

What size is a biologically relevant landscape?

Heather Bird Jackson · Lenore Fahrig

Abstract The spatial extent at which landscape structure best predicts population response, called the scale of effect, varies across species. An ability to predict the scale of effect of a landscape using species traits would make landscape study design more efficient and would enable landscape managers to plan at the appropriate scale. We used an individual based simulation model to predict how species traits influence the scale of effect. Specifically, we tested the effects of dispersal distance, reproductive rate, and informed movement behavior on the radius at which percent habitat cover best predicts population abundance in a focal area. Scale of effect for species with random movement behavior was compared to scale of effect for species with three (cumulative) levels of information use during dispersal: habitat based settlement, conspecific density based settlement, and gap-avoidance during movement. Consistent with a common belief among researchers, dispersal distance had a strong, positive influence on scale of effect. A general guideline for empiricists is to expect the radius of a landscape to be 4–9 times the median dispersal

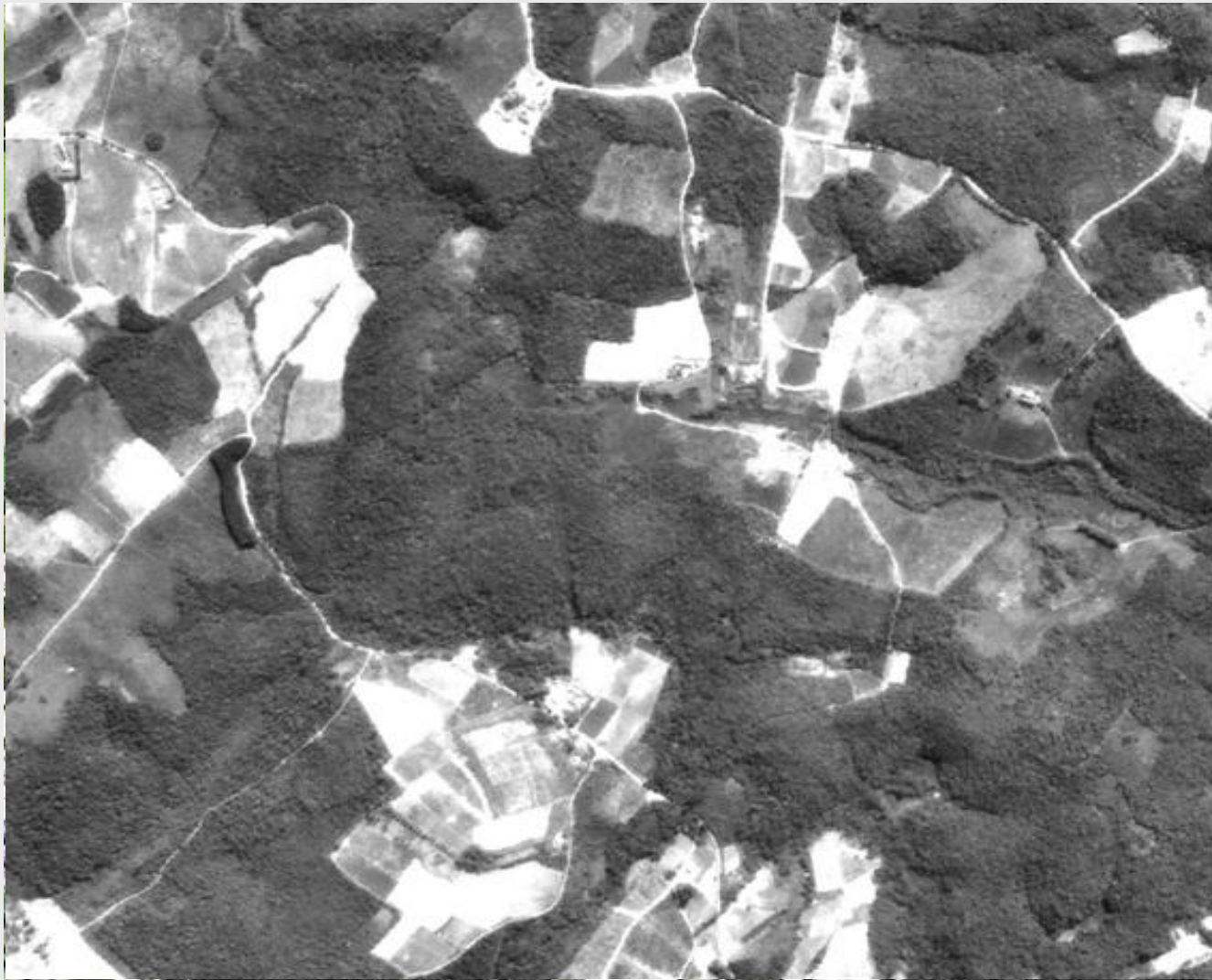
distance or 0.3–0.5 times the maximum dispersal distance of a species. Informed dispersal led to greater increases in population size than did increased reproductive rate. Similarly, informed dispersal led to more strongly decreased scales of effect than did reproductive rate. Most notably, gap-avoidance resulted in scales that were 0.2–0.5 times those of non-avoidant species. This is the first study to generate testable hypotheses concerning the mechanisms underlying the scale at which populations respond to the landscape.

Keywords Landscape context · Spatial scale · Habitat fragmentation · Focal patch · Buffer · Informed dispersal · Habitat selection · Edge-mediated dispersal · Boundary behavior

Introduction

Landscape structure (habitat amount and fragmentation) has important effects on populations and communities (Laurance et al. 2002; Fahrig 2003), but the

Fragmentação: a dimensão temporal



2980

Tempo de latência entre o processo de fragmentação e a extinção das espécies



1980

2000

Mudança na
estrutura da
paisagem

Tempo de
latência



Mudança na
estrutura da
comunidade

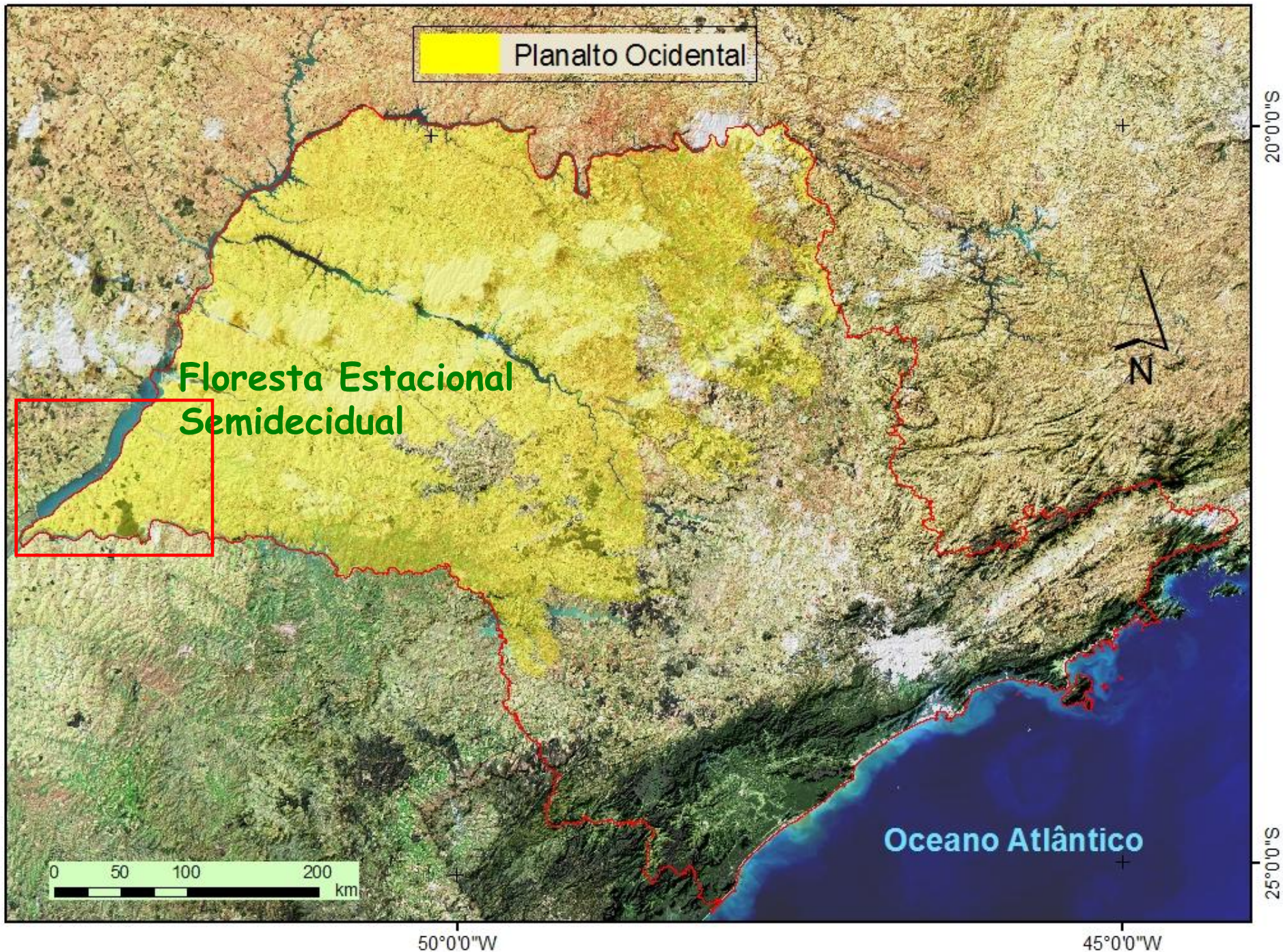
Fragmentation and species extinction

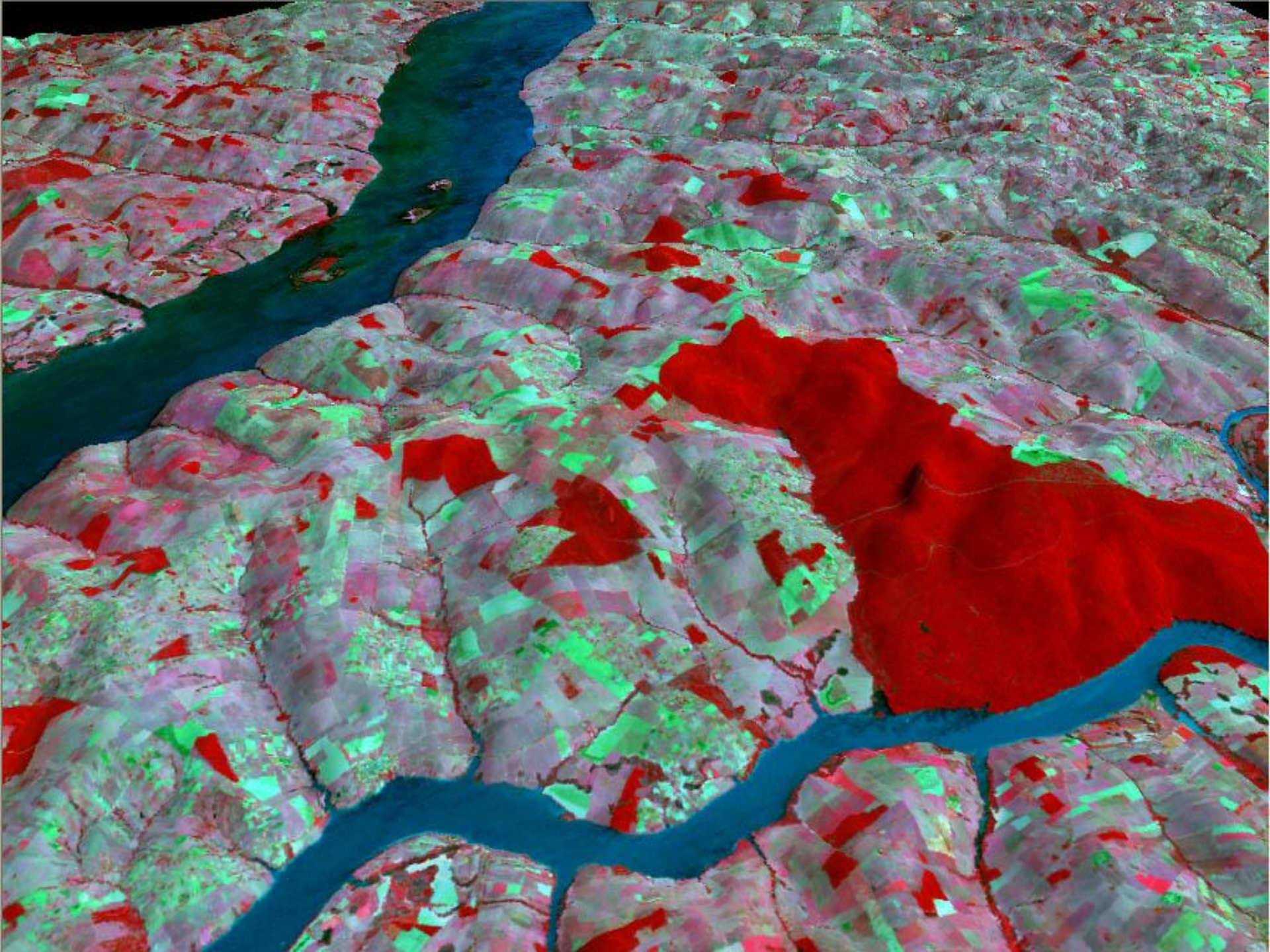


Tempo de latência da resposta das aves à fragmentação em uma região de Mata Atlântica, Pontal do Paranapanema, SP.



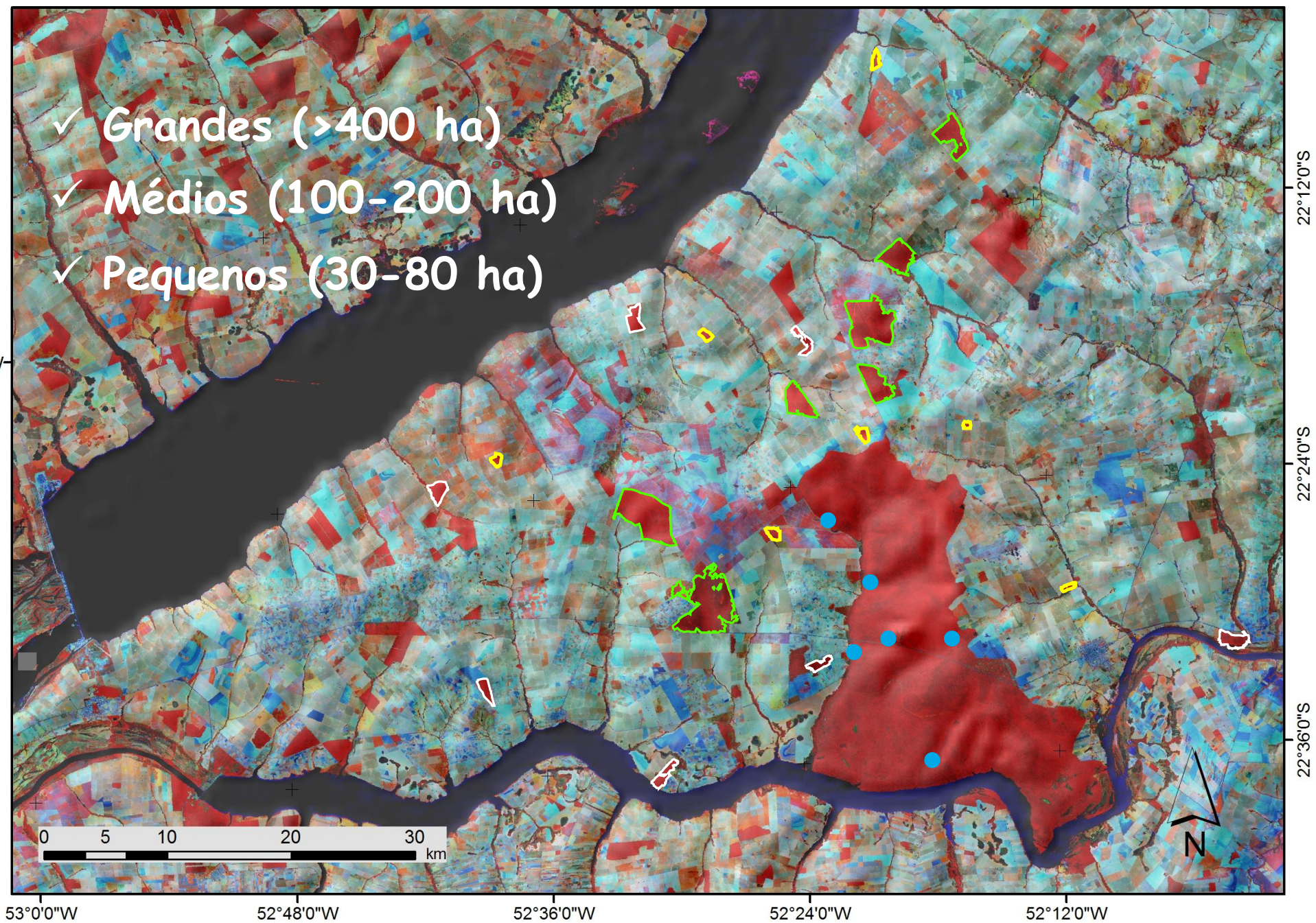
Tese de doutorado de Alexandre Uezu





Áreas estudadas

- ✓ Grandes (>400 ha)
- ✓ Médios (100-200 ha)
- ✓ Pequenos (30-80 ha)



Metodologia

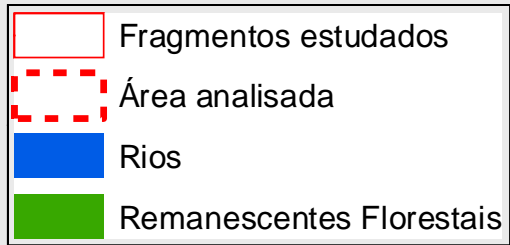
- **Amostragem das aves**
 - Ponto de escuta
 - Índice de abundância

- **Estrutura da vegetação**
 - Qualidade do habitat para as espécies

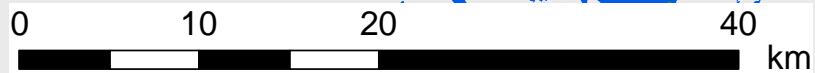
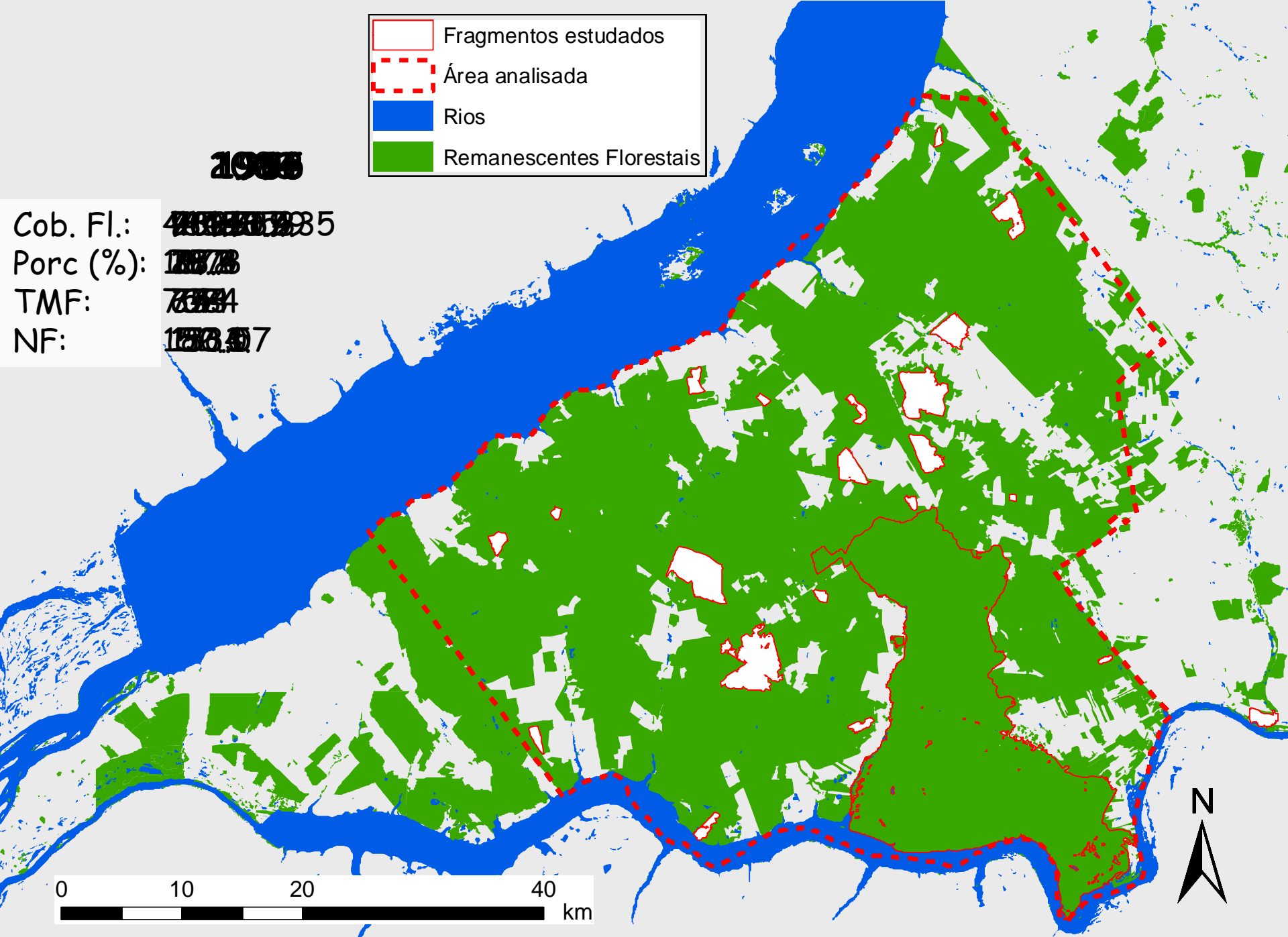
- **Índices da paisagem**
 - Tamanho - Área
 - Grau de isolamento - MPI



1988

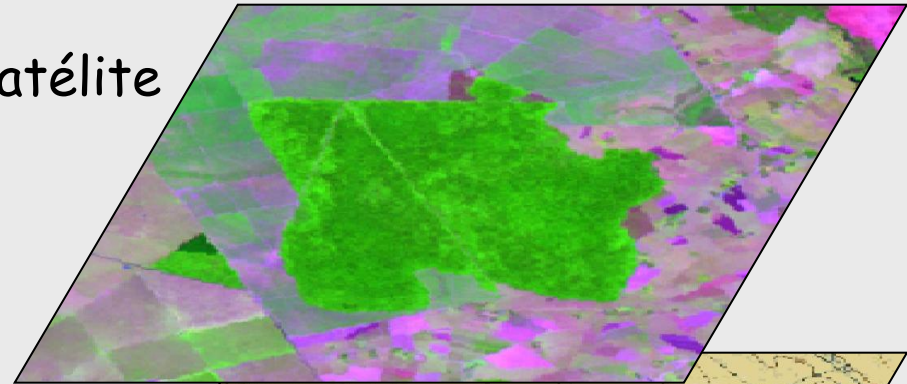


Cob. Fl.: ~~410000~~ 395
Porc (%): ~~18873~~
TMF: ~~7094~~
NF: ~~1830~~ 7

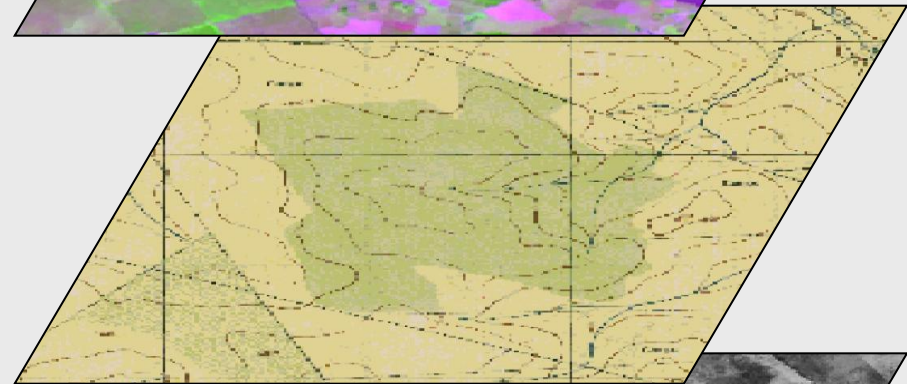


Mapeamento: processo histórico

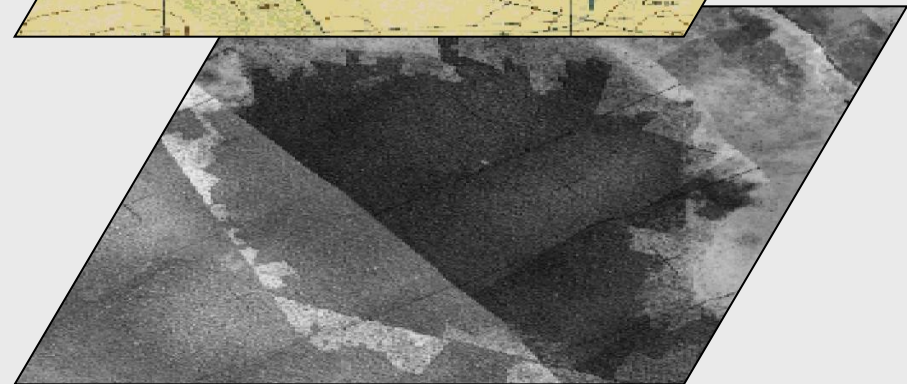
1984, 1993, 2003 - Imagens de Satélite



1978 - Mapas topográficos

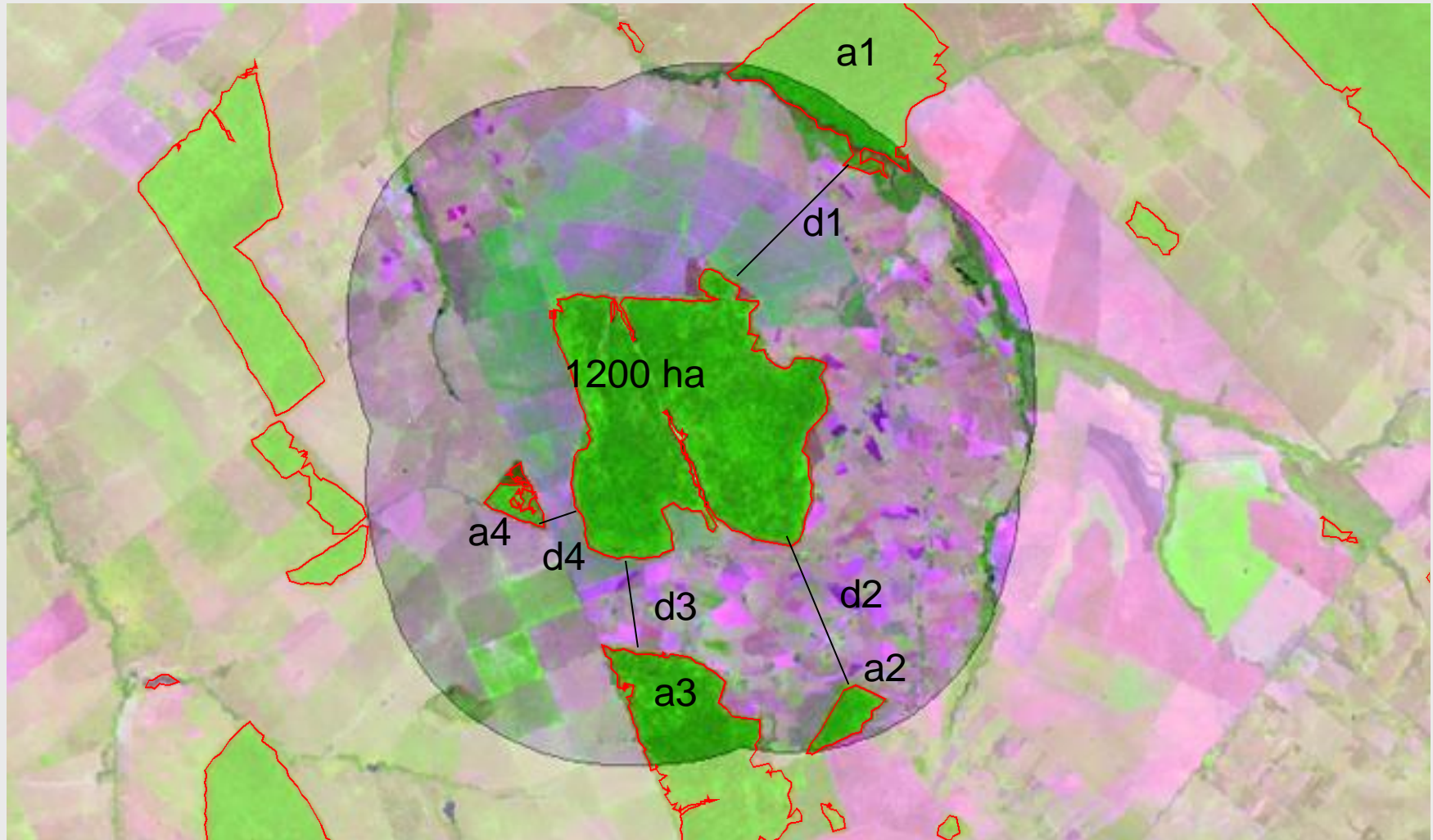


1965 - Mapas topográficos



1956 - Fotografias aéreas

Índices de paisagem



❖ Área do fragmento ❖ Proximidade: $MPI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{d_i^2}}{N}$
(Elkie et al., 1999)

Variáveis independentes

- AREA
 - PROX
- } 1965, 1978,
2003

- Regressões múltiplas
- Regressões simples

Variáveis dependentes

- Riqueza
- Diversidade
- Riqueza de grupos funcionais

Seleção de modelos

Variáveis independentes

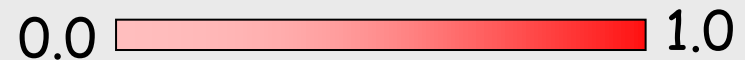
Modelos	Var1	Var2
m01	logArea_65	logProx_65
m02	logArea_78	logProx_78
m03	logArea_03	logProx_03
m04	logArea_65	
m05	logArea_78	
m06	logArea_03	
m07		logProx_65
m08		logProx_78
m09		logProx_03

Riqueza de grupos
funcionais

$$y_i = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + e_i$$

Seleção de modelos para grupos de espécies sensíveis

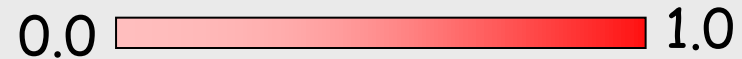
$\Sigma wAIC$ - importância relativa de uma variável



	AREA	PROX	AREA	PROX	AREA	PROX
$\Sigma wAIC$	65	65	78	78	03	03
Sensibilidade alta	0.03	0.01	0.56	0.11	0.40	0.13
Sensibilidade média	0.00	0.00	1.00	0.24	0.00	0.00
Abundância baixa	0.00	0.00	0.96	0.22	0.04	0.01
Endêmica	0.00	0.00	0.96	0.22	0.04	0.01

Seleção de modelos para grupos de espécies não-sensíveis

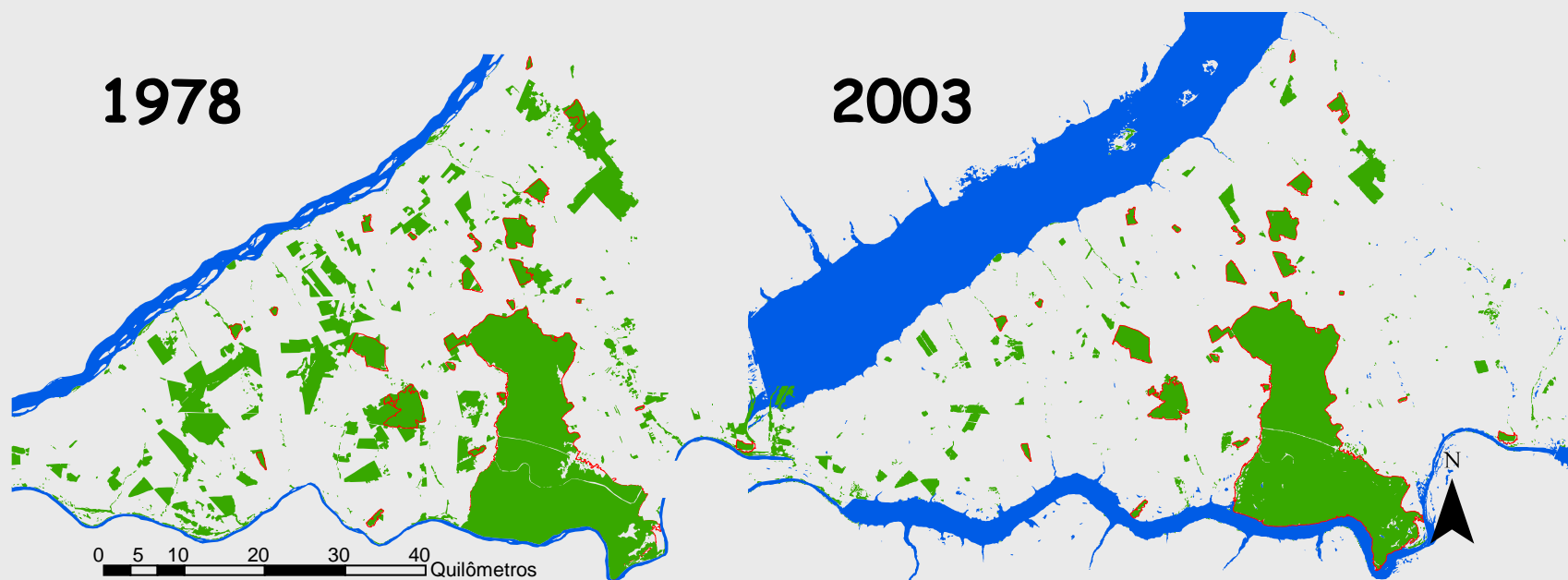
Σw_{AIC} - importância relativa de uma variável



	AREA	PROX	AREA	PROX	AREA	PROX
Σw_{AIC}	65	65	78	78	03	03
Abundância alta	0.05	0.01	0.37	0.12	0.43	0.49
Abundância média	0.19	0.04	0.37	0.10	0.32	0.25
Não endêmica	0.25	0.07	0.16	0.07	0.20	0.49
3-4 tipos florestais	0.13	0.03	0.09	0.08	0.26	0.69
5-6 tipos florestais	0.20	0.28	0.40	0.13	0.11	0.11

- Os resultados sugerem que há um tempo de latência entre a fragmentação e a perda de espécies
- Este tempo depende do grupo funcional de espécies
- Espécies não-sensíveis ~ baixa latência (sensibilidade à proximidade atual) - alta incerteza
- Grupo de espécies sensíveis ~ **25 anos** de latência
 - ✓ Relativamente pouco abundantes
 - ✓ Endêmicas
 - ✓ Sensibilidade média a alta

→ Muitas espécies ainda devem desaparecer pois não estão adaptadas às condições de fragmentação mais intensas de 2003 → Existe um elevado **débito ecológico** (Tilman et al. 1994) .



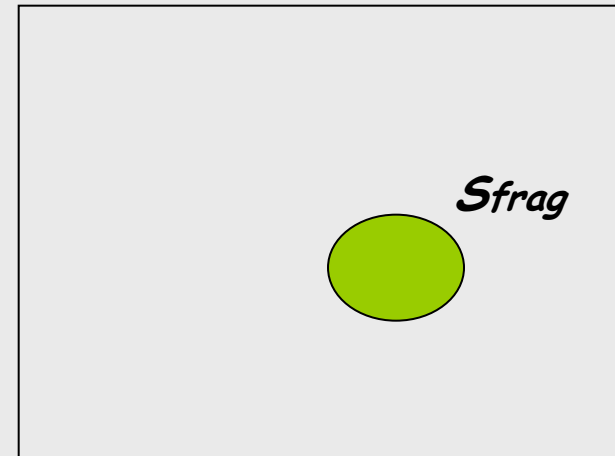
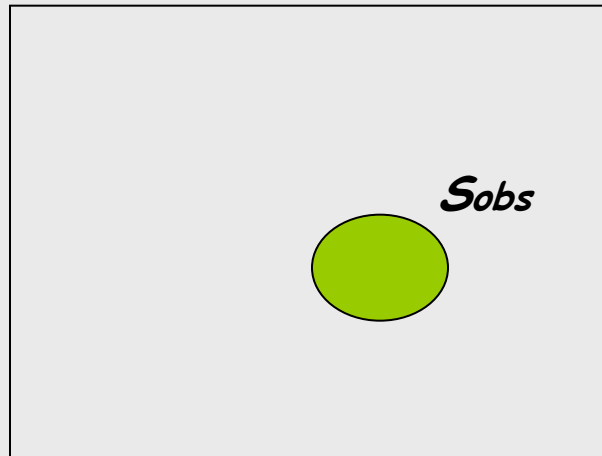
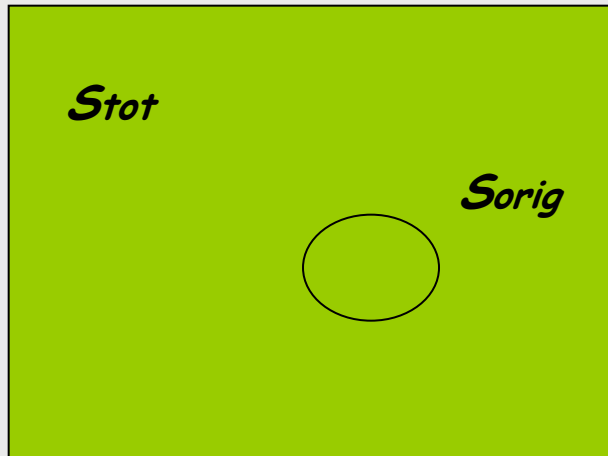
Débito ecológico e tempo de relaxamento

(Brooks et al. 1999 – Conservation Biology)

Antes do isolamento

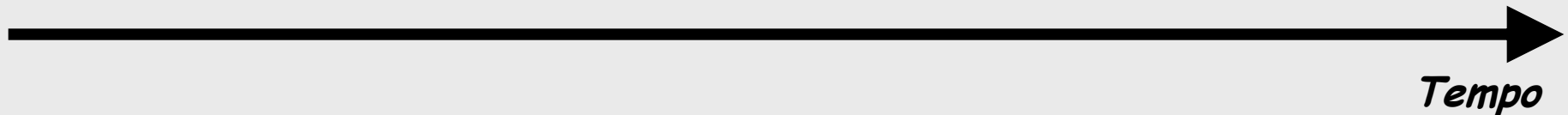
Após o isolamento

Após o relaxamento



$$S_{orig} = c \cdot A_{frag}^{Z_{cont}}$$

$$S_{frag} = c \cdot A_{frag}^{Z_{frag}}$$

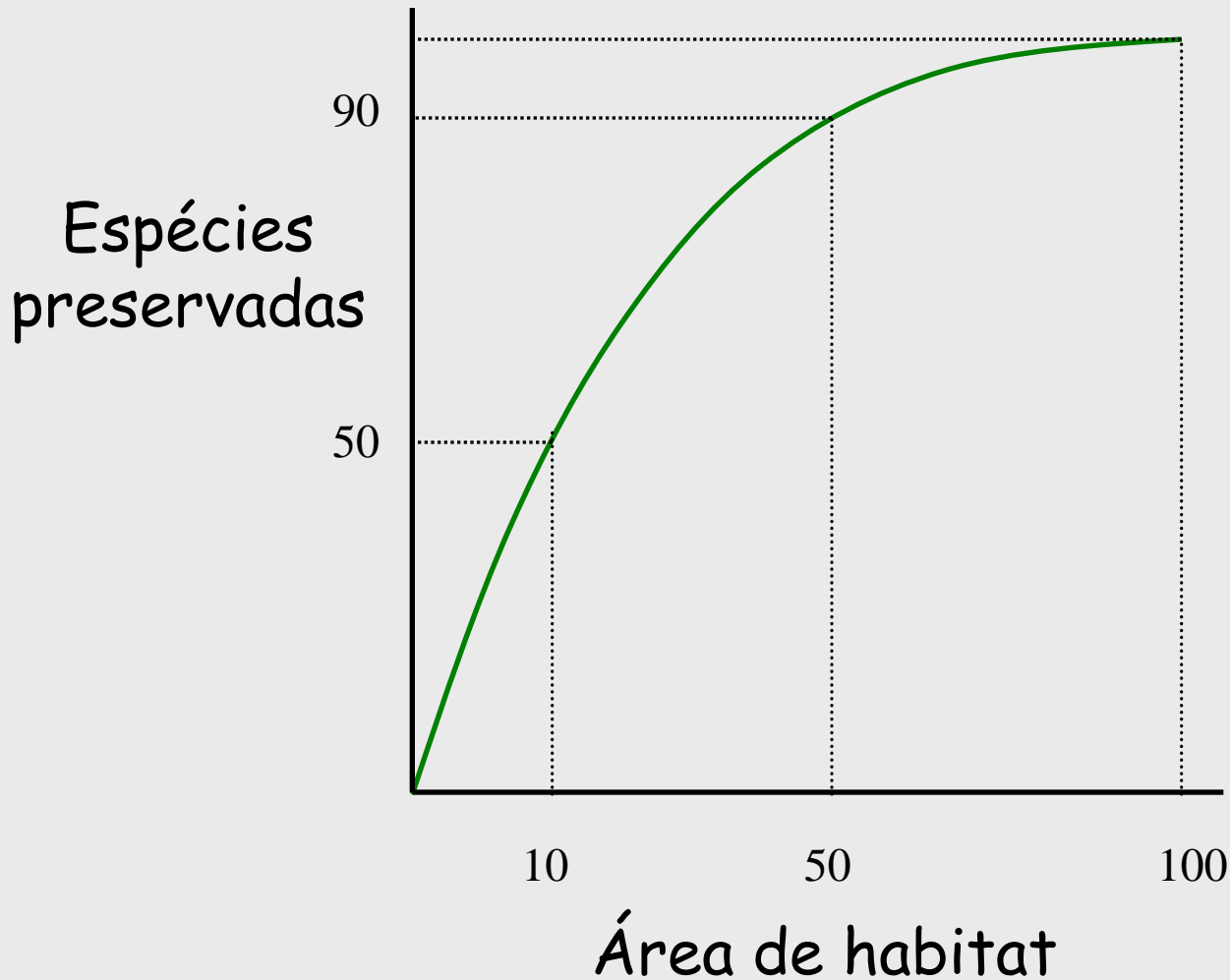


$$S_{orig} = (A_{frag}/A_{tot})^{Z_{cont}} \cdot S_{tot}$$

$$S_{frag} = (A_{frag}/A_{tot})^{Z_{frag}} \cdot S_{tot}$$

Relação

Área de habitat – Riqueza de espécies



$$S = c \cdot A^z$$

S: riqueza específica

A: área da ilha

c e **z** são duas constantes

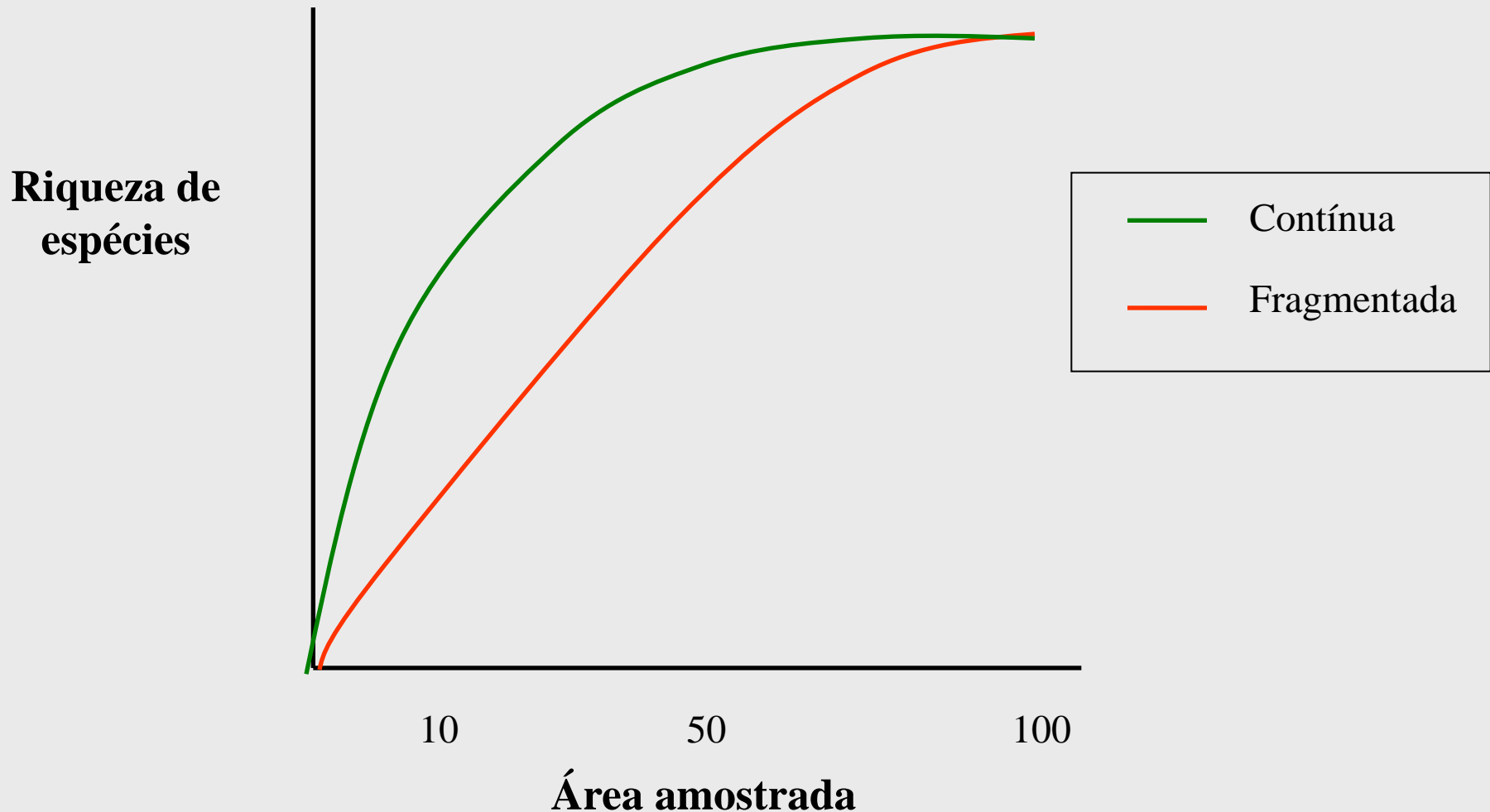
z médio = 0,25 a 0,30

Arrhenius (1921)

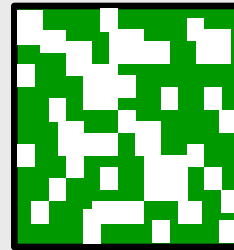
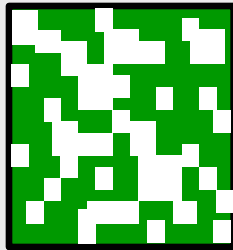
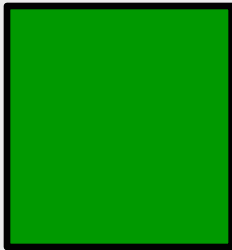
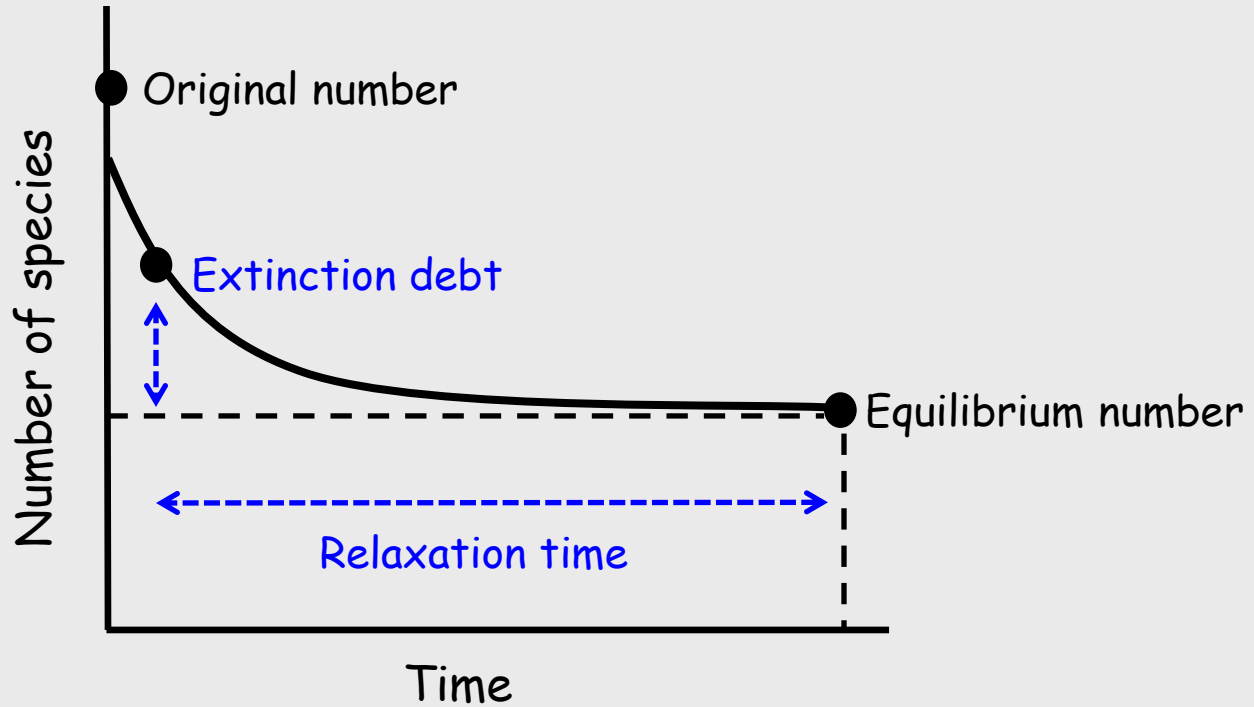
Variación dos valores de z (Johnson *et al.*, 1968; Rosenzweig, 1995)

z_{cont} - Área contínua 0.12-0.18

z_{frag} - ~ 0.25 - ambientes muito fragmentados - valores podem ser mais altos



Extinction debt



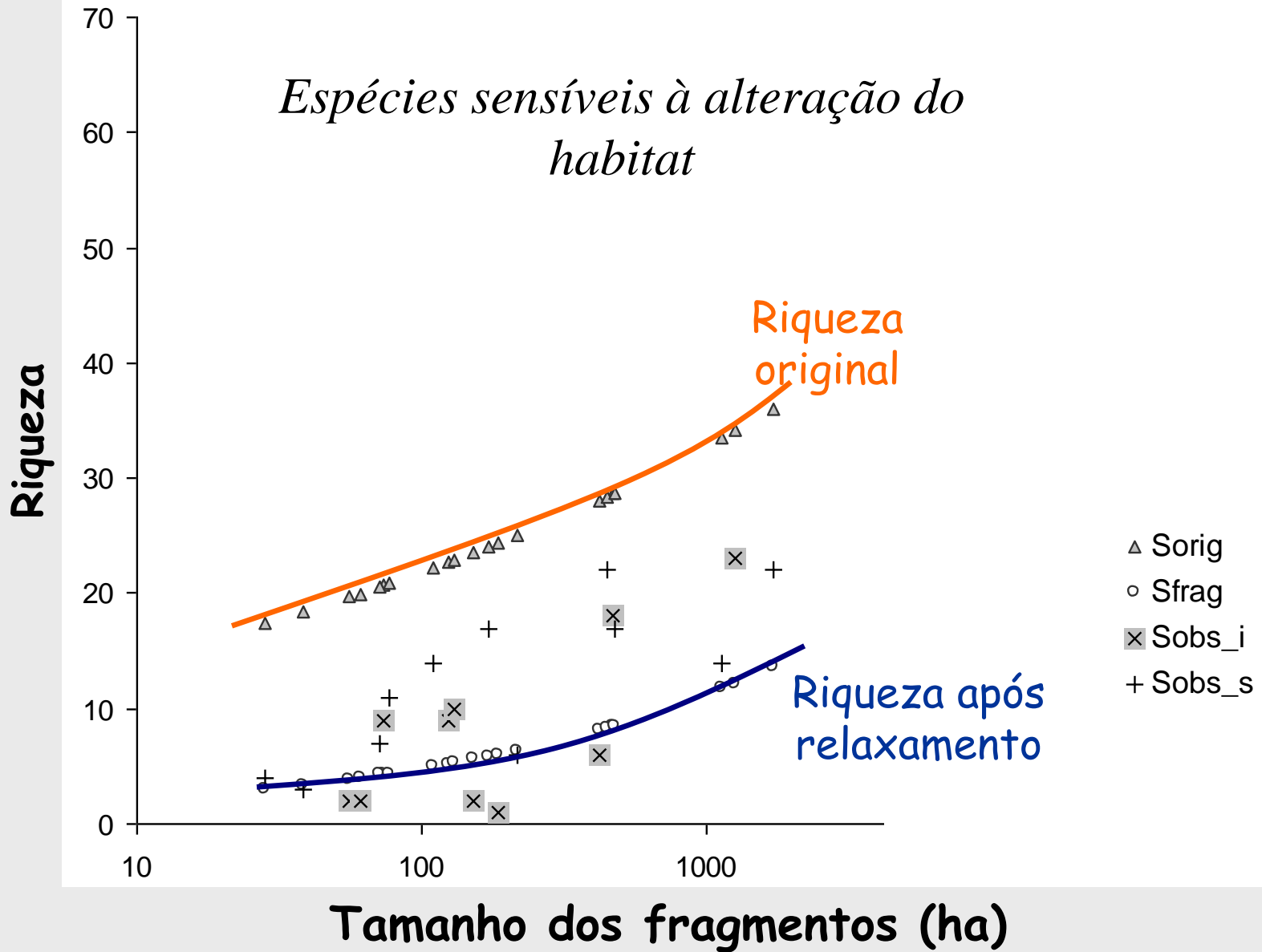
Débito ecológico

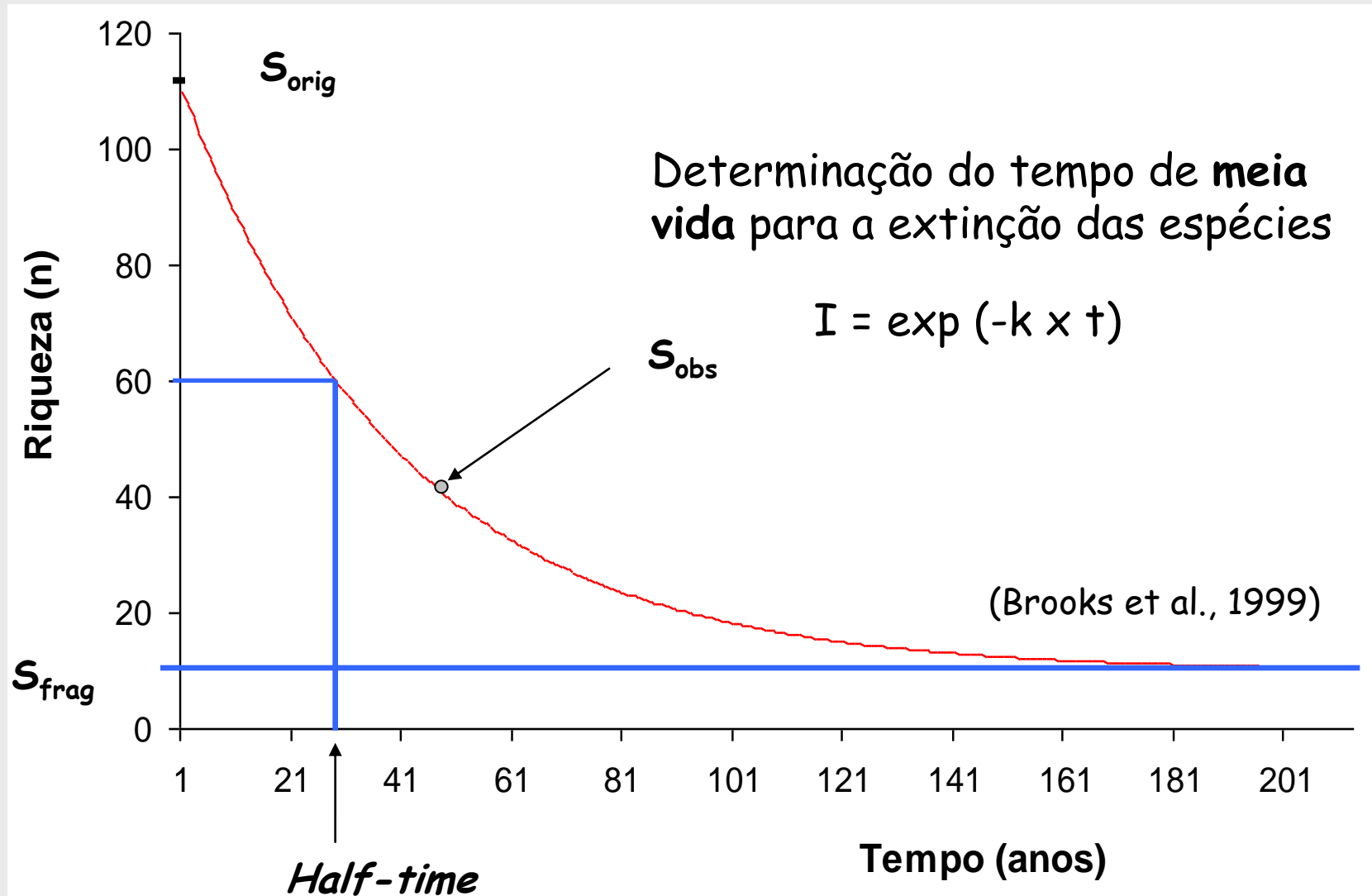
	Z fragmentos	Z contínuo
Espécies não-sensíveis	0.17	0.22
Espécies sensíveis	0.36	0.18
Endêmicas da Mata Atlântica	0.34	0.20
Limit. distr. (<200 km)	0.23	0.18
Centro de abund.	0.25	0.16
Abundância baixa	0.35	0.22
1-2 tipos de florestas	0.28	0.23

Débito ecológico

- z_{frag} (sp_sensíveis) = 0,36 perdas de espécies entre 70% e 80%
- z_{frag} (endêmicas e abundância baixa) = 0,34 e 0,35, perdas de espécies entre 60% e 70%

Espécies sensíveis à alteração do habitat





FRAG.	ÁREA (ha)	S_{orig}	S_{frag}	S_{obs}	T.L.
C	35396	60	40	52	61-∞
G1	421	27	8	6	-
G2	449	28	8	22	46-123
G3	471	28	8	18	34-52
G4	478	28	8	17	29-42
G5	1149	33	12	14	14-19
G6	1275	33	12	23	27-46
G7	1736	35	13	22	23-35
M1	110	22	5	14	44-67
M2	124	22	5	9	16-20
M3	130	22	5	10	19-24
M4	154	23	6	2	-
M5	172	23	6	18	84-185
M6	185	24	6	1	-
M7	218	24	6	6	0-10
P1	28	17	3	4	10-12
P2	39	18	3	3	0-5
P3	55	19	4	2	-
P4	71	20	4	7	15-19
P5	61	19	4	2	-
P6	73	20	4	9	20-25
P7	78	20	4	11	35-46
				Média	30-46

Débito ecológico
e o tempo de
latência

**Espécies
sensíveis**

→ Tempo médio
de latência (meia
vida): 30 anos

Aspecto temporal: conclusões

- Existe um tempo de latência entre a fragmentação e a perda de espécies de cerca de 25 anos;
- O tempo de latência (meia vida) para espécies sensíveis de aves é de 30 anos
- Como o início da fragmentação no Pontal data de 40 anos atrás, há muitas espécies a serem extintas (débito ecológico alto)