



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



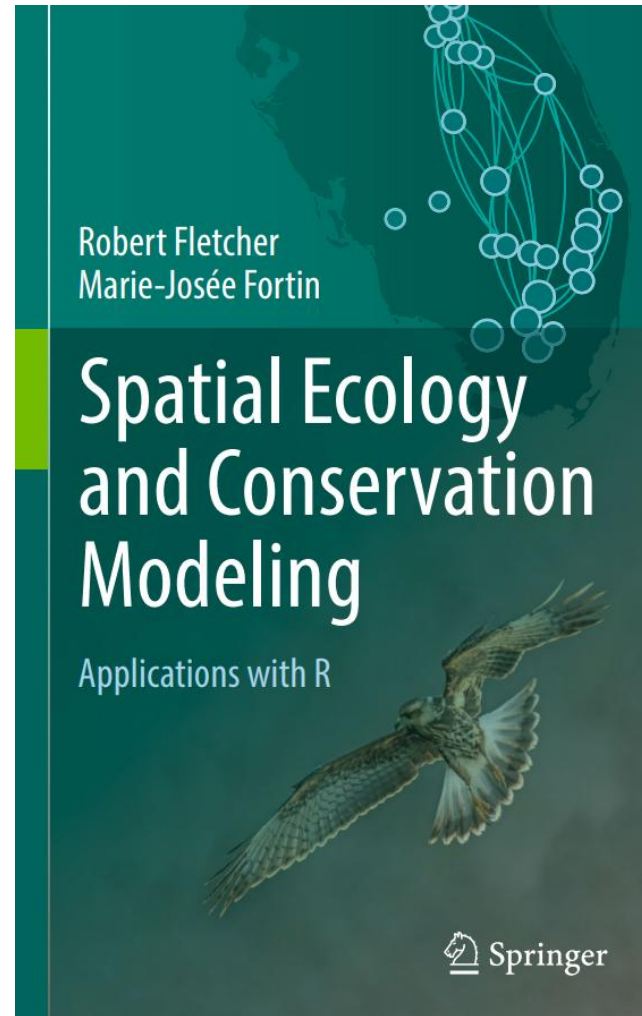
Curso Conceitos básicos de Ecologia da Paisagem: teórico e prático

Profs: Juliana Silveira dos Santos e Edgar Lima

Aula 1: Conceito de Ecologia de Paisagem e Paisagem

Setembro de 2025

Bibliografia



Várias artigos – citados

Conceitos

- **Biodiversidade ou Diversidade Biológica**

“Variedade de formas de vida em todos os níveis dos sistemas biológicos – organismo, população, espécie e ecossistema” (Wilson, 1988)

- **Diversidade Biológica – 1968** (Raymond F. Dasmann – cientista e conservacionista)
- **1980** – usual nas áreas da ciência e política ambiental

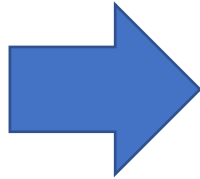
BIODIVERSIDADE – (Wilson, E. O., 1988)

O uso do termo se disseminou entre cientistas, políticos, cidadãos -> impactos das atividades humanas no meio ambiente

Conceitos

- **Biodiversidade** – últimos ~ 30 anos
- **Diversidade ecológica** – vem sendo estudada a vários séculos (**observações históricas**)

Diversidade de espécies não é igualmente distribuída



Espacialmente
Temporalmente

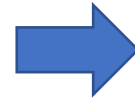


Diferentes
escalas

Conceitos

- Disciplinas científicas

- Ecologia de comunidades
- Biogeografia
- Ecologia de Paisagem



Estudam processos que influenciam os padrões espaciais e temporais da biodiversidade

Ecologia de comunidades: estuda os mecanismos locais que influenciam a biodiversidade

Biogeografia: estuda padrões e processos em larga escala

Ecologia de Paisagem: juntou as duas abordagens para compreender os mecanismos que influenciam a biodiversidade em paisagens heterogêneas e dinâmicas em múltiplas escalas

Conceitos

- Estudo de padrões e processos que influenciam a biodiversidade (Século 18 – Linnaeus 1707 – 1778) - **Início**
 - Escala espacial (planeta)
 - Escala temporal (eras geológicas)
- Alexander von Humboldt (1769 -1859) - **Crescimento**
- Século XX - **Desenvolvimento**

Conceitos

- Estudos da distribuição geográfica das sp.

Variações em larga escala



Condições abióticas

- Temperatura
- Precipitação
- Altitude
- Barreiras geográficas
- Solo
- Glaciações e derivas continentais

- **Ecologia de comunidades:** variação temporal e espacial da biodiversidade é influenciada por fatores bióticos, interações locais entre espécies.

Conceitos

- Teoria da Biogeografia de Ilhas (MacArthur & Wilson, 1967)

Número de sp. encontradas em uma ilha intacta é determinado pelo tamanho da ilha e pela distância entre a ilha e o continente.



Limitações da teoria e
Alternativas tem sido propostas

Aplicação da teoria para fragmentos terrestres contribuiu
para o desenvolvimento conceitual da
Ecologia de Paisagem (**Heterogeneidade espacial**)

Conceitos - Paisagem

- **Paisagem** -> conceito central em muitas disciplinas (ecologia, geografia, arquitetura e literatura)



Muitas definições

Paisagem: cenário de florestas, montanhas e riachos (**popular**)

Conceitos - Paisagem

- **Paisagem por ecólogos** -> uma área geográfica espacialmente **heterogênea** composta por diversas ecossistemas em interação (Forman & Godron, 1986)

Vários conceitos ... Mas

Em todos os casos, há sempre uma noção de amplitude, de distanciamento. A paisagem nunca está no primeiro plano, pois ela é o que se vê de longe, de um ponto alto. Sempre precisamos nos distanciar para observá-la e, de certa forma, a paisagem é o lugar onde não estamos (pois observamos), podendo até ser um “pano de fundo”. A observação, a percepção e as múltiplas compreensões/interpretações da paisagem sempre são feitas pelas lentes ou filtros da formação científica e da cultura do observador. E justamente por essa razão, por ser uma unidade visual, a paisagem não pode ser definida de forma universal, sem considerar a lente ou o filtro do observador. Metzger et al., 2001

Paisagem – contexto científico

- **Paisagem** -> termo usado pela primeira vez pelo Geo Botânico Alexander von Humboldt (XIX)
- **Ecologia de paisagem** -> termo usado pela primeira vez pelo biogeógrafo alemão **Carl Troll (1939)**



Noção básica de paisagem é a espacialidade, a heterogeneidade do espaço onde o homem habita

Ecologia da Paisagem – visões distintas

- **Ecologia de paisagem** -> termo usado pela primeira vez pelo **biogeógrafo** Carl Troll (1939)



Abordagem com forte influência da geografia humana, fitossociologia e da biogeografia

- Planejamento da ocupação territorial
- Paisagens culturais – modificadas pelo homem

**Escala espacial
ampla (Macroecologia)**

Paisagem: entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem “Troll (1971)”

Espaço e Homem - Europa

Ecologia da Paisagem – visões distintas

- **Ecologia de paisagem** -> década de 1980 influenciado por **biogeógrafos e ecólogos americanos**



Adaptar a teoria da Biogeografia de Ilhas para o planejamento de reservas naturais em ambientes continentais

Ecologia da Paisagem – visões distintas

- **Ecologia da paisagem** -> década de 1980 influenciado por **biogeógrafos e ecólogos americanos**

Advento de imagens de satélite (1970-180)

Essa “*abordagem ecológica*”, contrariamente à primeira, dá maior ênfase às paisagens naturais ou a unidades naturais da paisagem, à aplicação de conceitos da ecologia de paisagens para a conservação da diversidade biológica e ao manejo de recursos naturais, e não enfatiza obrigatoriamente macro-escalas. A escala espaço-temporal de análise dependerá da espécie em estudo. A paisagem é definida como: i) uma área heterogênea composta por conjuntos interativos de ecossistemas (“a heterogeneous land of area composed of a cluster of interacting ecosystems”, Forman & Godron 1986); ii) um

Ecologia da Paisagem – visões distintas

- **Ecologia da paisagem** -> década de 1980 influenciado por **biogeógrafos e ecólogos americanos**

mosaico de relevos, tipos de vegetação e formas de ocupação (“a mosaic of heterogeneous land forms, vegetation types and land uses” Urban et al. 1987); iii) uma área espacialmente heterogênea (“a spatially heterogeneous area”, Turner 1989).

Essa abordagem não considerava o efeito da estrutura espacial da paisagem sobre processos ecológicos (dispersão de sementes, propagação do fogo, movimento dos indivíduos)



Análise de imagens de satélite e desenvolvimento de métricas para quantificar a estrutura da paisagem



Metzger et al., 2001

Ecologia da Paisagem – visões distintas

- **Resumo** -> A definição de **Ecologia de Paisagens** varia em função da abordagem

A ecologia de paisagens é entendida como: o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (Forman & Godron 1986); a investigação da estrutura e funcionamento de ecossistemas na escala da paisagem (Pojar et al. 1994); uma área de conhecimento que dá ênfase às escalas espaciais amplas e aos efeitos ecológicos do padrão de distribuição espacial dos ecossistemas (Turner 1989); uma forma de considerar a heterogeneidade ambiental em termos espacialmente explícitos (Wiens et al. 1993); uma área de conhecimento que considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações e trocas espaciais e temporais através de paisagens heterogêneas, as influências da heterogeneidade espacial nos processos bióticos e abióticos e o manejo da heterogeneidade espacial (Risser et al. 1984); uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído (Naveh & Lieberman 1994).

Ecológica Geográfica

- Hierárquica
- Socioecológica
- Cultural

Paisagem – noção integradora

- **Paisagem:** um mosaico **heterogêneo** formado por unidades interativas, sendo esta **heterogeneidade** existente para pelo menos um fator, um observador e numa determinada escala de observação (Metzger, 2001)

Mosaico heterogêneo: é visto através dos olhos do homem, de suas necessidades, anseios e planos de ocupação territorial (considera diferentes escalas espaço-temporais)

Conjunto de unidades interativas: composto por ecossistemas, tipos de uso e cobertura da terra (representação feita aleatoriamente pelo observador)

Paisagem – noção integradora

Limite entre as unidades interativas: definidos por 3 fatores

- Abióticos
- Perturbações naturais
- Antrópicas



Diferentes formas de relevo



Geada



Desmatamento

Paisagem – Abordagem Geográfica

Exemplo

Extensas áreas de uso antrópico, cidades, pastagem, culturas agrícolas, vegetação ripária e frags de vegetação nativa
Pequenos propriedades/mosaicos heterogêneos
Latifúndios -> áreas mais homogêneas e pequenas patches



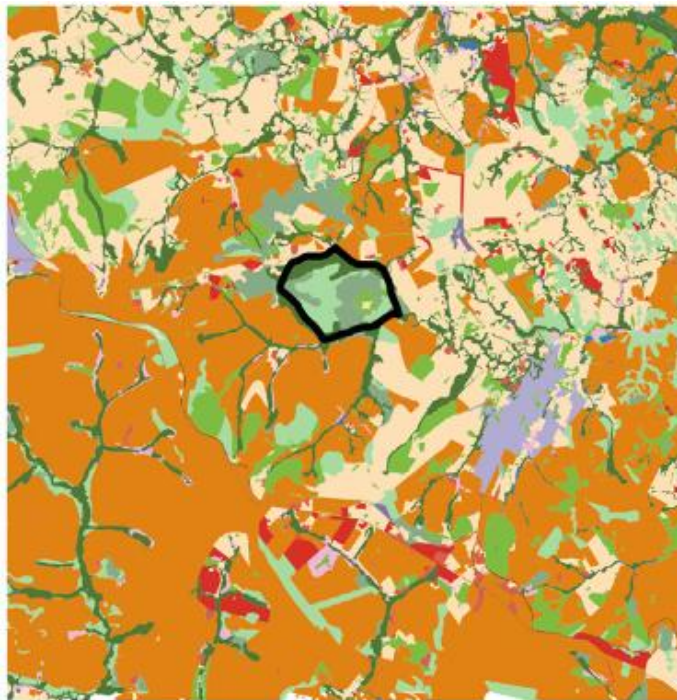
Floresta Atlântica em diferentes estádios de sucessão, áreas de escorregamento riachos e corredeiras

Mosaico de vegetação de restinga, mangue uso humano

Relevo

Heterogeneidade natural das paisagens

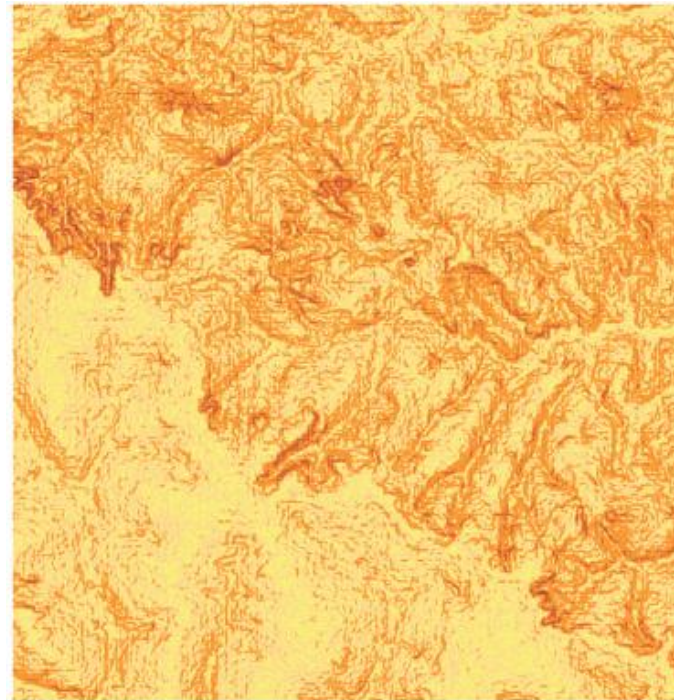
COFA-PELD



0 1,000 2,000 4,000 Km

- Silvânia National Forest
- Agriculture (soybean/maize)
- Pasture
- Riparian forest
- Seasonal forest
- Savanna
- Open savanna

- Eucalyptus
- Urban area
- Wetlands
- Rural building
- Roads
- Water courses
- Mining



Slope class (%)

- 0-3%
- 3-8%
- 8-20%
- 20-45%
- >45%

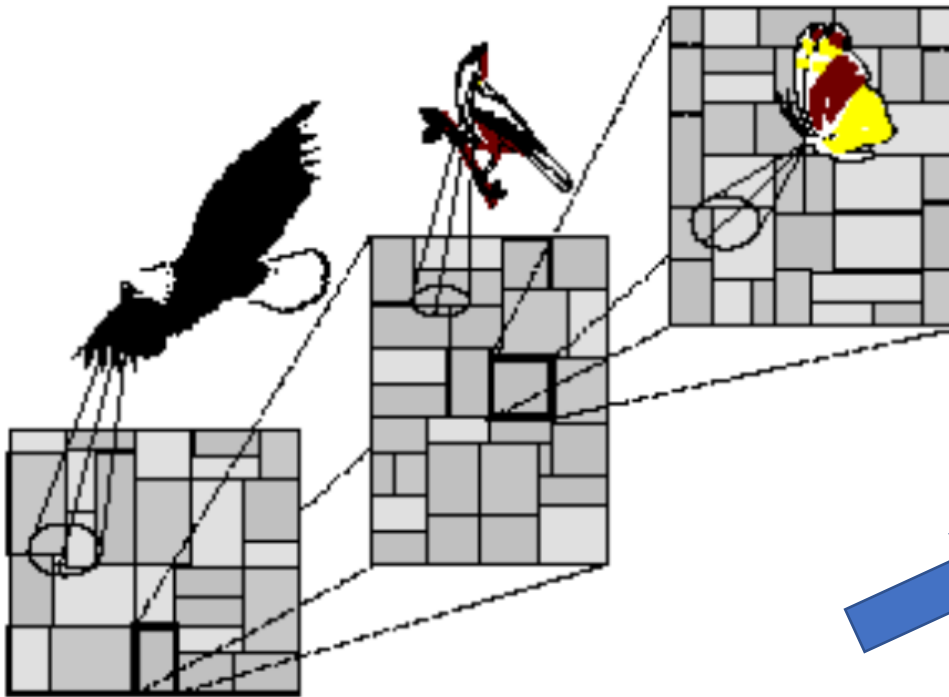
Mosaico de agroecossistemas

- Geomorfologia
- Topografia
- Fertilidade do solo
- Temperatura
- Hidrografia

Paisagem – Abordagem Ecológica

Mosaico heterogêneo: conjunto de habitats que apresentam condições mais ou menos favoráveis para a espécie ou a comunidade estudada.

O olhar da paisagem depende:



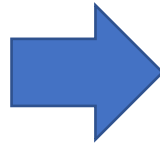
Características biológicas

- Área de vida
- Alimentação
- Abrigo
- Reprodução



**Escala espaço-temporal varia
Por que?**

Ecologia de Paisagem: hierarquia



Disposição espacial das suas
unidades condiciona o
funcionamento da paisagem

Não tem uma hierarquia usualmente estabelecida (populações -> comunidades -> ecossistemas
-> paisagens)

Unidades -> diferentes uso e coberturas da terra
-> habitats

Ecologia de Paisagem: Exemplo

As **Ecologias** podem estudar um mesmo objeto e na mesma escala com um foco diferente



Comunidades: estrutura e dinâmica das associações de espécies e interações entre pops.

Ecossistemas: relações determinísticas entre a comunidade e o meio abiótico (ciclo de nutrientes e fluxo de energia)

Paisagem: entender a estrutura da comunidade através da dinâmica do mosaico de habitats com diferentes características

Ecologia de Paisagem

Estrutura da paisagem

Interessada em entender como os **padrões espaciais** influenciam os **processos ecológicos** e em qual escala

Funcionamento de uma unidade depende das suas interações com as unidades vizinhas



Exemplo:

Ecologia de ecossistemas:

Como a diversidade de uma comunidade de árvores pode ser explicada pelo clima ou tipo de solo?

Ecologia de Paisagem:

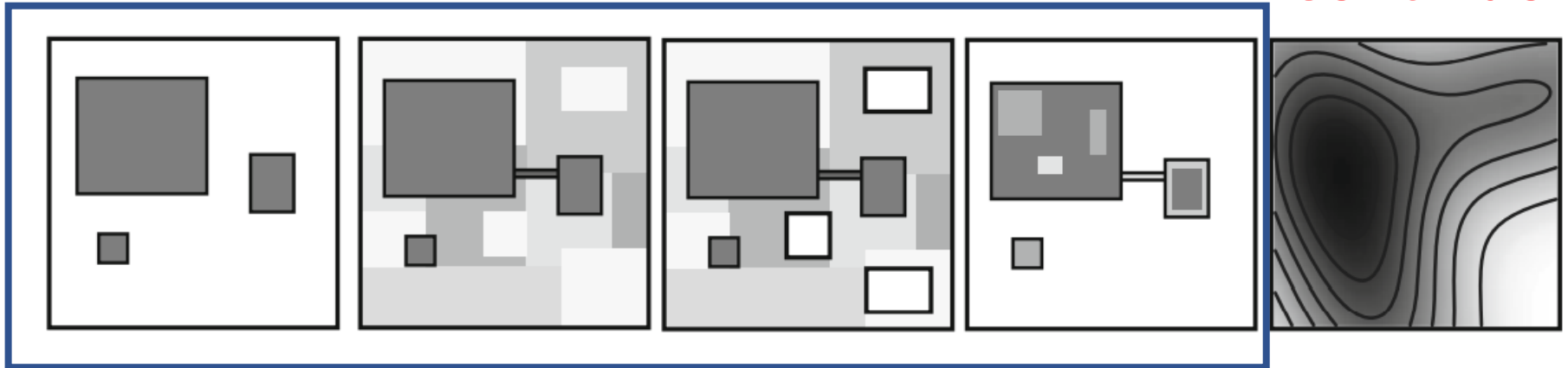
Como a diversidade de uma comunidade de árvores pode ser explicada em função do seu isolamento com outras comunidades?

Ecologia de Paisagem: Como distinguir as paisagens, interpretar as suas variações?

Vários modelos, com diferentes complexidades para interpretar as variações no ambiente.

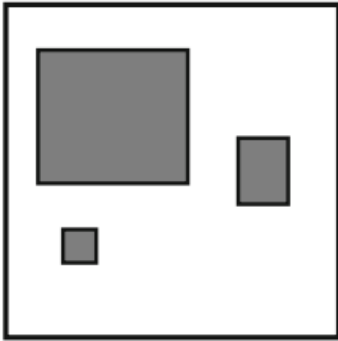
Discretos

Contínuo



Ecologia de Paisagem: Como distinguir as paisagens, interpretar as suas variações?

Modelo de Ilha (não inclui a heterogeneidade)



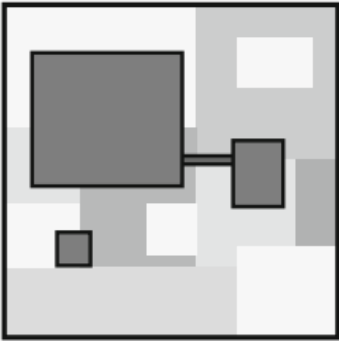
Fragmentos de habitat cercados por habitats inadequados podem então ser considerados análogos a ilhas oceânicas em um “mar inóspito” – Teoria da Biogeografia de Ilhas

Padrão espacial é quantificado com base no tamanho e isolamento dos patches (usado para resolver problemas relacionados a perda e fragmentação do habitat)

Ecologia de Paisagem: Como distinguir as paisagens, interpretar as suas variações?

Modelo

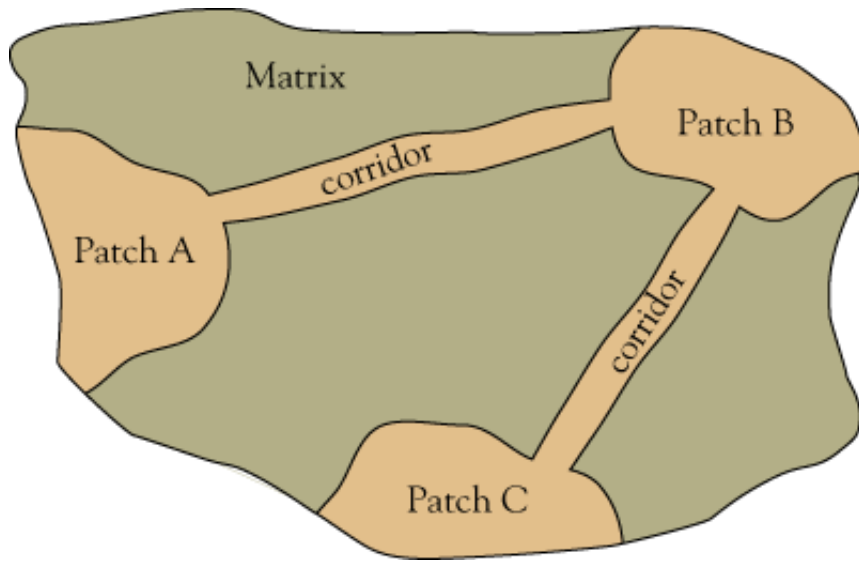
Mancha-Corredor-Matriz



Foi o substituto do primeiro modelo sendo proposto por Forman (1995) – “patch mosaic model”

Ecologia de Paisagem: Como distinguir as paisagens?

Modelo Mancha - Corredor - Matriz



Patch (mancha) – área homogênea, restrita e não linear da paisagem, e que, se distingue das unidades vizinhas

Corridor (corredor) – área homogênea e linear da paisagem que se distingue das unidades vizinhas

Matrix (matriz) – unidade dominante na paisagem (espacial e funcionalmente), ou conjunto de unidades de não habitat

Modelo Mancha - Corredor - Matriz

Patch (mancha) – conceito chave em EP, área que se difere claramente da sua área envolvente, pela sua natureza ou aparência. Tem limite evidente e relativa homogeneidade em seu interior. A mancha tem propriedades que descrevem o seu interior e exterior.

O que são as manchas?

A heterogeneidade espacial é dada pela diferença:

- Tamanho
- Número
- Localização
- Relação borda/área: comprimento da borda
- Conectividade entre as manchas

Modelo Mancha - Corredor - Matriz

Corridor (corredor) – mancha estreita e alongada que liga dois ou mais pontos entre si, apresentando diferenças em relação ao que o envolve.

As propriedades dos corredores dependem da sua forma e do contexto que ele está inserido.

O que são os corredores?

Modelo Mancha - Corredor - Matriz

Matrix (matriz) – onde se encontram dispersas e distinguíveis as manchas e os corredores. Refere-se a ocupação do solo dominante em uma paisagem, com características relativamente homogêneas e elevada conectividade.

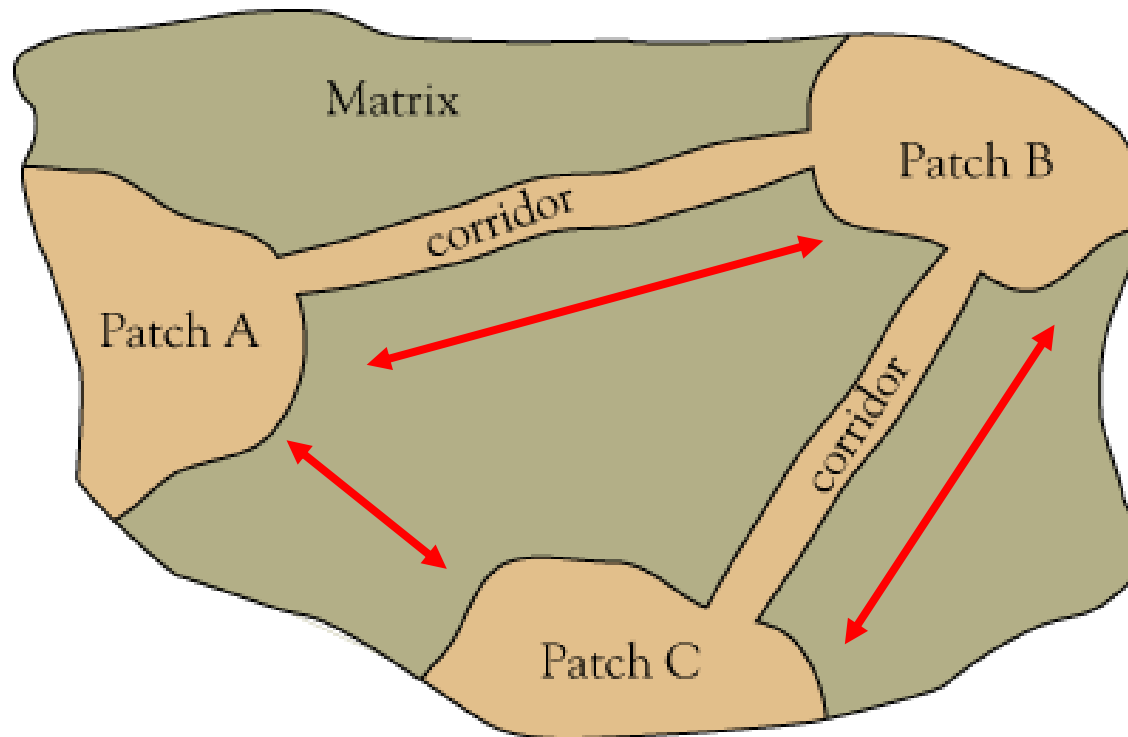
O que são as matrizes?

Modelo Mancha - Corredor - Matriz

O que esse modelo não considerou??

Em que casos ele é adequado?

Importância da matriz?



Matriz – Porque é importante?

Review

Cell
PRESS

Conceptual domain of the matrix in fragmented landscapes

Don A. Driscoll, Sam C. Banks, Philip S. Barton, David B. Lindenmayer, and Annabel L. Smith

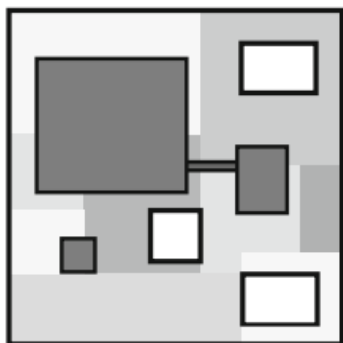
ARC Centre of Excellence for Environmental Decisions, the National Environmental Research Program Environmental Decisions Hub, Fenner School of Environment and Society, The Australian National University, Canberra, ACT 0200, Australia

Assistir o vídeo resumindo o artigo

<https://www.youtube.com/watch?v=JZwTZ-d1ZRE>

Ecologia de Paisagem: Como distinguir as paisagens, interpretar as suas variações?

Modelo Mosaico da paisagem



(Wiens, 1995)

Landscape mosaic model: está relacionado com o modelo patch-matrix-corridor, mas enfatiza que os patches não são homogêneos e os outros tipos de uso da terra também são considerados (stepping stones).

Paisagem considerada como um conjunto de patches, tem a abordagem discreta, não considera gradientes.

- As paisagens são combinações espacialmente complexas e heterogêneas de tipos de manchas, que não podem ser simplesmente categorizadas como manchas, matrizes e corredores;
- As manchas podem ser mais ou menos adequados para uma espécie;
- A conectividade corresponde à medida em que o movimento é facilitado ou impedido por diferentes tipos de manchas na paisagem, em vez da presença ou ausência de um corredor.

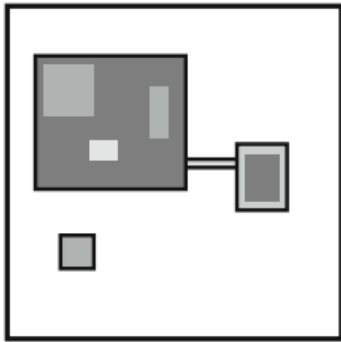
Heterogeneidade de composição e configuração

Sirami, 2016; Metzger et al., 2001, Fletcher & Fortin, 2018

Ecologia de Paisagem: Como distinguir as paisagens, interpretar as suas variações?

Habitat Variegation

Model (McIntyre and Hobbs, 1999)



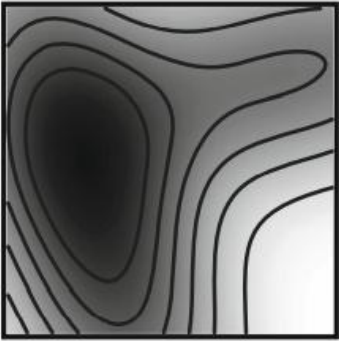
- Limites entre os tipos de manchas são difusos e as variações espaciais na cobertura vegetal são frequentemente graduais em vez de abruptas.
- A paisagem é vista como um mosaico com bordas difusas resultante da percepção das espécies.

Centrado no habitat, em vez de classificação habitat/não habitat, o habitat é considerado não modificado ou modificado (perturbações)

Originalmente desenvolvido para paisagens australianas com pastagem caracterizadas por pequenos fragmentos de floresta e árvores relativamente isoladas espalhadas pela paisagem, este modelo é particularmente relevante para estudar paisagens onde a cobertura vegetal é heterogênea e os limites dos fragmentos não são facilmente definidos.

Outros modelos

Contorno (Fischer, Lindenmayer, and Fazey (2004)



Métricas funcionais

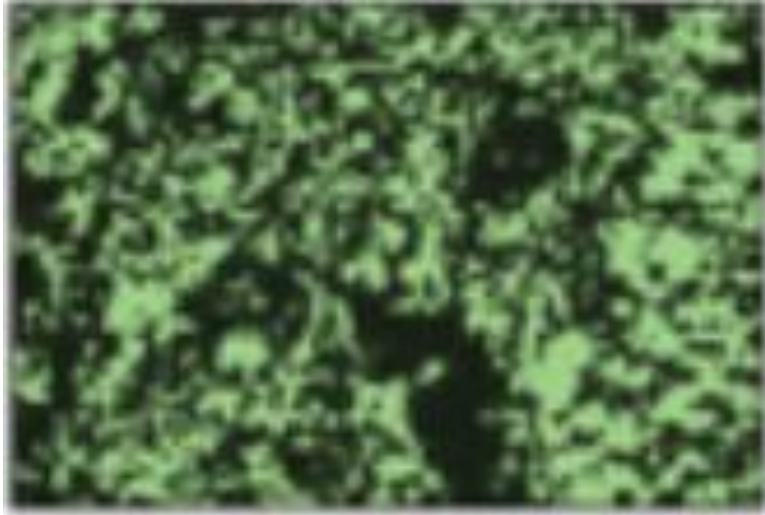
- Reconhece que o habitat é um conceito específico da espécie, que duas espécies não respondem às mudanças da paisagem exatamente da mesma maneira e que a adequação do habitat é influenciada por múltiplos processos ecológicos.
- A paisagem é caracterizada por mudanças graduais (por exemplo, temperatura, altura da vegetação, disponibilidade de presas). Assim, cada espécie tem seu próprio mapa de contorno de habitat com picos e vales, espaçamento de contornos representando mudanças na adequação do habitat através do espaço.

A paisagem pode ser representada por mapas de contorno de habitat específicos de espécies sobrepostos. Este modelo reconhece corretamente que diferentes espécies respondem de maneiras únicas às mudanças de habitat, mas muitas vezes não sabemos o suficiente sobre os requisitos de habitat das espécies para construir esses modelos.

Outros modelos

Sirami, 2016

Gradiente (Cushman, Gutzweiler, Evans, and McGarigal, 2010)



Dados contínuos de sensoriamento remoto

- Considera que os organismos experimentam a estrutura da paisagem como gradientes de padrão que variam no espaço de acordo com a distância na qual um determinado organismo percebe ou é influenciado pelos padrões da paisagem.
- Em vez de analisar os padrões globais da paisagem (por exemplo, densidade média das árvores dentro da paisagem), quantifica-se o padrão da paisagem local ao longo do espaço delimitado pelas habilidades perceptivas de um organismo (por exemplo, densidade da árvore local dentro de 100 m).

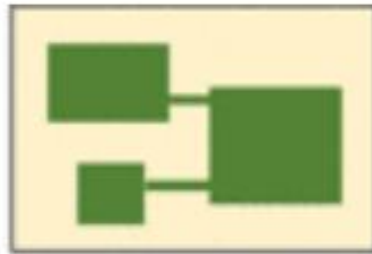
Não pressupõe estruturas discretas, mas irá identificá-las caso existam e inclui o modelo do mosaico da paisagem como um caso especial. A heterogeneidade espacial pode ser medida pelo grau de autocorrelação espacial. O modelo de gradiente facilita a análise simultânea de múltiplas variáveis da paisagem e fornece uma estrutura flexível para a realização de análises centradas no organismo ou no processo.

Resumo

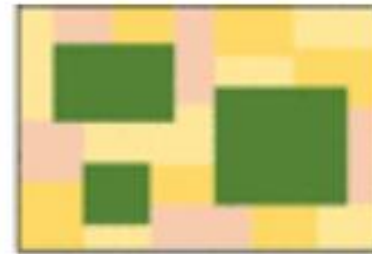
Discretos



Island



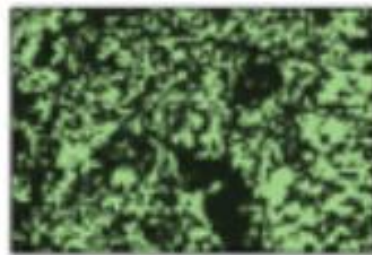
Patch-matrix-corridor



Landscape mosaic



Variegation



Gradient

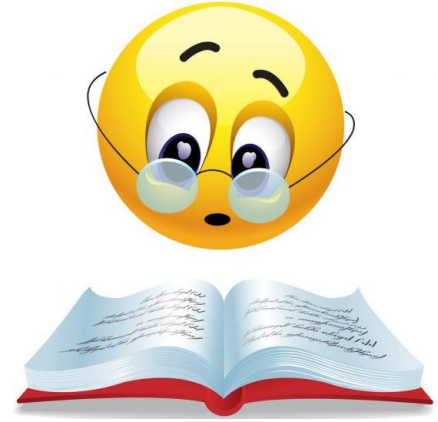


Landscape contour

Click to view larger

Figure 1. Illustration of different landscape models **Contínuos** used to describe spatial heterogeneity.

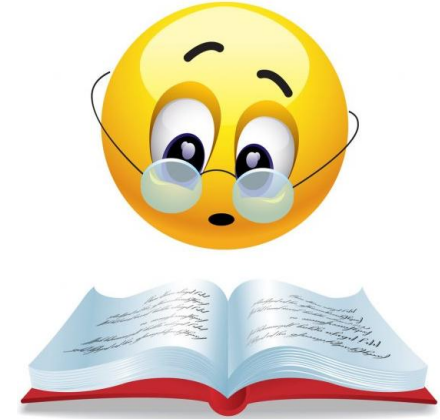
Importância da escala para a Heterogeneidade



Ecologia de paisagem -> estudo da heterogeneidade

Ecologia de Paisagens

Resumo



Ainda não está definida!
Várias vertentes ...

Geográfica - Europa - Homem e planejamento territorial

Ecológica - América do Norte - Padrões espaciais e relação entre os processos ecológicos, voltada a conservação

Desafio: caracterizar a heterogeneidade da paisagem, biodiversidade, função dos ecossistemas, estabilidade e resiliência e a combinação de efeitos em diferentes escalas espaciais e temporais

Complexidade dos ecossistemas e mudanças globais -> frameworks conceituais e metodológicos para integrar essa complexidade.

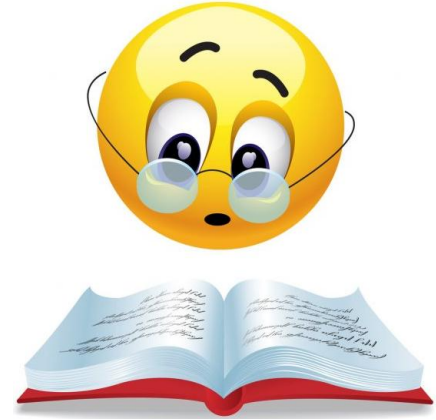
Espaço = Ecologia da predação -> **Landscape of fear**

Ecologia de estradas -> conceito de **Landscape of noise**

Agroecologia -> conceito de **Hidden mosaic**

Para assistir

Teoria da Biogeografia de Ilhas



Parte 1

<https://www.youtube.com/watch?v=ENTp70NKi3o>

Parte 2

<https://www.youtube.com/watch?v=weQANelvLQs>