

Unidade: **INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**
Departamento: **ECOLOGIA**

PROGRAMA PARA 2024

1. Disciplina: **Sistemas Ecológicos como Sistemas Complexos**

2. Código:

3. Requisito: **N/a**

4. Curso: **Ciências Biológicas**

5. Créditos: 1 6. Semestre ideal: Segundo semestre

a. Aula: 1 - -----

b. Trabalho: 1

c. Total: 2 - 7. No máximo de alunos por turma: 20

8. Objetivos:

1. Esta disciplina visa apresentar a(o) estudante o estudo da complexidade em sistemas ecológicos, isto é, de padrões observados em sistemas ecológicos que emergem como consequência de interações entre os elementos que formam os sistemas.

2. O estudo de conceitos básicos associados à complexidade ecológica será usado para apresentar ao estudante rudimentos das abordagens oriundas da física e que visam explorar padrões e processos em sistemas naturais. Essas abordagens compartilham alguns aspectos básicos como: (i) a definição clara do problema de interesse, (ii) a descrição das escalas de tempo e espaço relevantes para o problema de interesse, (iii) a descrição de padrões macroscópicos observados no sistema, (iv) a descrição dos princípios fundamentais que podem governar o sistema, (v) os processos associados a esses princípios, (vi) o mapeamento de potenciais padrões a esses processos de interesse e (vii) a detecção de novos processos não-antecipados por meio da caracterização de padrões observados como desvios de expectativas teóricas.

3. A disciplina não visa fornecer uma descrição sobre o atual estado da arte no estudo da complexidade ecológica e nem apresentar ou instrumentalizar o(a) estudante em técnicas avançadas de análise em problemas relacionados a complexidade ecológica.

9. Docente(s) Responsável(is):

Paulo Roberto Guimarães Junior (2354750)
Ana Paula Aprigio Assis (5996741)

10. Programa Resumido:

1. Introdução:

a. *Conceitos a serem trabalhados:* Padrão, processo e escala.

b. *Conceitos a serem trabalhados:* Equilíbrio e estabilidade.

c. *Modelo subjacente:* Modelo de dinâmica populacional independente densidade em tempo contínuo e tempo discreto.

2. Dinâmica de uma população em um local:
 - a. *Conceitos a serem trabalhados*: Campo-médio, simetria e lei de ação de massas.
 - b. *Problema a ser trabalhado*: como regras simples e determinísticas podem gerar comportamento imprevisível.
 - c. *Modelo subjacente*: Modelo de dinâmica populacional dependente densidade em tempo contínuo e tempo discreto.
3. Dinâmica de populações de uma mesma espécie ao longo do espaço:
 - a. *Problema a ser trabalhado*: como o grau de detalhe da descrição de um fenômeno pode mudar quando se move através de escalas espaciais.
 - b. *Problema a ser trabalhado*: como dinâmicas simples podem gerar resultados não-intuitivos.
 - c. *Problema a ser trabalhado*: Como interações locais entre elementos do sistema pode levar a formação de padrões emergentes.
 - d. *Modelo subjacente*: Modelo de meta-população de Levins.
4. Diversidade e Informação:
 - a. *Problema a ser trabalhado*: a relação entre diversidade, ordem e informação.
 - b. *Equação subjacente*: Entropia de Shannon.
5. Interações ecológicas: diversidade e complexidade:
 - a. *Problema a ser trabalhado*: Como interações entre indivíduos de espécies podem influenciar a persistência da diversidade.
 - b. *Conceito a ser trabalhado*: Como os efeitos de processos ecológicos podem ter efeitos distintos em diferentes níveis de organização.
 - c. *Modelo subjacente*: modelo competitivo de MacArthur & Levins e simulações numéricas de modelos predador-presa estruturados no espaço.
6. Interações ecológicas: redes de interação:
 - a. *Conceito a ser trabalhado*: Propriedade emergente.
 - b. *Problema a ser trabalhado*: Como a estrutura das interações do sistema pode ajudar a inferir processos subjacentes.
 - c. *Modelo subjacente*: modelos de formação de redes complexas
7. Preparação para a o trabalho final da disciplina:
 - a. Desenvolvimento de uma forma de pensar em um problema de interesse em termos dos padrões macroscópicos a serem estudados e dos processos mínimos subjacentes que podem gerar os padrões observados.
8. Apresentação final da disciplina

11. Programa:

1. Introdução:

- a. *Conceitos a serem trabalhados*: Padrão, processo e escala.
 - b. *Conceitos a serem trabalhados*: Equilíbrio e estabilidade.
 - c. *Modelo subjacente*: Modelo de dinâmica populacional independente densidade em tempo contínuo e tempo discreto.
2. Dinâmica de uma população em um local:
 - a. *Conceitos a serem trabalhados*: Campo-médio, simetria e lei de ação de massas.
 - b. *Problema a ser trabalhado*: como regras simples e determinísticas podem gerar comportamento imprevisível.
 - c. *Modelo subjacente*: Modelo de dinâmica populacional dependente densidade em tempo contínuo e tempo discreto.
3. Dinâmica de populações de uma mesma espécie ao longo do espaço:
 - a. *Problema a ser trabalhado*: como o grau de detalhe da descrição de um fenômeno pode mudar quando se move através de escalas espaciais.
 - b. *Problema a ser trabalhado*: como dinâmicas simples podem gerar resultados não-intuitivos.
 - c. *Problema a ser trabalhado*: Como interações locais entre elementos do sistema pode levar a formação de padrões emergentes.
 - d. *Modelo subjacente*: Modelo de meta-população de Levins.
4. Diversidade e Informação:
 - a. *Problema a ser trabalhado*: a relação entre diversidade, ordem e informação.
 - b. *Equação subjacente*: Entropia de Shannon.
5. Interações ecológicas: diversidade e complexidade:
 - a. *Problema a ser trabalhado*: Como interações entre indivíduos de espécies podem influenciar a persistência da diversidade.
 - b. *Conceito a ser trabalhado*: Como os efeitos de processos ecológicos podem ter efeitos distintos em diferentes níveis de organização.
 - c. *Modelo subjacente*: modelo competitivo de MacArthur & Levins e simulações numéricas de modelos predador-presa estruturados no espaço.
6. Interações ecológicas: redes de interação:
 - a. *Conceito a ser trabalhado*: Propriedade emergente.
 - b. *Problema a ser trabalhado*: Como a estrutura das interações do sistema pode ajudar a inferir processos subjacentes.
 - c. *Modelo subjacente*: modelos de formação de redes complexas
7. Preparação para a o trabalho final da disciplina:
 - a. Desenvolvimento de uma forma de pensar em um problema de interesse em termos dos padrões macroscópicos a serem estudados e dos processos mínimos subjacentes que podem gerar os padrões observados.
8. Apresentação final da disciplina

12. Avaliação:

Método: A avaliação da disciplina será baseada na apresentação final da disciplina e da resolução de exercícios para serem feitos em casa.

Critério: 50% da nota será dada pela apresentação e 50% das notas dos exercícios para serem feitos em casa.

Norma de Recuperação: O(a) estudante que tiver nota inferior a 5 fará uma prova substitutiva com os conceitos centrais da disciplina que substituirá a nota do trabalho final.

13. Bibliografia Básica:

1. Levin, Simon A. "The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. MacArthur award lecture." *Ecology* 73, no. 6 (1992): 1943-1967.
2. Ball, Philip. "Why physics is not a discipline." (2016).
3. Cohen, Joel E. "Mathematics is biology's next microscope, only better; biology is mathematics' next physics, only better." *PLoS biology* 2, no. 12 (2004): e439.
4. Lazebnik, Y. 2002. Can a biologist fix a radio?—Or, what I learned while studying apoptosis. *Cancer Cell* 2: 179-82.
5. Weaver, Warren. "Science and complexity." In *Facets of systems science*, pp. 449-456. Springer, Boston, MA, 1991.
6. Servedio, Maria R., Yaniv Brandvain, Sumit Dhole, Courtney L. Fitzpatrick, Emma E. Goldberg, Caitlin A. Stern, Jeremy Van Cleve, and D. Justin Yeh. "Not just a theory—the utility of mathematical models in evolutionary biology." *PLoS biology* 12, no. 12 (2014): e1002017.
7. Levin, Simon A. "Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems." *Ecosystems* 1, no. 5 (1998): 431-436.

14. Professor Responsável: Paulo R. Guimarães Jr.
