

Estrutura da paisagem

- A quantificação da estrutura
- Conceito de “patch- corredor-matrix”
- Fragmentação e conectividade
- Componentes da conectividade:
 - percolação do habitat
 - densidade de corredores e stepping stones
 - permeabilidade da matriz

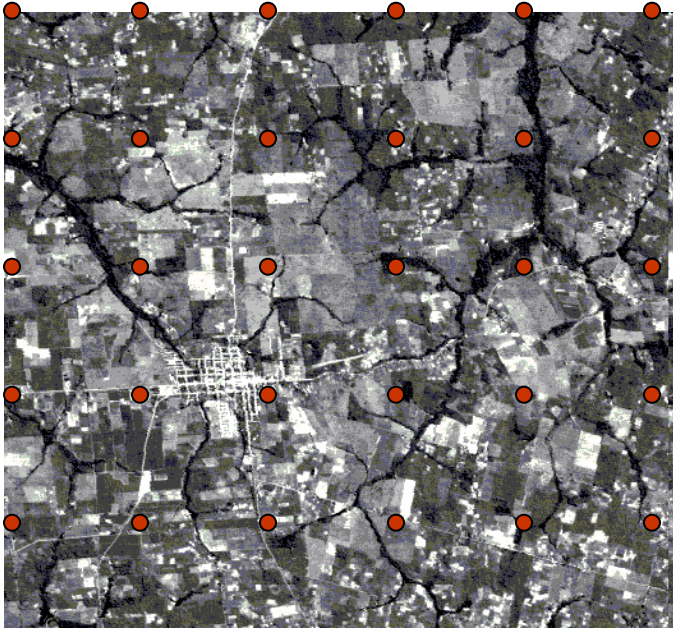
Estrutura da paisagem

- **Paisagem: conjunto interativo de manchas, corredores e matrizes**
- **Objetivo da ecologia da paisagem:
investigar a influência de padrões espaciais sobre os processos ecológicos**

Estrutura da paisagem

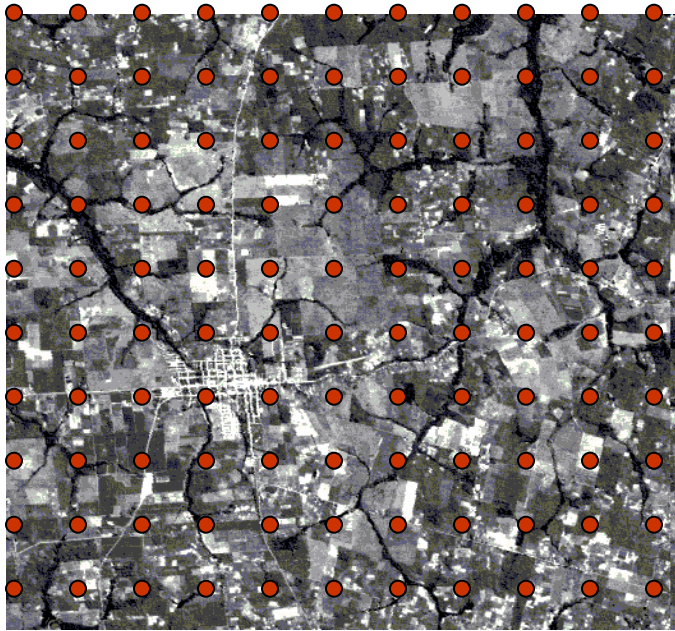
- **necessidade de um estudo quantitativo da estrutura da paisagem**
- **as imagens de satélite e o geoprocessamento vão oferecer os meios para este estudo quantitativo:**
 - **acesso a amplas áreas**
 - **facilidade de tratamento**
 - **repetitividade dos dados**

Heterogeneidade da paisagem com dados contínuos



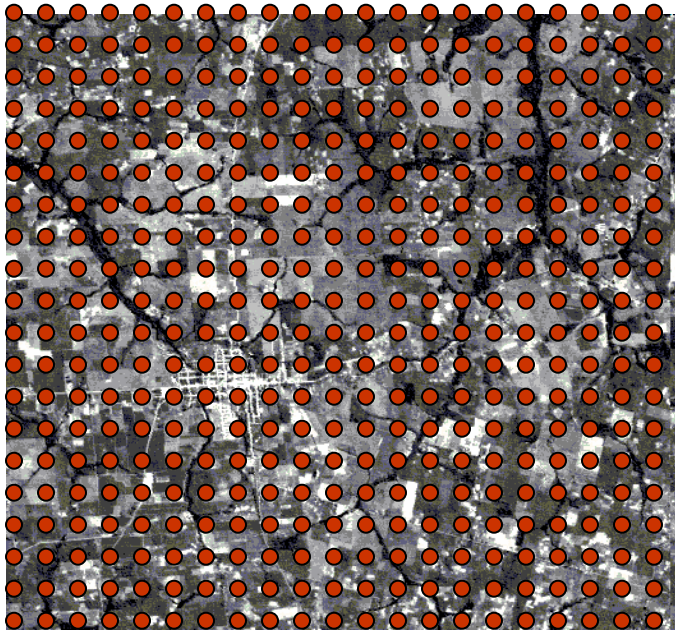
- Point-data analysis
- Dados:
 - variáveis contínuas
 - ex.: NDVI, DN das bandas
- Métricas (geoestatística):
 - auto-correlação espacial (correlogramas, semivariogramas)
 - kriging
 - wavelet

Heterogeneidade da paisagem com dados contínuos



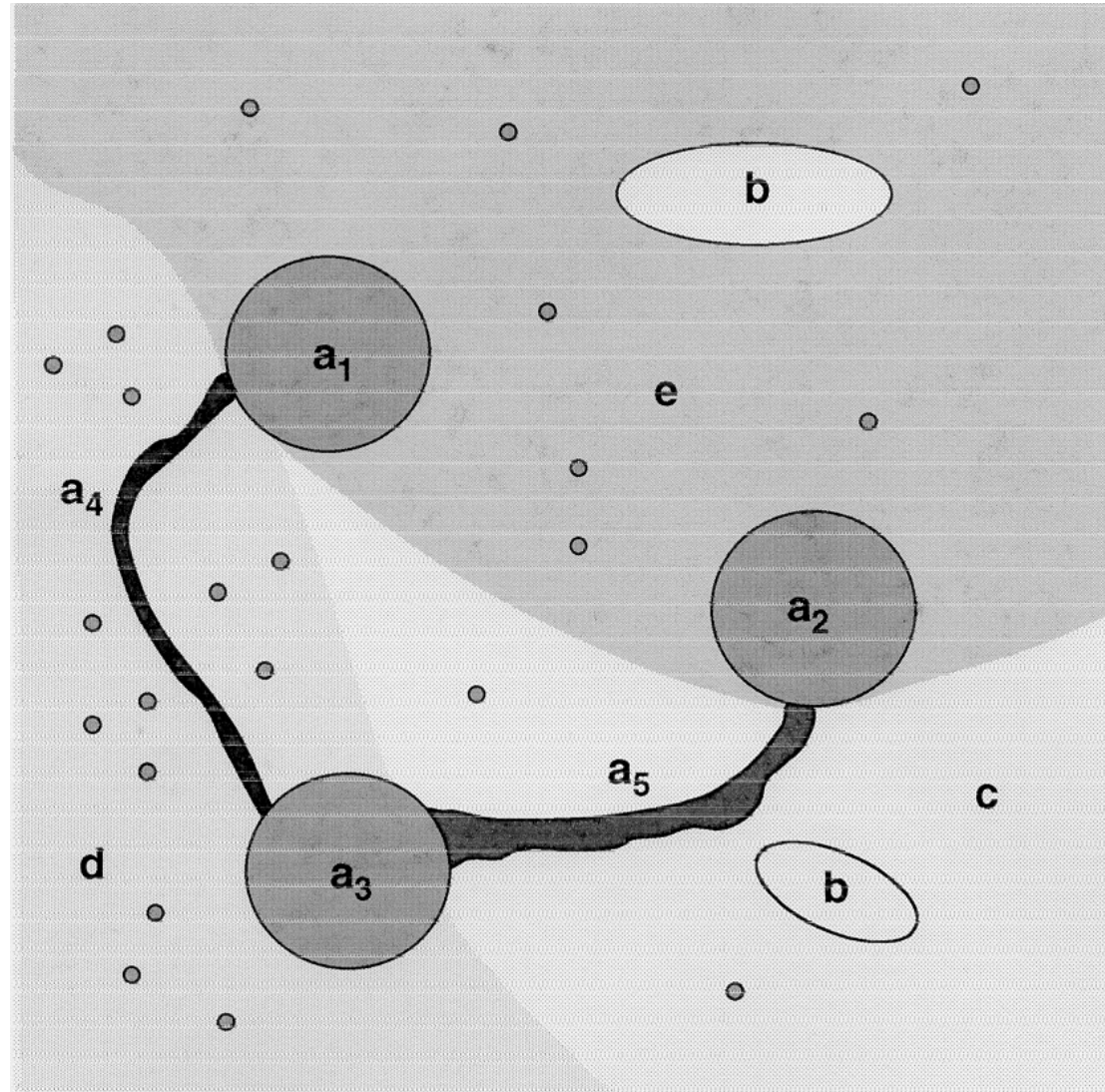
- Point-data analysis
- Dados:
 - variáveis contínuas
 - ex.: NDVI, DN das bandas
- Métricas (geoestatística):
 - auto-correlação espacial (correlogramas, semivariogramas)
 - kriging
 - wavelet

Heterogeneidade da paisagem com dados contínuos

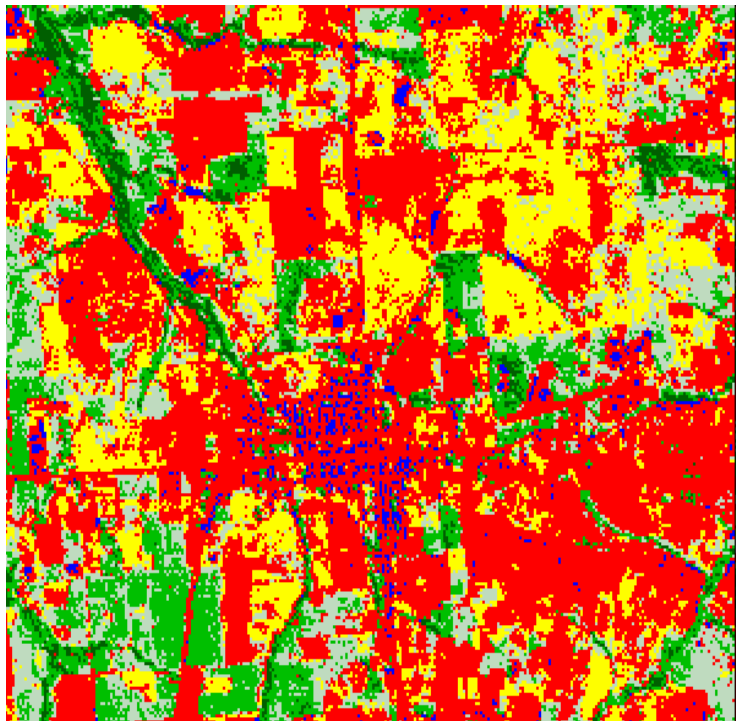


- Point-data analysis
- Dados:
 - variáveis contínuas
 - ex.: NDVI, DN das bandas
- Métricas (geoestatística):
 - auto-correlação espacial (correlogramas, semivariogramas)
 - kriging
 - wavelet

Mancha-corredor-matriz



Heterogeneidade da paisagem com dados categóricos

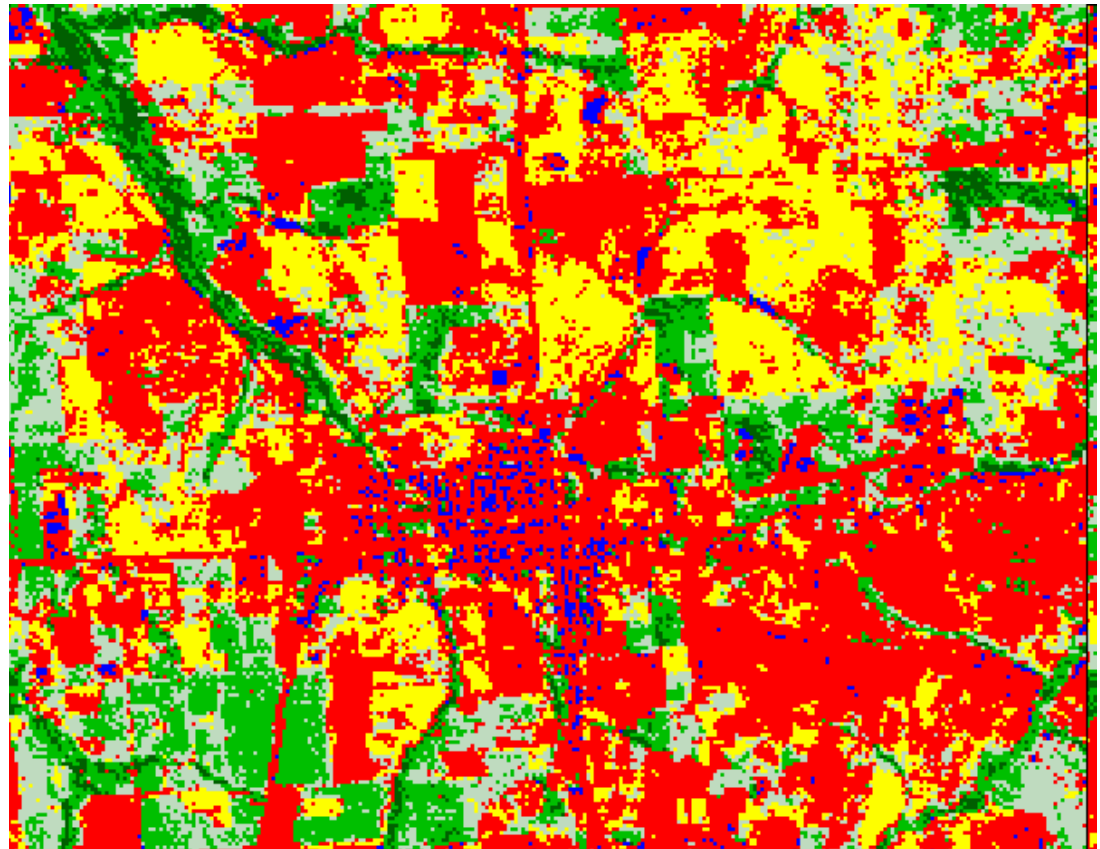


- Categorical analysis
- Dados:
 - variáveis discretas
 - ex.: imagens classificadas
- Métricas:

Índices de heterogeneidade, fragmentação, isolamento, conectividade....

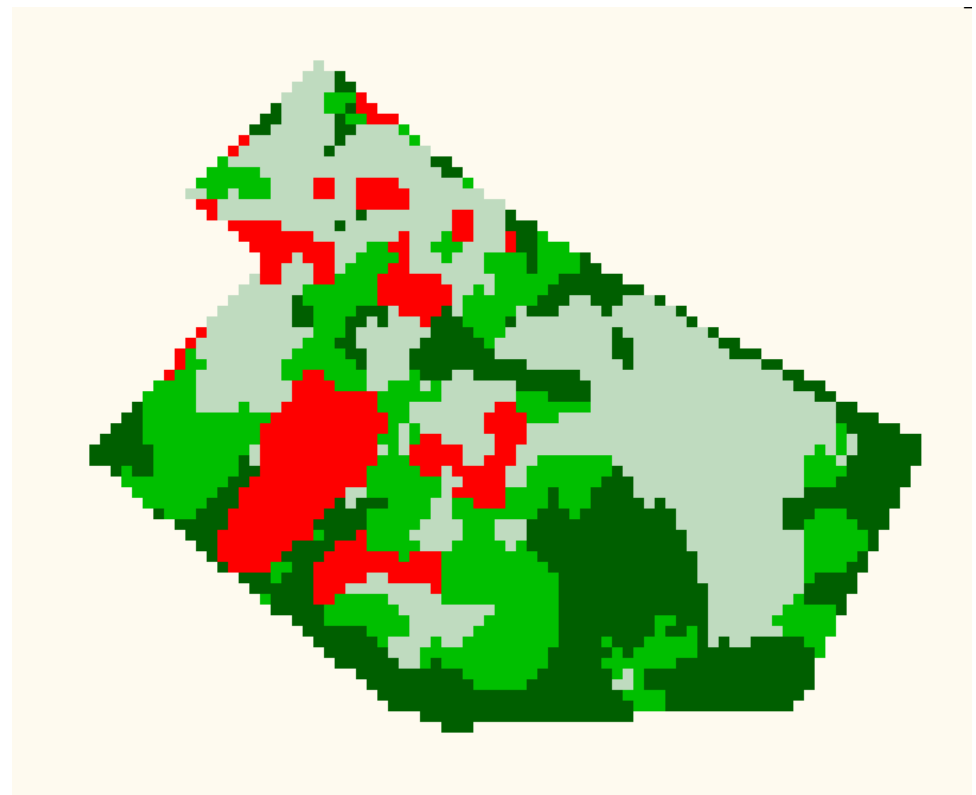
Heterogeneidade da paisagem com dados categóricos

- Relacionado com a composição e disposição das unidades da paisagem (classificações, mapas, interpretações de fotos)



Heterogeneidade da paisagem com dados categóricos

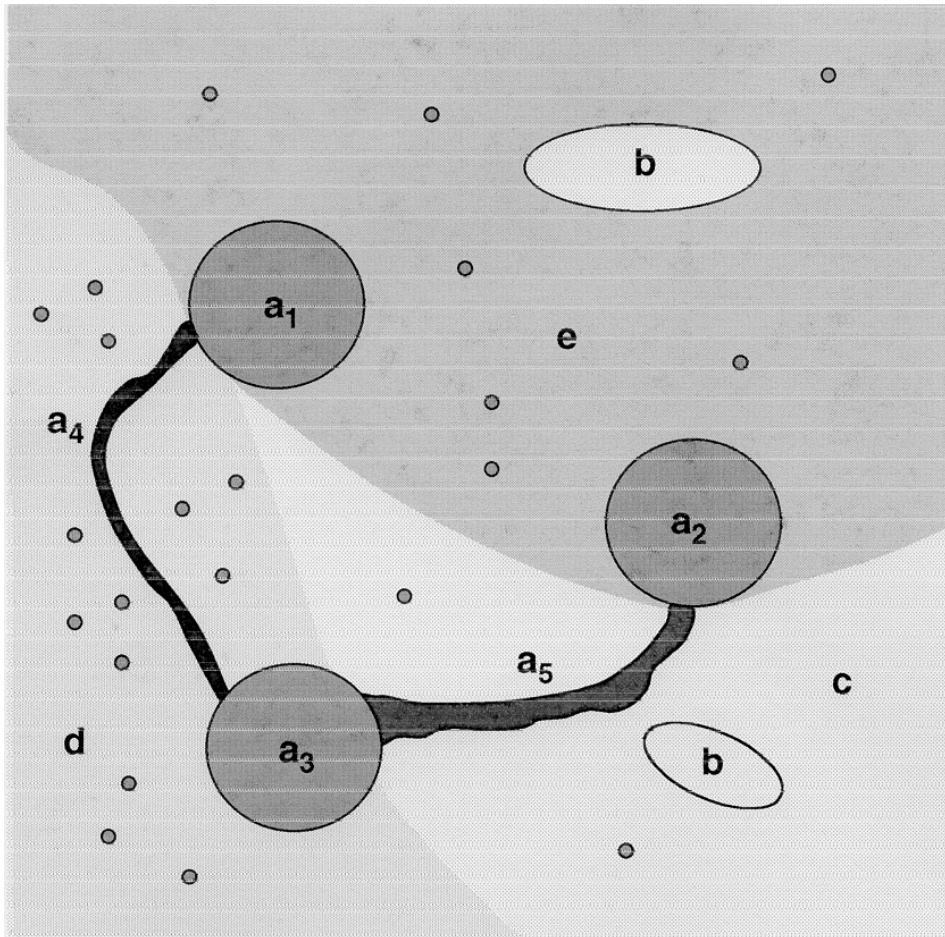
- Relacionado com a composição e disposição das unidades da paisagem (classificações, mapas, interpretações de fotos)



Parâmetros de Estrutura da paisagem

- Parâmetros de composição:
 - riqueza;
 - proporção de área ocupada
 - diversidade e dominância espacial
- Parâmetros de disposição:
 - heterogeneidade espacial
 - fragmentação
 - isolamento
 - conectividade

Estrutura da paisagem: conceito de patch-corridor-matriz



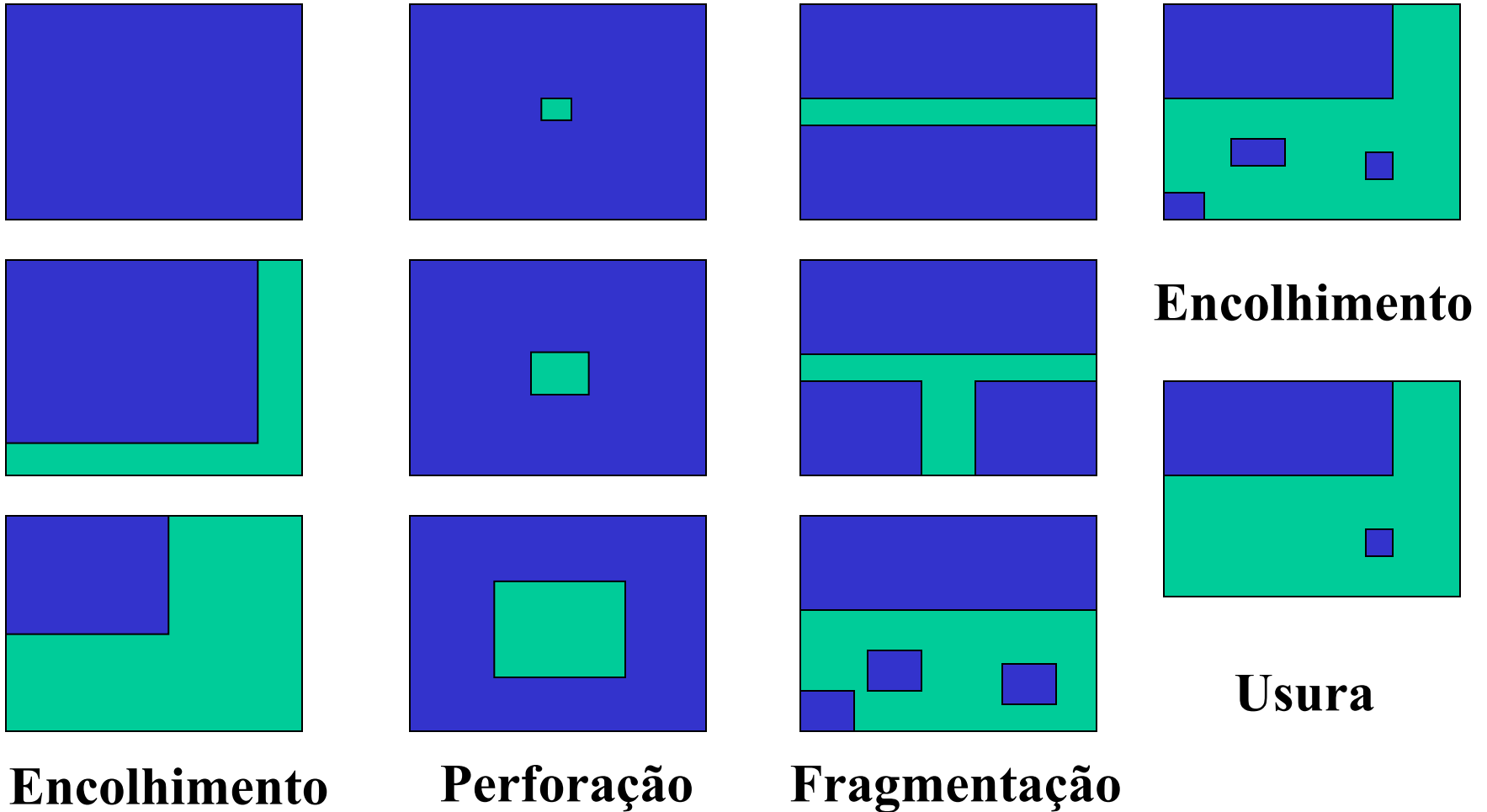
Numa determinada escala:

Mancha. Área homogênea, restrita e não-linear da paisagem que se distingue das unidades vizinhas.

Corredor. Área homogênea e linear da paisagem que se distingue das unidades vizinhas.

Matriz. Unidade dominante da paisagem (espacial e funcionalmente);
ou conjunto de unidades de não-habitat.

O exemplo da fragmentação: um dos processos de alteração da paisagem



Fragmentação

**Ruptura na
continuidade**

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

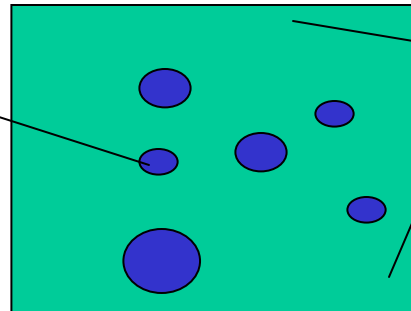
No fragmento

(efeito local):

- diminuição de área



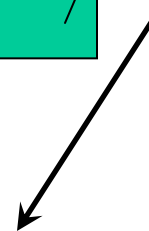
Aumento do risco
de extinção local



Na paisagem

(efeito de contexto):

- aumento da bordas
- diminuição da conectividade



Diminuição das possibilidades
de recolonização local

= EXTINÇÃO

Diminuição da área de habitat e Extinção

- Quando a área do fragmento fica menor que a área mínima necessária para a sobrevivência de uma determinada população;
- Redução da heterogeneidade do habitat;
- Aumento da área sob efeito de borda;
- Intensificação das competições inter e intra específicas devido à escassez de recursos;
- Extinções secundárias, devido ao desaparecimento de espécies-chave;
- Aumento dos riscos de extinções estocásticas.

Diminuição da área de habitat e Extinção

A variação da riqueza em função da área do fragmento pode ser modelizada a partir da equação logística:

$$S = c A^z,$$

S: riqueza específica

A: área do fragmento

c e z são duas constantes

Para um z médio de 0.30, espera-se uma perda de 10% da riqueza (S) quando a área (A) do fragmento é dividida por dois; ou 50% a menos quando 90% do habitat desaparece.

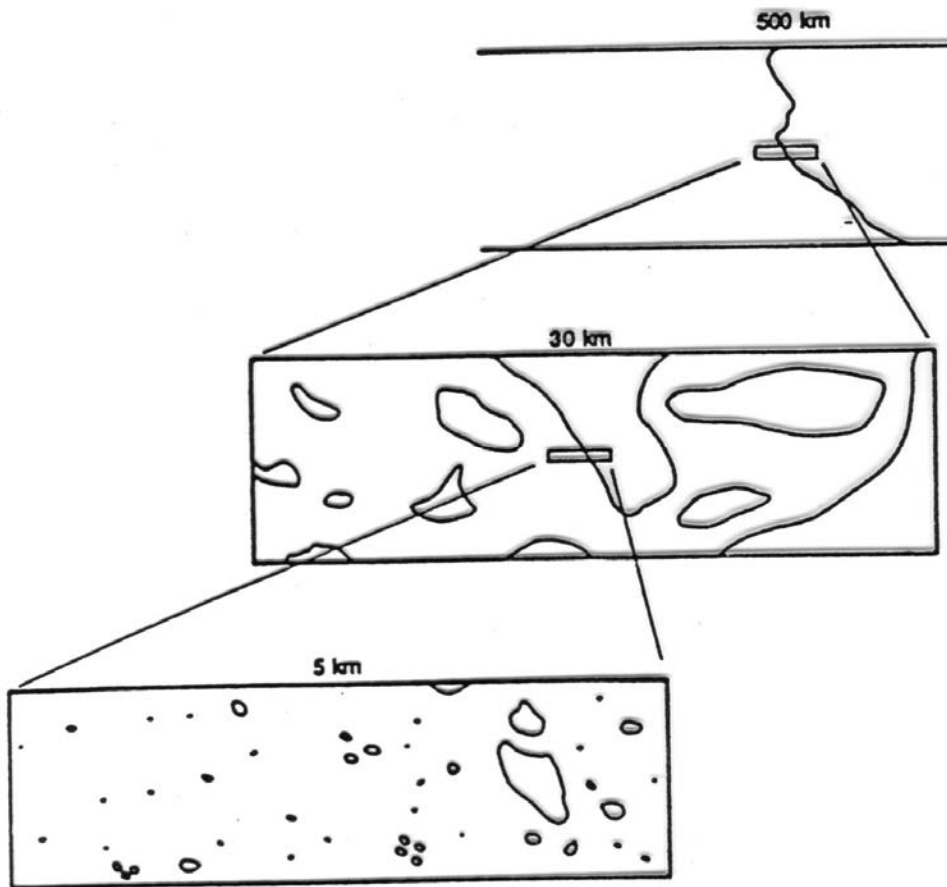
Efeito de contexto 1: borda

Definições

(1) - Estrutural: Áreas de transição (gradiente) ou de contato (brusco) entre diferentes unidades da paisagem.

(2) - Funcional: Áreas onde a intensidade dos fluxos muda de forma brusca.

Borda e escala



- A definição de borda depende da escala

Borda, contato e ecótono

- Nem toda borda é um ecótono

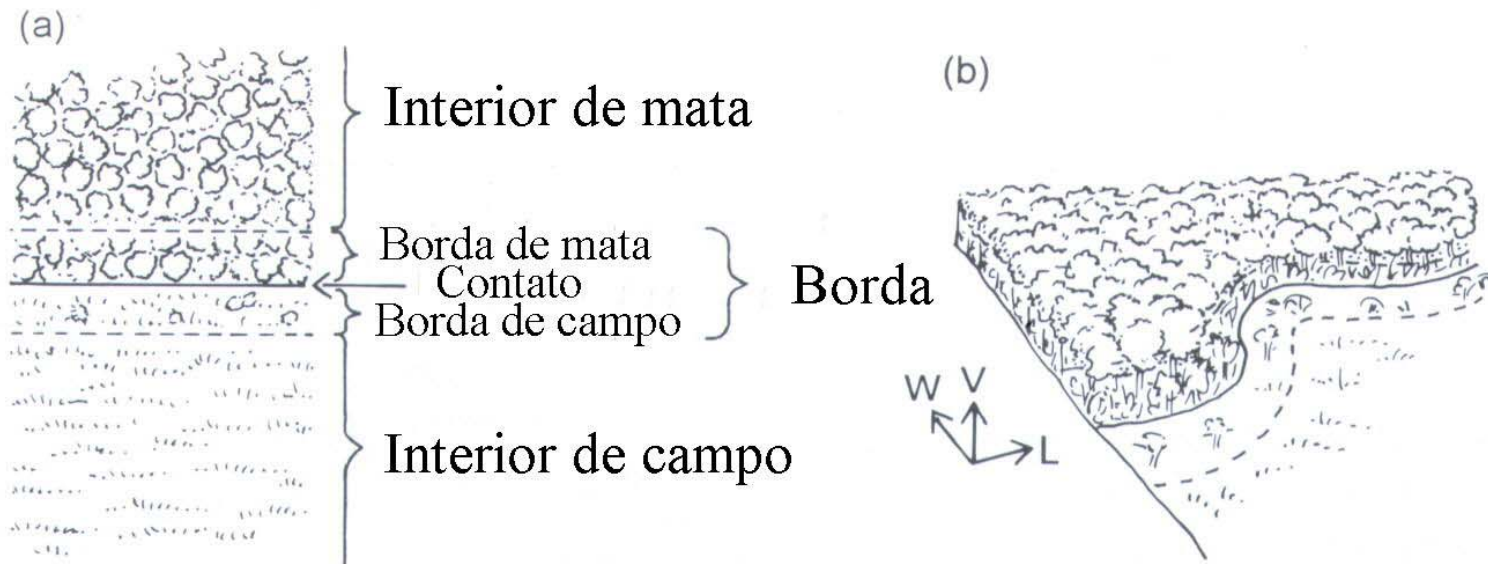


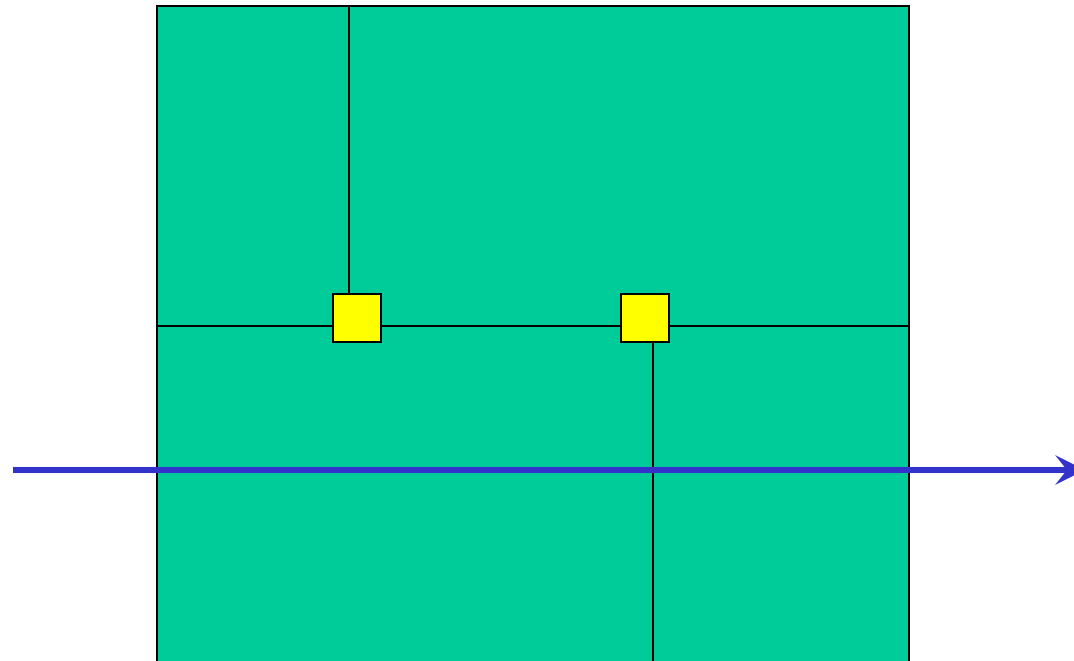
Fig. 3.4. Spatial relationships of boundary, border, and edges. Adapted from Forman & Moore (1992). W = width dimension of edge; V = vertical; L = length.

Definição de ecótono

- "Zone of transition between adjacent ecological systems, having a set of characteristics uniquely defined by space and time scales and by the strength of the interactions between adjacent ecological systems" (Holland 1988).
- É uma área de ativa interação onde aparecem mecanismos que **não existem nos sistemas adjacentes (Décamp and Naiman 1990)**

Funções das bordas/ecótonos

1. *Filtro seletivo* : neutro



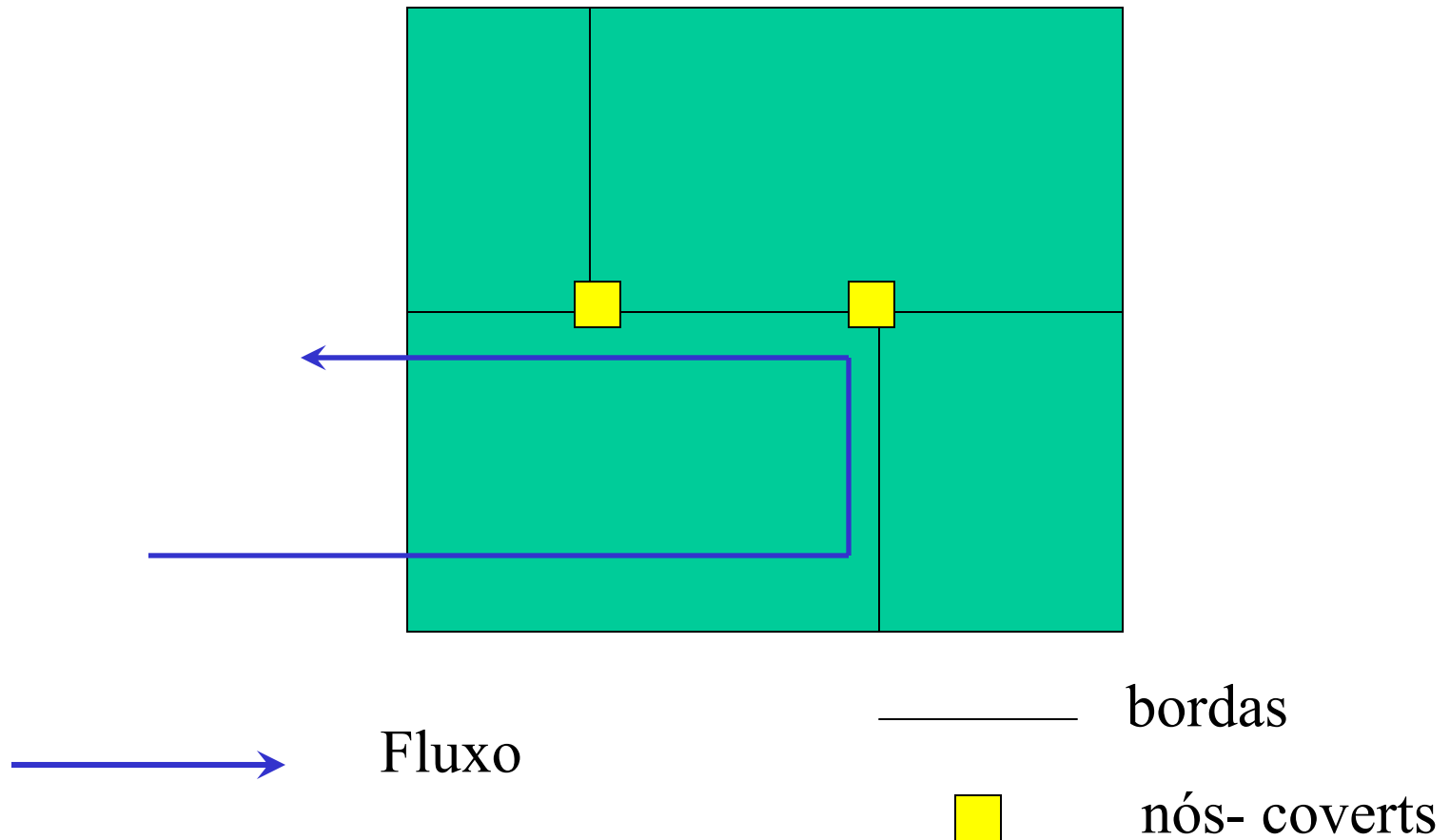
→ Fluxo

— bordas

■ nós-coverts

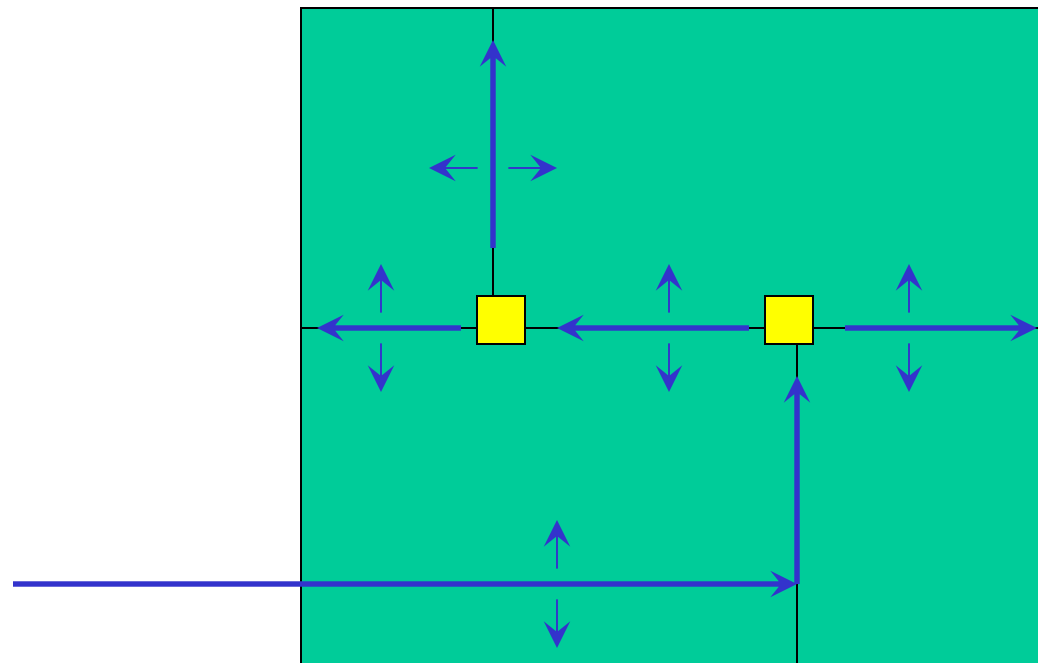
Funções das bordas/ecótonos

1. *Filtro seletivo* : inibidor



Funções das bordas/ecótonos

1. *Filtro seletivo* : facilitador



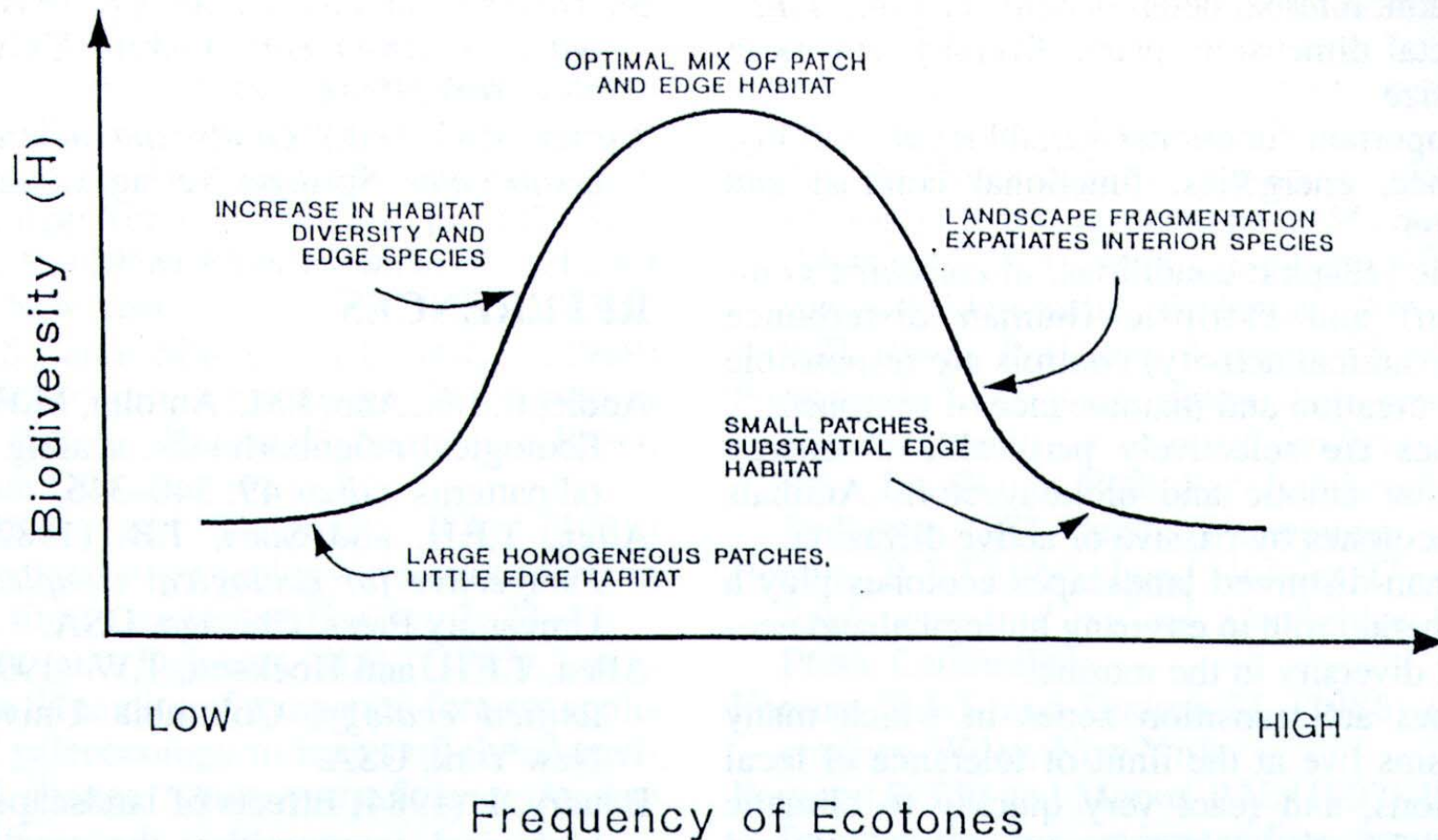
→ Fluxo

— bordas

■ nós-coverts

Funções das bordas/ecótonos

- concentração de riqueza e densidade biológica



Funções das bordas/ecótonos

- áreas de convergência de recursos



Funções das bordas/ecótonos

- áreas
armadilhas

Efeito de contexto 1: borda

Funções:

- filtro seletivo
- concentração de riqueza e densidade biológica
- áreas de convergência de recursos
- áreas armadilhas
- áreas de modificação de características abióticas e bióticas

Síntese:

- A paisagem pode ser vista como um *complexo de diferentes tipos de bordas e áreas internas*
- A borda é na realidade o *espelho da influência de uma unidade sobre a outra* (ela traduz a importância do contexto espacial)

Efeito de contexto 2: conectividade

Definição :

capacidade de uma paisagem facilitar fluxos entre os seus elementos

Componentes :

- os corredores
- permeabilidade da matriz
- os “stepping stones”
- proximidade (percolação)

Os corredores

Os *corredores* correspondem a estruturas lineares da paisagem que diferem das unidades vizinhas e que ligam pelo menos dois fragmentos de habitat anteriormente unidos.

Funções presumíveis dos corredores:

- *facilitar fluxos* hídricos e biológicos na paisagem;
- *reduzir os riscos de extinção* local e *favorecer as recolonizações* (ou o efeito de resgate), aumentando assim a sobrevivência das metapopulações;
- *suplemento de habitat* na paisagem;
- *refúgio* para a fauna quando ocorrem perturbações;
- *facilitar a propagação de algumas perturbações*, tais como o fogo ou certas doenças.

Os corredores

Do habitat corridors provide connectivity ?

Review

Paul Beier and Reed Noss

Conservation Biology 12: 1241-1252 (1998)

Corridors in all 1980-1997 volumes of:

Auk, Biological Conservation, Condor, Conservation Biology, Ecological Applications, Ecology, Journal of Mammalogy, Journal of Wildlife Management, Wildlife Society Bulletin, Wilson Bulletin.

Os corredores

Estudos observacionais com parâmetros populacionais:

Autor	Especie	Var. dependente	Resultado	Var. correlacionada
Arnold et al. 1991	kangaroo	abundância e frequência	não são importantes	área do fragmento e isolamento
Date et al. 1991	pigeons	abundância e frequência	não são importantes	área do fragmento, isolamento e altitude
Dmowski & Kozakiewicz 1990	aves	abundância	são importantes	-
Dunning et al. 1995	pardal	taxa de colonização	são importantes	sem
Haas 1995	aves	taxa de imigração	são importantes	sem
MacClintock et al. 1997	aves	frequência e diversidade	são importantes quando comparado com reserva	não estudou fragmentos isolados
Saunders & de Ribeira 1991	aves	taxa de imigração	são importantes	área do fragmento e isolamento

Os corredores

Estudos experimentais com parâmetros populacionais:

O experimento é a construção ou destruição de corredores num “before-after-control-impact-pair design” com ou sem réplicas.

Resultados:

- apenas 4 experimentos foram encontrados;
- todos atestam uma influência positiva dos corredores: na estrutura da população do *mountain pygmy-possum* (Mansergh & Scotts 1989), na estabilidade de populações de aves (Machtans et al. 1996, Schmiegelow et al. 1997) e na abundância de pequenos roedores (La Polla & Barret 1993)

Os corredores

Estudos observacionais com parâmetros de movimentação:

Resultados:

- 17 estudos foram encontrados;
- 4 trabalharam apenas com a presença dos animais nos corredores;
- 6 estudos relatam presença e residência;
- Apenas 6 estudos apresentaram evidências de passagem, e em todos os casos parece que a passagem é grande o suficiente para beneficiar as populações (em alguns casos, a passagem é principalmente de juvenis);
- apenas dois destes trabalhos mostraram que não havia passagem pela matriz (passagem preferencial pelo corredor)

Os corredores

Estudos experimentais com parâmetros de movimentação:

Resultados:

- 4 estudos foram encontrados;
- todos os estudos são de micro-escala;
- usam animais deslocados para os corredores ou para minúsculos patches;
- Os corredores parecem favorecer o deslocamento, porém estes resultados são de difícil transposição para a escala da conservação.

Os corredores

Evidências sobre os impactos negativos dos corredores:

Resultados:

- 3 estudos foram encontrados;
- Downes et al. (1997b) acharam que a abundância do rato (*Rattus rattus*) é grande em corredores e que isso pode prejudicar o rato nativo (*Rattus fuscipes*).
- Stoner (1996) mostrou que o bugio (*Alouatta palliata*) em corredores apresentava mais parasitas do que o bugio em grandes fragmentos (na Costa Rica).
- Seabrook & Dettmann (1996) mostraram que havia mais de um certo sapo venenoso e exótico (*Bufo marinus*) nos corredores ao longo de estrada e que eles usavam estes corredores para dispersar na Austrália
- Porém, em todos estes casos trata-se de espécies que dispersam por ambientes alterados, e não foi feita uma comparação com a movimentação na matriz

Os corredores

Conclusão:

- Ainda não há uma resposta geral para a pergunta: do corridors provide connectivity? A resposta depende da espécie... (mas quais ?)
- Dos 12 trabalhos com delineamento mais bem estruturado, 10 mostram claras evidências de que os corredores promovem conectividade e aumentam a viabilidade das populações e são assim úteis em termos de conservação;
- Nenhum estudo demonstrou os efeitos negativos.
- A atitude mais segura é de manter os corredores, já que os ambientes naturais estavam conectados.

A matriz

Existem duas definições de matriz:

1. A *matriz* é a unidade da paisagem funcionalmente (e em geral, espacialmente) dominante (*i.e.*, a unidade que controla a dinâmica da paisagem).

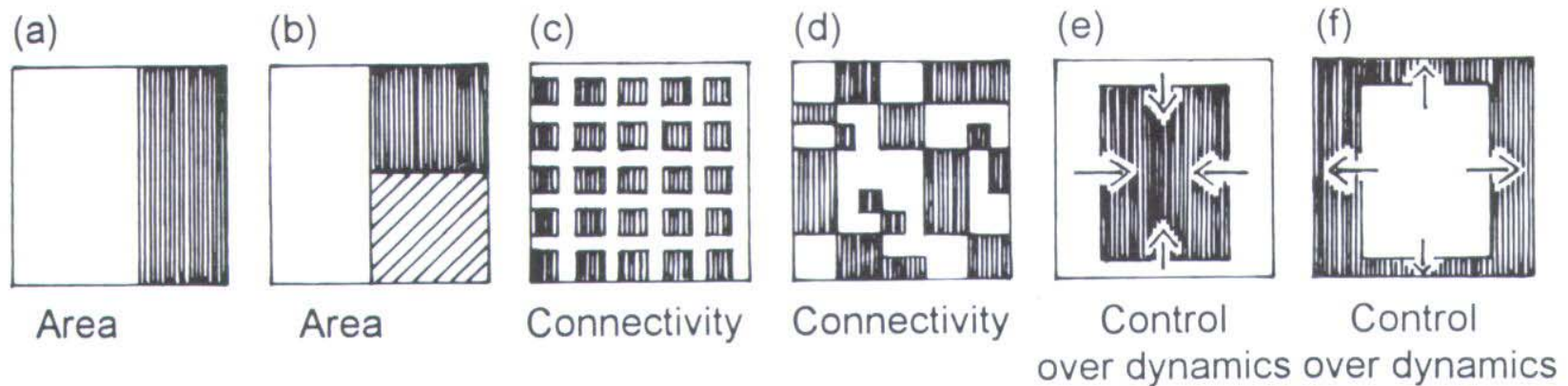
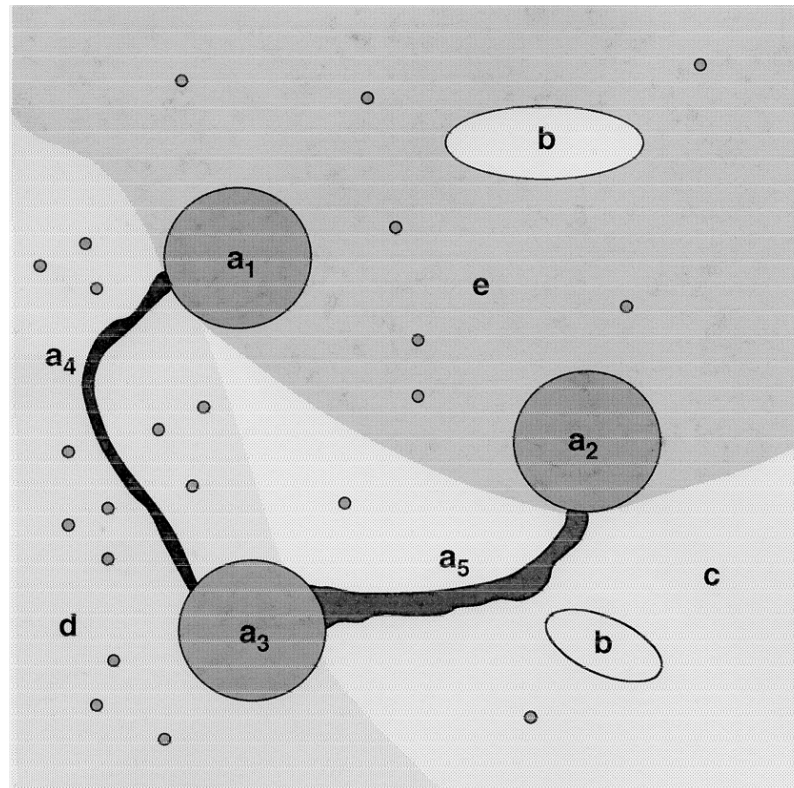


Fig. 8.13. Characteristics determining the matrix of a landscape. White land-use type is the matrix, and covers 60% of (a), 45% of (b), and 50% of the others. Arrows indicate net direction of flows. The key factor determining the matrix is indicated for each grid.

A matriz

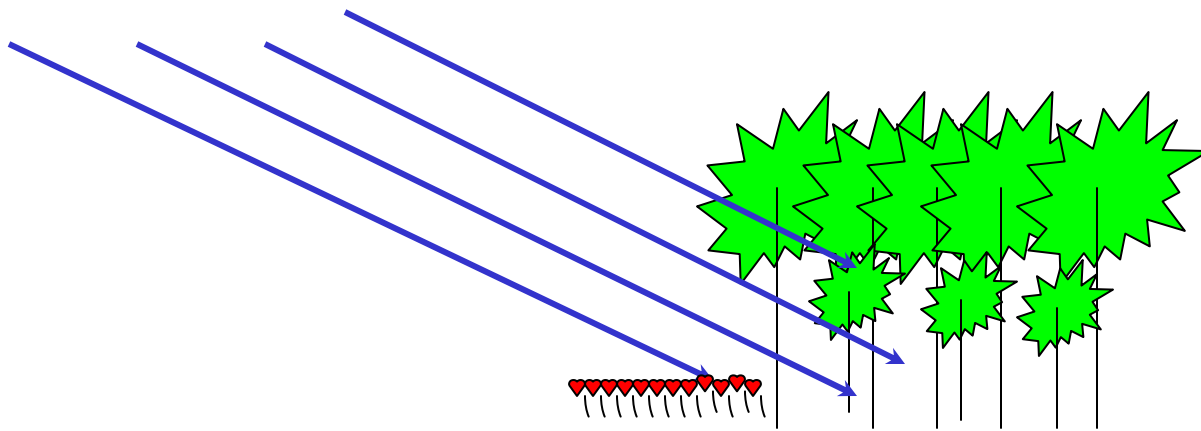
2. A *matriz* é uma área heterogênea, contendo uma variedade de unidades de não-habitat que apresentam condições mais ou menos favoráveis às espécies do habitat estudado.



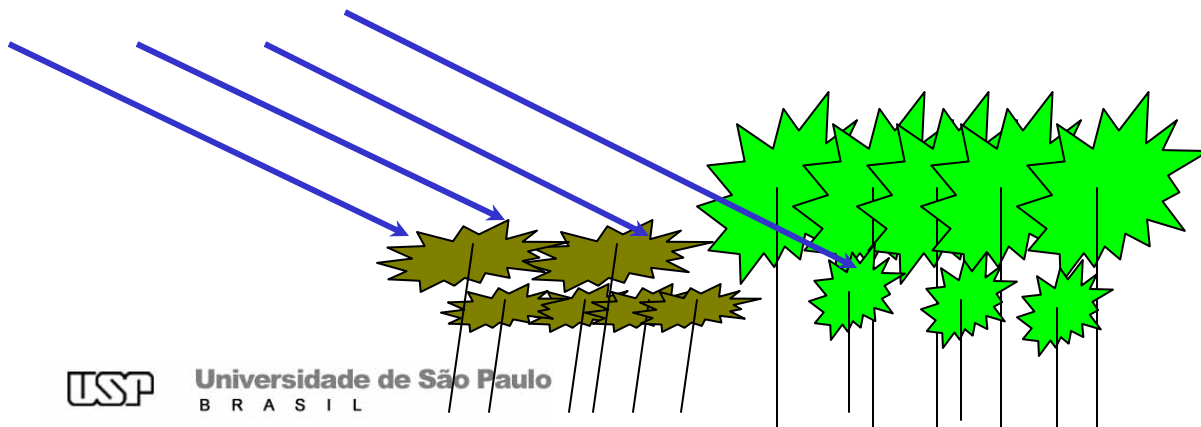
A matriz

Funções da matriz:

- 1. Pode influenciar a largura do efeito de borda



Maior
mortalidade



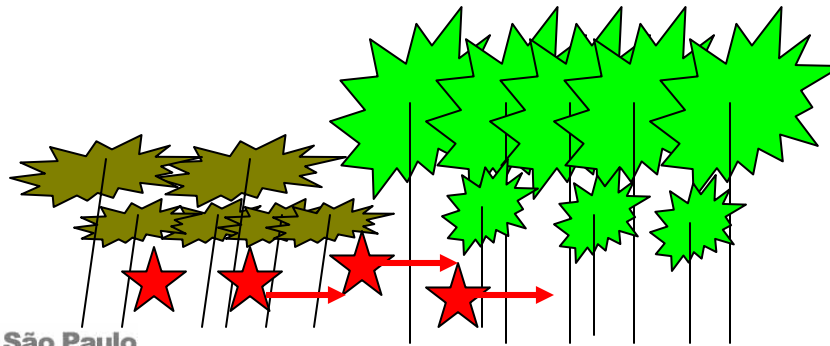
Menor
mortalidade

A matriz

Funções da matriz:

- 2. Pode funcionar como fonte de perturbação e favorecer o desenvolvimento de espécies generalistas, predadoras e parasitas invasoras

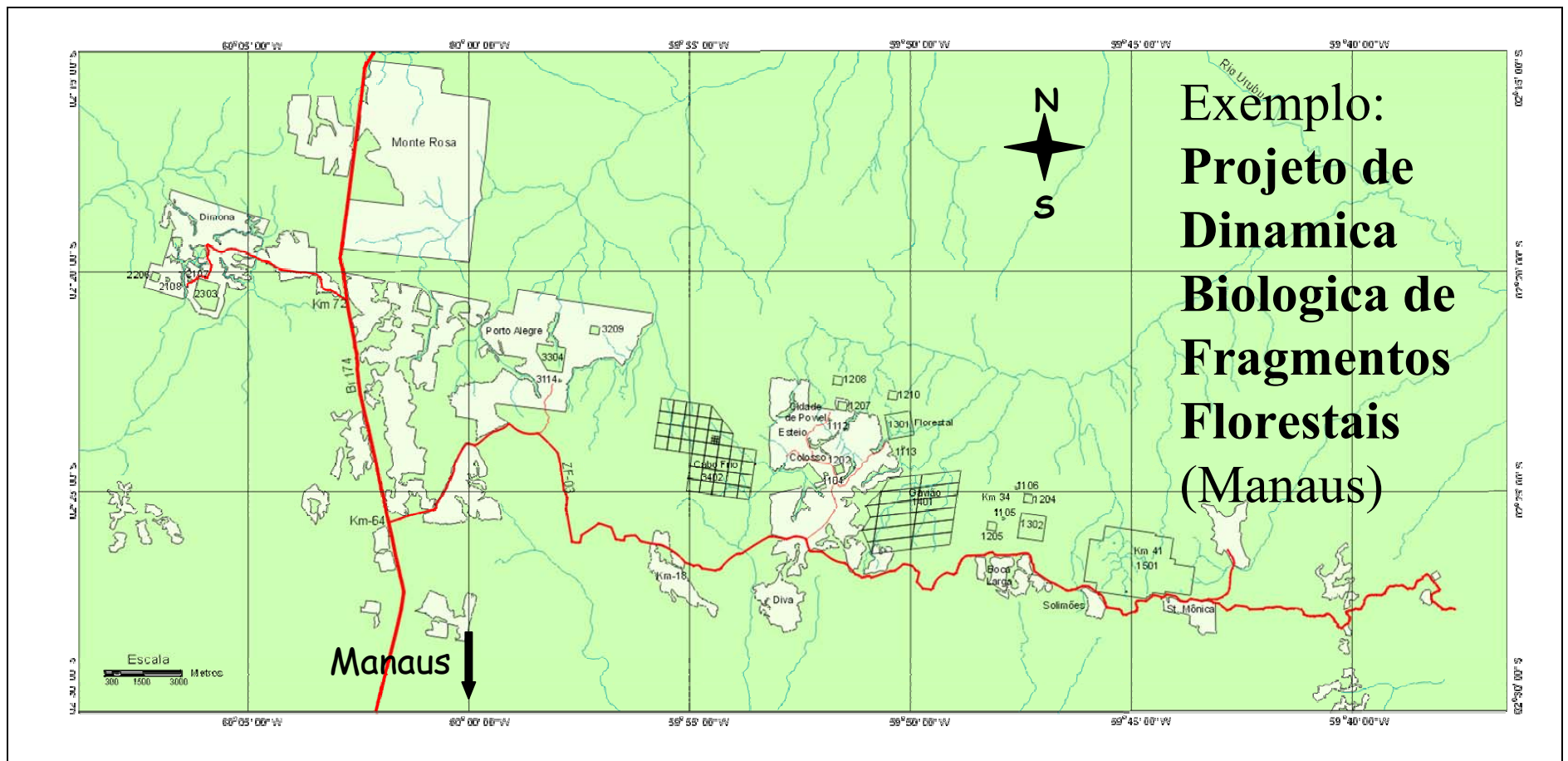
Estas espécies agem principalmente nas bordas dos fragmentos de habitat e participam na extinção de espécies deste habitat.



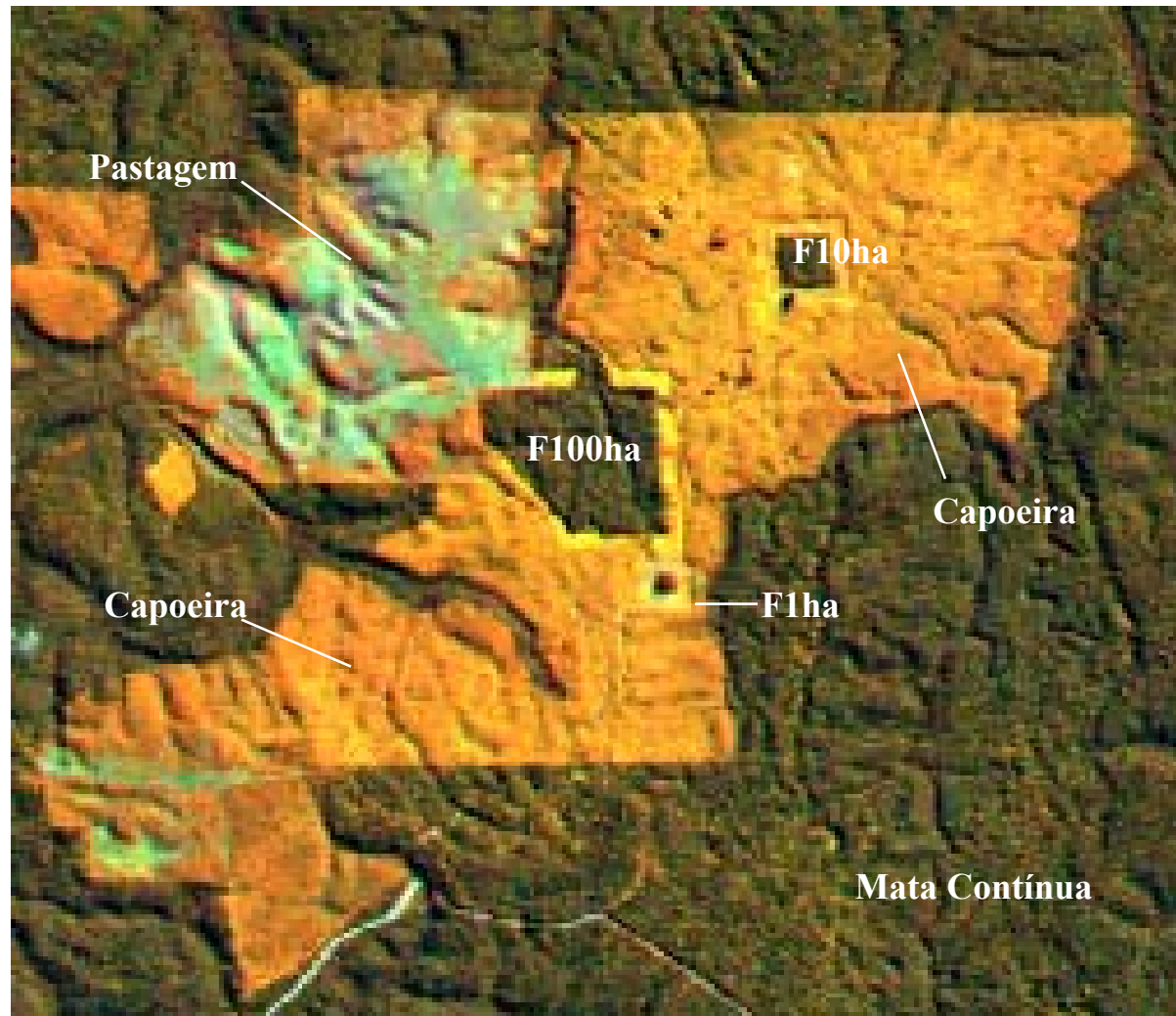
A matriz

Funções da matriz:

- 3. Filtro seletivo (não é uma barreira absoluta) para a movimentação das espécies



A matriz



A matriz

Resposta à fragmentação de diferentes grupos taxonômicos
(Gascon et al. 1999, *Biological Conservation* 91: 223-229):

Grupo taxonômico	Variação da riqueza	Perda de espécies nativas	Invasão de espécies da matriz
Aves	Diminuiu	Alta	Nenhuma
Anfíbios	Aumentou	Nenhuma	Moderada
Pequenos mamíferos	Aumentou	Nenhuma	Moderada
Formigas	Diminuiu	Alta	Nenhuma

A matriz

- muitas espécies de mata são encontradas na matriz

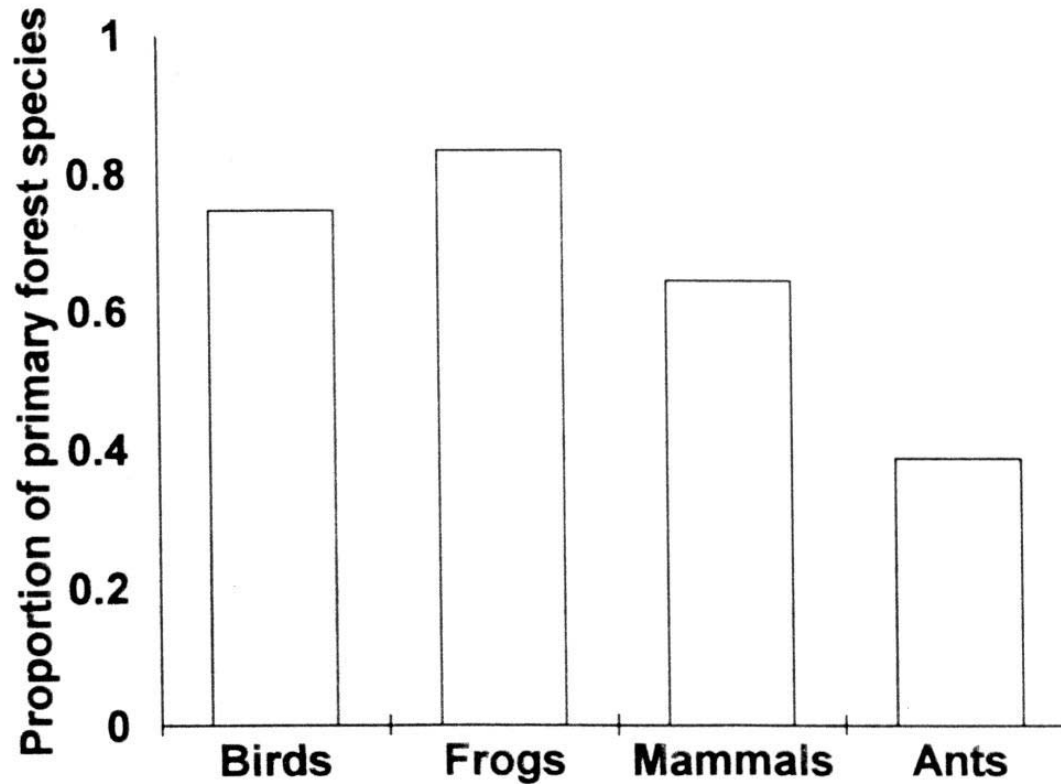


Fig. 2. Proportions of nominally primary-forest species that have been encountered in matrix habitats in central Amazonia.

A matriz

O índice de vulnerabilidade (abundância no fragmento/abundância em mata contínua) está fortemente associado ao índice de abundância na matriz para os grupos de vertebrados

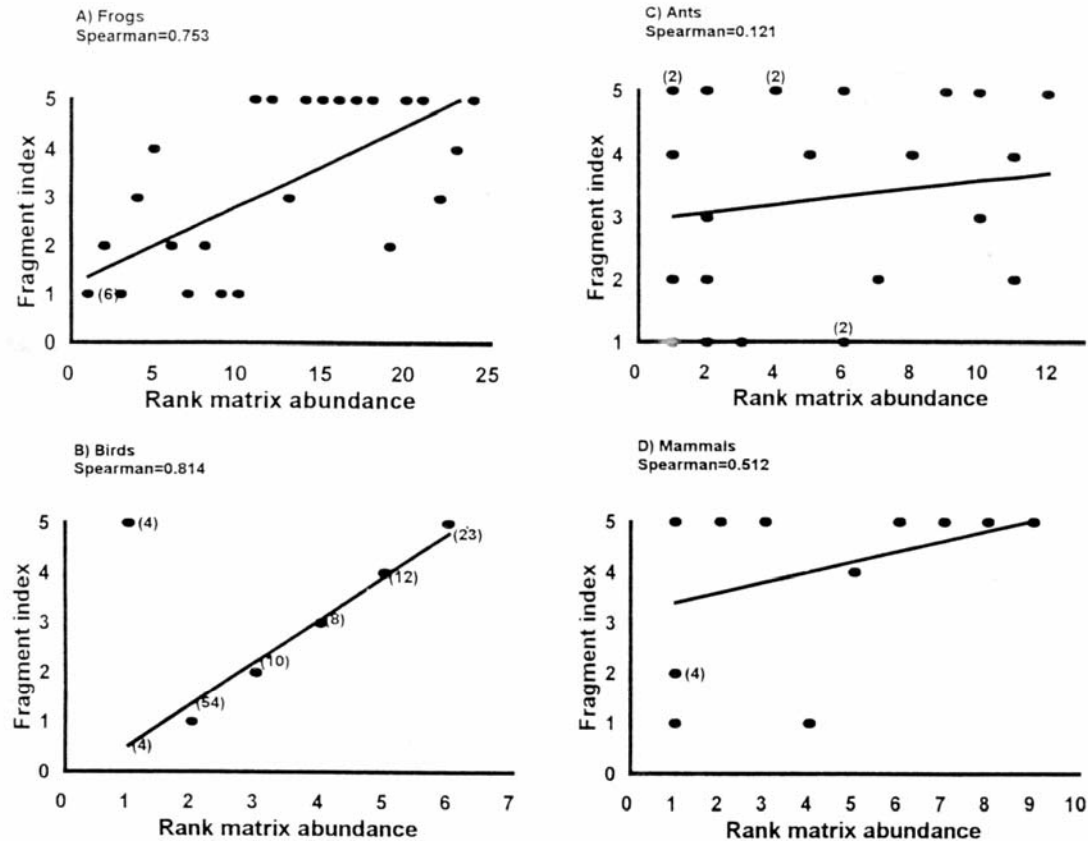


Fig. 4. Relationships between rank matrix abundance and the rank vulnerability of Amazonian species to forest fragmentation, for four different faunal groups. Fitted regression lines are for illustrative purposes only.

A matriz

Conclusão:

- “Matrix-tolerance model”: as espécies mais vulneráveis são as que menos suportam/usam habitats modificados (“matrix-vulnerability relationship”). (válido só para vertebrados ?)
- Não é mais possível ignorar a matriz pois:
 - As espécies reagem de forma diferente à fragmentação conforme a tolerância à matriz;
 - Para o mesmo grupo taxonômico, a fragmentação em diferentes matrizes leva a resultados diversos (ex.: colapso de pequenos mamíferos nas Guianas francesas vs aumento da diversidade e abundância no PDBFF).

Modelos de estrutura da paisagem - II

Qual é o efeito da permeabilidade da matriz inter-habitat no processo de ocupação dos fragmentos do PDBFF por algumas espécies de aves?

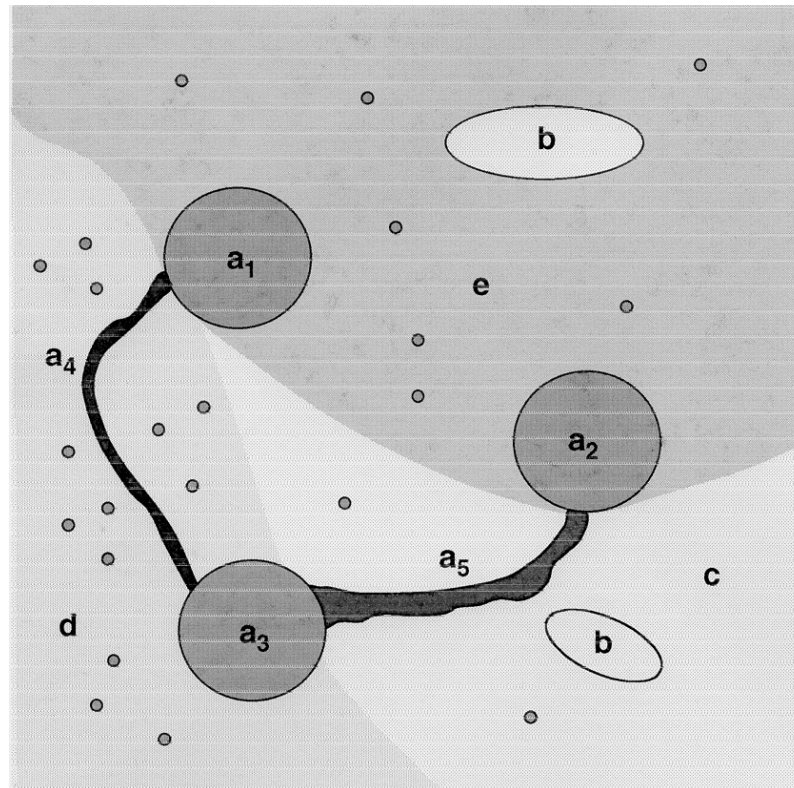
Dissertação de Mestrado

Marina Antongiovanni da Fonseca

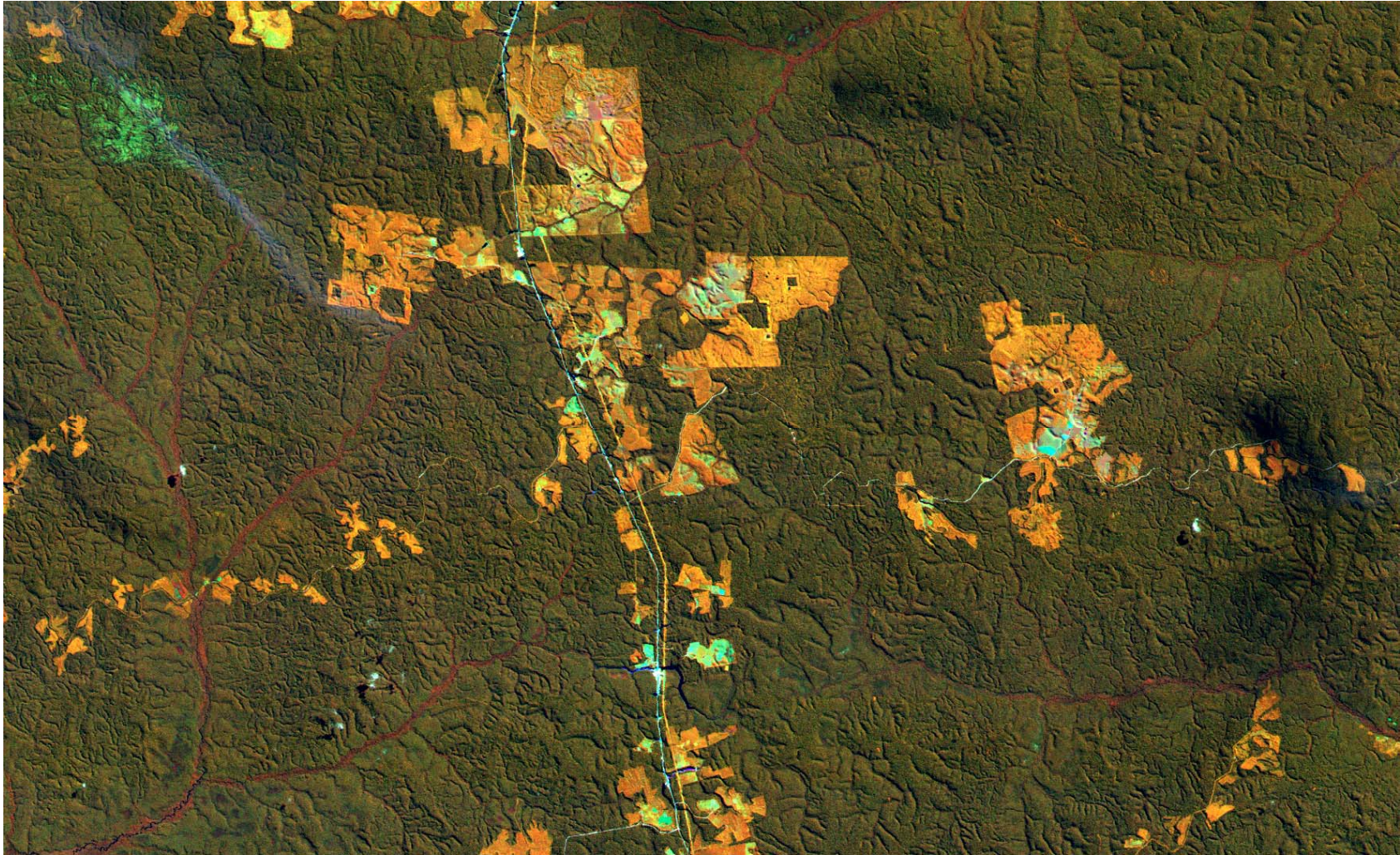
Orientação: Prof^o. Dr. Jean Paul Metzger

A matriz

A *matriz* é uma área heterogênea, contendo uma variedade de unidades de não-habitat que apresentam condições mais ou menos favoráveis às espécies do habitat estudado.



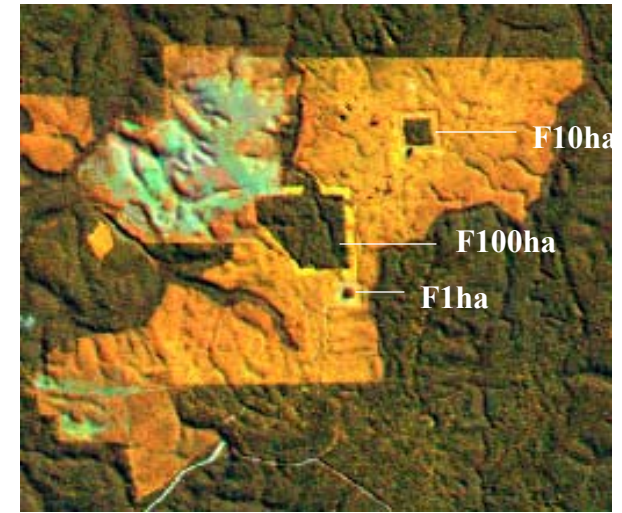
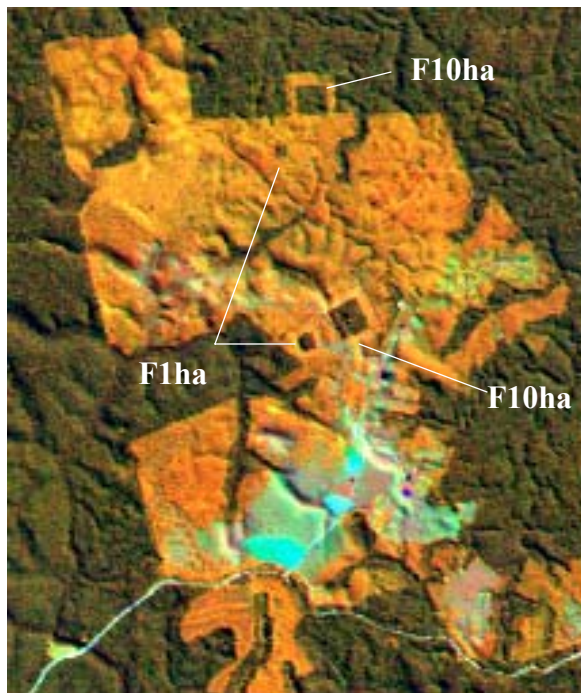
Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF)



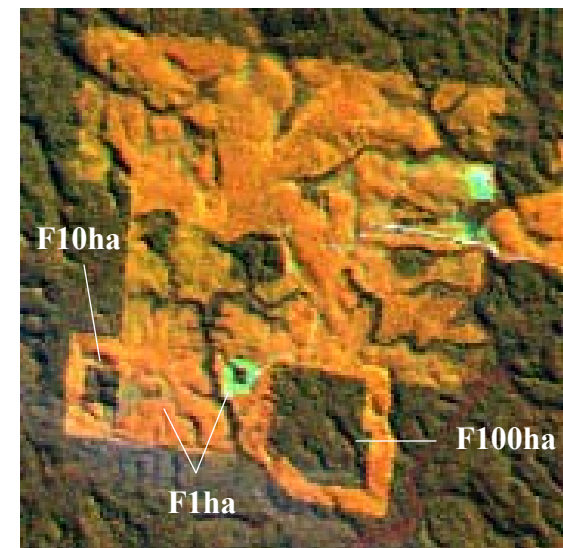
Introdução Geral

Fazenda Porto Alegre

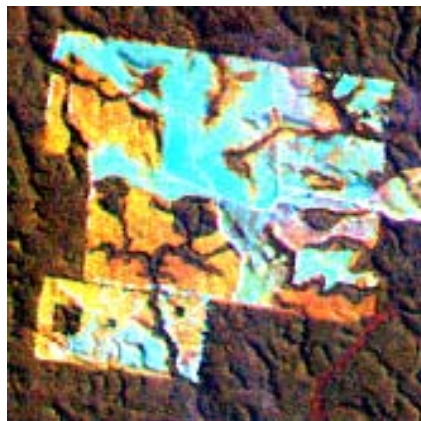
Fazenda Esteio



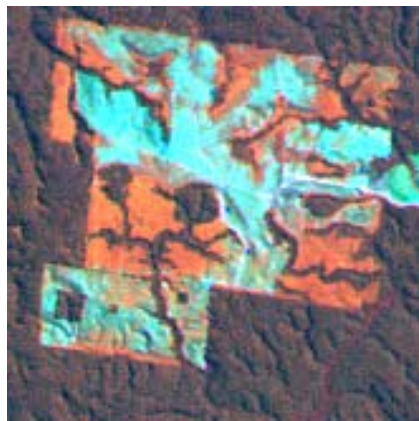
Fazenda Dimona



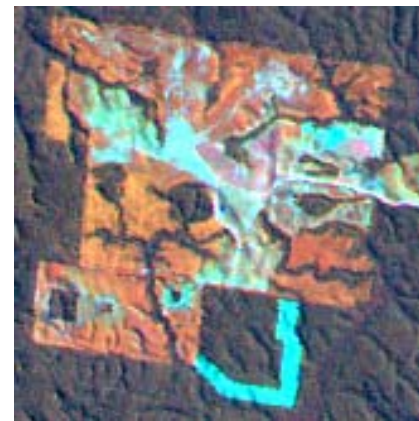
Sequência de imagens da Fazenda Dimona



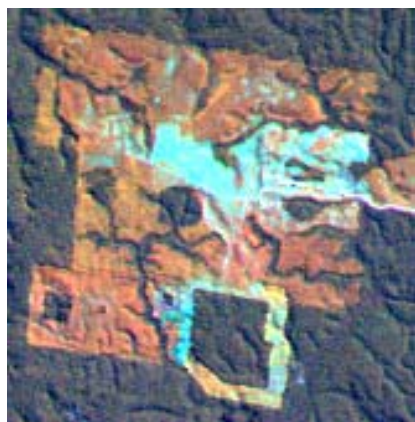
1986



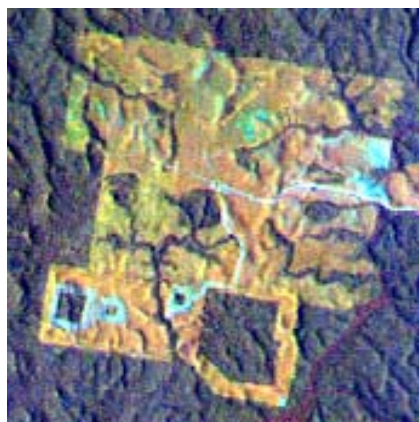
1988



1990



1992



1995

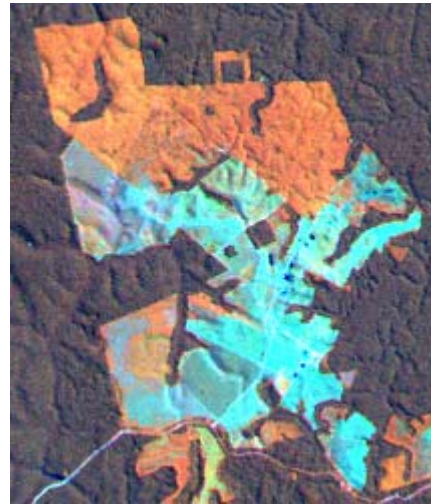


1997

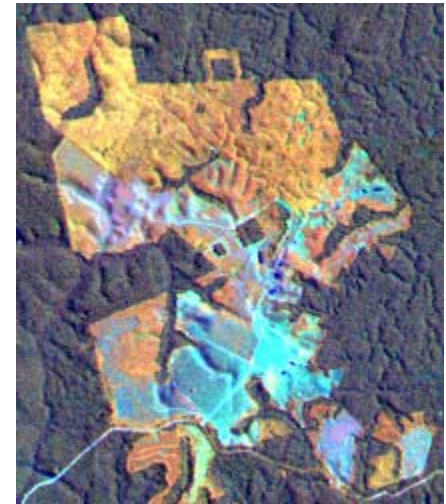
Introdução Geral



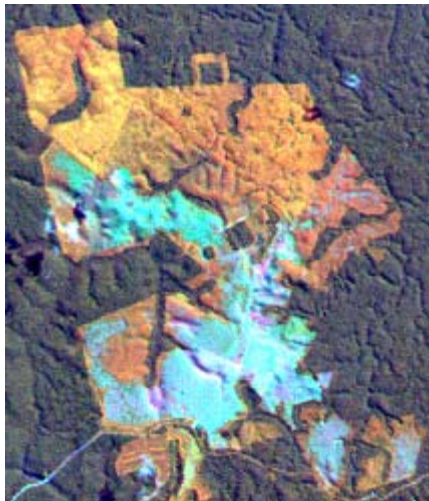
1986



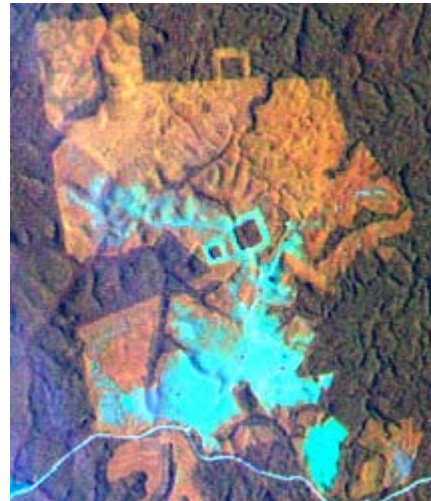
1988



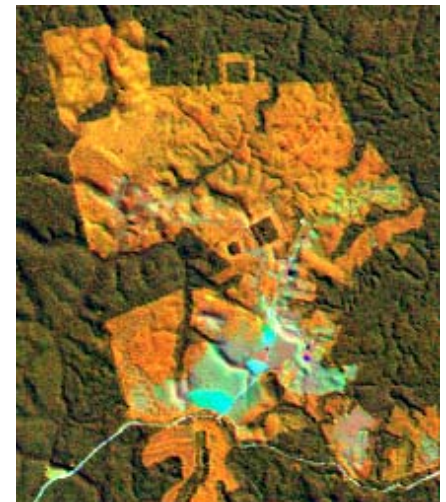
1990



1992



1995



1997



Universidade de São Paulo
BRASIL



LEPaC
Laboratório de Ecologia da Paisagem e Conservação - IB USP





Capoeiras de Cecrópia:

- áreas apenas com cortes da vegetação;
- indivíduos investem em crescimento em altura;
- mais altas, com dossel fechado e sub-bosque aberto;
- capoeiras com 5 anos já apresenta uma série de espécies de sucessão secundária;
- menor longevidade.



Capoeiras de Vismia:

- áreas com cortes e queimadas;
- indivíduos jovens com muitas ramificações laterais;
- dossel aberto e sub-bosque mais fechado;
- inibem a germinação de outras espécies, dominando a área;
- maior longevidade.

Área em regeneração com manchas de capoeiras jovens de cecrópia e vísmia e pastagem



Dossel de uma capoeira jovem de cecrópia

Mancha de uma capoeira jovem de vísmia

Área de pastagem em regeneração

Pastagem abandonada em regeneração



"Fragmentos circundados por *Cecropia* spp foram mais eficientemente recolonizados por aves florestais de sub-bosque do que fragmentos circundados por *Vismia* spp"

(Stouffer & Bierregaard 1995)

Fragmento	Distância	Método de Isolamento	Matriz
1ha	300	corte	Cecrópia
1ha	210	corte	Cecrópia
1ha	270	corte e queima	Vísmia
1ha	480	corte e queima	Vísmia
1ha	120	corte e queima	Vísmia
10ha	780	corte	Cecrópia
10ha	60	corte	Cecrópia
10ha	540	corte e queima	Vísmia
10ha	180	corte e queima	Vísmia

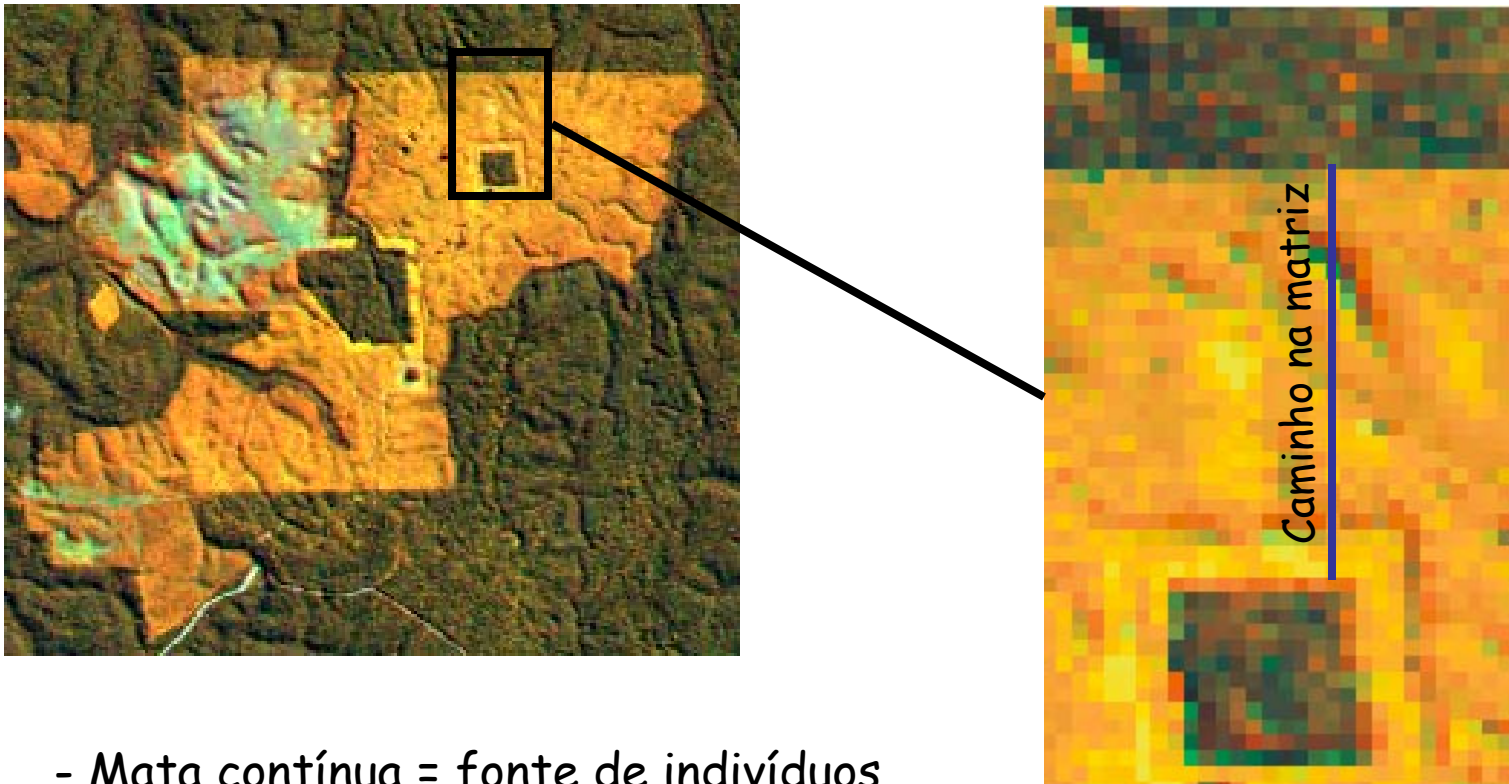
Obtenção dos dados e escolha das espécies de aves.

- dados de 1985 até 1992
- 11 espécies de aves insetívoras de sub-bosque mais facilmente capturadas antes do isolamento
- novos indivíduos: Presença X Ausência

Espécie	Estratégia de Forrageio
<i>Dendrocincla merula</i>	Seguidora de correição
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Seguidora de correição
<i>Pithys albifrons</i>	Seguidora de correição
<i>Hylophylax poecilinota</i>	Solitária arbórea
<i>Microbates collaris</i>	Solitária arbórea
<i>Deconychura stictolaema</i>	Em bandos mistos
<i>Gymnopithys rufigula</i>	Em bandos mistos
<i>Myrmotherula gutturalis</i>	Em bandos mistos
<i>Thamnomanes ardesiacus</i>	Em bandos mistos
<i>Thamnomanes caesius</i>	Em bandos mistos
<i>Xiphorhynchus pardalotus</i>	Em bandos mistos

Localidade de interesse na matriz (caminho de deslocamento)

"Caminho mais curto"



- Mata contínua = fonte de indivíduos
- Indivíduos novos atravessaram a matriz para alcançar o fragmento

3) Análise das Imagens de Satélite

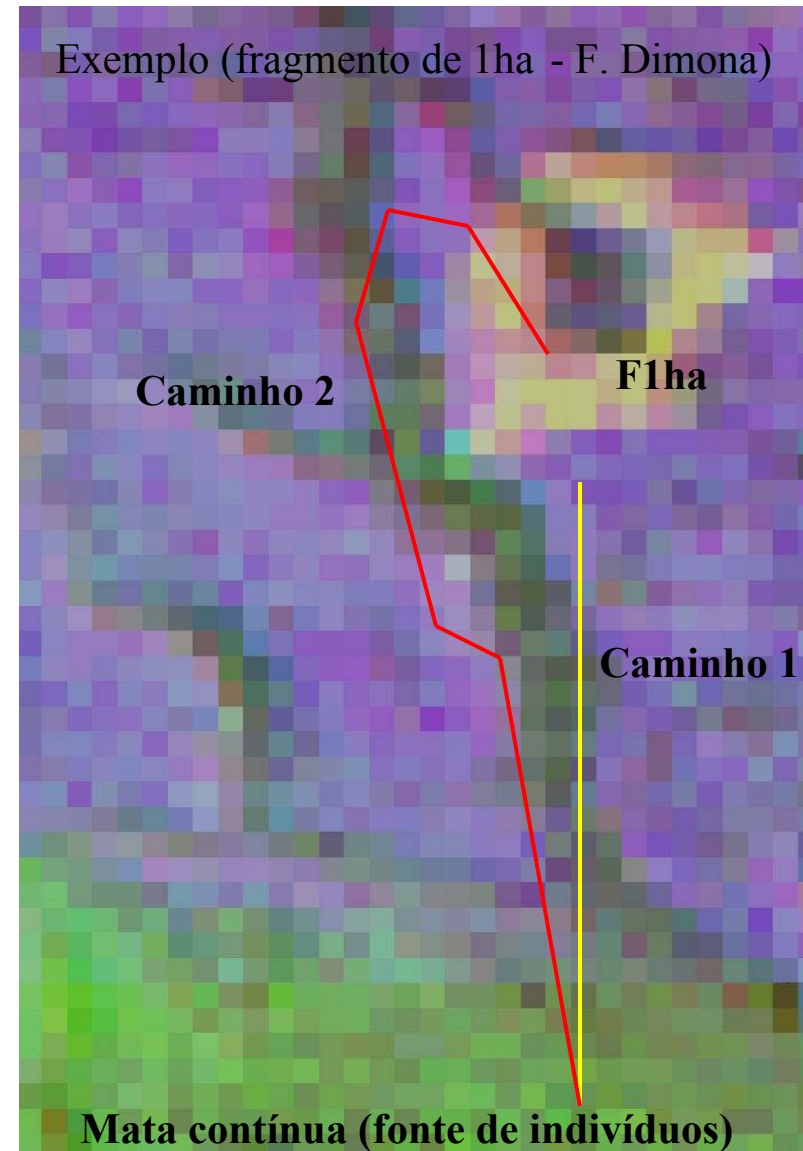
3.1) Localidades da matriz analisada:
Foram escolhidos dois possíveis caminhos de deslocamento na matriz:

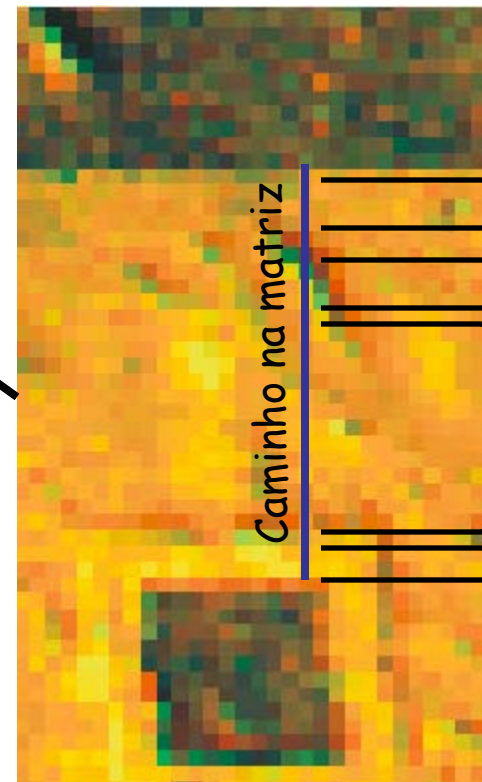
- *Caminho 1*: assume que as aves escolhem a rota mais curta no trânsito entre a mata contínua (fonte de indivíduos) e o fragmento,
- *Caminho 2*: assume que as aves escolhem a rota mais curta no trânsito entre a mata contínua e o fragmento, utilizando o maior número possível de pixels de mata (remanescente ou ripária) dispersos na matriz.

Legenda:

- verde = mata primária e igarapé;
- roxo = capoeira de vísimia madura;
- amarelo = pasto ou capoeira de vísimia com menos de 2 anos

Exemplo (fragmento de 1ha - F. Dimona)





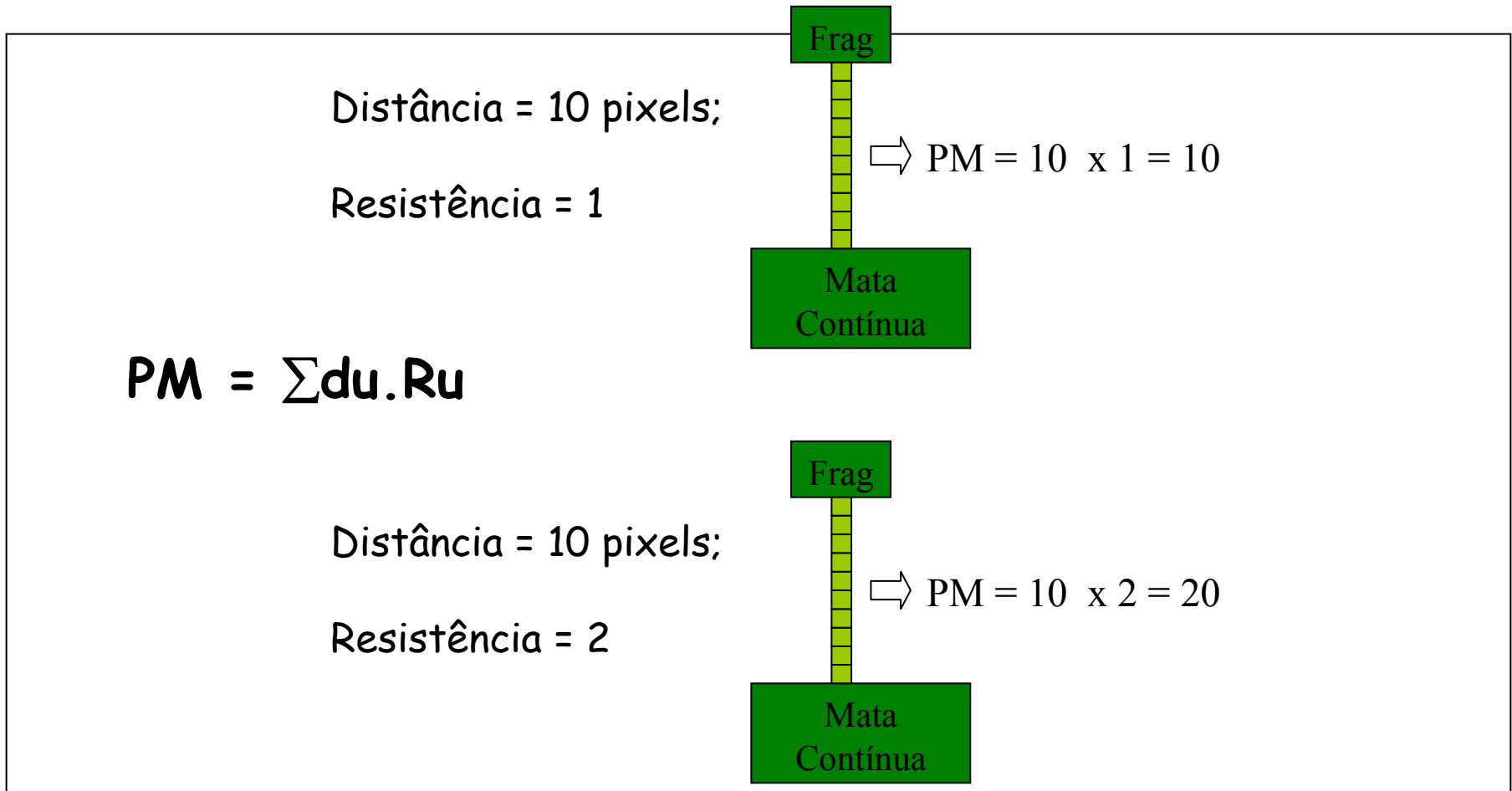
- 4 pixels de Cecrópia madura
- 3 pixels de igarapé
- 14 pixels de Cecrópia madura
- 3 pixels de Cecrópia jovem

Permeabilidade da Matriz

$$PM = \sum du \cdot Ru,$$

d = distância (em número de pixels) percorrida pelos organismos na unidade da paisagem, **u**.

Ru = coeficiente de resistência que cada unidade da paisagem oferece ao deslocamento dos organismos.



Valores de R foram inferidos de forma a simular 4 paisagens por fragmento e ano

Paisagem P1: Cecrópia é menos resistente que Vísmia.

Unidades	R
Mata primária	1
Igarapé	2
Cecrópia madura	5
Vísmia madura	75
Cecrópia intermediária	10
Vísmia intermediária	150
Cecrópia jovem	20
Vísmia jovem	300
Pasto	350

Paisagem P2: Vísmia é menos resistente que Cecrópia.

Unidades	R
Mata primária	1
Igarapé	2
Cecrópia madura	75
Vísmia madura	5
Cecrópia intermediária	150
Vísmia intermediária	10
Cecrópia jovem	300
Vísmia jovem	20
Pasto	350

Paisagem P3: Cecrópia e Vísmia têm a mesma resistência. Só a idade altera R.

Unidades	R
Mata primária	1
Igarapé	2
Cecrópia madura	3
Vísmia madura	3
Cecrópia intermediária	30
Vísmia intermediária	30
Cecrópia jovem	300
Vísmia jovem	300
Pasto	350

Paisagem P4 - Todas as unidades oferecem a mesma resistência. Apenas as distâncias altera PM.

R de todas as unidades = 1

Os valores de PM obtidos em P1, P2, P3 e P4 foram relacionados, por espécie, com a ocorrência de novos indivíduos nos fragmentos (N=60).

Regressões Logísticas:

PM	X	Ocorrência
(independente)		(dicotômica dependente)

Qual paisagem se ajusta melhor aos dados de ocorrência?

Resultados

Resultados obtidos nas regressões entre a ocorrência de novos indivíduos de cada espécie nos fragmentos e os valores de PM obtidos em cada paisagem simulada.

Espécies	Guilda	P1	P2	P3	P4
<i>D. merula</i>	s.c.	G=4,314; P=0,038	G=6,627; P=0,010	G=7,284; P=0,007	G=4,660; P=0,031
<i>G. rufigula</i>	s.c.	G=5,110; P=0,024	G=6,229; P=0,013	G=9,487; P=0,002	n.s.
<i>P. albifrons</i>	s.c.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>H. poecilinota</i>	s.a.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>M. collaris</i>	s.a.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>D. stictolaema</i>	b.m.	G=4,855; P=0,028	n.s.	G=5,845; P=0,016	n.s.
<i>G. spirurus</i>	b.m.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>M. gutturalis</i>	b.m.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>T. ardesiacus</i>	b.m.	G=7,134; P=0,008	n.s.	n.s.	n.s.
<i>T. caesius</i>	b.m.	G=7,364; P=0,007	n.s.	G=10,882; P=0,001	n.s.
<i>X. pardalotus</i>	b.m.	G=5,519; P=0,019	n.s.	n.s.	n.s.

N = 60; gl = 1.

Alterações nos valores dos coeficientes de resistência

Paisagem P1 (Cecrópia menos resistente)

Valores de R para conjuntos R2, R3 e R4.

Unidades	R2	R3	R4
Mata primária	1,0	1,0	1,0
Igarapé	1,5	2,0	1,5
Cecrópia madura	2,0	3,0	2,5
Vísmia madura	20,0	30,0	25,0
Cecrópia intermediária	4,0	6,0	7,5
Vísmia intermediária	40,0	60,0	75,0
Cecrópia jovem	6,0	9,0	15,0
Vísmia jovem	60,0	90,0	150,0
Pasto	100,0	150,0	180,0

Paisagem P2 (Vísmia menos resistente)

Valores de R para conjuntos R2, R3 e R4.

Unidades	R2	R3	R4
Mata primária	1,0	1,0	1,0
Igarapé	1,5	2,0	1,5
Cecrópia madura	20,0	30,0	25,0
Vísmia madura	2,0	3,0	2,5
Cecrópia intermediária	40,0	60,0	75,0
Vísmia intermediária	4,0	6,0	7,5
Cecrópia jovem	60,0	90,0	150,0
Vísmia jovem	6,0	9,0	15,0
Pasto	100,0	150,0	180,0

Paisagem P3 (apenas idade interfere em PM)

Valores de R para conjuntos R2, R3 e R4.

Unidades	R2	R3	R4
Mata primária	1,0	1,0	1,0
Igarapé	1,5	2,0	1,5
Cecrópia e Vísmia maduras	4,0	5,0	5,0
Cecrópia e Vísmia intermediárias	16,0	25,0	25,0
Cecrópia e Vísmia jovens	64,0	100,0	100,0
Pasto	100,0	150,0	180,0

Novas regressões foram realizadas

Métodos

Resultados obtidos nas regressões logísticas, usando os diferentes conjuntos de coeficientes de resistência (R1, R2, R3 e R4).

Espécie	<i>D. merula</i>				<i>G. rufigula</i>				<i>P. albifrons</i>				<i>H. poecilinota</i>				<i>M. collaris</i>			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Conjunto	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Paisagem P1	X	X	X	X	X	X	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Paisagem P2	X	X	X	X	X	X	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Paisagem P3	X	X	X	X	X	X	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Espécie	<i>D. stictolaema</i>				<i>G. spirurus</i>				<i>M. gutturalis</i>				<i>T. ardesiacus</i>				<i>T. caesius</i>				<i>X. pardalotus</i>			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Conjunto	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Paisagem P1	X	X	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paisagem P2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Paisagem P3	X	X	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	X	X	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Modelo 2 de Permeabilidade da Matriz

$$PM = \sum di \cdot Ri \text{ (modelo 2)}$$

d = distância (em número de pixels) de cada pixel, i , à mata contínua.

Ri = coeficiente de resistência que cada pixel oferece ao deslocamento dos organismos.

(apenas para o primeiro conjunto de valores de R)

Novas regressões foram realizadas

Resultados

Comparação dos resultados obtidos nas regressões com os valores de PM obtidos com os diferentes modelos

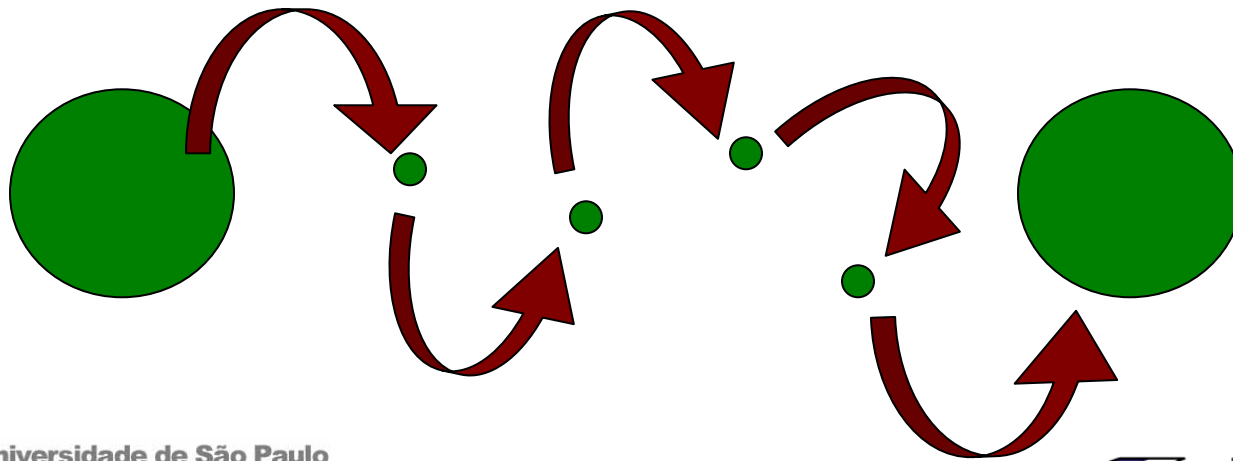
Espécie	<i>D. merula</i>		<i>G. rufigula</i>		<i>P. albifrons</i>		<i>H. poecilinota</i>		<i>M. collaris</i>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Modelo	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Paisagem P1	X	X	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Paisagem P2	X	X	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Paisagem P3	X	<u>X</u>	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Paisagem P4	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Espécie	<i>D. stictolaema</i>		<i>G. spirurus</i>		<i>M. gutturalis</i>		<i>T. ardesiacus</i>		<i>T. caesius</i>		<i>X. pardalotus</i>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Modelo	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Paisagem P1	X	X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	X	X	X	X	X	X
Paisagem P2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Paisagem P3	X	<u>n.s.</u>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	X	X	n.s.	n.s.
Paisagem P4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

- 1) Matrizes mais maduras e dominadas por *Cecropia* spp parecem ser mais permeáveis que matrizes mais jovens e dominadas por *Vismia* spp;
- 2) O grau de isolamento *per se* não é capaz de explicar a entrada de indivíduos novos nos fragmentos;
- 3) A capacidade de determinar a entrada de novos indivíduos nos fragmentos é aumentada quando se considera conjuntamente as características da matriz inter-habitat e o grau de isolamento;
- 4) O modelo de permeabilidade da matriz proposto neste trabalho pode ser aplicado na tentativa de prever deslocamentos através da matriz inter-habitat, sendo de grande valor para estudos sobre a viabilidade e manejo de populações fragmentadas.

A permeabilidade da matriz e os “stepping stones”

- O “matrix-tolerance model” está provavelmente relacionado à facilitação do movimento (aumentando a taxa de recolonização e o “rescue effect”).
- Esta facilitação do movimento depende da resistência da matriz aos fluxos e da densidade de “stepping stones” (pontos de ligação, trampolins ecológicos, caminho das pedras).
- *Pequenas áreas de habitat dispersas pela matriz*



Os “stepping stones”

Suzanne Rose Kolb 1997

“Island of secondary vegetation in degraded pastures of Brazil: their role in reestablishing Atlantic Coastal Forest”

PhD thesis, The University of Georgia, USA

Objetivo: Entender o papel de pequenas ilhas (agrupamento de pequenas árvores ou arbustos pioneiros em pastagem) para o restabelecimento de florestas.

Os “stepping stones”

Em pastagens, a regeneração é dificultada pois não há praticamente entrada de sementes e nem condições adequadas para a germinação destas sementes.



Os “stepping stones”

As ilhas podem favorecer a chegada de sementes, pois muitas aves utilizam estas árvores como poleiros (Guevara et al. 1986, Charles-Dominique 1986, Nepstad et al. 1990).



Os “stepping stones”

As ilhas permitem também melhores condições de germinação para as sementes.



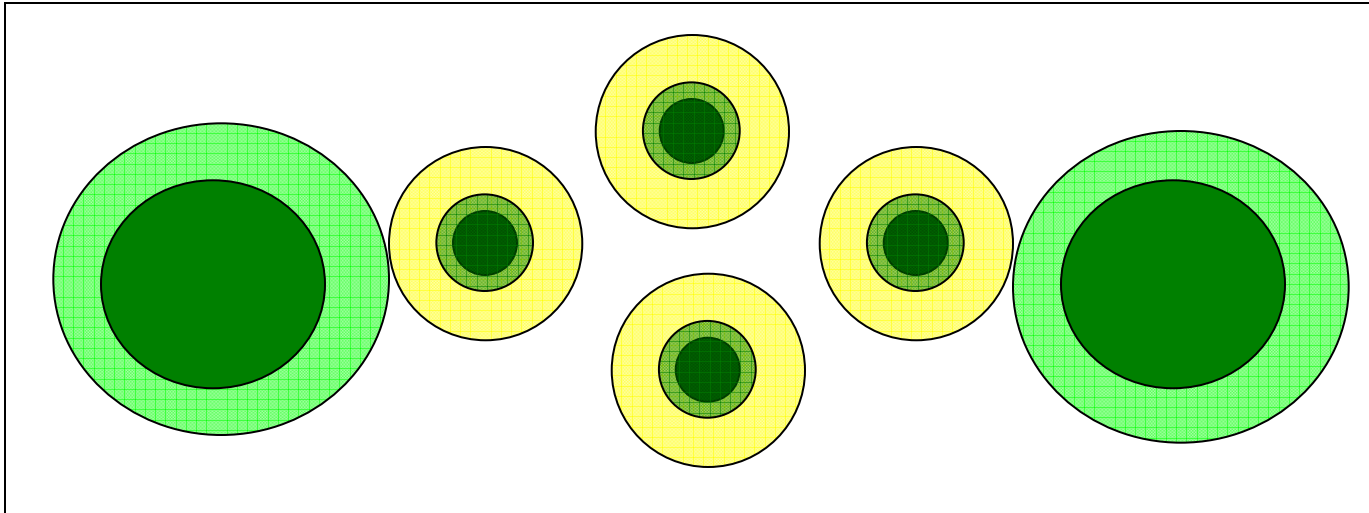
Os “stepping stones”

Principais resultados do trabalho da Suzanne Kolb:

- a chuva de sementes nas ilhas variou positivamente com a produção de frutas da ilha;
- a chuva de sementes nas ilhas variou negativamente com o isolamento da ilha;
- o sucesso da germinação variou positivamente com o tamanho da ilha.

Os “stepping stones”

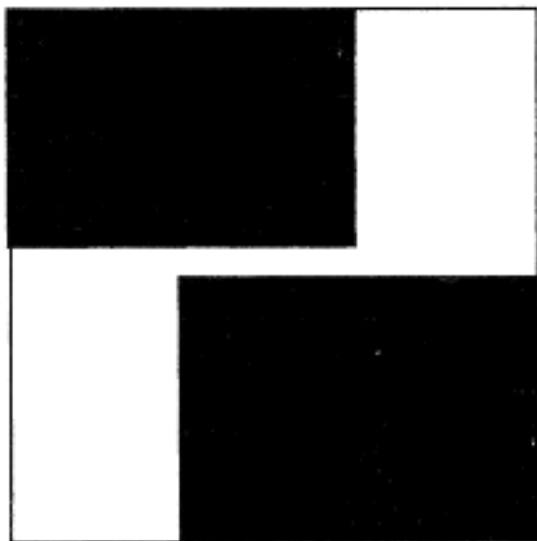
As ilhas de mata na pastagem poderiam ser utilizadas como centros/núcleos de regeneração



A percolação dos habitats

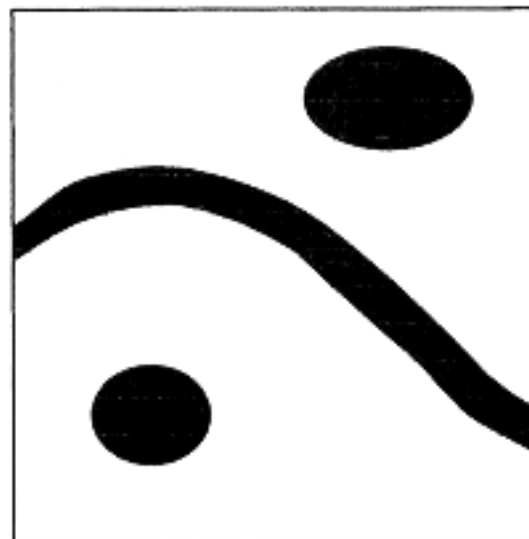
Uma unidade da paisagem *percola* quando uma de suas manchas atravessa espacialmente a paisagem de ponta a ponta

Landscape A



Non-percolating
High connectivity

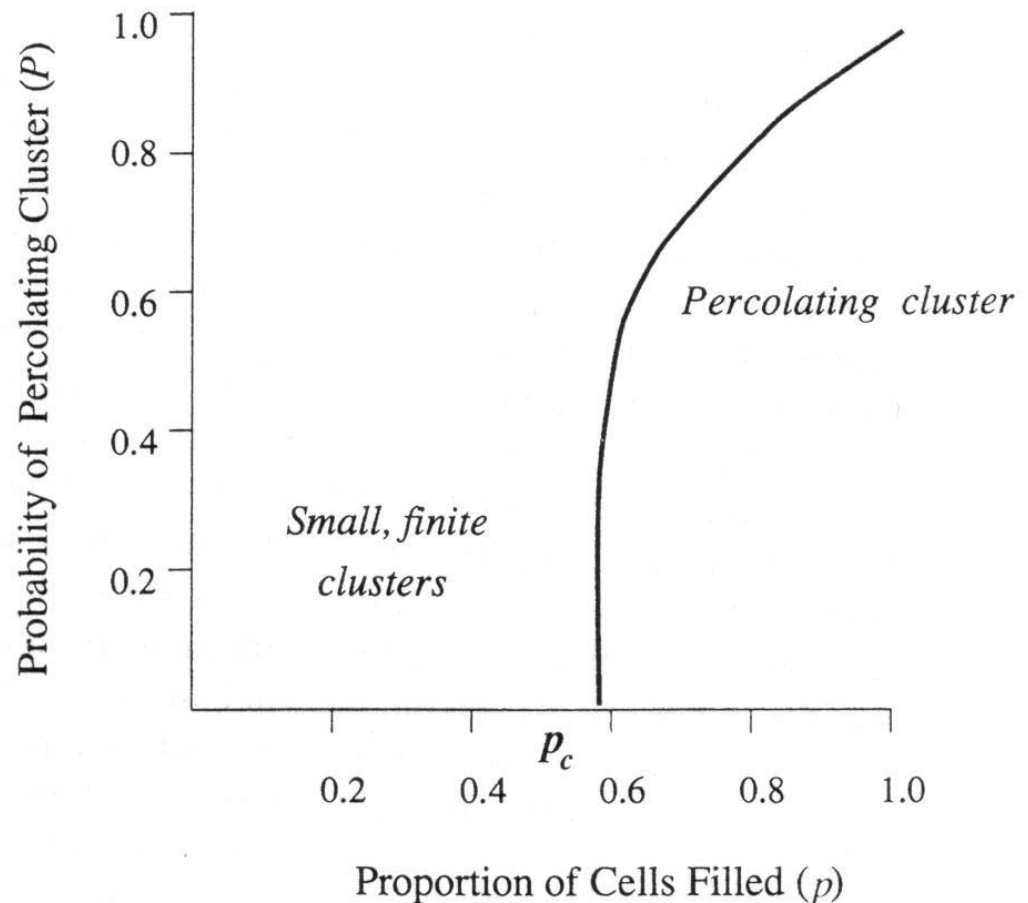
Landscape B



Percolating
Low connectivity

A percolação dos habitats

- Segundo a teoria da percolação, existe uma proporção crítica de habitat numa paisagem bimodal, $p_c = 0.5928$, a partir da qual a paisagem passa bruscamente de um estágio conectado (onde há percolação) a um estágio desconectado (onde não há mais percolação).



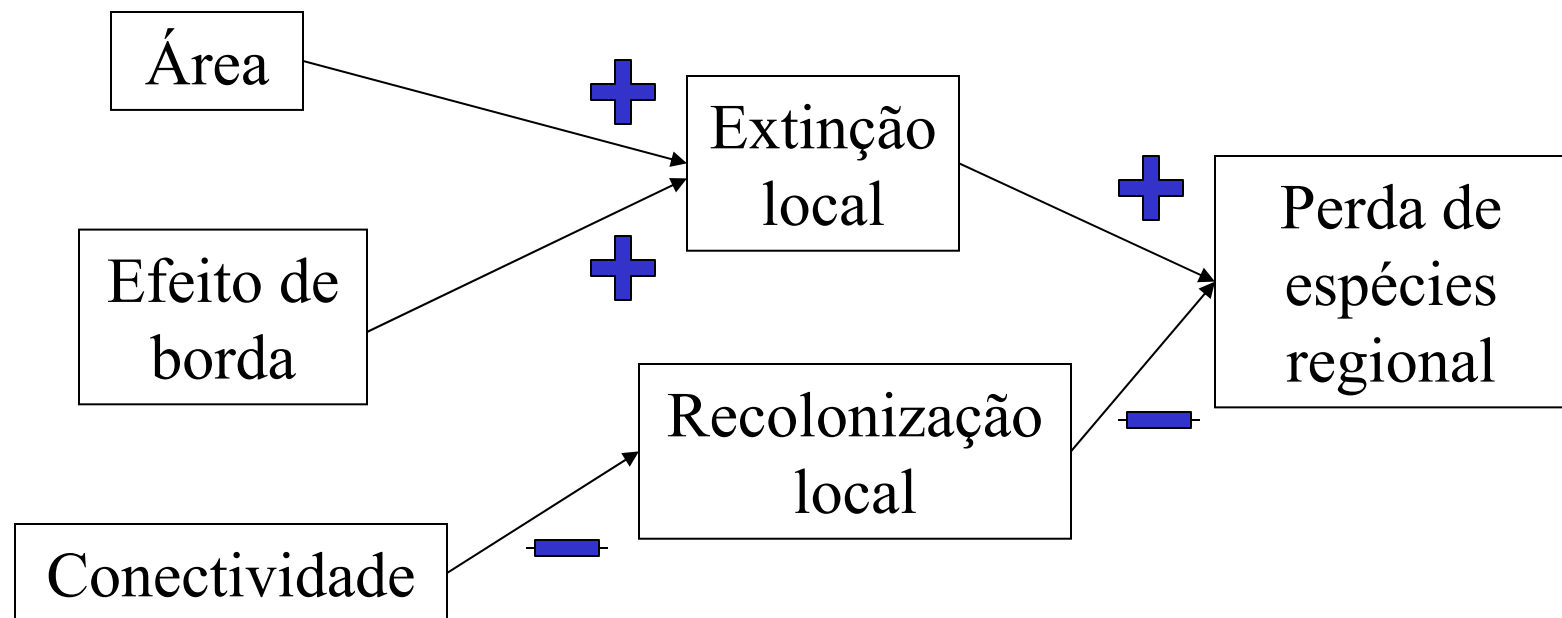
A percolação dos habitats

Quando os valores de p estão próximos de p_c , ocorrem mudanças bruscas nas características dos fragmentos (número, distribuição de áreas, dimensões fractais, comprimento de bordas)

As conseqüências podem ser de:

- diminuição dos fluxos biológicos do habitat
- diminuição das possibilidade de recolonização
- aumento da propagação de perturbações da matriz
- aumento dos riscos de extinção

Em síntese: qual a importância relativa dos diferentes parâmetros de estrutura da paisagem no controle de diversidade de espécies ?



Aula 3 - Conectividade

Metzger, J.P. 1999. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 71 (3-1): 445-463.

Simberloff, D. & Corx, J. 1987. Consequences and costs of conservation corridors. *Conservation Biology* 1: 63-71.

Rosenberg, D.K., Noon, B.R. & Meslow, E.C. 1997. Biological corridors: form, function, and efficacy. *BioScience* 47: 677-687.

Beier, P. & Noss, R. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12: 1241-1252.

Taylor P.D., Fahrig L., Henein K. & Merriam G., 1993. - Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68, 571-573.

Suzanne Rose Kolb. 1997. Island of secondary vegetation in degraded pastures of Brazil: their role in reestablishing Atlantic Coastal Forest". *PhD thesis, The University of Georgia, USA.*

Gascon et al. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91: 223-229.