

USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Campus USP "Luiz de Queiroz"
Centro de Energia Nuclear na Agricultura



Ecologia da Paisagem **CEN0628**



Profa. Dra M^a Victoria R. Ballester



Estrutura e dinâmica de paisagens: fragmentação e métricas

Fatores físicos, bióticos, antrópicos e perturbações: determinam padrões da paisagem que interferem na dinâmica dos ecossistemas e populações

Quantificação: métricas descrevem tamanho, forma, composição, número, grau de isolamento, acessibilidade, interação, dispersão e posição dos diferentes elementos da paisagem

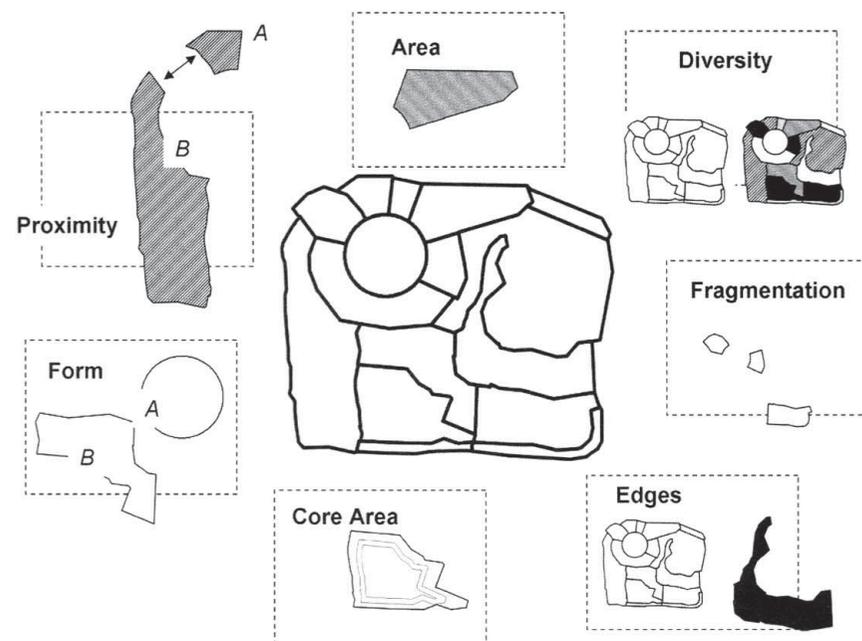


Figure 1. Facets of landscape structure analysis (Lang & Blaschke 2007, modified).



Por que quantificar os padrões da paisagem?

Para determinar se:

- os padrões mudam ao longo do tempo
- comparar paisagens diferentes
- avaliar as consequências das opções de gestão, políticas e práticas de conservação
- prever mudanças em processos ecológicos como a extinção de espécies

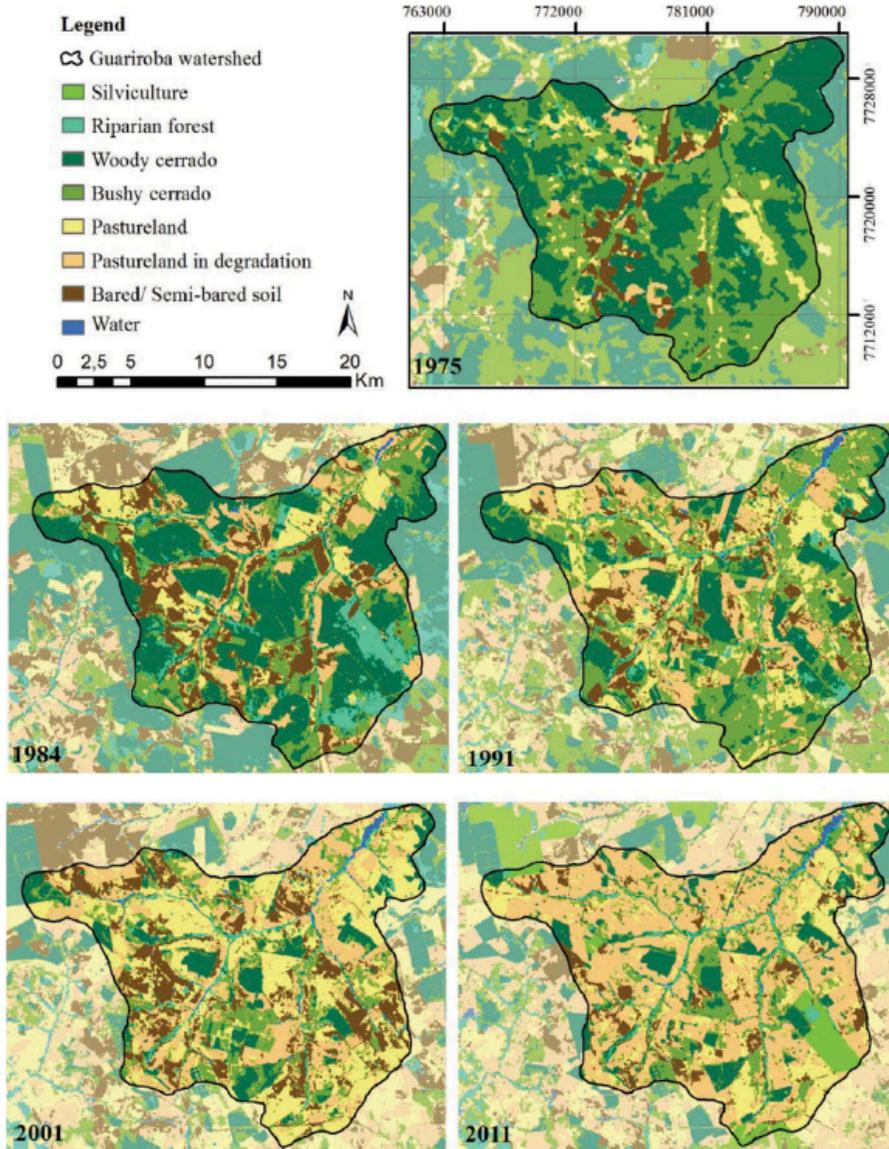


Figure 4. Guariroba watershed (Brazil) land cover maps derived from Landsat 1 (MSS), 5 (TM), and 7 (ETM+) images representing the following years: 1975, 1984, 1991, 2001, and 2011.

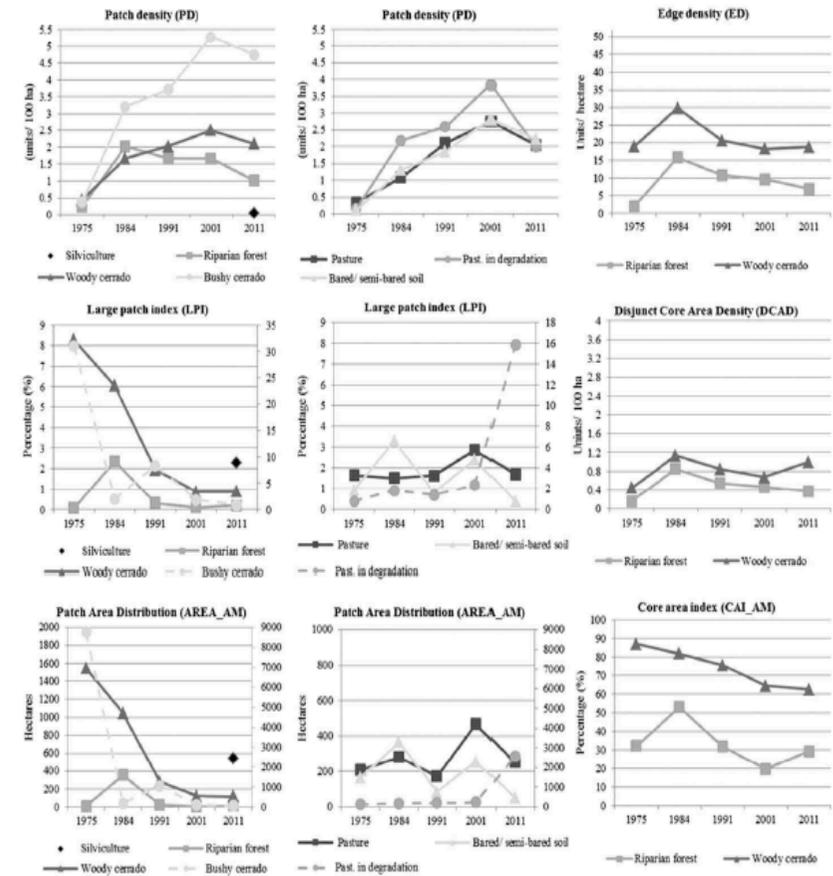


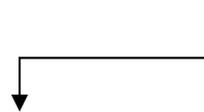
Figure 7. The presented metrics show patterns related to landscape area, composition/dominance, and landscape configuration, such as edge and core area from 1975 to 2011, in the Guariroba watershed, Brazil. Metric descriptions are presented in supplemental material 3. Those images were acquired to represent the following years: 1975, 1984, 1991, 2001, and 2011.

Por que quantificar os padrões da paisagem?

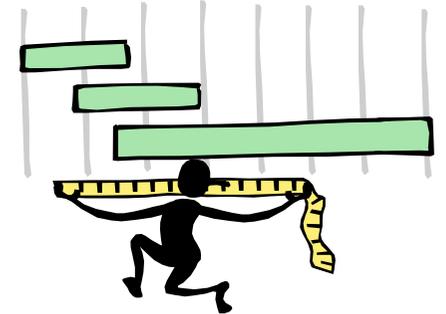


Para quantificar os padrões da paisagem devemos:

1. Determinar a **estrutura** da paisagem
2. Utilizar métodos que permitam avaliar a correlação entre os padrões observados e os processos ecológicos.



Para tal, têm sido desenvolvidos uma série de índices (ou métricas) utilizando principalmente a teoria da informação



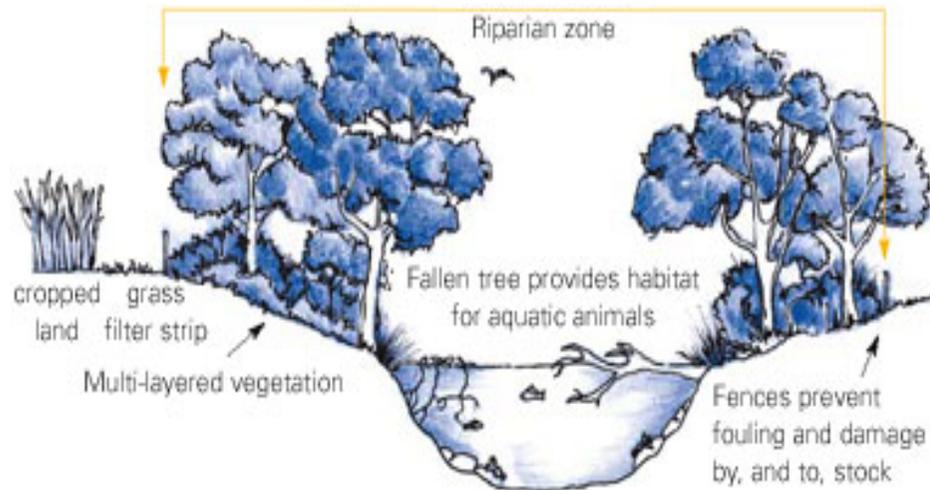
Principais parâmetros analisados para entender a fragmentação

- Área e isolamento dos fragmentos
- Conectividade
- Diversidade
- Tipos e complexidade de borda



Exemplo

Um fragmento vegetado pode impedir a erosão do solo, que permite, por sua vez, que a vegetação continue crescendo nessa área.



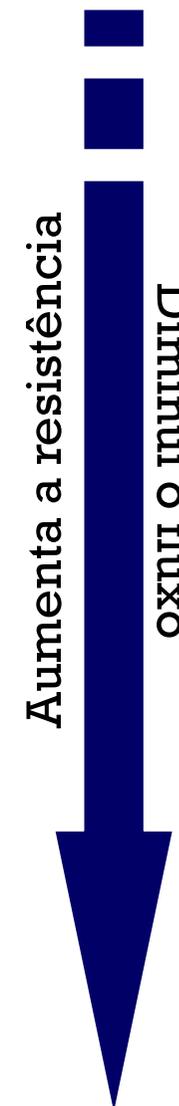
O arranjo espacial dos elementos, especialmente corredores (barreiras ou canais) e áreas muito heterogêneas, determina a resistência ao fluxo das espécies, energia, materiais e perturbações, bem como o efeito das mesmas sobre uma paisagem.



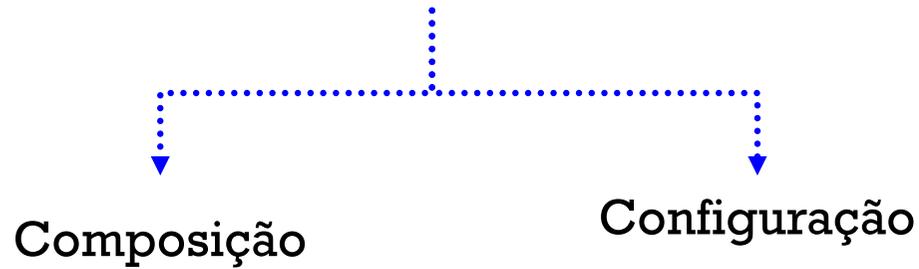
Portanto,

A resistência da paisagem é descrita como o efeito do padrão espacial que determina a taxa do fluxo dos objetos, tais como espécies, materiais e perturbações.

Exemplo:



Componentes da estrutura da paisagem



Podem afetar os processos ecológicos e os organismos de forma independente ou combinada

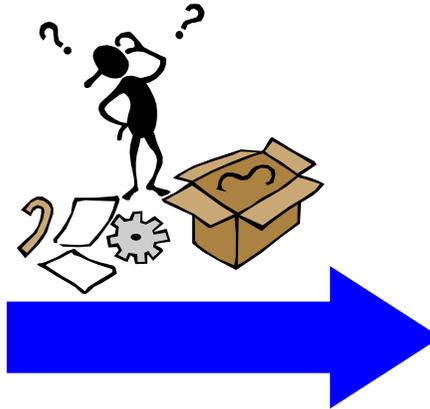
A diferença entre a composição e a configuração paisagem é análoga à diferença entre:





O que é composição?

A composição é um atributo básico, mas muito importante dos elementos da paisagem



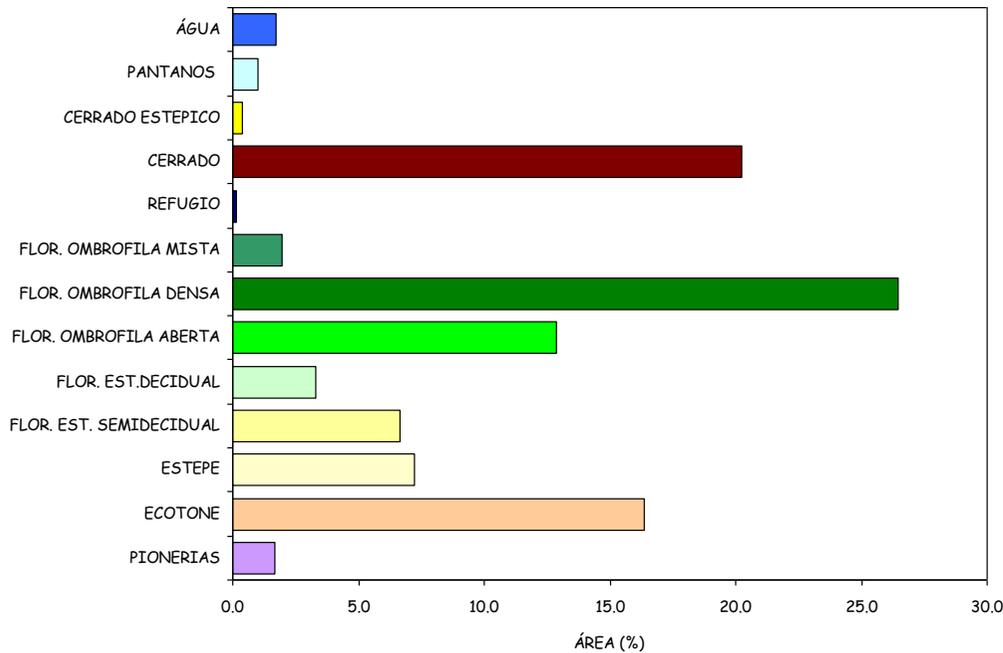
Determina como um fragmento, um corredor ou uma matriz interagem com os vários fluxos da paisagem

O conjunto das características físicas e biológicas de um elemento da paisagem, ou seja o tipo de vegetação presente, em termos de espécies, a classe de idade e das características fisionômicas determinam a composição.



Composição:

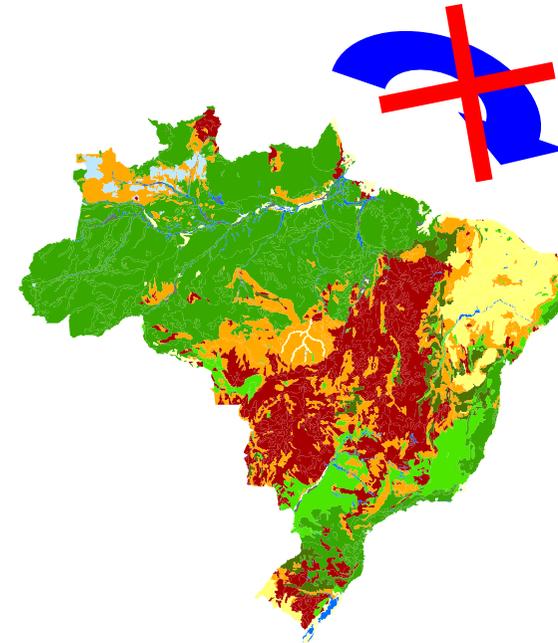
características associadas com a presença e a quantidade de cada tipo de fragmento dentro da paisagem, mas sem ser espacialmente explícita.



Ou seja a composição da paisagem abrange

a variedade e

a abundância de tipos de fragmento dentro de uma paisagem,

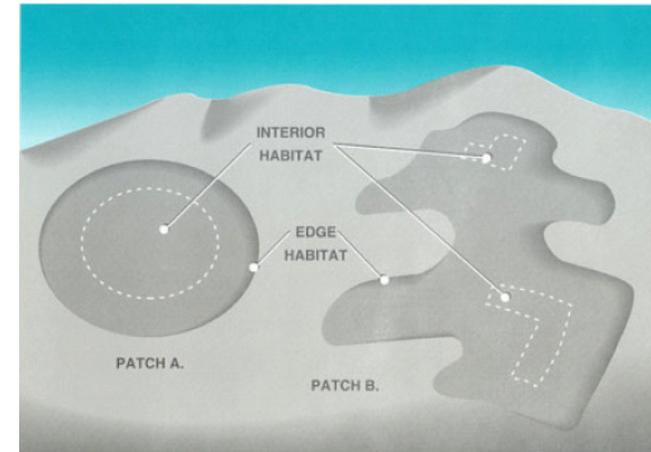


mas não a localização ou a posição dos fragmentos dentro do mosaico da paisagem (Urban, 2005).

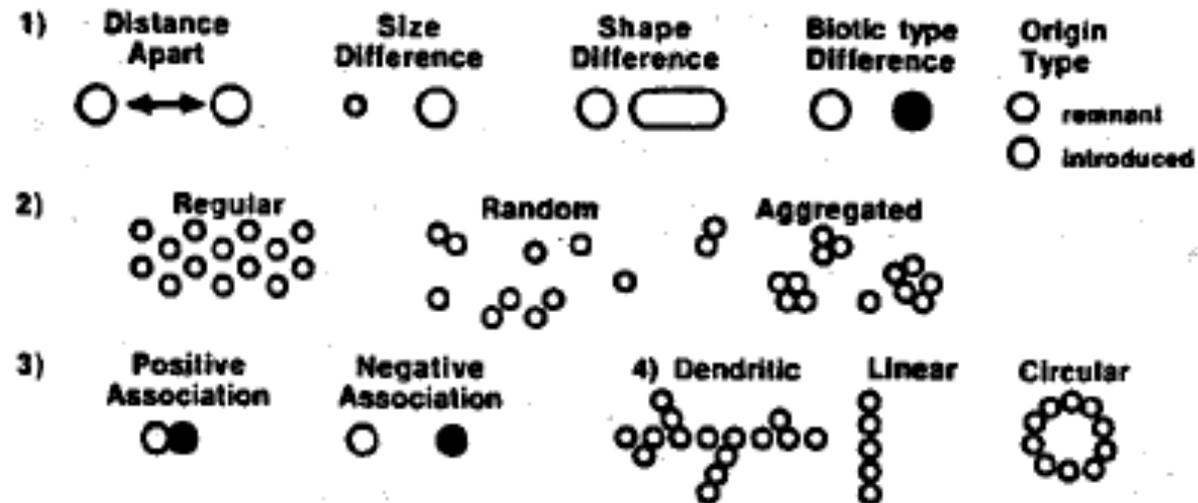


O que é configuração?

tipo de arranjo espacial, posição, orientação ou complexidade da forma dos fragmentos na paisagem (Urban, 2005)



Exemplos de configuração



Composição x Configuração



Composição

- ❖ não espacial,
- ❖ descreve a variedade e os atributos dos elementos da paisagem tais como número de classes, proporções entre as mesmas, diversidade, riqueza, dominância, etc

Configuração

- ❖ Espacial, descreve a distribuição espacial dos elementos
- ❖ descreve as características espaciais dos elementos da paisagem (tamanho, forma, densidade, conectividade, dimensão fractal, contágio, etc)



matriz



Frag-
mentos



corre-
dores

Estrutura da
paisagem em
termos de
configuração
pode ser
avaliada em
termos

Lembrando que a matriz pode ter um papel predominante no funcionamento da paisagem sem ser o elemento de maior extensão, isto depende também de outras características como conectividade, dominância e função

Portanto,



cada paisagem deve ser avaliada individualmente, o que pode ser efetuado com o auxílio de índices



Fonte: <http://www.colobustrust.org/trust/index.html>

Primatas em Áreas Fragmentadas – Estudos de Casos (Anerson et al., 2001)

- Matriz: áreas de vegetação alta (> 6m) com espécies usadas na dieta, como plantações de coqueiros, mangas e caju, manguezais e vegetação arbustiva lenhosa;
- Quanto > a distância do fragmento, < o registro de animais
- Registros regulares (semanais ou mensais);
- Animais vistos em grupo (90%) ou solitários (10%);
- Locomoção sobretudo arborícola (90%) e terrestre (10%);
- Principais comportamentos observados: alimentação (59%), deslocamento (36%), descanso (5%);
- ✓ Alimentação: nativas, exóticas, pomares (manga, laranja, mandioca, batata-doce);
- ✓ Deslocamento: > 4,2 km (potencial para dispersão)

Uso da matriz depende da:

- similaridade da estrutura com a da floresta,
- disponibilidade de alimentos e
- da distância ao fragmento mais próximo;

A matriz

- importante para a espécie para alimentação e dispersão entre fragmentos;
- a qualidade funciona como filtro para movimentação entre fragmentos.



Para quantificar os padrões da paisagem são necessários:

1. Determinar a estrutura da paisagem
2. Utilizar métodos que possam permitir a correlação destes padrões observados com os processos ecológicos.

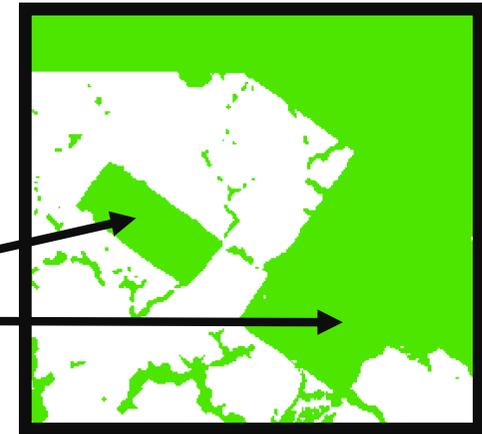


Para tal, têm sido desenvolvidos uma série de **índices da paisagem** (ou métricas) utilizando principalmente a teoria da informação e a geometria fractal

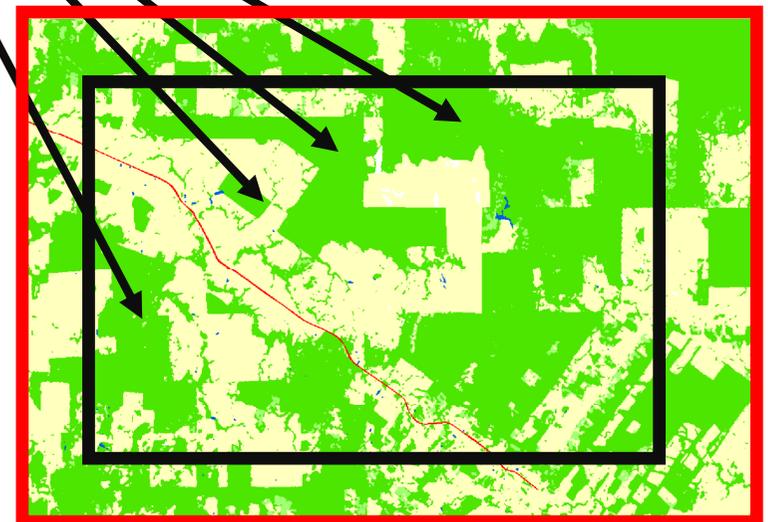


Métricas (ou índices) da paisagem

Estrutura da paisagem: níveis de fragmentação e tipos de índices



Nível	Características das métricas
Fragmentos	Definidas para fragmentos individuais
Classe	Integram todos os fragmentos de uma dada classe
Paisagem	Integram todos os tipos de fragmentos ou classes na extensão da paisagem definida como área de interesse





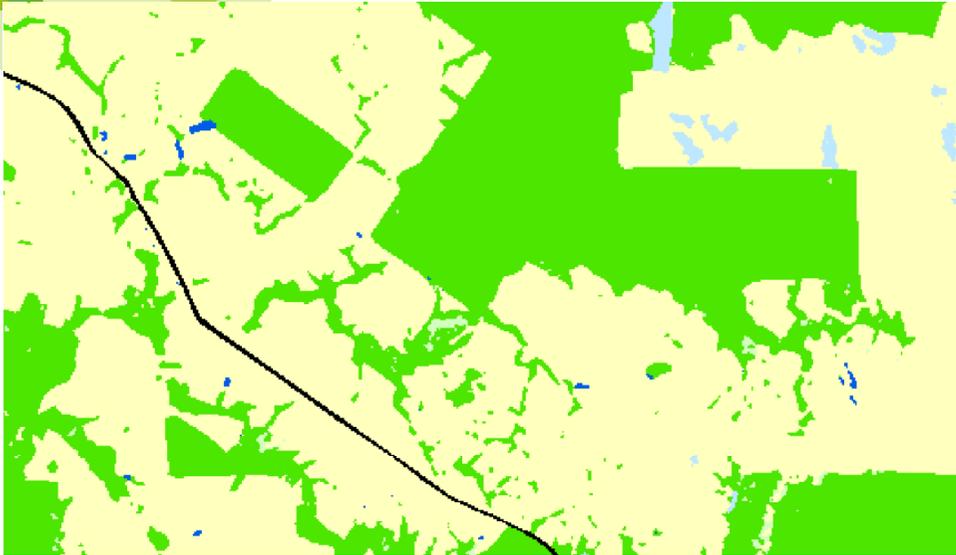
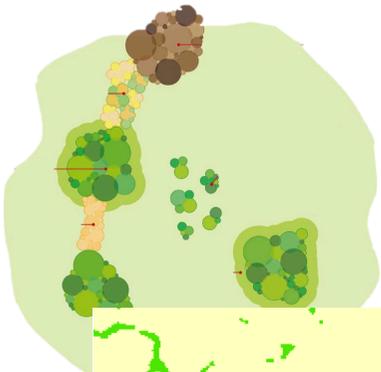
Métricas (ou índices) para a quantificação da paisagem

Métricas de Composição x métricas de Configuração

Descrevem a variedade e os atributos dos elementos (fragmentos, corredores, matriz) da paisagem tais como número de classes, proporções entre as classes, diversidade, riqueza, dominância, etc

Descrevem as características espaciais dos elementos da paisagem, tais como tamanho, forma, densidade, conectividade, dimensão fractal, vizinhança, contágio, etc e a distribuição espacial dos mesmos

Como é determinada a composição da paisagem?



Métricas de composição mais simples

- Fração ou proporção de cada tipo de classe de cobertura do solo
- Percentual da paisagem ocupada por cada classe de cobertura

Mais métricas

- Número de fragmentos
- Riqueza relativa
- Dominância
- Diversidade: índices de Shannon e de Simpson
- Similaridade: índices de Shannon e de Simpson
- Conectividade



Fração ou proporção de cada tipo de classe de cobertura do solo

O valor esperado é

$$p = 1/s$$

s = número de classes

OID	ObjectID	Value	Classe	Count	Area	p
0	0	1	Pasto	103357	93.0213	0.638444
1	1	2	Floresta	55493	49.9437	0.342784
2	2	3	Água	599	0.5391	0.003700
3	3	4	Crescimento secundário	270	0.243	0.001668
4	4	5	BR 364	915	0.8235	0.005652
5	5	6	Núvens	1298	1.1682	0.008018

Pouco infomativa, pode ser útil como indicativo de heterogeneidade (Gardner et al., 1987)

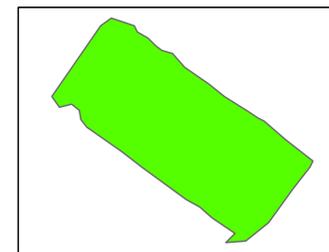
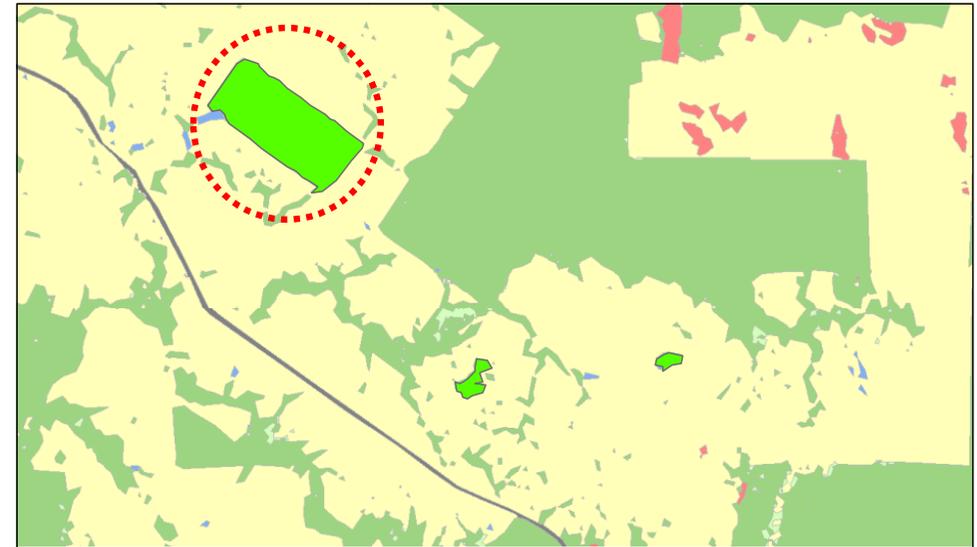
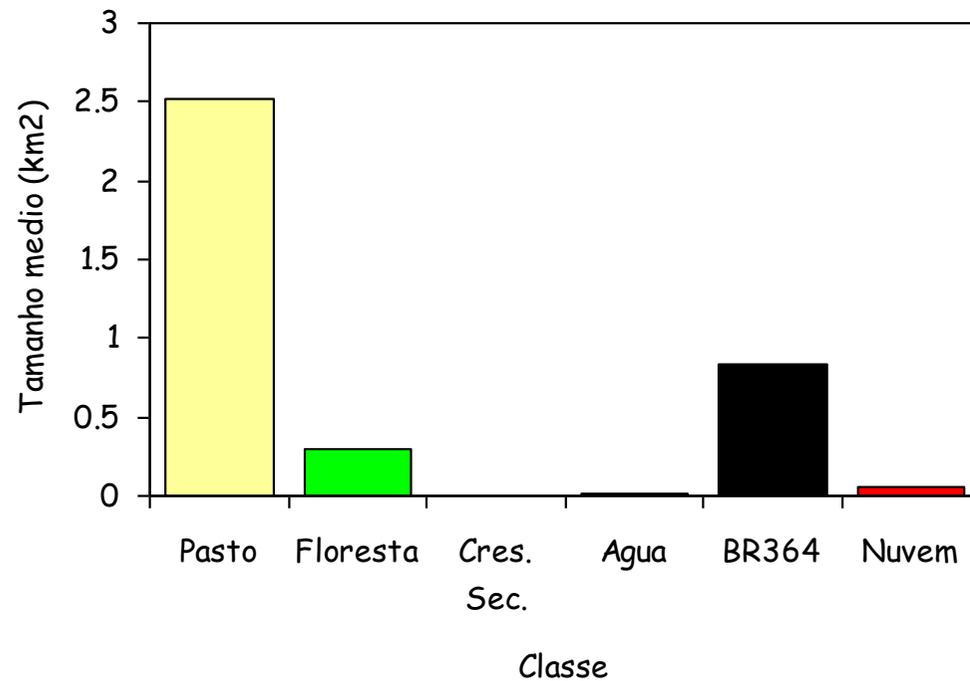
Quanto maior a semelhança entre os valores, maior a heterogeneidade

Métricas de configuração

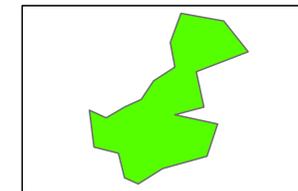


Tamanho e densidade dos fragmentos

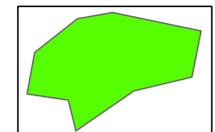
- Tamanho médio
- Densidade de fragmentos
- Variação no tamanho dos fragmentos
- Índice do maior fragmento



2,5 km²



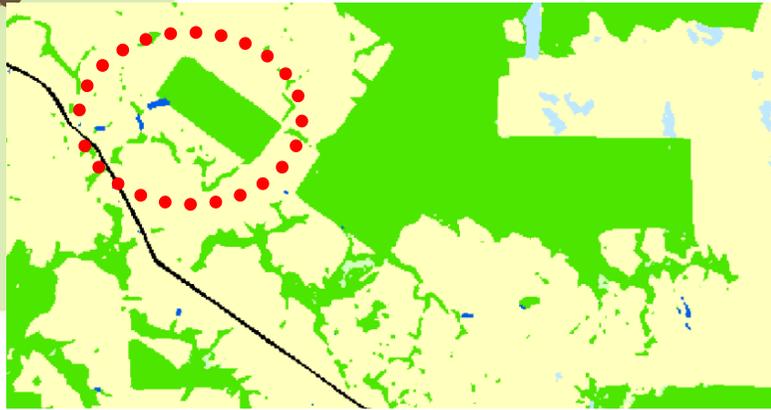
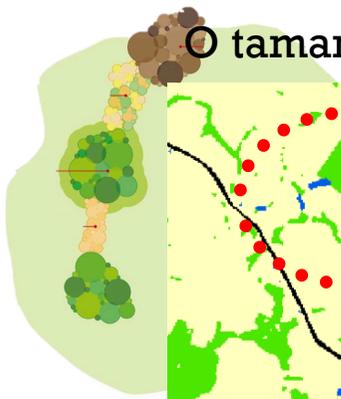
0,17km²



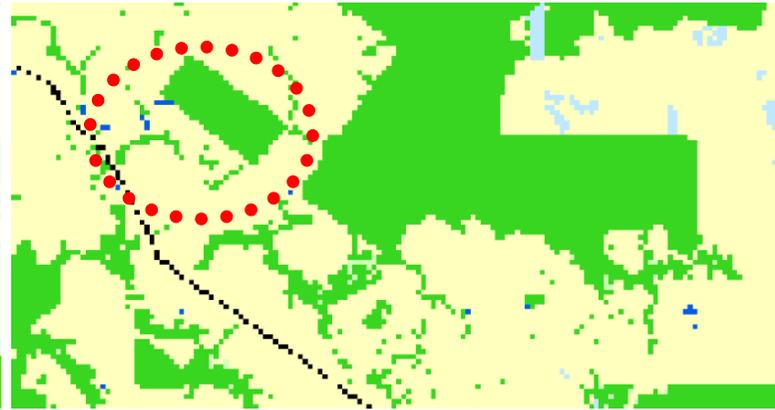
0,075 km²

← Média

O tamanho e a densidade dos fragmentos dependem da escala dos dados



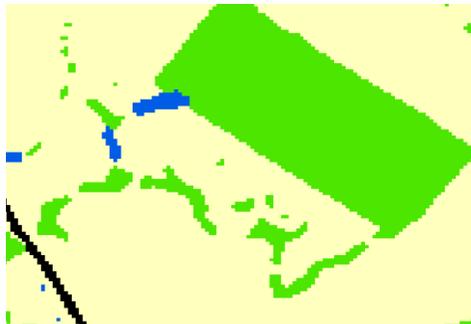
30 x 30 metros



100 x 100 metros

Assim, temos que:

$$NF_{\text{floresta}} = 20$$
$$DF_{\text{floresta}} = 1,8$$

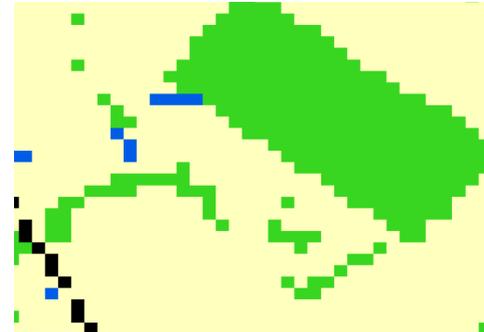


Quanto **menor** o tamanho da parcela mínima

MAIOR



Será o número de fragmentos e Será a densidade (NF/área)



Quanto **maior** o tamanho da parcela mínima

$$NF_{\text{floresta}} = 08$$
$$DF_{\text{floresta}} = 0,7$$

MENOR





Conectividade (inverso de fragmentação) dos fragmentos

Índice do maior fragmento de habitat:

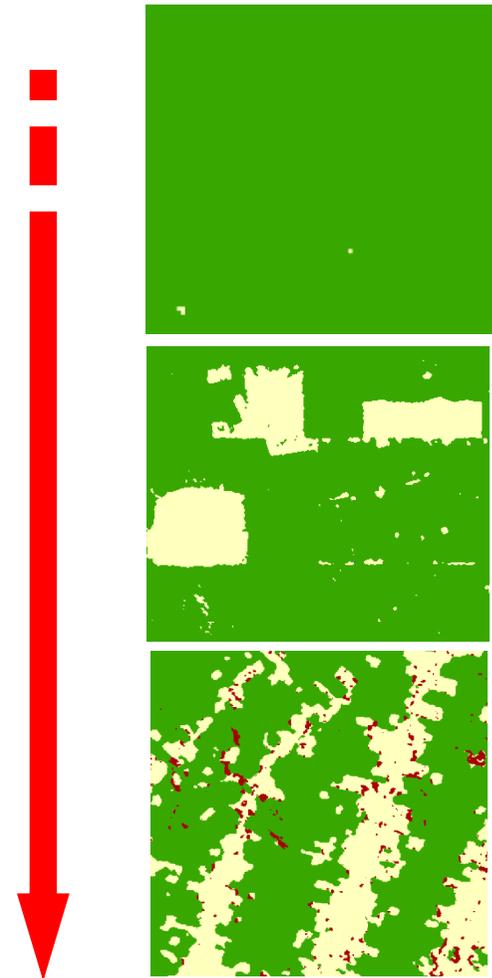
$$k = \frac{LC_i}{p_i * m * n}$$

LC_i = tamanho do maior fragmento da classe i

p_i = porção da paisagem coberta pelo tipo i

$m * n$ = área total de estudo

Valores = 1, conectividade total

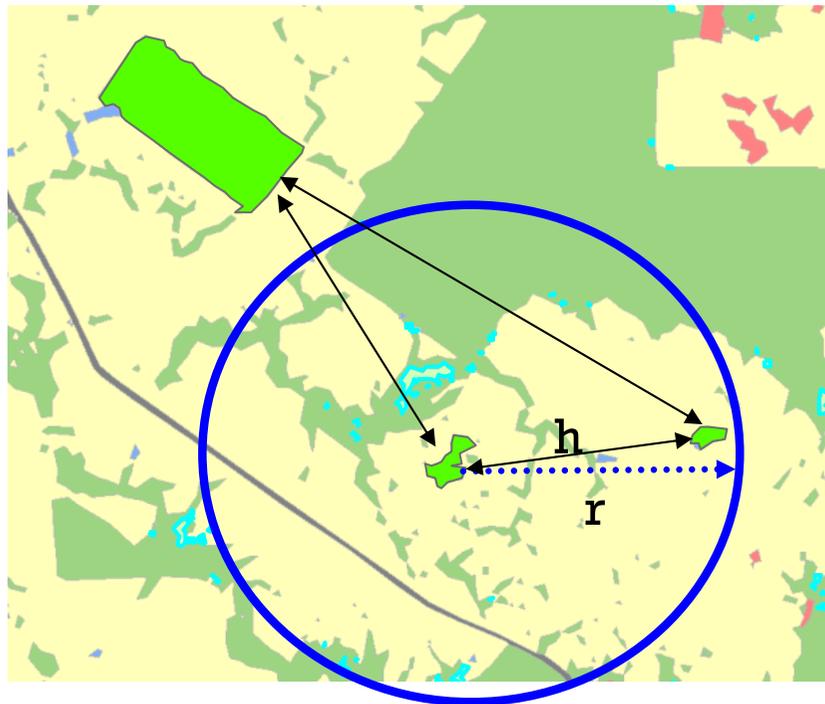


Valores mais próximos de 0 =
pequenos fragmentos dispersos na
matriz



Índice de proximidade
(Gustafson & Parker, 1992)

$$IP(\text{classe}) = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{2}}{n_i}$$



Somente são considerados os fragmentos que estão incluídos dentro de um raio de busca definido pelo usuário

a- área do fragmento contido na área de busca

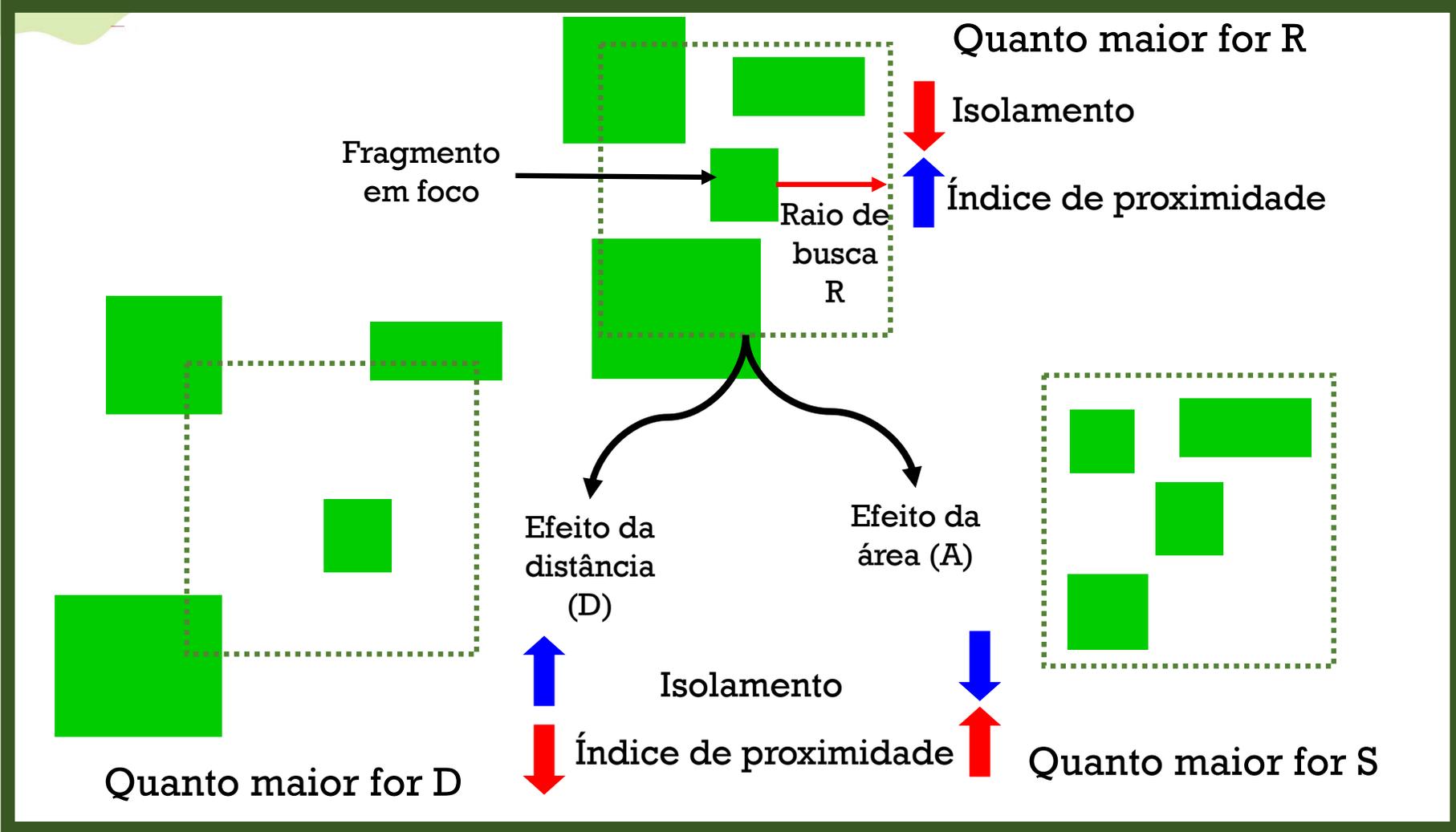
h- distância borda a borda entre o fragmento em análise e o vizinho mais próximo no raio de busca

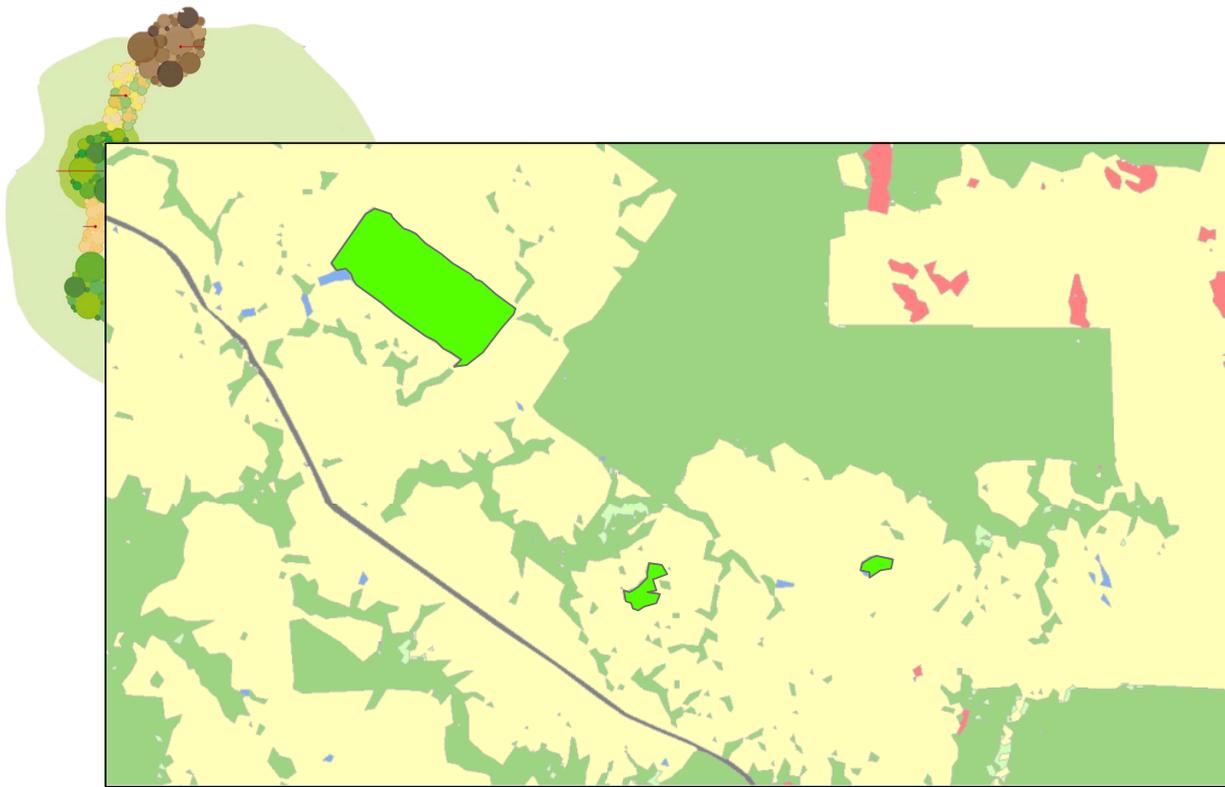
Dentro do raio de busca

- Valores baixos – indicam fragmentos isolados
- Valores elevados – indicam fragmentos relativamente conectados



Que tipo de informação o índice de proximidade fornece?

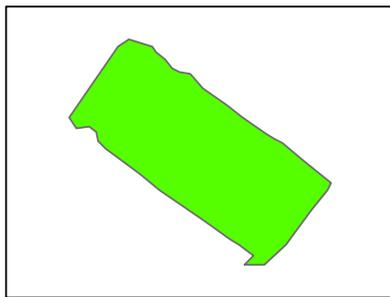




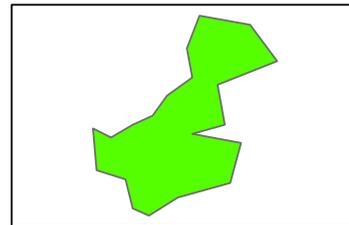
Complexidade da forma

Índice de forma é expresso

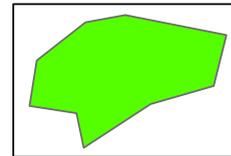
- Razão Perímetro/Área
- Dimensão fractal



IF = 1,26



IF = 1,63



IF = 1,21

IF = índice de forma

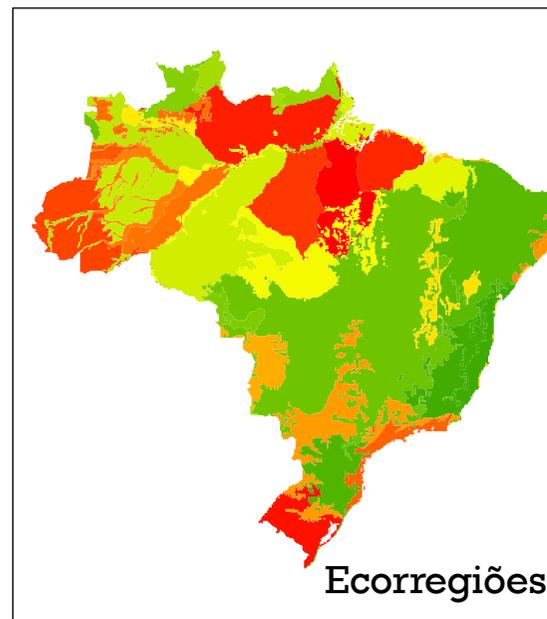
$$\frac{P_{ij}}{2\sqrt{\Pi a_{ij}}}$$



Aspectos críticos sobre as métricas de paisagem

1. A definição de objetivos claros: perguntas do estudo devem ser bem definidas pois delimitam a escala dos dados e as métricas úteis para respondê-las
2. O sistema de classificação deve ser relevante e consistente para permitir a interpretação correta das métricas

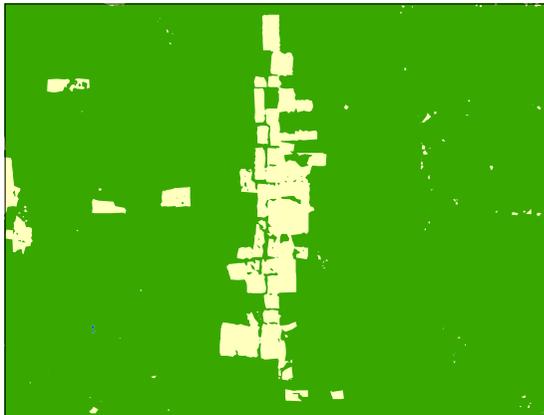
Exemplo: a mesma paisagem parece ser totalmente distinta quando sistemas de classificação diferentes são usados



3. O tamanho da parcela mínima, a extensão, e a forma de representação no computador, afetam o cálculo e a interpretação das métricas: devem ser consistentes para permitir comparações

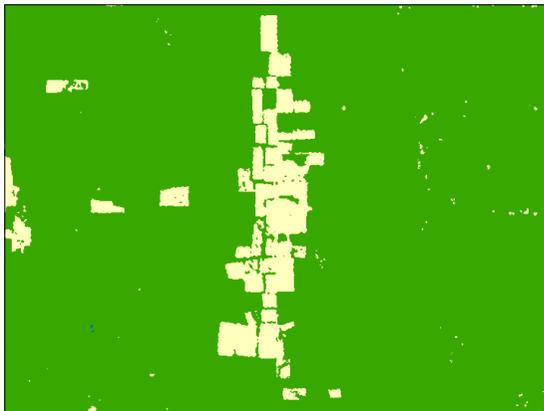
Formato dos dados

Vetor

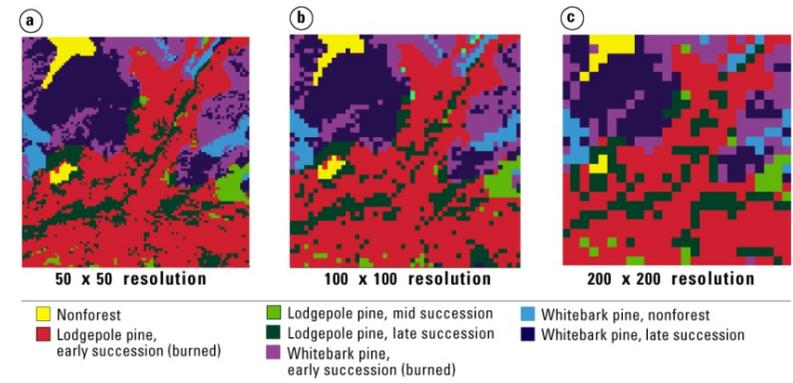
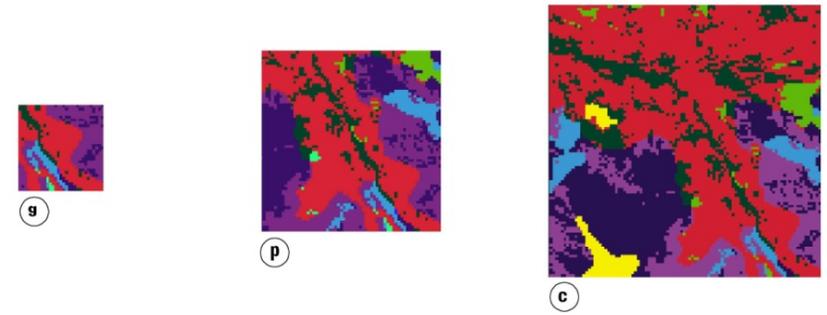


Borda = 1000

Grade



Borda = 1300



Efeitos da mudança do tamanho da parcela mínima e da extensão em uma paisagem do sudoeste do Paque Nacional Yellowstone.

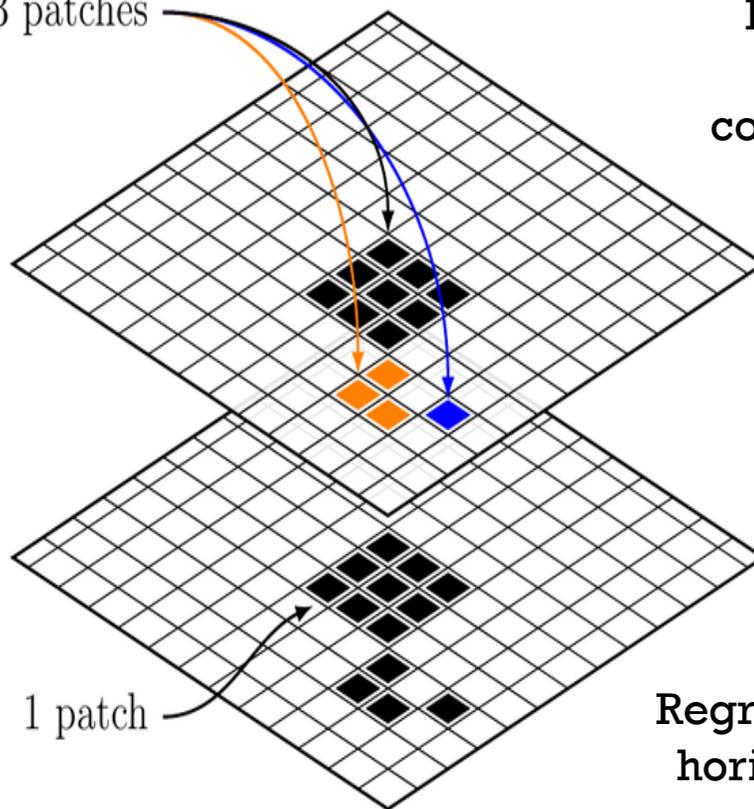
Turner et al., 2001



A definição do que constitui um fragmento também é importante

Exemplo: a identificação dos fragmentos em um mesmo mapa usando 2 regras de determinação de vizinhança:

3 patches



Regra dos 4 vizinhos: os vizinhos horizontais e verticais são considerados, mas não os diagonais

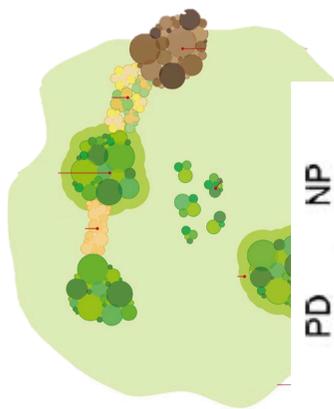
1 patch

Regra dos 8 vizinhos: todos os vizinhos horizontais, verticais e diagonais são considerados.



0	1 * → 0	1	1
1	1	1 * → 0	1
0	1 * → 0	1	1
0	1	1 * → 0	1
0	0	1	0

0	1	0	1	1
1	1	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	0	1	0	0



Exemplo de 7 métricas da paisagem as autocorrelações entre as mesmas

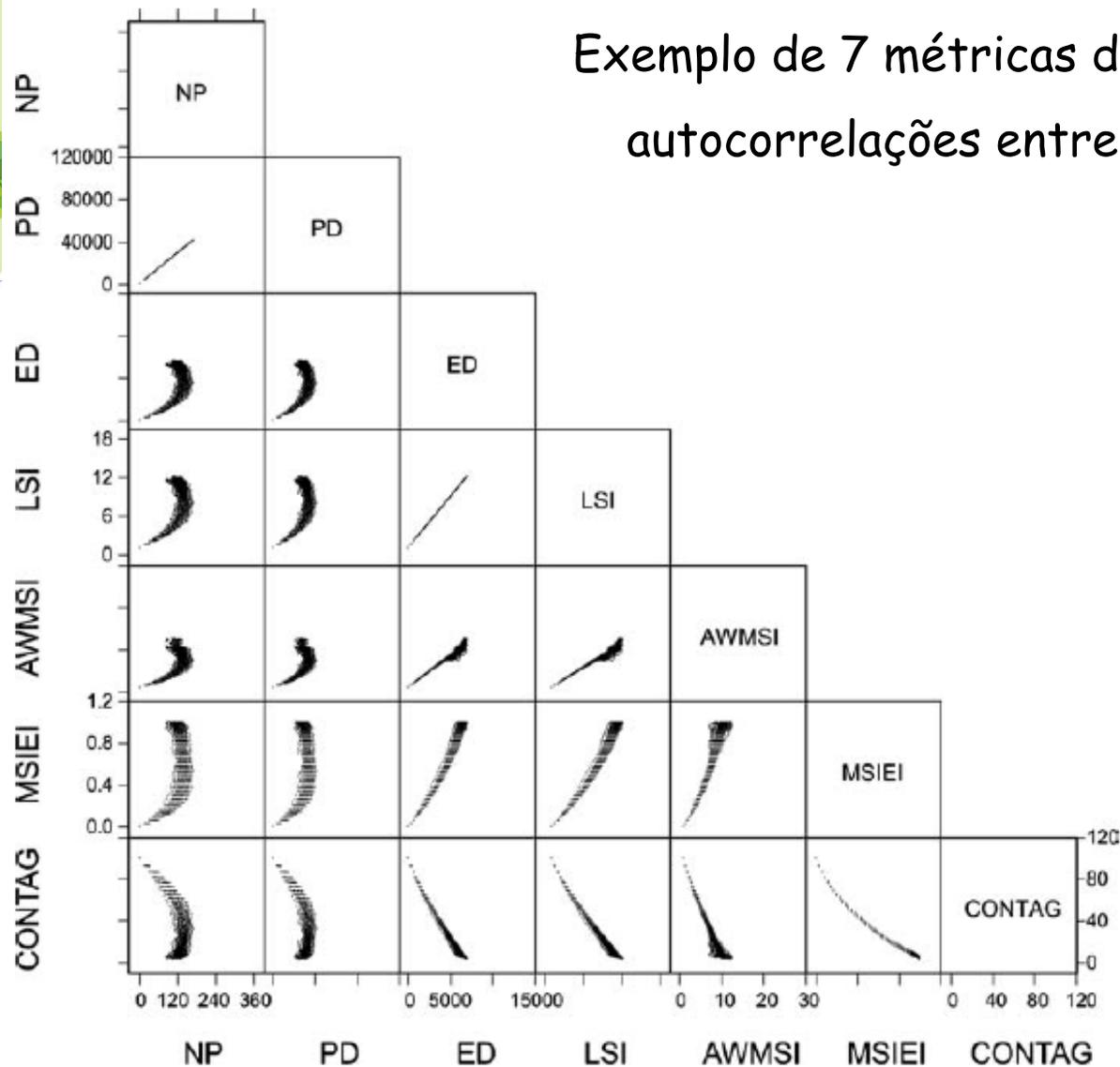


Figure 1 Scatter plots of seven landscape metrics derived from 1000 simulated binary landscapes with high autocorrelation. Abbreviations: NP, number of patches; PD, patch density; ED, edge density; LSI, landscape shape index; AWMSI, area-weighted mean shape index; MSIEI, modified Simpson's evenness index; CONTAG, contagion. The relationships are not monotonic and suggest that relationships among landscape metrics may be nonlinear. Reproduced with permission from Fortin et al. (2003).