

# Conectividade Genética Funcional:

o papel da estrutura da paisagem, dinâmica temporal e permeabilidade da matriz

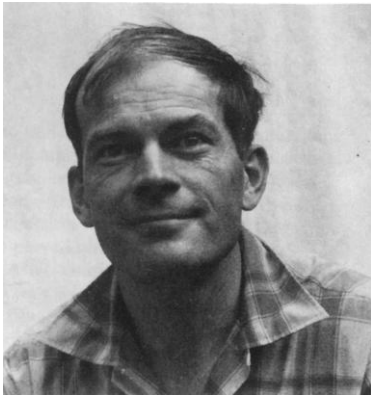
Milton Cezar Ribeiro

Proposta de Projeto Jovem Pesquisador

# Histórico

A fragmentação tem sido estudada desde Lovejoy.

Antes disto, fragmentos eram associados à ilhas



**Robert H. MacArthur**



**Edward O. Wilson**



**Thomaz Lovejoy**

# Histórico

A Ecologia de Paisagens , a Análise de Padrões Espaciais e a Genética de populações foram se desenvolvendo de forma independente



# Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics

**Stéphanie Manel<sup>1</sup>, Michael K. Schwartz<sup>2</sup>, Gordon Luikart<sup>1</sup> and Pierre Taberlet<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire d'Ecologie Alpine, Equipe Génomique des Populations et Biodiversité, UMR CNRS 5553, BP 53, Université J. Fourier, 38041 Grenoble Cedex 9, France

<sup>2</sup>Rocky Mountain Research Station, US Forest Service, 800 E. Beckwith, Missoula, MT 59801, USA

# Landscape genetics

Prover informações sobre a influência dos elementos da paisagem sobre processos micro-evolucionários (i.e. fluxo gênico, deriva e seleção genética)

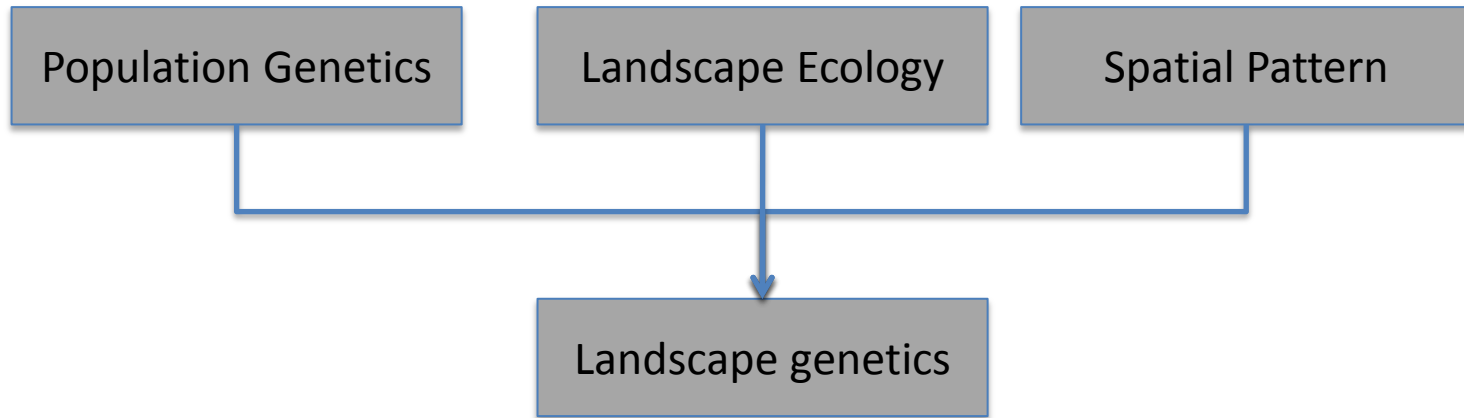
Manel et al 2003

## REVIEW

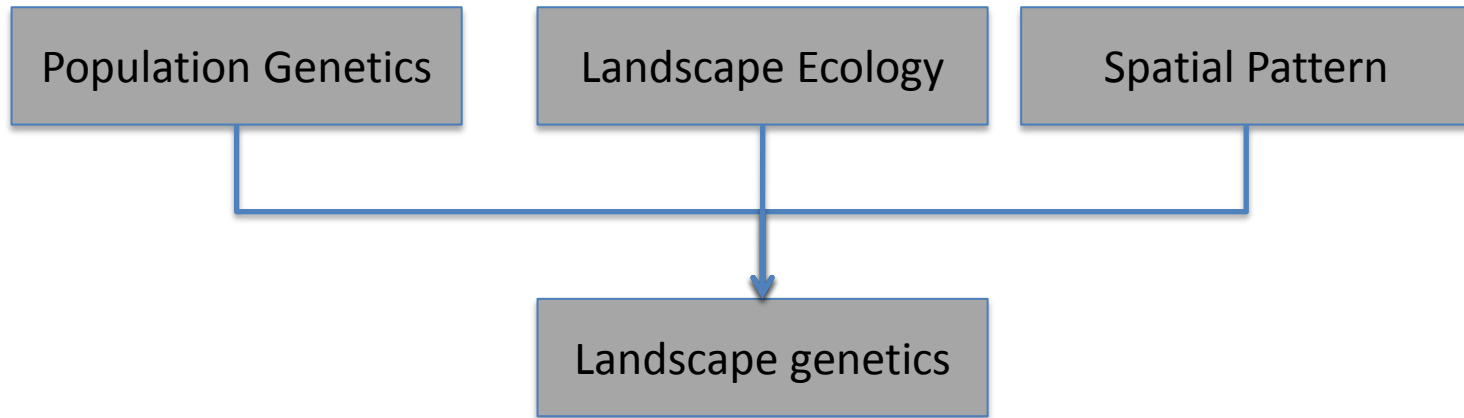
# Putting the ‘landscape’ in landscape genetics

A Storfer<sup>1</sup>, MA Murphy<sup>1</sup>, JS Evans<sup>2</sup>, CS Goldberg<sup>3</sup>, S Robinson<sup>3</sup>, SF Spear<sup>1</sup>, R Dezzani<sup>4</sup>, E Delmelle<sup>4</sup>, L Vierling<sup>5</sup> and LP Waits<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*School of Biological Sciences, Washington State University, Pullman, WA, USA;* <sup>2</sup>*USDA Forest Service – Rocky Mt. Research Station, Moscow, ID, USA;* <sup>3</sup>*Department of Fish and Wildlife Resources, University of Idaho, Moscow, ID, USA;* <sup>4</sup>*Department of Geography, University of Idaho, Moscow, ID, USA and* <sup>5</sup>*Department of Rangeland Ecology and Management, University of Idaho, Moscow, ID, USA*



Necessidade de ir além do efeito estrutural e funcional da paisagem, “Landscape genetics” buscar explorar o lado “genético funcional” no efeito da ecologia da paisagem sobre a diversidade genética e estrutura das populações



?

Efeito relativo da estrutura da paisagem, da permeabilidade da matriz e a dinâmica temporal da paisagem sobre a diversidade genética de populações de plantas?



Quais as  
consequências  
genéticas da  
fragmentação de  
habitats??

# Consequências genéticas da fragmentação

---

Varição neutra.

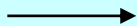
Incremento da variação genética??

**Varição genética**

# Consequências genéticas da fragmentação

---

mutação

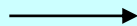


**Variação genética**

# Consequências genéticas da fragmentação

---

mutação



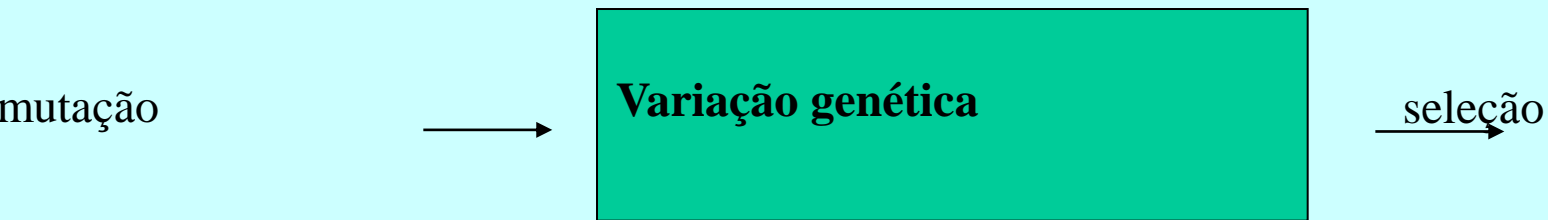
**Variação genética**

seleção

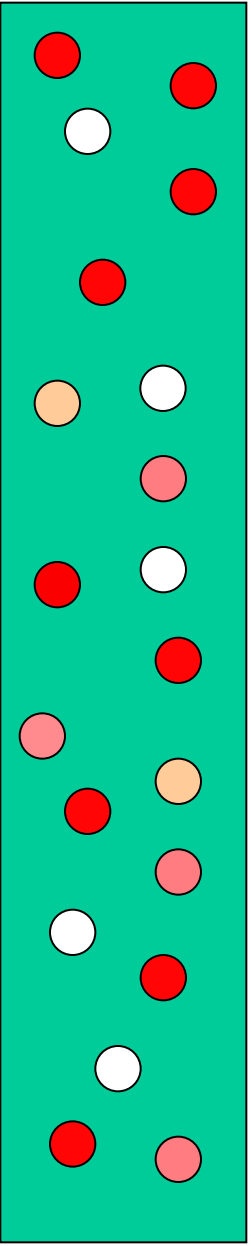
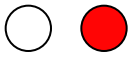


# Consequências genéticas da fragmentação

---



- ✓ Mutações genes cod. (rato, milho, mosca de fruta/normal – mutante):  $\sim 1 \times 10^{-7}$ /locus/geração
- ✓ Microssatélites mamíferos  $\sim 1 \times 10^{-4}$ /locus/geração



Mutação??

**B**

**A**

**R**

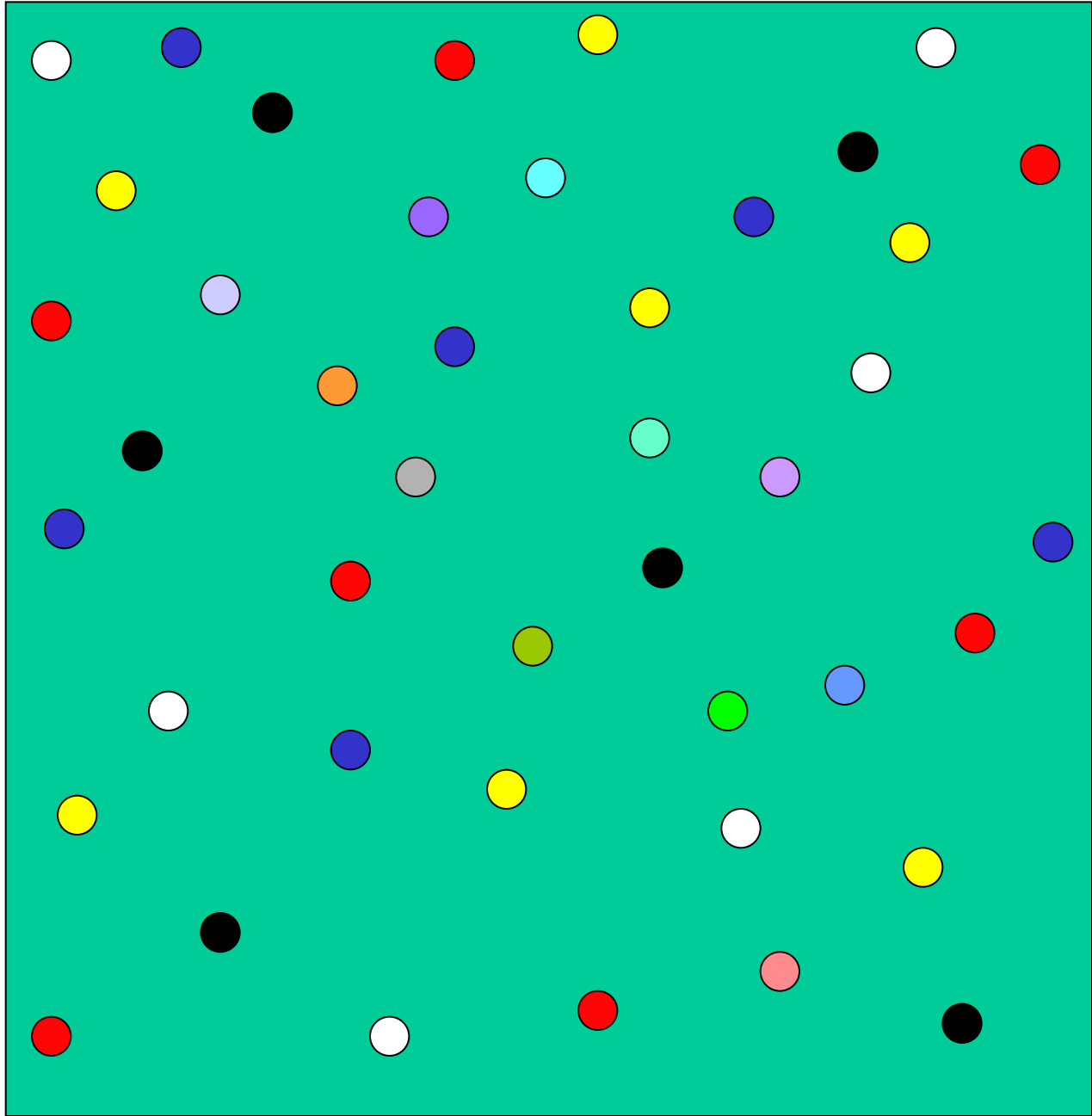
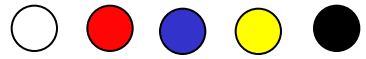
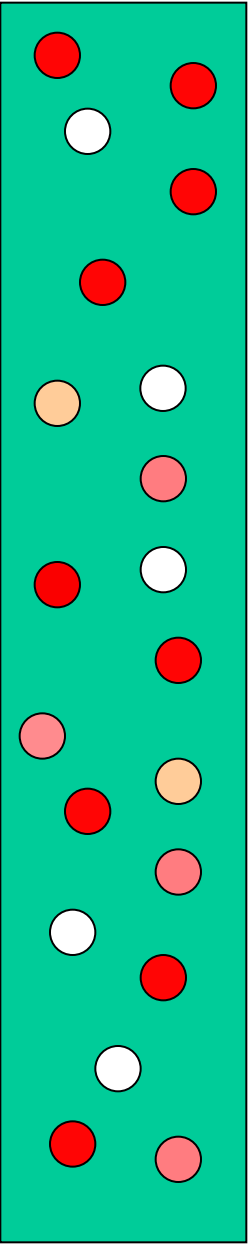
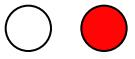
**R**

**E**

**I**

**R**

**A**



**B**

**A**

**R**

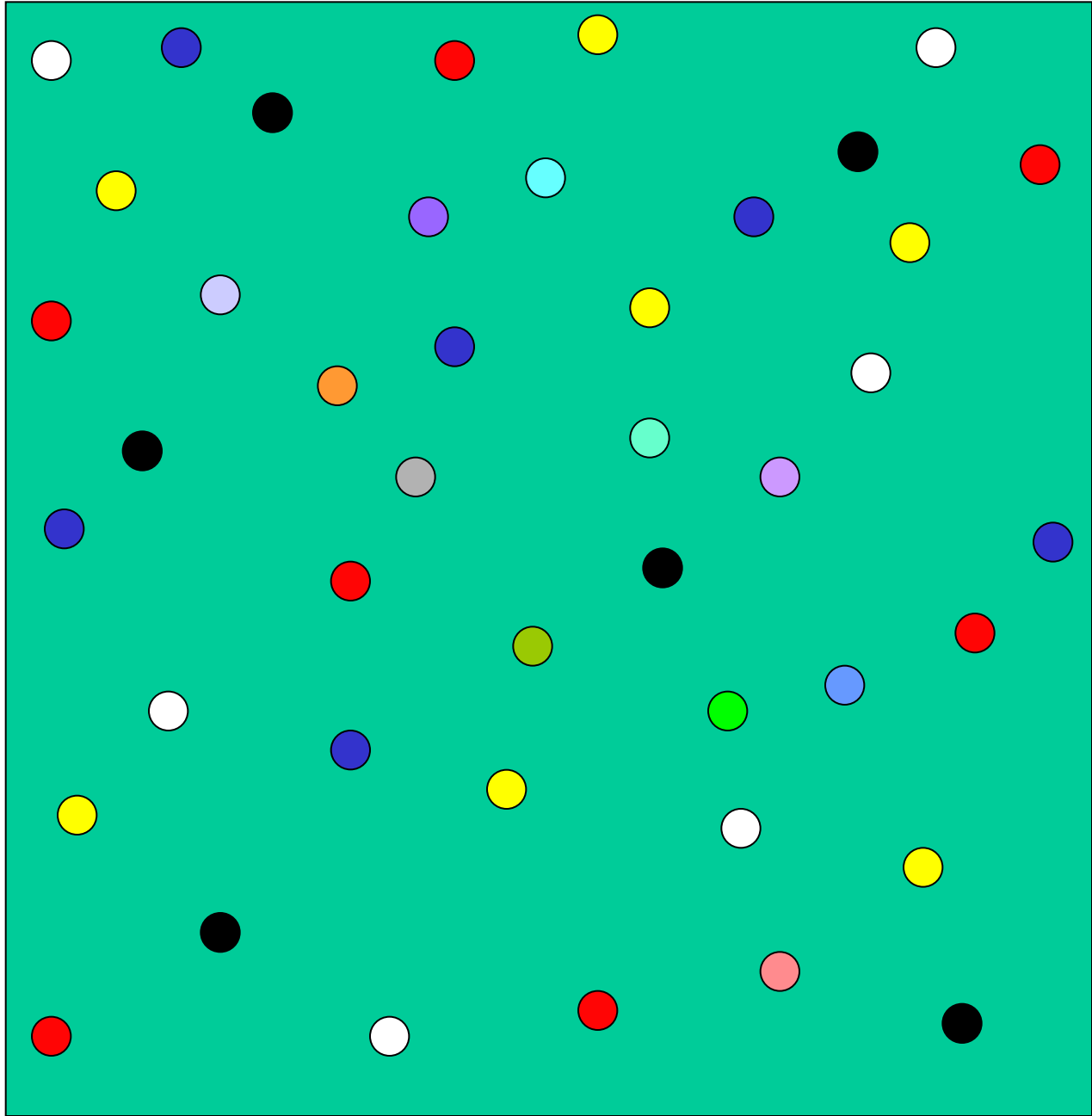
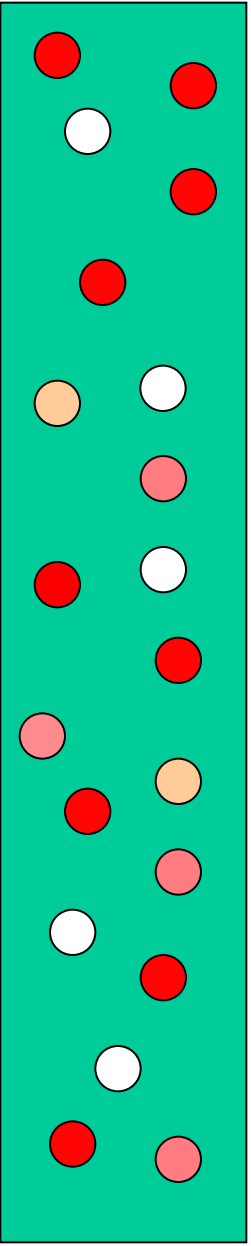
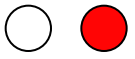
**R**

**E**

**I**

**R**

**A**





**B**

**A**

**R**

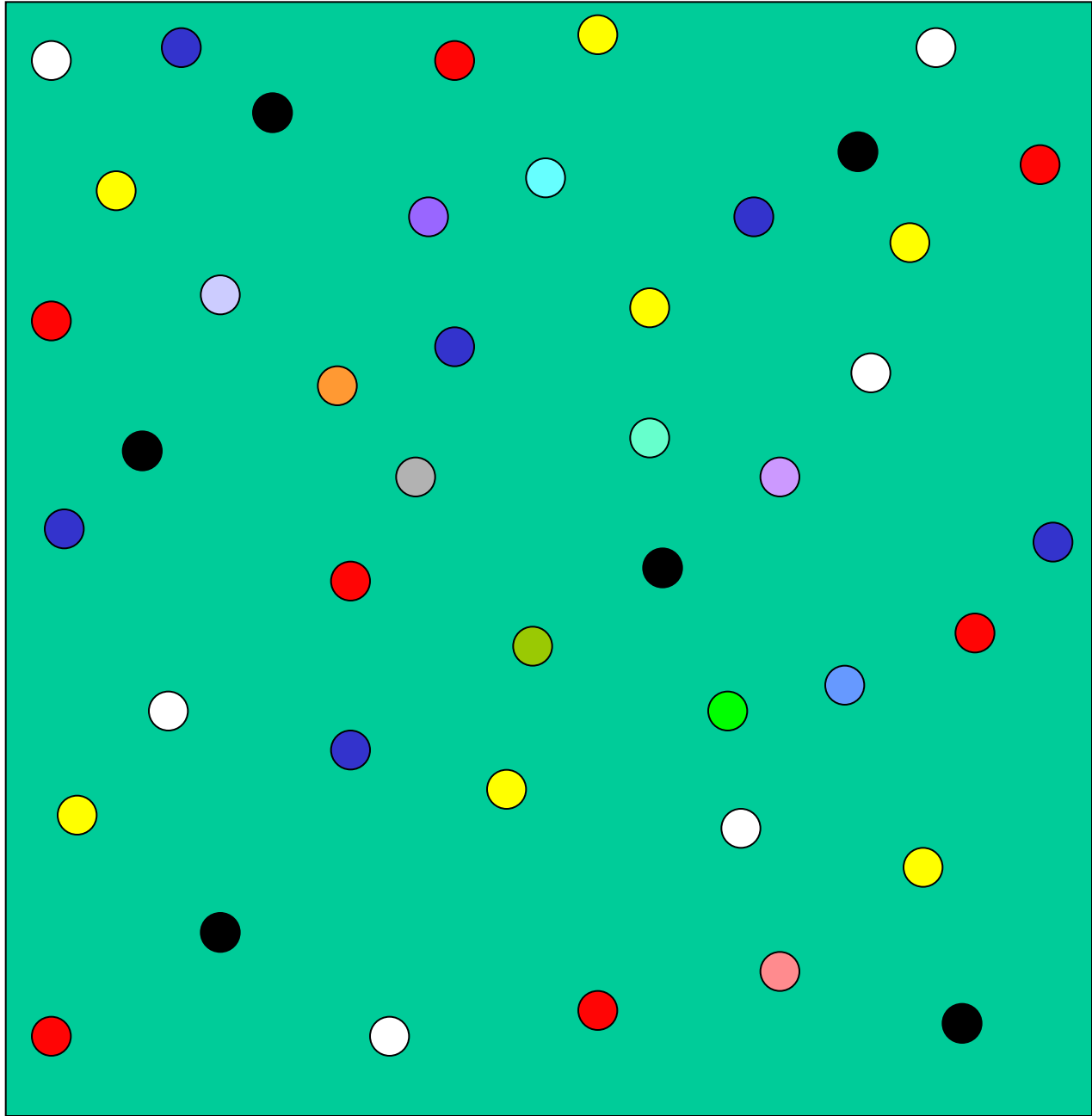
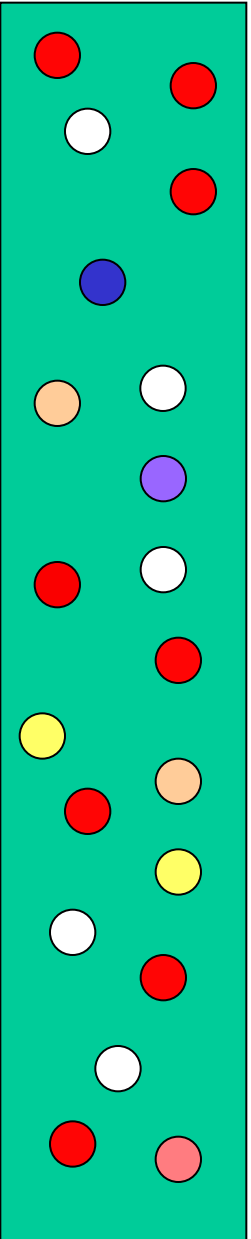
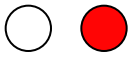
**R**

**E**

**I**

**R**

**A**



**B**

**A**

**R**

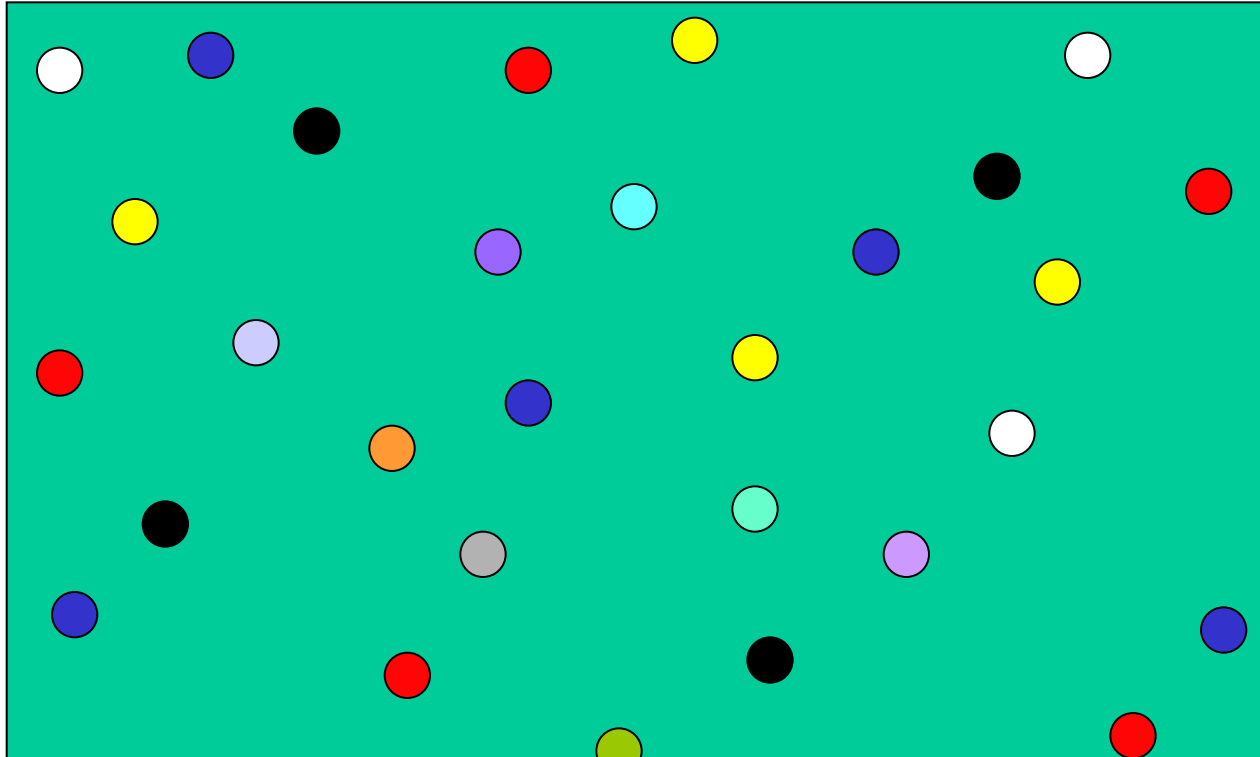
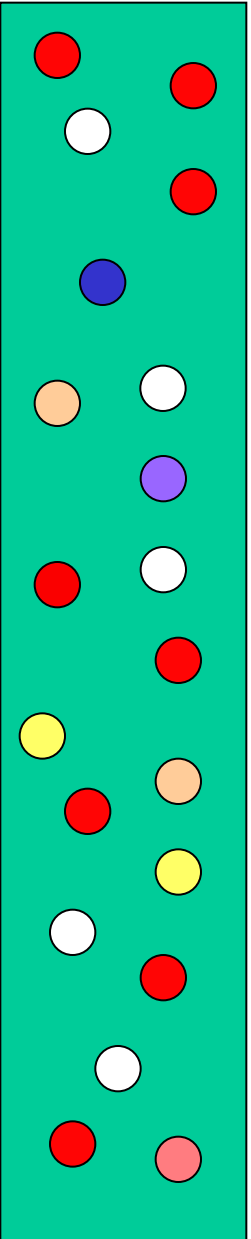
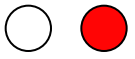
**R**

**E**

**I**

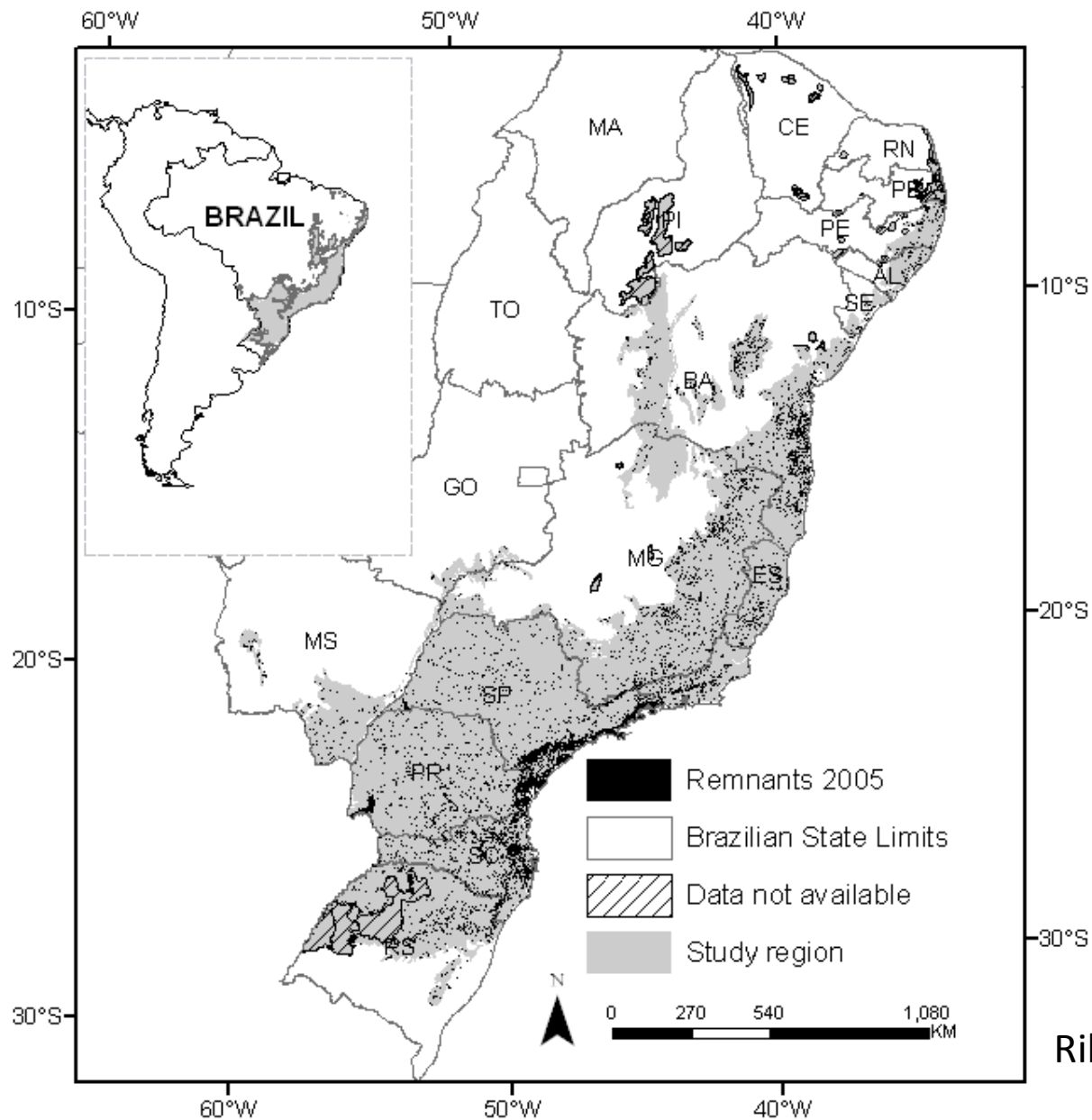
**R**

**A**



Fluxo gênico: troca de informação genética (alelos) entre populações através da migração. Torna diferentes populações geneticamente mais similares

# Mata Atlântica 1500 x hoje

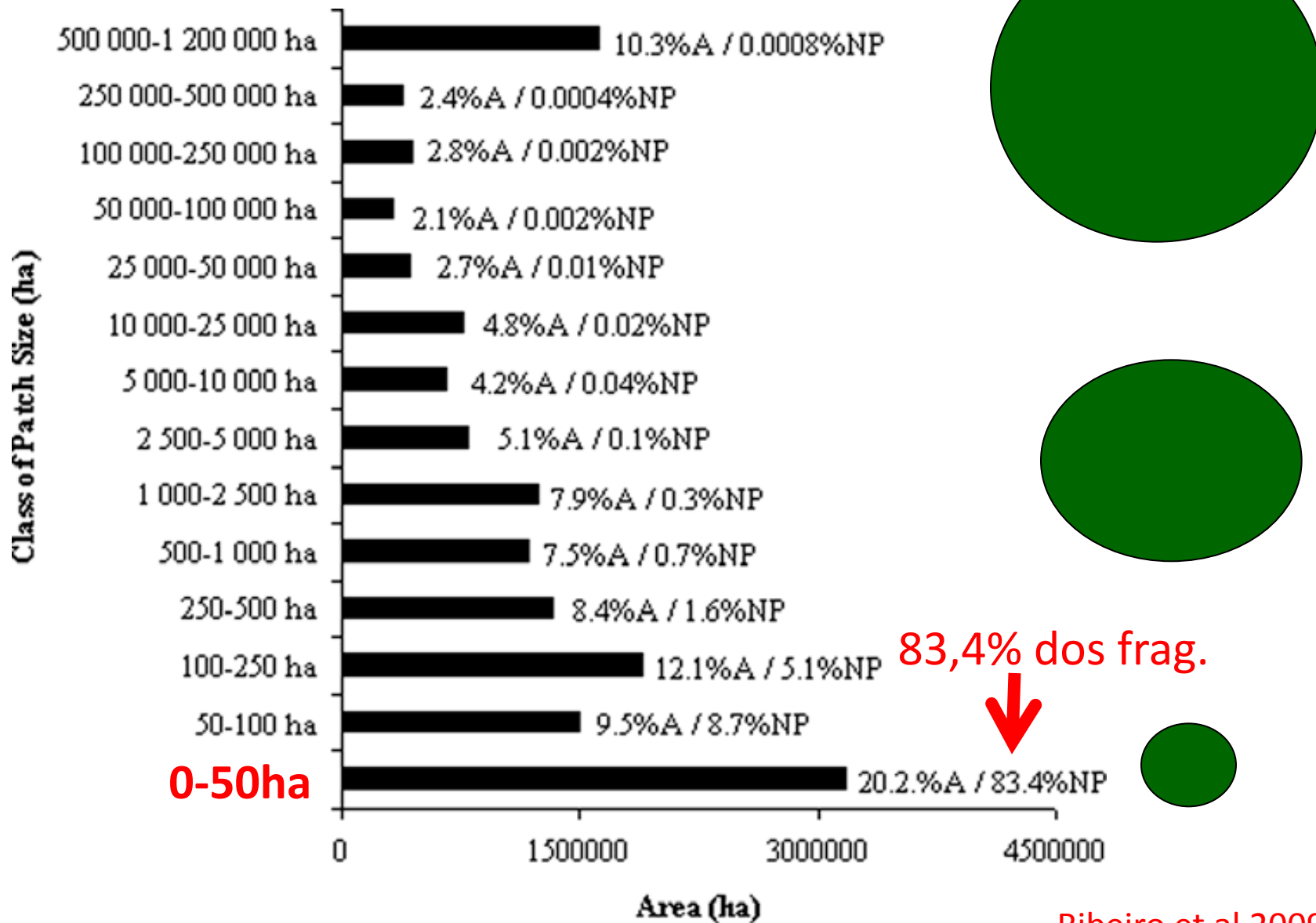


Sobrou apenas  
11,7%

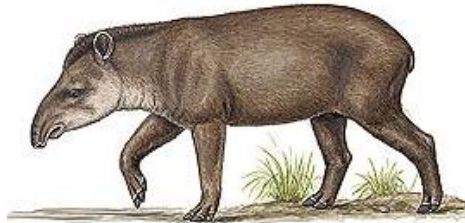
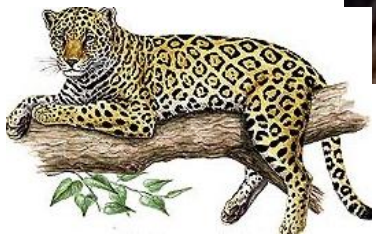
Isolamento  
médio 1 400 m

Ribeiro et al. (2009) Biol. Conserv.

# Tamanho dos fragmentos

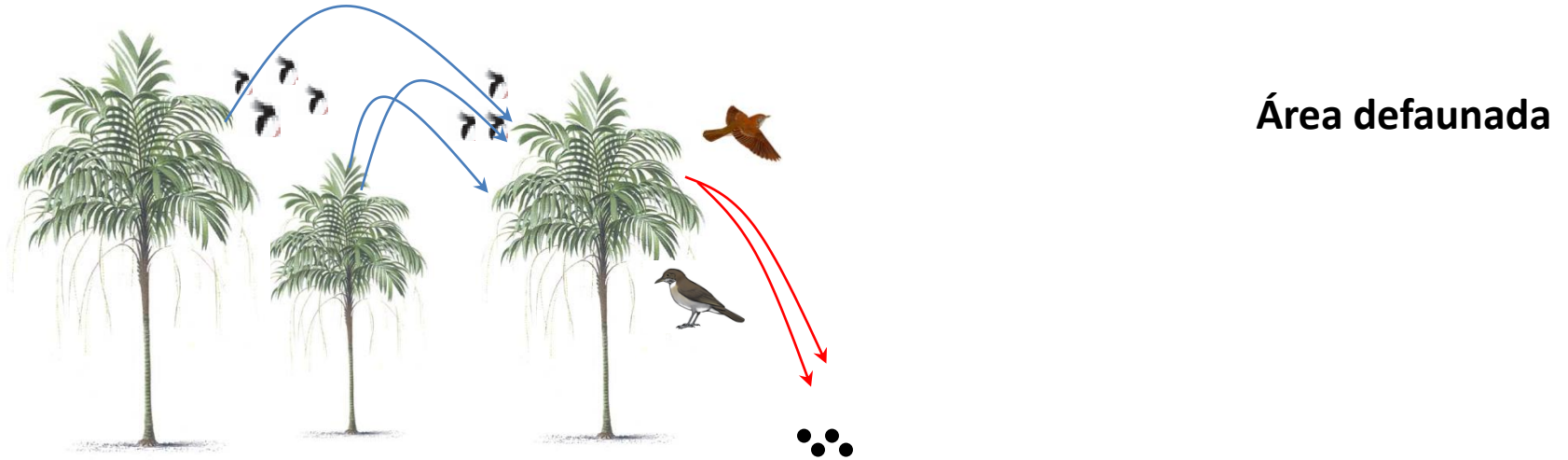
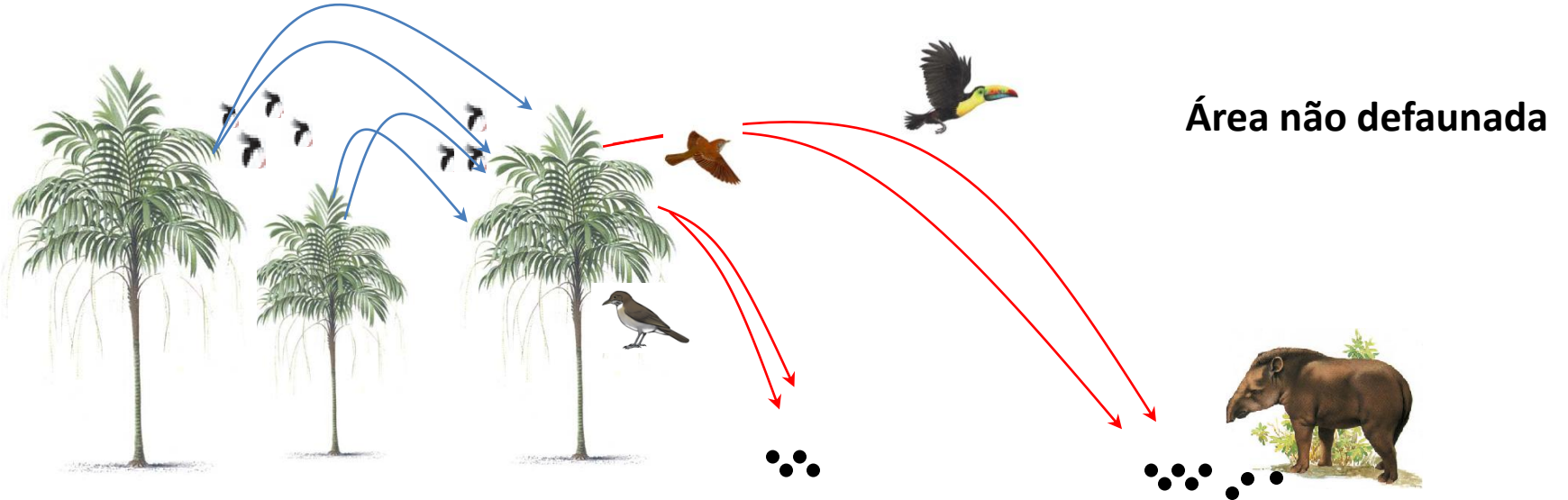


Desde os 90's, esforços têm sido feitos para quantificar a influência da paisagem sobre a distribuição da fauna e flora



**Polinização**

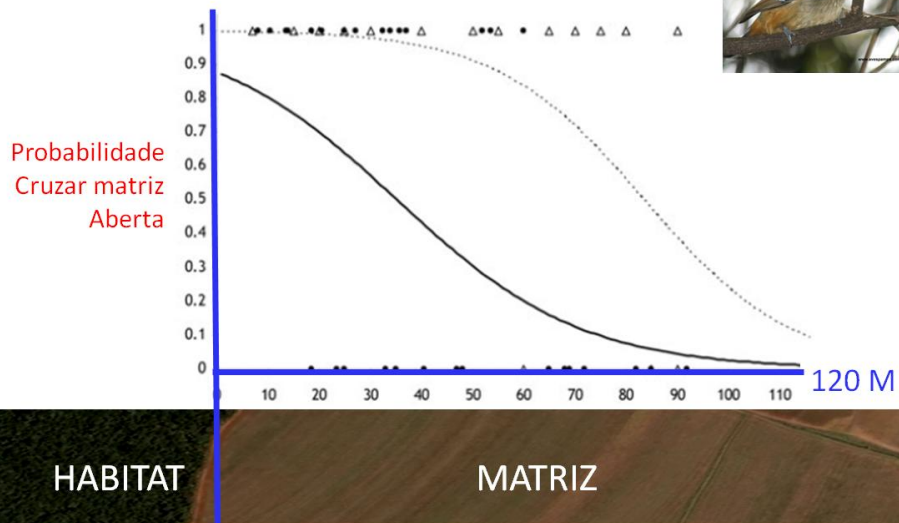
**Dispersão de Sementes**



# Cruzar matrizes abertas- Awade & Metzger 2008 (understory birds)

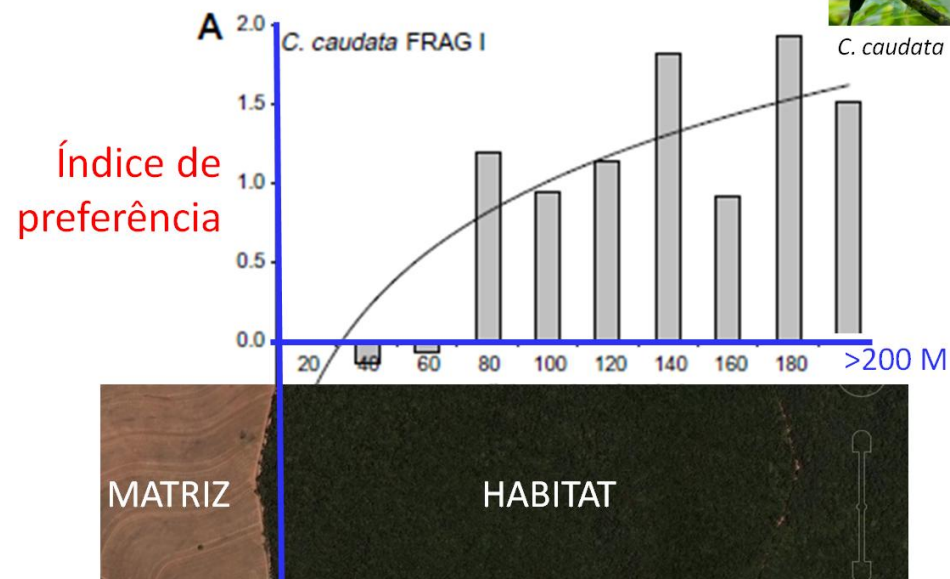
Método = Play back

*Thamnophilus caerulescens*

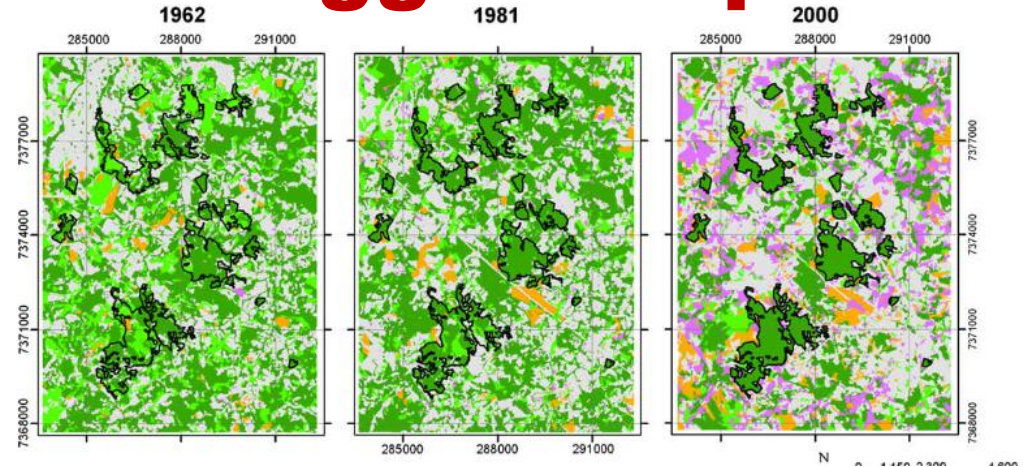


# Responsta a borda – Hansbauer et al 2008 (understory birds)

Método = Telemetria



# Time-lagged responses



Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region

Jean Paul Metzger<sup>a,\*</sup>, Alexandre Camargo Martensen<sup>a</sup>, Marianna Dixo<sup>a</sup>, Luis Carlos Bernacci<sup>b</sup>, Milton Cezar Ribeiro<sup>a</sup>, Ana Maria Godoy Teixeira<sup>a</sup>, Renata Pardini<sup>c</sup>

1980

2000

Trees

Variables	AICc	$\Delta_i$ AICc
<b>A. Trees (N = 21)</b>		
<b>Canopy shade intolerant species</b>		
Richness		
AREA62	128.32	0.00
Abundance		
AREA62	189.79	0.00
<b>Canopy shade tolerant species</b>		
Richness		
COR81	158.77	0.00





Contents lists available at ScienceDirect

# Biological Conservation

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/biocon](http://www.elsevier.com/locate/biocon)



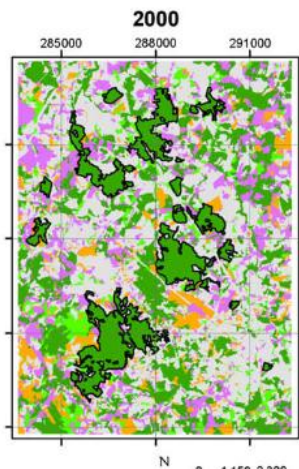
## Habitat fragmentation reduces genetic diversity and connectivity among toad populations in the Brazilian Atlantic Coastal Forest

Marianna Dixo<sup>a,b,\*</sup>, Jean Paul Metzger<sup>a</sup>, João S. Morgante<sup>b</sup>, Kelly R. Zamudio<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Department of Ecology, University of São Paulo. Rua do Matão, Travessa 14, 321, Caixa Postal 11461, CEP 05508-090 São Paulo, SP, Brazil

<sup>b</sup> Department of Genetics and Evolutionary Biology, University of São Paulo. Rua do Matão, 277, CP 11461, CEP 05422-970 São Paulo, SP, Brazil

<sup>c</sup> Department of Ecology and Evolutionary Biology, Cornell University, Ithaca, NY, 14853-2701, USA



30% Floresta



*Rhinella ornata*

# Hipóteses:

*I. A estrutura da paisagem e o grau de defaunação influenciam a conectividade genética funcional de plantas?*

*II. A dinâmica espaço-temporal da paisagem e o grau de defaunação influenciam a conectividade genética funcional*

*III. A permeabilidade da matriz e o grau de defaunação influenciam a conectividade genética funcional*

# Perguntas específicas:

## *1. A estrutura da paisagem e o grau defaunação influenciam a conectividade genética funcional de plantas*

- 1) Quantificar a importância relativa da cobertura e configuração sobre a conectividade genética funcional;
- 2) Verificar se existe algum limiar de cobertura abaixo do qual a conectividade genética funcional é mais afetada;
- 3) Testar a hipótese de que o grau de defaunação afeta a conectividade genética funcional para paisagens com estrutura semelhantes;

## Perguntas específicas:

### *II. A dinâmica espaço-temporal da paisagem e o grau de defaunação influenciam a conectividade genética funcional*

4) Quantificar o efeito relativo da estrutura espaço-temporal sobre a conectividade genética funcional intra- e inter-populações;

5) Verificar a contribuição relativa do grau de defaunação e da dinâmica temporal sobre a conectividade genética funcional;

## Perguntas específicas:

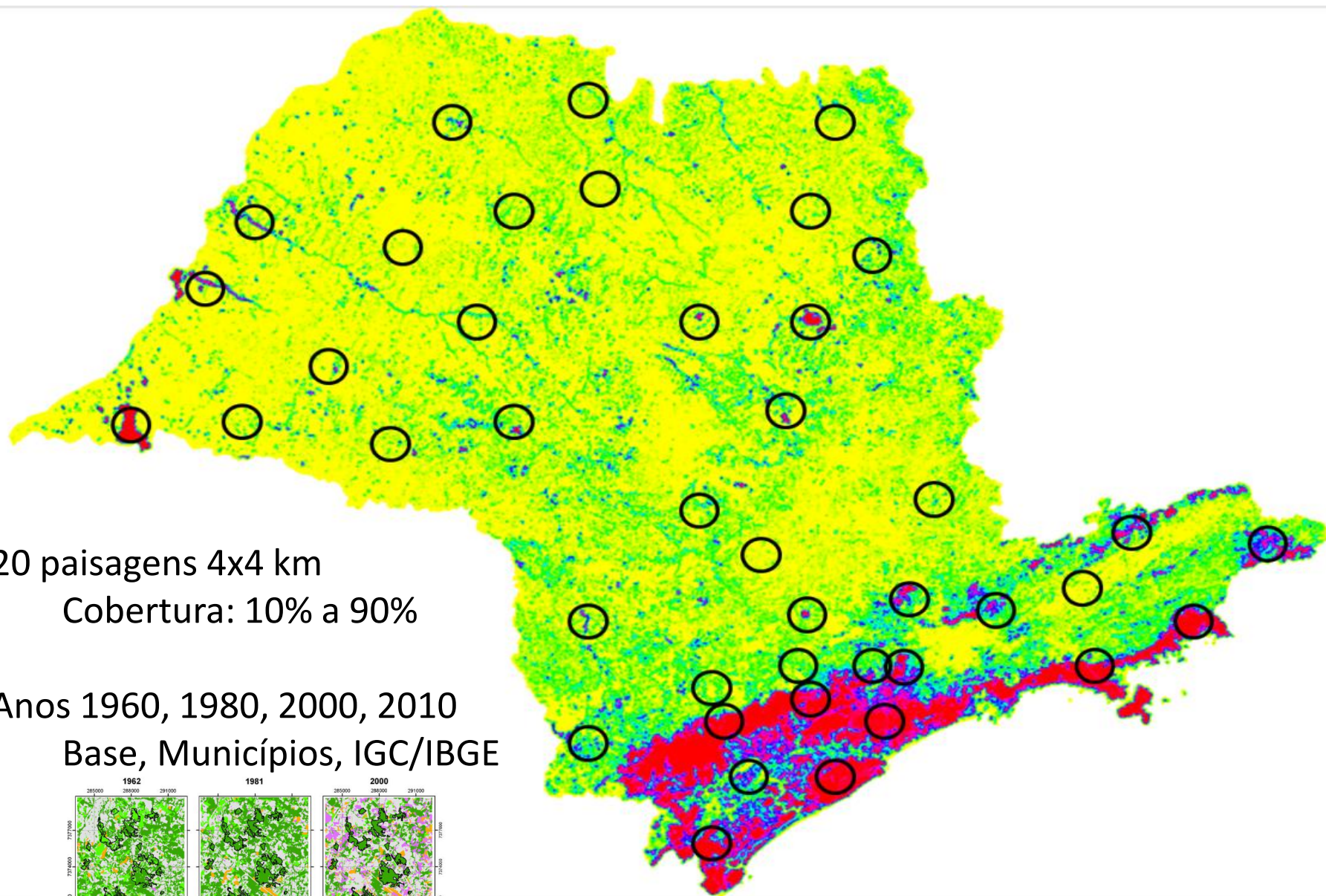
*III. A permeabilidade da matriz e o grau de defaunação influenciam a conectividade genética funcional*

6) Quantificar a importância relativa da estrutura da paisagem e da permeabilidade da matriz na conectividade genética funcional;

7) Testar o efeito da defaunação sobre a conectividade genética funcional, combinando-se a estrutura da paisagem e permeabilidade da matriz.

## Why replication is important in landscape genetics: American black bear in the Rocky Mountains

R. A. SHORT BULL,\* S. A. CUSHMAN,+ R. MACE,‡ T. CHILTON,‡ K. C. KENDALL,§  
E. L. LANDGUTH,\*+ M.K. SCHWARTZ,+ K. MCKELVEY,+ FRED W. ALLENDORF\* and  
G. LUIKART\*¶\*\*

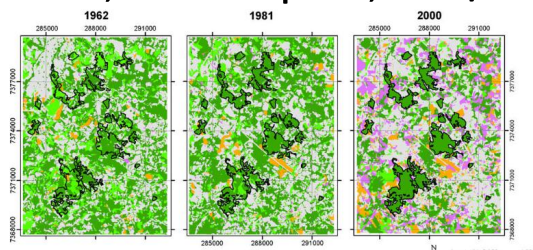


20 paisagens 4x4 km

Cobertura: 10% a 90%

Anos 1960, 1980, 2000, 2010

Base, Municípios, IGC/IBGE



# Espécies focais (plantas)

1. Plantas com dispersão que independe da fauna (dispersadas pelo vento, *Cariniana estrellensis*, *Schizolobium parahyba* e *Cedrella fissilis*);



2. Plantas generalistas que não sofrem com o efeito da defaunação, que são encontradas na matriz e são dispersas por aves e morcegos (*Cecropia sciadophylla* e *Trema micrantha*);





# Espécies focais (plantas)

3. Plantas generalistas, dispersas por aves e morcegos, mas que não são encontradas na matriz (*Talauma ovata* e *Urera baccifera*);



4. Plantas especialistas, dispersas por animais que são afetados pela fragmentação e defaunação (*Hymenaea courbaril*, *Cryptocarya aschersoniana* e *Euterpe edulis*).



# Análises dos dados

**Variáveis resposta:**

Div. Gen. intra- e inter-populações

**Mixed Effect Models** (modelos não lineares)

```
graph TD; A[Mixed Effect Models] --> B[Efeitos Fixos]; A --> C[Efeitos Aleatórios];
```

## Efeitos Fixos

Cobertura

Configuração

Permeabilidade matriz

Dinâmica temporal

## Efeitos Aleatórios

Auto-correlação espac.

ID.Paisagem

Espécie de planta

Defaunação

Seleção de Modelos utilizando abordagem da Teoria da Informação com modelos concorrentes (AIC)

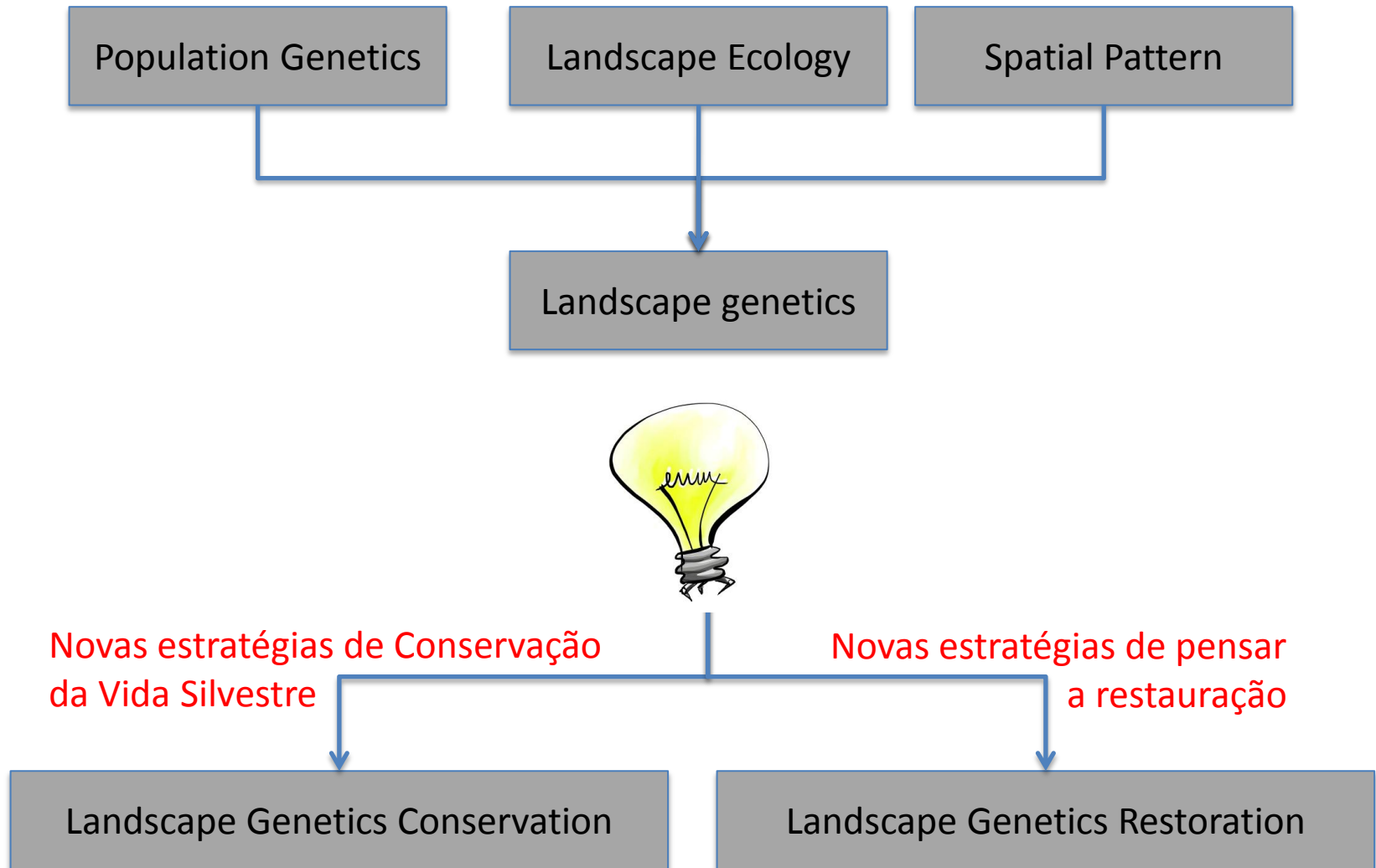
# Resultados esperado

1. Que espécies de plantas com dispersão que independe da fauna serão afetadas principalmente pela estrutura da paisagem;
2. Plantas generalistas que não sofrem com o efeito da defaunação, que são encontradas na matriz e são dispersas por aves e morcegos não terão sua diversidade genética afetada; a permeabilidade da matriz também não terá efeito significativo
3. Espécie generalistas, dispersas por aves e morcegos, mas que não são encontradas na matriz seja explicada principalmente pela estrutura da paisagem;

# Resultados esperado

4. Plantas especialistas, dispersas por animais que são afetados pela fragmentação e defaunação terão sua diversidade genética afetada pela estrutura da paisagem, e pela permeabilidade da matriz.
5. Que o efeito da dinâmica temporal sobre a diversidade genética influenciará principalmente as espécies de ciclo de vida curto; as espécies de ciclo de vida longo não terão sua diversidade genética afetada para o tempo analisado

# Resultados esperado



## Equipe/Função:

Dr. Milton Cezar Ribeiro (Delineamento, Análise a Paisagem, Model. Estatística e Redação)

Dr. Mauro Galetti (Defaunação)

Dr. Jean Paul Metzger (LEPaC/USP)

Dra. Alexandra Sanches (Genética/plantas)

Dra. Cibele Biondo (Genética e mamíferos)

Dra. Valesca B. Zipparro (Flora-coleta)

Dra. Rosane Colevatti (LabGen/UFG-Gen./plantas)

## The effect of habitat fragmentation on the genetic structure of a top predator: loss of diversity and high differentiation among remnant populations of Atlantic Forest jaguars (*Panthera onca*)

T. HAAG,<sup>\*,†</sup> A. S. SANTOS,<sup>†</sup> D. A. SANA,<sup>‡</sup> R. G. MORATO,<sup>‡§</sup> L. CULLEN JR,<sup>¶</sup> P. G. CRAWSHAW JR,<sup>§</sup> C. DE ANGELO,<sup>\*\*</sup> M. S. DI BITETTI,<sup>\*\*</sup> F. M. SALZANO<sup>\*</sup> and E. EIZIRIK<sup>†‡</sup>

Estrutura genética em uma região de Mata Atlântica recentemente fragmentada.



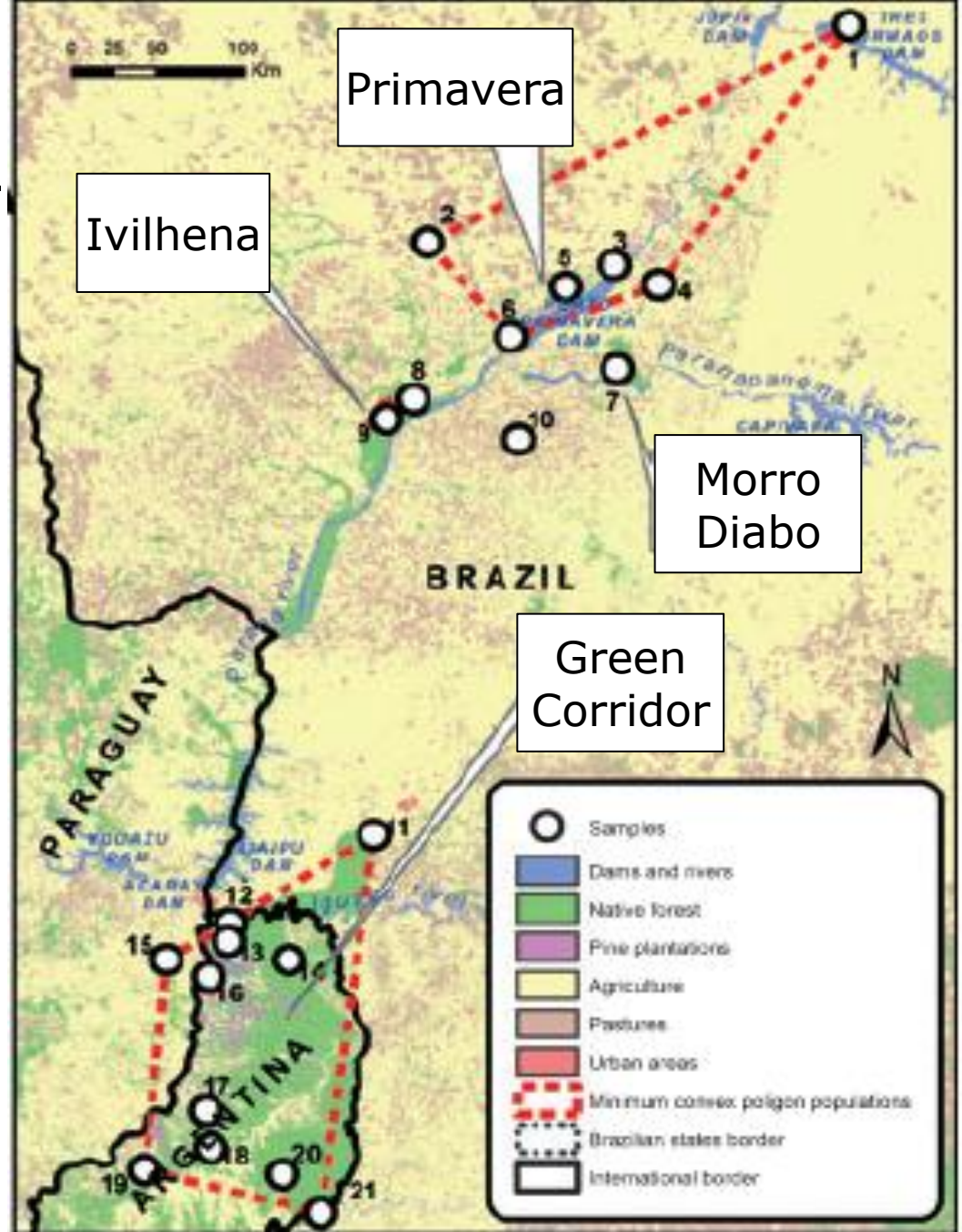
Onças residentes estão essencialmente restritas a áreas protegidas semi-conectadas.



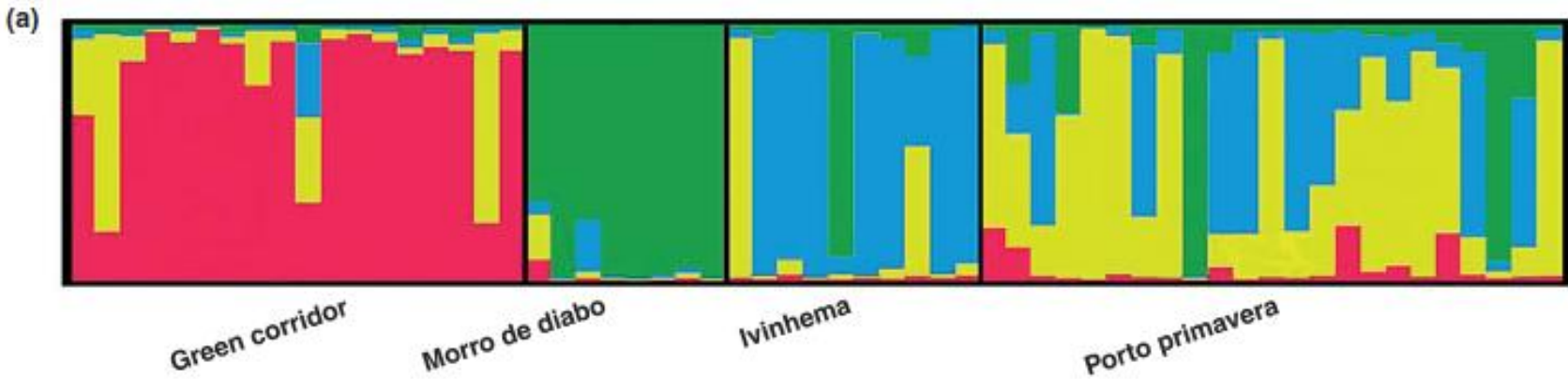
65 amostras

13 locos  
microsatélites

Ecoregião Floresta  
Atlântica Alto Paraná







	Green Corridor	Morro do Diabo	Ivinhema	Porto Primavera
Green Corridor	—	0.198***/0.313	0.122***/0.211	0.048***/0.104
Morro do Diabo	0.112**	—	0.120***/0.132	0.073***/0.143
Ivinhema	0.081**	-0.010	—	0.060***/0.052
Porto Primavera	0.036*	-0.007	0.024	—

Significant values \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$  and \*\*\* $P < 0.001$  for  $F_{ST}$  and  $R_{ST}$ .

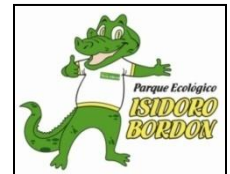


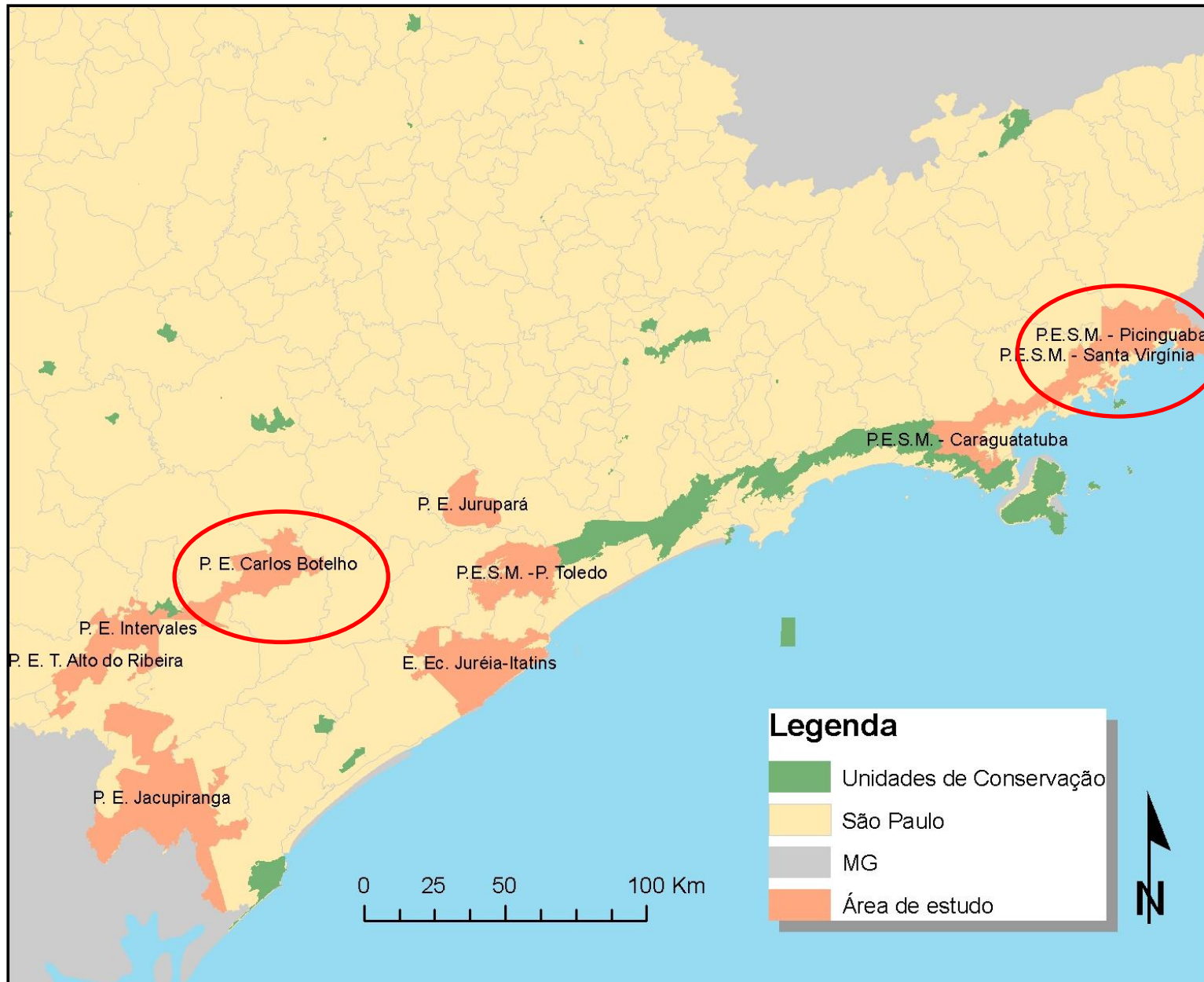
Animais de PP podem ter descido a Ivinhema devido a inundação com a construção da Barragem (1998).

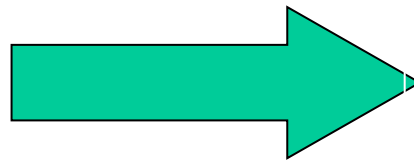
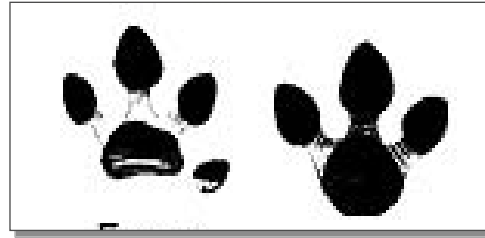
Resultante da fragmentação e conseqüente deriva genética nas populações.

# Linking **landscape to genetics**: *Tapirus terrestris* case study on the **largest Atlantic Forest continuum**

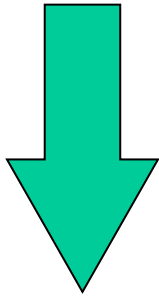
**Dra. Alexandra Sanches**  
**Ecologia/UNESP-Rio Claro**



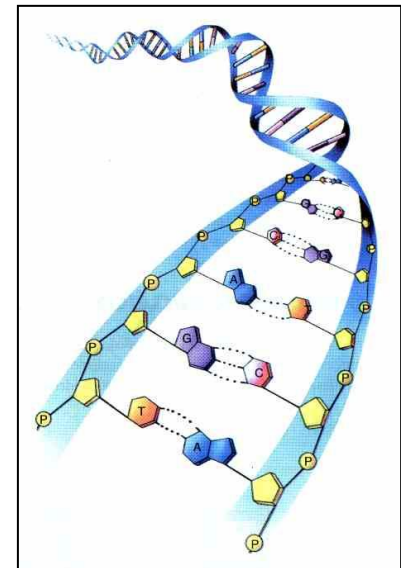




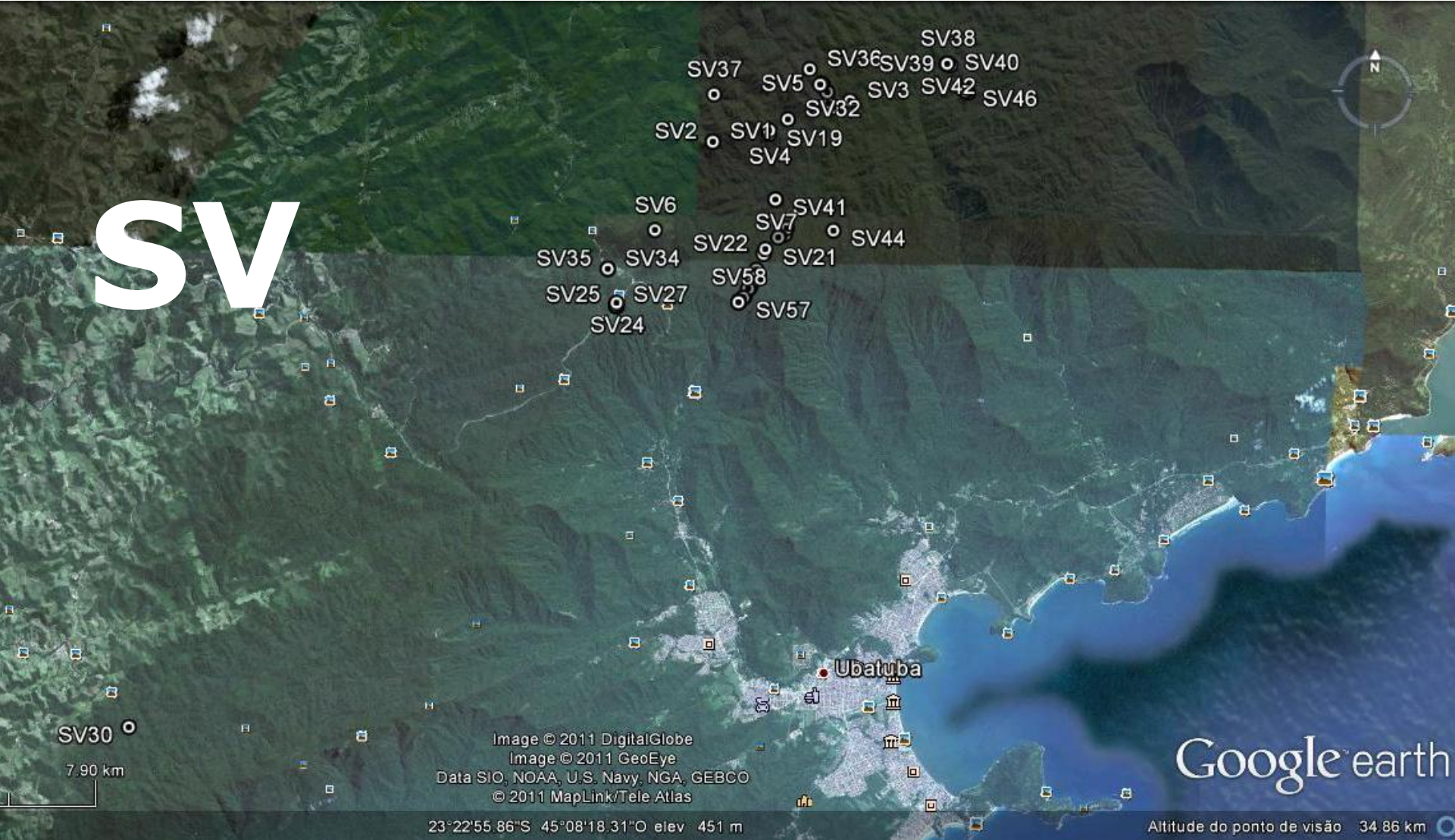
Spatial  
locations GPS



Etanol



# SV



- ✓ 60 amostras coletadas – 41 em análise (~68%)
- ✓ 33 amplificadas p/ pelo menos 4 locos
  - 27 indivíduos identificados em 2700 ha
- ✓ 9 recapturas para 3 indivíduos

# CB20

o CB20a

CB20b

CB17a

CB46c

CB16b

CB46a

CB17b

CB20c

o CB16a

CB20d

CB17d

CB46e

CB17c

CB46d

CB41b

CB41a

CB46b

CB20f

Image © 2011 GeoEye

o CB20e

641 m

24°03'40.63"S 47°59'31.31"E elev 789 m

$F_{ST} = 0.06$  SV

CB

