

DINÂMICA TEMPORAL E ESPACIAL DAS POPULAÇÕES

META

Como as populações naturais flutuam sua densidade no espaço e no tempo. em habitats fragmentados ou manchas as populações dividem em sub-populações. Como estas subpopulações conectam, mantêm funcional ou extinguem.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

nesta aula vamos entender como algumas populações respondem ao aumento de sua densidade em função de sua própria densidade ou às mudanças nas condições ambientais no espaço e no tempo. Plantas e animais terrestres respondem de maneira diferente às mesmas condições.

PRÉ-REQUISITOS

Aulas 3 e 4

A FLUTUAÇÃO É A REGRA PARA AS POPULAÇÕES NATURAIS

A densidade de organismos em populações naturais apresenta, invariavelmente, oscilações, mais ou menos pronunciadas, tanto a nível espacial como a nível temporal. As populações naturais flutuam em resposta às variações nas condições ambientais ou simplesmente porque têm propriedades oscilatórias intrínseca à sua dinâmica.

Entretanto, algumas populações tendem a permanecer relativamente estáveis por longos períodos de tempo. Um bom exemplo é o comportamento da população de carneiros domésticos de uma ilha na Austrália, na qual, depois de estabelecida, a população variou muito pouco em resposta às práticas comerciais da região (Figura 14).

Por outro lado, populações de organismos pequenos e de vida curta, como as algas, por exemplo, podem flutuar descontroladamente em períodos muito curtos, como semanas ou até mesmo dias (Figura 15).

Nota-se que há um contraste de respostas em relação às mudanças ambientais. Enquanto a população de carneiros possui uma alta estabilidade intrínseca, os organismos unicelulares, como as algas, recebem todo o impacto de um ambiente, ou seja, são populações extrinsecamente instáveis. De fato, espécies com tamanhos corporais maiores e vidas mais longas tendem a responder mais lentamente às variações em seus ambientes.



Figura 14. A população de carneiros domésticos da ilha da Tasmânia cresceu, até a sua capacidade suporte, em 30 anos e em seguida manteve-se relativamente estável. (Fonte: Ricklefs, 2002).

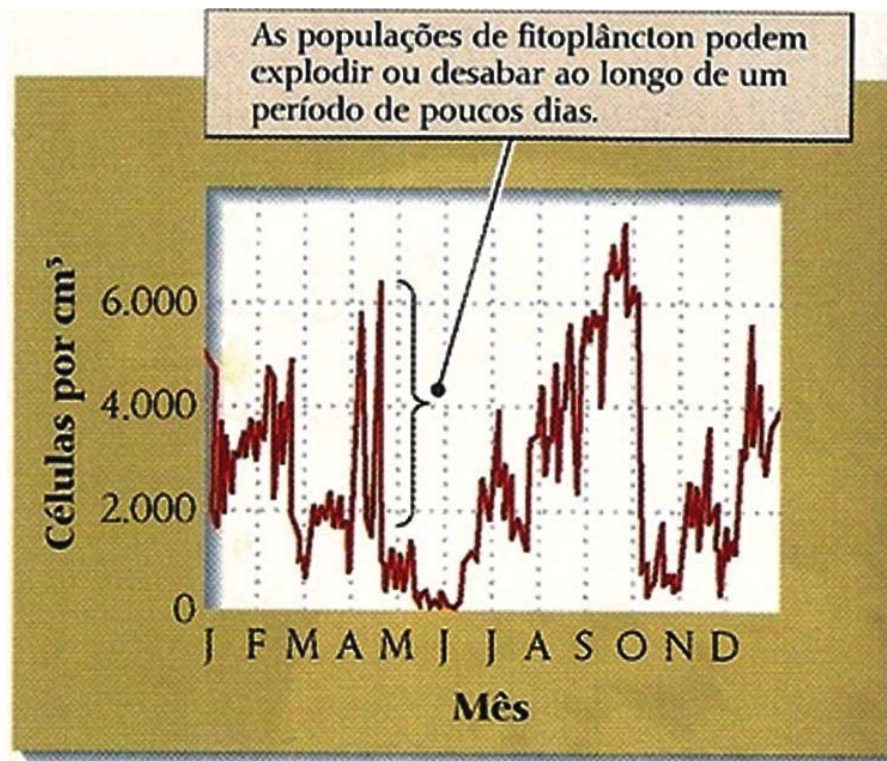


Figura 15. A população de fitoplâncton flutua fortemente ao longo de curtos períodos. (Fonte: Ricklefs, 2002).

Não só espécies muito diferentes respondem de forma diferente ao ambiente, mas espécies semelhantes também respondem de forma diferente, inclusive se estiverem no mesmo ambiente. Larvas de diferentes espécies de mariposas que se alimentam do mesmo recurso (acícula de pinheiros) flutuam independentemente e, além disso, seus picos e declínios populacionais não coincidem. Desta forma, embora se alimentem da mesma árvore, suas populações são governadas de forma independente e por fatores diferentes, provavelmente parasitas ou patógenos (Figura 16).

Os fatores que afetam uma população podem ser de dois tipos: aqueles que causam mortalidade constante de ano para ano e afeta pouca a variabilidade da população (ciclos periódicos); e aqueles que, ainda em menor número, causam mortalidade variada e são os principais responsáveis pelas mudanças observadas (fatores aleatórios). Este pode ser considerado um fator chave, uma vez que influencia na estrutura etária da população, fazendo variar o seu tamanho de uma geração para outra.

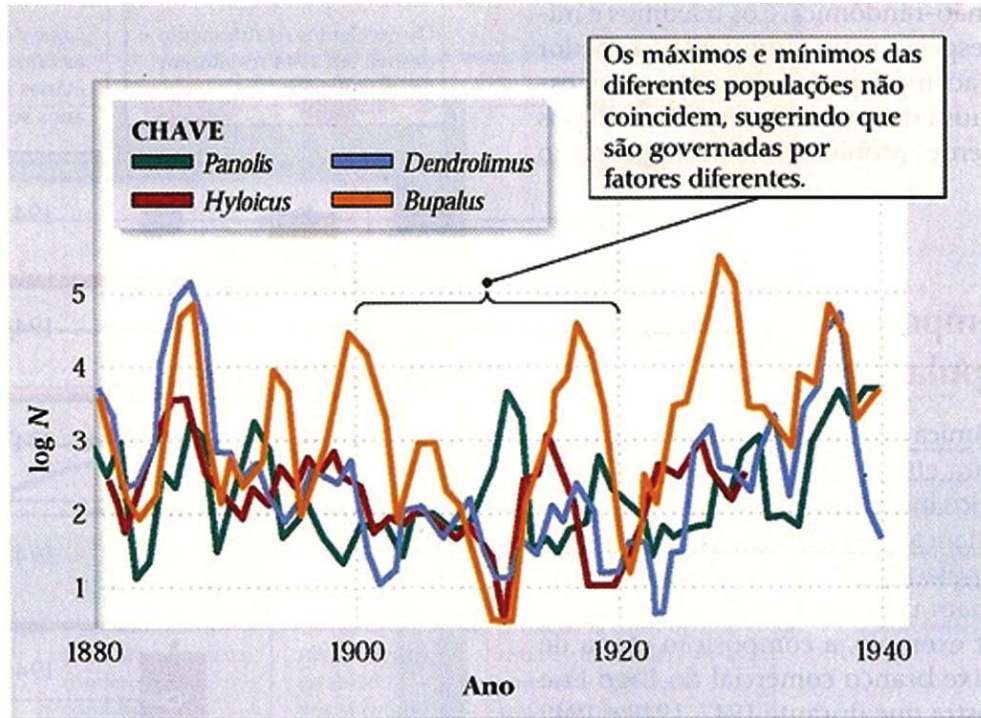


Figura 16. As populações de quatro espécies de mariposas do mesmo habitat e que utilizam o mesmo recurso flutuam independentemente. Fonte: Ricklefs, 2002.

As flutuações ambientais normalmente tendem a ser mais irregulares do que periódicas. Apenas fenômenos diários (dia e noite), lunares (marés) e sazonais (estações) são periódicos. Em anos em que há mais frio ou calor, seca ou chuva com mais frequência ou até mesmo furacões, terremotos ou incêndios, estes variam quase aleatoriamente. E, as respostas biológicas a esses fatores são igualmente aleatórios, irregulares. Por exemplo, a largura dos anéis de crescimento em uma árvore depende de fatores como temperatura e umidade. Tais anéis, quando comparados com séries randômicas de números, apresentam a mesma tendência (Figura 17).

Os ciclos populacionais foram descobertos por modelos matemáticos entre 1920 e 1930. Tais modelos mostram que as populações têm propriedades dinâmicas inerentes associadas com a regulação dependente da densidade.

Por exemplo, um pêndulo tem uma frequência inerente de oscilações, dependendo do seu tamanho. O movimento imposto a ele pela aceleração da gravidade leva-o a passar do ponto de equilíbrio e faz com que ele balance para trás e para frente periodicamente. Analogamente, as populações têm periodicidade intrínseca. Ou seja, altas taxas de natalidade em baixas densidades fazem com que a população cresça rapidamente, e ultrapasse sua capacidade de suporte. Da mesma forma, taxas de sobrevivência baixas em altas densidades fazem com que a população sobrecompense e caia abaixo da capacidade suporte.

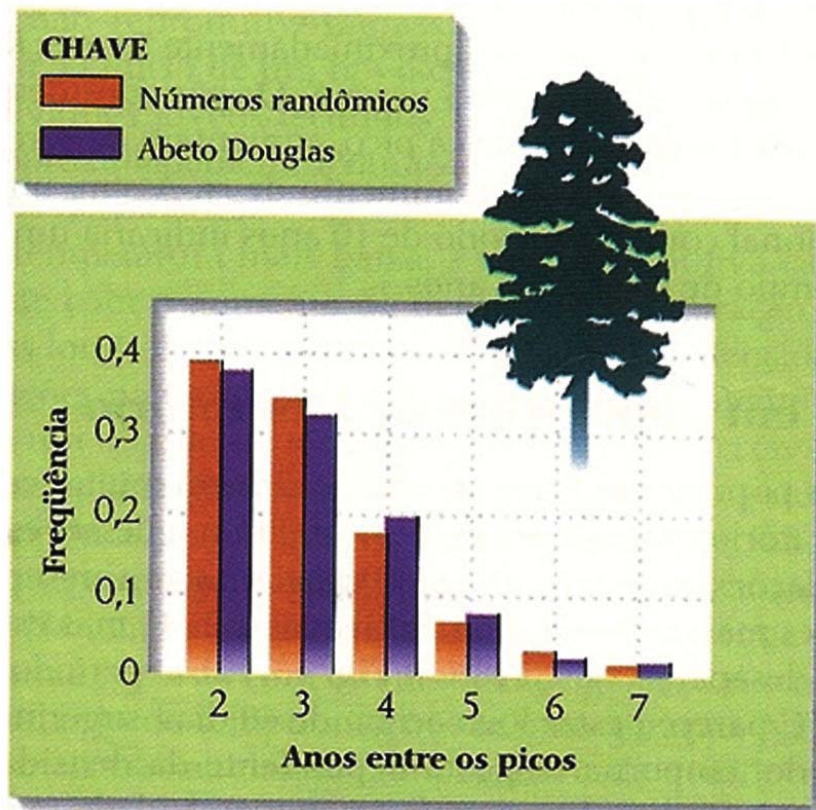


Figura 17. Os intervalos entre os picos nas larguras dos anéis de crescimento se assemelham a uma série de números randômicos. As flutuações ambientais tendem a ser randômicas. (Fonte: Ricklefs, 2002).

Assim, sob a influência dos fatores dependentes da densidade, as populações tendem a aumentar ou diminuir em direção a valores de equilíbrio determinado pela capacidade suporte de seus ambientes. Por conseguinte, populações podem enquadrar-se dentro de três padrões de variação (Figura 18):

1. Quando a taxa de crescimento (r) é pequena ($r < 1$), a população se aproximará da capacidade suporte (k) diretamente, sem oscilações.
2. Quando r excede 1, mas é menor que 2 ($1 < r < 2$), a população tende a ultrapassar seu equilíbrio, mas, terminará por ficar mais perto do equilíbrio a cada geração. Este comportamento é chamado oscilação amortecida.
3. Quando r excede 2 ($r > 2$), a população pode terminar mais longe do equilíbrio a cada geração, e as oscilações aumentam. Contudo tais populações podem se estabelecer em oscilações estáveis, chamadas ciclos-limites. Caso o r não se estabilize, e continuem a crescer, estas oscilações podem assumir formas muito complexas, e por fim imprevisíveis, denominadas de caos.

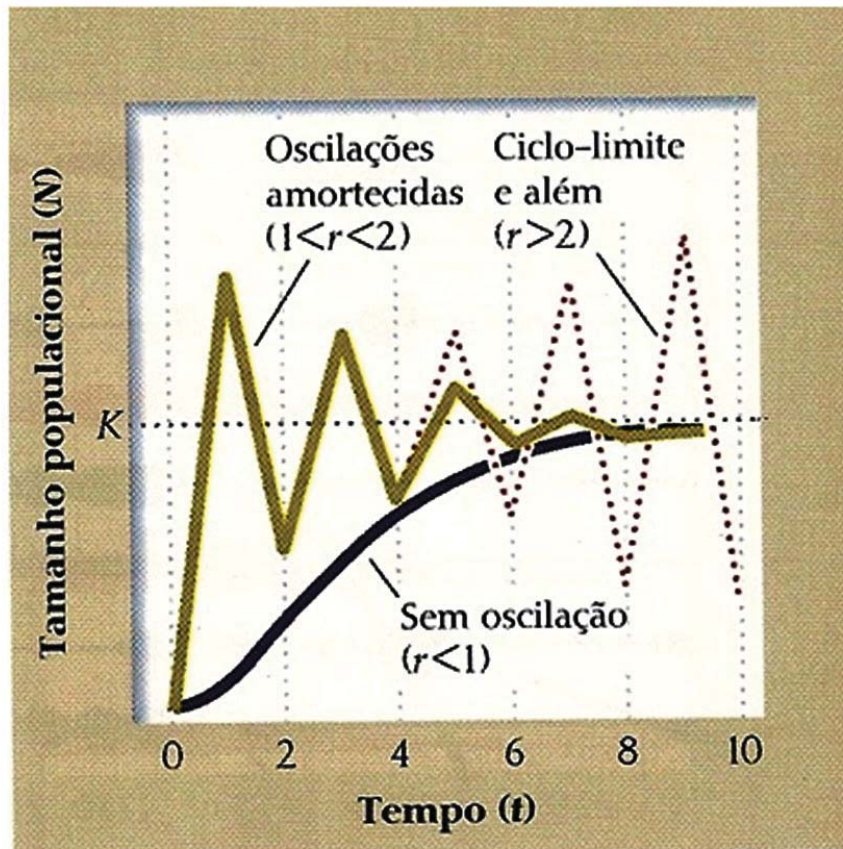


Figura 18. Uma população pode adotar um dentre três padrões de oscilação. Fonte: Ricklefs, 2002.

AS METAPOPLAÇÕES

Você sabe o que são metapopulações? Antes de definir as metapopulações, é interessante que você saiba o que são manchas de habitat. Na natureza é comum nos depararmos com locais adequados e inadequados para existência de determinada população. As manchas de habitat são essas áreas adequadas, com recursos e condições necessárias para uma determinada população existir e persistir. Tais áreas geralmente estão separadas por outras inadequadas à existência da população.

Os indivíduos de uma espécie que estão distribuídos nas manchas de habitat constituem uma subpopulação. Tais indivíduos, eventualmente, se movem de uma mancha de habitat para outra através das áreas inadequadas, não podendo persistir nessas últimas. Assim, um conjunto de subpopulações conectadas por movimentos ocasionais de indivíduos entre elas é denominado de metapopulação. Ou seja, são populações que tem uma distribuição espacial descontínua devido às características do habitat.

O conceito de metapopulações tornou-se recentemente uma das ferramentas mais importantes em Ecologia para compreensão da dinâmica das

populações que vivem em habitats fragmentados. Muitas vezes, os mosaicos de diferentes tipos de habitats são criados a partir das atividades humanas, como por exemplo, o desmatamento de florestas ou a construção de uma estrada. Assim, os modelos de metapopulações nos ajudam a entender, a manejar e a conservar as populações que não podem se mover através de uma paisagem fragmentada.

Os processos fundamentais que afetam a dinâmica de metapopulações são a extinção e a colonização. A colonização das subpopulações é definida pela migração de indivíduos para manchas vazias. Já a extinção está relacionada com o tamanho da subpopulação. Como as subpopulações são menores que a metapopulação como um todo, as catástrofes locais e as flutuações ao acaso no número de indivíduos tem efeitos maiores nas subpopulações, levando-as a extinção.

Os ecólogos reconhecem três tipos de aleatoriedade que afetam as populações do mundo natural: catástrofes ou eventos aleatórios, que afetam fortemente todos os indivíduos da população e causam alta proporção de mortes; variações nas condições ambientais, que podem afetar a capacidade suporte local; e processos estocásticos, que são as mortes que ocorrem nas populações.

Além do tamanho das subpopulações, a capacidade de movimentação dos indivíduos entre as manchas também é um fator preponderante para a metapopulação. Isto é, a persistência de uma metapopulação a longo prazo depende não apenas dos processos de nascimento e morte nas manchas, mas também da existência de várias subpopulações, relativamente próximas, para garantir o fluxo de indivíduos entre fragmentos.

Quando os indivíduos se movem com frequência entre as subpopulações, as flutuações são amortecidas e as mudanças no tamanho da subpopulação se assemelham aquelas da população maior. Assim, uma alta taxa de migração transforma a dinâmica metapopulacional numa dinâmica de uma única grande população. Mas, quando nenhum indivíduo se move entre as manchas, as subpopulações se comportam independentemente. E, se forem pequenas, possuem alta probabilidade de extinção e, assim, a população total gradualmente se extingue.

Na natureza, encontramos quatro modelos de metapopulações:

1. Continente-ilha: há uma população maior, que nunca se extingue, e que serve de fonte de colonizadores para as populações menores (satélites), que se extinguem com frequência, mas que estão sendo continuamente substituídas por recolonizações (Figura 19A).
2. População em manchas: conjunto de subpopulações das quais os movimentos de indivíduos são tão frequentes que nunca chega a ocorrer extinção (Figura 19B).
3. Metapopulação em desequilíbrio: aqui não há fluxo de indivíduos entre os fragmentos e, portanto, as populações são perdidas pouco a pouco por extinção, já que não ocorre recolonização. (Figura 19C).

4. Caso intermediário entre as duas primeiras situações acima. Há um núcleo formado por um conjunto de populações pequenas, mas conectadas com tanta frequência que o núcleo como um todo nunca se extingue, e serve como fonte de recolonização para várias populações mais isoladas, que estão sempre se extinguindo e sendo substituídas (Figura 19D).

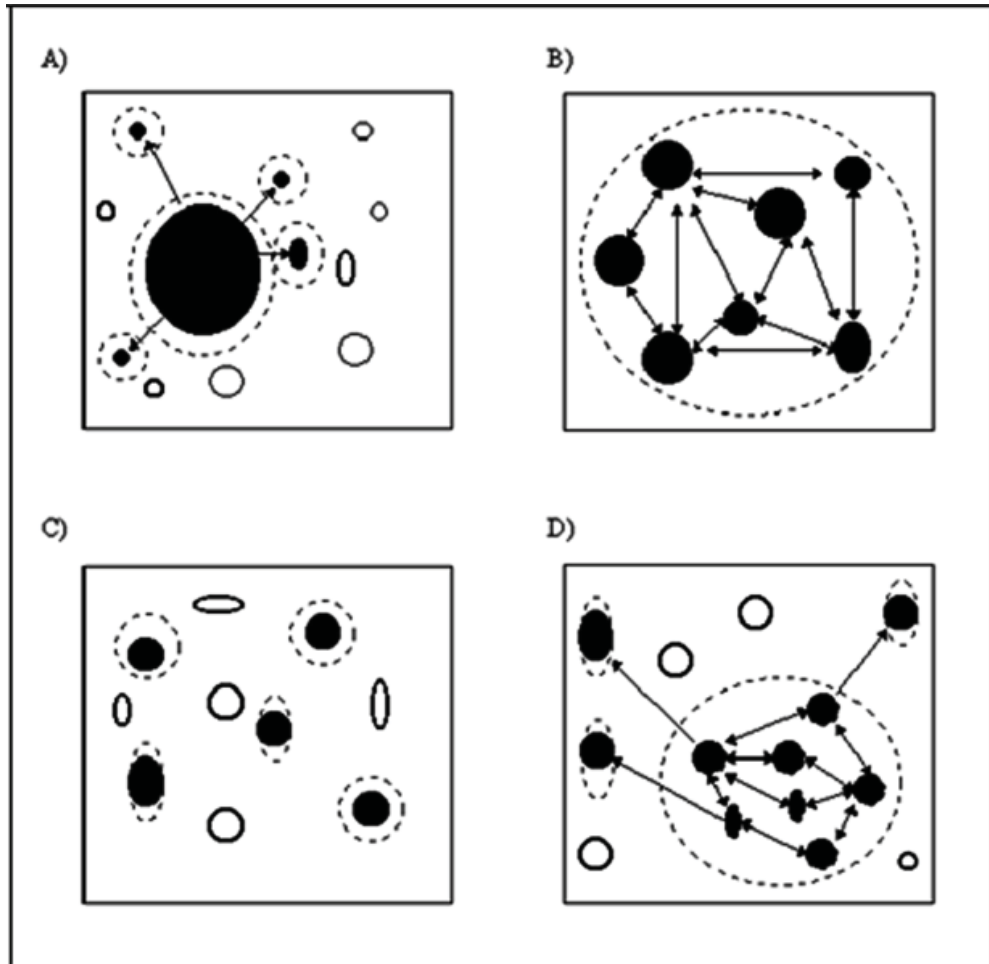


Figura 19. Quatro modelos de metapopulações: A) Continente-ilha; B) População em manchas; C) Metapopulação em desequilíbrio e D) Combinação de A e B. Os círculos escuros representam manchas ocupadas. As linhas indicam movimento de dispersão. Linhas pontilhadas são os limites das populações. Modificado de Harrison e Hastings (1996).

CONCLUSÃO

As flutuações naturais das populações dependem de fatores intrínsecos e extrínsecos, em ambos os fatores afetam as taxas de mortalidade e de natalidade das populações. Quando a densidade varia aleatoriamente dizemos que estas populações crescem independente da densidade e quando o crescimento está próximo do equilíbrio tende estabilizar

RESUMO

Todas as populações naturais flutuam sua densidade no espaço e no tempo. Os fatores que afetam a densidade da população podem ser de dois tipos: aqueles que causam mortalidade constante de ano para ano e afeta pouca a variabilidade da população (ciclos periódicos); e aqueles que, ainda em menor número, causam mortalidade variada e são os principais responsáveis pela mudança observada (fatores aleatórios). Matematicamente, as mudanças na densidade da população podem ser medidas pela taxa intrínseca de crescimento “ r ” que próximo a zero a decresce e acima de 2 tendem a torna-se imprevisíveis as taxas de mortalidade. A teoria das metapopulações explica os processos de extinção e colonização das manchas e como as subpopulações terrestres extinguem. A teoria é utilizada atualmente na ecologia de conservação e na dinâmica da migração em habitats fragmentados.



ATIVIDADES

1. Analise o crescimento da população humana. Na década de 1950 a 1960 a população brasileira crescia 3% ao ano. Em 2004 essa taxa estava em 1,44% ao ano. Pergunta-se quanto tem levaria a população brasileira para duplicar o seu tamanho na década de 60 e em 2000. Lembrando que a taxa de duplicação $\lambda = e^{rt}$ logo, $t = \ln 2 / r$, portanto $t_{\text{duplicação}} = 0,693 / r$.
2. Suponha que uma população de borboletas esta crescendo de acordo com a população logística. Se a capacidade de suporte é de 500 borboletas e $r = 0,01$ individuos.individuo.mes, qual é a taxa de crescimento máxima possível para a população.
3. Para maximizar o rendimento pesqueiro num pesque e pague uma bióloga procura manter uma população de pintado em exatamente 500 individuos. Preveja a taxa de crescimento populacional inicial se a população for aumentada com 600 peixes adicionais. Assuma que o r do pintado é de 0,005 individuos.individuo.dia



AULA PRÁTICA

1. Exercício modificado de Gotelli. Você esta estudando uma população de formigas leão no continente que é fonte para populações de ilhas isoladas. Há uma discussão entre ambientalistas que prevê a extinção da formiga e uma construtora que quer pavimentar uma área onde é habitat da formiga. A discussão está na persistência desta espécie nas ilhas.
 - a) Qual a proporção de ilhas colonizadas pela formiga? O modelo prevê que os locais ocupados pelas populações de formigas nas ilhas é dado $\theta = \frac{p_i}{p_i + p_e}$ onde $p_i = 0,4$ probabilidade de colonização e $p_e = (0,2)$ probabilidade de extinção.

b) No caso de extinção da formiga no continente só resta a condição de colonização interna. Qual a probabilidade de extinção da formiga nas ilhas. Levins propõe que esta situação seria resolvida assim: $\theta = 1 - P_e / P_i$ onde P_e = extinção local e P_i colonização local.

c) Que conclusão você chegou?

2. Uma população de 99 rãs tida com uma espécie ameaçada de extinção foi encontrada numa lagoa do litoral de Sergipe. Os ecólogos discutiram na teoria de metapopulação não chegaram a uma conclusão para salvar esta espécie se deveriam dividir as três sub-populações iguais em três lagoas diferentes. Já sabemos que ao reduzir a população de 100 para 33 aumentaremos as chances de extinção 10% para 50% ? ($p_e = 0,1$ antes e depois $p_e = 0,5$)

a) Em curto prazo é melhor manter a população única ou dividi-la em três?. Se calcularmos a Probabilidade de persistência local sabendo $P_x = 1 - (p_e)^x$ onde probabilidade de extinção e (x) é numero de mancha(s) ou sub-populações locais onde ocorre a espécie.

b) Aponte qual(is) será(ao) a(s) possibilidade(s) de persistência das populações separadas após 3 anos ao serem separadas.

3. Proponha medidas que viabilizem a persistência de uma metapopulação de uma espécie de mamífero arborícola dependente de mata (Espécie escolhida _____) nos fragmentos florestais.

a) Localize a área ou fragmento no Google Earth.

b) Tamanho máximo das sub-populações em enumere cada fragmento florestal

c) Algumas limitações: você deverá utilizar apenas plantio de árvores.

d) Limitações orçamentárias: utilize no máximo 100 árvores (cada árvore cobriria uma área de 10m x 10m).

e) Limitações técnicas:

i. considere que um corredor para ser efetivo deveria ter pelo menos 3 árvores de largura

ii. considere que um trampolim ecológico (stepping-stone) para ser efetivo deveria ter pelo menos 9 árvores e não estar distante mais de 30 metros de outros trampolins ou fragmentos.

4. Imprima a imagem e desenhe suas propostas

5. Justifique cada medida que você adotar

6. Que ações tomar para conservar uma metapopulação?



AUTOAVALIAÇÃO

1. Defina o que são metapopulações.
2. Qual são os quatro modelos de metapopulações?
3. Relacione extinção de espécies com metapopulações.

REFERÊNCIAS

- GOTELLI, N.J. Ecologia. Editora Planta, 2007.
- ODUM, E. P. & BARRET, G. W. Fundamentos de Ecologia. Ed. Thomson Learning 612p. 2007.
- PINTO-COELHO, R. MOTTA Fundamentos de Ecologia. Artmed 2ª Ed. Porto Alegre, 2000
- RICKLEFS, R.E. 2003. A Economia da Natureza. 5ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2003.
- TOWSEND, C. R., BEGON, M. & HARPER, J. L. Fundamentos em Ecologia. Porto Alegre, Artmed, Cap.1., 2006.