

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Class Schedule

Date	Theoretical (8:30-10h a.m)	Practical (10:00-13:30h)
14 February	Course presentation	Preparation of practical class and group assignments
21 February	Carnival	Carnival
28 February	Patterns of points in the landscape; the scale effect	Practical example: analysis of fire ignitions with quadrat approach. Distribution, quantification and aggregation index;
7 March	Analysis of landscape selectivity for points and polygons	Practical example: wildfire (ignitions points and burned areas) selectivity per land cover class; quantification of land cover class area, ignition point location and fire ignition selectivity
14 March	Analysis of landscape selectivity for polygons. Conclusion. Examples of landscape selectivity using wildlife	Practical example: wildfire selectivity. Conclusion. Quantification of fire extent and burned area; wildfire selectivity per land cover class; comparing with data on fire ignitions ; discussion of results.
21 March	Line patterns, distributions and density	Practical example: Hedgerow typology in agricultural landscape matrix. Implications for management
28 March	Shape patterns. Conclusion of the previous exercises;	Practical example: Fire extent and burned scars, shape index analysis and discussion. Preparing first group presentation; doubts clarification
4 April	First Assignment – Group presentation and discussion	Examples of LE applications
11 April	Férias da PÁSCOA -- Easter holidays	Férias da PÁSCOA -- Easter holidays
18 April	Landscape dynamics and burned areas	Exercise with land cover changes (1995-2015), using transition matrices
25 April	Feriado – Holiday	Feriado – Holiday
2 May	Simulation of land cover evolution and dynamics; Landscape diversity and resilience	Scenarios for the study area landscape: fire effect; analyses by Markov chain approach
9 May	Second Assignment – Group presentation and discussion	Preparation of the individual assignment: case study selection, objectives and methods; oral presentation
16 May	Oral presentation of real case studies; discussion and doubts clarification	Landscape ecology and ecological design: practical applications;
23 May	Final Assignment – Individual presentation and discussion; self-evaluation of the course by students and teachers	

FPA 2023 – Aula/Lesson 6

1

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Parcelas, patches são áreas não lineares, relativamente homogêneas que diferem do ambiente circundante – matriz

Parcelas, podem ser caracterizadas

Individualmente

- tamanho (área),
- limite (perímetro)
- forma (tipicamente uma relação entre a área e perímetro)

no seu conjunto

- Interação das parcelas do mesmo tipo na paisagem
- Proximidade (padrão de distribuição)
- Contágio (análise de adjacências)



Parcela florestal numa matriz agrícola

FPA 2023 – Aula/Lesson 6

2

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Importancia ecológica dos atributos das parcelas (polígonos) Ecological importance of Patch characteristics - attributes

- Depends on the study objective (animal? plant? Fire?)
- Varies with the climate envelope and other abiotic (topography, landscape matrix)
- Determines how species (or fire) use the land and move through
- Affect and it is affected by underlying processes (human induced or natural)

Normalmente, em termos ecológicos...

Low value	High value	metrics
		Area
		Patch density
		Edge
		Shape
		Core area
		Neighbourhood
		Diversity
		Contagion

FPA 2023 – Aula/Lesson 6

3

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Tamanho das Parcelas (manchas) - Influencia a presença de organismos e os processos ecológicos

Processos ecossistêmicos (e.g., ciclo de nutrientes, regimes hidrológicos, padrões de dispersão de ventos, incêndios) ↔ Ocorrência e abundância de organismos

Importância do tamanho das parcelas

- A riqueza de espécies (S) presente numa área depende do tamanho das parcelas
- A relação espécie - área (A) é uma das mais robustas da ecologia: $S=cA^Z$

FPA 2023 – Aula/Lesson 6

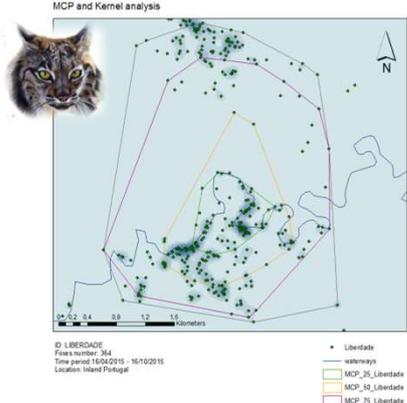
4

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

- **A nível da paisagem, também o aumento do número de espécies está relacionado com o aumento do tamanho das parcelas (polígonos)**
este padrão está relacionado com o aumento em espécies que precisam de habitats Interiores (*core habitats- habitat central*), i.e, espécies com grandes áreas vitais (Home-range)
- As espécies de maior tamanho (massa corporal) são normalmente as com maiores requerimentos em habitat (em áreas vitais e territórios grandes)

Home-range – área vital : área total que um animal ou um grupo de animais percorre em busca de comida ou parceiros e que se pode sobrepor a outros Home-ranges de animais vizinhos. Com áreas centrais de uso consistente e intensivo

Território (ex. de reprodução, de alimentação)- áreas que são defendidas activamente dentro do Home-range



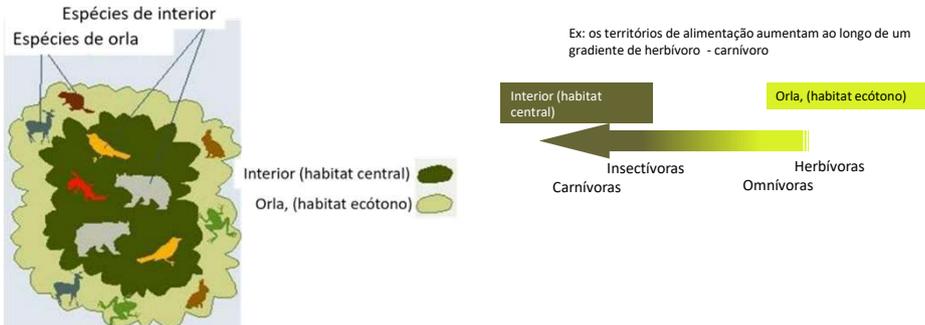
ID: LIBERDADE
Elera number: 364
Time period: 16/04/2016 - 16/10/2016
Location: Island Portugal

5

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

- A Relação entre o tamanho da área vital e o tamanho do animal varia de acordo com diferentes factores:

- dieta
- tipo de locomoção
- densidade populacional
- produtividade dos habitats



Ex: os territórios de alimentação aumentam ao longo de um gradiente de herbívoro - carnívoro

Interior (habitat central) Orla, (habitat ecótono)

Insectívoras Herbívoras
Carnívoras Omnívoras

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

6

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

A combinação do home range com o tamanho da parcela e a qualidade do habitat determina a **Capacidade de carga, *carring capacity* (*k*)**:

- o tamanho máximo de uma população de determinada espécie no local em causa. Ou
- a carga máxima de determinada espécie/ comunidade que é suportada pelo ambiente

Isto pode estar relacionado com:

- Quando a capacidade de carga do ecossistema é excedida, os indivíduos são forçados a uma dessas três alternativas:
 - mudar hábitos,
 - migrar para uma área com maiores recursos
 - diminuir o tamanho da população com a morte de muitos indivíduos
- probabilidade de extinção local da população (usando modelos populacionais)

FPA 2023 – Aula/Lesson 6

7

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

O perímetro das parcelas (dos habitats) ou **orla: limites entre parcelas adjacentes de diferentes tipos de habitat é:**

- Particularmente importante para espécies que usam **ecótonos (áreas de transição entre habitats)**, i.e., para espécies de orla; as áreas de orla podem afectar negativamente as espécies que necessitam de áreas com **habitat interior (central)** (zonas sem contacto com outros tipos de habitat)
- Em termos ecológicos, é importante considerar simultaneamente a área, o perímetro e a proporção de habitat interior e de orla. Por isso, deve-se **analisar a forma das parcelas**
- A forma da parcela tem consequências na sua capacidade de providenciar habitat para qualquer espécie e em como pode influenciar processos:
 - Microclima
 - Fluxos da água, da matéria e da energia
 - Dispersão de perturbações
 - Recrutamento de plantas
 - Migrações
 - Propagação de incêndios rurais

FPA 2023 – Aula/Lesson 6

8

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

A razão entre a Orla e o Interior diminui com o aumento da área da parcela

MAS:

- a diversidade de espécies é influenciada pelo tamanho e forma das parcelas dentro do Home-range (área vital) de cada espécie ou indivíduos

Diagram illustrating the relationship between area and edge-to-interior ratio:

- Area total = 5 km²: 64% Interior, 36% Edge
- Area total = 1 km²: 31% Interior, 69% Edge
- Area total = 0.5 km²: 14% Interior, 86% Edge

Diagram illustrating fragmentation effects:

Fragmentation leads to a decrease in interior habitat and species, and an increase in edge habitat and species.

Legend: Interior habitat (dark green), edge habitat (light green)

Species: interior species (dark green), edge species (light green)

FPA 2023 – Aula/Lesson 6

9

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Edge effects: edge vs interior species

Diagram illustrating fragmentation effects:

Fragmentation leads to a decrease in interior habitat and species, and an increase in edge habitat and species.

Legend: Interior habitat (dark green), edge habitat (light green)

Species: interior species (dark green), edge species (light green)

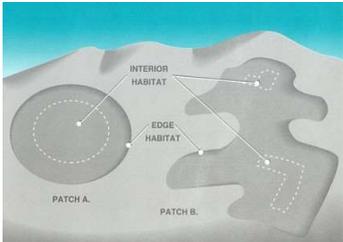
FPA 2023 – Aula/Lesson 6

10

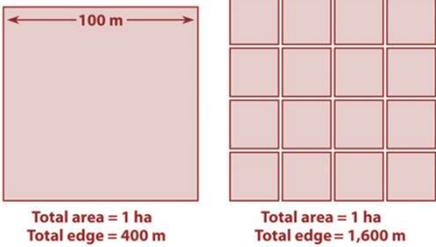
Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

- Na perspectiva de um organismo a forma de uma parcela é importante para determinar quanto dessa parcela é orla e quanto é habitat interior que pode ser usado por determinada espécie

Exemplo: Afetações em aves junto à orla: parasitismo dos ninhos, predação, competição; então para as espécies de interior, a distância à orla da parcela é uma variável mais importante que a área total da parcela



Efeito de orla: aumenta com o aumento do comprimento do limite das parcelas; a fragmentação de um habitat (parcela) aumenta o efeito de orla



Total area = 1 ha
Total edge = 400 m

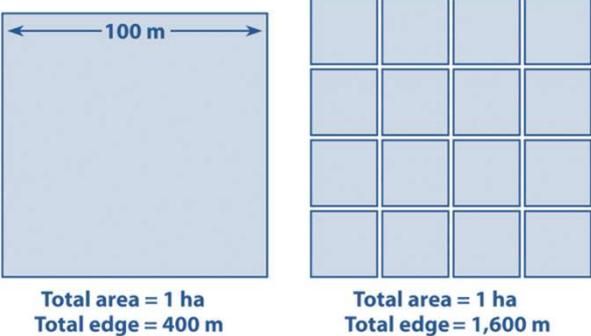
Total area = 1 ha
Total edge = 1,600 m

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

11

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Edge effects: increases in the length of edges
good for organisms using edges or ecotones habitats but, bad for those needing large homogenous habitats



Total area = 1 ha
Total edge = 400 m

Total area = 1 ha
Total edge = 1,600 m

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

12

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

The effects of Habitat fragmentation (i.e, changes in patch shape, size and distance) for wildlife

Patch size reduction

- Small patches harbor smaller population sizes
- Less species above viability threshold
- More edge effects

Patch isolation

- Difficulties in movement among patches
- Recolonization after local extinction less likely
- Reduced gene flow – loss of genetic variability, risk of inbreeding depression and fitness reduction

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

13

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Patch attributes affects Landscape connectivity. But....

- Structural connectivity is a characteristic of the landscape
- Functional connectivity depends on the structural connectivity + dispersal ability (d) of an organism or a fire...

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

14

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Landscape connectivity can be manipulated by reducing or promoting some landscape features

➤ ex: restoring connectivity in fragmented habitats through the use of :

Linear corridor

Corridor with nodes

Stepping stones

Landscape mosaic

- **Corridors:** continuous connections between patches
- **Stepping-stone patches:** small intervening patches between large patches of favorable habitat
- **Permeable landscape matrix:** movements through habitats that do not allow permanent settling of individuals.

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

15

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Landscape connectivity can be manipulated by reducing or promoting some landscape features

➤ Can land use and other abiotic features influence the way a wildfire shapes the landscape? (i.e., explores different habitats?)





EPA 2023 – Aula/Lesson 6

16

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

6. Analysis of size and shape of lines and patches

We will use wildfire perimeters (lines) and burned areas (patches) to analyze size and shape of lines and patches

Objectives:

- Quantify the size of lines and patches
- Quantify and describe patch shape (in terms of complexity)
- Analyze the temporal evolution of patch shape

Questions

- Does the perimeter increase in complexity with size (area)?
- What can the size and shape of burned areas tell us about landscape characteristics and other variables influencing fire spread for each region? (process)

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

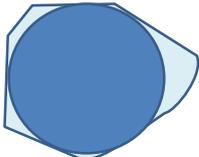
17

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Caracterização da forma da parcela

Relação – área –perímetro para parcelas em Sistema vectorial

Índice de forma (SHAPE) compara o perímetro da parcela em estudo com perímetro de um círculo que tenha a mesma área da parcela; pretende-se usar um índice independente do valor do raio (r) para poder ser aplicado em qualquer situação e tamanho do polígono



Perímetro da circunferência com área A

$$P = 2\pi r$$

Área do círculo

$$A = \pi r^2$$

Então: $r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$

Logo:

$$P_{\text{calculado}} = 2\pi \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$P_{\text{calculado}} = 2\sqrt{\pi A}$$

Índice FORMA (SHAPE) = perímetro esperado se fosse círculo (P_e)/perímetro calculado (P_c)

$$SHAPE = P_e/P_c = \frac{2\sqrt{\pi A}}{2\sqrt{\pi A}} = 1$$

$$SHAPE = \frac{P_e^2}{4\pi A}$$

Índice de Forma(SHAPE)=1 =círculo;
SHAPE aumenta com a complexidade da forma

18

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

- We will use individual burned areas (patches) to quantify each patch shape with the measurements of Area (A) and perimeter (P)
- This shape may vary from simple forms (such as the circle) to very complex forms
- When the area increases, the perimeter also increases, therefore, the simplest way to evaluate shape complexity of a patch is to compare it with a circular standard (since the circle is the shape that shows the lowest possible perimeter for a given area)

For a circle:
Considering the formulas **Area (A) = πr^2** and **Perimeter (P) = $2\pi r$** , and that we need an index independent of the radius (r) that we can use for a large or a small circle, we get:

$P^2 / A = 4\pi^2 r^2 / \pi r^2 = 4\pi$, therefore, $P^2 / A = 4\pi$, therefore, $P^2 / 4\pi A = 1$ for a circle

We can use the Shape Index = $P^2 / 4\pi A$ to compare the shape of observed patches to a circular standard; Shape index increases (>1) with the complexity of the polygon shape. (the higher the value above 1, more complex is the shape of the polygon).

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

19

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

To evaluate the complexity of shapes, we can also use the exponent of the equation perimeter-area previously shown:

$$P^2 = 4\pi A \rightarrow P = \sqrt{4\pi A} \rightarrow P = \sqrt{4\pi} * (A)^{0.5}$$

Solving the equation with logarithms, we get:

$$P^2 = 4\pi A \rightarrow 2\log P = \log(4\pi) + \log A \rightarrow \log P = k + 0.5 * \log A$$

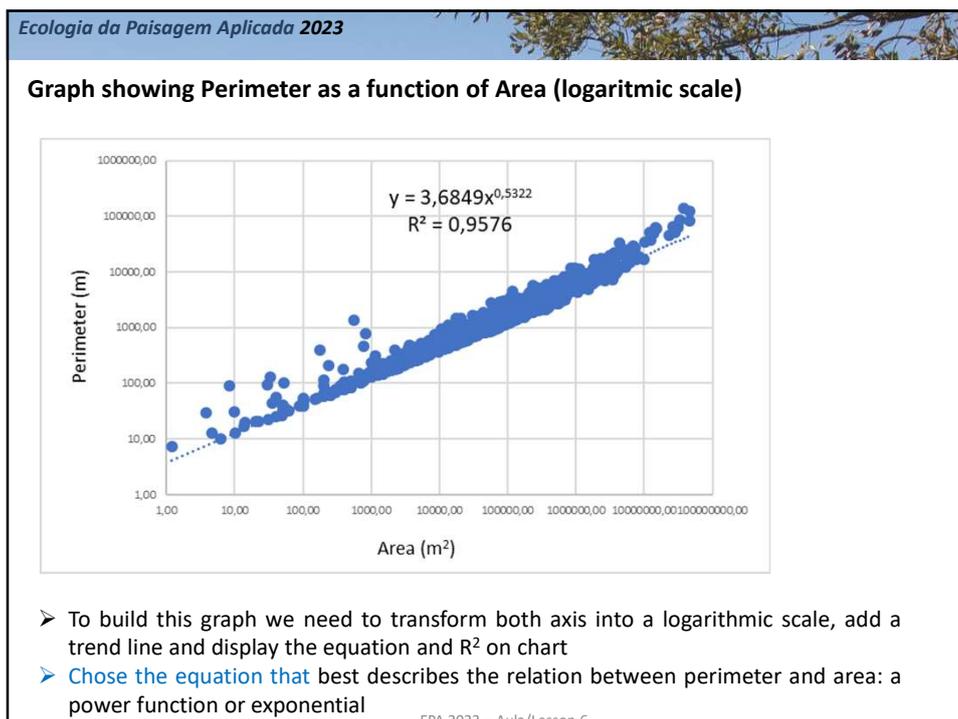
For a circle, the exponent of the power equation that relates perimeter and area is 0.5

If the exponent is low (close to 0.5), the shape is not getting more complex with increasing size

The higher the exponent above 0.5, the higher the complexity of shapes with increasing size (which is commonly the case of burned areas, which get increasingly complex with increasing area)

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

20



21

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Table showing the average shape index of area burned for study regions (practical exercise)

Região	Área_ha (média)	Area_m ² (média)	Perim_m (média)	Índice de Forma médio (Shape)	Expoente da Eq.	R ²
Douro	131,87	1318685,00	6056,39	3,54	0,56	0,79
Centro Litoral	145,05	1450492,32	4730,92	3,3	0,55	0,98
Pinhal Int. Norte	501,85	5018489,89	14669,66	5,44	0,57	0,97
Alentejo Central	11,30	113031,55	1315,49	3,37	0,49	0,94
Algarve	1128,75	11287543,00	16356,45	4,85	0,61	0,98

We can now use the results to answer our initial questions

- Does the perimeter increases in complexity with area? (pattern)
Yes, for all regions, but some regions show more complex shapes with fire spread
- What can the size and shape of burned areas tell us about landscape characteristics and other variables influencing fire spread for each region? (process)

EPA 2023 – Aula/Lesson 6

22

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Which factors may have influenced fire spread at each region?

- **Compare the size of burned area among regions**
 The smallest burned area (average) is in Alentejo central (probably due to a low tree density, higher abundance of land cover types related to agriculture or pasture in large patches and dispersion of settlements) and the largest is in Algarve (probably due to a very large burned area with low population density)
- **Compare the shape of burned areas among regions**
 The shape index is largest in Pinhal Interior Norte and Algarve regions, possibly because there were larger burned areas here during the studied period (increasing complexity with increasing size of burned area); the same result is shown by the exponent of the equation perimeter-area (the largest value is observed in Algarve probably due to large fires in hilly areas)

FPA 2023 – Aula/Lesson 6

23

Ecologia da Paisagem Aplicada 2023

Below some information to analyze results (patterns) and understand the underlying process...

- The ignition point is the location where the fire starts; afterwards, the fire may evolve into a small or large burned area (patch size).
- The perimeter is very important for fire fighting; if fire perimeter is not well defined or managed, the fire may continue to burn.
- Generally, the initial shape of a burned area is close to circular. The spread of fire without wind or at homogeneous terrain conditions usually follows a circular shape; with wind or at steep slopes, the shape changes and becomes more complex.

The analysis of the shape of burned areas may give us important information on landscape characteristics and other variables that influenced the spread of fire (such as topography, wind and fuel)

FPA 2023 – Aula/Lesson 6

24