

ESTRUTURA DA POPULAÇÃO

META

Definir o que é uma população;

demonstrar por que a tendência dos organismos é agregarem-se;

demonstrar como a abundância e densidade de cada espécie é limitada por mecanismos de dispersão;

Explicar quais os métodos de amostragem de uma população sésil e em movimento;

demonstrar que a variação nas taxas de natalidade e mortalidade são importantes determinação da densidade.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

compreender os princípios necessários que afetam o tamanho de uma população seja sésil a dinâmica (em movimento).

O QUE É UMA POPULAÇÃO?

O termo população foi usado originalmente para denotar um grupo de seres humanos (Odum, 1983). Em ecologia, uma população compreende um grupo de indivíduos de uma mesma espécie que ocupa uma determinada área em um determinado espaço de tempo (Ricklefs, 2002). Podemos citar como exemplo, 1000 pessoas vivendo em uma cidade no ano de 2011; 10 mil bactérias em uma amígdala por uma semana; uma população de pulgões em uma folha num determinado dia.

As populações diferem dos organismos no sentido que elas são potencialmente imortais, pois seus tamanhos são mantidos de forma dinâmica e têm propriedades coletivas como fronteira geográfica e densidade.

Cada população vive principalmente em manchas de habitats adequados, delimitados por fronteiras. Odum (1971) considera o habitat de uma espécie como o lugar onde a espécie vive. As fronteiras de uma população podem ser naturais, impostas por limites geográficos do habitat, ou podem ser definidas arbitrariamente à conveniência do pesquisador.

As populações são dinâmicas, ou seja, variam de tamanho, densidade, distribuição, dispersão e estrutura etária em resposta às mudanças das condições ambientais, tais como disponibilidade de alimentos, predadores, locais de reprodução, entrada e saída de indivíduos e outros fatores ecológicos que ocorrem dentro do habitat.

Vamos analisar três propriedades da estrutura espacial de uma população: distribuição, dispersão e densidade. Juntas essas medidas proporcionam o retrato de uma população num determinado instante de tempo.

DISTRIBUIÇÃO

Por que uma espécie está presente em um local e ausente em outro?

A distribuição de uma população descreve a sua abrangência geográfica, ou seja, quais os tipos de habitats que a população se encontra, incluindo todas as áreas que ela ocupa durante todos os seus ciclos de vida. A abrangência geográfica do salmão, por exemplo, inclui os rios que servem como área de desova, bem como as vastas áreas do mar onde os indivíduos crescem até a maturidade (Figura 1).

A distribuição pode ser determinada pelo modo de dispersão e comportamento dos organismos, pela interação com as outras espécies da comunidade e finalmente pelos fatores físicos e químicos ambientais. Mas como identificar as razões de uma determinada população estar presente ou ausente em um habitat? A ausência de uma população em um determinado habitat é devido à falta de acesso a área ou a fatores ecológicos que interagem com essa espécie?

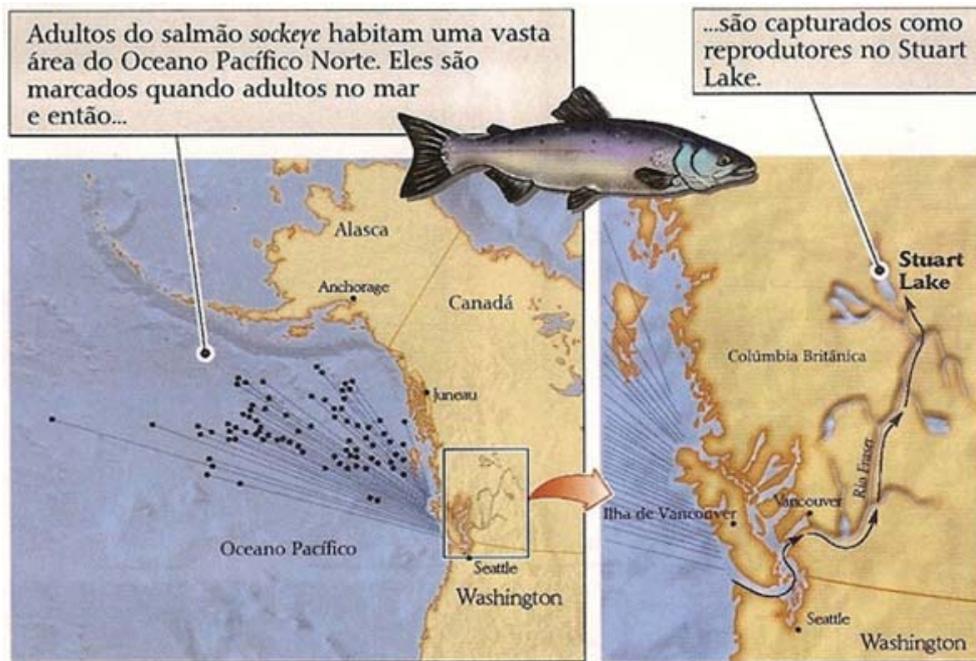


Figura 1. Os indivíduos do salmão *Onchorynchus nerka*, quando adultos, habitam uma vasta área do Golfo do Alasca e migram rio acima para se reproduzirem. (Fonte: Ricklefs 2002).

Para entender melhor, vamos analisar a distribuição da espécie vegetal *Accer saccharum*, conhecida como bordo-de-açúcar. A distribuição natural desta espécie está restrita ao leste da América do Norte. Tentativas de cultivar o bordo-de-açúcar fora de sua abrangência natural mostraram que ele não pode tolerar temperaturas médias mensais de verão acima de 24 °C ou de inverno abaixo de -18°C, bem como a precipitação anual menor que 500 mm. Com isso, identificou-se que a distribuição do bordo-de-açúcar está limitada ao sul devida o calor do verão, ao norte devido ao frio do inverno, a oeste pela aridez e a leste é interrompida abruptamente pelo Oceano Atlântico. Porém, muitos habitats adequados para o bordo-de-açúcar existem em outras partes do mundo, principalmente na Europa e na Ásia, mas essa espécie evoluiu na América do Norte e não teve oportunidade de colonizar por si própria, outras áreas. Portanto, a distribuição de uma população geralmente está limitada pela extensão do seu habitat adequado e por barreiras de dispersão (Ricklefs, 2002).

DISPERSÃO

Como estão distribuídos os indivíduos dentro de uma população?

Em ecologia de populações o termo dispersão é referido também como distribuição ou padrão de população e, se refere aos movimentos dentro das populações (os movimentos entre as populações são chamados de emigração, saída de indivíduos, e imigração, chegada de indivíduos).

Na abrangência geográfica de uma determinada população, os indivíduos não estão igualmente distribuídos. Geralmente eles vivem somente em um habitat adequado àquela população (Ricklefs, 2002). A distribuição espacial dos indivíduos de uma população, em um determinado habitat, descreve o espaçamento existente entre eles.

Os padrões de dispersão mais comumente encontrados são conhecidos como distribuição agrupada, homogênea e randômica (Figura 2). Na distribuição agrupada (ou agregada), os indivíduos se encontram muito próximos uns dos outros, aninhados em grupos distintos (Figura 3). Isso normalmente ocorre quando os indivíduos encontram condições específicas no habitat que auxiliam na sua reprodução e sobrevivência.

No padrão homogêneo (ou uniforme), os indivíduos estão separados uns dos outros por espaçamentos mais ou menos semelhantes, isto é, cada indivíduo mantém uma distância mínima entre si e seus vizinhos (Figura 4). Geralmente este padrão resulta de competição intra-específica ou interespecífica, que delimita uma distância mínima entre os organismos, pois estes tendem a se evitar ou morrem quando estão muito próximos.

Entre esses dois extremos está a distribuição randômica (ou aleatória), em que os organismos estão distribuídos randomicamente no habitat, sem qualquer dependência da proximidade uns com os outros. Isso ocorre quando existe igual probabilidade de um organismo ocupar qualquer ponto no espaço, a despeito da presença de outros indivíduos.

A dispersão nem sempre é um atributo fixo e pode variar em consequência de hábitos de acasalamento, estação do ano, emigração ou imigração, entre outros.

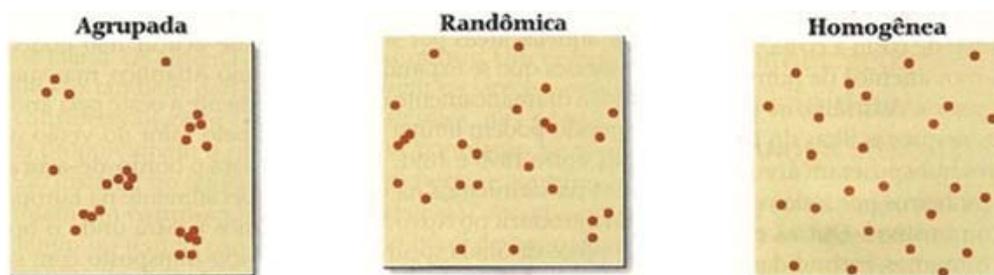


Figura 2. Os padrões de distribuição descrevem o espaçamento dos indivíduos. (Fonte: Ricklefs 2002).



Figura 3. Exemplo de vegetação com distribuição agrupada. (Fonte: Ricklefs 2002).



Figura 4. Distribuição homogênea de arbustos do deserto de Sonora, México: resultado de interações entre os indivíduos. (Fonte: Ricklefs 2002).

DENSIDADE

Como varia o número de indivíduos dentro de uma população?

A densidade populacional é uma variável que fornece uma idéia de como as populações estão distribuídas dentro de um habitat. Ela corresponde ao número de indivíduos de uma população em uma determinada área ou volume. Por exemplo, 5000 diatomáceas por litro de água; ou 30 cajueiros por hectare.

$$\text{Densidade Populacional} = \text{N}^\circ \text{ de indivíduos} / \text{Área ou Volume}$$

É importante que você saiba que nenhuma população tem estrutura estática, ou seja, as populações mudam ao longo do tempo e do espaço. Desta forma, a percepção de uma população depende de onde e quando se olha para ela.

De um ponto de vista de gestão e conservação, é importante compreender os fatores que fazem o tamanho da população variar e os processos que regulam seu tamanho. Os principais parâmetros populacionais que contribuem para a mudança na densidade de uma população são natalidade, mortalidade, imigração e emigração (Figura 5).

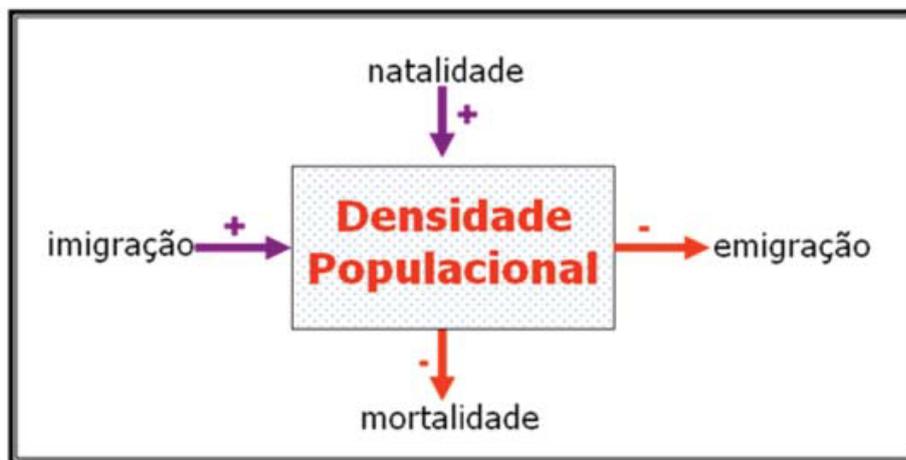


Figura 5. Ilustração dos principais parâmetros populacionais que contribuem para a mudança na densidade das populações.

MÉTODOS DE AMOSTRAGEM POPULACIONAL

Para descrever de forma precisa o nascimento, morte, imigração e emigração é preciso que os indivíduos sejam quantificados. Isso significa contar os indivíduos ou módulos de uma população. A maioria dos estudos não lida diretamente com os nascimentos e mortes, mas com suas conse-

qüências, isto é, com o número de indivíduos que estão presentes em uma população e como este número varia com o tempo.

São vários os métodos de estimativa de abundância de uma população. O método mais apropriado a ser utilizado dependerá do objetivo do pesquisador bem como da população a ser estudada. Por exemplo, o cálculo total consiste em contar o número total de indivíduos de uma dada população. É um método muito preciso, contudo sua utilização só é possível em pequenas populações de indivíduos grandes e de fácil visualização ou organismos que se agregam em colônias de reprodução (aves marinhas, focas...). Antes de iniciar a contagem, é importante definir bem a área a ser estudada para evitar que sejam contados indivíduos que estão nas proximidades. Outro método, semelhante ao cálculo total, é a estimativa da densidade por amostragem. Aqui a idéia é determinar o número de indivíduos em amostras da população total. Antes de iniciar a contagem, é importante definir bem a área que a população ocupa, bem como o tipo de aleatoriedade que será utilizado para a determinação das amostras, geralmente por sorteio. O método dos quadrantes é semelhante. O objetivo é determinar a densidade, mas dividindo a área a ser estudada em quadrados (ou transectos) e, em seguida, realiza-se a contagem da população. Dessa maneira, calcula-se a densidade na área escolhida. Tal método é muito utilizado em populações vegetais e outros organismos sésseis.

Uma classe de métodos usada para estimar o tamanho de populações de animais e outros organismos móveis é chamada de marcação e recaptura. O objetivo é estimar o número total de indivíduos (T) de uma população. Uma amostra (M) é capturada, marcada e liberada. Após passar tempo suficiente para que os indivíduos marcados se recuperem do trauma da marcação e se misturem ao resto da população, uma segunda amostragem (t) é feita e desses (t), (m) estarão marcados. Então, a razão de indivíduos marcados para não marcados é registrada e o T pode ser estimado:

$$T = \frac{M \cdot t}{m}$$

Os melhores estudos populacionais são aqueles que não só descrevem os dados de variação do número de indivíduos, mas que também fornecem dados sobre os processos que afetam os números. Mais adiante veremos quais os fatores que interferem na abundância e crescimento de uma população.

VARIAÇÃO NA DENSIDADE É MEDIDA PELAS TAXAS DE NATALIDADE E TAXA DE MORTALIDADE

A taxa de natalidade corresponde à velocidade com que novos indivíduos são adicionados à população por meio da reprodução. Teoricamente, o potencial reprodutivo de uma população é exponencial (2, 4, 8, 16, 32...), como ocorre nas bactérias, por exemplo. Assim, quanto maior for o número de indivíduos de uma população, mais rapidamente ela crescerá. A taxa de natalidade é calculada pelo número de nascimentos sobre um tempo determinado:

$$\text{Taxa de natalidade} = \text{número de nascimentos} / \text{tempo}$$

Já a taxa de mortalidade corresponde à velocidade com que indivíduos são eliminados da população, pela morte. É comum encontrar populações que tenham suas taxas de mortalidade aproximadamente igual à de natalidade, tornando a população relativamente estável de uma geração para a seguinte. Uma população de ostras, por exemplo, produz milhares de ovos em cada estação reprodutiva, mas, dentre estes, somente alguns indivíduos atingem a idade adulta ou reprodutiva. Ou seja, quanto maior a taxa de natalidade, maior também a taxa de mortalidade. Nos grandes mamíferos, entretanto, a taxa de natalidade é menor do que as obtidas em populações de ostras, mas a taxa de mortalidade também é menor. A taxa de mortalidade é calculada pelo número de mortes sobre um tempo determinado:

$$\text{Taxa de mortalidade} = \text{número de mortes} / \text{tempo}$$

Isoladamente, cada uma dessas taxas diz pouco sobre o crescimento da população. Para isso, deve-se calcular seu índice de crescimento, assim definido:

$$\text{Índice de crescimento} = \text{taxa de natalidade} / \text{taxa de mortalidade}$$

Quando a taxa de natalidade é alta e a de mortalidade é baixa, a população está crescendo e o índice de crescimento é maior que 1. Ao contrário, quando a taxa de mortalidade é mais alta do que a de natalidade, a população está diminuindo e o índice é menor que 1.

O índice de crescimento de uma população pode ser tabulado por uma curva sigmóide, que começa lentamente, aumenta de modo exponencial durante certo tempo, e depois se estabiliza à medida que a população atinge os limites de algum recurso disponível, como alimento, espaço, abrigo e outros (Figura 6).

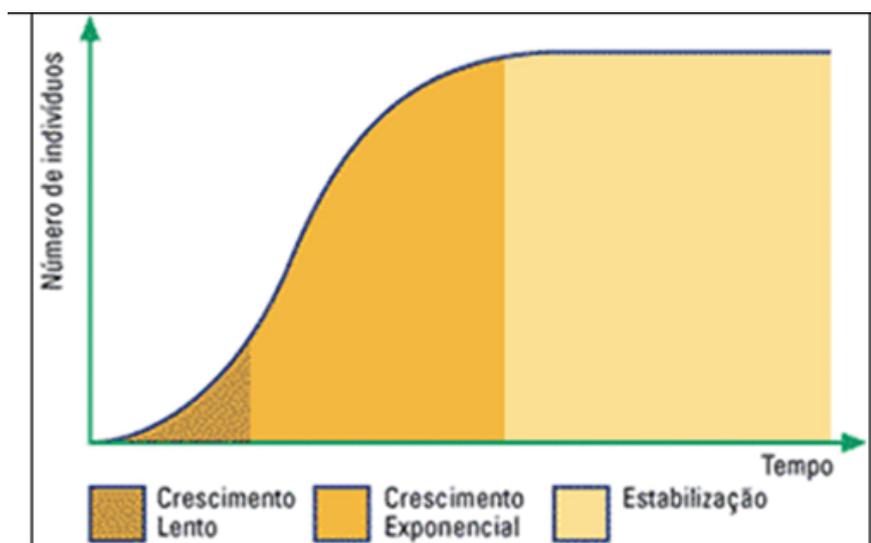


Figura 6. Ilustração de uma curva sigmóide demonstrando o crescimento populacional ao longo do tempo.

TAXA DE IMIGRAÇÃO E TAXA DE EMIGRAÇÃO

A migração é o movimento ativo, direcional, intencional e organizado de vários indivíduos de um local para outro, como por exemplo, as migrações invernais de aves.

A taxa de imigração corresponde ao número de indivíduos que entram em uma população e, a taxa de emigração corresponde aos indivíduos que saem de uma população, ambos por unidade de tempo.

Como você pode observar, o tamanho de uma população depende de dois conjuntos de fatores: um que contribui para o aumento da densidade, do qual fazem parte a taxa de natalidade (N) e a taxa de imigração (I), e outro que contribui para a diminuição da densidade, do qual fazem parte a taxa de mortalidade (M) e a taxa de emigração (E):

$$\text{Tamanho da população} = N + I - M - E$$

$Natalidade + Imigração = Mortalidade + Emigração \rightarrow$ ESTABILIDADE POPULACIONAL
$Natalidade + Imigração > Mortalidade + Emigração \rightarrow$ CRESCIMENTO POPULACIONAL
$Natalidade + Imigração < Mortalidade + Emigração \rightarrow$ DIMINUIÇÃO POPULACIONAL

O modo como esses fatores interagem determina de que maneira a população sofre variação, ou seja:

Nos próximos capítulos veremos com mais detalhes como calcular as taxas de crescimento, sobrevivência e fecundidade de uma população.

CONCLUSÃO

O capítulo começa com algumas definições de alguns parâmetros essenciais da população tais como: densidade, natalidade, mortalidade e migração, suas principais formas de expressão quantitativa. A distribuição e abundância também são tratadas. A questão é como amostrar o tamanho da população se eles estão isoladas em sub-populações. Definimos o que é uma população com base nas suas características e semelhanças, forma de crescimento que cada espécie tem. As populações estruturam-se em manchas formando sub-populações o que garante variabilidade genética e os mecanismos de dispersão afetam a distribuição espacial dentro do habitat, todavia a tendência dos organismos é de agregarem-se. A medição da abundância e densidade de cada espécie permite avaliar a capacidade e os mecanismos de dispersão, todavia os métodos de amostragem de uma população tanto sésil e como dinâmica exigem do ecólogo diferentes técnicas e métodos de abordagens. Entender que a variação nas taxas de natalidade e mortalidade são importantes determinação da densidade permitirá construir a tabela de vida, modelos de crescimento, determinar que fatores afetem as coortes de crescimento.

RESUMO

Basicamente há dois tipos de distribuição espacial dos organismos no mundo natural, pois todos tendem viverem agregados e outros dois modos são o aleatório e ordenado este ultimo é visto nas plantas e ambientes ordenados, evitando ao máximo a competição. A dispersão de uma população é forma como os organismos se distribuem no seu habitat. A dispersão dos animais pode ser fortemente limitada por barreiras geográficas, comportamento e interações e ou às condições climáticas e ambientais.

Teoricamente, todas as populações têm capacidade de reproduzir exponencialmente, e a densidade inicial influenciada pela própria densidade. As taxas de natalidade, mortalidade somente, indicam que a população é fechada e quando há migração as populações são ditas abertas, nesta caso calculamos as taxas de imigração e emigração.



ATIVIDADES



1. Um biólogo estuda a história de vida de uma *Hyla* sp em que seu habitat é uma bromélia e deseja explicar que a ocorrência da bromélia explica a abundância da perereca. Sabe-se que a postura de seus ovos é feita nas folhas e quando tem água na bromélia. Ele tem por objetivo fazer o levantamento do tamanho da população.

- Pergunta como a distribuição da bromélia poderá afetar a distribuição e abundância da *Hyla* sp?
- Qual o habitat desta *Hyla* sp?
- Que método ele deve utilizar para estimar o tamanho da população de *Hyla* sp?
- Que sugestões você não daria para realização deste estudo?

2. Suponha que um biólogo estudou uma população de pombos de uma determinada área durante 10 anos. Verificou que a taxa média de natalidade foi de 40 indivíduos por ano, a de mortalidade de 30 por ano, a de imigração 3 por ano, a de emigração 8 por ano.

- Qual é a taxa instantânea de migração média anual da população?
- Indiretamente sabendo que o criador de pombos tem capacidade de suporte para 1000 pombos quando este atingirá o limite

3. A tabela abaixo resume os resultados de uma amostragem de percevejos co-específicos que estavam se alimentando da seiva das folhas de duas espécies de plantas-hospedeiras (A e B). Analise a tabela e, em seguida, responda ao que se pede logo abaixo:

No. de percevejos	No. de plantas-hospedeiras	
	A	B
0	235	326
1	83	42
2	37	11
3	20	5
4	8	1
5	2	0

- Quantas plantas de cada espécie foram inspecionadas?
- Quantos percevejos foram encontrados em plantas da espécie A? E em plantas da espécie B?
- Qual a densidade de percevejos em cada uma das espécies de plantas?

4. Uma equipe de pesquisadores decidiu comparar o tamanho de duas populações co-específicas de peixes encontrados em dois lagos do Distrito Federal. Para isso, a equipe fez uma primeira amostragem das duas populações, durante a qual os indivíduos capturados foram marcados e em seguida liberados. Um mês depois, os pesquisadores voltaram a campo e fizeram uma segunda amostragem. Os resultados obtidos estão resumidos na tabela:

	Amostra 1	Amostra 2
Lago A	120	180
Lago B	110	160

Sabendo que 60 dos 180 indivíduos capturados na segunda seção de amostragem no lago A haviam sido capturados na primeira, do mesmo modo como 20 dos 160 indivíduos capturados na segunda amostragem no lago B haviam sido capturados antes.

$$\frac{\text{Cap1}}{N} = \frac{\text{Rcp}}{\text{Cap2} + \text{Rcp}}$$

Onde, Cap(1) representa o número de indivíduos capturados pela primeira vez na primeira amostra, Cap(2) é o número de indivíduos capturados pela primeira vez na segunda amostra e Rcp(1) é o número de recapturas ocorridas na segunda amostra (i.e., indivíduos capturados e marcados na primeira amostra e que foram recapturados na segunda amostra) N é o tamanho da população estimada (1,0) calcule:

- o tamanho (N) da população no lago (A).
- o tamanho (N) da população no lago (B).

AULA PRÁTICA

Objetivo: Estimar o tamanho de uma população, de acordo com os índices de Lincoln-Petersen e Schnabel.

Uma das primeiras perguntas que um biólogo, gestor de ambiente ou produtor faz relativamente a uma população é: por quantos indivíduos é constituída esta população? O conhecimento sobre a dinâmica das populações é fundamental para a sua gestão, conservação e para conhecimentos de parâmetros biológicos da mesma. Para muitas populações é normalmente impossível determinar o seu tamanho por contagens directas de todos os indivíduos. Isto aplica-se principalmente a populações cujos indivíduos são difíceis de observar ou que tenham uma elevada mobilidade. O tamanho da população pode, no entanto ser estimado por várias técnicas, entre as quais,

a marcação e recaptura” (índice de Lincoln-Petersen) é a mais conhecida. O método baseia-se no seguinte princípio: se um determinado número de indivíduos de uma população for marcado (M) e libertado, numa segunda captura (após completa homogeneização) a relação entre o número de marcados (m) e o número total de capturados (c) é proporcional à relação entre o número total de marcados (M) e o número total da população (P):

$$\frac{M}{P} = \frac{m}{c} \quad \rightarrow \quad P = \frac{M * c}{m}$$

Uma forma mais sofisticada desta metodologia consiste em se proceder a várias amostragens, marcando-se cada vez mais indivíduos. Esta variante é conhecida pelo método de Schnabel. O tipo de marcas varia consoantes as espécies. As aves podem ser marcadas com anilhas de alumínio nas patas, caracóis com tinta nas conchas, peixes com marcas nas escamas, anfíbios com tinta não tóxica por debaixo do tegumento.

Os métodos de marcação e recaptura só podem ser aplicados se se verificarem os seguintes pressupostos:

1. A probabilidade de captura é igual para todos os indivíduos de uma população.
2. As marcações não afetam os organismos, particularmente no que diz respeito à sua sobrevivência e probabilidade de uma segunda captura.
3. As populações devem ser relativamente fechadas, i.e., durante as estimativas não deverão existir movimentos migratórios significativos de e para a população em estudo.
4. O número de nascimentos e mortes deve ser baixa durante o estudo.
5. Os indivíduos marcados devem distribuir-se homogeneamente na população.
6. O número de recapturas deve ser elevado para ter uma boa estimativa da população.

Estes pressupostos só podem ser cumpridos se tiver algum conhecimento da biologia das populações. Por exemplo, conhecimentos sobre parâmetros reprodutivos da espécie, padrões de mortalidade, variação sazonal nos padrões de atividade, entre outros.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais:

Canetas para acetatos, tinta celulósica ou verniz de unhas (cor forte);
papel higiênico; bloco de notas;
½ kg de feijão

Método:

Localizar uma população de organismos e contar. Populações ideais são as de caracóis aquáticos em riachos e lagoas (por exemplo, *Planorbis* sp., *Physa* sp., *Lymnaea* sp.) num tanque, caracóis terrestres (por exemplo *Helix* sp.) ou bichos-de-conta (por exemplo, *Armadillium* sp.) num jardim ou ainda peixes num tanque de um jardim.

Retirar o maior número possível de indivíduos da população, limpar a superfície com papel higiênico e marcar com a caneta ou as tintas. Anotar o número de indivíduos marcados. Deixar secar e devolver os animais ao meio. Repetir operação ao fim de sete dias tomando notas do total capturado, proporção de organismos previamente marcados e número de novos marcados. Proceder aos cálculos de acordo com a expressão que se segue.

Calcular o número total de indivíduos da população, de acordo com a expressão (Índice de Lincoln-Petersen):

$$P = \frac{M * c}{m}$$

onde:

P = Tamanho estimado da população,

M = Número marcado,

c = Número capturado na segunda amostragem,

m = Número marcado recapturado.

2. Simulação

Na falta de uma população-tipo a amostrar, pode-se fazer uma simulação com feijões: Colocar cerca de 0,5 kg de feijões num saco. Retirar 25 feijões do saco e marcá-los com as canetas. Devolver os feijões aos sacos, misturar e retirar novamente 25 feijões. Calcular o número total de feijões, de acordo com o Índice de Lincoln-Petersen (ver a seguir). Fazer várias simulações variando o número de feijões marcados pela primeira vez e o número de amostrados, de acordo com a tabela 2. Um dos pressupostos mais facilmente violados ao aplicar o índice de Lincoln-Petersen é o (6):

O número de recapturas deve ser elevado para ter uma boa estimativa da população. Nestas situações aplica-se a chamada correção de Bailey e que é dada pela expressão:

$$P = \frac{M * (c + 1)}{m + 1}$$

Depois de estimar o tamanho da população a fórmula seguinte permite estimar o erro padrão EP.

$$EP = \sqrt{\frac{P^2 * (c + 1)(c - m)}{(m + 1)^2 + (m + 2)}}$$

Podem-se igualmente calcular os 95% limites de confiança (LC). Este valor é uma estimativa da precisão do valor P. “P+LC” e “P-LC” permitem quantificar, com 95% de precisão, o valor da população. Aplicando a correção de Bailey, a expressão é a seguinte

$$LC = N \pm 1,96 \sqrt{\frac{P^2 * (c + 1)(c - m)}{(m + 1)^2 + (m + 2)}}$$

$$N \pm (t)(EP)$$

RESULTADOS

Atividade 1 - campo

Espécie amostrada	
,Localização	
Equipa de amostragem	
Data da primeira amostragem	
Data da segunda amostragens	
Nº de animais marcados	
Nº de animais recapturados	
Nº de animais com marcas	
Tamanho da população	
Erro Padrão	
Observações	

Nº feijões marcados (M)	Nº de feijões recuperados (c)	Nº de feijões marcados recuperados (m)	Tamanho da população (P)	Limite Superior (EP+P)	Limite inferior (EP-P)

AULA PRÁTICA

Objetivo: Calcular padrão distribuição de Poisson para população de plantas e aplicação para organismos sésseis.

Num exercício de campo foi analisado a distribuição de uma planta herbácea em área sombreada e numa área aberta. Foi distribuído aleatoriamente em 100 parcelas de um metro quadrado e encontrou a seguinte distribuição média = 1,2 plântulas/ parcela em áreas sombreadas e média = 1,30 indivíduos/parcela em área aberta.

x = Numero de indivíduos por parcela	Proporção de parcelas com x indivíduos p(x) área sombreada	Proporção de parcelas com x indivíduos p(x) Área aberta	Probabilidade de Poisson P(X) Esperada para área sombreada	Probabilidade de Poisson P(X) Esperada para área aberta
0	36	29		
1	29	33		
2	21	25		
3	8	10		
4	5	3		
5	1	1		
	100	100	1.0	1.0

Para calcular a probabilidade utiliza a equação de Poisson $P(X) = \lambda^x e^{-\lambda} / X!$

onde X: Probabilidade esperada de plotes com (x) indivíduos

λ : o número médio de indivíduos por plote, 1,2 e 1,3 indivíduos

e: A base do logaritmo natural, ou 2,71828

Faça seus calculos e confira se estão corretos, no site do Prof. Bortolo.

<http://www.bertolo.pro.br/FinEst/Estatistica/DistribuicaoProbabilidades/poisson.htm>

a) Faça um gráfico plotando no eixo o numero de parcela com x indivíduos e no eixo y plote o P(X) esperado e p(x) o observado e analise, que conclusão você chegou?

- b) Sugestão para quem quer ir a frente, teste a distribuição do Qui-Quadrado para as frequências observadas $p(x)$ e esperadas $P(X)$ de Poisson, na tabela $p=0,05$ e Gl 2;2.
- c) Que conclusão você chegou sobre a distribuição das plantas em áreas sombreadas e abertas.
- d) Teria mais algum outro teste estatístico para verificar se as médias e o desvio padrão são iguais ou diferentes?

AUTOAVALIAÇÃO

1. O que é densidade? Qual é a diferença entre abundância e densidade?
2. Quais são os critérios adequados para se estudar uma população pelo método dos quadrados?
3. Quais são os atributos demográficos de uma população?
4. O que é potencial biótico de uma população?



REFERÊNCIAS

- Brower JE, JH Zar & CN von Ende. 1997. Field and Laboratory Methods for General Ecology. McGraw-Hill. Boston
- Cox GW. 1996. Laboratory Manual of General Ecology. Wm. C. Brown Publishers. Dubuque
- Kingsolver RW. 2006. Ecology on Campus; lab Manual. Pearson. San Francisco.
- 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.