



# Ecologia da Paisagem: Conceitos e Métodos de Pesquisa

*Jean Paul Metzger*

*Departamento de Ecologia - IB - USP*

# Recados iniciais

- Lista de E-Mails
- Disciplina 10 a 21 de Março (horário: 9-12; 14-18)
- Aulas teóricas (sala de Seminários); Aulas práticas (sala Multimídia)
- Não haverá excursão de campo
- Haverá Aulas de Laboratório para introdução na análise da estrutura da paisagem
- Projeto baseado em dados já coletados (dados biológicos, imagens, fotos, ....)
- IDRISI, FRAGSTATS

# Programa - semana 1

---

	<b>Teoria</b>	<b>Prática</b>
	<i>9-12</i>	<i>14-18</i>
10/03	Introdução à Ecologia de Paisagens	Introdução ao Sensoriamento Remoto
11/03	Relação entre estrutura da paisagem e padrões biológicos:	Classificação
12/03	Conectividade estrutural	Métricas de Paisagem – Fragstats; Aplicações
13/03	Dinâmica da paisagem	Fragstats e simulações
14/03	Delineamento de experimentos	Delineamento de um projeto

---

# Programa - semana 2

---

	<b>Teoria</b>	<b>Prática</b>
	<i>9-12</i>	<i>14-18</i>
17/03	Da teoria das ilhas à metapopulação	Projeto
18/03	Metapopulação e EP: Função de Incidência	Projeto
19/03	Conservação e EP	Projeto
20/03	Restauração e EP	Projeto
21/03	Apresentação de projetos	Apresentação de projetos

---

# Programa - leitura obrigatória

---

Dias	Teoria	Leitura obrigatória
10	Introdução à Ecologia de Paisagens	Metzger 2001; Turner 1989
11	Estrutura e exemplos	Debinski & Holt 2000
12	Conectividade	Tischendorf & Fahrig 2000
13	Dinâmica da paisagem e os limiares	Villard et al. 1999
14	Delineamento de experimentos	McGarigal & Cushman 2002

---

# Programa - leitura obrigatória

---

Dias	Teoria	Leitura obrigatória
17	Teoria das ilhas	Haila 2002
18	Metapopulação e EP	Verboom et al. 2001
19	Conservação e EP	Lambeck 1997 e Lindenmayer 2002
20	Restauração e EP	Hobbs 1999
21	Apresentação de projetos	Apresentação de projetos

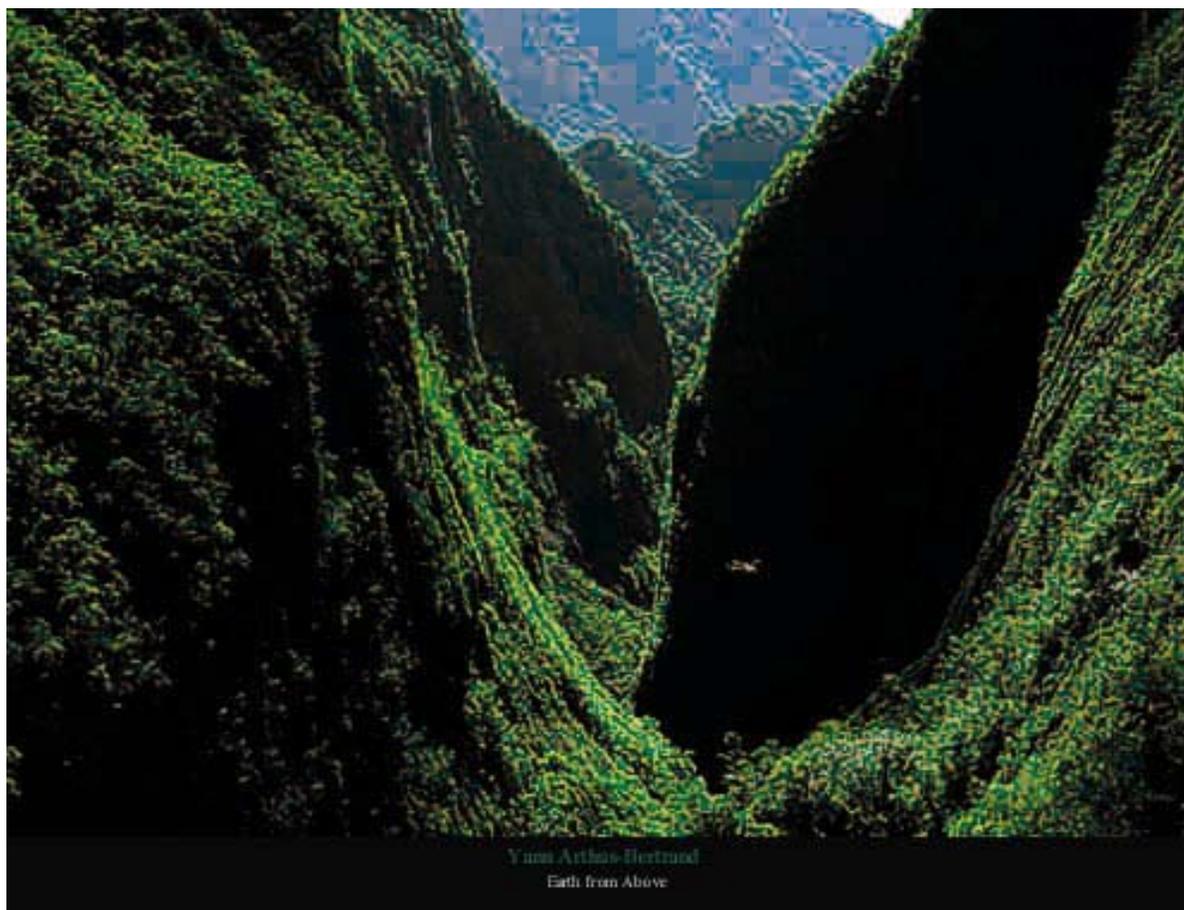
---

A photograph of a vast landscape featuring rolling hills and mountains. The foreground and middle ground consist of numerous rounded, grassy hills that create a rhythmic pattern of light and shadow. The hills are covered in dry, yellowish-brown grass. In the background, larger, more rugged mountains rise against a clear, pale blue sky. The overall scene is bright and open, with a strong sense of depth and scale.

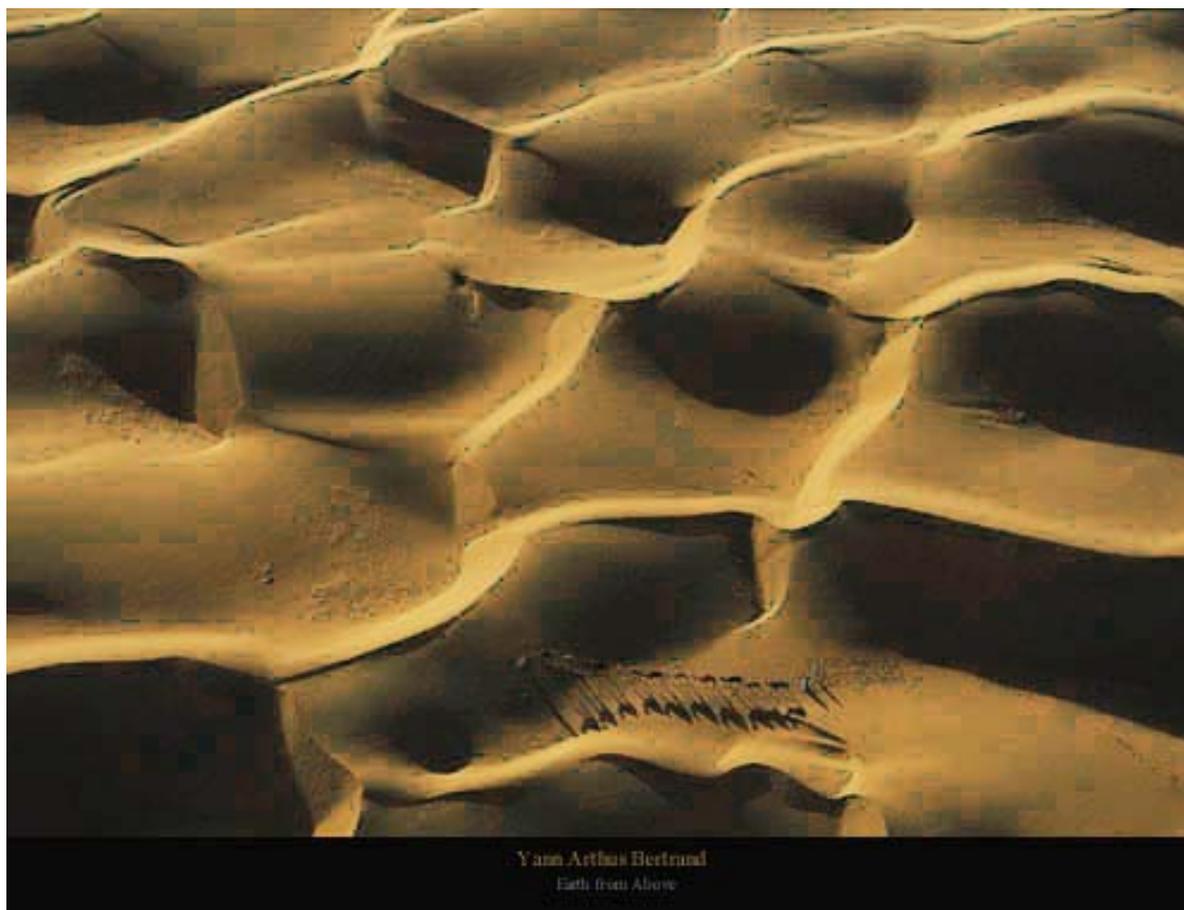
O que é uma paisagem?  
O que é ecologia de paisagens?



Coeur de Voh, Nouvelle-Calédonie, France



Gorges du Bras de Caverne, Ile de la Réunion, France



Yann Arthus Bertrand  
Earth from Above

Caravane de dromadaire dans les dunes près de Nouakchott, Mauritanie



Séchage de dattes, palmeraie au sud du Caire, vallée du Nil, Egypte

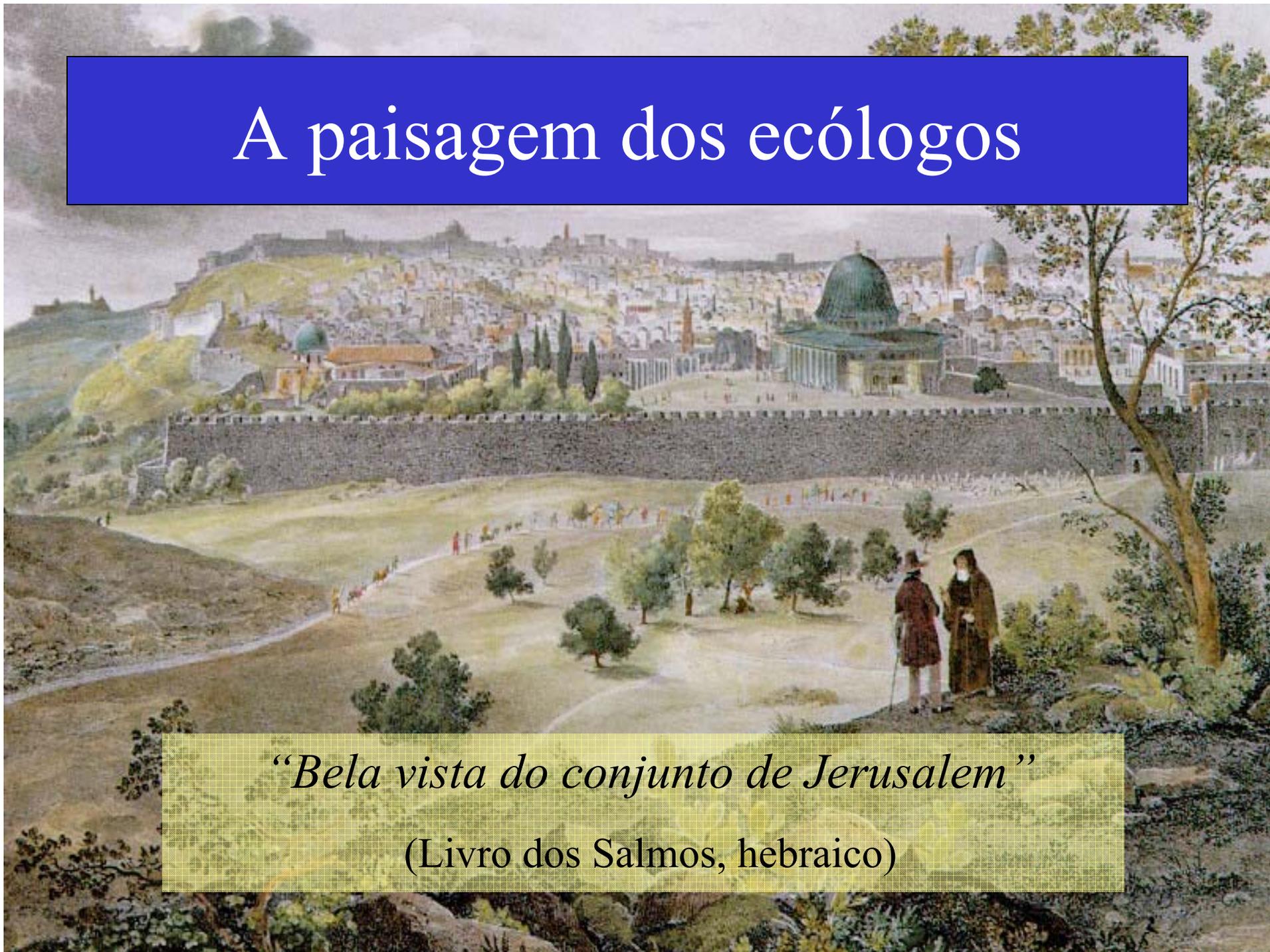


Tapis de Marrakech, Maroc

# A paisagem dos ecólogos

*“Bela vista do conjunto de Jerusalem”*

(Livro dos Salmos, hebraico)





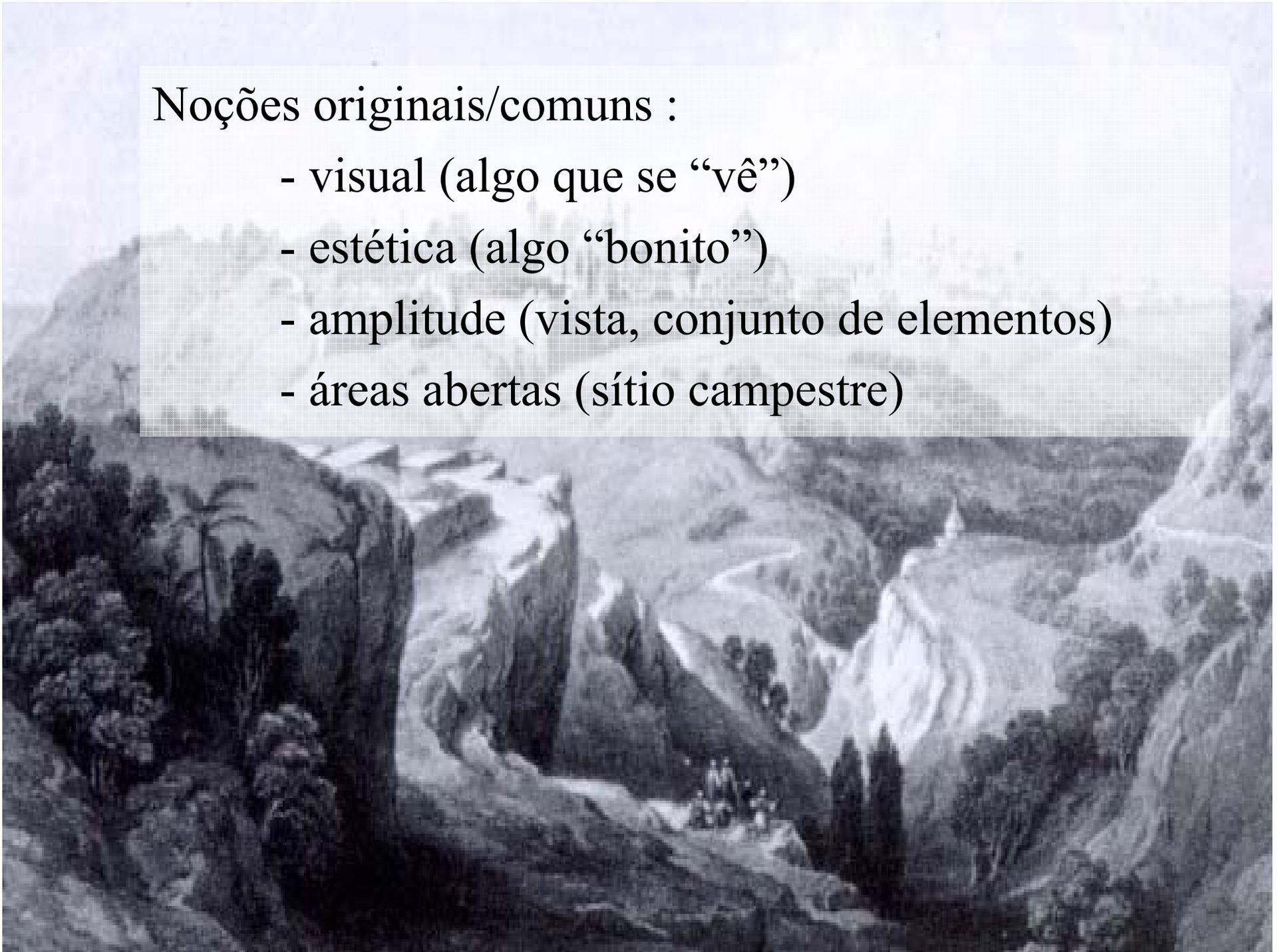
Paysage: “quadro representando um sítio campestre”



*Aurélio: “espaço de terreno que se abrange num lance de vista”*

Noções originais/comuns :

- visual (algo que se “vê”)
- estética (algo “bonito”)
- amplitude (vista, conjunto de elementos)
- áreas abertas (sítio campestre)



Noções originais/comuns :

- visual (algo que se “vê”)
- estética (algo “bonito”)
- amplitude (vista, conjunto de elementos)
- áreas abertas (sítio campestre)



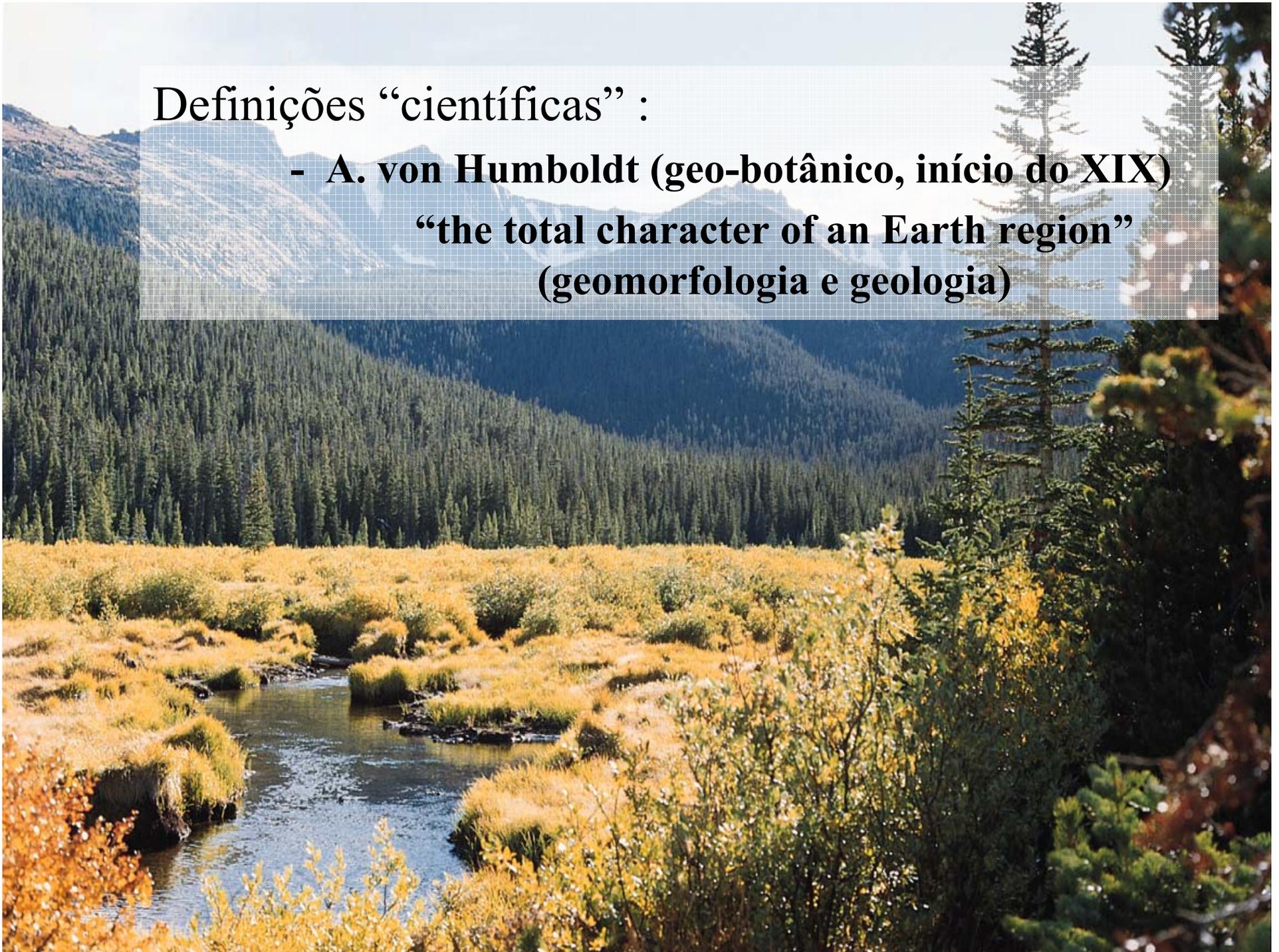
Noções originais/comuns :

- visual (algo que se “vê”)
- estética (algo “bonito”)
- amplitude (vista, conjunto de elementos)
- áreas abertas (sítio campestre)



Definições “científicas” :

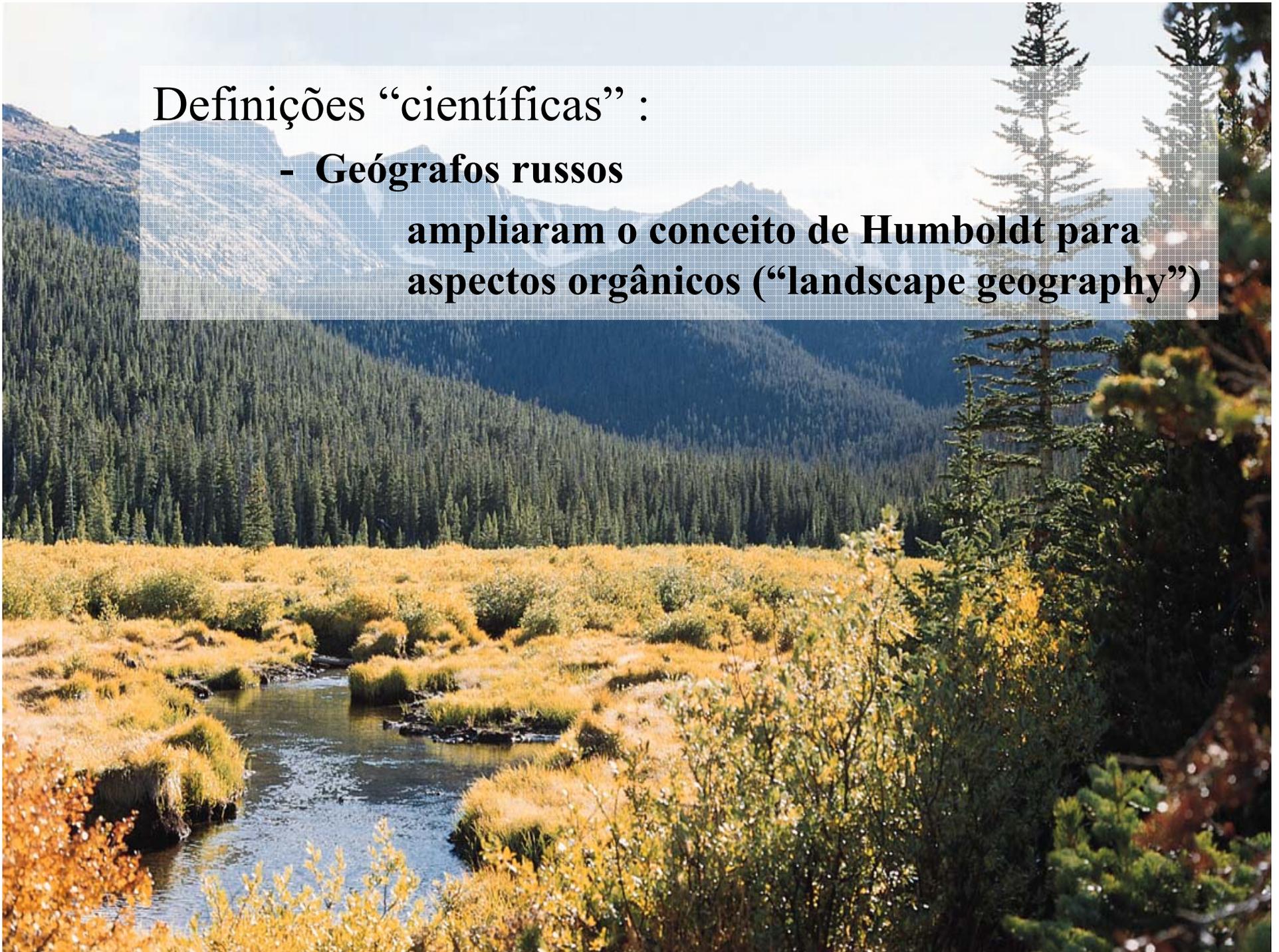
- **A. von Humboldt (geo-botânico, início do XIX)**  
**“the total character of an Earth region”**  
**(geomorfologia e geologia)**

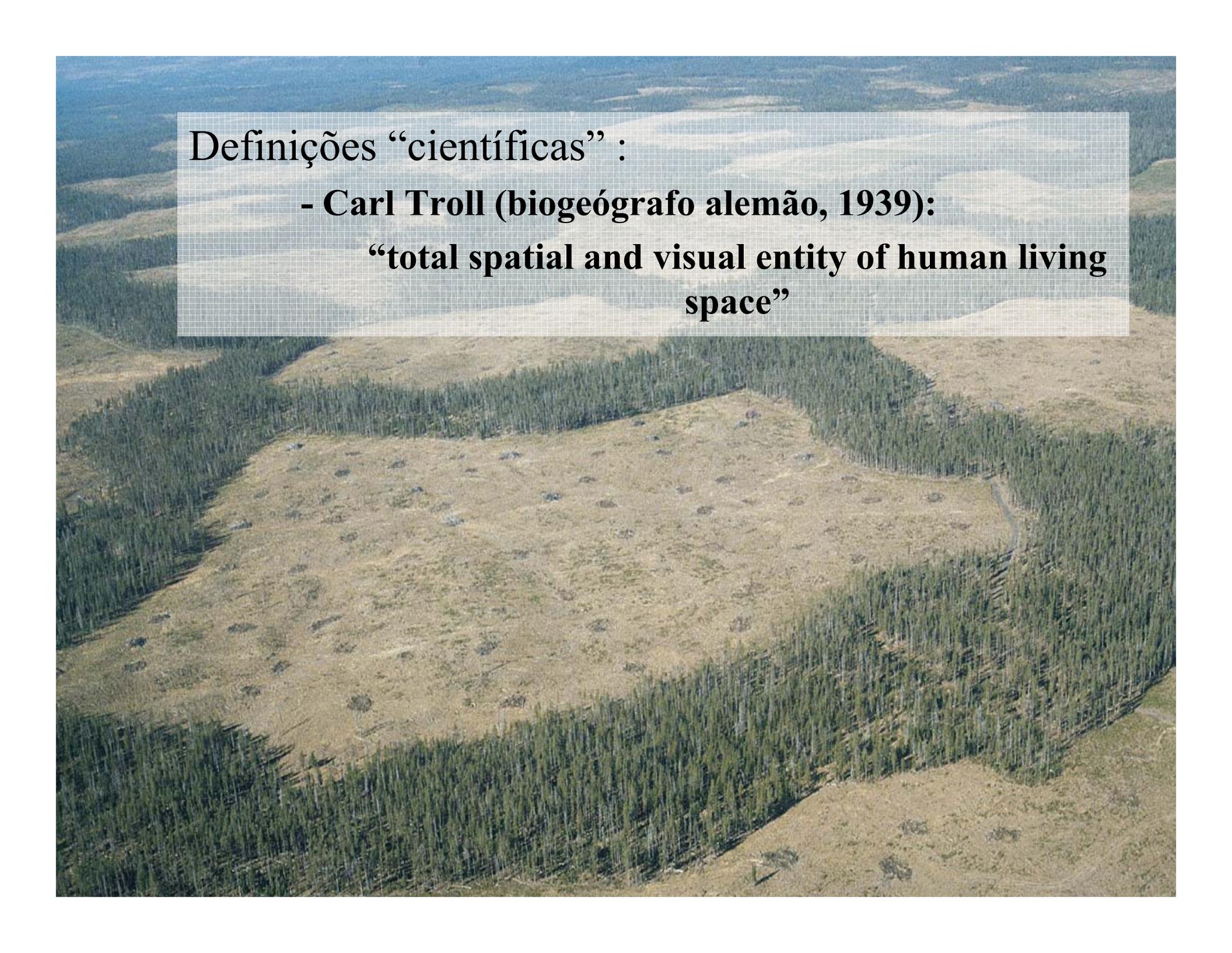


Definições “científicas” :

- **Geógrafos russos**

**ampliaram o conceito de Humboldt para aspectos orgânicos (“landscape geography”)**

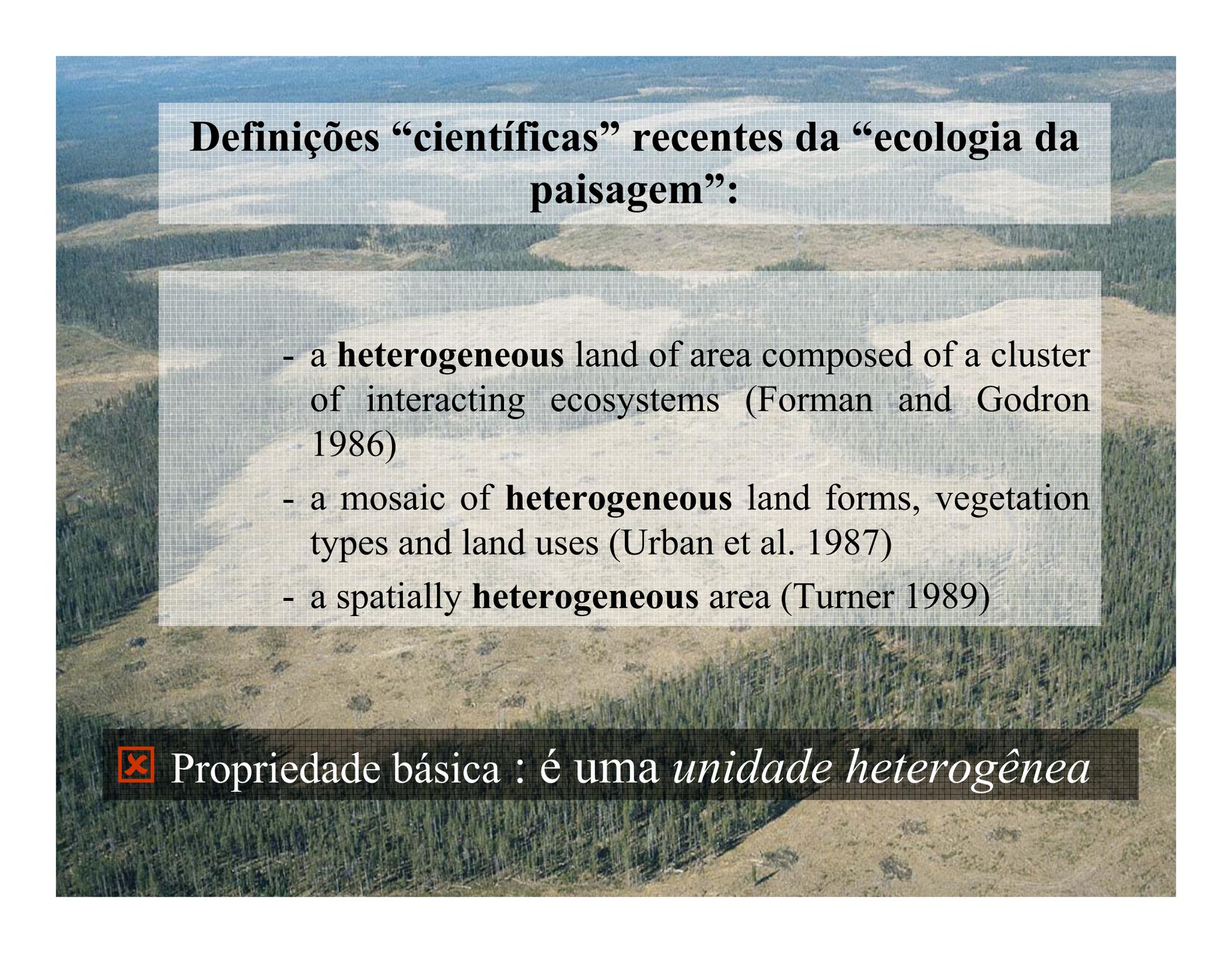


An aerial photograph of a landscape. In the center, there is a large, roughly rectangular area that has been cleared of forest, showing a mix of brownish soil and sparse vegetation. This cleared area is surrounded by a dense, dark green forest of tall, thin trees. The forest extends to the edges of the frame, with some lighter-colored patches of land visible in the distance. The overall scene illustrates a human-modified landscape, likely a result of logging or land clearing.

Definições “científicas” :

- **Carl Troll (biogeógrafo alemão, 1939):**

**“total spatial and visual entity of human living space”**

An aerial photograph showing a landscape with a mosaic of forest and open land. The forest is a mix of green and brown, indicating different types of vegetation. The open land is a mix of brown and green, indicating different land uses. The overall appearance is highly heterogeneous.

## Definições “científicas” recentes da “ecologia da paisagem”:

- a **heterogeneous** land of area composed of a cluster of interacting ecosystems (Forman and Godron 1986)
- a mosaic of **heterogeneous** land forms, vegetation types and land uses (Urban et al. 1987)
- a spatially **heterogeneous** area (Turner 1989)

❌ Propriedade básica : é uma *unidade heterogênea*

# Paisagem

Definição atual da “paisagem do ecólogo”:

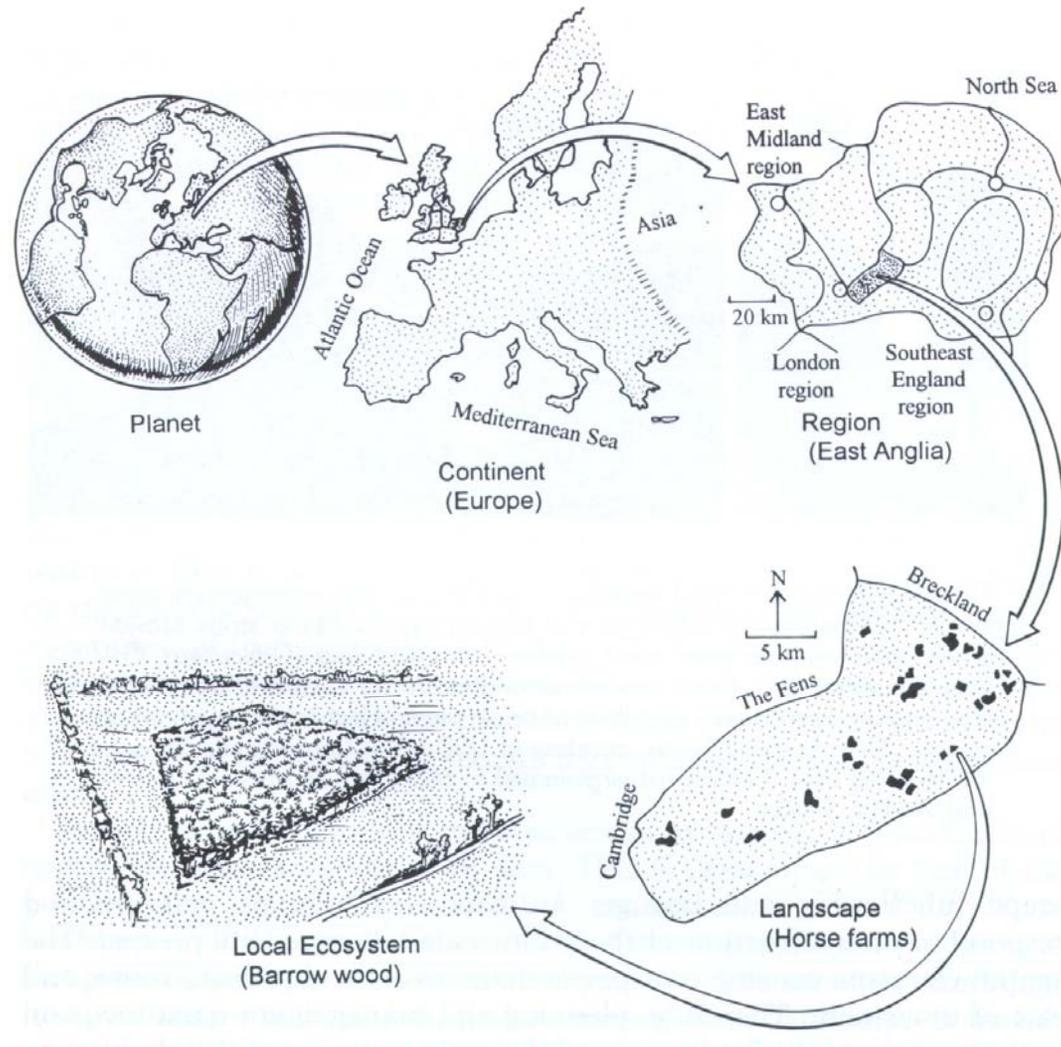
**“ a paisagem é um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas. Esta heterogeneidade existe para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala”**

– **Visão pelo olho do Homem**

– **Visão pelo “olho” de outras espécies**

# Paisagem segundo a visão do Homem

- **Abrange amplas extensões espaciais (km<sup>2</sup>)**



# Paisagem segundo a visão do Homem

- Fontes de heterogeneidade na paisagem :
  - **heterogeneidade do ambiente físico** (topografia, solos, umidade, dinâmica hidrogeomorfológica...);



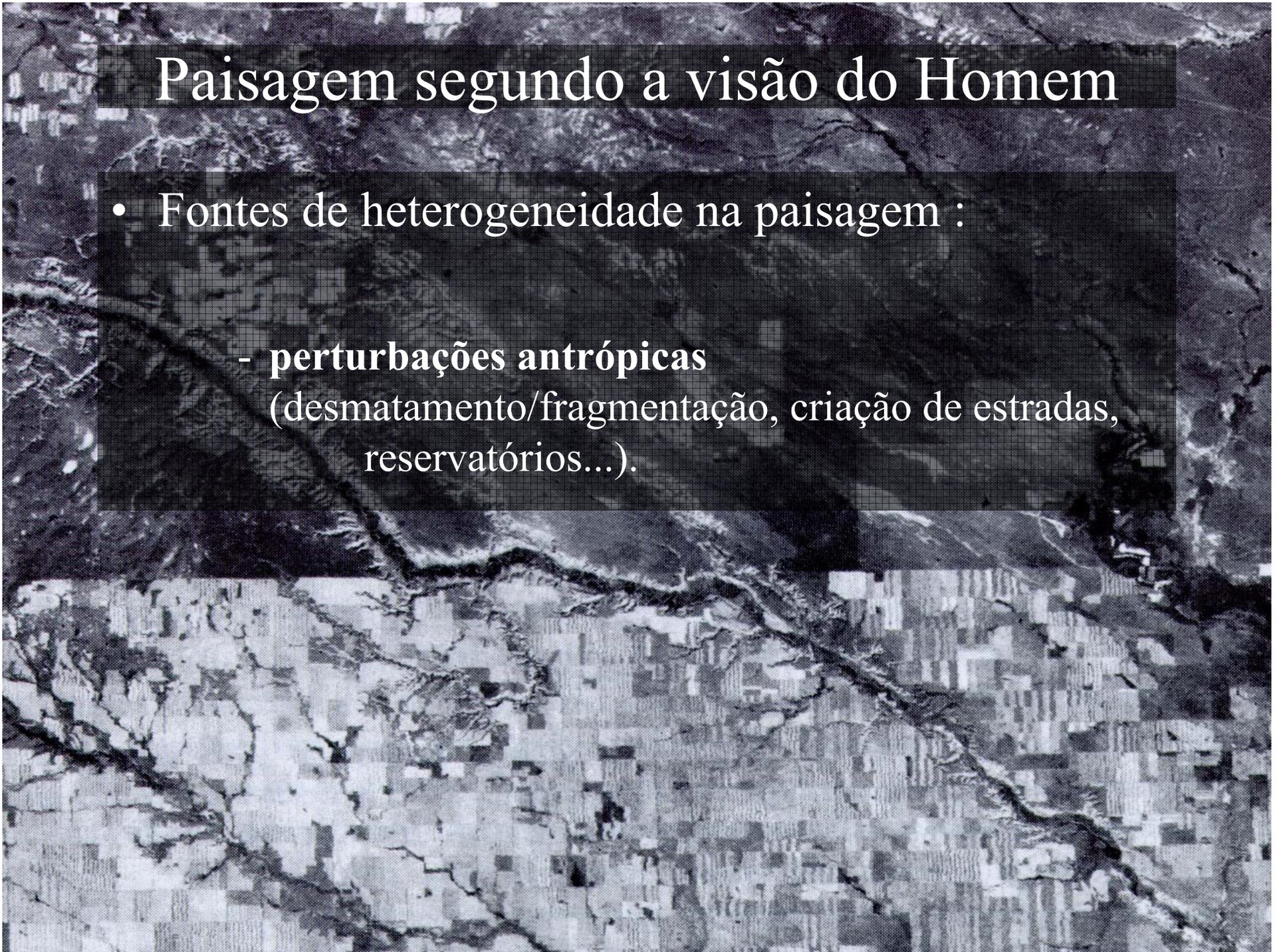
# Paisagem segundo a visão do Homem

- Fontes de heterogeneidade na paisagem :
  - regime de perturbações naturais  
(fogo, tornado, pestes...);



# Paisagem segundo a visão do Homem

- Fontes de heterogeneidade na paisagem :
  - **perturbações antrópicas**  
(desmatamento/fragmentação, criação de estradas, reservatórios...).



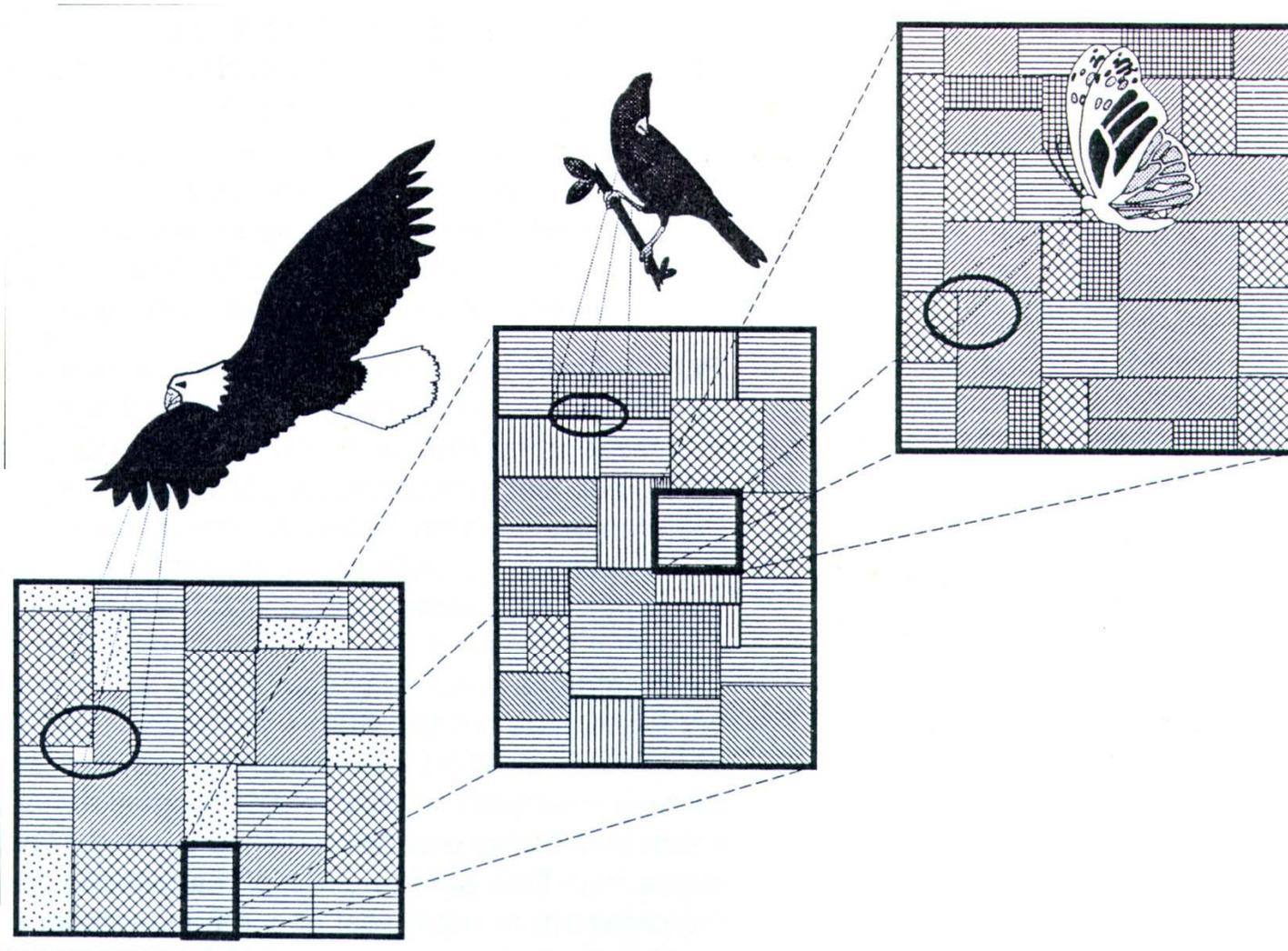
# Paisagem

Definição atual da “paisagem do ecólogo”:

**“ a paisagem é um mosaico heterogêneo, para pelo menos um fator e segundo um observador, formado por manchas interativas”**

**– Visão pelo olho do Homem**

# Paisagem segundo a visão das espécies



# Paisagem segundo a visão das espécies

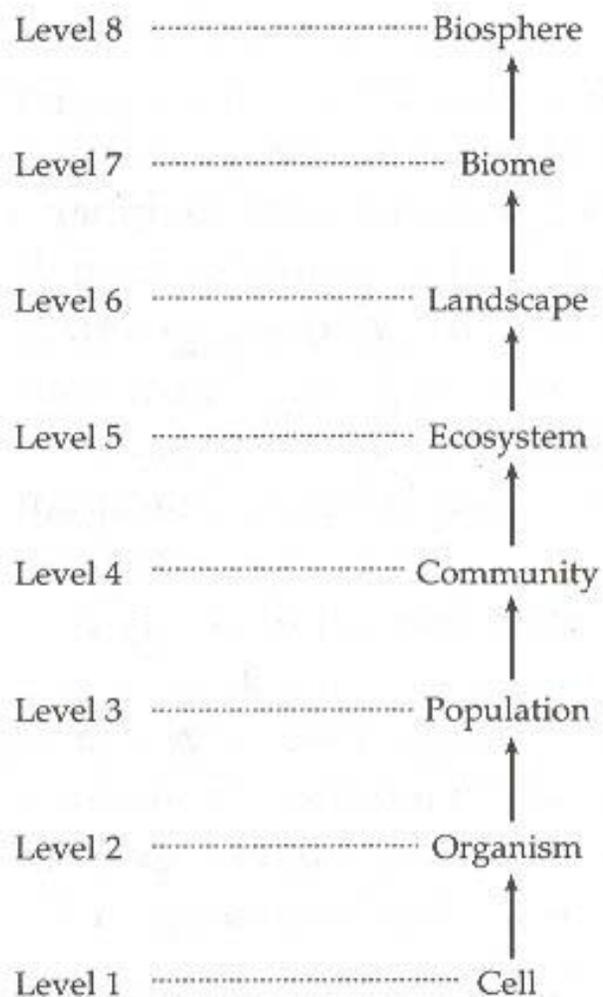




*A paisagem de um gafanhoto (4 m<sup>2</sup>)*

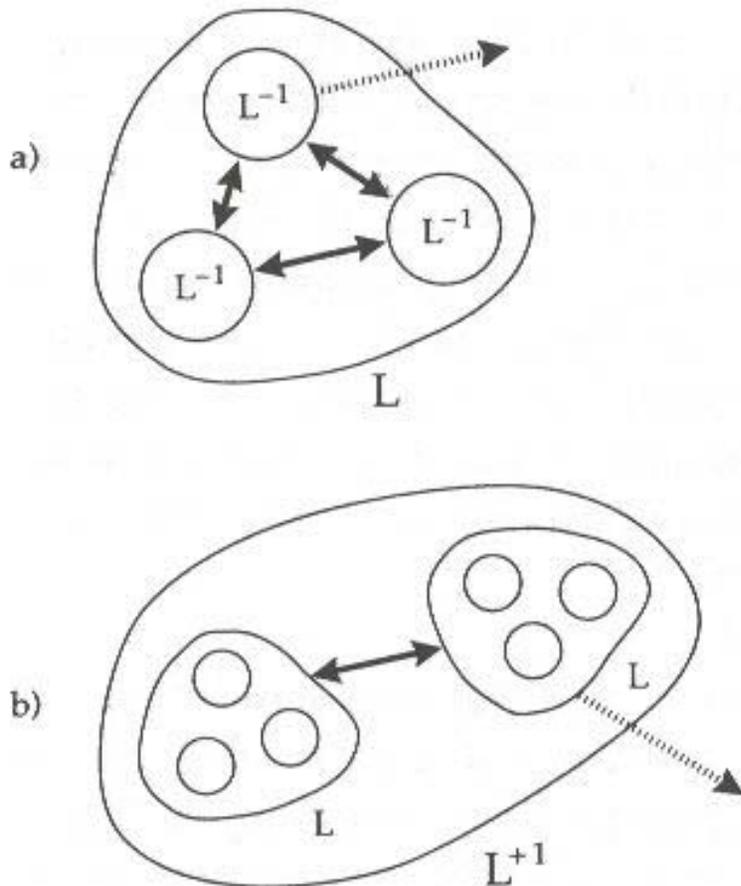
# A “Ecologia de Paisagens” é....

... um novo  
nível de  
organização  
biológica ?



# Revisão

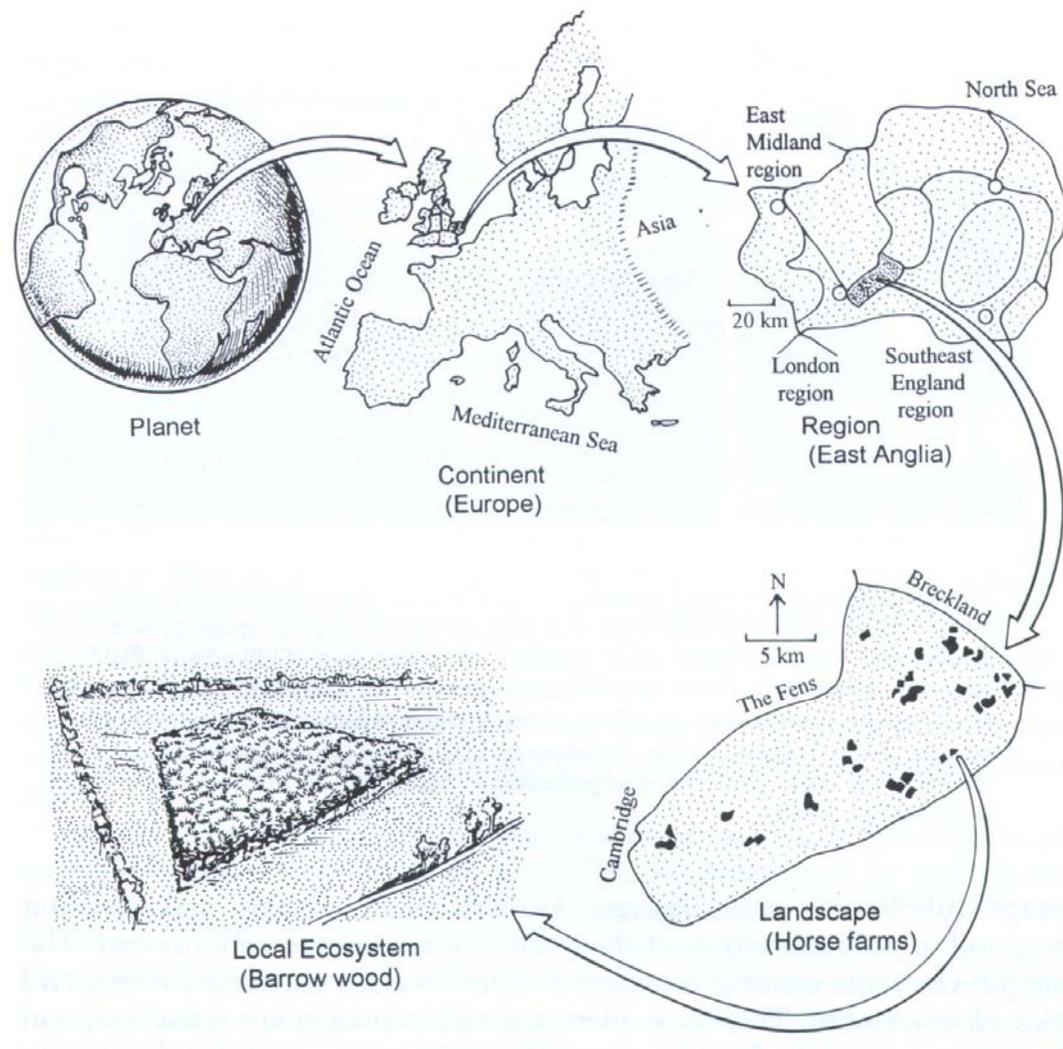
## Níveis de organização hierárquica num sistema



- Propriedade fundamental de um sistema: as propriedades no nível L
  - dependem das interações/ associações em L-1
  - são condicionadas pelo nível L+1
- Células-tecidos-orgãos são níveis de organização.
- Populações-comunidades-ecossistemas-paisagens podem não ser.

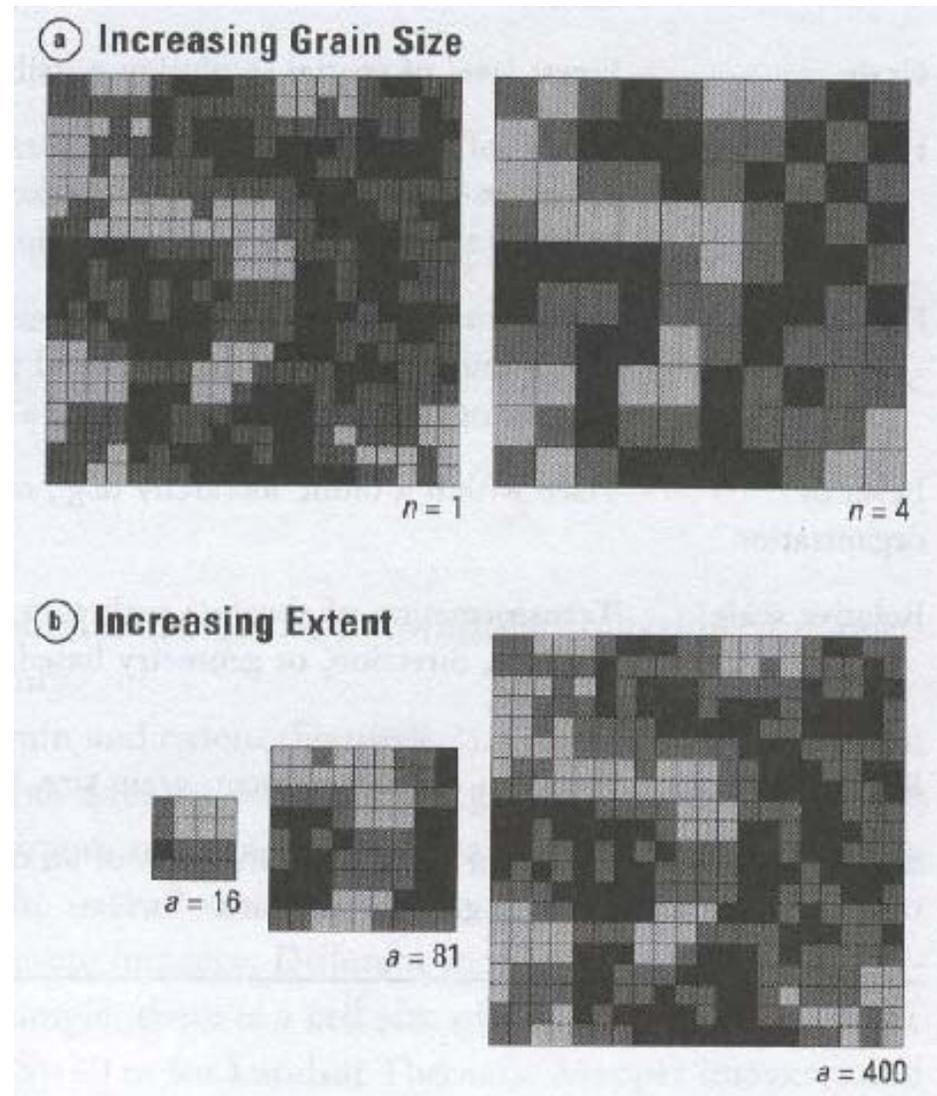
# A “Ecologia de Paisagens” é....

... uma nova  
escala especial  
de estudo  
ecológico?



## As escalas ....

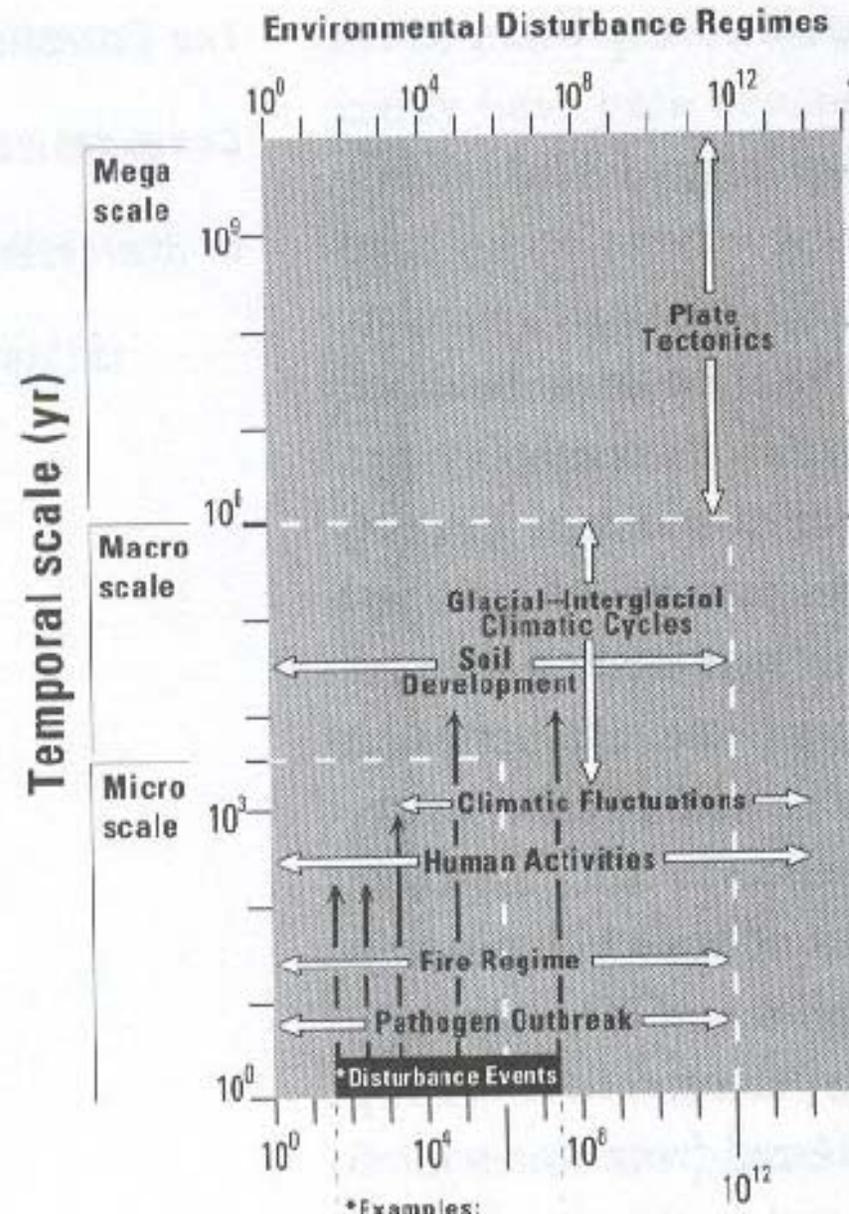
*escala espacial* -  
aspecto de extensão  
e de resolução



## As escalas ....

*escala espacial* -  
aspecto de extensão e  
de resolução

*escala temporal* -  
duração e frequência



## As escalas ....

*escala espacial* - aspecto de extensão e de resolução

*escala temporal* - duração e frequência

*escala geográfica* - razão de uma representação

(pequena e grande: extensões, razões)

Usar: fina *vs* grosseira

*escala de percepção das espécies* - locomoção,  
especialização

# 3. Uma nova visão da paisagem

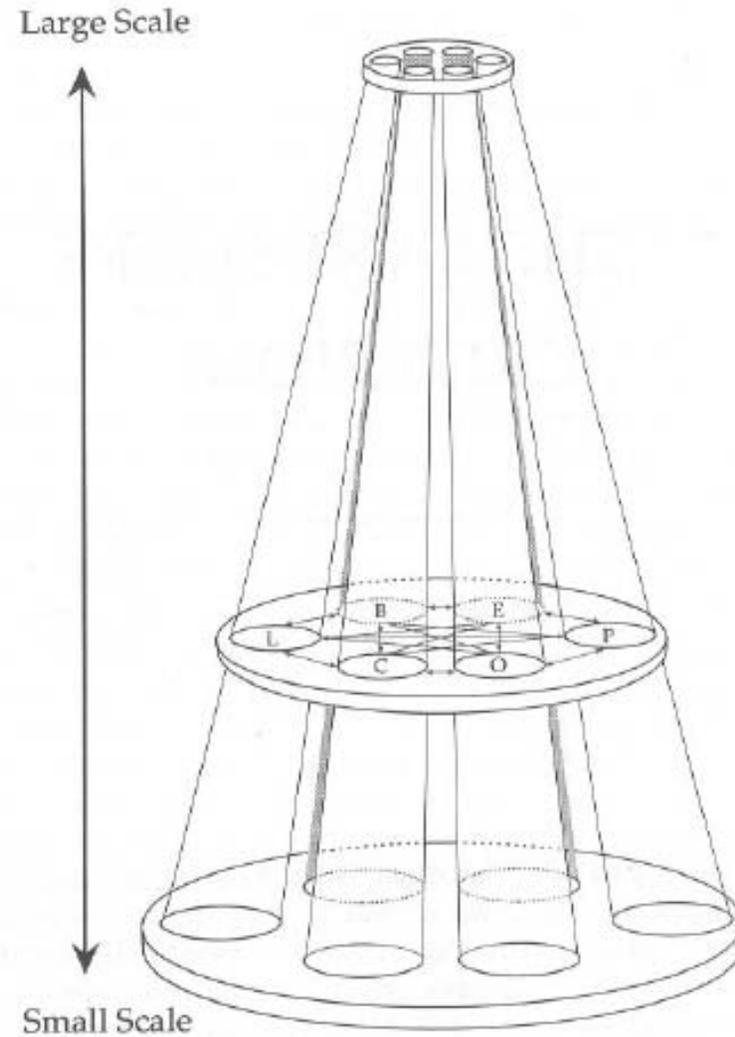
(Timothy Allen e Thomas Hoekstra 1992, King 1999)

## Critérios ecológicos

- organismo: integração física, fisiológica e genética
- população: integração reprodutiva e de fluxo gênico  
(distância)
- comunidade: integração por interações bióticas
- ecossistema: integração por fluxos de energia e ciclos de matéria
- paisagem: integração espacial (conseqüências da estrutura espacial)

# Paisagem

**Crêterios e  
escalas  
ecológicas**



**(Allen e  
Hoekstra 1992)**

# Perspectiva/Critério da Ecologia da Paisagem:

## *Estudo de uma mata numa encosta :*

---

Perspectiva da ecologia de comunidades

composição florística,  
associações entre espécies

Perspectiva da ecologia de ecossistemas

Ciclos biogeoquímicos, sistema homogêneo

Perspectiva da ecologia da paisagem

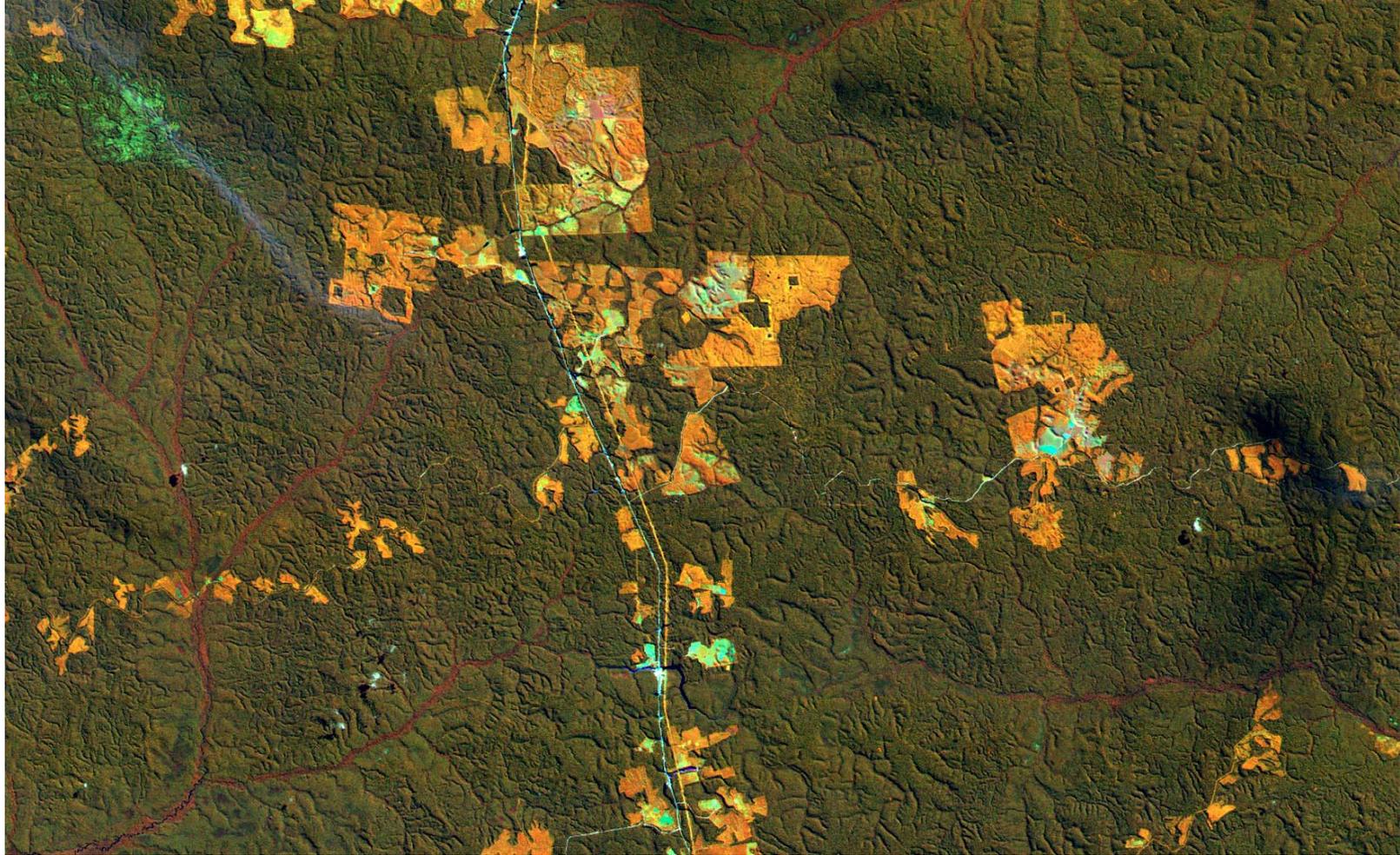
Influência do padrão espacial de manchas de clareiras na dispersão de sementes de sp sucessionais iniciais

---

## *Mesma escala espacial e diferentes critérios*

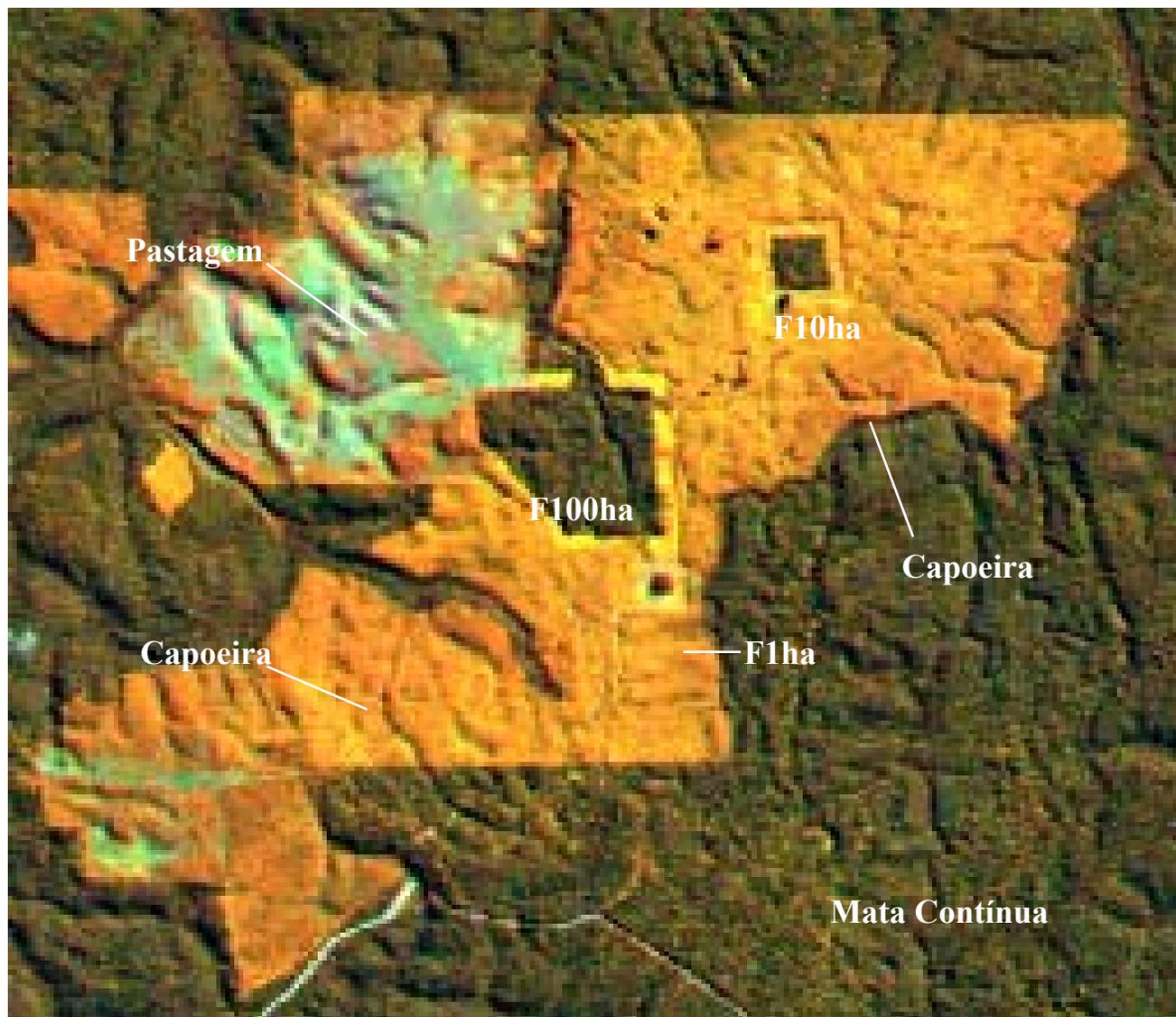
# Perspectiva/Critério da Ecologia da Paisagem:

*Um critério e diferentes escalas*



# Perspectiva/Critério da Ecologia da Paisagem:

*Um critério e diferentes escalas*



# 4. O que é Ecologia de Paisagens ?

- a study of the **structure, function, and change** in a heterogeneous land area composed of interacting ecosystems (Forman and Godron 1986);
- investigation of ecosystem structure and function at the **landscape scale** (Pojar et al. 1994);
- emphasizes **broad spatial scales** and the ecological effects of the spatial patterning of ecosystems (Turner 1989);
- offers a way to consider environment heterogeneity or patchiness in **spatially explicit terms** (Wiens et al. 1993);
- ....

# Ecologia de Paisagens: definições ...

- "Landscape ecology considers the development and dynamics of spatial heterogeneity, spatial and temporal interactions and exchanges across heterogeneous landscapes, influences of spatial heterogeneity on biotic and abiotic processes and management of spatial heterogeneity" (Risser et al. 1984);
- "Interdisciplinary science dealing with the interrelation between **human society and its living space** (its open and buildt-up landscapes)" (Naveh and Lieberman 1994) => noção de "total human ecosystem".

# Ecologia de Paisagens: definições

- **Em suma:**

- A ecologia da paisagem é ainda uma disciplina muito jovem, em busca de si-mesmo (Hobbs 1984), procurando ainda encontrar um arcabouço teórico.
- Estas definições são por muitas vezes nebulosas e diversas, o que está relacionado com o histórico (duplo) de nascimento da ecologia da paisagem

# Ecologia de Paisagens

- *Abordagem geográfica* - “a new holistic, problem-solving approach to resource management”:
  - disciplina integradora (geologia, biologia, sociologia, etc.), holística e mais próxima da ecologia humana.
  - analisa a influência do Homem sobre a paisagem
  - voltada para o planejamento territorial

*Paisagem pela visão humana, voltada para problemas de gestão*

# Ecologia de Paisagens

- *Abordagem ecológica* - enfatiza a **estrutura e a dinâmica de mosaicos heterogêneos e seus efeitos sobre os processos ecológicos**
  - A escala de investigação está relacionada com a escala de percepção da espécie estudada.
  - é uma ecologia **especialmente explícita** que focaliza padrões e interações num mosaico todo.

*Paisagem pela visão ecológica,  
voltada para problemas de conservação*

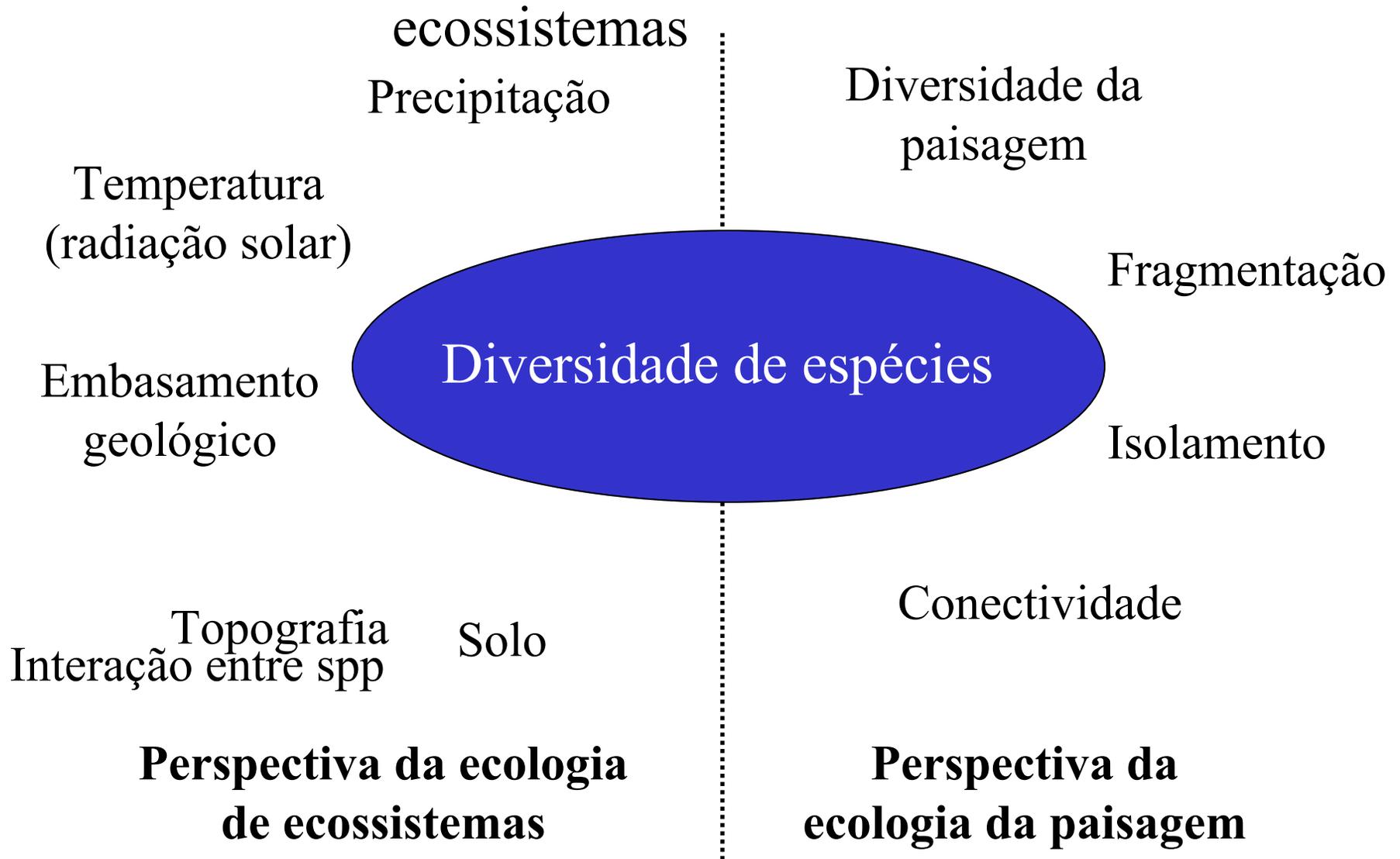
# Perspectiva/critério da Ecologia de Paisagens:

## 1. efeito do arranjo espacial / contexto

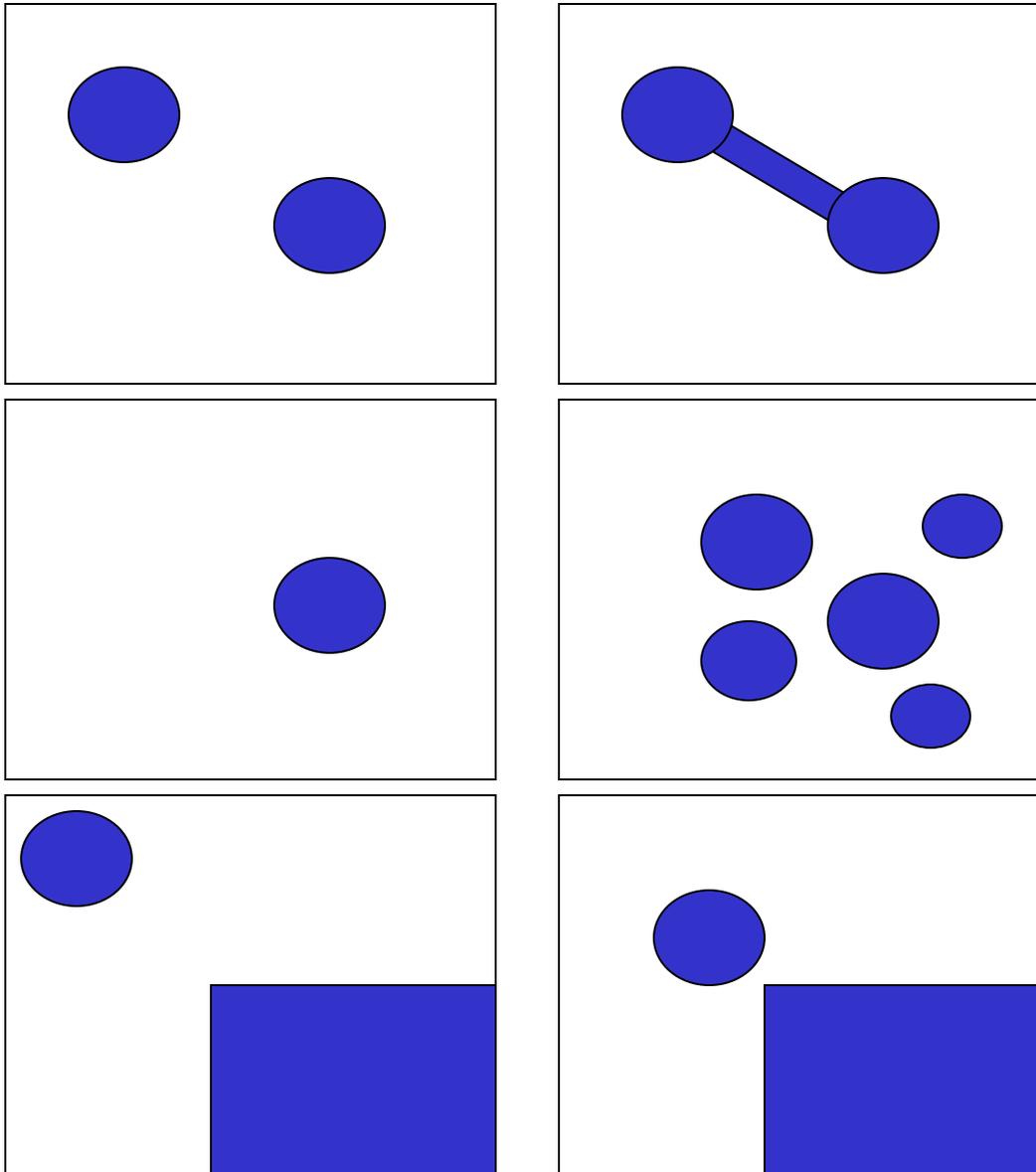
- A ecologia da paisagem combina uma **abordagem horizontal** (espacial) dos geógrafos com uma **abordagem vertical** (funcional) dos ecólogos (Naveh and Lieberman 1994).

*Estudar o efeito de padrões espaciais  
(estrutura da paisagem) em processos  
ecológicos (pop., comunidades, fluxos,...)*

# Ecologia de comunidades vs Ecologia da Paisagem

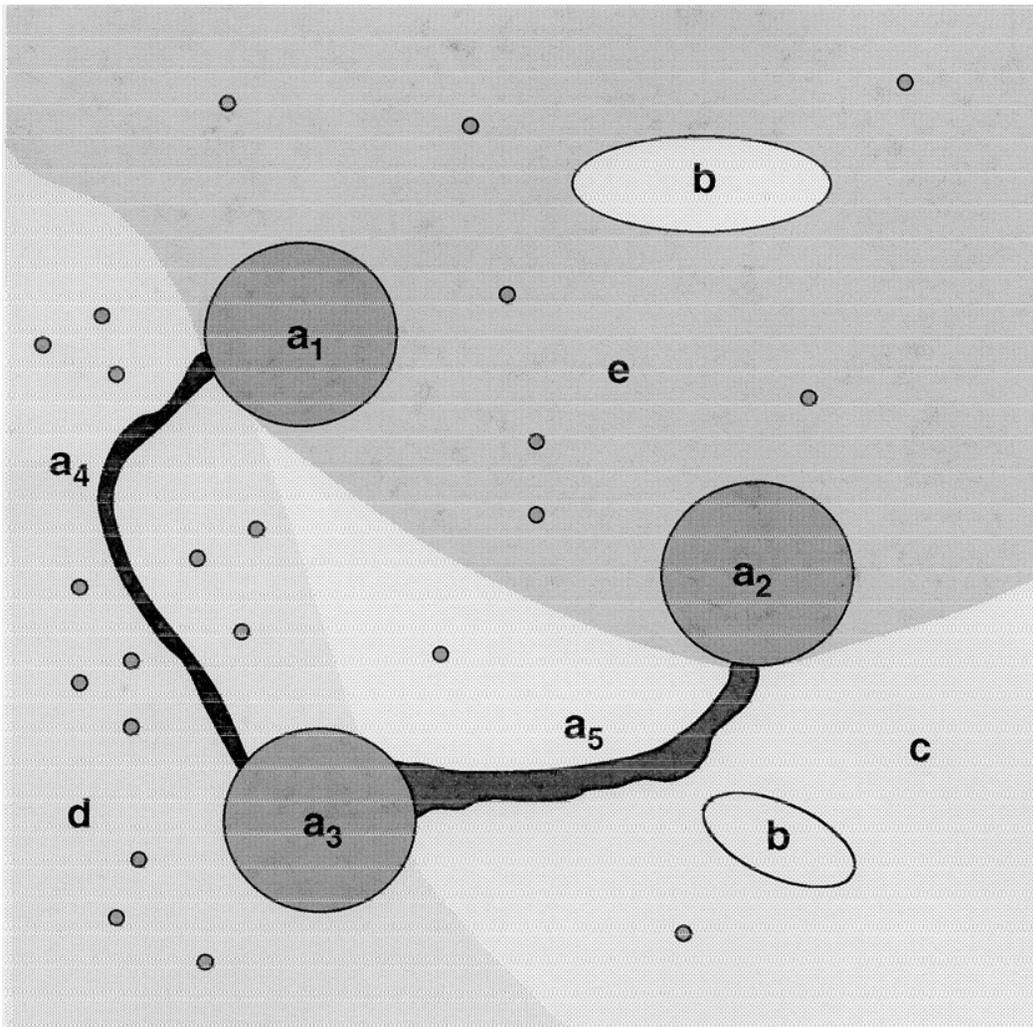


# Perspectiva da Ecologia de Paisagens: efeito de contexto



+ efeito de matriz

## *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.

# Perspectiva da Ecologia de Paisagens:

## 2. efeito de escala



# Perspectiva da Ecologia de Paisagens:

## 2. efeito de escala



# Perspectiva da Ecologia de Paisagens:

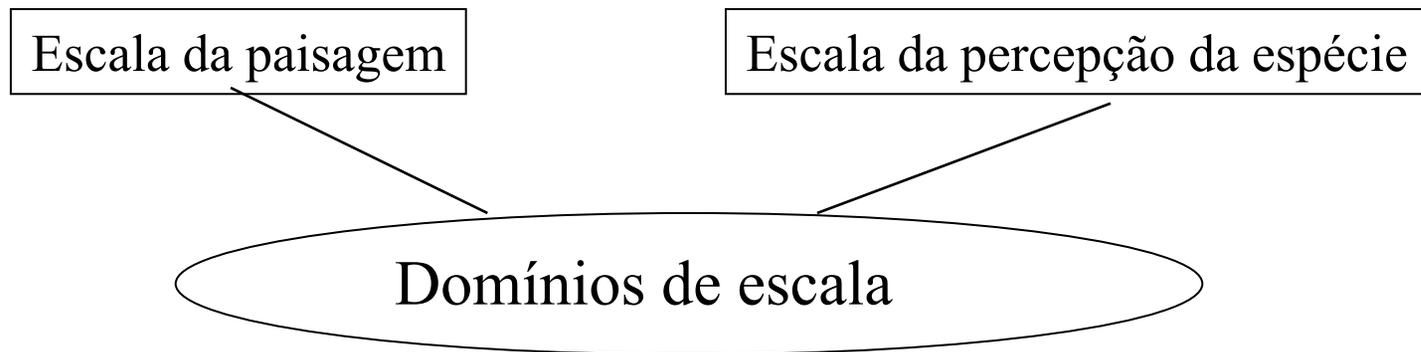
## 2. efeito de escala



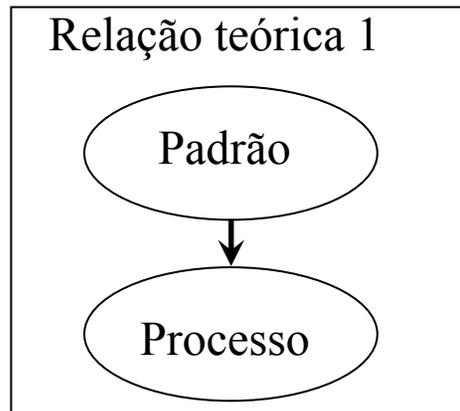
## Duas questões básicas

- ✍ Existe uma escala espacial e temporal determinada para cada processo ecológico ou para cada espécie ?;
- ✍ É possível transpor resultados obtidos numa escala pontual para uma escala global ?

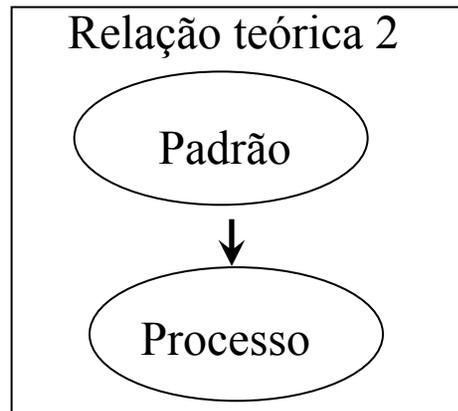
# Domínios de escala e transmutação



Domínio de escala 1

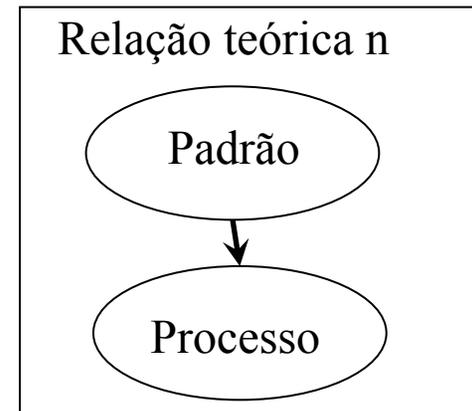


Domínio de escala 2



.....

Domínio de escala n





## Perspectiva da Ecologia da Paisagem

- A ecologia da paisagem está promovendo uma **mudança de paradigma** na pesquisa em ecologia na medida que ela está deixando claro que o padrão espacial e a escala de análise importa e que as pesquisas não podem mais ignorar isso de agora em diante.

# Ecologia da paisagem no Brasil

## LANDSCAPE ECOLOGY IN BRAZILIAN RESEARCH CENTERS



## Aula 1 - Introdução à Ecologia da Paisagem

**Forman, R.T.T. 1995.** Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge.

**Hobbs, R.J. 1999.** Clark Kent or Superman: where is the phone booth for landscape ecology ? In J.M. Klopatek & R.H. Gardner, editors. Landscape ecological analysis: issues and applications. Springer-Verlag, New York, p. 11-23.

**King, A.W. 1999.** Hierarchy theory and the landscape .. level ? Or: words do matter ? In J.A. Wiens & M. R. Moss, editors. Issues in landscape ecology. IALE, Colorado, USA, p. 6-9.

**Risser, P. 1999.** Landscape ecology: does the science only need to change at the margin ? In J.M. Klopatek & R.H. Gardner, editors. Landscape ecological analysis: issues and applications. Springer-Verlag, New York, p. 3-10.

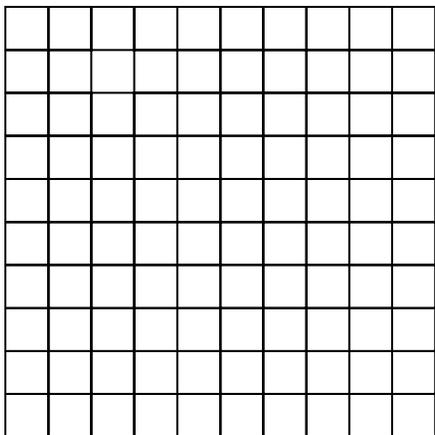
**Wiens, J.A. 1997.** Metapopulation dynamics and landscape ecology. In Hanski, I.A. & Gilpin, M.E. Metapopulation Biology: ecology, genetics, and evolution. Academic Press, San Diego, USA, p. 43-62.

**Wiens, J.A. 1999.** The science and practice of landscape ecology. In J.M. Klopatek & R.H. Gardner, editors. Landscape ecological analysis: issues and applications. Springer-Verlag, New York. p. 371-383.

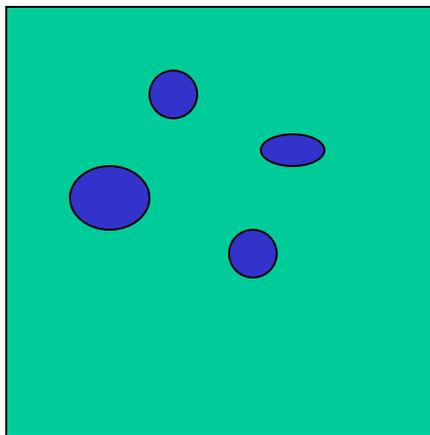
# Porque ecologia da paisagem é importante ?

- 1. Porque existe uma **dependência espacial** entre os elementos da paisagem: what happens to a patch is contingent on its location, relative to the structure of the surrounding mosaic ;
- 2. A **escala** de abordagem é compatível com a escala de ação do Homem no seu Meio Ambiente, logo é a melhor escala para estudos ambientais (Clark Kent vs Superman (Hobbs 1999), pesquisa e ação);
- 3. O **Homem é parte integrante** deste sistema (e não um elemento externo perturbador).

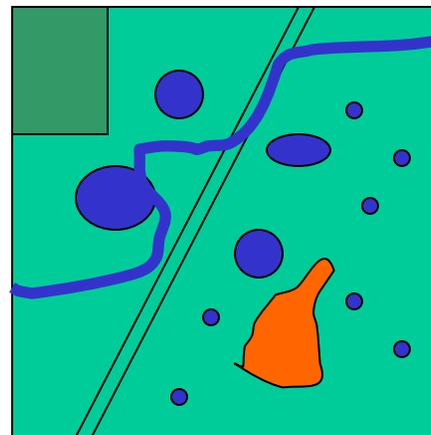
# Pois necessitamos de toerias para os mosaicos humanos...



**Ecologia teórica**



**Ecologia de manchas**



**Ecologia de mosaicos**

# Quando a ecologia da paisagem é mais importante ?

- quando o espaço e o Homem são importantes?
- pois os problemas ambientais necessitam de ferramentas e teorias nas macro-escalas da paisagem;
- quando o habitat estudado cobre menos de 30% da paisagem
  - acima de 30% : efeito de área;
  - abaixo de 30%: efeito da distribuição espacial do habitat é mais importante.

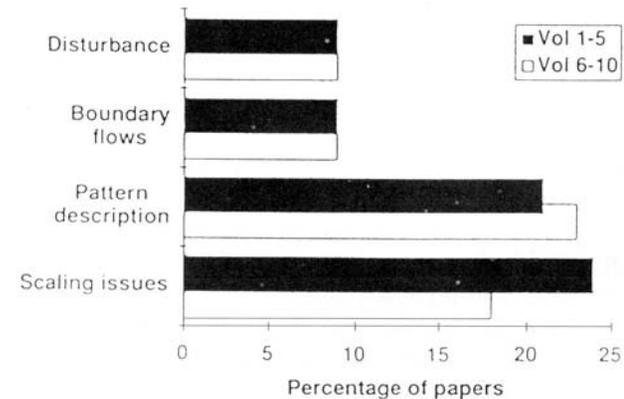
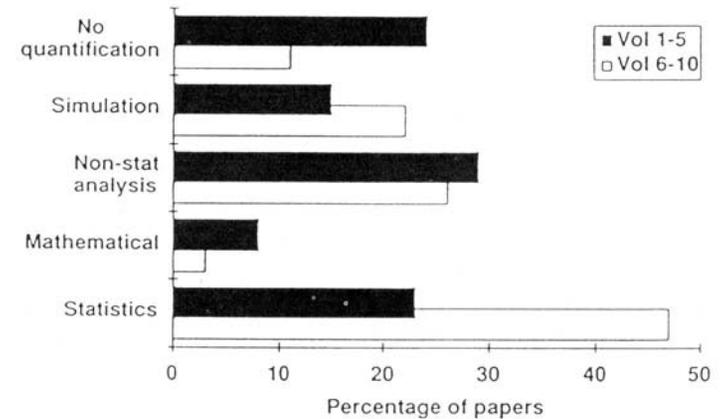
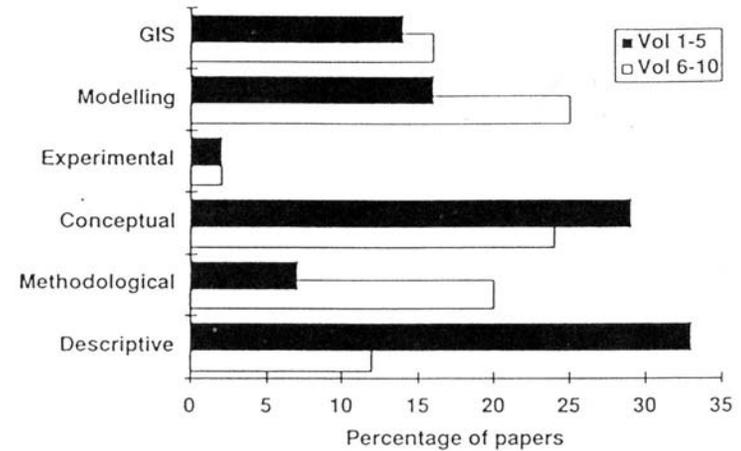
# Quando o espaço é mais importante ?

Segundo Fahrig (1998):

- i) quando a capacidade de deslocamento da espécie estudada é menor do que a distância entre manchas de habitat;
- ii) quando o padrão de deslocamento difere muito entre as diferentes unidades da paisagem;
- iii) quando o habitat não é efêmero e dinâmico;
- iv) na ausência de processos ecológicos que promovam uma homogeneização da paisagem.

# Ecologia da Paisagem: o estado da arte

- Muito descritiva
- Pouca teoria
- Pouca experimentação



# Ecologia da Paisagem: necessidades de pesquisa segundo Wiens (1999)

1. Efeito da estrutura da paisagem em fluxos ecológicos ;
2. Scaling: transpor relações de padrão-processo de uma escala pontual para uma escala mais global: existem limiares ou “domínios de escala” ?
3. Efeito do contexto espacial nos processos ecológicos: transposição do modelos patch-matrix (matriz homogênea), para modelos de mosaico (matriz heterogênea);
4. Rever o mosaico em termos de custo-benefício para o organismo estudado (species perception)