

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**Exame para Ingresso no Mestrado - 29 de outubro de 2024**

Instruções:

1. Junto com esta prova, você receberá uma ficha com seu código alfanumérico de identificação, com instruções para seu uso. Siga as instruções que estão na ficha.
2. Use APENAS seu código alfanumérico para identificar-se na prova. **Não escreva seu nome em nenhum local da prova.**
3. **Antes de iniciar a leitura da prova**, anote seu código de identificação em **todas** as folhas da prova, no espaço **“Campo de identificação”**.
4. Certifique-se de guardar seu código de identificação com você. Os resultados do exame de ingresso serão divulgados com o seu código e não com o seu nome.
5. A prova tem 9 questões, das quais você deve selecionar 6 para responder: selecione duas questões do Módulo 1, duas questões do Módulo 2 e duas questões do Módulo 3.
6. Responda às questões de maneira clara, direta, lógica e fundamentada na teoria ecológica e no enunciado.
7. Você pode responder às perguntas em português, espanhol ou inglês.
8. Responda às questões com caneta azul ou preta, **com letras legíveis**. Se precisar de rascunho, use as folhas adicionais fornecidas para isto.
9. Responda cada questão nas linhas indicadas, até o limite máximo de linhas para a resposta de cada questão. Não use o verso das folhas de resposta.
10. Em caso de rasuras, deixe claro quais trechos de texto devem ser desconsiderados.
11. Não é permitido o uso de calculadora em nenhuma das questões da prova.
12. Durante a prova, não é permitida a consulta a qualquer material impresso ou digital, ou de quaisquer pessoas, em forma presencial ou remotamente.
13. O tempo máximo para resolução da prova é de quatro horas, ou cinco horas para as pessoas com deficiência que solicitaram previamente.
14. Durante o exame, você pode sair para ir ao banheiro, beber água, ou por alguma outra urgência. Para isso, comunique o examinador que precisa sair e onde vai.
15. O(a) examinador(a) não está autorizado a responder sobre o enunciado das questões. A compreensão das questões faz parte da avaliação. Se necessitar de esclarecimentos sobre as instruções, solicite-os antes de iniciar a prova.
16. Ao terminar a prova, entregue **TODAS** as folhas de respostas, **preenchidas ou não**, e a ficha com o seu código de identificação ao (à) examinador(a).
17. Esteja atenta(o) ao horário para que você possa terminar de responder todas as questões dentro do prazo estipulado para a realização da prova.

# MÓDULO 1

Responda **duas** das três questões deste módulo

## Questão 1

O número de Biomas pode variar em função do refinamento da escala espacial utilizada, porém algumas características são sempre consideradas na classificação de todos os biomas.

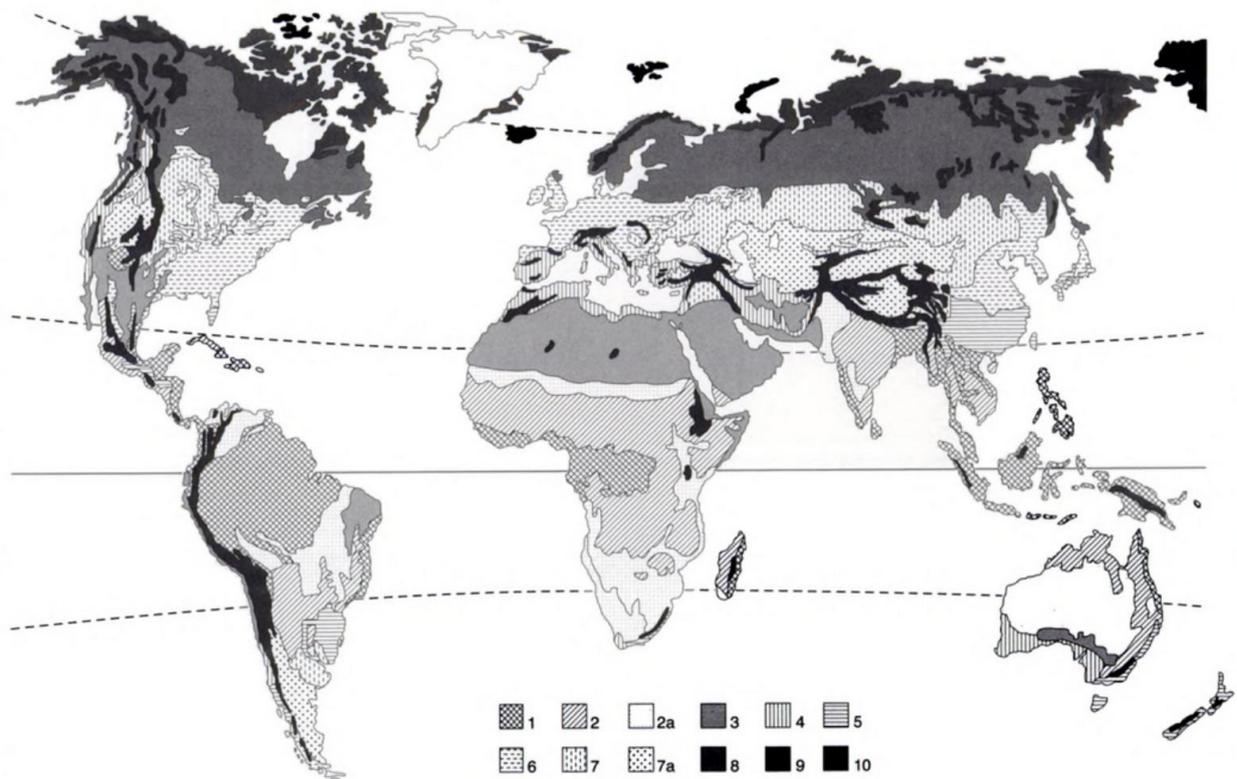


Figura 1. Classificação e Distribuição dos Biomas terrestres: 1. Floresta tropical; 2. Floresta tropical semidecídua; 2a. Savana; 3. Deserto; 4. Floresta mediterrânea; 5. Floresta temperada; 6. Floresta temperada semidecídua; 7. Estepe; 8. Floresta de coníferas (Taiga); 9. Tundra; 10. Áreas montanhosas. (Fonte: <https://www.davidzeleny.net/wiki/doku.php/vegecol:materials:biomes>)

**a)** Indique duas características, sempre consideradas pelos biogeógrafos, para definir os biomas reconhecidos na figura 1. (Uma linha)

**Código de identificação:** \_\_\_\_\_

**b)** Considerando biomas florestais, há tendência de aumento na produtividade primária ( $\text{gC}/\text{m}^2/\text{ano}$ ) de regiões boreais para as tropicais. O mesmo padrão existe para biomas campestres. Com base nessas afirmações e na distribuição dos biomas (Fig. 1), construa um gráfico de barras que expresse esses padrões de produtividade, em que os seguintes tipos de vegetação estejam ordenados por sua latitude média: florestas em regiões temperadas, campos em regiões temperadas; florestas e campos em regiões tropicais e tundra. Use o espaço restante nesta página para a desenhar sua figura



## Questão 2

As plantas envolvidas em interações especializadas com polinizadores podem enfrentar compensações da polinização na sua aptidão feminina, uma vez que as larvas dos seus polinizadores também podem consumir sementes produzidas pelas flores que polinizam. Este é o caso da polinização de várias espécies de figo e de plantas do gênero *Yucca*, cujos polinizadores específicos também ovipositam no ovário das flores e suas larvas consomem parte das sementes das plantas polinizadas. Chamamos este tipo de interação “*polinização berçário*”. O saldo dessa interação pode mudar entre mutualismo e parasitismo, dependendo da presença e abundância tanto do polinizador especializado como de outros polinizadores.

Um estudo investigou a compensação (trade-off) da aptidão feminina em uma planta mediterrânea (*Silene latifolia*), que possui uma espécie de mariposa polinizadora noturna especializada (*Hadena bicruris*), mas também é visitada por várias outras espécies de insetos. As fêmeas de *H. bicruris* transportam o pólen entre as flores, mas também ovipositam no ovário da flor. As larvas que eclodem dos ovos no interior dos frutos se alimentam das sementes nestes frutos (Fig 2).



Figura 2. **(a)** Flor de *Silene latifolia*; **(b)** adulto da mariposa *Hadena bicruris* visitando uma dessas flores; **(c)** corte de um fruto de *S. latifolia*, mostrando suas sementes e uma larva de *H. bicruris* em seu interior. Fotos: Anne-Marie Labouche.

Scopece *et al.* (2018) avaliaram a contribuição de visitantes florais para a polinização e frutificação de *Silene latifolia* em duas populações no sul da Itália: Nápoles e Salerno. Na população de Nápoles (MAS) cerca de 20% dos frutos mostraram predação pela mariposa *H. bicruris*; na população de Salerno não ocorreu a predação pois a mariposa estava ausente.

A figura 3 apresenta o número de sementes produzidas por fruto nas duas populações. Na população de Nápoles o número de frutos e sementes variou durante os 3 meses de floração (abril, maio e junho), bem como a proporção de frutos predados pelas larvas (Figura 4).

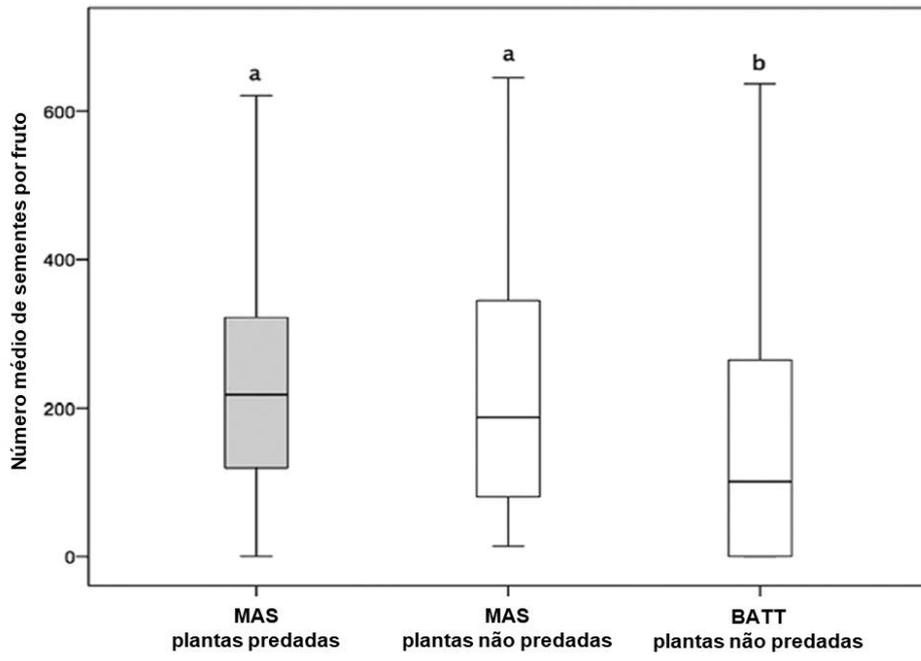


Figura 3. Distribuições dos números médios de sementes por fruto de *Silene latifolia* predados (cinza) ou não predados (branco) pela mariposa *Hadena bicruris* nas populações de Nápoles (**MAS**) e Salerno (**BATT**). Letras diferentes indicam diferença significativa. Fonte: Scopece *et al.* (2018)

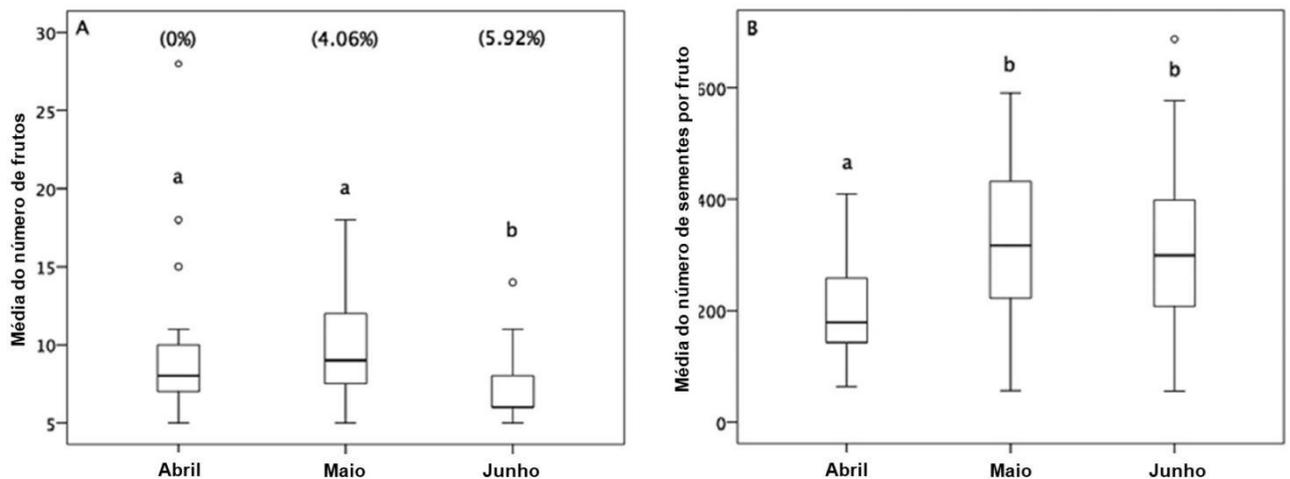


Figura 4. Distribuições de medidas de produção de frutos e de sementes de *Silene latifolia* na população de Nápoles, em cada um dos 3 meses consecutivos de floração. **(A)** Média do número de frutos por planta (em parênteses o percentual de frutos predados por *Hadena bicruris*). **(B)** Média do número de sementes por fruto. Fonte: Scopece *et al.* (2018)

**Código de identificação:** \_\_\_\_\_

**a)** Como você interpreta a participação da mariposa *H. bicruris* nesta interação?  
(Máximo de 8 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**b)** A expressão “exploração recíproca” seria adequada para descrever a interação entre *S. latifolia* e *H. bicruris*? Justifique. (Máximo de 6 linhas)

---

---

---

---

---

---

### Questão 3

A figura 5 mostra duas possibilidades (**A** e **B**) de escolha de fragmentos florestais (**F I** a **F VII**) para compor uma área de conservação para espécies de pequenos mamíferos de áreas florestais. Em cada um dos arranjos, a área de proteção seria todo o quadrado que contém fragmentos de floresta, dispersos em uma matriz alterada pela ação humana. A matriz pode ser definida como uma área que não serve como habitat para as espécies de interesse, que circunda e separa fragmentos de habitat para as espécies.

Na figura 5, quanto mais clara a área de matriz, mais difícil o trânsito de indivíduos entre os fragmentos. Quanto mais escuros os fragmentos, melhor o grau de conservação da vegetação.

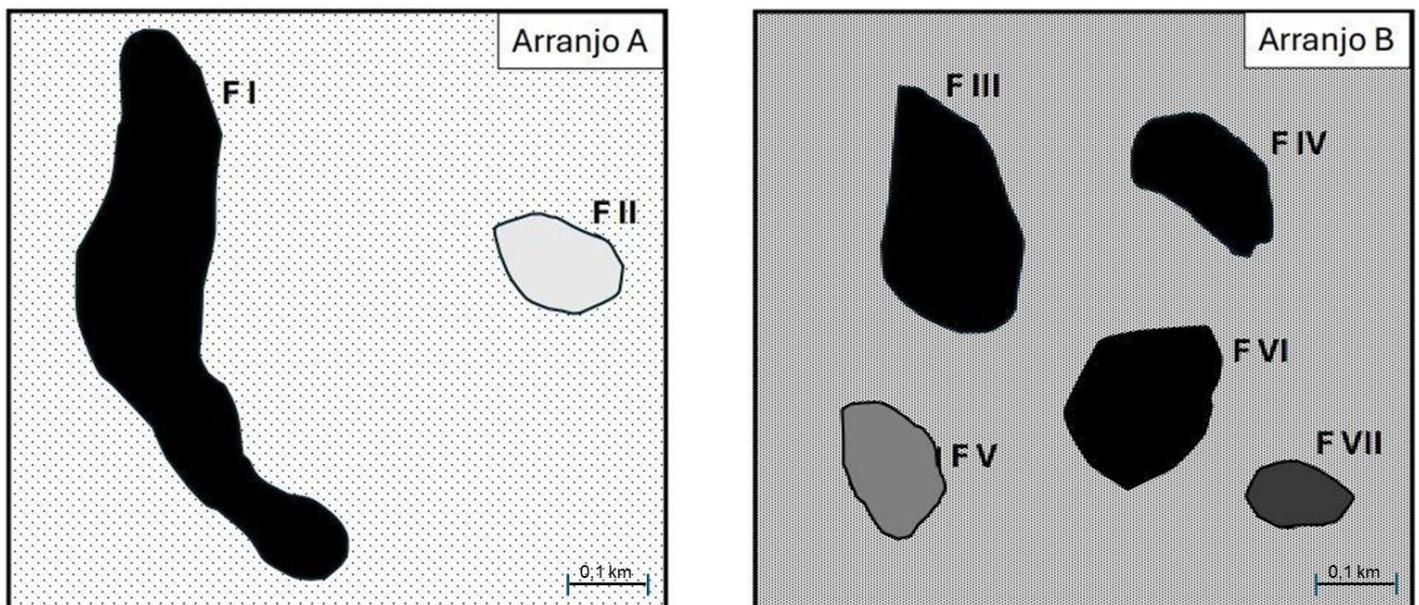


Figura 5. Esquemas de duas áreas com arranjos de fragmentos florestais. Tons dos fragmentos expressam seu grau de conservação e tons das áreas entre fragmentos (matriz) expressam sua permeabilidade ao trânsito de indivíduos (ver enunciado acima). A barra de escala representa 0,1 km, nos dois esquemas.

A tabela 1 informa sobre a áreas dos diferentes fragmentos e a presença das diferentes espécies de pequenos mamíferos de interesse para a conservação, típicas de áreas bem conservadas, em cada fragmento florestal. As áreas dos fragmentos são dadas em tamanhos relativos à área do fragmento **F II**, que é equivalente a uma unidade de área.

Código de identificação: \_\_\_\_\_

Table 1. Área relativa (primeira linha) e ocorrência de doze espécies de pequenos mamíferos em cada um dos fragmentos representados na figura 5. A letra "X" indica que a espécie foi registrada no fragmento.

	<b>F I</b>	<b>F II</b>	<b>F III</b>	<b>F IV</b>	<b>F V</b>	<b>F VI</b>	<b>F VII</b>
Área relativa	6,7	1,0	2,8	1,2	1,0	2,0	0,5
Espécie 1	X	X	X	X	X	X	X
Espécie 2	X		X	X	X	X	X
Espécie 3	X	X	X	X	X	X	X
Espécie 4	X		X				
Espécie 5	X		X		X	X	
Espécie 6	X			X		X	
Espécie 7		X	X		X		X
Espécie 8	X	X	X	X	X	X	X
Espécie 9	X		X	X		X	X
Espécie 10	X	X			X	X	X
Espécie 11	X		X	X		X	
Espécie 12	X		X	X		X	

Com base nas informações apresentadas, responda:

**a)** Proponha uma explicação para a menor riqueza de espécies no fragmento **F II** comparativamente a outros fragmentos de tamanho similar ou menor. (Máximo de 8 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Código de identificação:** \_\_\_\_\_

**b)** Se a espécie 7 fosse considerada a espécie mais relevante para conservação e se o fluxo de indivíduos entre os fragmentos não fosse muito fácil nem mesmo no arranjo **B**, à primeira vista (sem ainda terem sido realizadas análises de probabilidade de extinção ou persistência da população da espécie nos fragmentos) qual arranjo teria maior possibilidade de conservá-la, de acordo com a teoria de metapopulações? (Máximo de 4 linhas)

---

---

---

---

**c)** Qual dos dois arranjos (**A** ou **B**) teria maior possibilidade de garantir a conservação das 12 espécies de pequenos mamíferos? Justifique. (Máximo de 8 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## MÓDULO 2

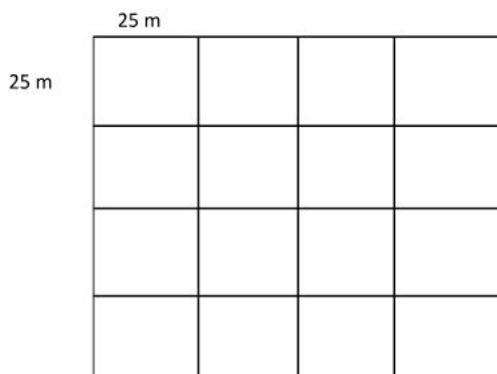
Responda **duas** das três questões deste módulo

### Questão 4

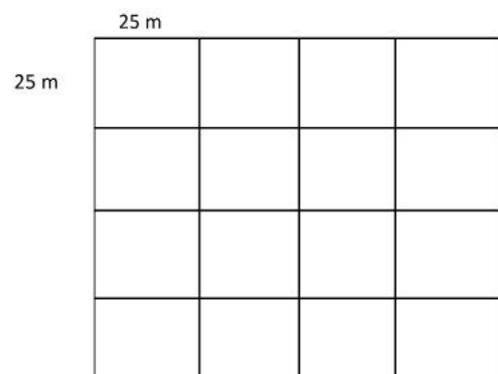
O movimento dos organismos (ou dispersão) determina o padrão de distribuição espacial na população e as chances de encontro entre indivíduos. De modo geral, três padrões de dispersão são descritos: aleatório — quando os organismos possuem a mesma probabilidade de ocupar qualquer ponto no habitat; uniforme — quando os organismos estão regularmente distribuídos no habitat; agregada — quando os indivíduos da população estão mais perto um do outro do que o esperado ao acaso.

a) *Colibri brasiliensis* é uma espécie de beija-flor que busca alimentos no sub-bosque da floresta de modo aleatório. Quando encontram uma fonte de recurso alimentar, defendem territórios de 25 m<sup>2</sup>. Durante dois meses por ano, os machos alteram seu comportamento para trabalhar em conjunto, reunindo-se em um comportamento de corte denominado leque, a fim de atrair e copular com a fêmea. Desenhe na grade abaixo, representativa de uma área de 100 x 100 m<sup>2</sup> no sub-bosque da floresta, a distribuição de 14 machos e 2 fêmeas de *Colibri brasiliensis*. Desenhe os pontos na grade para machos e fêmeas, e escreva abaixo de cada grade o nome do padrão de distribuição que você desenhou, para machos e fêmeas.

Período não reprodutivo



Período reprodutivo



● = fêmea      ▲ = macho

Código de identificação: \_\_\_\_\_

**b)** A afirmação abaixo está correta? Justifique. (Máximo de 6 linhas)

*“O tamanho da escala espacial escolhida para a amostragem não interfere na determinação dos padrões de distribuição espacial dos organismos, sendo que a mesma escala pode ser usada indistintamente para diferentes espécies.”*

---

---

---

---

---

---

---

---

**c)** Um experimento sobre comportamento de forrageio de *Colibri brasiliensis* indica que com o aumento do número de flores/área há redução do tamanho da área defendida pelos indivíduos. Considerando que essas aves possuem alta demanda energética para suas atividades diárias, o que poderia explicar a relação negativa entre densidade de flores e tamanho do território? (Máximo de 7 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Questão 5

No local de ocorrência de uma espécie de pássaro papa-mosca ocorreu uma alteração climática abrupta por uma semana em 1996. A temperatura caiu bruscamente e a umidade relativa sofreu severo aumento, causando a morte de milhares de indivíduos, e reduzindo a população dos pássaros em cerca de 50%. O evento de frio excessivo também causou a diminuição na abundância de insetos, principal fonte de alimento dos pássaros papa-mosca. A baixa abundância dos insetos persistiu até o final do estudo.

Dados do comprimento da perna (representativo do tamanho do corpo) e largura do bico (correlacionado positivamente com a eficiência na captura de presas) foram obtidos dos indivíduos adultos sobreviventes e mortos em 1996, bem como de indivíduos adultos nascidos após 1996, amostrados durante os 10 anos seguintes, entre 1997 e 2006 (Figura 6)

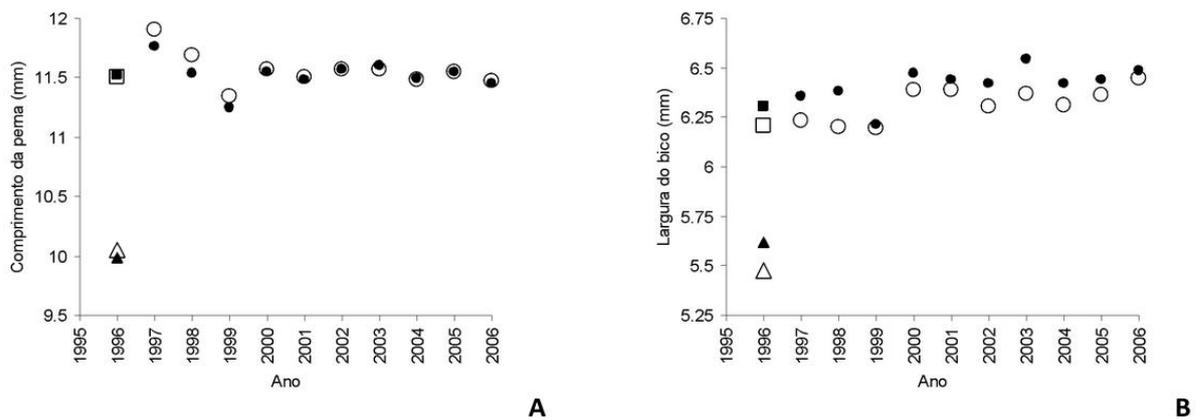


Figura 6. Valores médios anuais do comprimento da perna (A) e da largura do bico (B) para machos e fêmeas da população de pássaros papa-mosca, a partir da alteração climática de 1996. Os pássaros analisados no período 1997-2006 (● = ♂; ○ = ♀) eram adultos e nasceram no local de estudo. Para efeito de comparação, foram também incluídos médias das mesmas medidas tomadas de adultos sobreviventes (■ = ♂; □ = ♀) e não sobreviventes (▲ = ♂; △ = ♀) em 1996 (adaptado de Brown & Brown, 2011).

a) Explique de que maneira o evento climático exerceu pressão seletiva sobre essa população. (Máximo de 6 linhas)

---



---



---

Código de identificação: \_\_\_\_\_

---

---

---

**b)** Após 10 anos, há evidências de mudanças nas pressões seletivas? Justifique. Explique qual seria uma possível vantagem para as aves das mudanças observadas. (Máximo de 6 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

## Questão 6

As várias ilhas de um arquipélago são ocupadas por um arbusto dominante que produz muito néctar nas flores, floresce o ano todo e assim sustenta uma rica fauna associada de insetos polinizadores. A polinização garante alimento para os frugívoros locais. A larva de uma mariposa ataca e consome as folhas e flores do arbusto, sendo considerada o principal herbívoro da planta. Em todas as ilhas, ocorre uma espécie de pássaro de pequeno porte que nidifica no chão e se alimenta das lagartas da mariposa.

Em uma das ilhas do arquipélago (a ilha D) ocorreu a introdução de uma espécie invasora de rato do gênero *Rattus*, predador de ovos e filhotes das aves. Devido às características biológicas dessa espécie invasora, como dieta flexível, rápida maturação sexual, capacidade de gerar vários filhotes por ninhada e ausência de inimigos naturais, sua fixação na ilha foi rápida e bem-sucedida, como acontece

Código de identificação: \_\_\_\_\_

com muitas espécies exóticas. A herbivoria e produção de frutos da espécie arbustiva foi avaliada em algumas ilhas e os resultados estão apresentados na tabela 2, a seguir:

Tabela 2. Medidas de intensidade de herbivoria e de frutificação nas populações do arbusto em diferentes ilhas do arquipélago.

<b>Medidas</b>	<b>Ilha A</b>	<b>Ilha B</b>	<b>Ilha C</b>	<b>Ilha D*</b>
Porcentagem da área foliar consumida pela mariposa	15%	13%	17%	58%
Porcentagem das flores que geraram frutos	66%	72%	62%	24%

\*ilha com população do rato invasor

a) Proponha uma explicação para a diferença na taxa de frutificação do arbusto na ilha D, comparado às demais ilhas. (Máximo de 5 linhas)

---

---

---

---

---

---

b) Por que o pássaro pode ser considerado uma espécie chave nesta comunidade? (Máximo de 5 linhas)

---

---

---

---

---

---

## MÓDULO 3

Responda **duas** das três questões deste módulo

### Questão 7

A figura 7, abaixo, apresenta a evolução temporal de variáveis abióticas e bióticas após uma única descarga accidental de esgoto doméstico em um lago. A seta sob a abscissa indica o momento de ocorrência da descarga, que cessou em seguida.

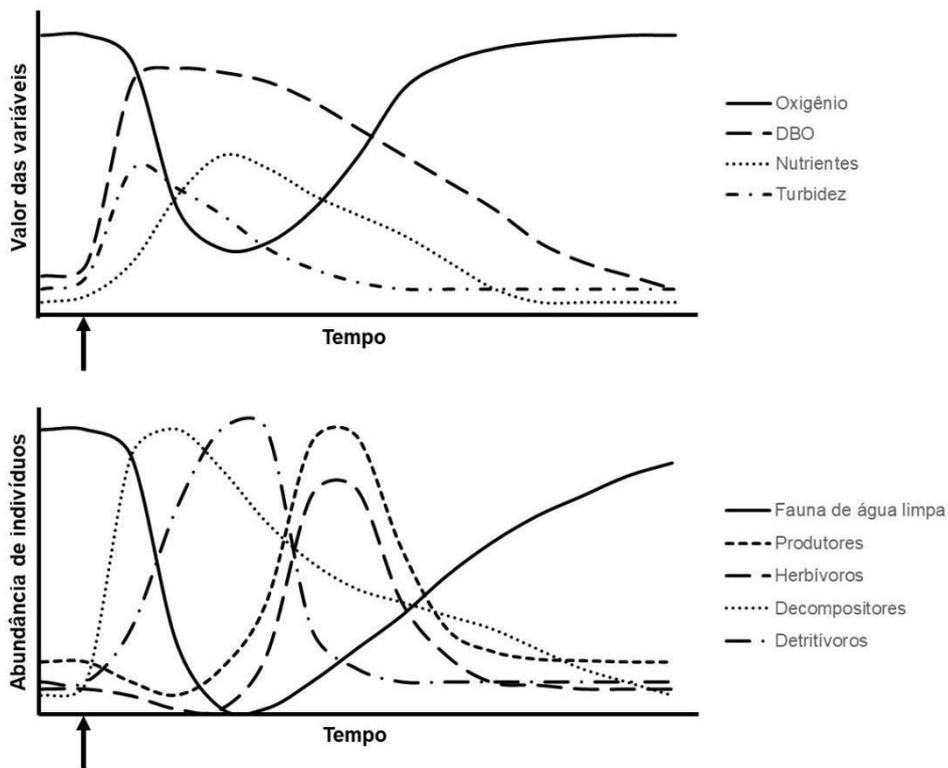


Figura 7. Medidas de algumas variáveis ambientais da água (painel superior) e de abundância de indivíduos de diferentes grupos de organismos (painel inferior) em função do tempo em um lago. A seta indica o momento de uma descarga de esgoto no lago, que cessou em seguida.

Note que:

- DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) se refere à quantidade de oxigênio gasta na decomposição de matéria orgânica morta dissolvida e particulada por decompositores aeróbios. Portanto, esta variável pode ser considerada como um indicativo da disponibilidade desta matéria no ambiente.

- Turbidez é uma medida da quantidade de material particulado em suspensão na água.

**Código de identificação:** \_\_\_\_\_

Responda os itens abaixo com base nos gráficos e nas demais informações fornecidas no enunciado da questão:

**a)** Como podem ser explicadas as mudanças na concentração de oxigênio, DBO e concentração de nutrientes inorgânicos na água imediatamente após a descarga? (Máximo de 7 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**b)** De acordo com as mudanças na abundância dos produtores observadas ao longo de todo o período, qual(is) o(s) principal(is) fator(es) limitante(s) para estes organismos neste corpo de água? Justifique. (Máximo de 7 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





**Código de identificação:** \_\_\_\_\_

---

---

**b)** Proponha um experimento manipulativo simples para testar o processo indicado em sua resposta ao item anterior (a). (Máximo de 7 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

**c)** Use as informações da Fig. 8 para produzir um gráfico de linha que descreva a variação do rendimento reprodutivo populacional (número de ovos.ano<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>) em função da densidade populacional (ind.m<sup>-2</sup>). Use o espaço abaixo para desenhar este gráfico:

## Questão 9

Os ecossistemas marinhos costeiros apresentam em média uma elevada produtividade primária, havendo, contudo, grandes diferenças entre eles. A Figura 9, abaixo, mostra relações entre a respiração e a produtividade primária bruta para alguns desses ecossistemas, acompanhadas de respectivas isolinhas 1:1. Em 'Macrófitas' estão incluídos sistemas bênticos como gramas marinhas e bancos de macroalgas.

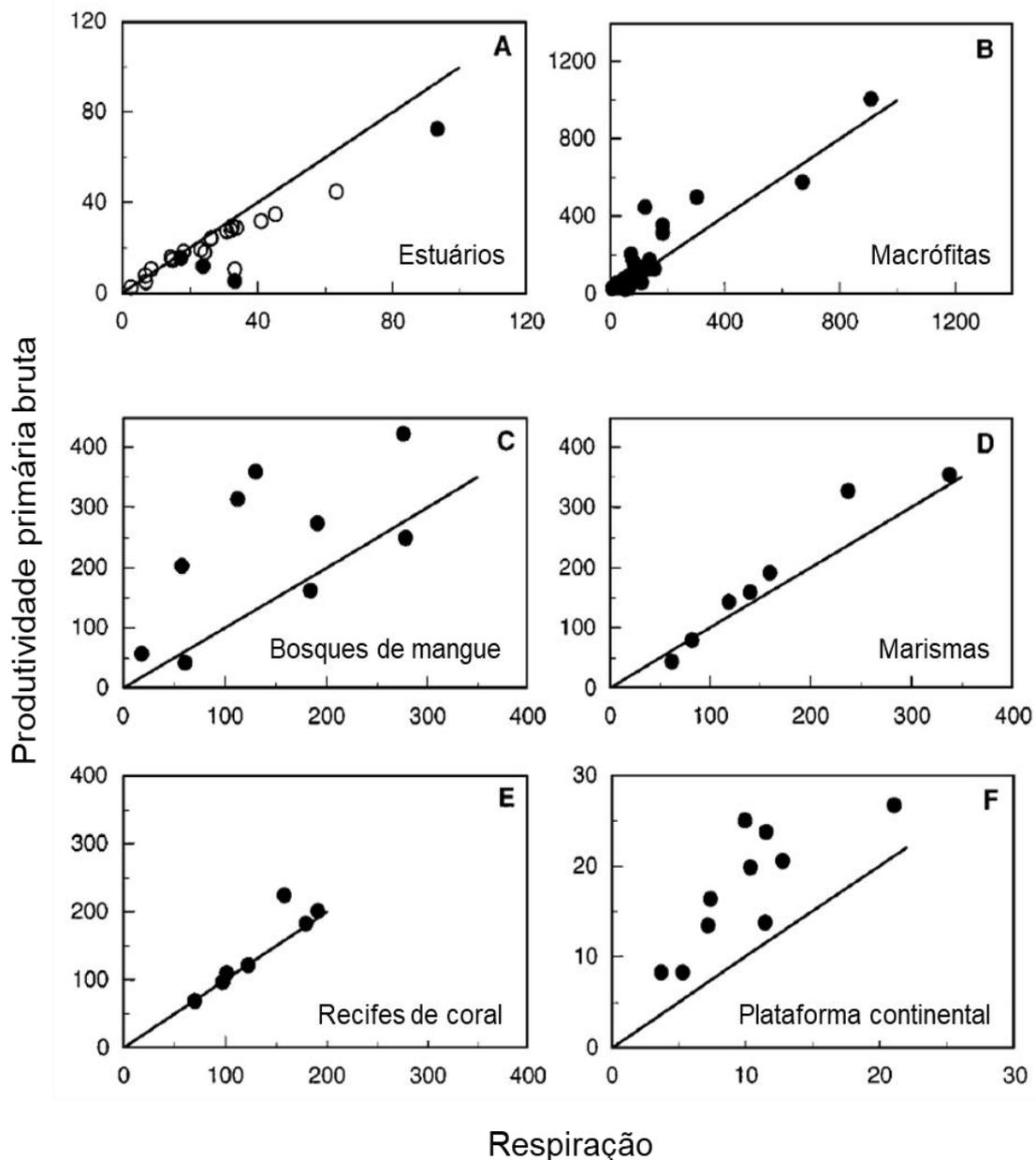


Figura 9 - Produtividade primária bruta em função de respiração total para diferentes ecossistemas marinhos. As duas variáveis estão expressas em  $\text{mol C m}^{-2} \text{ano}^{-1}$ . Os pontos representam medidas obtidas para diferentes localidades. As linhas marcam onde os valores de X e Y são iguais, em cada gráfico. Adaptado de Gattuso *et al.* (1998) *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 29: 405-434.

**Código de identificação:** \_\_\_\_\_

**a)** É correto afirmar que ocorre produção primária excedente em todos esses ecossistemas? Justifique. (Máximo de 6 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

**b)** Suponha um programa de restauração ecológica global que priorize o sequestro de carbono - qual seria o ecossistema ideal para esse fim, entre os representados na figura 9? Justifique. (Máximo de 8 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Código de identificação:** \_\_\_\_\_

c) Uma das metas para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas é que as áreas protegidas alcancem 30% do espaço marítimo de cada país até 2030. Muitos países designam grandes áreas de proteção em alto mar, nos limites da zona econômica exclusiva, inclusive no Brasil. Com base nas relações apresentadas na Fig. 9, você acha que essa é a melhor estratégia para mitigar os efeitos nocivos do aquecimento global? Justifique. (Máximo de 9 linhas)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---