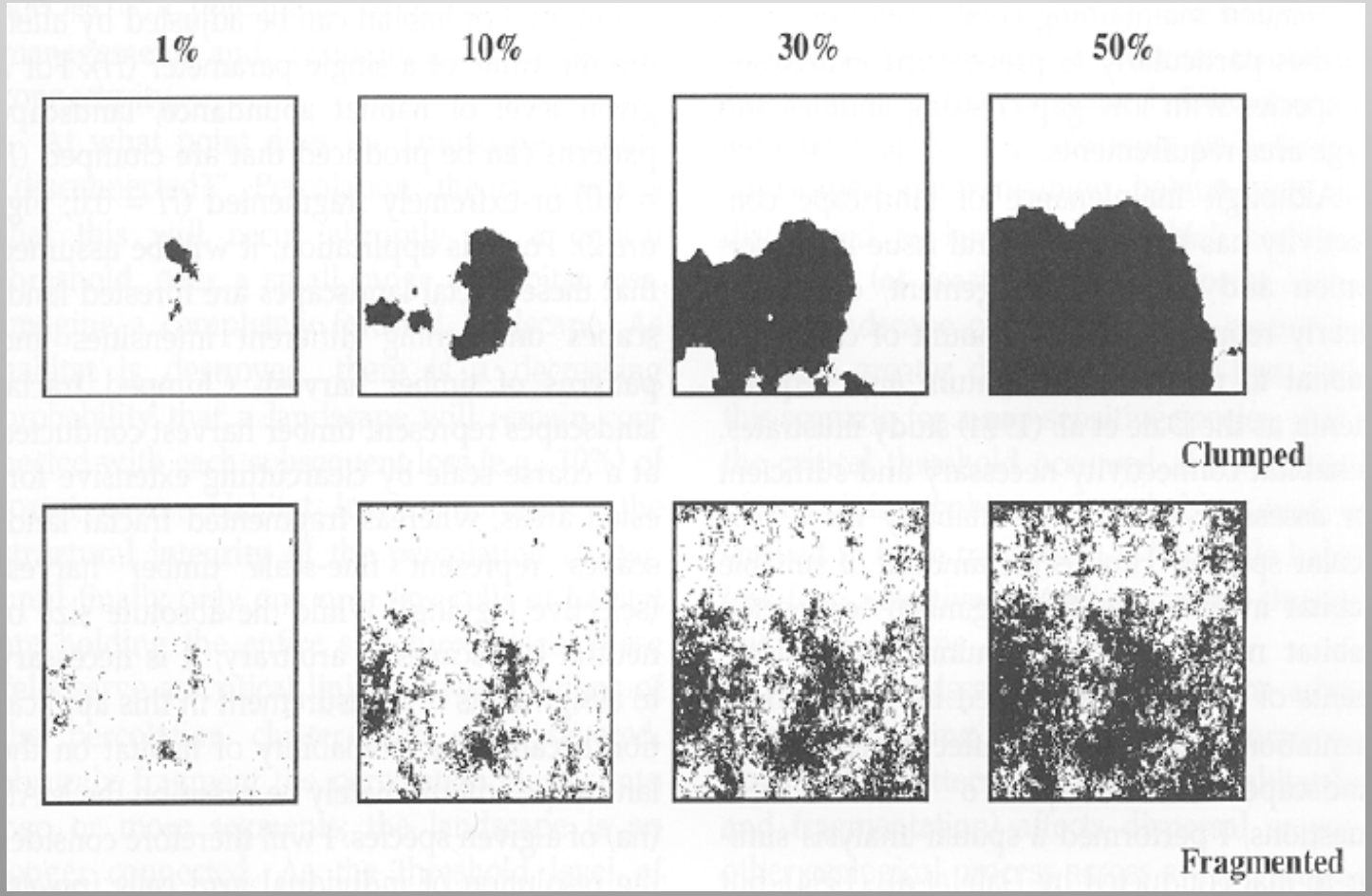
Fragmentation



Como distinguir os efeito de perda e fragmentação?

Habitat loss

Fragmentation

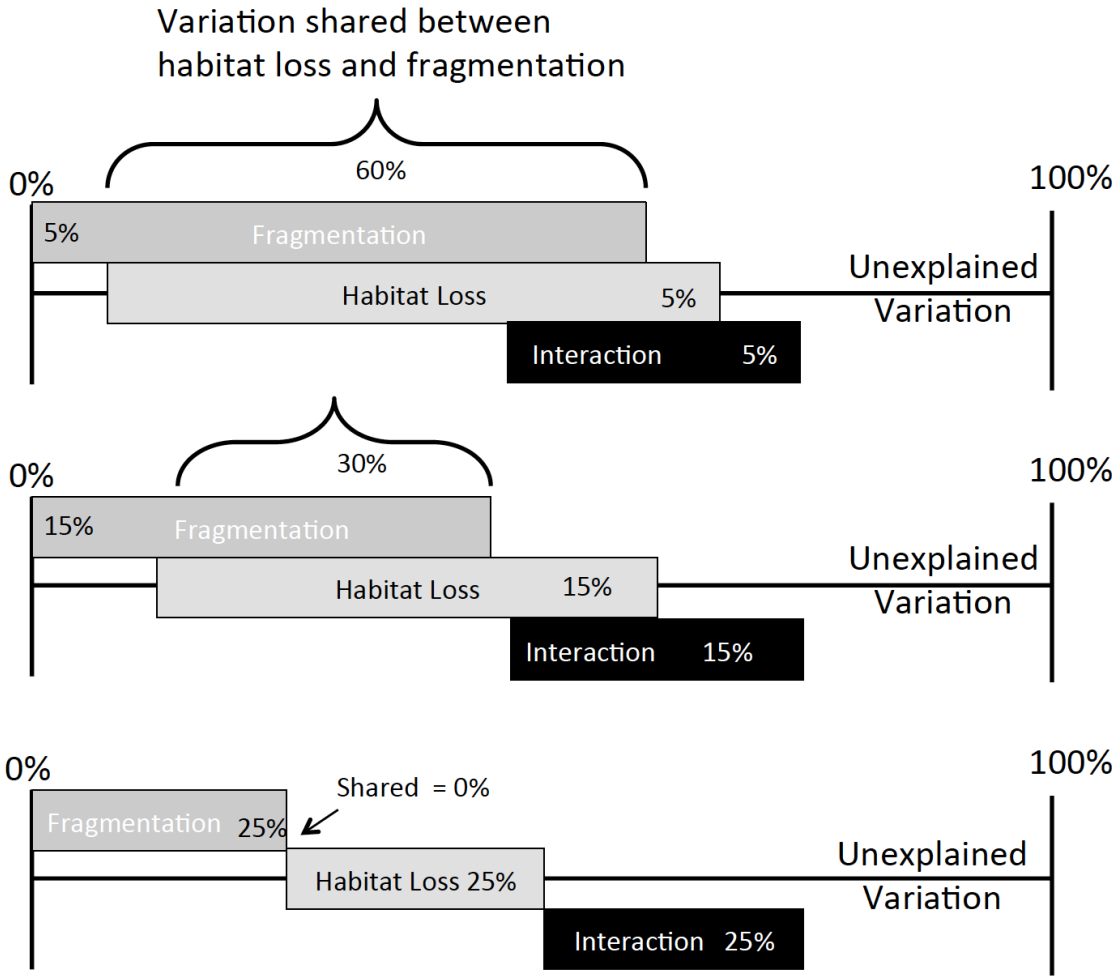


Como distinguir os efeito de perda e fragmentação?

A) Random or poorly designed study

B) Mensurative experiment

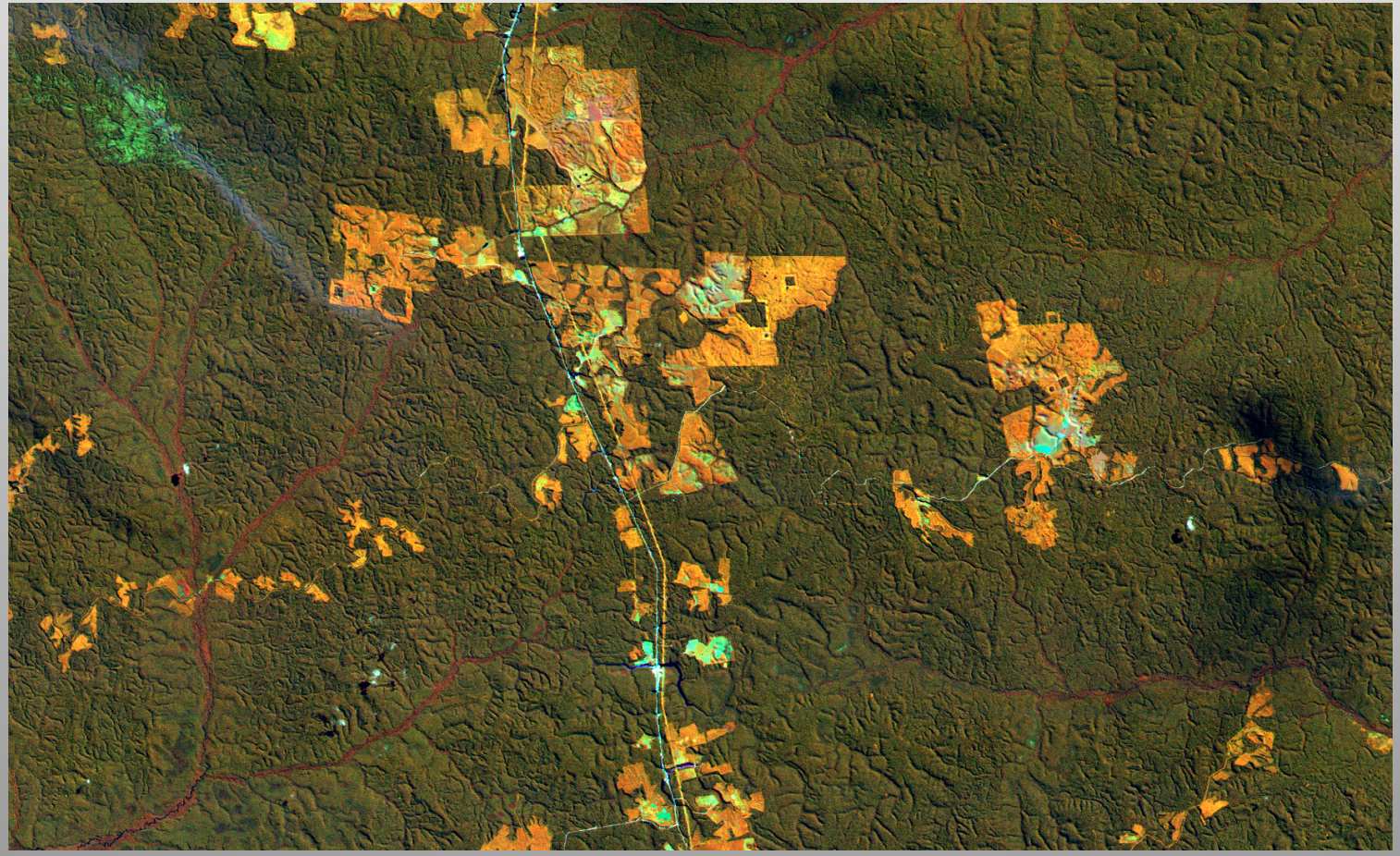
C) Manipulative experiment



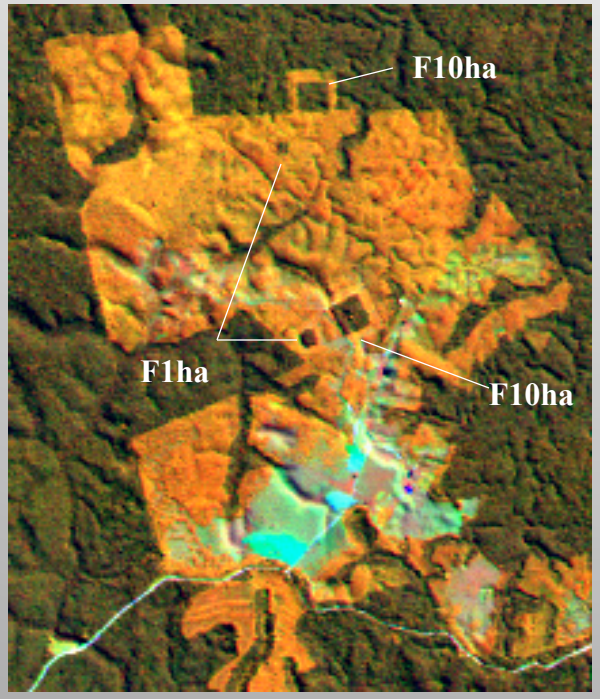
(Hadley & Betts 2016, Curr Landscape Ecol Rep)

(Wilson et al. 2016, Land Ecology)

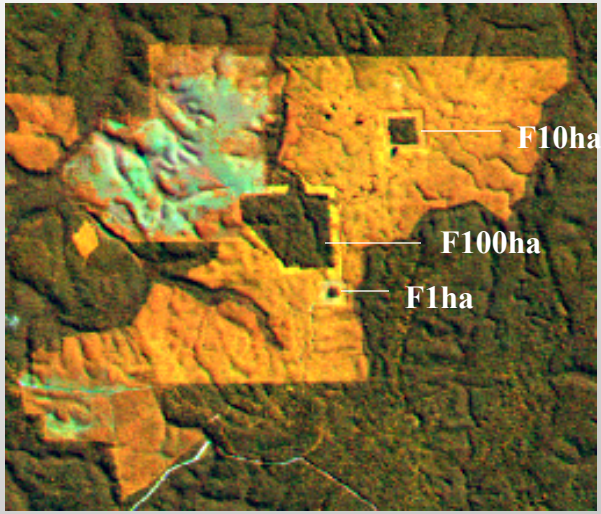
Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF)



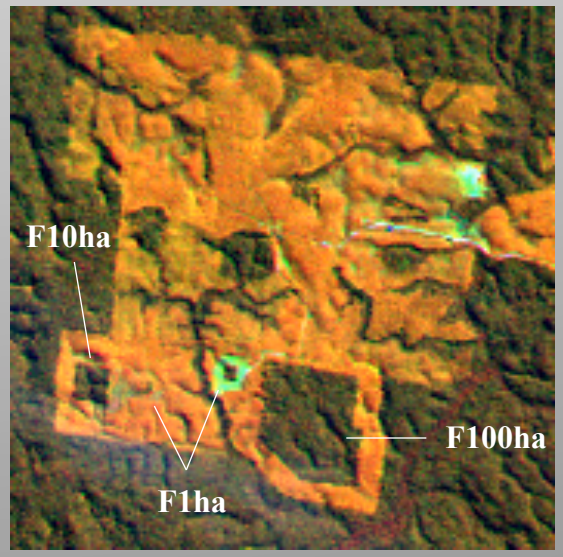
Fazenda Esteio

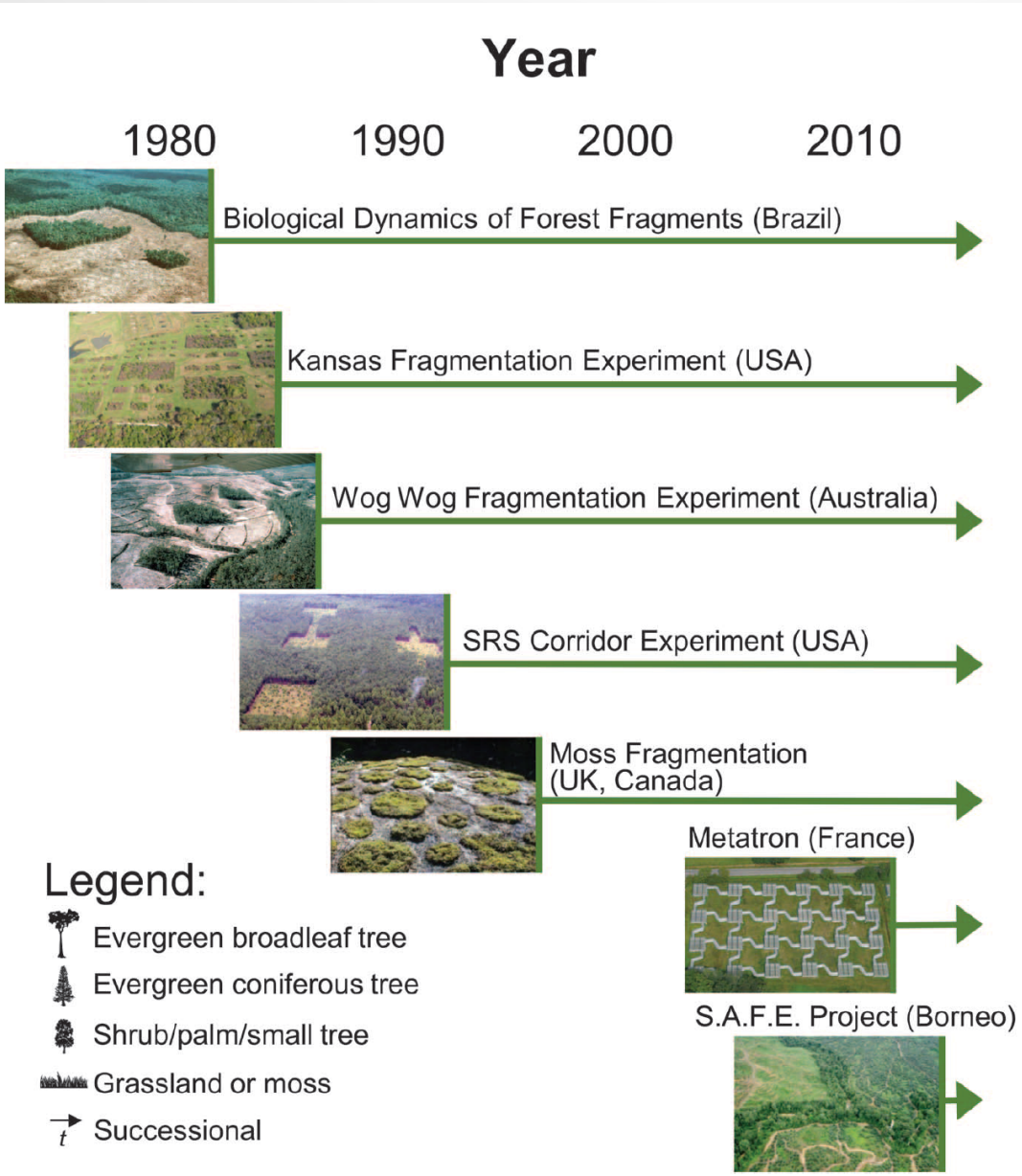


Fazenda Porto Alegre



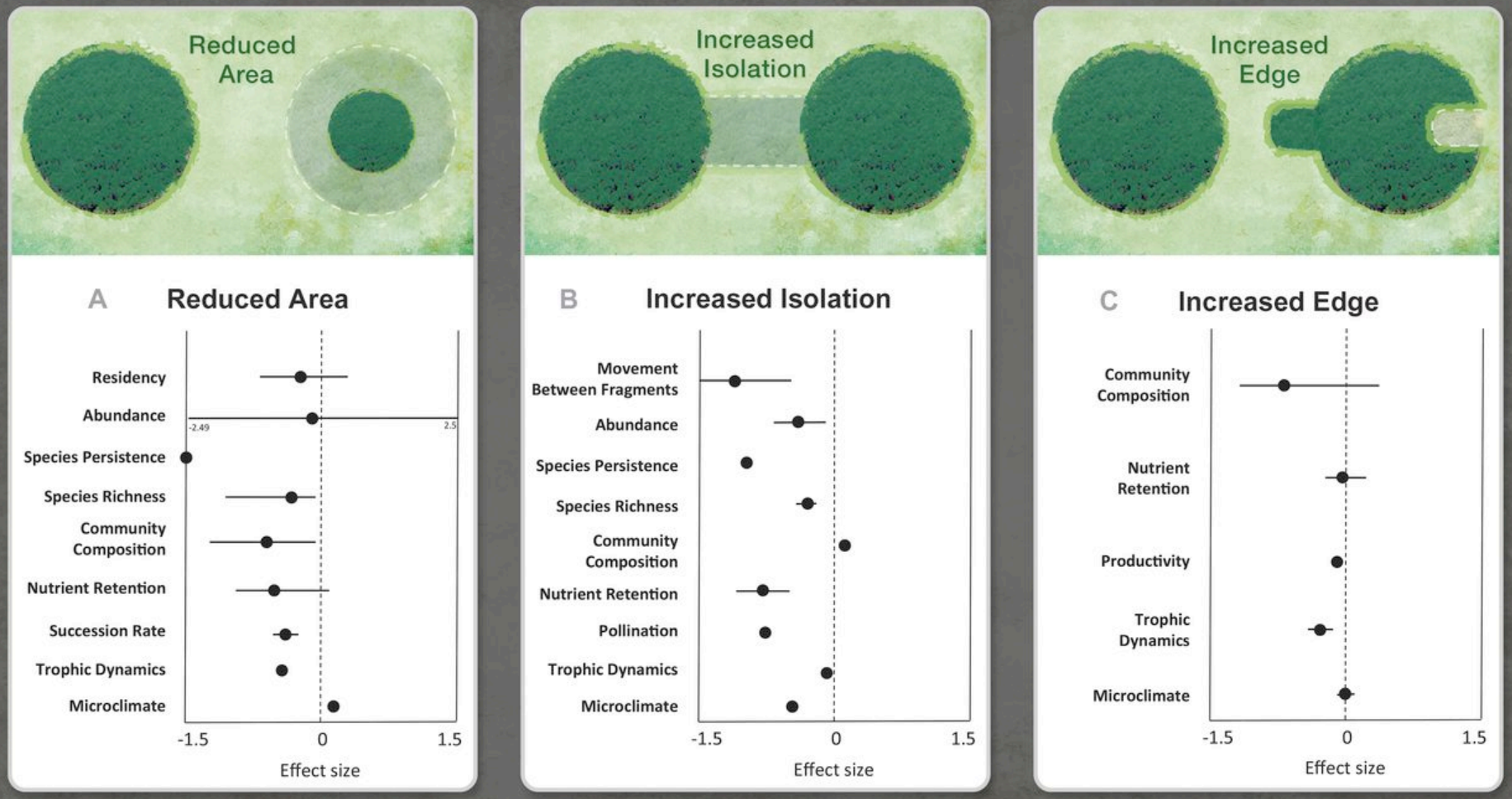
Fazenda Dimona





Variable			Area (ha)	Fragment	Matrix
Area	Isolation	Edge			
✓		✓	100		
✓	✓	✓	0.5		
✓	✓	✓	3.1		
	✓	✓	1.4		
✓	✓	✓	$2x10^{-7}$		
	✓		0.01		
✓	✓	✓	100		

(Haddad et al. 2015)



(Haddad et al. 2015)

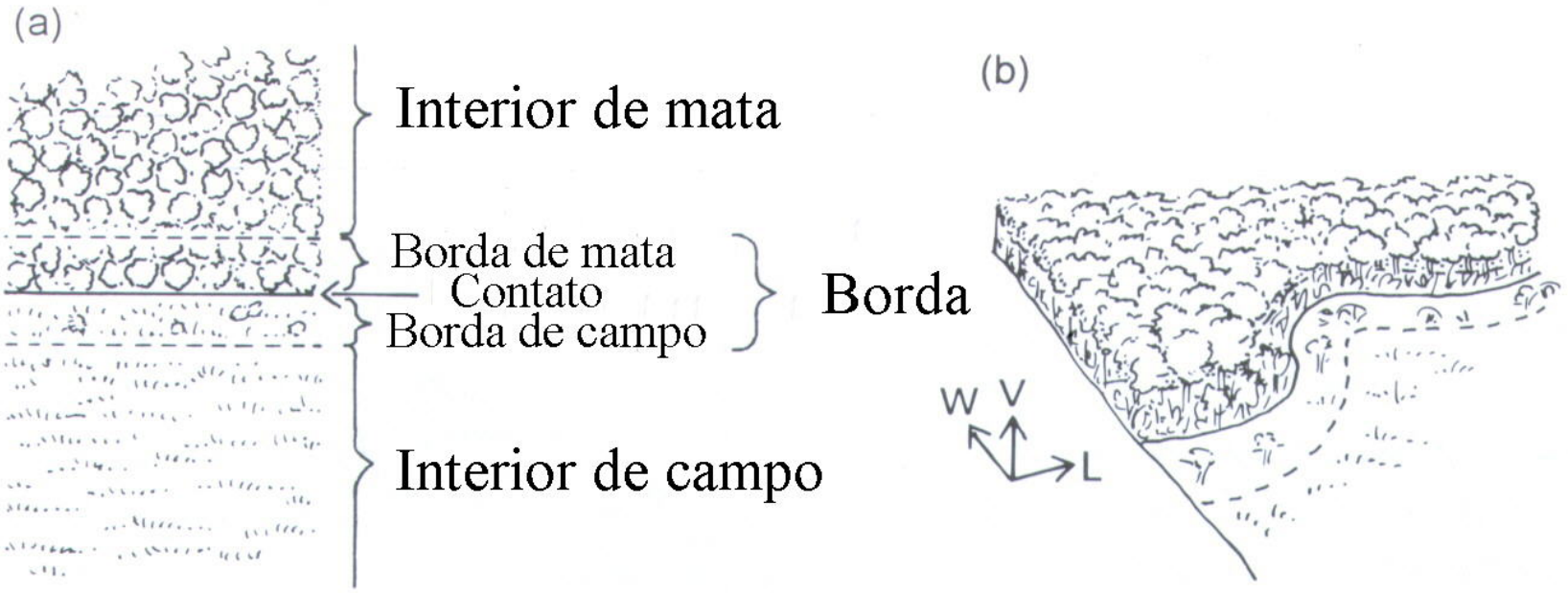
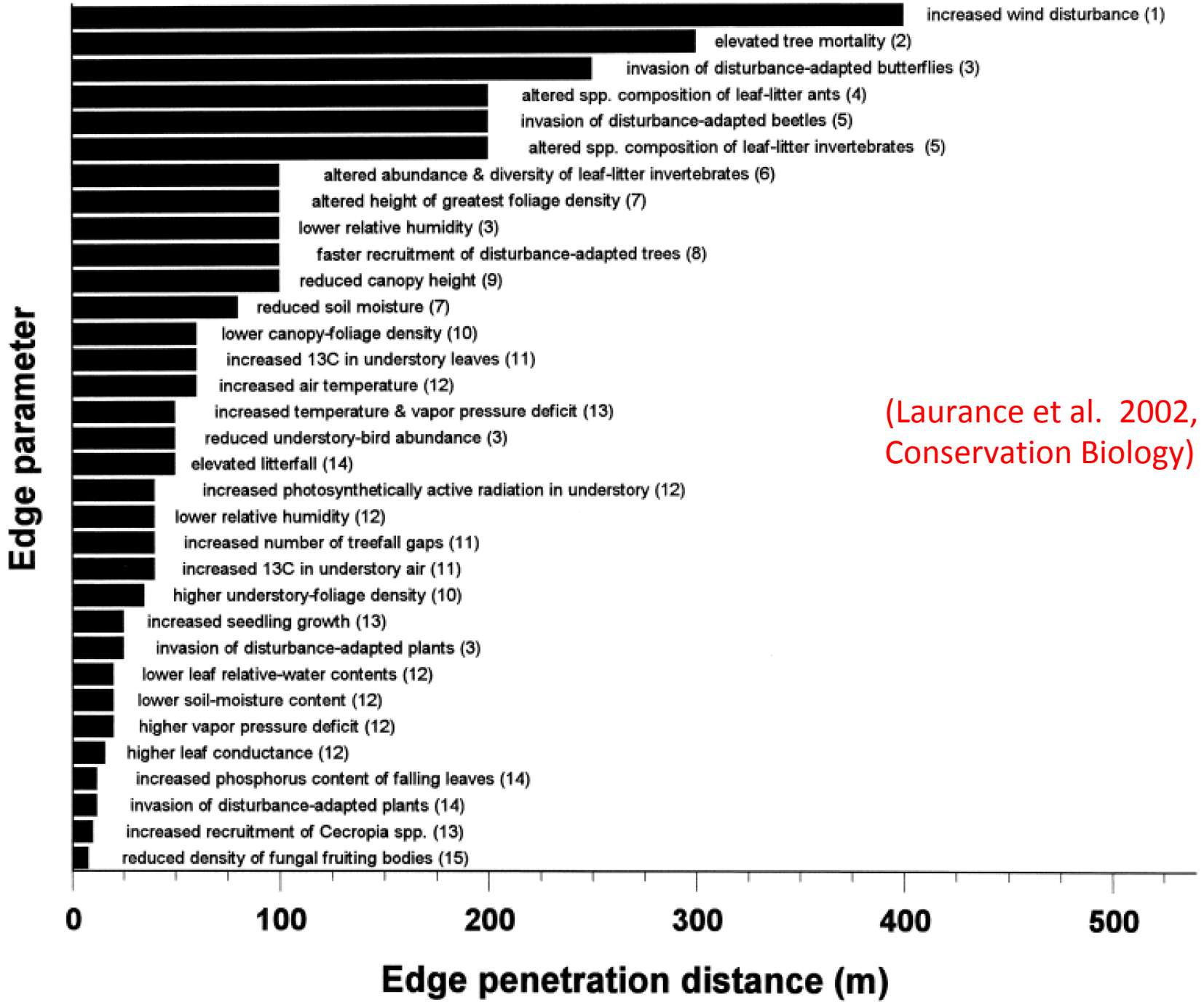


Fig. 3.4. Spatial relationships of boundary, border, and edges. Adapted from Forman & Moore (1992). *W* = width dimension of edge; *V* = vertical; *L* = length.



(Laurance et al. 2002, Conservation Biology)

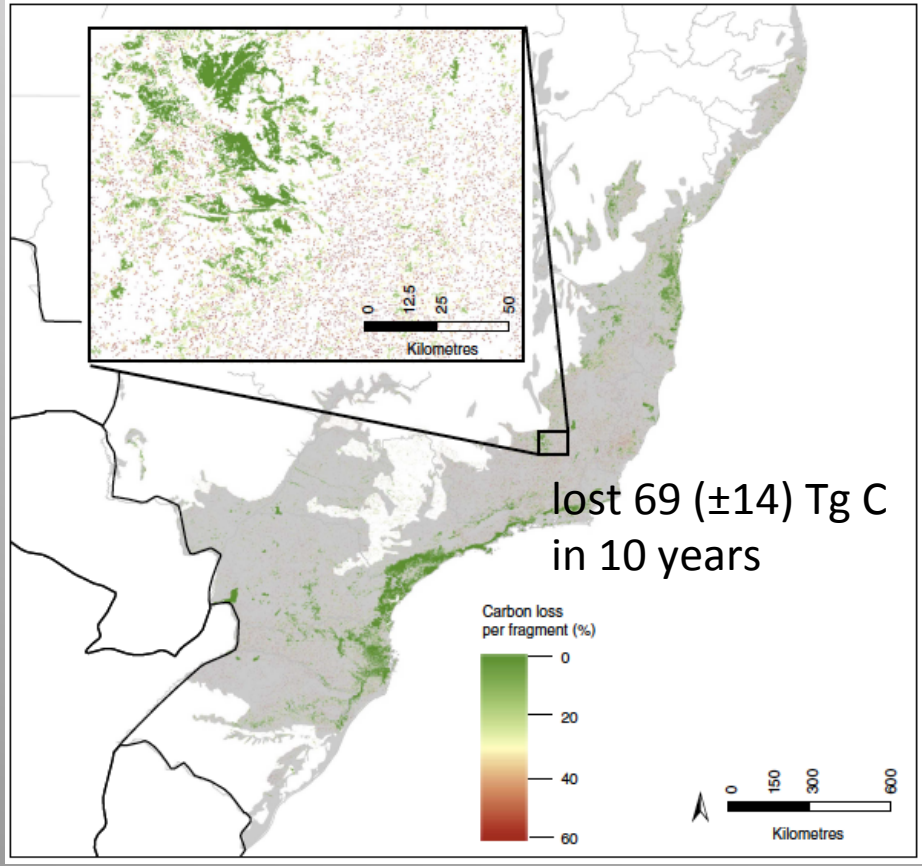
Received 17 Dec 2013 | Accepted 21 Aug 2014 | Published 7 Oct 2014

DOI: 10.1038/ncomms6037

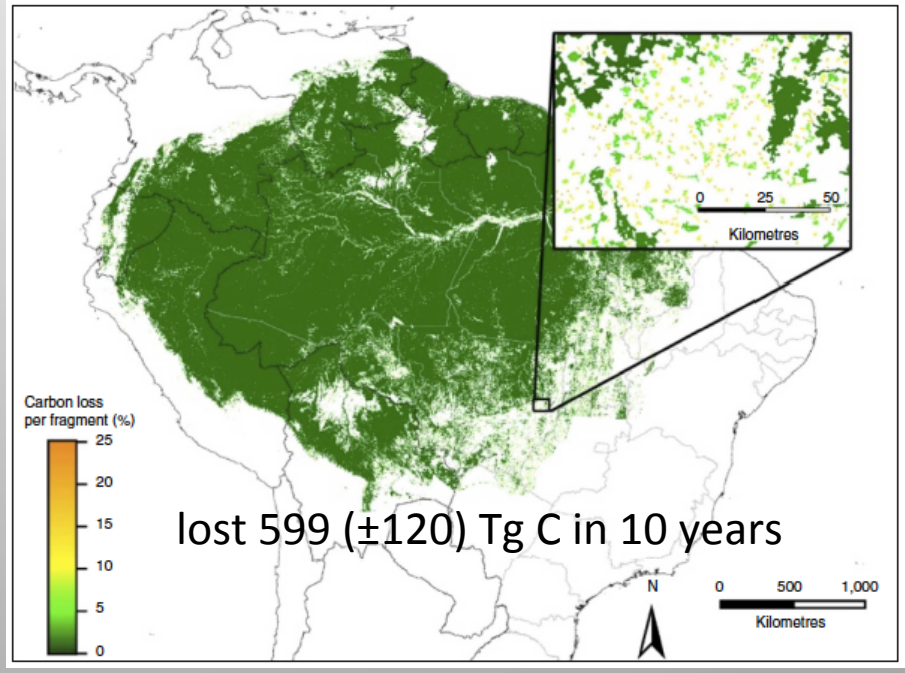
Long-term carbon loss in fragmented Neotropical forests

Sandro Pütz[1,2,3], Jürgen Groeneveld[1,4], Klaus Henle[3], Christoph Knogge[3], Alexandre Camargo Martensen[5], Markus Metz[6], Jean Paul Metzger[7], Milton Cezar Ribeiro[7,8], Mateus Dantas de Paula[1] & Andreas Huth[1,9,10]

Atlantic Forest



Amazonian Forest



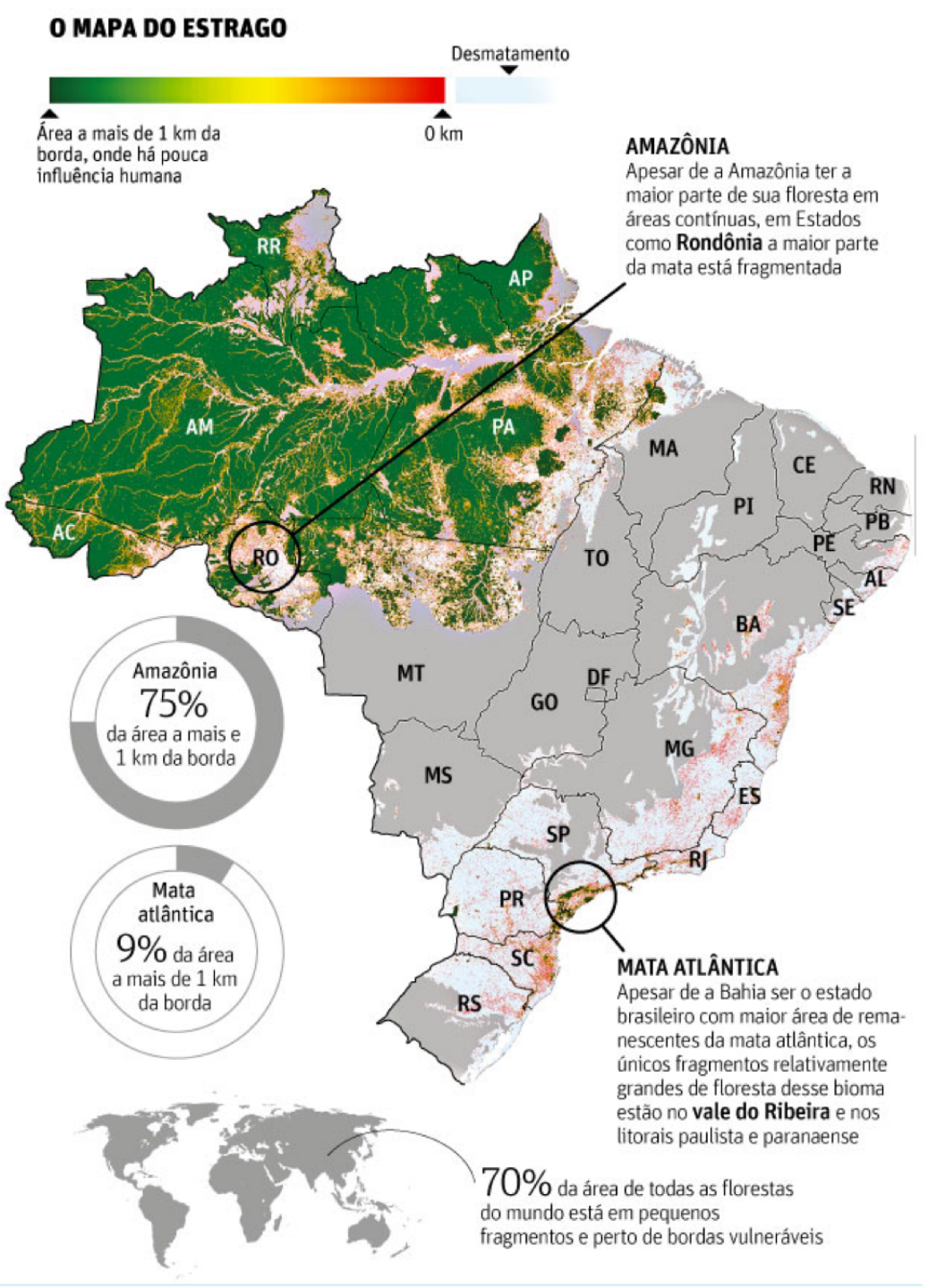
For all tropical forests, we estimate emissions up to 0.2 Pg Cy1 or **9 to 24% of the annual global C loss due to deforestation**

ambiente

Fragmentação deixa 70% das florestas sob ameaça, aponta estudo

RAFAEL GARCIA
DE SÃO PAULO

23/03/2015 ⊙ 01h55



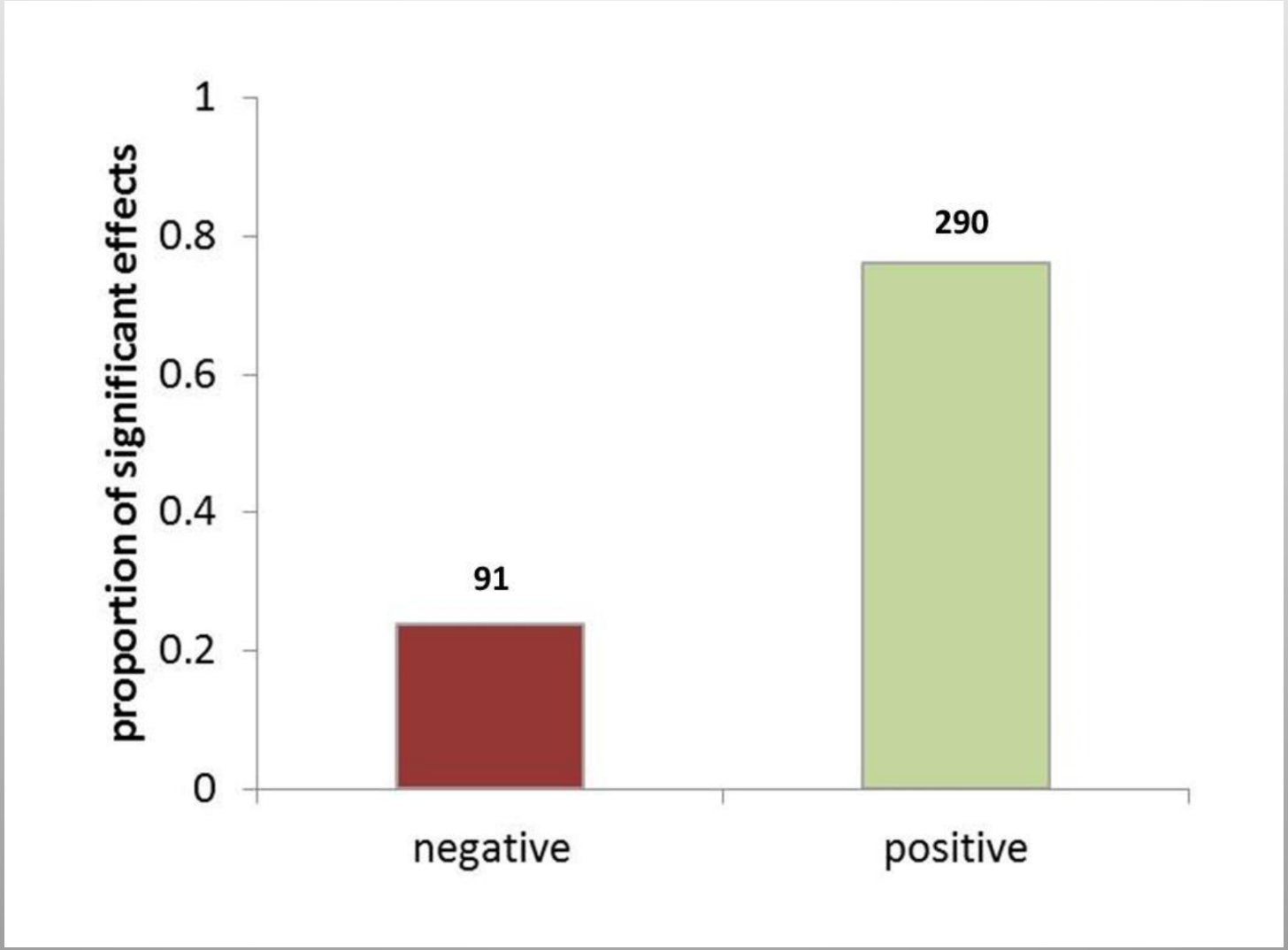
Segundo **Fahrig (2003) :**

PERDA DE HABITAT  FRAGMENTAÇÃO

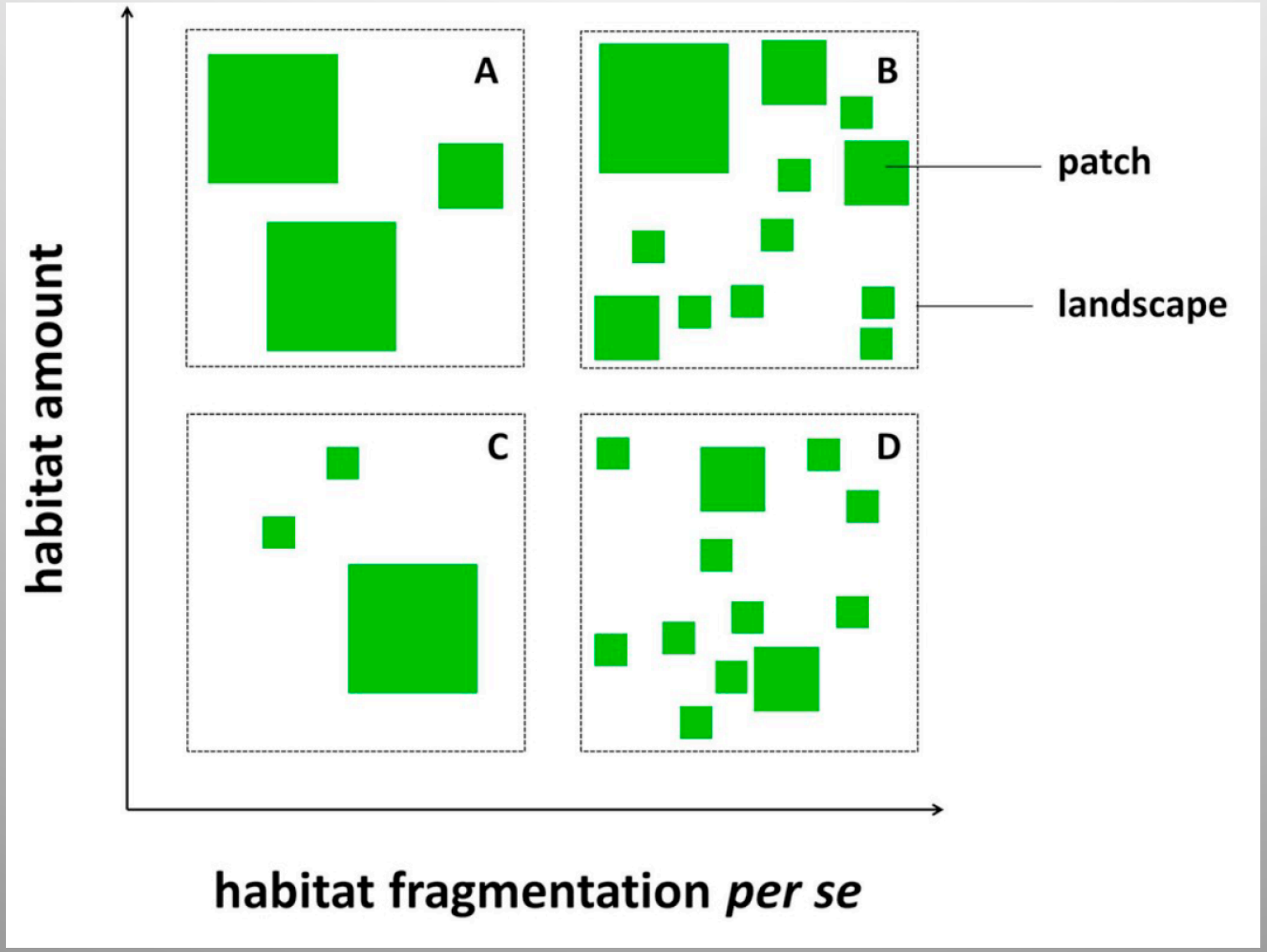
Lenore Fahrig 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity

Annual Review of Ecology and Systematics

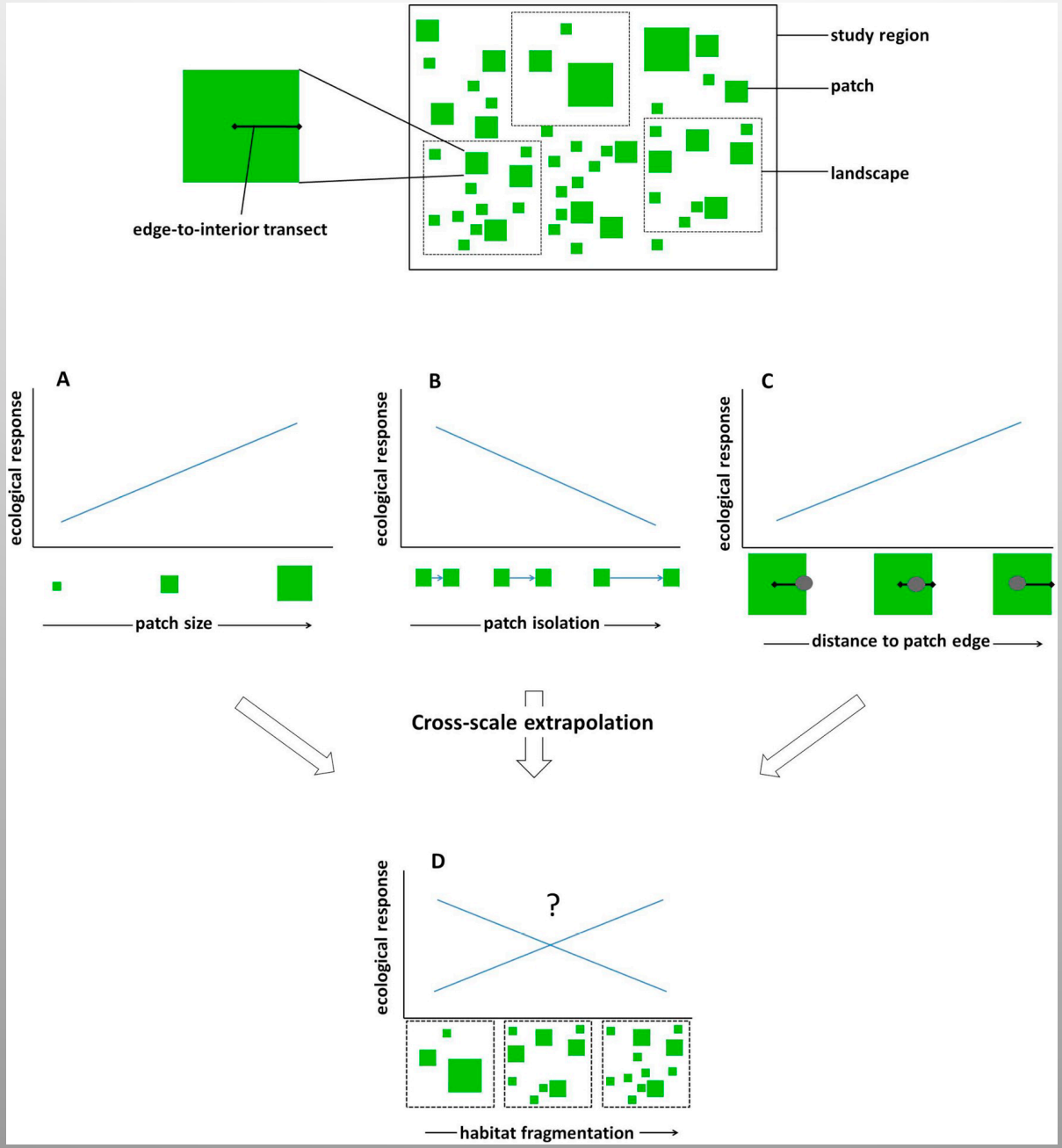
Segundo **Fahrig (2017) :**



Fahrig L. 2017 (in press). *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematics* 48.



(Fahrig et al. 2019)



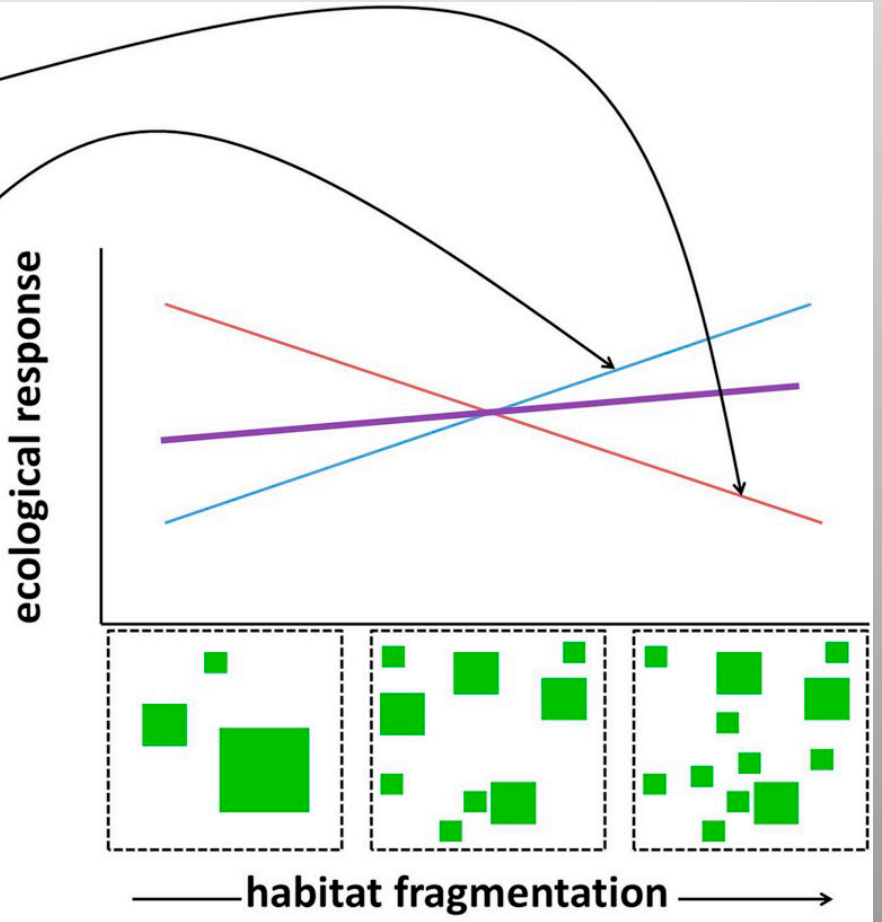
(Fahrig et al. 2019)

Mechanisms leading to negative effects

- negative edge effects (P)
- increased per-patch extinction rate (P)
- reduced movement success (L)

Mechanisms leading to positive effects

- positive edge effects (P)
- reduced inter- and intra-specific competition (P)
- increased movement success (L)
- spreading of risk (L)
- stabilization of predator-prey or host-parasite interactions (L)
- increased landscape complementation (L)
- higher habitat diversity (L)



(Fahrig et al. 2019)

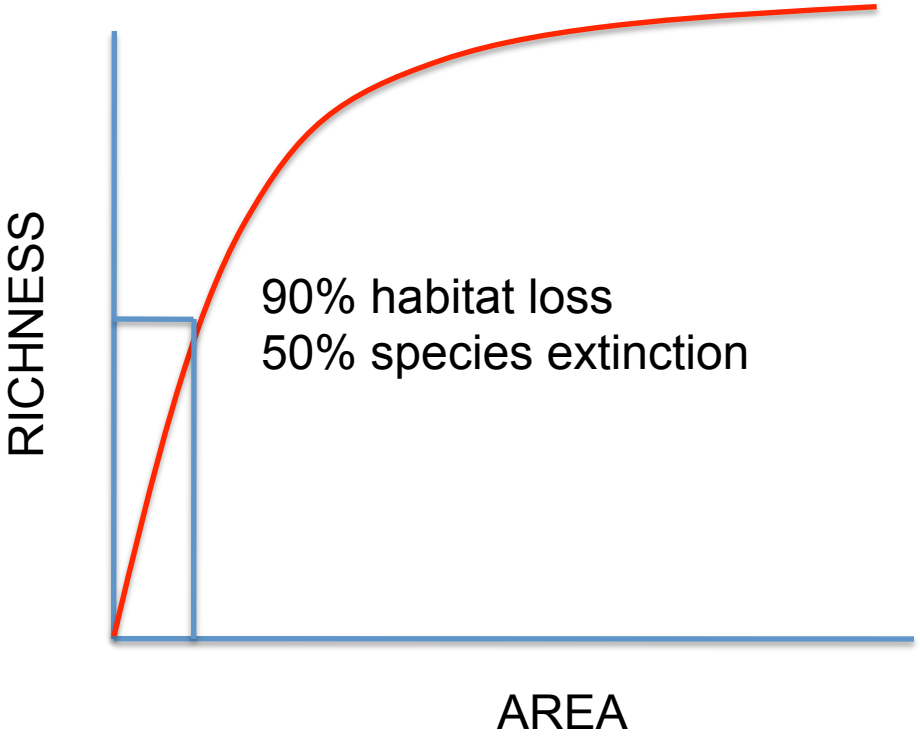
A fragmentação de habitats como principal ameaça à biodiversidade

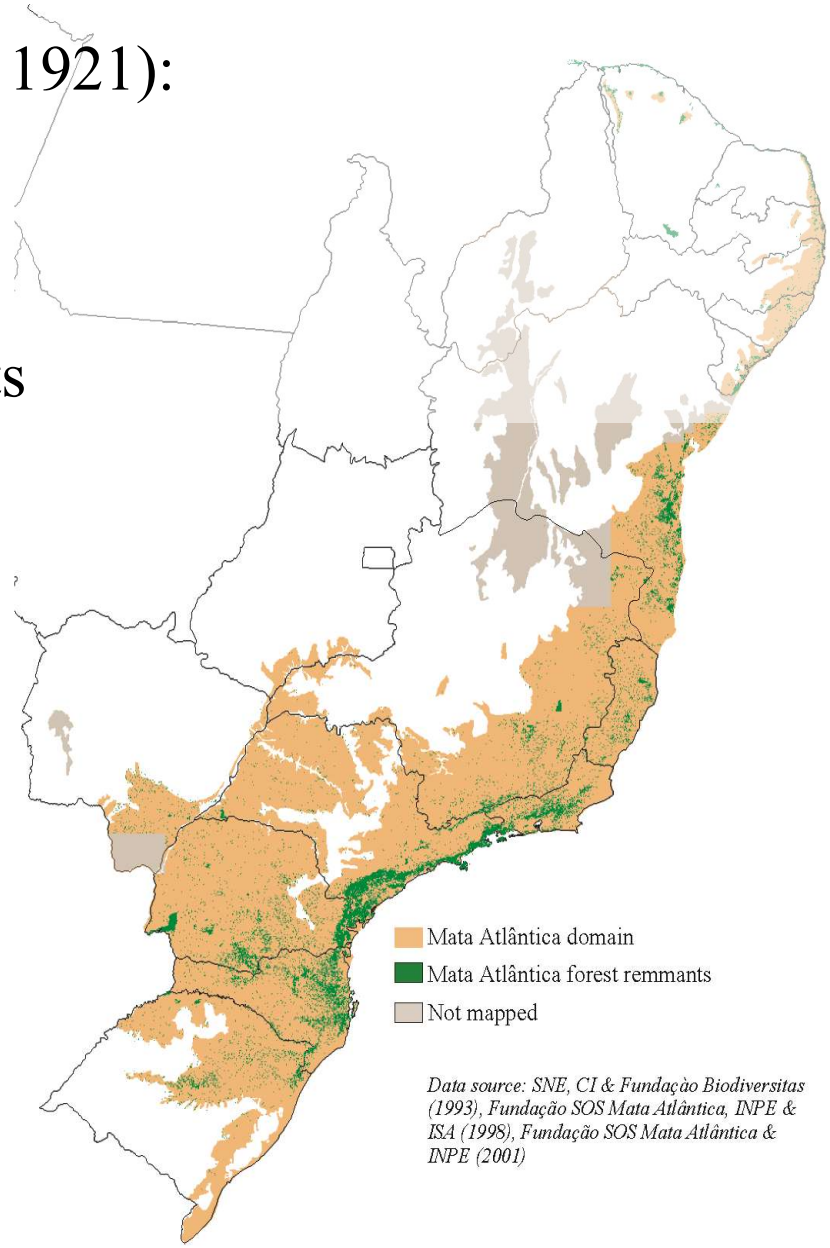
- O que é fragmentação?
- Por que devemos nos preocupar com a fragmentação?
- **Respostas no tempo**
- Implicações para conservação

Species-Area Relationship (Arrhenius 1921):

$$S = c A^z$$

where: *S*: richness
A: area
c and *z* constants





Arrhenius, O. 1921. Species and area. J. of Ecology 9: 95-99.

Atlantic Forest Extinction

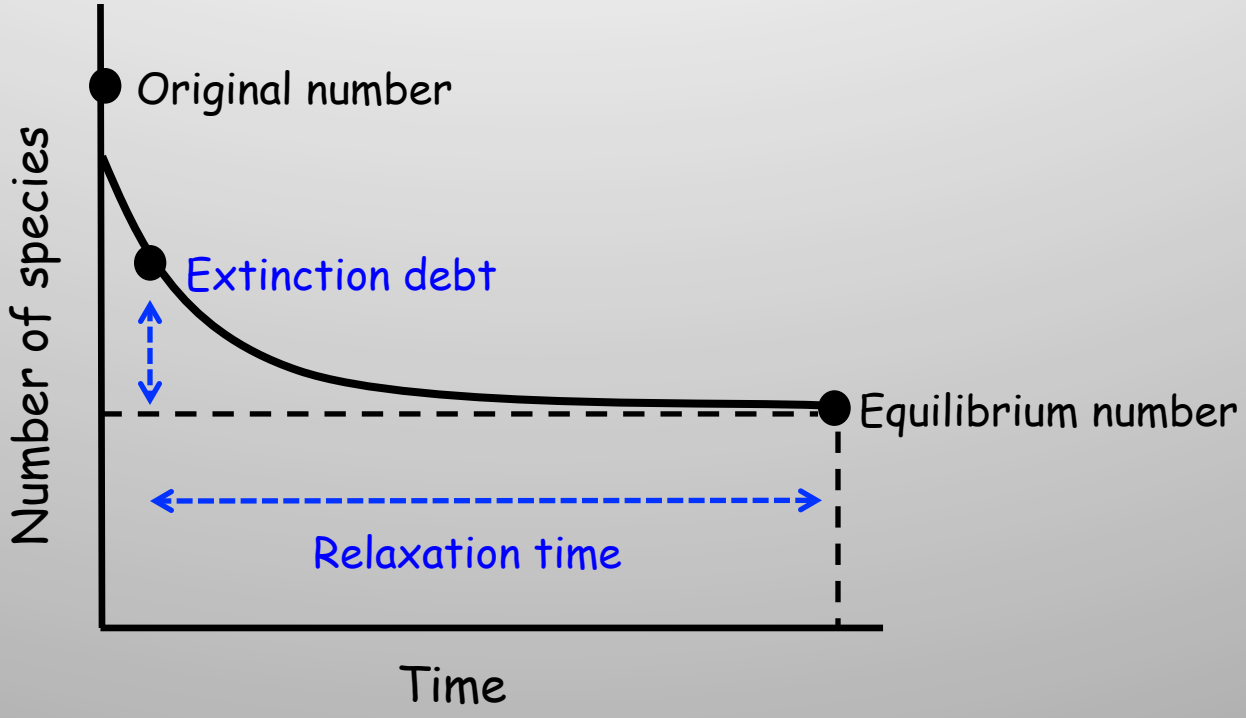
(Brooks & Balmford 1996, Nature)

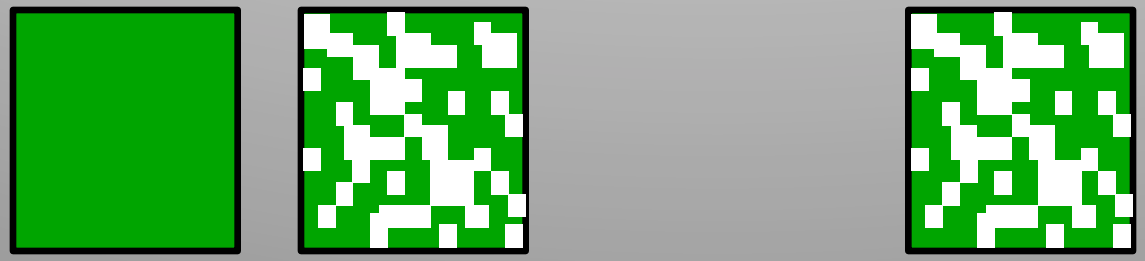
Name of area	EBA code	Proportion of forest remaining (A_n/A_o)	Endemic bird species (S_o)	Extinctions predicted from forest losses (S_e)	Currently threatened species (S_t)
Alagoan Atlantic slope	B47	0.02	11	7	9
Bahian deciduous forest	B48	0.06	2	1	2
Brazilian lowlands	B51/52	0.12	57	24	27
Araucaria forest	B54	0.20	4	1	2
Whole region		**0.12**	**214 (= 74+140)**	**88**	**60 (= 40+20)**

Fragmentation and species extinction

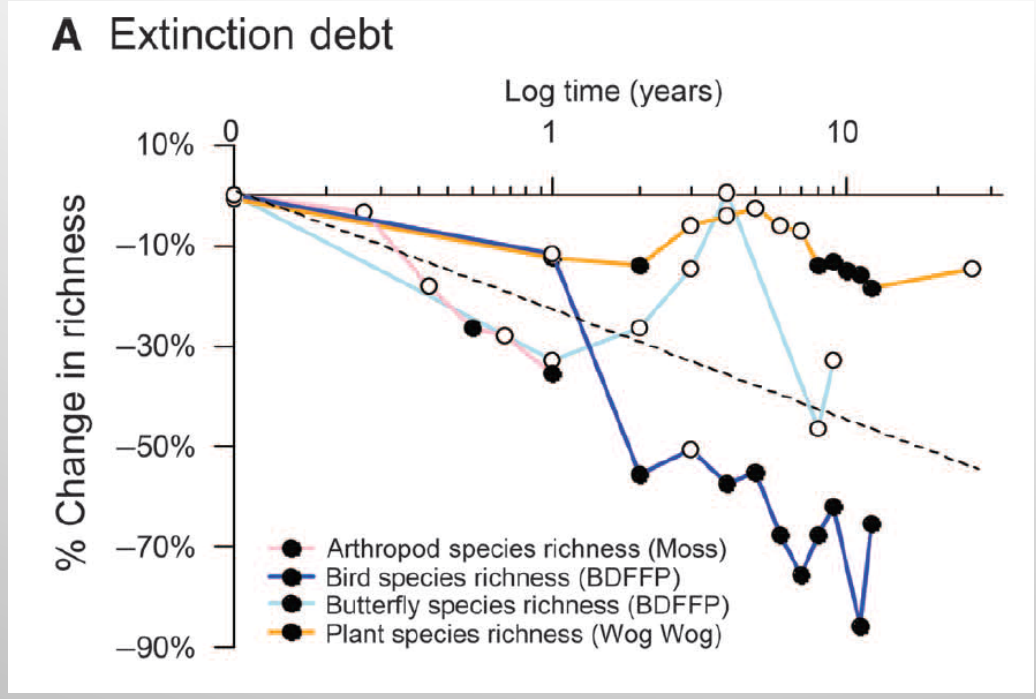
Alexandre Uezu - IPE

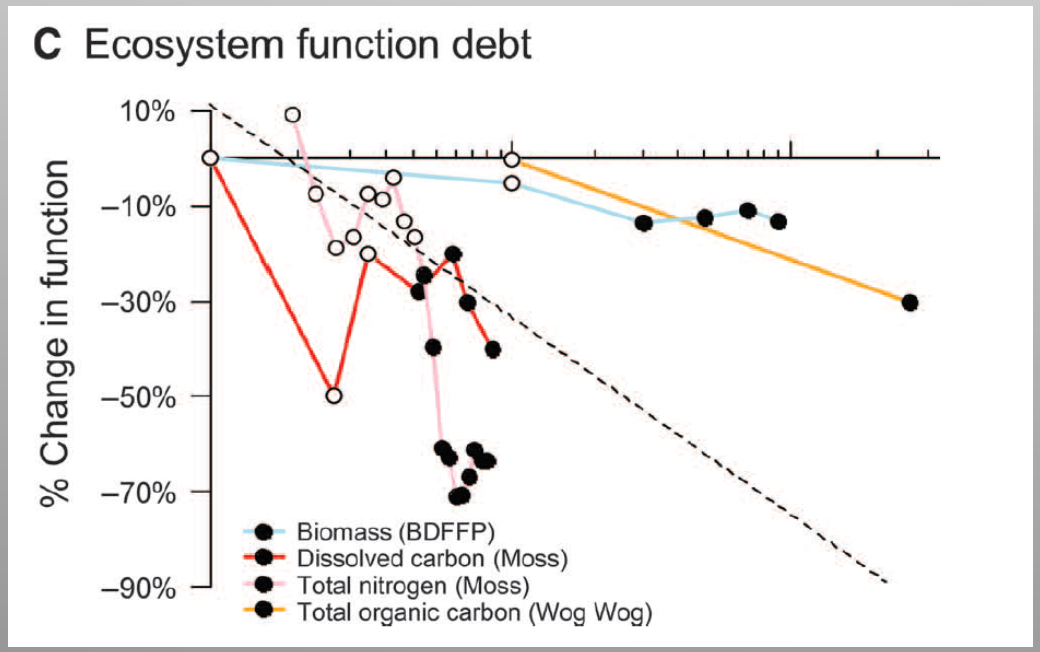
Débito de extinção



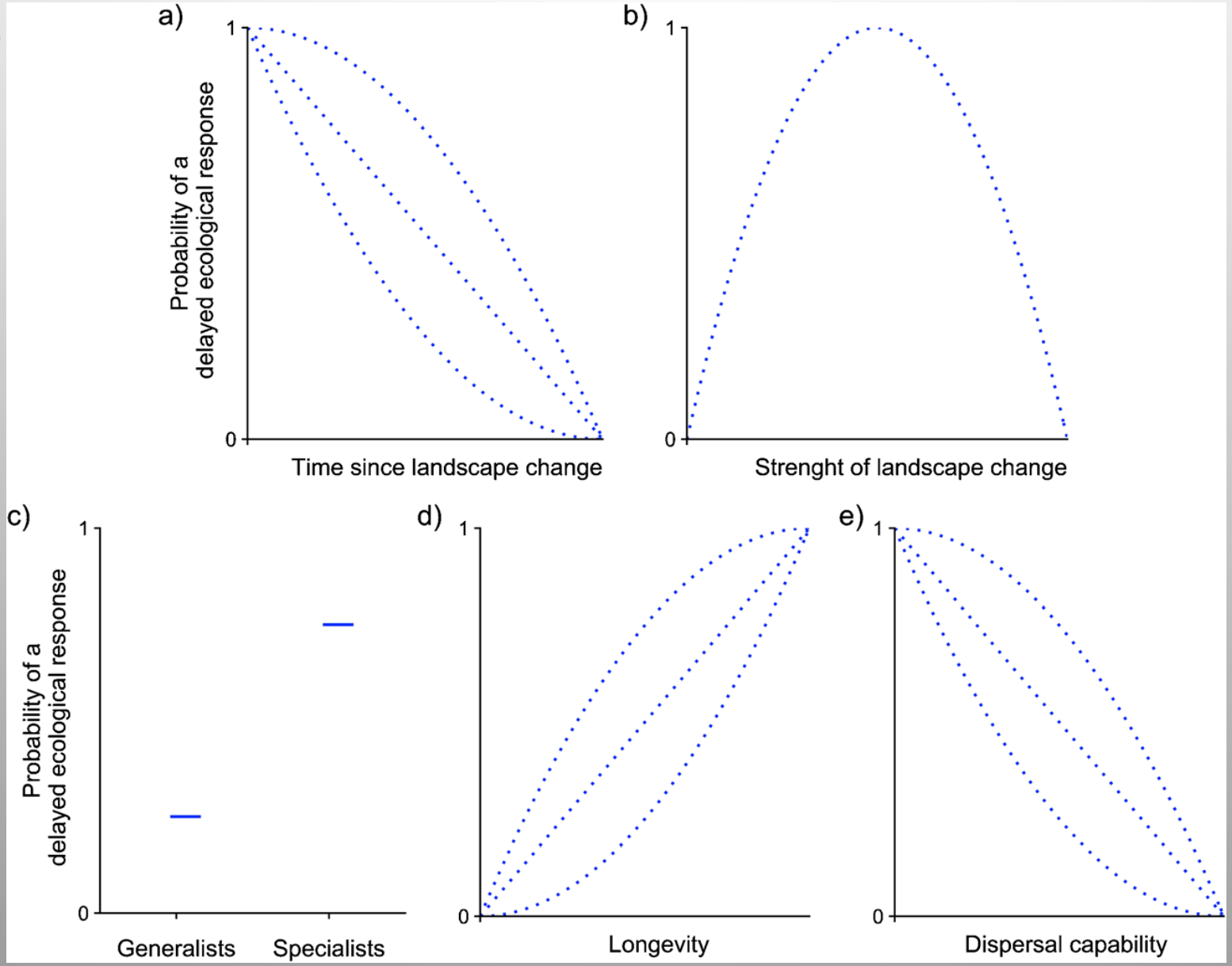


(Tilman et al. 1994)

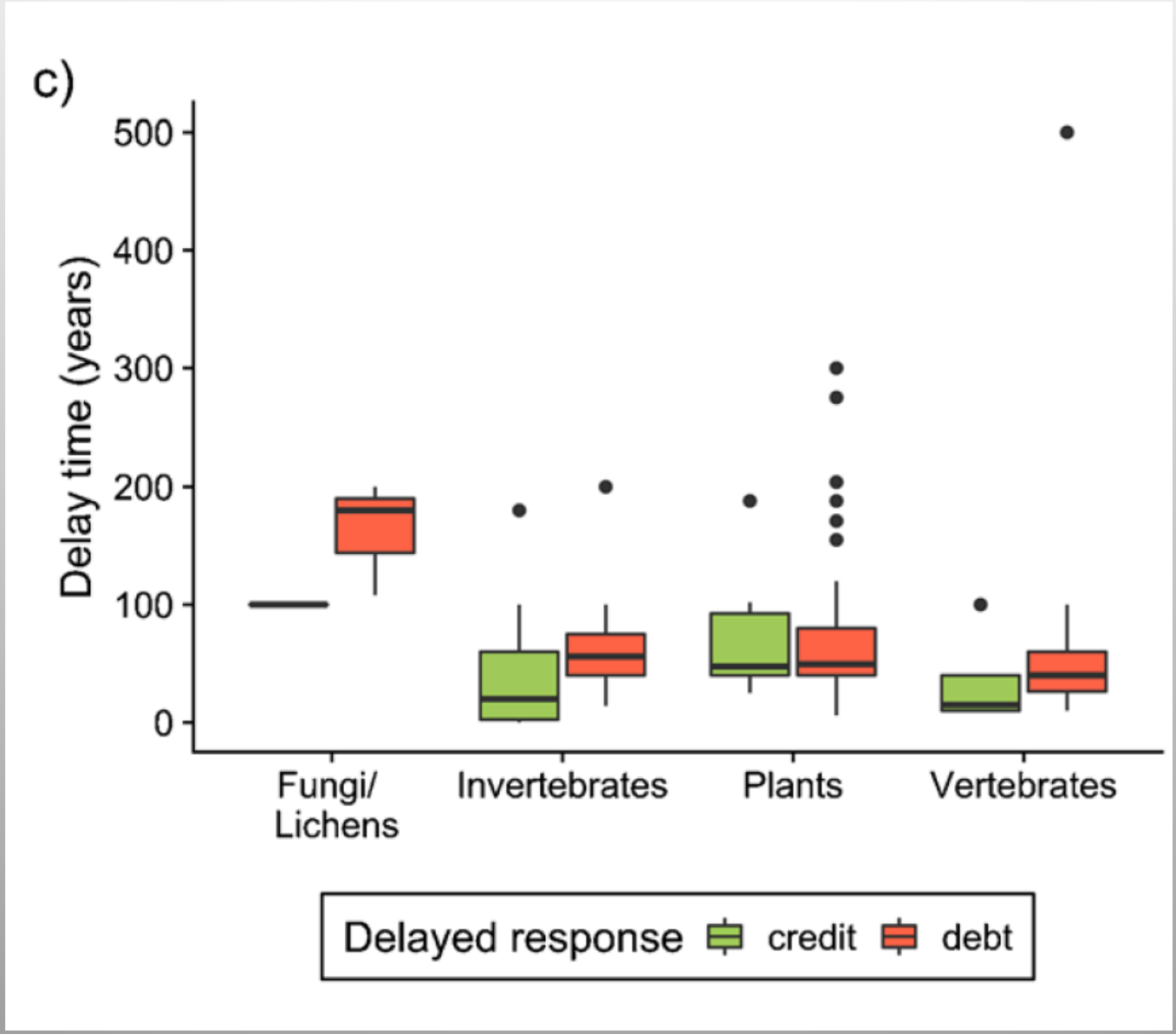




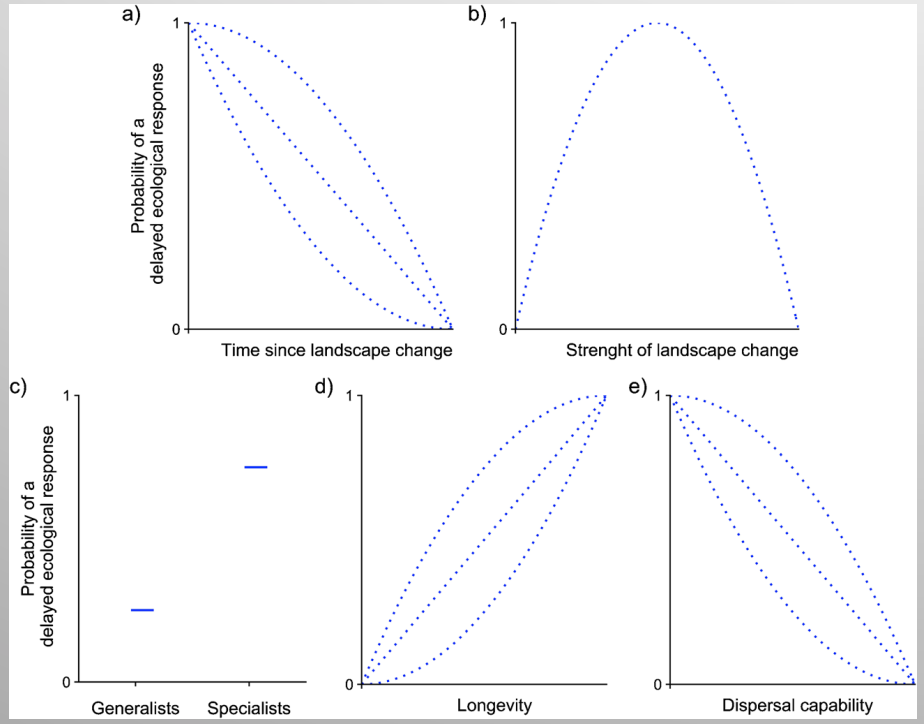
(Haddad et al. 2015)



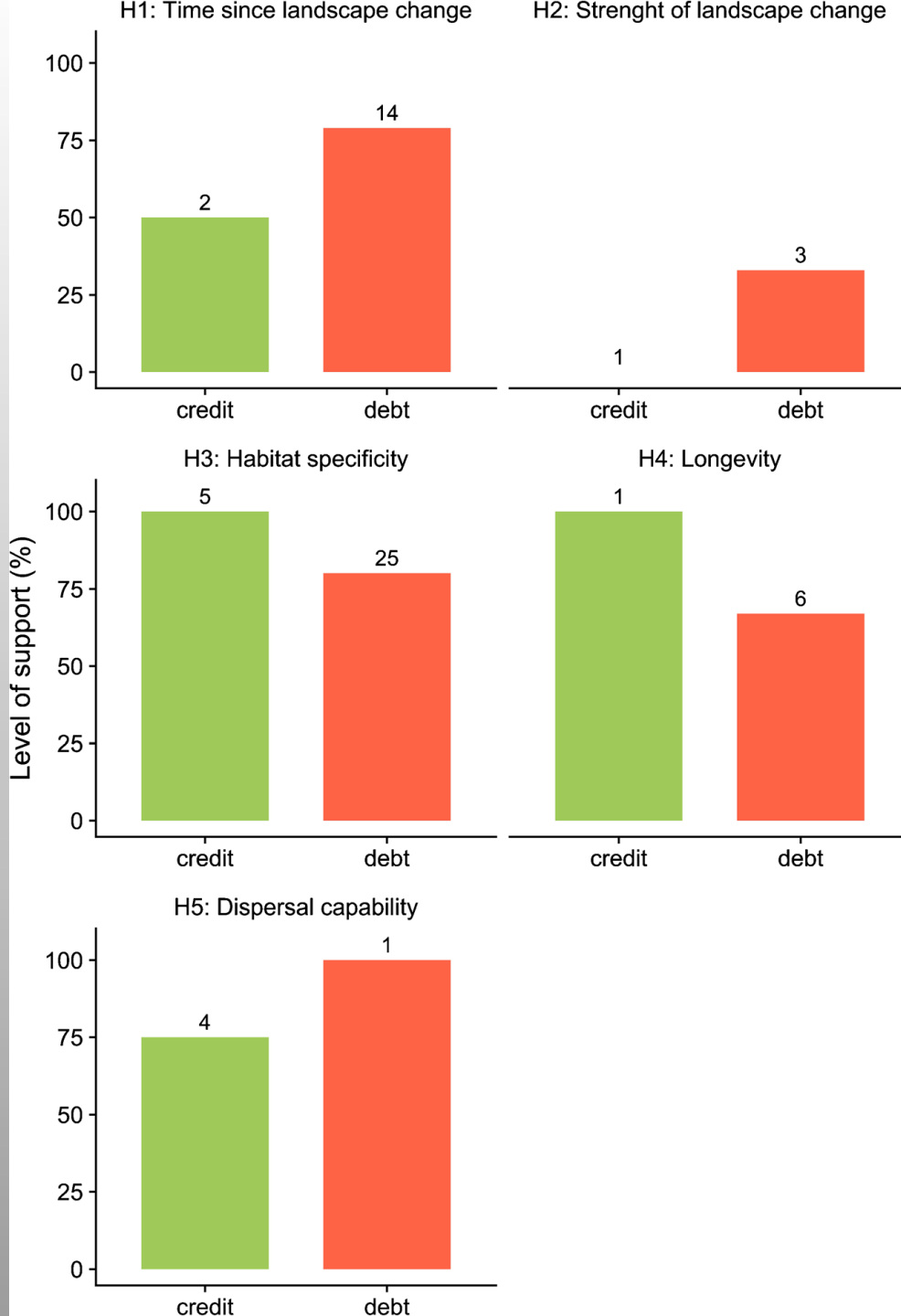
(Lira et al. 2019)



(Lira et al. 2019)



(Lira et al. 2019)



A fragmentação de habitats como principal ameaça à biodiversidade

- O que é fragmentação?
- Por que devemos nos preocupar com a fragmentação?
- Respostas no tempo
- **Implicações para conservação**

CONECTIVIDADE DA PAISAGEM

"Capacidade da paisagem de facilitar fluxos biológicos entre fragmentos de habitat"

(Taylor et al. 1993)

Isolamento

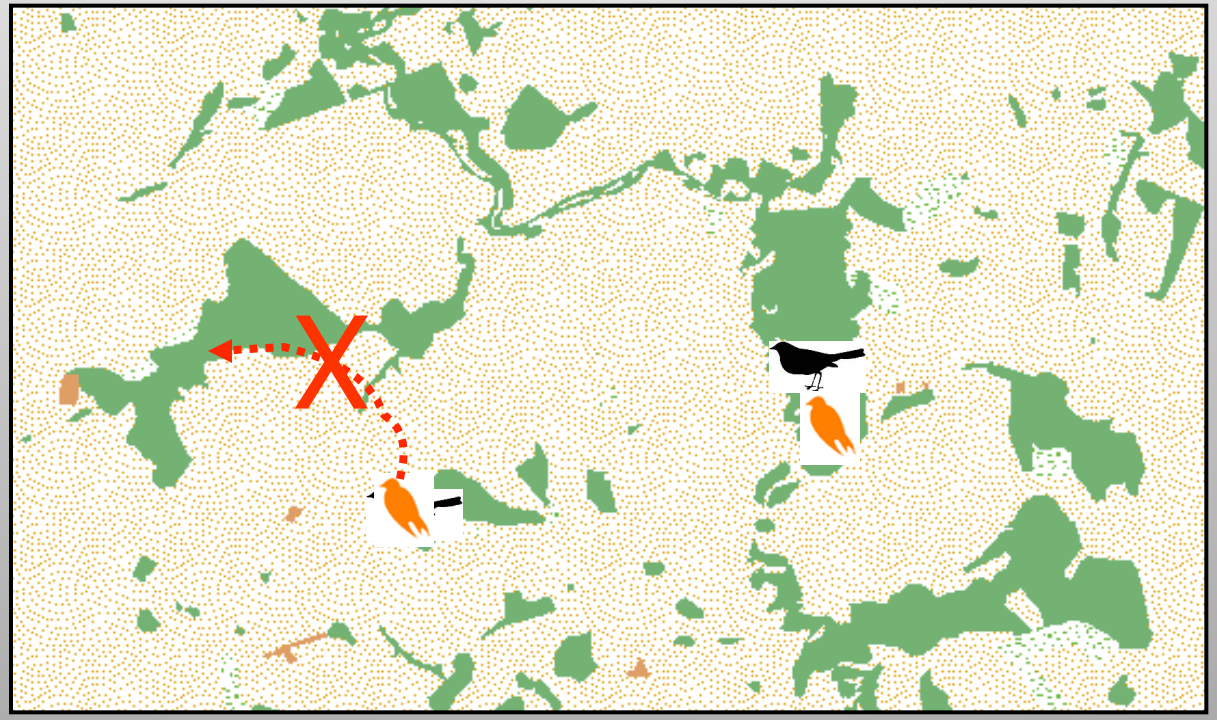
Corredores

Stepping stones

Permeabilidade da matriz

Slide: Marcelo Awade

CONECTIVIDADE DA PAISAGEM



Slide: Marcelo Awade

CONECTIVIDADE DA PAISAGEM

"Capacidade da paisagem de facilitar os fluxos biológicos entre fragmentos de habitat"

(Taylor et al. 1993)

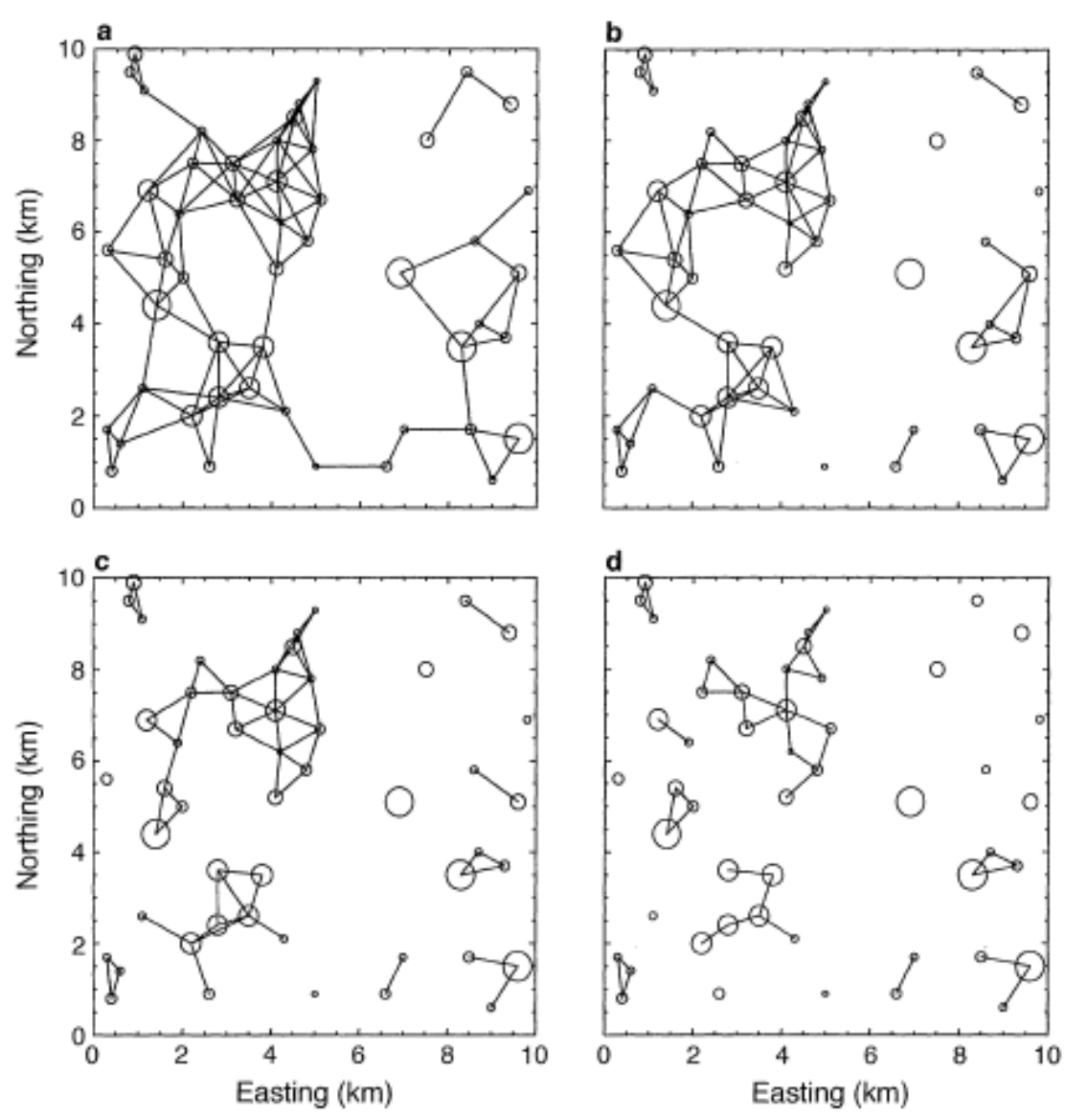
Estrutural	Isolamento
	Corredores
	Stepping stones
	Matriz
Funcional	Movimento das espécies

Slide: Marcelo Awade

Conectividade funcional segundo a teoria dos grafos

1500 m

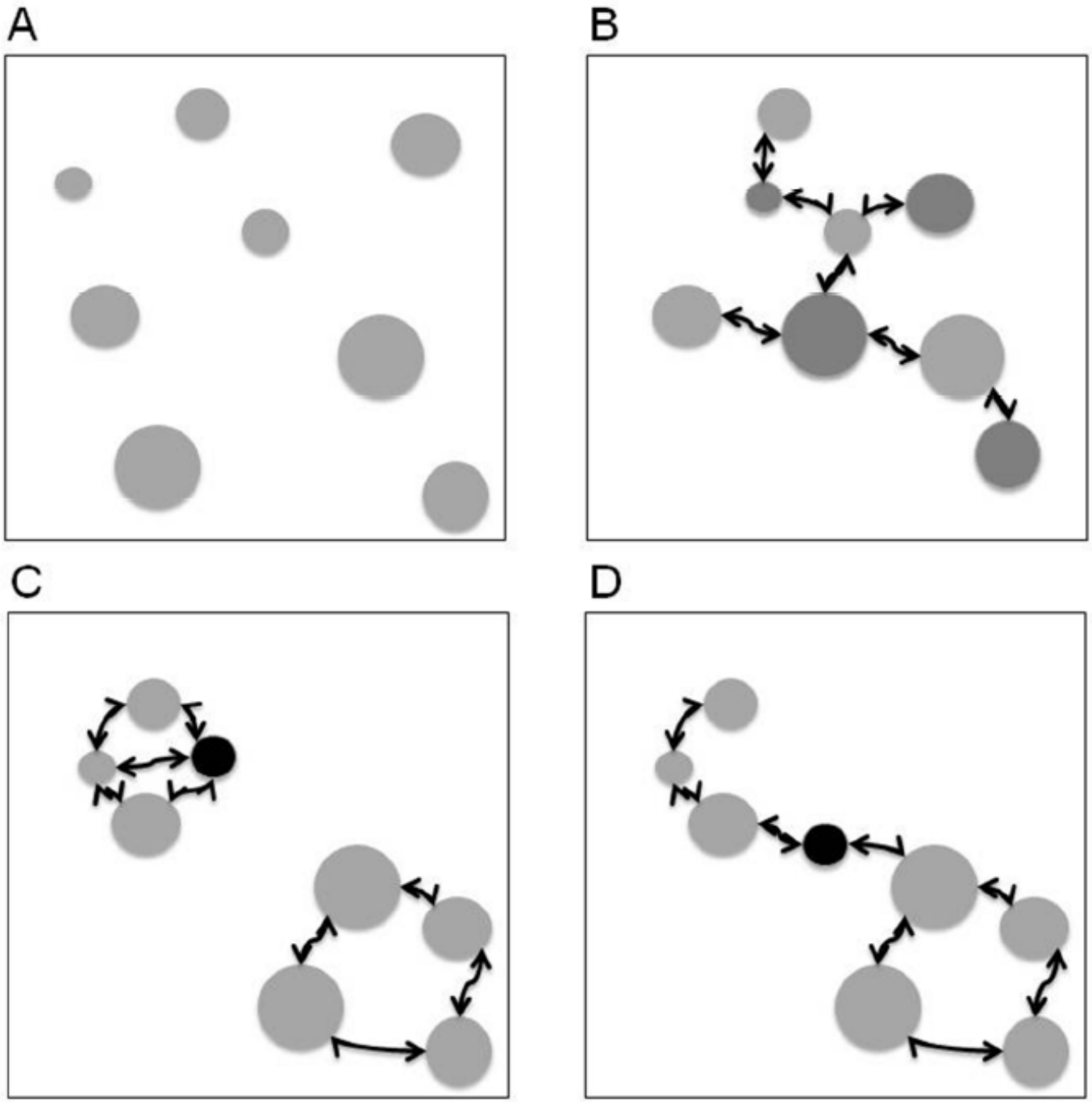
1250 m



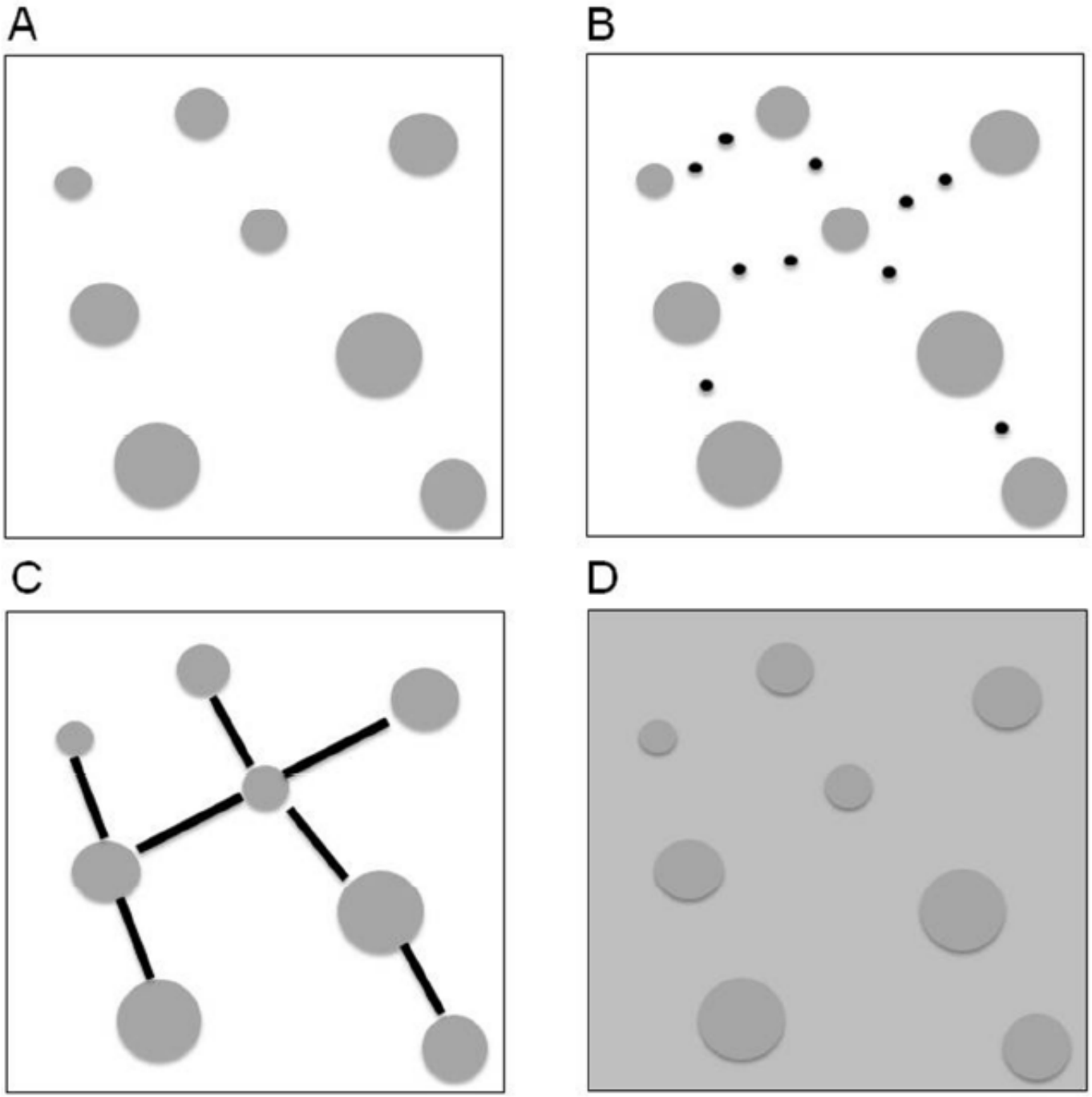
1000 m

750 m

(Urban & Keitt 2001)

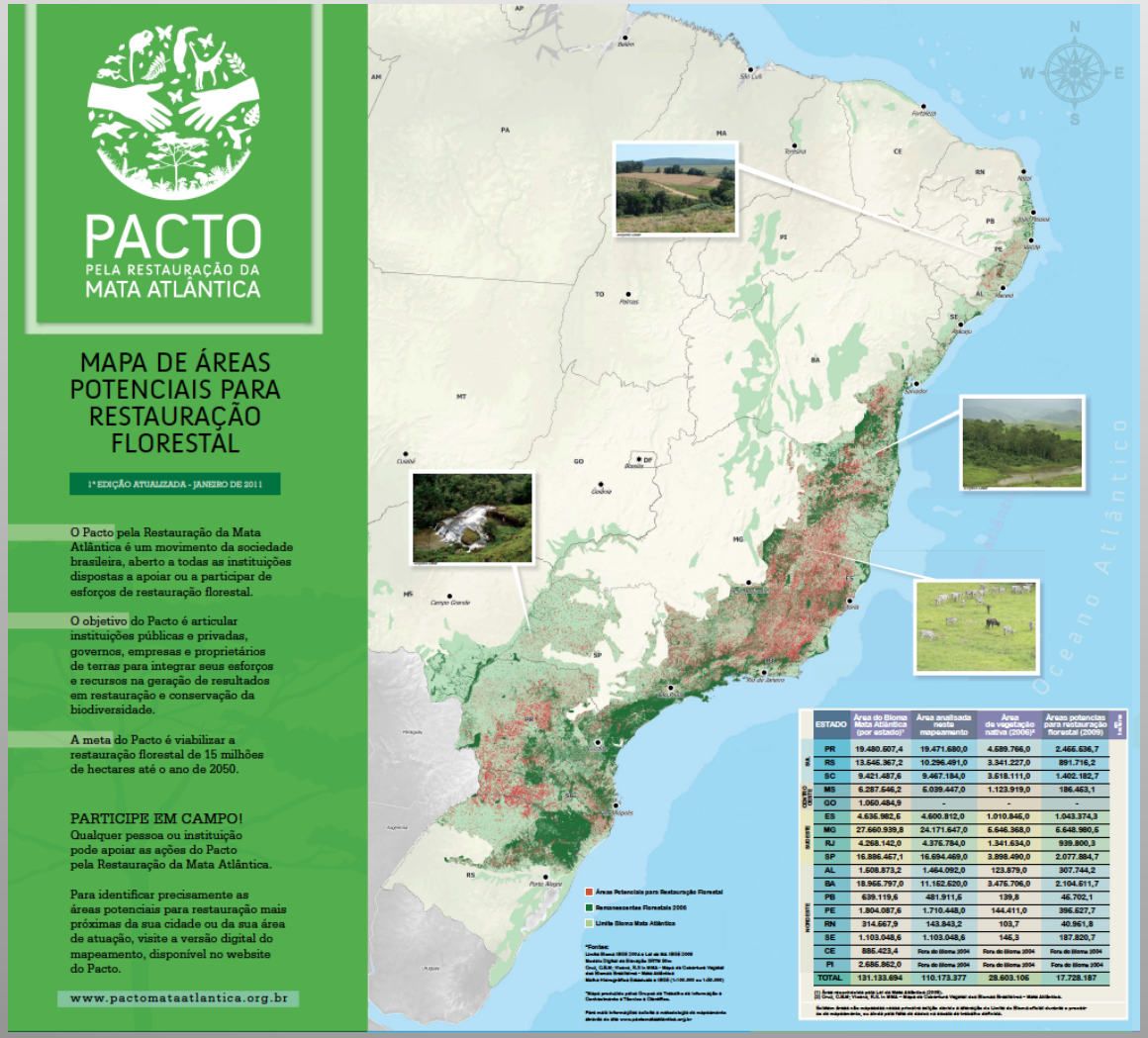


(Villard & Metzger 2014)



(Villard & Metzger 2014)

Demanda de restauração para a Floresta Atlântica



ESTADO	Área do Bioma Mata Atlântica (por estado)*	Área analisada neste mapeamento	Área de vegetação nativa (2008)*	Áreas potenciais para restauração florestal (2009)
PR	19.480.607,4	19.471.680,0	4.589.766,0	2.466.636,7
RS	13.646.367,2	10.296.491,0	3.341.227,0	891.716,2
SC	9.421.487,6	9.467.184,0	3.518.111,0	1.402.182,7
MS	6.287.546,2	6.039.447,0	1.123.919,0	186.463,1
GO	1.060.484,9	-	-	-
ES	4.636.982,6	4.600.812,0	1.010.846,0	1.043.374,3
MG	27.660.939,8	24.171.647,0	6.646.368,0	6.648.980,5
RJ	4.268.142,0	4.376.784,0	1.341.634,0	939.800,3
SP	16.886.457,1	16.694.469,0	3.898.490,0	2.077.884,7
AL	1.608.873,2	1.464.092,0	123.879,0	307.744,2
BA	18.966.797,0	11.162.620,0	3.476.706,0	2.104.611,7
PB	639.119,6	481.911,5	139,8	46.702,1
PE	1.804.087,6	1.710.448,0	144.411,0	396.627,7
RN	314.667,9	143.843,2	103,7	40.961,8
SE	1.103.048,6	1.103.048,6	146,3	187.820,7
CE	886.423,4	Fora do Bioma 2004	Fora do Bioma 2004	Fora do Bioma 2004
PI	2.686.962,0	Fora do Bioma 2004	Fora do Bioma 2004	Fora do Bioma 2004
TOTAL	131.133.694	110.173.377	28.603.106	17.728.187

Adequação ao novo Código Florestal:
3-6 milhões ha

Pacto de restauração:
15 milhões ha até 2050

Cobertura atual:
16 milhões ha

Mapeamentos para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas




Projeto Proteção da Mata Atlântica II

Em nome do Ministério Federal do Meio Ambiente, da Proteção da Natureza e da Segurança Nuclear da República Federal da Alemanha

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

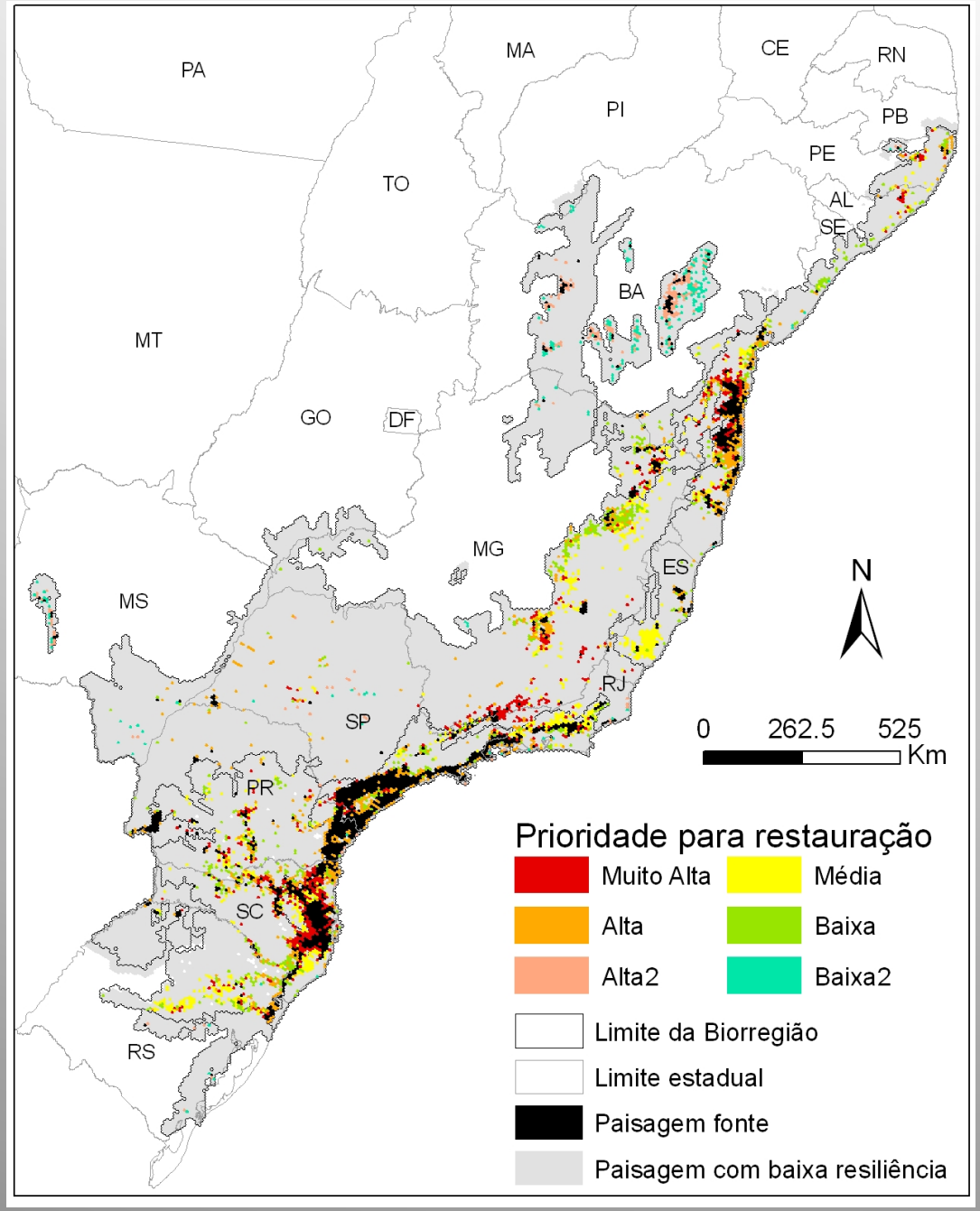
KFW

AFCoF Atlantic Forest Conservation Fund

FUNDO BRASILEIRO PARA A BIODIVERSIDADE FUNBIO

Ministério do Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL BRASIL PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



(Tambosi et al. 2014, Restoration Ecology)

A fragmentação de habitats como principal ameaça à biodiversidade

- Fragmentação – sub-divisão do habitat
- É uma das principais ameaças à biodiversidade
- É necessário considerar a escala temporal
- A noção de conectividade permite integrar aspectos estruturais e funcionais da fragmentação
- A pesquisa recente vem fomentando importantes subsídios para políticas de conservação

Dept. de Ecologia– Universidade de São Paulo

jpm@ib.usp.br
http://eco.ib.usp.br/lepac