**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Prova de Mestrado

21 de outubro de 2018

**Instruções gerais:**

1. Responda às questões de maneira clara, direta, lógica e fundamentada na teoria ecológica.

2. **Responda às questões com caneta azul ou preta**. Se precisar de rascunho, use o verso desta folha.

3. A prova tem 10 questões entre as quais você deve selecionar somente 6 para responder. Para tanto, **selecione TRÊS questões do Módulo 1 e TRÊS questões do Módulo 2**.

4. Responda cada questão em sua própria folha e **respeite o limite máximo de linhas estipulado para a resposta de cada questão**. Não use o verso das folhas de resposta.

5. Em caso de rasuras, deixe claro quais trechos de texto devem ser desconsiderados.

6. Não é permitido o uso de calculadora em nenhuma das questões da prova.

7. **O tempo máximo para resolução da prova é de quatro horas**.

8. Quando terminar, entregue **somente as folhas com as respostas referentes às questões selecionadas** e certifique-se de que todas elas estão com seu código de inscrição. **Não escreva seu nome nas folhas**.

9. Não é necessário entregar esta folha com instruções e tampouco as folhas das questões que você não respondeu.

10. **Certifique-se de anotar seu código de inscrição, pois os resultados do exame de ingresso sairão com o seu código e não com o seu nome**.

11. **O aplicador do exame não está autorizado a responder nenhuma dúvida dos candidatos referente ao enunciado das questões**.

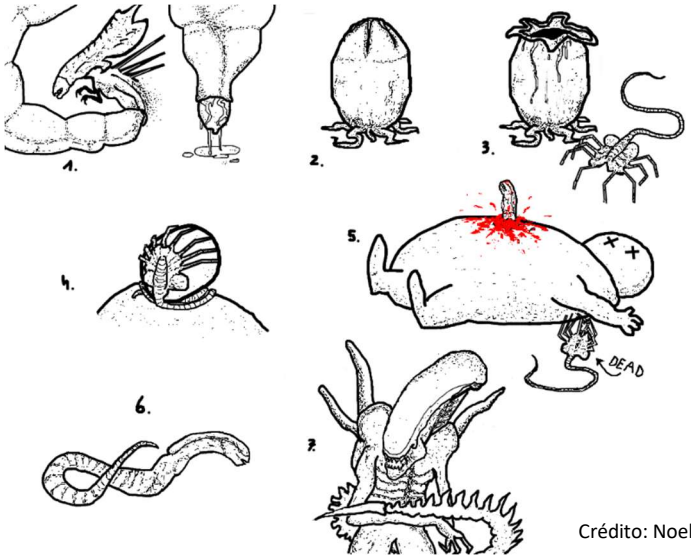
12. Durante o exame você pode sair para beber água ou ir ao banheiro quantas vezes forem necessárias, sem autorização do aplicador do exame.

**A PROVA TEM 4 HORAS DE DURAÇÃO E VOCÊ PRECISA RESPONDER 6 QUESTÕES. CONSIDERANDO QUE VOCÊ LEVE 50 MINUTOS PARA LER AS QUESTÕES E ESCOLHER QUAIS DELAS VAI RESPONDER EM CADA MÓDULO, ISSO LHE DÁ CERCA DE 30 MINUTOS PARA RESPONDER CADA UMA DAS QUESTÕES. ESTEJA ATENTO AO HORÁRIO PARA QUE VOCÊ POSSA TERMINAR DE RESPONDER TODAS AS QUESTÕES DENTRO DO PRAZO ESTIPULADO PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA. RECOMENDAMOS FORTEMENTE QUE VOCÊ NÃO RESPONDA USANDO LÁPIS PARA DEPOIS PASSAR A LIMPO USANDO CANETA.**

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 1**

**QUESTÃO 1:** Uma espécie alienígena tem o ciclo de vida apresentado na figura abaixo. (1) A rainha produz ovos por partenogênese. (2) O período de desenvolvimento do ovo é, em média, de 10 dias, durante os quais a rainha protege a prole contra eventuais agressores. (3) Em seguida, ocorre a eclosão do "abraça-rosto". (4) O "abraça-rosto" infesta o hospedeiro com uma larva chamada "explode-peito". (5) Dois dias depois, ocorre a eclosão do "explode-peito", com subsequente morte do hospedeiro e do "abraça-rosto". (6) O "explode-peito" cresce se alimentando da carne do hospedeiro. (7) O "xenomorfo" totalmente desenvolvido vive cerca de 100 dias. Apenas um xenomorfo por ninhada se desenvolve em rainha e apenas a rainha põe ovos. Em média, 10 ovos são colocados por dia ao longo da vida da rainha. Cada ovo tem 5% da massa total da rainha. Com base nessas informações, responda às questões a seguir.




Crédito: Noel4 (DeviantArt)

**a) Essa espécie alienígena tem um ciclo de vida semélparo ou iteróparo?** Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

**b) Em um gradiente entre K e r estrategista, a espécie alienígena estaria localizada mais próxima de qual das duas estratégias?** Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

_____

**c) Desenhe um gráfico mostrando como o valor reprodutivo varia em função de cada fase do ciclo: (1) ovo, (2) abraça-rosto, (3) explode-peito e (4) rainha.** Use as linhas para explicar o padrão apresentado no gráfico.

GRÁFICO

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

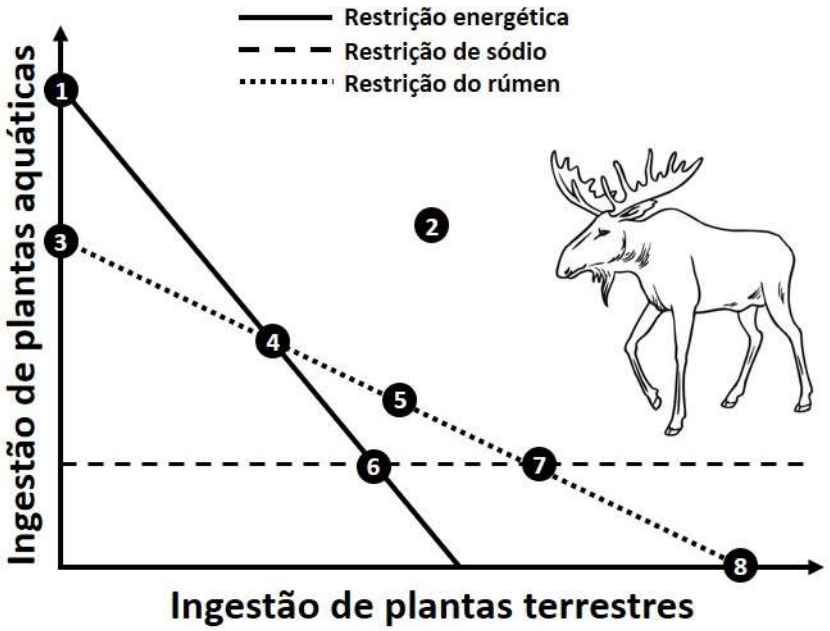
_____

_____

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 1**

**QUESTÃO 2:** A dieta do alce é composta por dois tipos de vegetação: (1) plantas aquáticas, que são pobres em nutrientes (ou seja, energia), mas ricas em sódio e (2) plantas terrestres, que são ricas em nutrientes (ou seja, energia), mas pobres em sódio. Os alces precisam tanto de nutrientes quanto de sódio e, portanto, possuem uma dieta mista composta por plantas aquáticas e terrestres. No gráfico abaixo, a linha sólida representa a quantidade de plantas aquáticas e terrestres que precisa ser ingerida para que um indivíduo alcance sua necessidade diária mínima de energia ("restrição energética"). A linha tracejada representa a quantidade de sódio que precisa ser ingerida diariamente para que um indivíduo alcance sua necessidade diária mínima deste micro-nutriente ("restrição de sódio"). Por fim, a linha pontilhada representa a capacidade máxima de armazenamento de alimento pelo rúmen ("restrição do rúmen"), que é uma câmara de fermentação no trato digestório dos ungulados responsável pela digestão de vegetais. Com base nas informações apresentadas aqui e no gráfico abaixo, responda às questões a seguir.




**a) Sabendo que a dieta ótima de um alce inclui uma quantidade mínima necessária de sódio e o máximo de nutrientes que cabe no rúmen, indique qual dos pontos no gráfico acima representa a dieta ótima**. Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

_____

**b)** Dois pontos no gráfico acima representam dietas que estão (i) abaixo do limite diário necessário de energia e (ii) acima da capacidade de armazenamento do rúmen. **Indique quais pontos no gráfico acima representam cada uma dessas duas opções**. Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 1**

**QUESTÃO 3:** Diversas pesquisas recentes têm investigado de que forma a riqueza de espécies afeta o funcionamento dos ecossistemas.

**a) De acordo com a teoria ecológica atual, faça um gráfico mostrando como a riqueza de espécies pode afetar o funcionamento dos ecossistemas, mais especificamente a produtividade.** Use as linhas para apresentar uma possível explicação para a relação proposta no gráfico entre riqueza de espécies e processos ecossistêmicos.

GRÁFICO

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

**b) Proponha um experimento para testar como a riqueza de espécies herbáceas afeta a média da produtividade primária líquida em um determinado local.** Suponha que não há limite de recursos financeiros para o experimento. Apresente detalhes do desenho experimental e das variáveis que serão medidas.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 1**

**QUESTÃO 4:** Em alguns sistemas de polinização o agente polinizador, ao transferir os grãos de pólen, oviposita na flor, onde seus imaturos irão se desenvolver e consumir partes dos óvulos e das sementes. Para manter a interação vantajosa para ambos os parceiros é necessário um balanço entre os benefícios da polinização (formação de sementes) e o custo do consumo de óvulos e sementes. Assim, o resultado final pode variar entre o antagonismo e o mutualismo.

Fêmeas de uma espécie de besouro polinizam as flores de uma espécie de orquídea e, em seguida, ovipositam nas flores polinizadas. A visitação da flor pelo besouro desencadeia a formação do fruto, que serve de alimento para as larvas do besouro, que consomem exclusivamente as sementes. Ao acompanhar a frutificação da orquídea, pesquisadores verificaram que o resultado da interação entre o besouro e a orquídea é condicionado também por uma vespa parasitoide que oviposita nos frutos infestados pelo besouro e mata suas larvas antes que as sementes sejam consumidas. Depois que as larvas do besouro morrem, os frutos continuam seu desenvolvimento. Os autores demonstraram que cerca de 34% dos frutos contendo larvas de besouros foram alvo da ação da vespa parasitoide. Tais frutos atingiram biomassa semelhante aos frutos não infestados e produziram sementes com alta viabilidade. Com base nas informações apresentadas acima, responda às questões abaixo.

**a) Qual é o possível papel da vespa parasitoide para a manutenção do mutualismo entre a orquídea e o besouro?** Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

_____

_____

**b)** Suponha que em uma localidade L a orquídea e o besouro estejam presentes, mas a vespa parasitoide esteja ausente. **Faça um gráfico comparando a biomassa dos frutos na localidade L com a biomassa dos frutos na localidade estudada por pelos pesquisadores.** Use as linhas para justificar o padrão apresentado no seu gráfico.

GRÁFICO

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

**c) De acordo com a resposta ao item (b) acima, o saldo da interação entre a orquídea e besouro varia entre a localidade L e a localidade estudada pelos pesquisadores?** Justifique sua resposta.

_____

_____

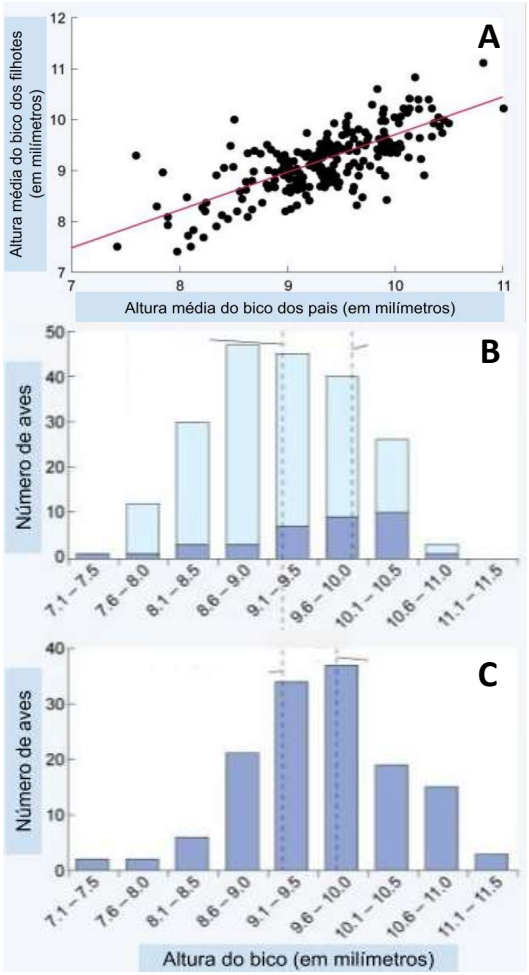
_____

_____.

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 1**

**QUESTÃO 5:** As figuras abaixo apresentam os resultados de um estudo com o tentilhão de Galápagos, *Geospiza fortis*, em uma ilha no ano de 1977, quando houve uma grande seca. Nos gráficos B e C, as linhas tracejadas à esquerda representam a altura média dos bicos antes da seca de 1977. As linhas à direita representam a altura média dos bicos das aves que produziram filhotes em 1977 (B) e a altura média dos bicos dos filhotes que nasceram durante a seca (C).




**a)** Os autores atribuem as mudanças observadas ao efeito da seleção natural causada pela seca. O processo de mudança evolutiva por seleção natural se baseia em três pressupostos principais. **Descreva brevemente esses três pressupostos indicando como eles se aplicam para o estudo apresentado.**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

**b) Qual outro processo poderia levar ao padrão de mudança fenotípica observado entre 1977 e 1978?** Justifique sua resposta e **proponha um experimento simples que lhe permita diferenciar o processo que você propôs e a seleção natural proposta pelos autores do estudo**.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 2**

**QUESTÃO 6:** Indivíduos de várias espécies vegetais possuem estruturas que secretam néctar, mas que não estão localizadas dentro de flores. Essas estruturas estão localizadas em galhos, folhas ou botões florais e são chamadas de nectários extra-florais (NEFs). Os NEFs são visitados por formigas onívoras que se alimentam do néctar e acabam por predar ou repelir outros artrópodes que se encontrem próximos aos NEFs. A espécie A possui NEFs e é comum na localidade X. Nas folhas dos indivíduos da espécie A, uma pesquisadora registrou eventos de predação de formigas por um besouro predador B. Essa pesquisadora investigou as consequências da interação entre o besouro, as formigas e a planta com NEFs. Para tal, ela fez dois experimentos descritos a seguir.

No primeiro experimento, ela encontrou 100 indivíduos da espécie A que não tinham o besouro B. Essas plantas foram aleatoriamente divididas em dois grupos. No grupo 1 ela não fez nenhuma manipulação experimental e no grupo 2 ela passou graxa na base das plantas a fim de impedir a visitação dos NEFs por formigas (sem nenhum dano às plantas). Durante o experimento, ela verificou constantemente as plantas dos dois grupos, removendo eventuais besouros da espécie B que pousassem nas plantas. Após 3 meses, ela registrou os seguintes resultados nos grupos 1 e 2:

- Densidade média de insetos consumidores de folhas: GRUPO 1: 0,01 insetos / folha; GRUPO 2: 0,42 insetos / folha.
- Densidade média de aranhas: GRUPO 1: 0,001 aranhas / folha; GRUPO 2: 0,012 aranhas / folha.
- Número de folhas novas: GRUPO 1: 12 folhas novas / planta / mês; GRUPO 2: 13 folhas novas / planta / mês.

No segundo experimento, ela encontrou outros 100 indivíduos da espécie A que tinham o besouro B. Essas plantas foram aleatoriamente divididas em dois grupos. No grupo 1 ela não fez nenhuma manipulação experimental e no grupo 2 ela removeu todos os besouros da espécie B da planta, mas deixando as formigas. A pesquisadora verificou diariamente a presença de besouros, removendo-os sempre que encontrados nas plantas do grupo 2. Após 12 meses, ela registrou os seguintes resultados nos grupos 1 e 2:

- Densidade média de insetos consumidores de folhas: GRUPO 1: 0,012 insetos / folha; GRUPO 2: 0,011 insetos / folha.
- Densidade média de formigas por folha: GRUPO 1: 1,1 formigas / folha; GRUPO 2: 1,2 formigas / folha.
- Número de folhas novas: GRUPO 1: 12 folhas novas / planta / mês; GRUPO 2: 12 folhas novas / planta / mês.

Sabendo que aranhas são um grupo de predadores que se alimentam de presas similares àquelas consumidas pelas formigas, **elabore uma hipótese que explique os resultados obtidos pela pesquisadora nos dois experimentos.**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 2**

**QUESTÃO 7:** Um dos problemas centrais em ecologia é entender como espécies potencialmente competidoras podem coexistir em uma comunidade ecológica. Modelos matemáticos, como as equações de Lotka-Volterra, permitem que ecólogos explorem as condições para coexistência de potenciais competidores. O sistema de equações de Lotka-Volterra descrevendo a competição entre duas espécies (1 e 2) é:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(\frac{K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1}\right) \qquad \frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(\frac{K_2 - N_2 - \alpha_{21} N_1}{K_2}\right)$$

Nesse sistema de equações $\frac{dN_1}{dt}$ é a taxa de variação na abundância da espécie 1 por instante de tempo, $r_1$ descreve a taxa intrínseca de crescimento da espécie 1, $N_1$ é a abundância da espécie 1 no instante de tempo *t*, $K_1$ é a capacidade de suporte da espécie 1, $\alpha_{12}$ é o impacto per capita da competição com indivíduos da espécie 2 sobre a dinâmica populacional da espécie 1, $\frac{dN_2}{dt}$ é a taxa de variação na abundância da espécie 2 por instante de tempo, $r_2$ descreve a taxa intrínseca de crescimento da espécie 2, $N_2$ é a abundância da espécie 2 no instante de tempo *t*, $K_2$ é a capacidade de suporte da espécie 2, $\alpha_{21}$ é o impacto per capita da competição com indivíduos da espécie 1 sobre a dinâmica populacional da espécie 2. No ponto de equilíbrio (ou seja, quando as abundâncias das populações das espécies não mais variam ao longo do tempo), temos:

$$r_1 N_1 \left(\frac{K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1}\right) = 0 \qquad r_2 N_2 \left(\frac{K_2 - N_2 - \alpha_{21} N_1}{K_2}\right) = 0$$

**a) O tamanho populacional das espécies 1 e 2 no equilíbrio é influenciado pela taxa intrínseca de crescimento de cada uma das populações, isto é, por quão rápido as populações aumentam?** Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

_____

**b)** Sabendo o significado individual dos termos $\alpha_{12}$, $N_2$, $\alpha_{21}$ e $N_1$, **qual a interpretação biológica dos termos** $(\alpha_{12} N_2)$ **e** $(\alpha_{21} N_1)$?

_____

_____

_____

_____

**c)** Suponha que $\alpha_{12} > \alpha_{21}$, ou seja, que o impacto per capita da competição com indivíduos da espécie 2 sobre indivíduos da espécie 1 é maior do que o impacto per capita da espécie 1 sobre os indivíduos da espécie 2. **Mesmo nessa condição é possível que a espécie 1 exclua competitivamente a espécie 2?** Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

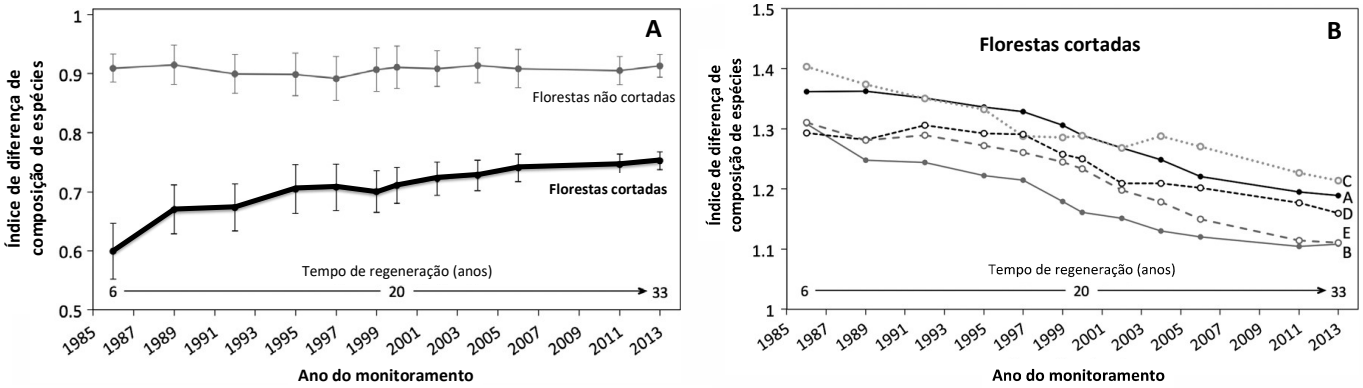
_____

_____

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 2**

**QUESTÃO 8:** Pesquisadores fizeram um estudo em uma floresta tropical, onde selecionaram 5 blocos de 500 x 500 m, separados entre si por 10 Km. Dentro de cada bloco, instalaram duas parcelas de 100 x 50 m cada: em uma delas as árvores foram mantidas sem perturbação ("florestas não cortadas"); na outra, as árvores acima de 10 cm de diâmetro foram cortadas e removidas ("florestas cortadas"). As duas parcelas de cada bloco foram monitoradas durante 33 anos. Em cada monitoramento, todas as árvores acima de 10 cm de diâmetro foram identificadas para definir a composição de espécies da comunidade vegetal das parcelas. O primeiro monitoramento foi realizado 6 anos após o início do experimento para que a regeneração natural pudesse ser mensurada. A Fig. A mostra a diferença média na composição de espécies entre as 5 parcelas de florestas não cortadas (linha fina) e entre as 5 parcelas de florestas cortadas (linha grossa) para cada ano de monitoramento. Os pontos representam a média das 5 parcelas e as barras verticais representam o desvio padrão. A Fig. B mostra a diferença na composição de espécies entre uma dada parcela de floresta cortada e a parcela de floresta não cortada que estava no mesmo bloco para cada ano de monitoramento.




**a) Descreva brevemente o padrão de cada linha na Fig. A e o padrão do conjunto de todas as linhas na Fig. B.**

_____

_____

_____

_____

_____

**b) Na Fig. A, a tendência observada na fase final (33 anos) para as florestas cortadas seria melhor explicada por processos de comunidades "controladas por dominância" ou "controladas por fundador"?** Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

**c) Utilizando elementos da teoria de metapopulações, proponha uma explicação para os resultados observados no conjunto das Figs. A e B.** Deixe explícito os elementos da teoria que estão sendo utilizado

_____

_____

_____

_____

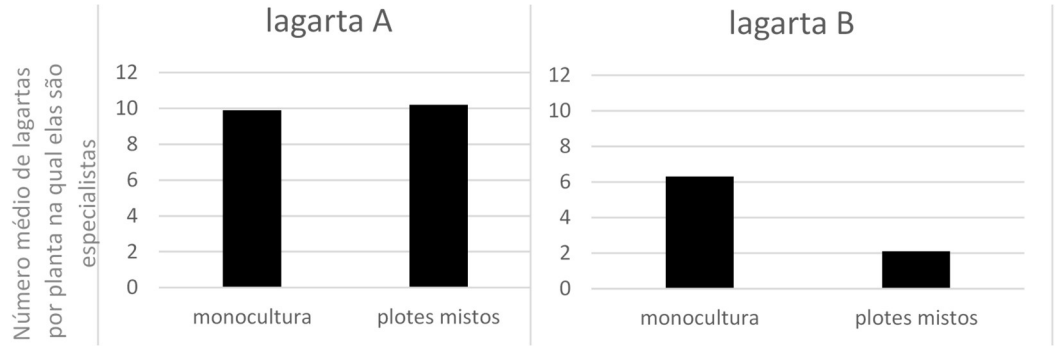
_____

_____

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 2**

**QUESTÃO 9:** Uma bióloga estudou a abundância de duas espécies de lagartas (A e B) em parcelas experimentais que foram delineadas para testar a importância da competição interespecífica em populações de duas espécies de plantas herbáceas de restinga. Nesse experimento foram feitas 30 parcelas ao ar livre que continham 100 indivíduos da planta 1, 30 parcelas que continham 100 indivíduos da planta 2 e 30 parcelas que continham 50 indivíduos de cada espécie (1 e 2). As plantas nos diferentes tratamentos não diferiram no tamanho e número de folhas. Cada parcelas estava a 100 metros de distância uma da outra. A lagarta A é especialista na planta 1 e a lagarta B é especialista na planta 2. A bióloga contou o número de lagartas em cada uma das plantas em todas as parcelas e encontrou o resultado abaixo.




**a) Descreva de maneira clara e sucinta o principal resultado encontrado no experimento.**

_____

_____

_____

_____

_____

**b)** A bióloga formulou a hipótese que o resultado observado deveria ser causado por alguma alteração na planta 2 devido à competição com a planta 1. Para isso, comparou a qualidade nutricional, as defesas químicas e a taxa de crescimento das lagartas da espécie B quando alimentadas em laboratório com folhas da planta 2 coletadas nos dois tipos de parcelas. Para sua surpresa, nenhuma das variáveis resposta diferiu entre os dois tipos de plotes. **Formule uma hipótese alternativa que possa explicar o padrão encontrado.**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

**c) Proponha um experimento para testar a hipótese que você propôs acima.** Deixe claro quais seriam os resultados esperados que dariam suporte para sua hipótese.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

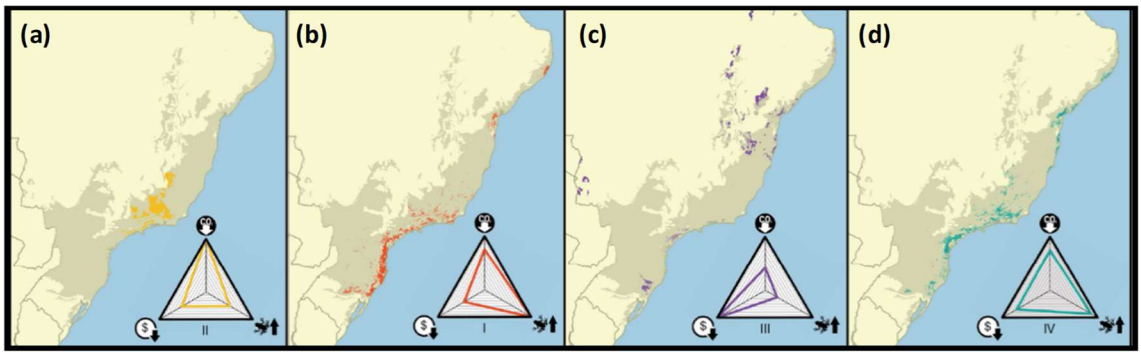
_____

_____

Código de inscrição: _____

**MÓDULO 2**

**QUESTÃO 10:** A figura abaixo apresenta resultados de um estudo para identificar áreas ideais para atingir metas de restauração na Mata Atlântica. A seleção das áreas foi feita considerando quatro metas: (a) maximizar o potencial de sequestrar carbono, (b) conservar o maior número de espécies, (c) reduzir os custos da restauração e (d) otimizar os três indicadores anteriores. As linhas no interior dos triângulos indicam a distância da solução apresentada para a solução ideal considerando cada uma das três metas a seguir: (a) redução de carbono (vértice superior), (b) preservação da biodiversidade (vértice inferior direito) e (c) redução dos custos (vértice inferior esquerdo).




**a) Mencione e justifique dois possíveis fatores que podem explicar o fato de a solução para maximizar a biodiversidade estar distribuída conforme a figura (b)?**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

**b)** Atualmente se discute a adoção de estratégias para mitigação das mudanças climáticas e se estima que boa parte dos organismos terá sua área de distribuição deslocada para regiões em que as condições ambientais sejam adequadas em virtude do aumento da temperatura e de mudanças no regime de precipitação. **Considerando este cenário, quais as implicações para mitigação das mudanças climáticas para conservação da biodiversidade caso as ações de restauração no estudo acima sejam voltadas principalmente a minimizar os custos de restauração?**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____