A importância da conectividade funcional

Jean Paul Metzger
Universidade de Sao Paulo

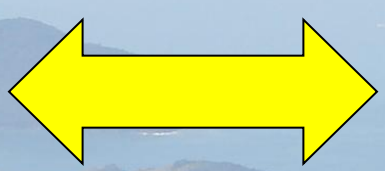
1. O que é conectividade?

2. Exemplos de importância da conectividade funcional

- ***Corredores em Caucaia***
- ***Percepção de corredores***
- ***Capacidade de deslocamento na matriz***
- ***Translocações***

Landscape ecology

Landscape structure

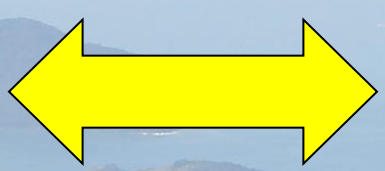


Ecological processes

Landscape ecology is an ecology of spatial interactions among landscape units

Landscape ecology

Landscape structure



Ecological processes

- Habitat cover
- Patch proximity
- Corridors
- Matrix composition

Landscape connectivity

LANDSCAPE CONNECTIVITY

"Capacity of the landscape to facilitate biological fluxes among habitat fragments"

(Taylor et al. 1993)

Isolation

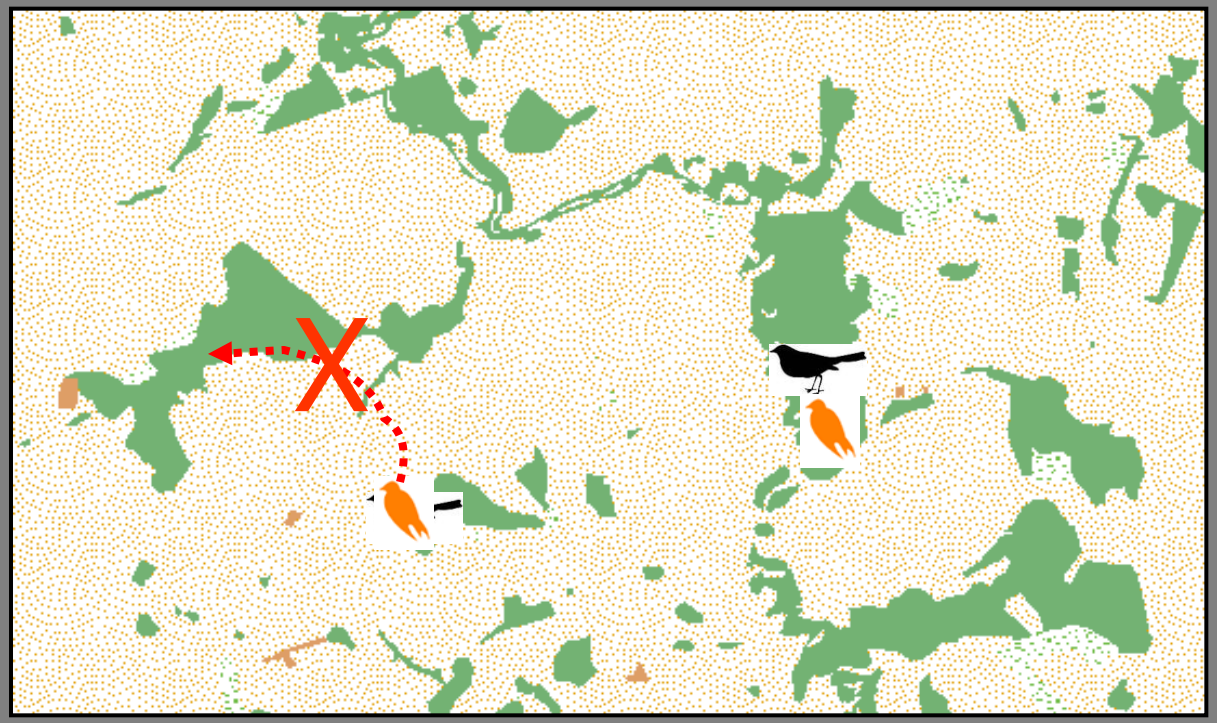
Corridors

Stepping stones

Matrix permeability

Slide: Marcelo Awade

LANDSCAPE CONNECTIVITY



Slide: Marcelo Awade

LANDSCAPE CONNECTIVITY

"Capacity of the landscape to facilitate biological fluxes among habitat fragments"

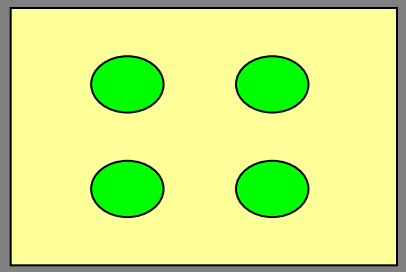
(Taylor et al. 1993)

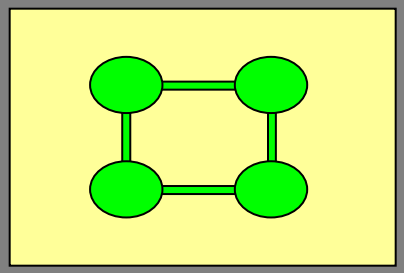
Structural	Isolation
	Corridors
	Stepping stones
	Matrix
Functional	Species movement

Slide: Marcelo Awade

Structural connectivity

Low → High





And functionally (i.e., biological fluxes) ?

Depends on:

- Capacity to use corridors
- Gap-crossing capacities
- Matrix permeability

A importância da conectividade funcional

1. O que é conectividade?
2. Exemplos de importância da conectividade funcional
   - *Corredores em Caucaia*
   - *Percepção de corredores*
   - *Capacidade de deslocamento na matriz*
   - *Translocações*

Área de estudo

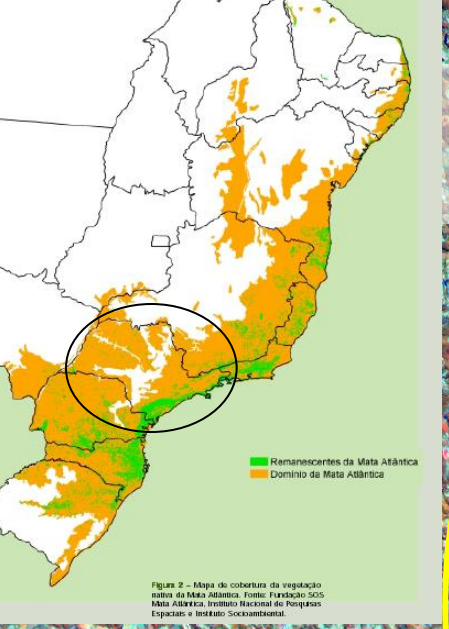


Figura 2 – Mapa de cobertura da vegetação nativa da Mata Atlântica. Fonte: Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Instituto Socioambiental.

Plateau de Ibiúna

50 km

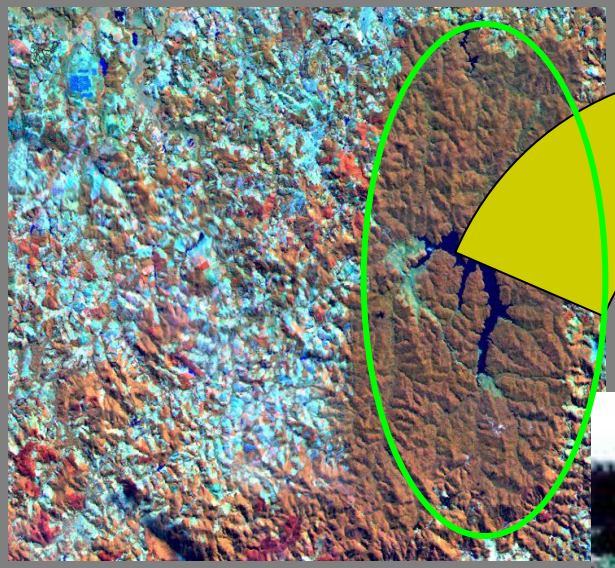
Fragmentos com diferentes tamanhos e conectividades

Reserva do Morro Grande

Área de estudo

Principais causas do desmatamento :

- Plantações de batata
- Produção de carvão
- Horticultura
- Expansão imobiliária

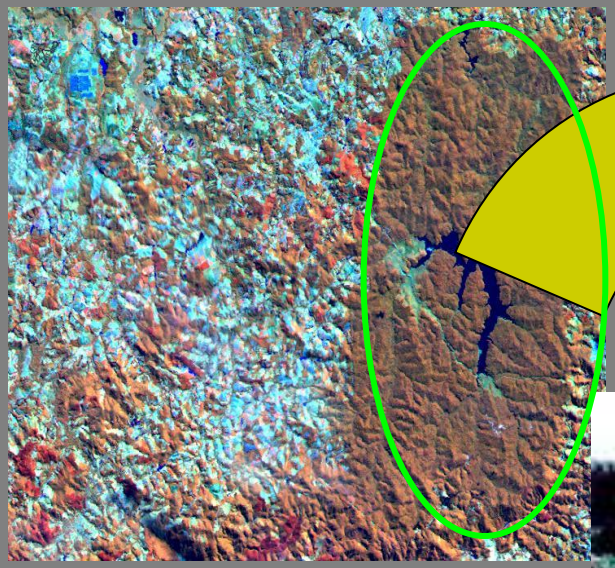


Paisagem Florestal

Reserva Estadual do Morro Grande

10.000 ha de florestas

(CONTROL)

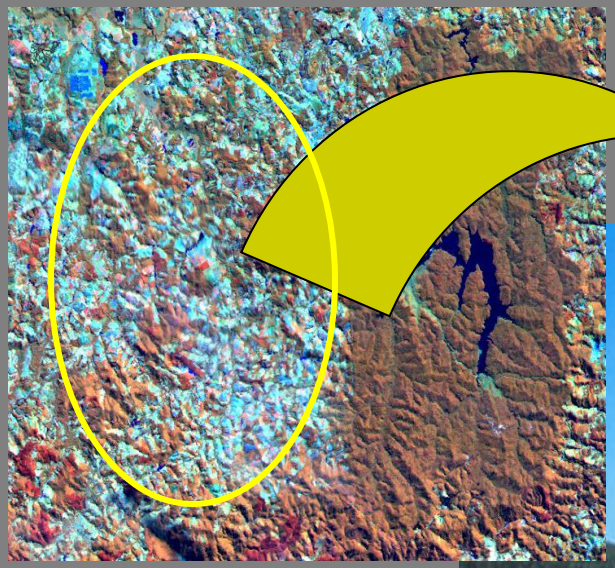


Paisagem Florestal

Reserva Estadual do Morro Grande

- Florestas secundárias (50- 80 anos)
- “Floresta ombrófila densa montana”

Paisagem Agrícola



Fragmentos e corredores de mata

Matriz
Horticultura

Região de Caucaia (municípios de Cotia e Ibiúna)

Paisagem Agrícola

- Corredores “antrópicos”
- Corredores ripários

Objetivos específicos

*Testar o efeito do **tamanho** e do grau de **conectividade** dos fragmentos :*

- *riqueza de comunidades de diferentes grupos taxonômicos*
- *processos ecológicos relacionados com a regeneração florestal*
- *possibilidades de sobrevivência de populações fragmentadas mais ou menos sensíveis à perda de habitat*
- *variabilidade genética de espécies com diferentes características biológicas*

Processos ecológicos

- **Demografia de espécies** (Daniela Ferraz, Daniela Bertani, Dr. Flavio dos Santos)
- **Chuva de sementes** (Dr. Vania Pivello, Daniela Petenon, Regina Alonso, Flavia Jesus, Mariana Vidal, Ana Camila Alfano, Mariana Faria, Dra. Luciana Alves)
- **Polinização** (Luciano E.Lopes, Dr. Silvana Buzato)
- **Mortalidade de plântulas** (Rita Portela, Dr. Flávio dos Santos)
- **Produção de serrapilheira** (Mariana Vidal)

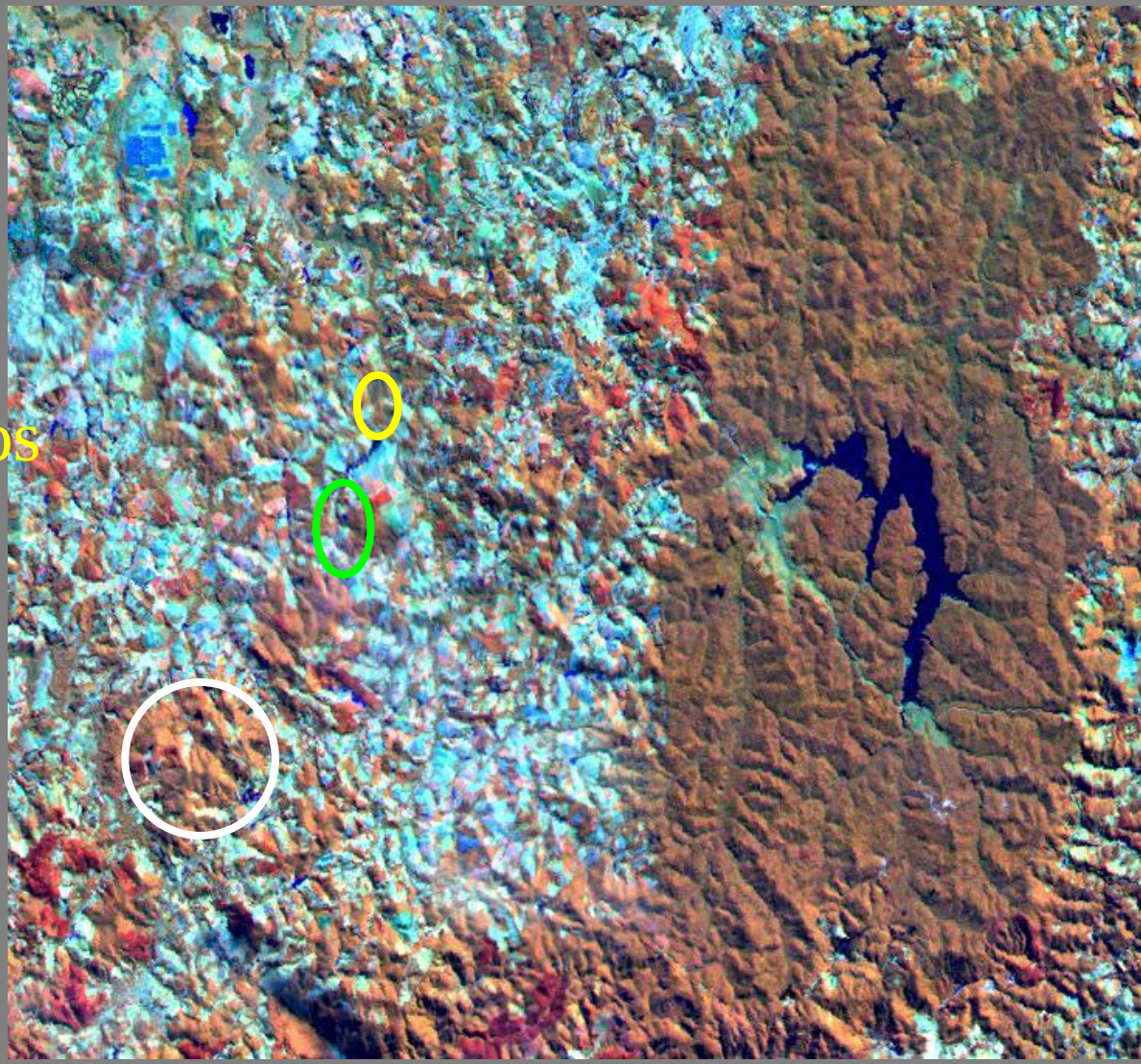
Grupos taxonômicos

- **Árvores** (Dr. Luis Bernacci Dr. Giselda Durigan, Eduardo Catharino, Geraldo Franco)
- **Plântulas** (Dr. Luciana Alves)
- **Borboleta** (Marcio Uehara, Dr. Andre de Freitas, Dr. Keith Brown)
- **Formigas** (André Nogueira, Ricardo Pinto)
- **Sapos e lagartos** (Marianna Dixo)
- **Aves (**Alexandre Uezu, Danilo Boscolo, Pedro Develey, Alexandre Martensen)
- **Pequenos mamíferos** (Dr. Renata Pardini, Sergio Marques de Souza Ricardo Braga Neto)
- **Grandes mamíferos** (Mônica Negrão, Claudio Pádua)

MÉTODOS - Delineamento

- **Tamanho**

- 8 fragmentos pequenos (1-5 ha)
- 8 fragmentos médios (10-40 ha)
- 5 fragmentos grandes (50-275 ha)



MÉTODOS

Delineamento

- Conectividade

Fragmento conectado (8)

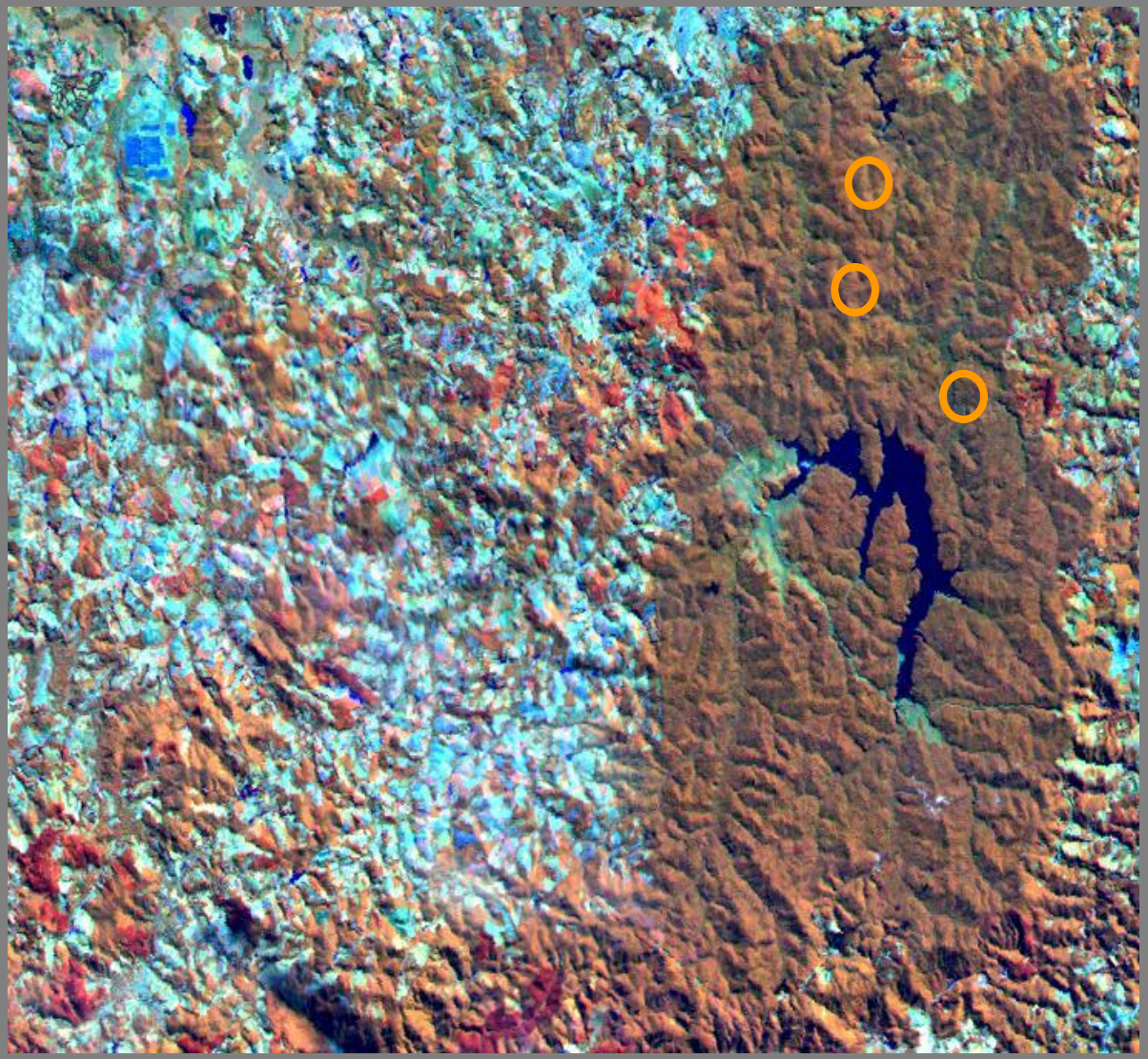
Fragmento grande (5)

Fragmento isolado (8)

MÉTODOS - Delineamento

3 áreas controles de floresta secundária

(Reserva do Morro Grande)



- **Aves**

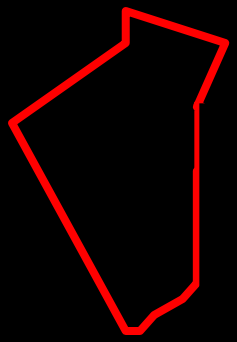
- 10 redes (2.5X12m; 36mm)
- 17 fragmentos
- 540 horas rede /fragmento

- **Sapos e pequenos mamíferos**

- 11 pitfalls de 60L, em linha de 100 m
- 21 fragmentos + 5 áreas no Morro Grande
- 2 anos

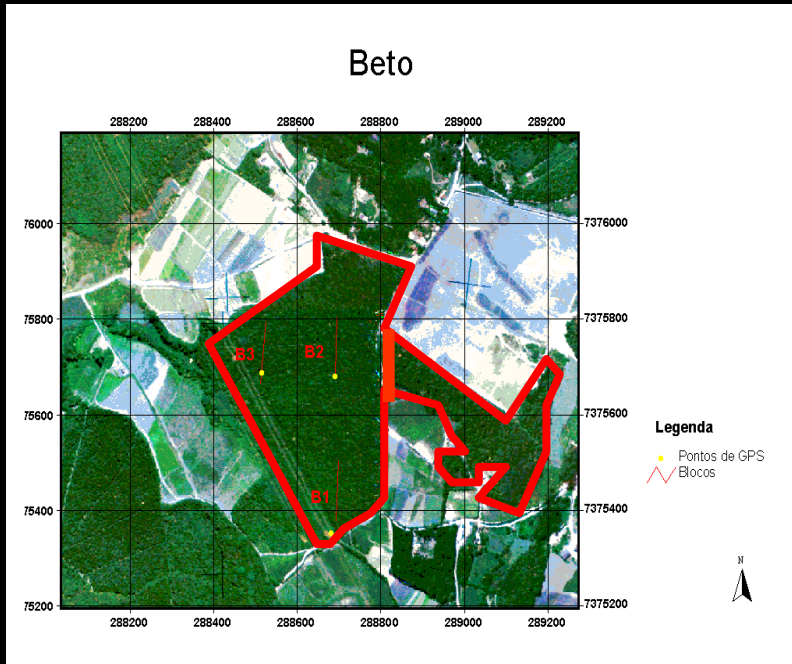
Variáveis de paisagem

CA00 => CA40



Área

CA00



Variáveis de paisagem

CA00 => CA40

CA00 + Área

CA20

CA40

BIOLOGICAL CONSERVATION 141 (2008) 2184–2192

available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

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

Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation

Alexandre C. Martensen, Rafael G. Pimentel, Jean Paul Metzger*

Department of Ecology, Bioscience Institute, University of São Paulo, Rua do Matão 321, Travessa 14, 05509-900 São Paulo, SP, Brazil

Table 3 – Models of bird community abundance variation in the 17 studied forest fragments from the Ibiúna Plateau (SE Brazil)

Number of model	Area variable	Connectivity variables	AICc	ΔiAICc	wAIC	Evidence ratio
1		CA000	186.11	0.00	0.51	1.00
2	AREA	CA000	187.51	1.40	0.25	2.01
3	AREA	CA020	187.66	1.55	0.23	2.18
4	AREA	CA010	196.46	10.35	0.00	176.64
5		CA020	197.37	11.26	0.00	278.95
6	AREA	CA030	198.95	12.85	0.00	615.72
7		CA030	203.46	17.35	0.00	>5800
8		CA010	203.60	17.49	0.00	
9	AREA	CA040	206.42	20.31	0.00	
10	AREA	CA050	207.22	21.12	0.00	
11	AREA		212.33	26.22	0.00	
12		CA040	219.67	33.56	0.00	
13		CA050	233.62	47.51	0.00	

Models are ranked from best to worst according to Akaike's Information Criterion weight (wAICc). ΔiAICc is the difference between AICc from a considered model to the model with the lowest AICc value.

BIOLOGICAL CONSERVATION 141 (2008) 2184–2192

ELSEVIER

available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

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

Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation

Alexandre C. Martensen, Rafael G. Pimentel, Jean Paul Metzger*

Department of Ecology, Bioscience Institute, University of São Paulo, Rua do Matão 321, Travessa 14, 05509-900 São Paulo, SP, Brazil

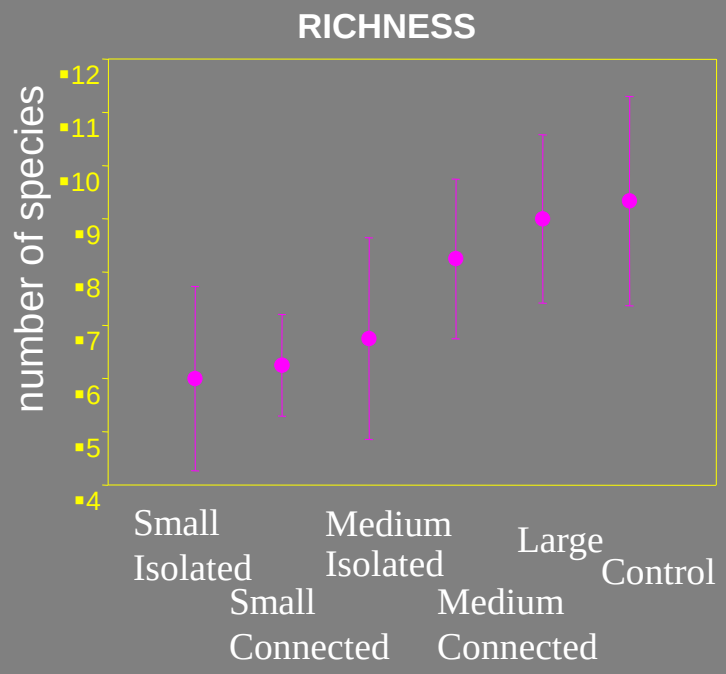
Table 2 – Models of bird community richness variation in the 17 studied forest fragments from the Ibiúna Plateau (SE Brazil)

Rank	Area variable	Connectivity variables	AICc	ΔAICc	wAIC	Evidence ratio
1		CA10	98.79	0.00	0.19	1.00
2		CA20	98.98	0.19	0.17	1.10
3		CA00	99.21	0.42	0.15	1.23
4		CA40	99.76	0.97	0.11	1.62
5		CA30	100.47	1.68	0.08	2.32
6	AREA	CA20	101.08	2.29	0.06	3.15
7	AREA	CA10	101.18	2.40	0.06	3.31
8	AREA	CA00	101.80	3.01	0.04	4.51
9	AREA	CA40	101.92	3.13	0.04	4.79
10		CA50	102.45	3.66	0.03	6.24
11	AREA		102.76	3.98	0.03	7.31
12	AREA	CA30	102.85	4.06	0.02	7.61
13	AREA	CA50	103.05	4.27	0.02	8.45

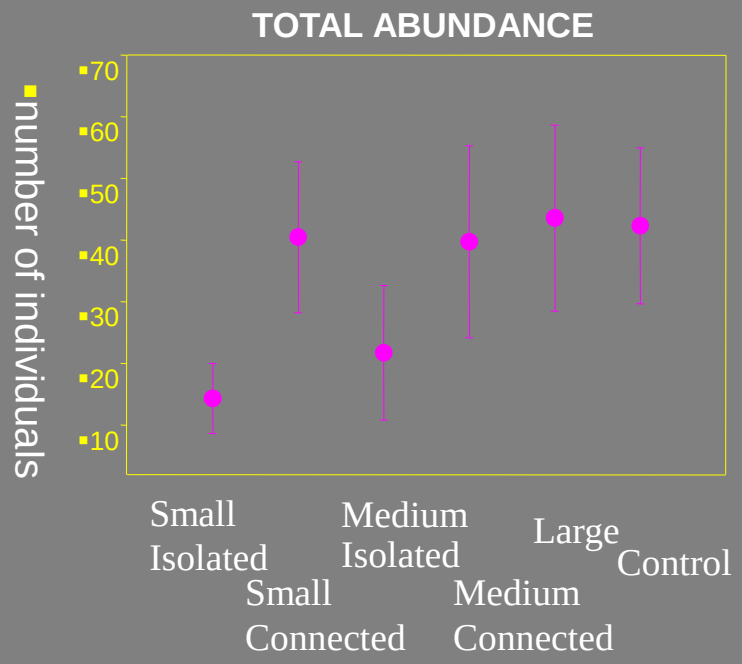
Models are ranked from best to worst according to Akaike's Information Criterion weight (wAICc). ΔiAICc is the difference between AICc from a considered model to the model with the lowest AICc value.

Pequenos mamíferos

- 1503 indivíduos
- 27 espécies
- 19 roedores
- 8 marsupiais

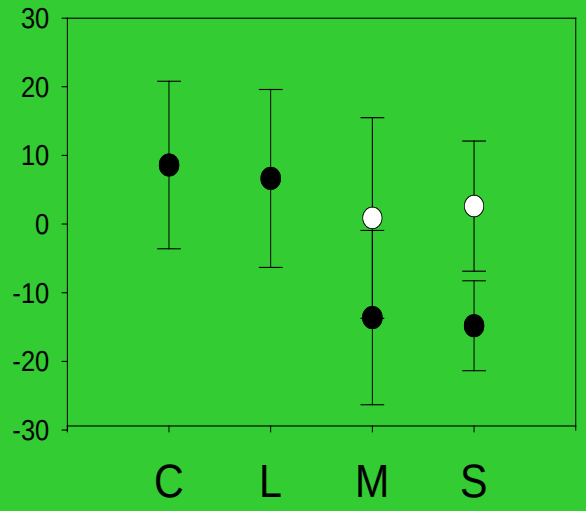


Pequenos mamíferos

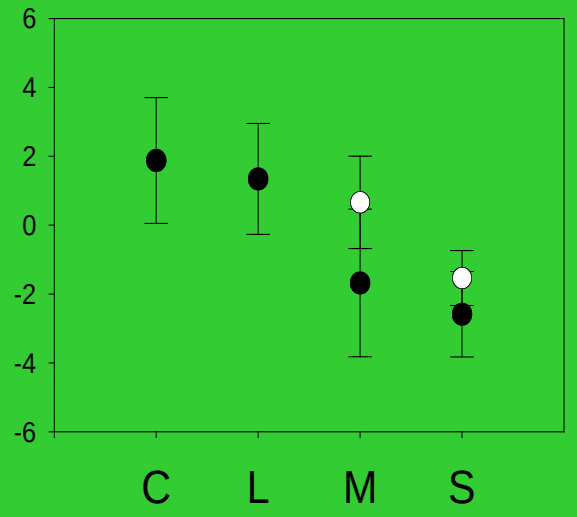


COMMUNITY RESPONSE TO FRAGMENT SIZE AND CORRIDORS

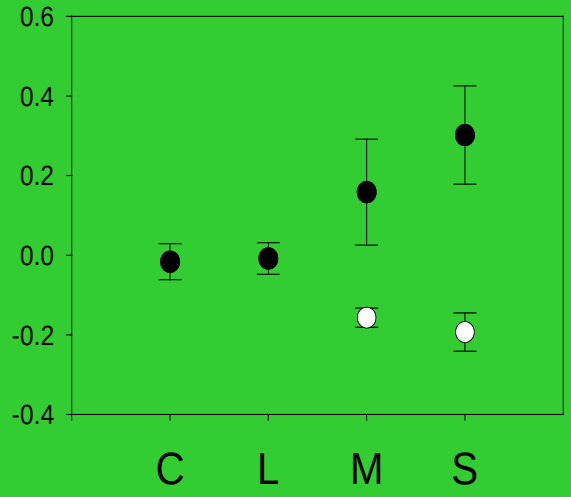
Abundance



Alpha diversity



Beta diversity



connected patches

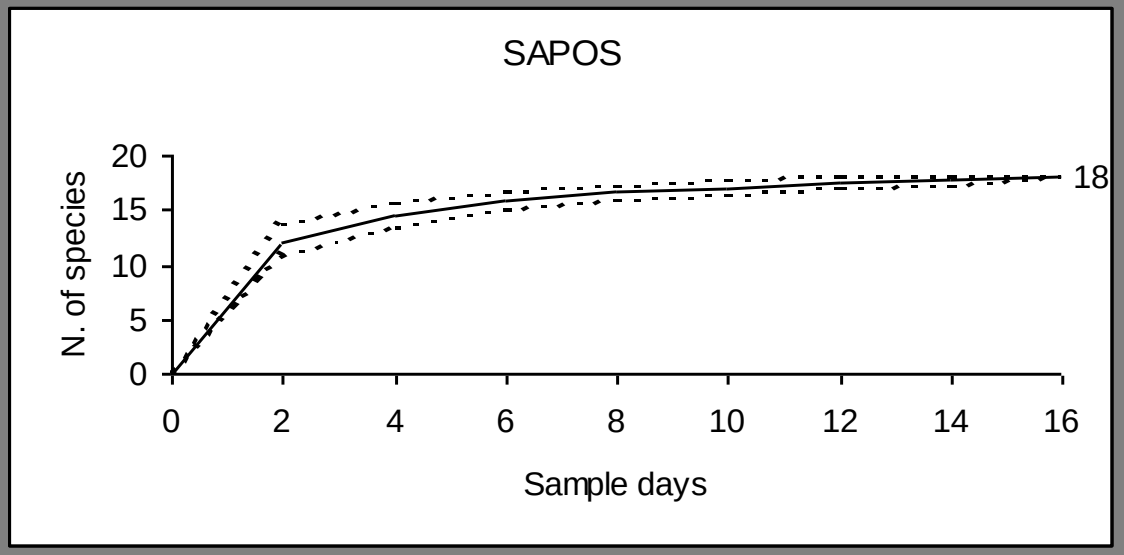
isolated patches

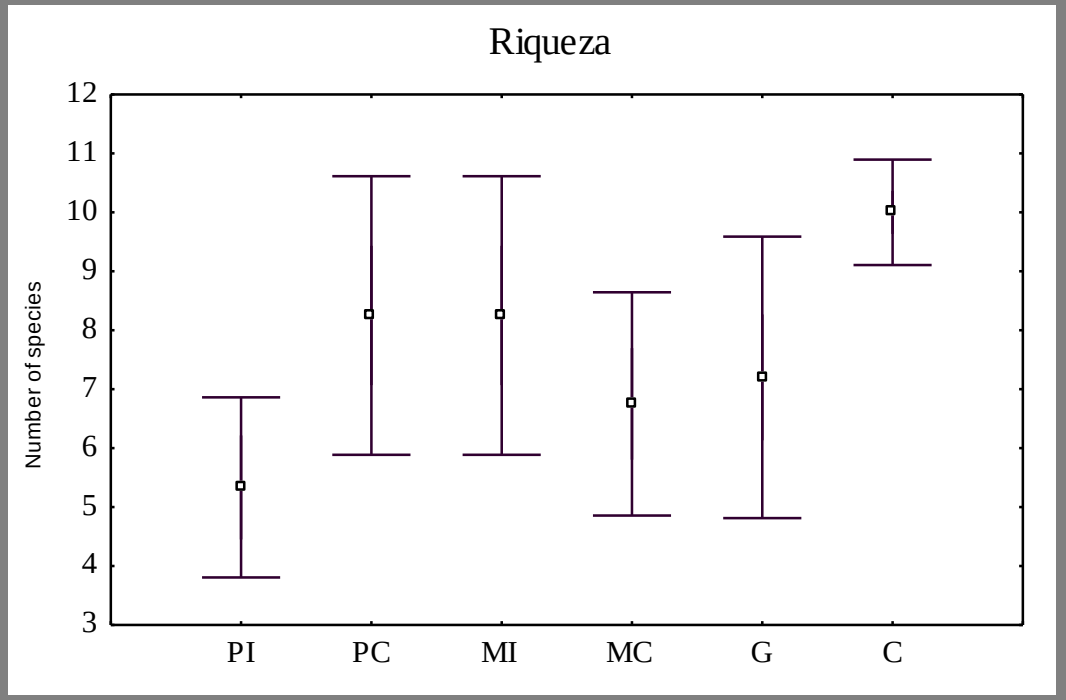
Mata Atlântica

Only 5 out of 915 records are from non forest species

Sapos

- 9.152 trap days
- 5.108 indivíduos
- 18 espécies de sapos
- 20 - 344 indivíduos/ amostra/sítio
- 4 - 11 espécies/amostra/ sítio





Conclusão: Projeto de Caucaia

Efeito de corredor:

- Efeito de corredor é muito diferente de um grupo taxonômico para o outro;
- Parece haver limiares de ação;
- Há ainda um efeito na variação temporal: redução das variações anuais e na diversidade beta.

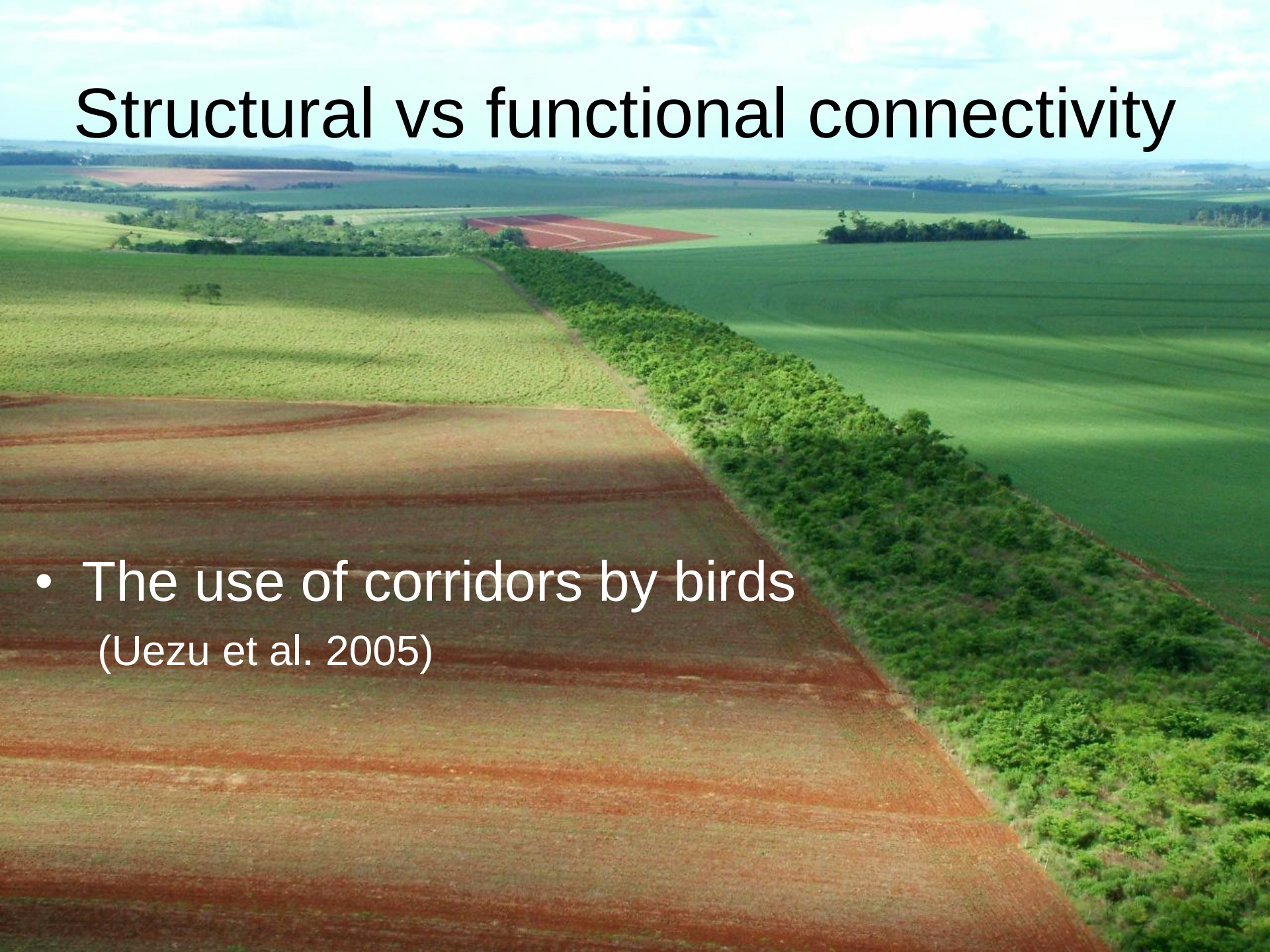
A importância da conectividade funcional

1. O que é conectividade?

2. Exemplos de importância da conectividade funcional

- ***Corredores em Caucaia***
- ***Percepção de corredores***
- ***Capacidade de deslocamento na matriz***
- ***Translocações***

Structural vs functional connectivity



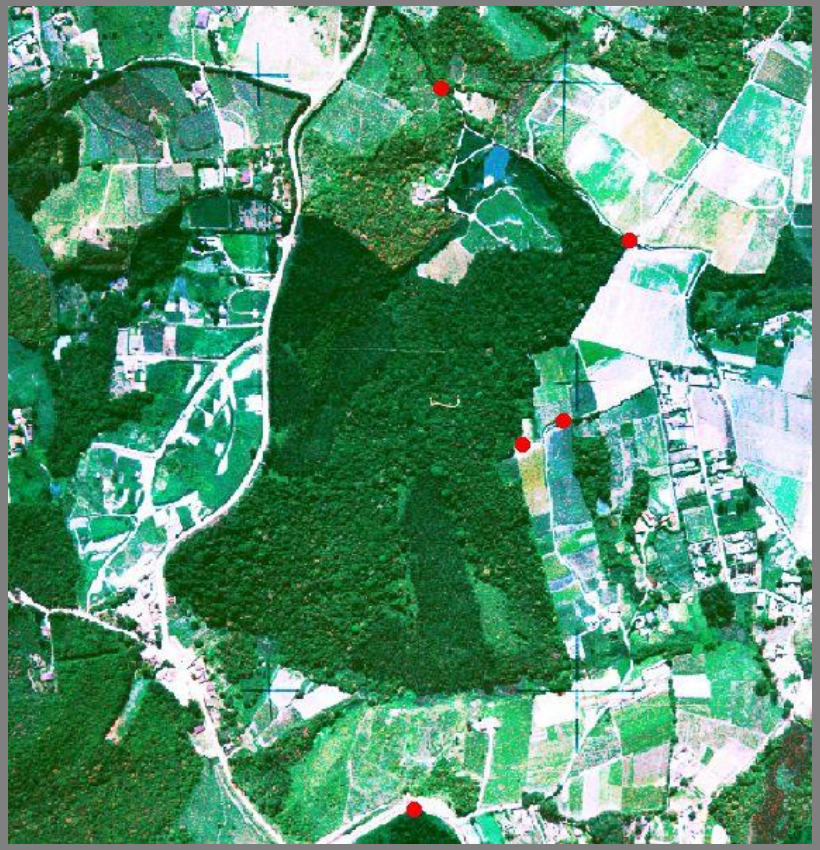
- The use of corridors by birds
  (Uezu et al. 2005)

Fragment selection

Bird Sampling

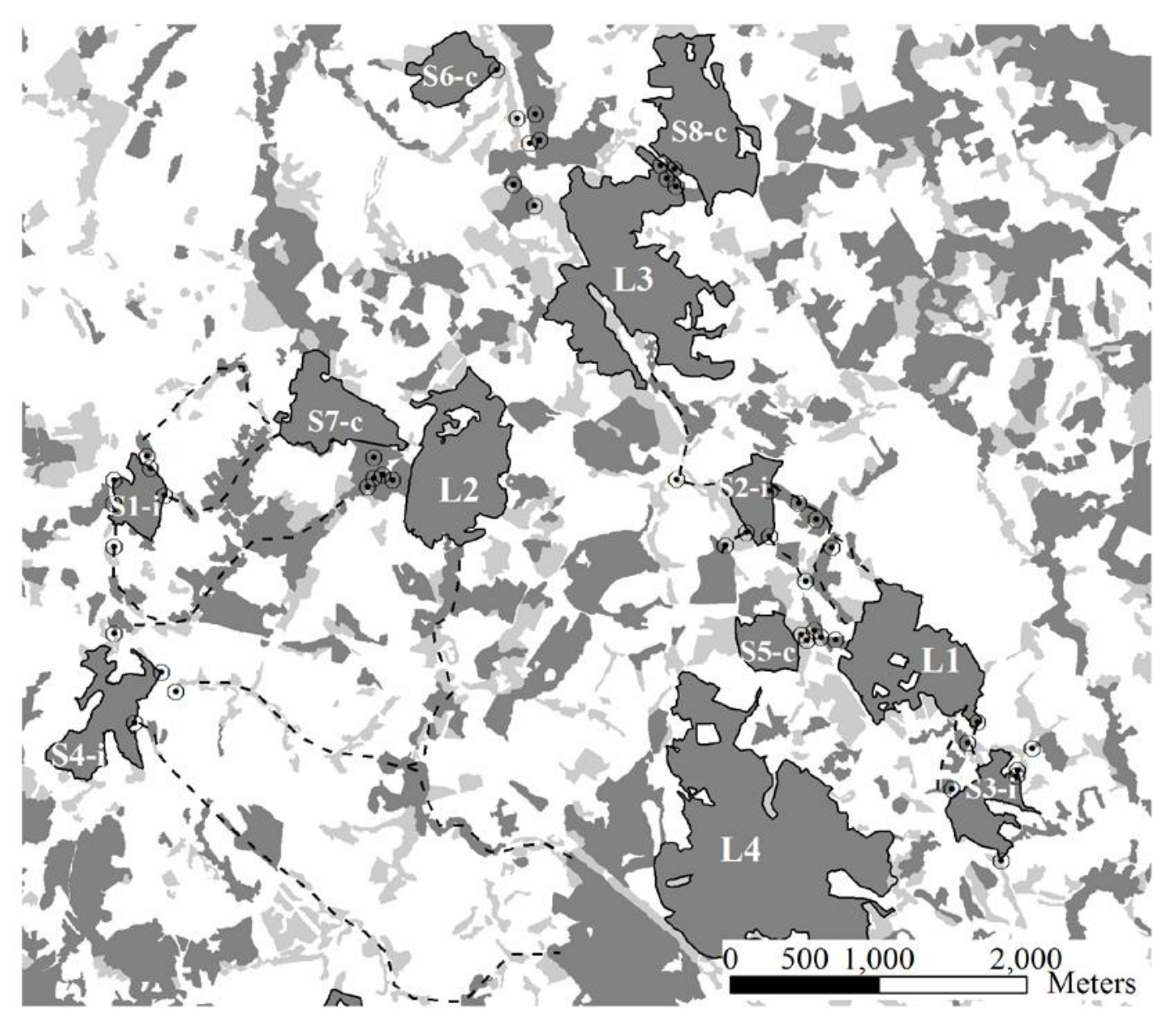
"Play-back"

- **Around isolated fragments**



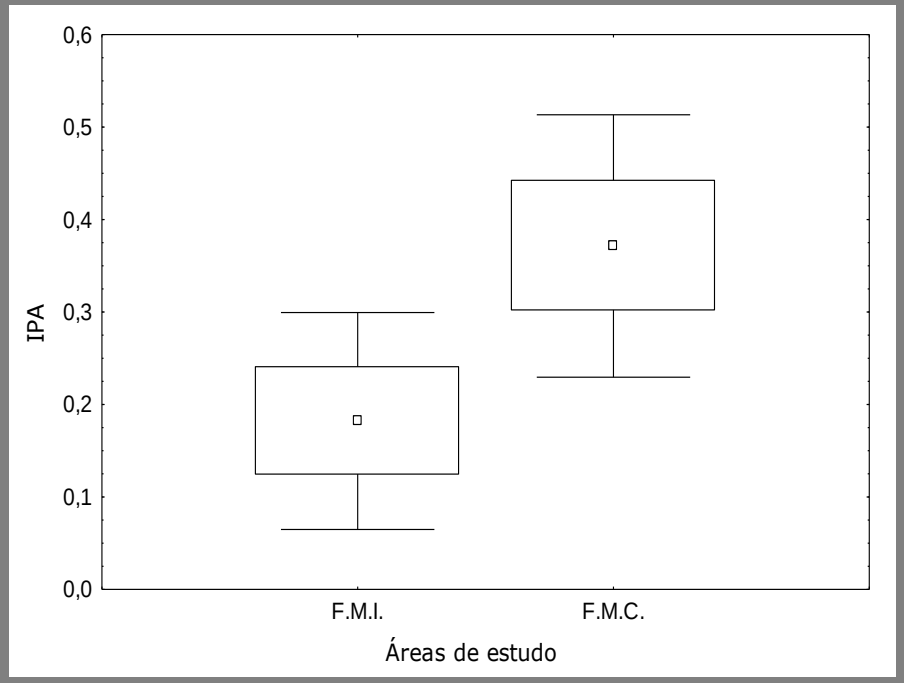
- **Along corridors**

- **Birds – functional connectivity**



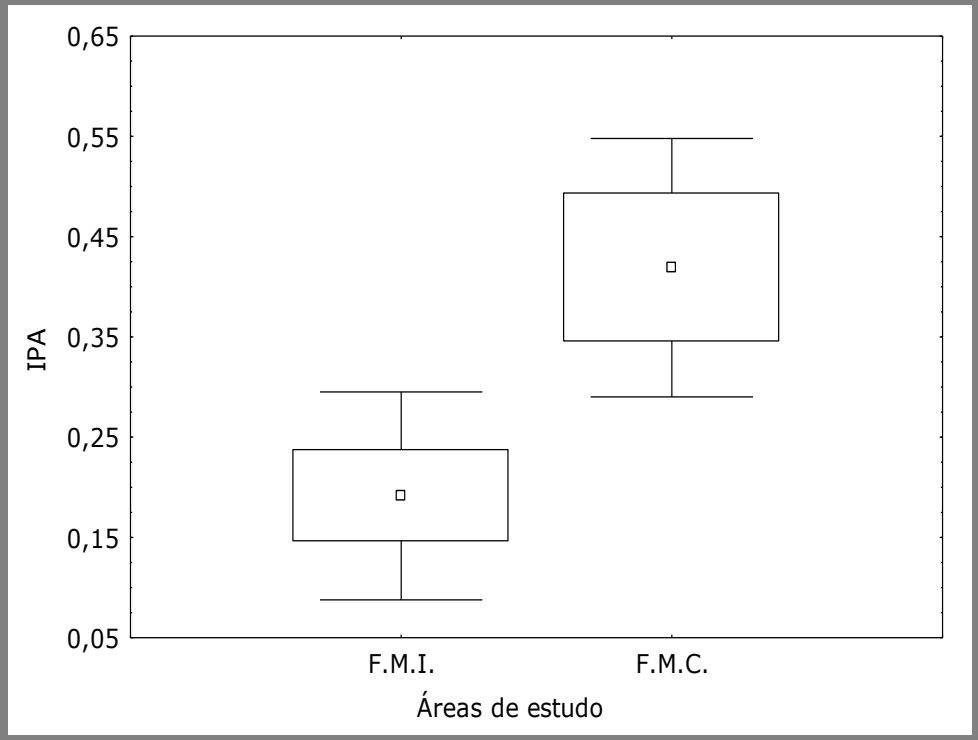
P. leucoptera

Effect of structural conexions (t6= -2,06 ; p= 0,085)



P. leucoptera

Effects of functional conexions (t6= -2,76 ; p= 0,016)



(Uezu et el. 2005, Biological Conservation)

➔ **Structural connectivity ≠ Functional connectivity**

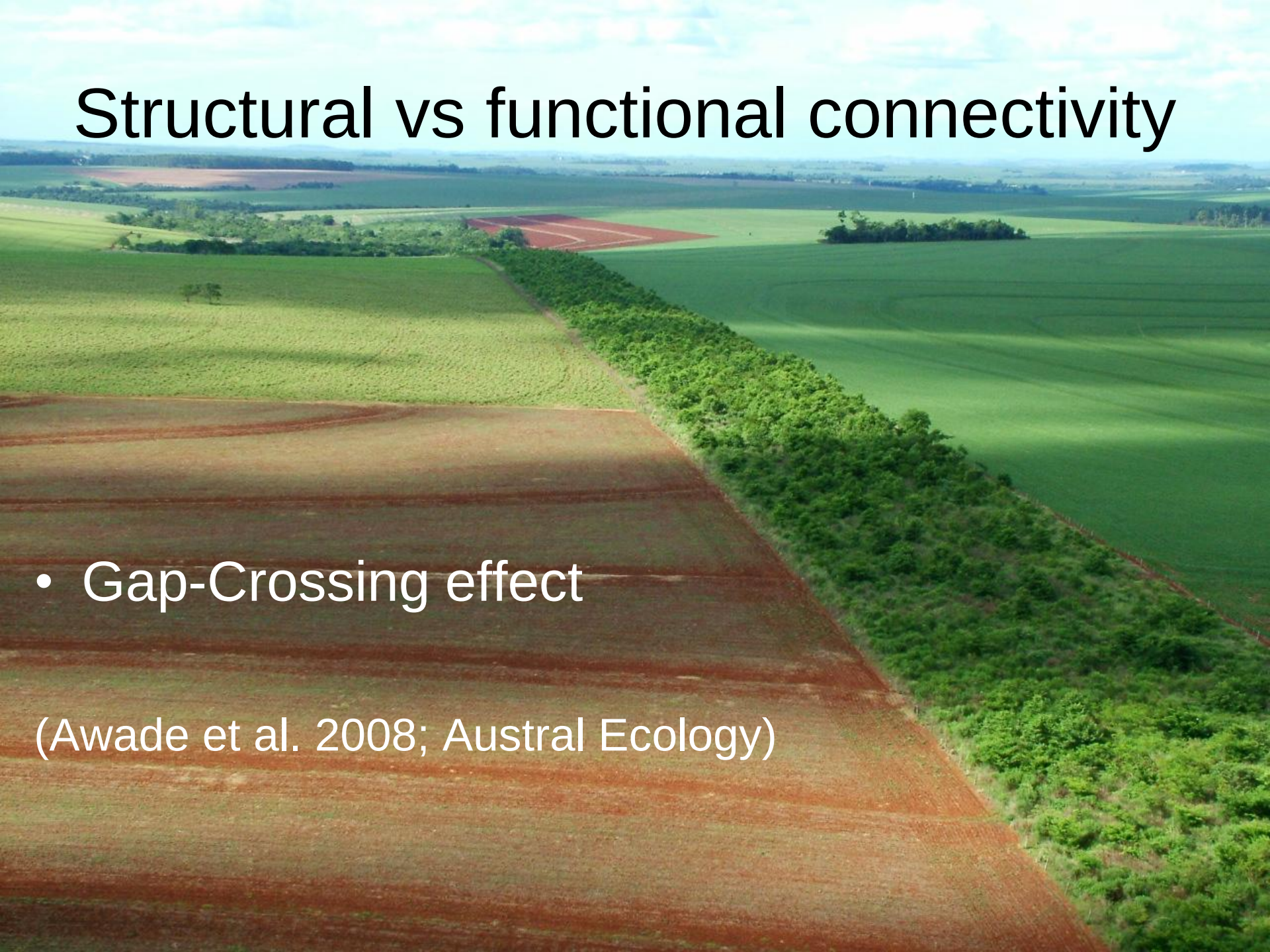
A importância da conectividade funcional

1. O que é conectividade?

2. Exemplos de importância da conectividade funcional

- ***Corredores em Caucaia***
- ***Percepção de corredores***
- ***Capacidade de deslocamento na matriz***
- ***Translocações***

Structural vs functional connectivity

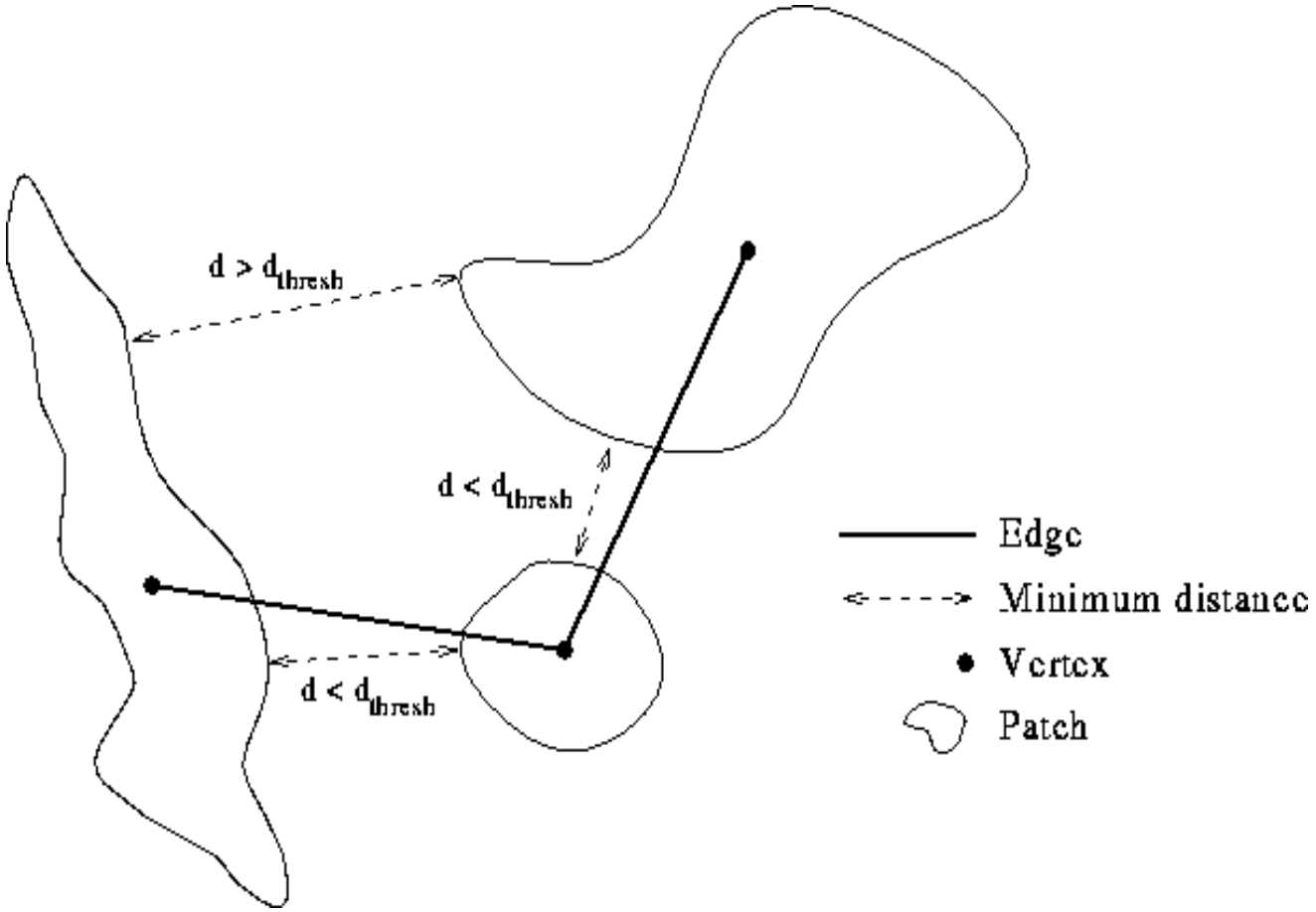


- Gap-Crossing effect

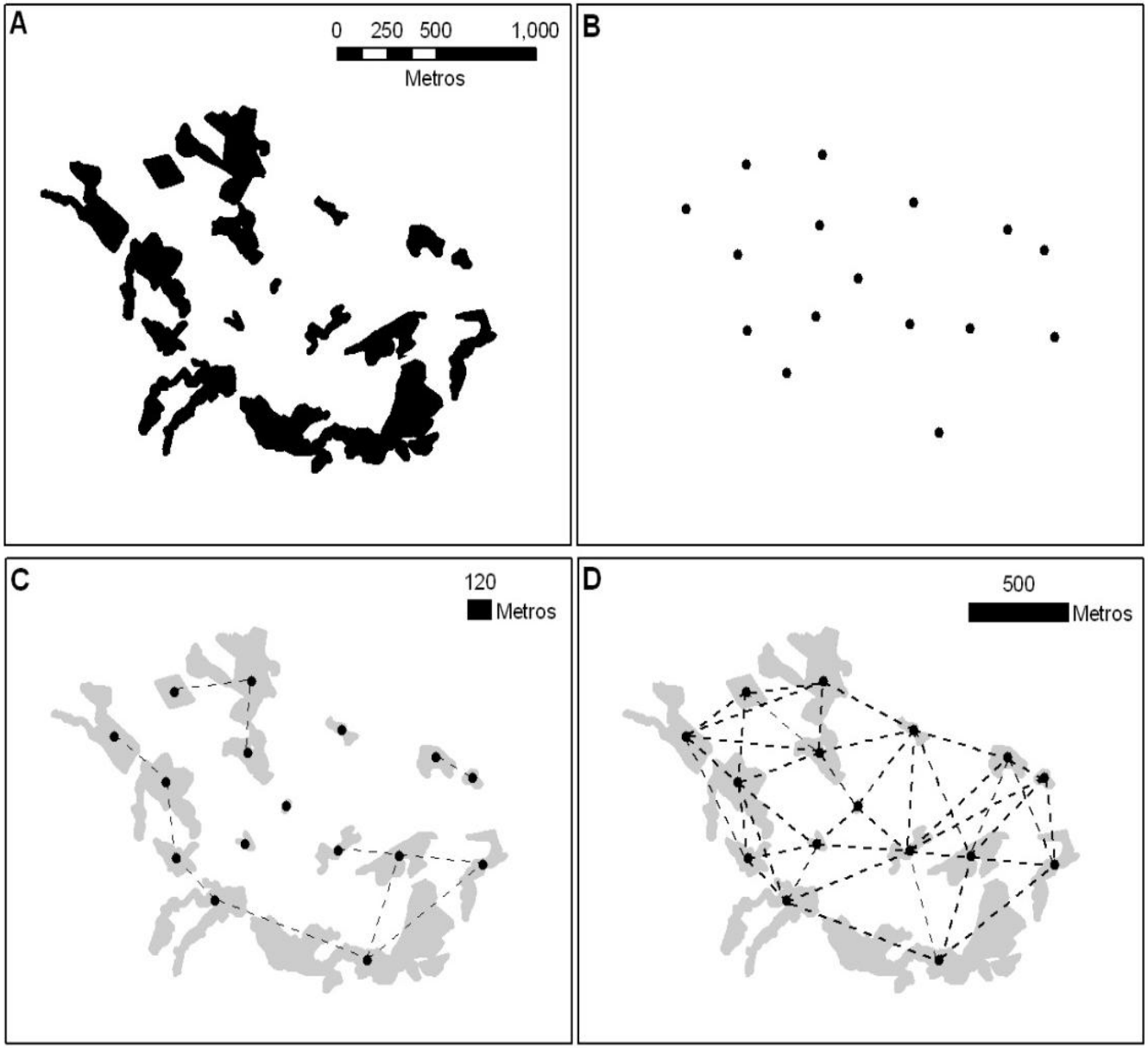
(Awade et al. 2008; Austral Ecology)

Quantification– functional connectivity

Graph Theory

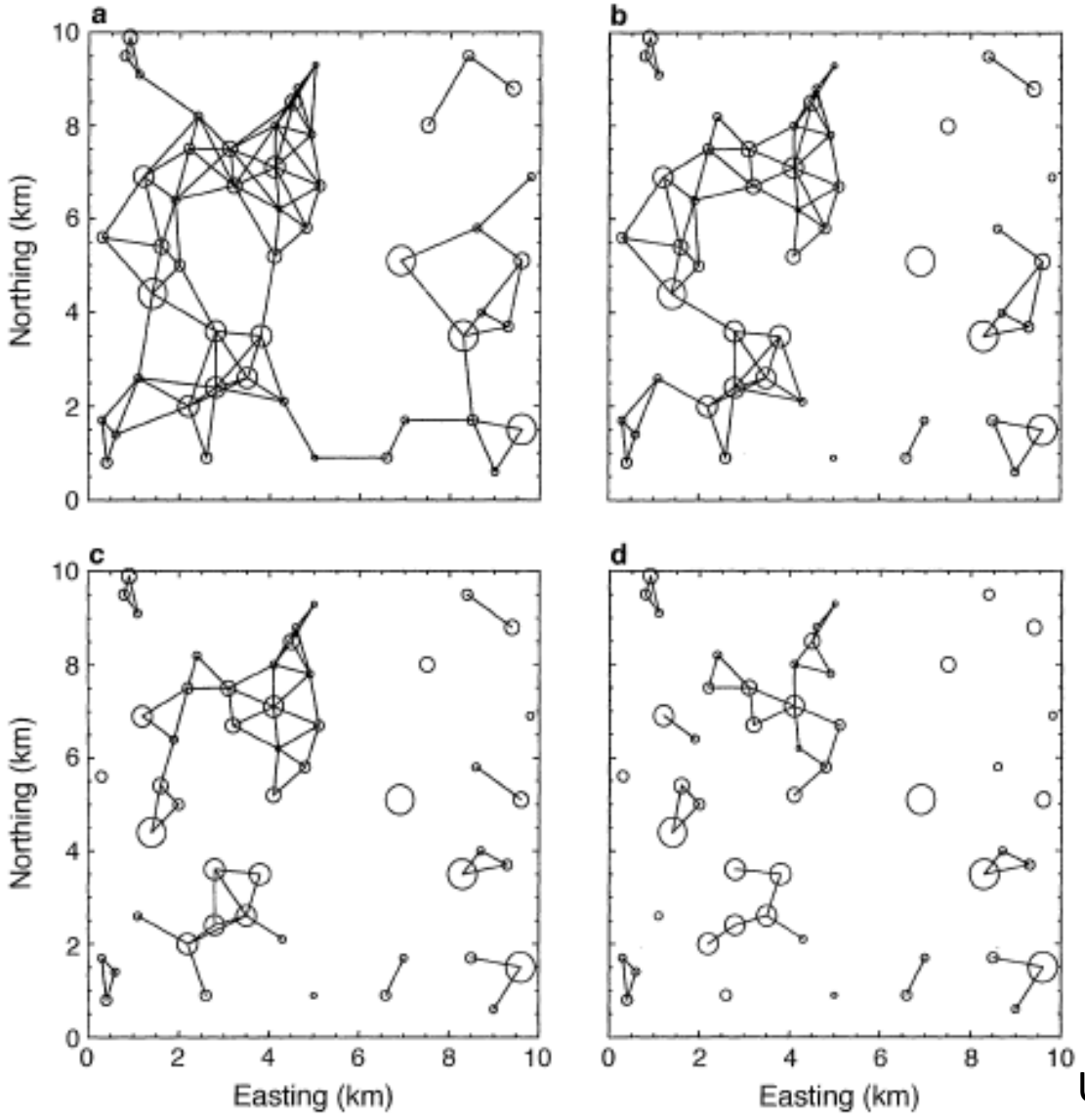


(Keitt et al. 1997)


A
0 250 500 1,000
Metros
B
C
120
Metros
D
500
Metros

1500 m

1250 m



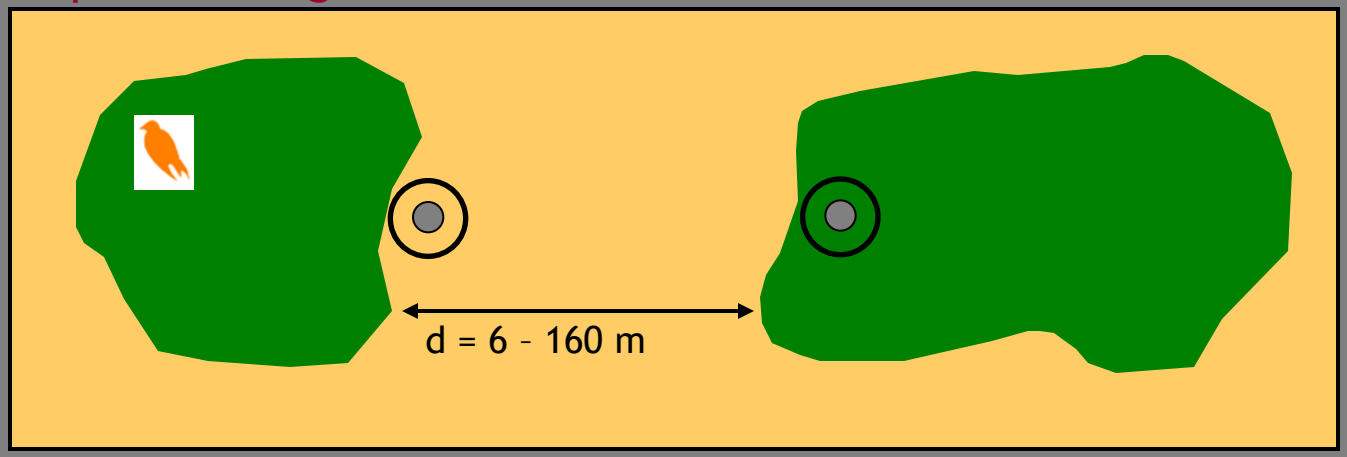
1000 m

750 m

Urban & Keitt 2001

Playback technique

38 pairs of fragments



Playback: 4 seq. of vocalization (1 min) + 30 s of silence
➔ total 5.5 min

Negative Response: No movement
(5.5 min + 5 min of silence)

Slide: Marcelo Awade

SPECIES

D. mentalis

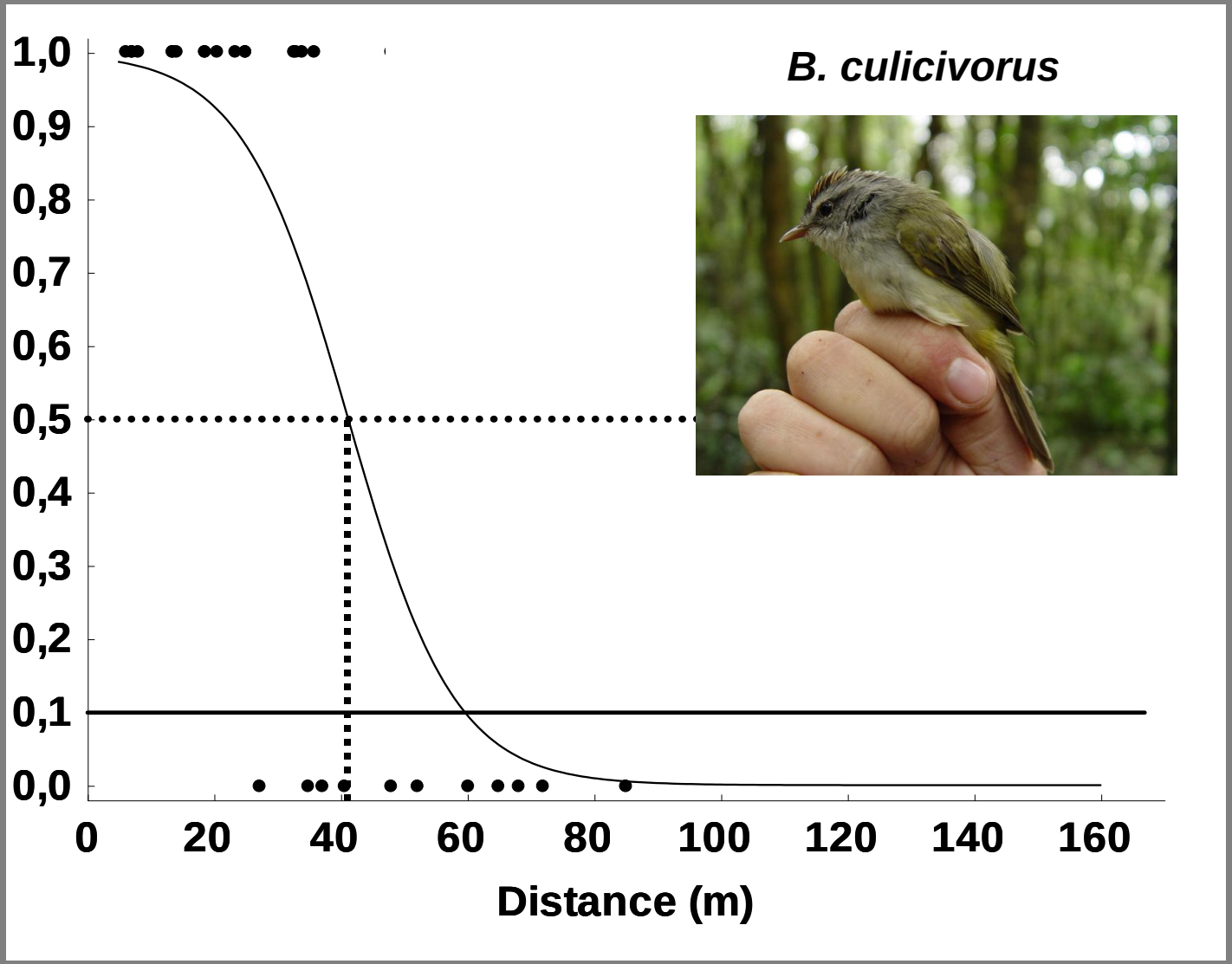
♂

T. caerulescens

♂

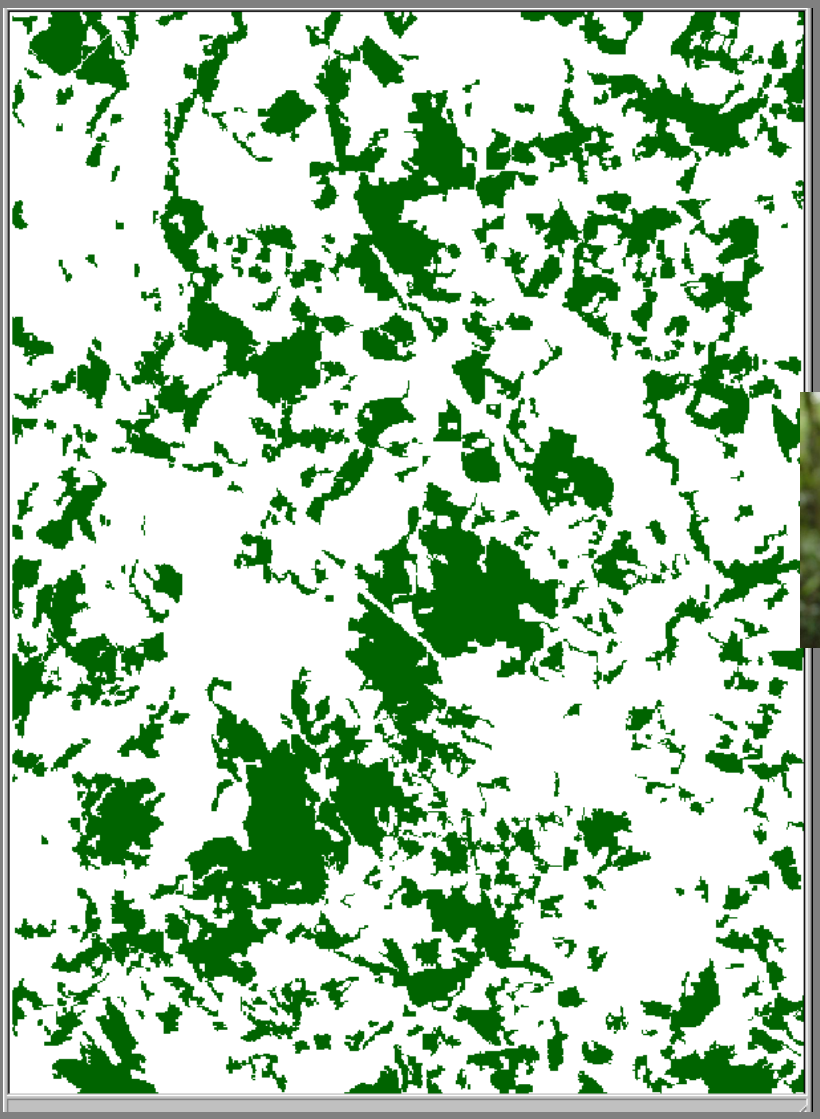
B. culicivorus

Gap-Crossing Probabilities

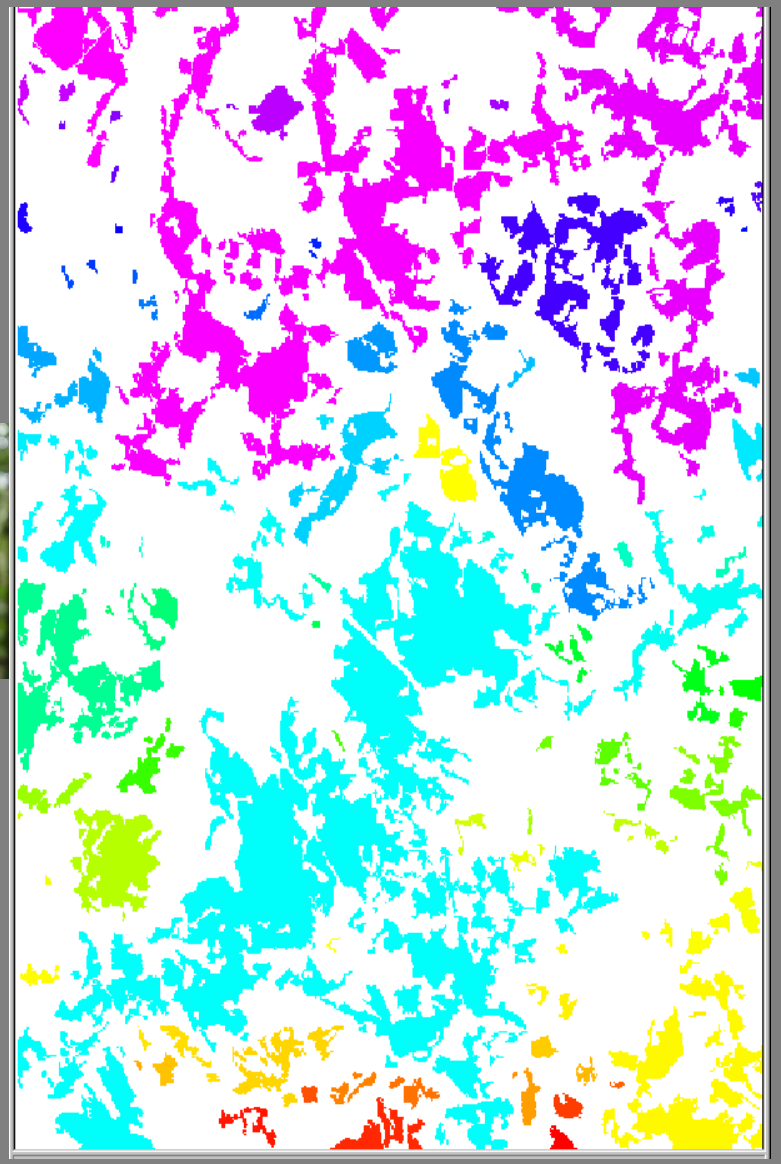


p < 0,0001

Functional connectivity



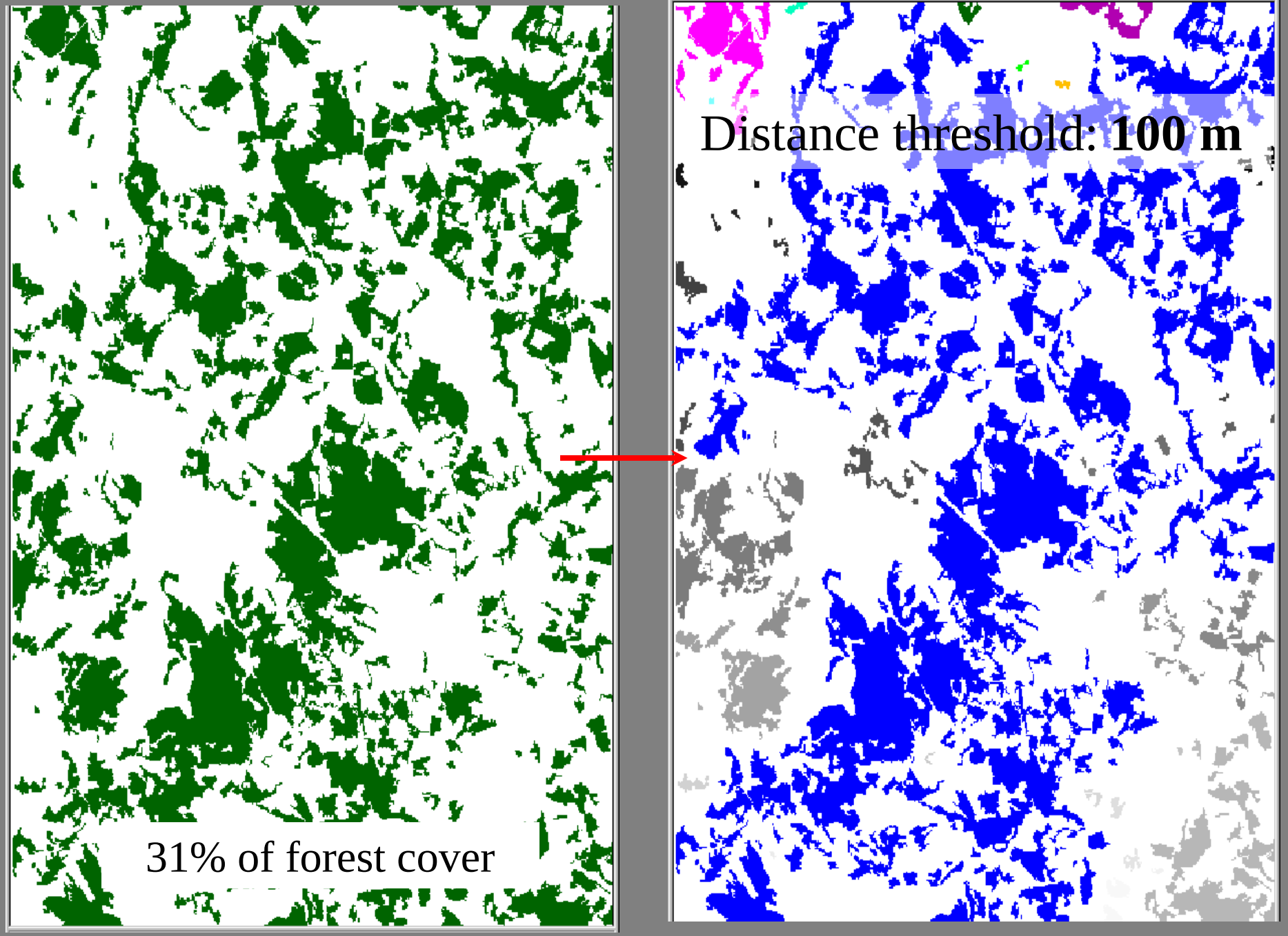
40 m

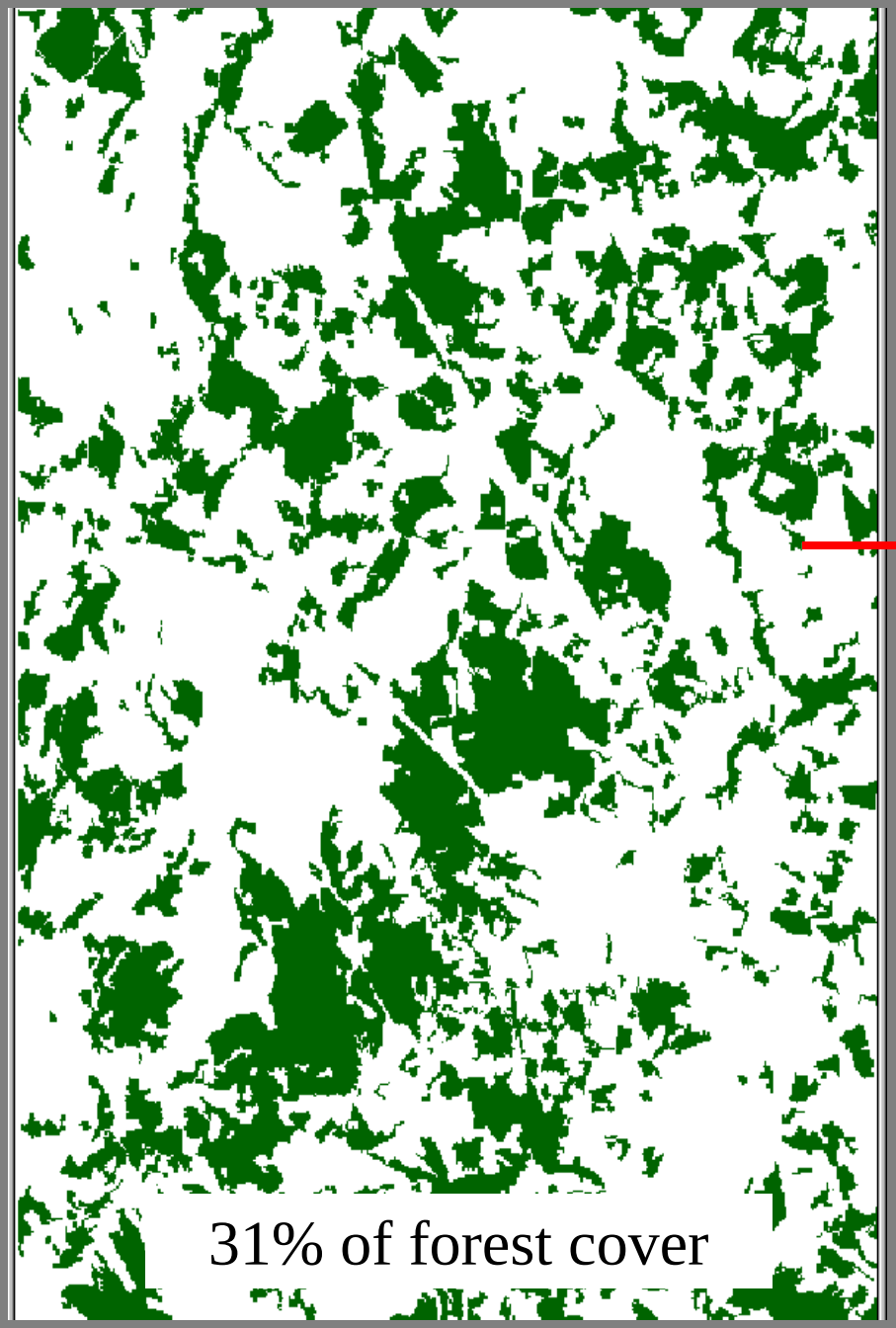


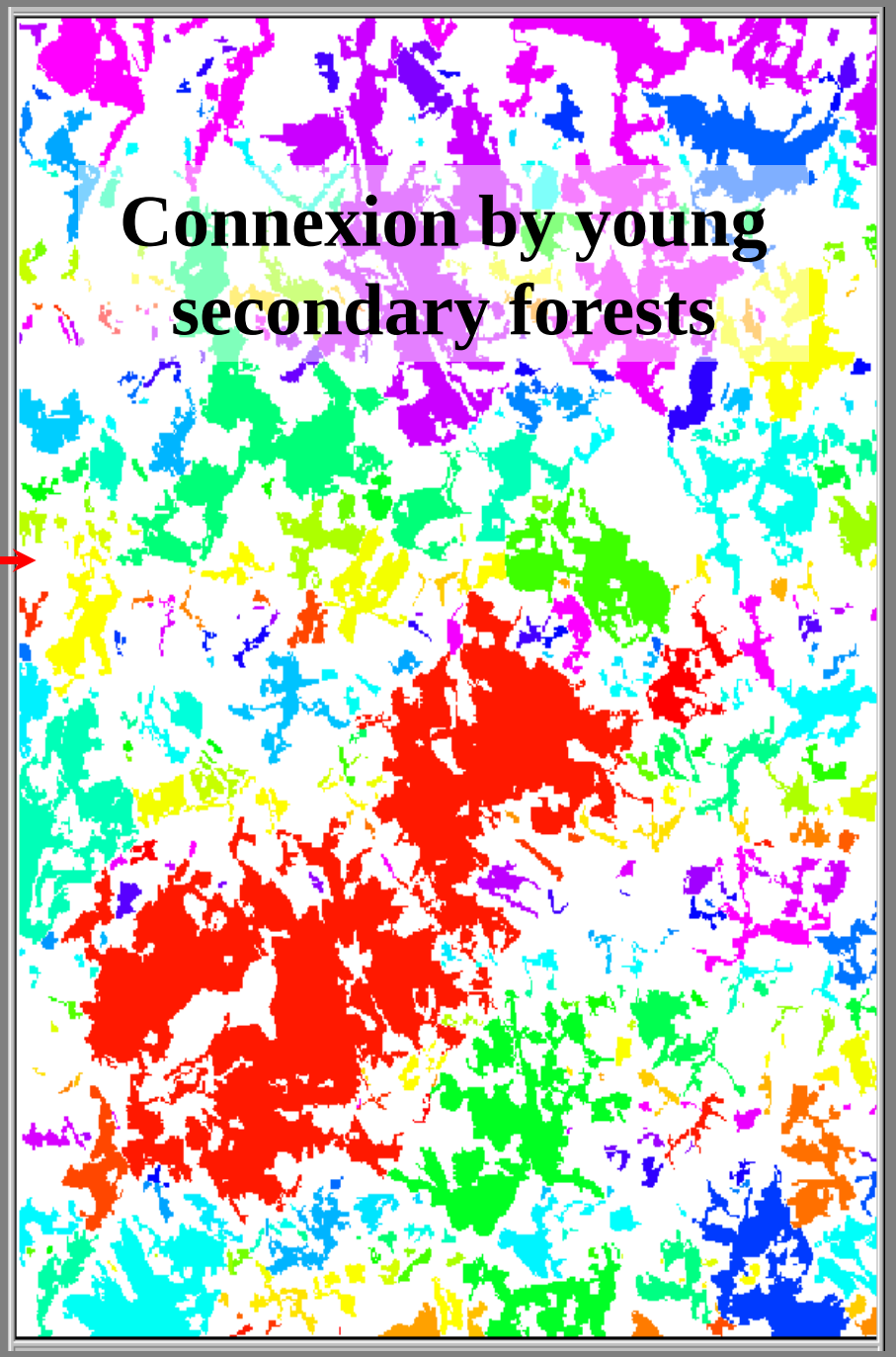
Functional connectivity: gap-crossing capacity

	Fragment area (structural)			Graph area (functional)		
	β_1	R^2	p	β_1	R^2	p
Basileuterus culicivorus	-0,71	0,176	0,041	-0,740	0,41	0,0007
Dysithamnus mentalis	0,070	0,002	0,843	-0,378	0,12	0,104
Thamnophilus caerulescens	0,245	0,018	0,533	-0,633	0,26	0,01

➔ **Structural connectivity ≠ Functional connectivity**


Distance threshold: **100 m**
31% of forest cover


31% of forest cover


Connexion by young secondary forests

MAIN CONCLUSION

➔ It is necessary to consider functional connectivity for the understanding of the fragmentation effects

A importância da conectividade funcional

1. O que é conectividade?

2. Exemplos de importância da conectividade funcional

   - *Corredores em Caucaia*
   - *Percepção de corredores*
   - *Capacidade de deslocamento na matriz*
   - *Translocações*

Influência de uma matriz não-florestal na capacidade dispersiva de duas espécies de aves da Mata Atlântica

Marcelo Awade

- *Modelar os efeitos da **distância** entre os fragmentos florestais e do **sexo** para dispersão desta espécie em paisagens fragmentadas*

ESPÉCIE ESTUDADA

- Endêmica da Mata Atlântica
- Insetívora de subosque
- Dimorfismo sexual
  (Sick, 1997)
- Pesa cerca de 30 g
- Sensibilidade mediana
  (Stotz *et al.*, 1995)
- Território ≈ 2 ha
  (Duca *et al.*,2006)
- Área de uso = 15.4 ha
  (Hansbauer *et al.*, 2008)
- Responde muito bem à técnica de *playback*
  (Boscolo *et al.*, 2006)

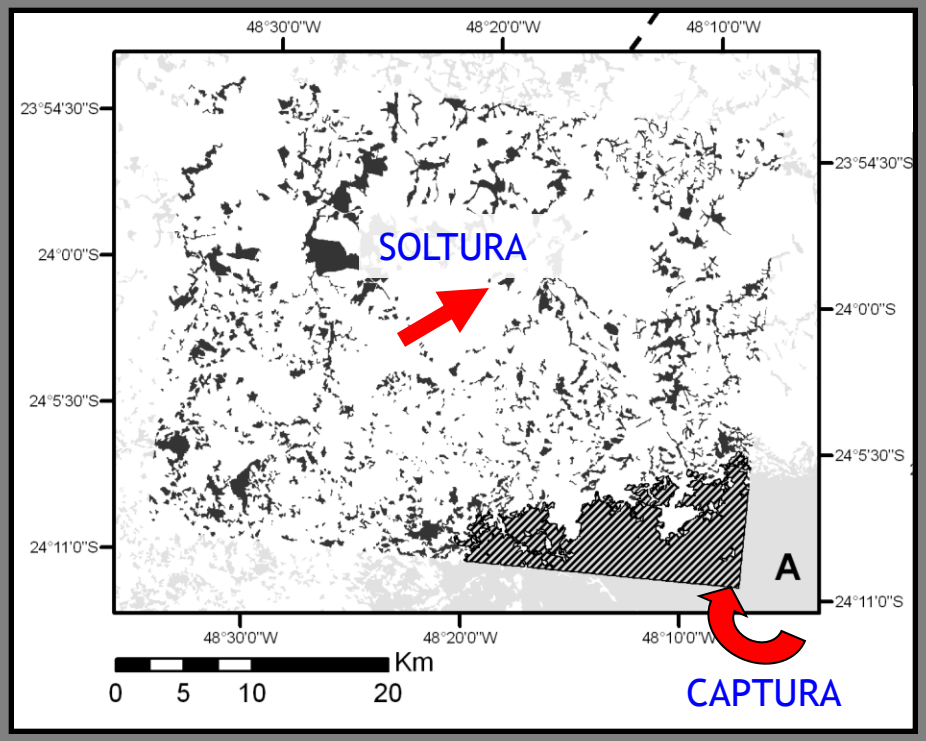
TRANSLOCAÇÕES

An Experimental Test of Matrix Permeability and Corridor Use by an Endemic Understory Bird

TRACI D. CASTELLÓN* AND KATHRYN E. SIEVING

Department of Wildlife Ecology and Conservation, 303 Newins-Ziegler Hall, University of Florida, Gainesville, FL 32611-0430, U.S.A.

Conservation Biology Volume 20, No. 1, 135–145



PONTOS DE CAPTURA

mínimo 2.5 km da borda das áreas contínuas

mínimo 10 km de distância dos locais de soltura

CAPTURA

Entre o nascer do sol e as 14:00

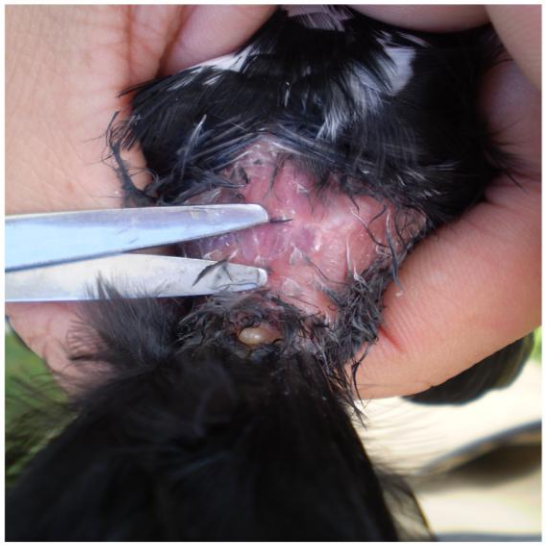
Evitou-se dias chuvosos

PLAYBACK PARA AUMENTAR EFICIÊNCIA

Fonte: José Roberto S. Mello

FIXAÇÃO DOS TRANSMISSORES

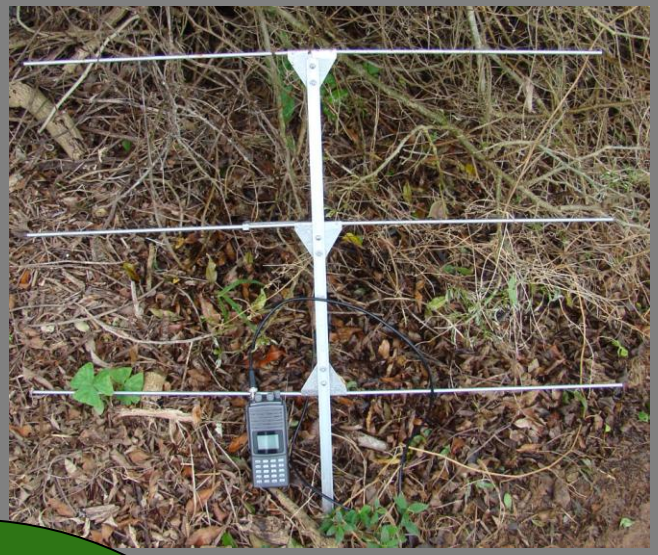
BASEADO EM
RAIM (1978)

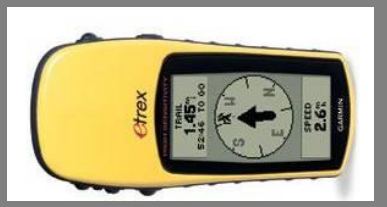


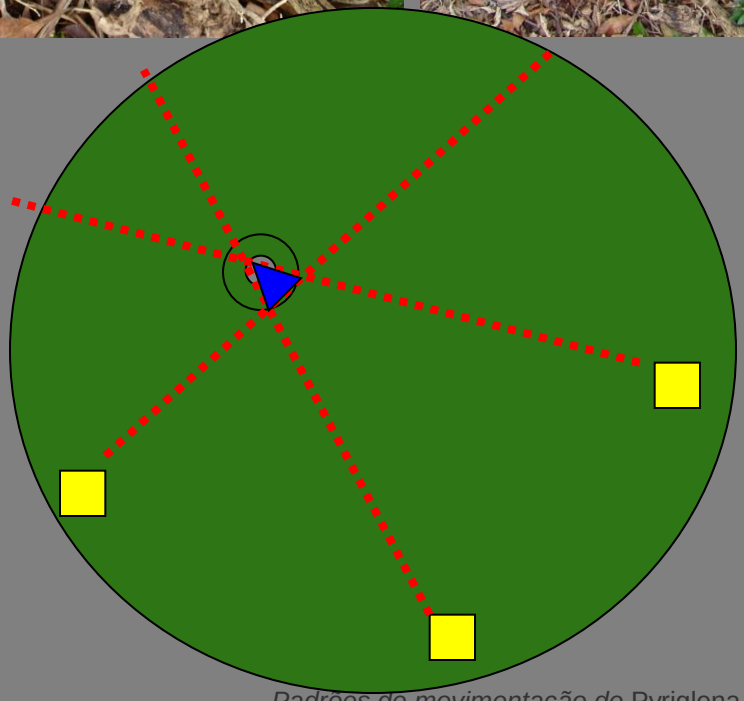

PAISAGENS EXPERIMENTAIS

- 14 paisagens experimentais (10 em CB e 4 em PI)
- Área dos fragmentos de soltura ➔ 0.16 a 3.15 ha (μ = 1.15 ha)
- Ausência de um co-específico residente
- Distâncias variaram entre 25 e 340 m
- Matriz ➔ Áreas abertas

TELEMETRIA







MÉTODO DE TRIANGULAÇÃO

Padrões de movimentação de Pyriglena leucoptera *em paisagens fragmentadas*

MONITORAMENTO

ACOMPANHAMENTO

- 5 dias consecutivos ou até sair do fragmento de soltura

DELINEAMENTO PAREADO

- Total = 27 indivíduos
- 14 machos e 13 fêmeas

PERÍODO

- JAN – AGO de 2008 e FEV de 2009

VARIÁVEIS RESPOSTA

Ímpeto emigratório (EM)

- Binária
- Saiu ou não do fragmento de soltura
- Primeira etapa

Tempo de permanência no fragmento de soltura (TP)

- Contínua
- Tempo, em dias, de permanência no fragmento de soltura
- Primeira etapa

Ocorrência de movimento entre fragmentos florestais (MOV)

- Binária
- Eficiência do movimento dispersivo
- Resume as duas primeiras etapas
- Informação sobre a primeira fase da imigração

RESULTADOS – ÍMPETO EMIGRATÓRIO

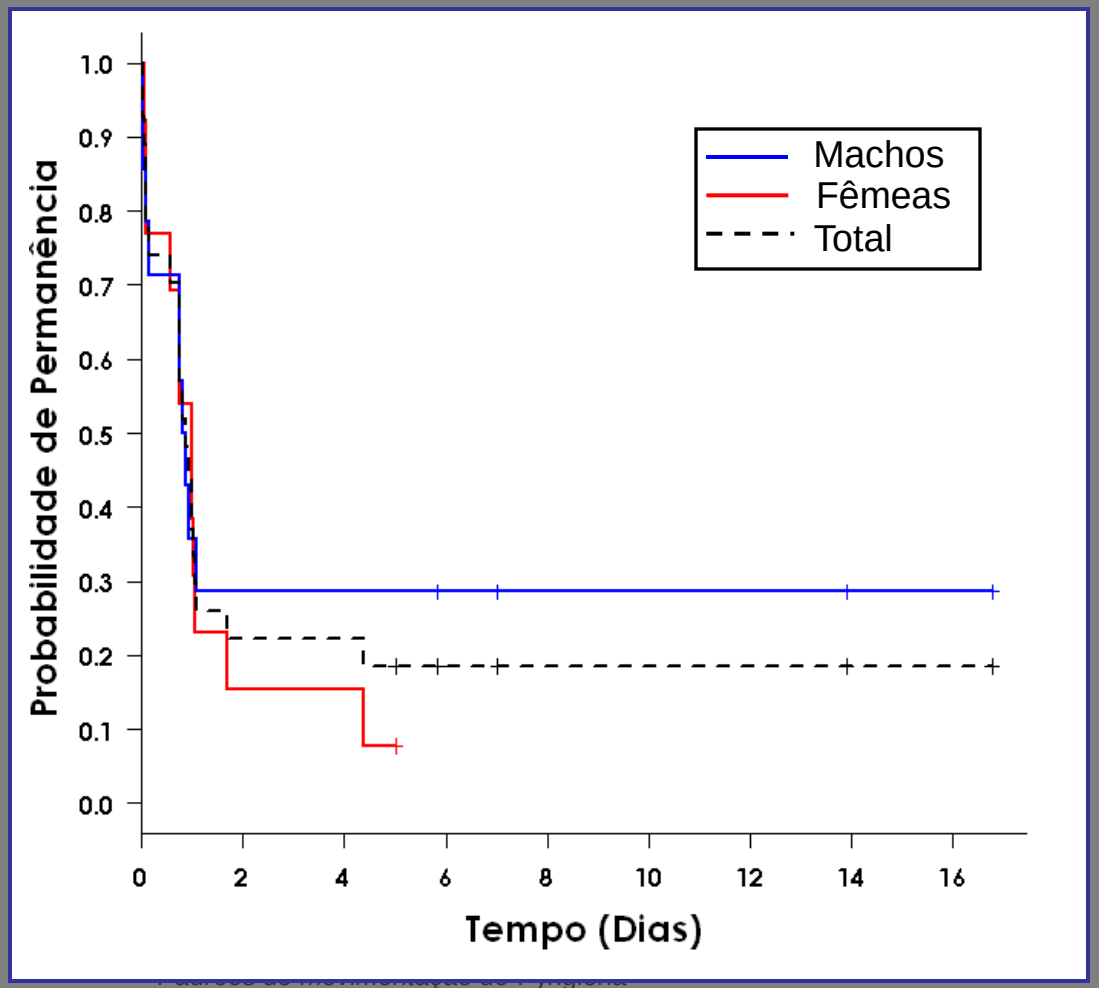
- 22 dos 27 animais monitorados (81.5%) emigraram
- ♀ ➔ 12 / 13
- ♂ ➔ 10 / 14

Modelo	- LL	*k*	AICc	ΔAICc	ω_i
DVP + SEXO	9.17	3	25.4	0	0.370
DVP	10.49	2	25.5	0.1	0.353
nulo	12.94	1	28.0	2.7	0.098
DVP × SEXO	9.17	4	28.1	2.8	0.093
SEXO	11.90	2	28.3	2.9	0.086

		parâmetros ponderados		
Modelo	ω_i	b_0'	b_1'	b_2'
DVP + SEXO	0.512	3.901	- 0.013	- 2.134
DVP	0.488	—	—	—

RESULTADOS – TEMPO DE PERMANÊNCIA

- 5 dias de monitoramento foram suficientes
- Alguns indivíduos saíram muito rápido (menos de 1 h)
- ♀ permaneceu por 4.39 dias



RESULTADOS – TEMPO DE PERMANÊNCIA

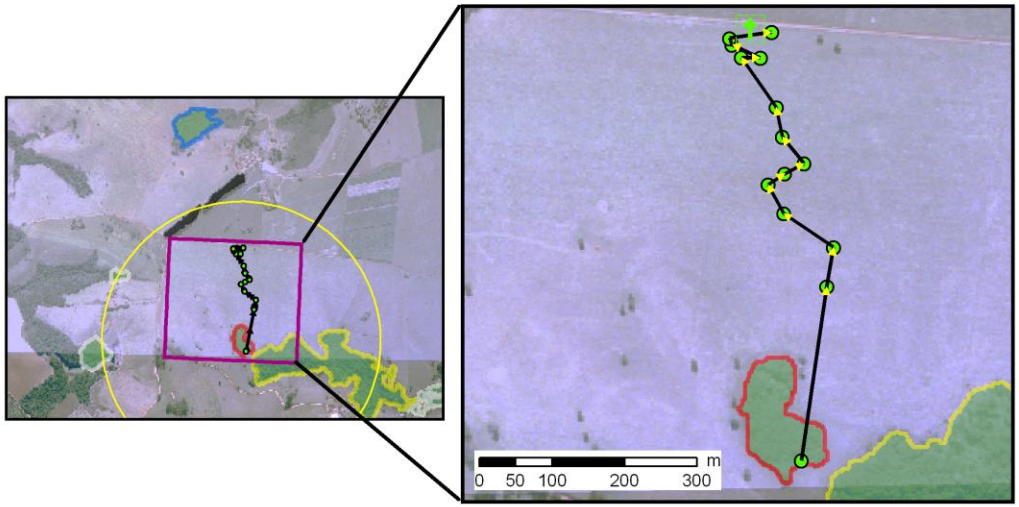
			parâmetros ponderados		
Modelo	**Distribuição**	ω_i	b_0'	b_1'	b_2'
DVP	*Weibull*	0.572	1.651	- 0.611	0.011
DVP + SEXO	*Weibull*	0.243	—	—	—
DVP × SEXO	*Weibull*	0.094	—	—	—
nulo	*Weibull*	0.051	—	—	—
SEXO	*Weibull*	0.040	—	—	—

RESULTADOS – MOV (PREDAÇÃO)

R. magnirostris

A. cunicularia

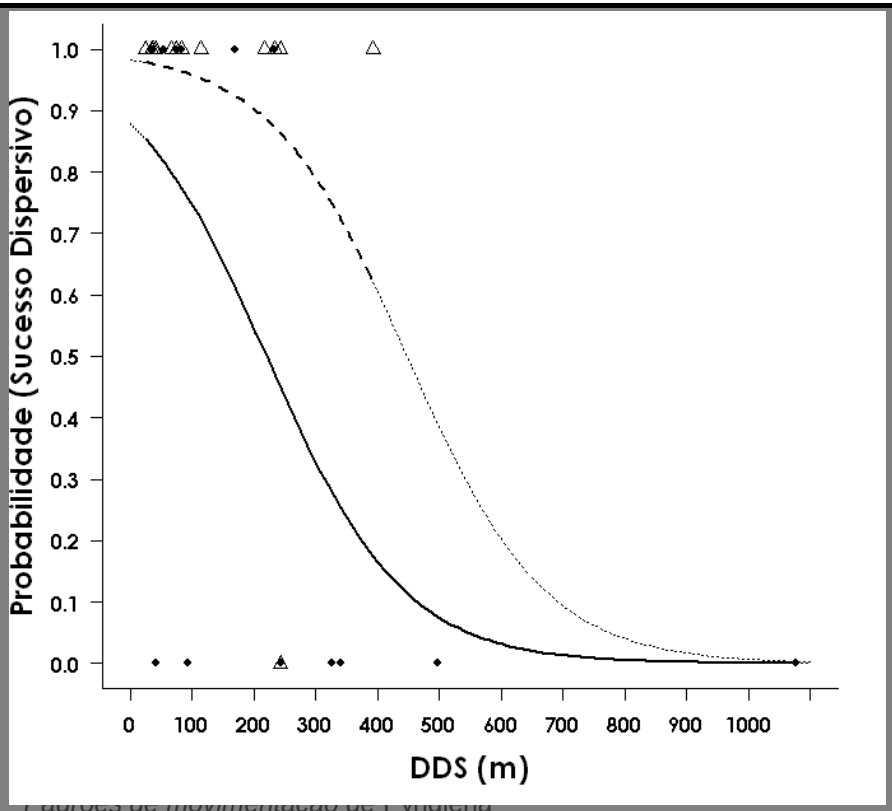
Bothrops sp.



RESULTADOS - MOV

Modelo	*k*	AICc	ΔAICc	ω_i
DDS + SEXO	3	26.5	0	0.600
DDS	2	29.0	2.5	0.170

		parâmetros ponderados		
Modelo	ω_i	b_0'	b_1'	b_2'
DDS + SEXO	0.779	4.044	- 0.010	- 2.046
DDS	0.221	—	—	—



Padrões de movimentação de Pyrgilena leucoptera *em paisagens fragmentadas*

DISCUSSÃO – EFEITOS DA DISTÂNCIA

Distância ➔ muito importante em todos os modelos selecionados

↑ DISTÂNCIA ↑ RELUTÂNCIA À DISPERSÃO

Evita se deslocar por mais que 80 m em área aberta, podendo permanecer por mais de 30 dias em fragmentos menores que 1 ha

(CASTELLÓN & SIEVING, 2006)

www.arthurgrosset.com/sabirds/chucaotapaculo.html

↑ DISTÂNCIA ↑ GASTO ENERGÉTICO ↓ PERCEPÇÃO DA PAISAGEM ↓ ÍMPETO EMIGRATÓRIO

DISCUSSÃO – EFEITOS DO SEXO

MOVIMENTOS DISPERSIVOS ENTRE FRAGMENTOS

Fortemente enviesado para fêmeas

- maior propensão à emigração
- maior eficiência durante movimentação pela matriz

DISCUSSÃO - RISCO DE PREDAÇÃO

RISCO DE PREDAÇÃO NA MATRIZ É ENVIESADO PARA MACHOS

↑ TEMPO DE EXPOSIÇÃO NA MATRIZ (movimentos desorientados) ↑ RISCO DE PREDAÇÃO (apenas para machos)

Freqüente em vertebrados e insetos predados por aves de rapina e por morcegos

HIPÓTESE:

Diferenças sexuais na coloração ➔ machos mais conspícuos

A predação na matriz é, no mínimo, um fator tão importante quanto o ímpeto dispersivo para explicar o menor êxito de machos na efetivação de movimentos entre fragmentos florestais

CONCLUSÃO

- A dispersão é motivada por causas diversas
  (*e.g.* natal *vs* condicional)

- Afetada pelas características espaciais da paisagem
  (*e.g.* isolamento entre os fragmentos)

- A habilidade dispersiva não é um atributo fixo da espécie

O comportamento dispersivo também pode variar conforme a idade (*i.e.* jovem *vs* adulto) e/ou a origem (*i.e.* área de habitat contínuo *vs* área fragmentada) do animal, dentre muitos outros fatores

CONCLUSÃO GERAL

➔ É necessário considerar a conectividade funcional para o entedimento do efeito da fragmentação