



BIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO

Jaime Albino Ramos

Departamento de Zoologia
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra

ÍNDICE

	<i>Pág.</i>
1. Caracterização da disciplina Biologia da Conservação	3
2. A importância da conservação da natureza na sociedade actual	4
3. Inserção da disciplina de Biologia da Conservação no plano curricular do 1º ciclo da Licenciatura em Biologia.	5
4. Estratégias de ensino e avaliação	6
5. Programa da disciplina	7
5.1. Programa de aulas teóricas	7
5.2. Programa de aulas práticas	10
6. Conteúdo programático	11
7. Bibliografia	22
8. Anexo: Protocolos das aulas práticas	24

1. CARACTERIZAÇÃO DA DISCIPLINA BIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO

O crescimento populacional da espécie humana e a sua grande utilização dos recursos naturais alteraram profundamente o meio ambiente a nível global. Deste modo, a diversidade biológica, isto é, o resultado de processos evolutivos que ocorreram durante milhões de anos, tem diminuído de tal forma que vários autores consideram estarmos no sexto grande período de extinção de espécies no planeta. A disciplina de Biologia da Conservação foi uma resposta da comunidade científica a esta crise na biodiversidade. É uma disciplina nova, que surgiu em universidades americanas nos anos 80, embora as suas raízes tenham séculos de existência.

A Biologia da Conservação é uma ciência multidisciplinar que utiliza e aplica princípios de Ecologia, Biogeografia, Genética de populações, Economia, Filosofia e outras disciplinas para manter a diversidade de populações, espécies, habitats, ecossistemas e paisagens, e os processos evolutivos dinâmicos, tais como a selecção natural, ciclos biogeoquímicos e hidrológicos. A inclusão das ciências sociais no seio da Biologia da Conservação justifica-se plenamente pelo facto de estas ciências, relacionadas com o comportamento e organização das sociedades modernas, influenciarem a conservação da natureza tal como as ciências biológicas. Pode-se afirmar que a Biologia da Conservação tem como objectivo compreender os sistemas ecológicos naturais de modo a manter a sua diversidade, perante o crescimento da população humana que destruiu, homogeneizou, simplificou e fragmentou muitos ecossistemas.

A Biologia da Conservação é uma disciplina que pretende estabelecer uma ponte entre ciências tradicionais e áreas aplicadas como a gestão de caça, florestas, vida selvagem e zonas húmidas. Desta forma é uma disciplina com uma forte componente activa na gestão de áreas importantes para a manutenção da biodiversidade, quer sejam áreas protegidas ou não. Para o cidadão menos informado a Biologia da Conservação pode ser conotada apenas com a preservação de espécies carismáticas que estão em perigo de extinção. Embora estas espécies, atractivas para o público em geral, estejam dentro do objecto desta disciplina, a viabilidade dos ecossistemas a longo-prazo, constitui a verdadeira motivação da Biologia da Conservação. A utilização de espécies carismáticas (“espécies-bandeira”), atractivas para o público, constitui uma das estratégias para alcançar os objectivos últimos de conservação da natureza.

2. A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NA SOCIEDADE ACTUAL

Todas as sociedades tiveram e tem um determinado impacto no meio ambiente. No entanto, a escala de degradação contemporânea, nomeadamente após a revolução industrial, tem sido tão elevada que a utilização dos recursos biológicos pelas sociedades futuras está a ser posta em causa.

Os recursos biológicos são limitados. A sua sobre-exploração conduz certamente a uma situação de ruptura. Na Europa, os primeiros esforços de conservação da natureza começaram com a criação de reservas de caça grossa para a nobreza. Para além do seu aspecto utilitário a natureza tem sido sempre uma “fonte de inspiração”: os cidadãos das sociedades urbanas pagam para usufruir deste “recurso espiritual”. Deste modo a biodiversidade apresenta um valor utilitário na forma de bens (como alimentos e matéria prima para medicamentos), serviços (ex. polinização e regulação de cheias), informação (o DNA dos organismos) e beleza (aspectos paisagísticos), e um valor intrínseco, isto é inerente à própria vida de todos os seres vivos.

A aplicação de conhecimentos acerca do funcionamento dos sistemas vivos na conservação dos ecossistemas é um desafio à futura geração de biólogos. A sociedade está agora a constatar que as alterações antropogénicas dos ecossistemas constituem uma alteração global com grandes impactos ecológicos e sociais. O Biólogo de Conservação aplicará o seu conhecimento científico para preservar a biodiversidade e contribuir para um desenvolvimento sustentável e uma sociedade mais equilibrada e justa.

3. INSERÇÃO DA DISCIPLINA DE BIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO NO PLANO CURRICULAR DO 1º CICLO DA LICENCIATURA EM BIOLOGIA.

A actual Licenciatura em Biologia da Universidade de Coimbra é uma Licenciatura de largo espectro, que pretende fornecer a informação fundamental em Ciências Biológicas: Biodiversidade e Sistemática, Fisiologia, Genética, Biologia Celular e Molecular e Ecologia. A importância crescente da Biologia da Conservação na sociedade actual, quer como motivação para pesquisa científica, quer como uma vertente laboral importante para muitos biólogos faz com que esta disciplina seja importante no primeiro ciclo da Licenciatura em Biologia.

A Biologia da Conservação pressupõe que os alunos deverão ter já alguns conhecimentos básicos, nomeadamente de Biologia Animal, Biologia das Plantas, Ecologia Geral, Genética e Bioestatística, pelo que foi incluída no terceiro ano do 1º ciclo da Licenciatura em Biologia, após a maioria destas disciplinas de carácter mais fundamental. É de realçar que esta disciplina é leccionada na perspectiva de que os alunos, no exercício da sua actividade futura, devem procurar colaboração entre especialistas de várias áreas, bem como promover e liderar trabalhos interdisciplinares. Por conseguinte as aulas práticas e as visitas efectuadas no âmbito desta disciplina pretendem também desenvolver esta componente. Os alunos são fortemente encorajados a pesquisar informação sobre esta área, a integrar os conhecimentos que adquiriram em outras disciplinas e a demonstrar originalidade na análise crítica da informação recolhida.

A Biologia da Conservação procura dotar os alunos de conceitos importantes e de algumas ferramentas solicitadas pelo mercado de trabalho, quer de carácter mais académico, quer de carácter mais aplicado e constitui uma resposta do meio académico a um dos problemas essenciais da sociedade moderna: a preservação do meio ambiente em geral e da biodiversidade em particular. A Biologia da Conservação aborda situações multidisciplinares e complexas onde frequentemente é necessário actuar antes de estar na posse de toda a informação. Assim, pretende-se que os alunos sejam capazes de desenvolver uma opinião fundamentada mesmo na ausência de dados completos.

4. ESTRATÉGIAS DE ENSINO E AVALIAÇÃO

Para além de se aconselhar fortemente os alunos a estudarem por vários dos livros recomendados, em várias das aulas são sugeridos artigos científicos que os alunos deverão consultar para alargarem os seus conhecimentos e o seu espírito crítico. Também por esta razão uma das primeiras aulas práticas será uma aula de discussão de vários artigos e ensaios. Para além de esta estratégia servir para os alunos tomarem conhecimento sobre as várias vertentes modernas da Biologia da Conservação, deverão aperceber-se dos pontos de vista dos vários autores e da necessidade de interpretar criticamente as leituras que efectuarem.

O programa proposto abrange 30 aulas teóricas e 12 aulas práticas. Cada aula teórica terá a duração de 50 minutos. As aulas teóricas serão orientadas para estimular o interesse dos alunos pela disciplina, recorrendo a questões actuais que tanto caracterizam a Biologia da Conservação e lançando frequentemente questões e pequenos debates durante as aulas. Em todas as aulas teóricas serão projectados esquemas, fotos, figuras e tabelas, recorrendo ao sistema de apresentação electrónica (“data show”). Recomenda-se aos alunos que consultem os temas apresentados nas aulas teóricas em pelo menos um dos 3 livros seguintes:

- Groom, M. J., G. K. Meffe e C. R. Carroll. 2006. Principles of Conservation Biology. Third edition. Sinauer associates, Sunderland.
- Primack, R. B. 2002. Essentials of Conservation Biology. Sinauer associates, Sunderland.
- Sutherland, W. 1998. Conservation science and action. Blackwell Publishing, Oxford.

A avaliação teórica da disciplina seguirá as normas estabelecidas pelo Conselho Pedagógico: um exame normal e um exame de recurso. Aos alunos será facultado um exame tipo para os ajudar nos estudos. Os critérios de avaliação serão definidos na primeira aula e as datas dos exames serão divulgadas durante as primeiras duas semanas de aulas, conforme estabelecido pela Comissão Pedagógica da Licenciatura em Biologia. Após cada prova será afixado um dia em que os exames poderão ser consultados e as respostas discutidas com o professor.

A componente teórica da disciplina será cotada para 14 valores e a componente prática para 6 valores. A avaliação da componente prática será efectuada com base na sua participação nas aulas práticas e em três relatórios efectuados sobre as aulas práticas. Um destes relatórios será obrigatoriamente o plano de acção que os alunos deverão apresentar perante os colegas. Os outros dois relatórios são definidos em cada ano na primeira aula prática. Os relatórios são avaliados no prazo máximo de 3 semanas após a data de entrega. Na perspectiva do processo de Bolonha os alunos serão fortemente estimulados na procura de informação, bem como na sua síntese e discussão crítica.

5. PROGRAMA DA DISCIPLINA

5.1. PROGRAMA DE AULAS TEÓRICAS

I - O VALOR DA BIODIVERSIDADE

- 1.1. Conceito de biodiversidade
- 1.2. Breve história da Biologia da Conservação: sua relação com a “crise de biodiversidade do planeta”.
- 1.3. O valor intrínseco e o valor utilitário da Biodiversidade. Ética, religião e conservação biológica. A atribuição de um valor financeiro à biodiversidade. Os serviços proporcionados pelos ecossistemas. A Evolução, Ecologia Dinâmica e a presença humana como princípios da Biologia da Conservação.

II - ATRIBUTOS COMPOSICIONAIS, ESTRUTURAIS E FUNCIONAIS DA BIODIVERSIDADE

- 2.1. Os diferentes níveis de biodiversidade: Genes, Populações/espécies, Comunidade/Ecossistema e Paisagem. Indicadores para monitorizar os atributos compositionais, estruturais e funcionais da biodiversidade.
- 2.2. O conceito de espécie e a Conservação da Natureza. Taxonomia e Biologia da Conservação. A população como unidade de Biologia da Conservação.
- 2.3. Como medir a biodiversidade: Riqueza de taxa, riqueza específica e índices de diversidade. Diversidade α , diversidade β e diversidade γ .

III. A BIODIVERSIDADE NO PLANETA

- 3.1. Biodiversidade ao longo da história da Terra. Diversidade de ecossistemas e biomas e padrões geográficos actuais de riqueza específica. Factores evolutivos e ecológicos limitantes da riqueza específica.
- 3.2. Conceito de endemismo. Centros de biodiversidade terrestre e marinha do planeta.
- 3.3. Ameaças à diversidade biológica: destruição, degradação e fragmentação de habitats, alterações climáticas, sobre-exploração de recursos, poluentes e invasão de habitats por espécies exóticas.
- 3.4. Padrões de extinção de espécies em continentes e ilhas. Conceito de espécie rara e índices de raridade. Padrões de vulnerabilidade das espécies à extinção. Vulnerabilidade das espécies à extinção de acordo com características demográficas e comportamentais.
- 3.5. Os Livros Vermelhos: As categorias de ameaça desenvolvidas pela União Internacional de Conservação da Natureza para classificar a

probabilidade de extinção da espécie: Criticamente em perigo, em perigo e vulnerável. Critérios utilizados na atribuição das categorias de ameaça.

IV. GENÉTICA E CONSERVAÇÃO DE POPULAÇÕES

- 4.1. Factos que relacionam a genética com a conservação da natureza.
Heterozigotia e polimorfismo. Variação genética a nível individual e da população. Variação genética e “fitness”. Técnicas experimentais para avaliar a variação genética.
- 4.2. Variação genética dentro de uma população e entre populações.
Índices de Wright para medir a diferenciação genética entre subpopulações. Distribuição espacial de variação genética e sua utilização para definir áreas de interesse para a conservação.
- 4.3. Perda de variação genética. Tamanho populacional geneticamente efectivo. Deriva genética, endogamia e exogamia. A importância destes conceitos na conservação de populações.
- 4.4. Gestão da variação genética em populações naturais.

V - CONSERVAÇÃO AO NÍVEL DAS POPULAÇÕES

- 5.1. Demografia de populações: os modelos de crescimento exponencial e logístico. A importância da estocasticidade ambiental e demográfica em modelos de crescimento de populações. Tabelas de vida.
- 5.2. Demografia de populações e habitat: Modelo clássico de metapopulações segundo Levins e modelos fonte-sumidouro.. Implicações destes conceitos em conservação da natureza.
- 5.3. Limitação e regulação de populações. Variações na qualidade do habitat e relação com a densidade populacional. Importância do efeito de escala em estudos de selecção de habitat. Análise de factores limitantes para o crescimento populacional: comportamento territorial, recursos alimentares, locais de reprodução, parasitas, competição e factores abióticos.
- 5.4. Conservação ao nível das populações: o papel das espécies-chave, espécies-bandeira e espécies guarda-chuva na definição de estratégias de conservação da natureza.
- 5.5. Conservação ao nível das populações: Os vórtices de extinção. Populações mínimas viáveis e área dinâmica média para manter populações mínimas viáveis. Introdução aos modelos de análise de viabilidade de populações.

VI - CONSERVAÇÃO AO NÍVEL DE COMUNIDADES E ECOSISTEMAS

- 6.1. Importância de atributos como espécie-chave, espécies dominantes, e mutualismo em Conservação da natureza. Alteração de ecossistemas e cascatas tróficas.
- 6.2. Distinção entre habitats naturalmente heterogéneos e habitats fragmentados. Dinâmica de mosaicos. A importância da sucessão ecológica na dinâmica de mosaicos.

- 6.3. Mecanismos de fragmentação de habitats. Consequências da fragmentação de habitats: o efeito insular, efeito de orla e isolamento de habitats por barreiras ao movimento de espécies.
- 6.4. Fragmentação de ecossistemas terrestres e aquáticos.

VII. CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES E ECOSSISTEMAS NA PRÁTICA

- 7.1. Objectivos e critérios para o estabelecimento de áreas protegidas. O debate “SLOSS” no design de áreas protegidas.
- 7.2. Critérios importantes na selecção de reservas: Área, heterogeneidade, paisagem em redor da reserva, corredores ecológicos e zonas tampão.
- 7.3. Gestão de reservas: escala espacial a que a gestão pode ser efectuada (população, habitat e ecossistema). Gestão adaptativa e planos de acção/gestão. Os intervenientes em planos de acção/gestão.
- 7.5. Restauro e reabilitação de ecossistemas. A importância da sucessão ecológica e escala espacial na reabilitação de ecossistemas.
- 7.4. Importância de jardins zoológicos, jardins botânicos, bancos de sementes e de germoplasma em conservação da natureza. Reintrodução e translocação de espécies. Reprodução em cativeiro.
- 7.6. Legislação nacional e Internacional sobre conservação da natureza e áreas protegidas.
- 7.7. Conservação da natureza fora das áreas protegidas. Ordenamento do território. Estudos de impacte ambiental.
- 7.8. Limitações económicas e sociais em conservação biológica. Ciência e activismo ambiental.

5.2. PROGRAMA DE AULAS PRÁTICAS

- I. Aula de discussão sobre as implicações em Conservação da Natureza dos seguintes aspectos: (a) Ética; (b) Tipos de espécies de acordo com o seu papel nos ecossistemas e atracção para o público, (c) O papel de entidades públicas, privadas e organizações não governamentais.
- II. Avaliar áreas para conservação utilizando índices de diversidade, raridade e endemismo. Aplicação dos índices, utilizando o Excel, a uma base de dados existente.
- III. Monitorização de populações animais e vegetais (aula de campo).
- IV. Monitorização de populações animais e vegetais (análise de dados e utilização do software DISTANCE).
- V. Aplicação das categorias de ameaça da IUCN utilizadas nos livros vermelhos.
- VI. Análise de viabilidade de populações (utilização do programa VORTEX)
- VII. Visita a áreas protegidas.
- VIII. Estudos de utilização e selecção de habitat: Ardeídeos no estuário do Mondego
- IX. Designs de Reservas (utilização do programa RESERVE DESIGN).
- X. Exploração sustentável de espécies: utilização do programa “RAMAS ECOLAB”
- XI e XII. Preparação de um plano de gestão/plano de acção para uma espécie ou ecossistema ameaçado, ou um plano para controlo de espécies exóticas cuja invasão esteja a reduzir a biodiversidade. Apresentação oral dos planos de acção/gestão.

6. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

I - O VALOR DA BIODIVERSIDADE

O programa da disciplina de “Biologia da Conservação” inicia-se com uma apresentação do conceito de biodiversidade e dos seus valores utilitários e intrínsecos. O termo biodiversidade é actualmente muito utilizado na literatura científica e na comunicação social, pelo que a unidade é iniciada com uma discussão deste conceito. Explora-se o facto de se tratar de um “metaconceito”, com muitos atributos a várias escalas de estudo, como por exemplo a diversidade genética, populacional, específica e paisagística. Estes diferentes níveis de biodiversidade poderão ser melhor compreendidos de forma hierárquica.

Após a discussão do conceito de Biodiversidade, apresenta-se uma breve história desta disciplina. Menciona-se o impacto que as sociedades pré-industriais tiveram no meio ambiente, focando o exemplo do abate de florestas pela República de Veneza na orla costeira do Mediterrâneo, do abate de florestas e consumo de aves pelos Polinésios nas ilhas do Pacífico e o abate de florestas naturais pelos Portugueses nas ilhas atlânticas. De seguida explora-se o facto de que a taxa de degradação do meio ambiente aumentou a partir do período das descobertas e especialmente a partir da Revolução industrial, tendo-se intensificado até aos nossos dias. Após esta perspectiva histórica são mencionados os primeiros actos de conservação da natureza: as perspectivas das sociedades indígenas da América do Norte e do Sul, as reservas de caça para os nobres europeus e o legado do movimento de personalidades norte-americanas como Roosevelt que levaram ao estabelecimento do sistema de parques naturais norte-americanos.

Esta unidade prossegue com a abordagem dos valores utilitário e intrínseco da biodiversidade, os quais constituem uma análise das motivações do homem para preservar a biodiversidade. Os valores utilitários da biodiversidade (que proporciona bens como alimentos, serviços como polinização e informação para engenharia genética) são apresentados e discutidos em termos biológicos, éticos e sociais. Por exemplo, a importância de questões como a de que podemos perder potenciais medicamentos devido às elevadas taxas de extinção de espécies na actualidade é analisado de dois pontos de vista: como um facto e como uma questão resultante da estima que os medicamentos gozam na sociedade ocidental. Será ainda discutida a problemática de atribuir um valor financeiro aos valores utilitários proporcionados pela biodiversidade como motivação para a sua preservação. De seguida aborda-se o valor intrínseco da biodiversidade e a sua relação com movimentos filosóficos que afirmam que qualquer forma de vida apresenta um objectivo, a sua sobrevivência, e portanto deve ser preservada pelo seu valor inerente, independentemente do benefício que proporciona ao homem. Esta secção termina com uma breve análise de: (1) princípios éticos relacionados com a conservação da natureza, isto é os limites de determinados comportamentos do homem de modo a preservar a biodiversidade; e (2) da relação entre os vários pensamentos religiosos e a conservação da natureza.

Esta unidade termina com os princípios da Biologia da Conservação: Evolução, Ecologia Dinâmica e a Presença Humana, segundo Groom, Meffe & Carroll (2006). O primeiro princípio pressupõe que se deve assegurar que as populações continuem a responder às variações ambientais de uma forma adaptativa. O segundo princípio está

relacionado com a investigação ecológica das últimas décadas, a qual sugere que os ecossistemas, e por conseguinte as reservas naturais, são sistemas abertos com fluxos de energia e espécies e não podem ser entendidos isoladamente dos processos que ocorrem nas áreas circundantes. Finalmente, o terceiro princípio afirma que o homem é e continuará a ser uma parte integrante dos ecossistemas e a sua presença deverá ser considerada em planos de conservação.

II - ATRIBUTOS COMPOSICIONAIS, ESTRUTURAIS E FUNCIONAIS DA BIODIVERSIDADE

Nesta unidade são analisados em pormenor os diferentes níveis de biodiversidade introduzidos na unidade anterior, começando por se caracterizar os níveis principais: genes, espécies/populações, comunidade/ecossistema e paisagem. Cada um destes níveis de biodiversidade apresenta propriedades em termos de composição, estrutura e função, que podem ser quantificadas. Assim, e a título de exemplo, ao nível de populações/espécies, a composição poderá ser avaliada através da riqueza específica, densidade de cada espécie, cobertura e área basal. Em termos de estrutura os indicadores poderão ser a distribuição de frequências por idades, a relação entre machos e fêmeas, bem como a distribuição e dispersão de espécies. Em termos funcionais alguns dos indicadores importantes ao nível da população/espécie são parâmetros demográficos como as taxas de sobrevivência, fecundidade e recrutamento, tendências populacionais e dos factores de ameaça às espécies. Esta parte termina realçando a necessidade de definir a escala de estudo e especificar bem os parâmetros em análise sempre que se efectuem trabalhos em biodiversidade.

Dado que a maioria dos esforços actuais de conservação são ao nível da espécie será colocada a questão de definição do conceito de espécie. Deste modo, analisa-se o facto das espécies não serem entidades fixas e de que a conservação da diversidade não é equivalente à conservação da nomenclatura binomial. Pretende-se que os alunos concluam que a “unidade crítica” em termos de conservação não é necessariamente a espécie, mas a população, onde as adaptações surgem e a diversidade genética é mantida. Deste modo, a conservação de populações dentro de cada sistema local é mais importante do que a persistência global da espécie.

Esta unidade termina com a apresentação e discussão das vantagens e desvantagens de um conjunto de índices de diversidade mais utilizados (Simpson, Shannon-Wiener, Rarefacção e Whittaker). Lembra-se que a diversidade de uma amostra se divide em duas componentes distintas: riqueza específica e equitabilidade (“evenness”). A riqueza específica é simplesmente o número de espécies presente. A equitabilidade diz respeito à abundância relativa de cada espécie. Numa comunidade com equitabilidade elevada, a maioria das espécies existentes apresenta níveis semelhantes de abundância, não existindo, por conseguinte, uma espécie claramente dominante. De seguida analisa-se com exemplos as diferenças entre diversidade α (diversidade de espécies presentes num habitat ou comunidade), diversidade β (variação da diversidade de um habitat para outro habitat próximo e diversidade γ (riqueza específica de vários habitats numa determinada área geográfica). Serão apresentados alguns exemplos de artigos científicos que utilizam estes conceitos, pretendendo-se estimular uma discussão sobre os mesmos.

III. A BIODIVERSIDADE NO PLANETA

Na unidade anterior os alunos aprenderam sobre a complexidade do conceito de biodiversidade. Esta unidade começa por mencionar como variou a biodiversidade (utilizando a riqueza específica) ao longo da história da terra e quais são os padrões actuais de diversidade de ecossistemas e biomas, bem como a distribuição de espécies no planeta. Os alunos irão constatar que a maioria da complexidade estrutural dos ecossistemas e da riqueza específica se encontra nas zonas tropicais, e ser-lhes-á perguntado se tal coincide com a maioria dos esforços práticos em termos de conservação. De seguida será colocada a questão de quais os factores que explicam os actuais padrões de riqueza específica. São assim introduzidos os vários factores limitantes da riqueza específica, quer de ordem evolutiva, quer de ordem ecológica.

Em termos de factores ecológicos são apresentadas várias hipóteses: hipótese da produtividade e estabilidade (correlação entre produtividade e estabilidade de determinadas áreas e riqueza específica), hipótese da complexidade estrutural (aumento da riqueza específica com a complexidade estrutural dos ecossistemas, tal como acontece com as florestas tropicais), hipótese da competição/predação (exemplos em que estes factores bióticos podem aumentar ou diminuir a riqueza específica), hipótese da estabilidade temporal (correlações entre a riqueza específica e a estabilidade temporal de determinados ecossistemas) e a hipótese da perturbação intermédia (a riqueza específica aumenta em níveis médios de perturbação, o que está relacionado com a manutenção de um mosaico de habitats).

Será colocada a questão do conceito de espécie endémica, seguida dos padrões de distribuição de espécies endémicas no planeta. Apresenta-se o conceito de centro de biodiversidade (“hotspot”), realçando que um centro de biodiversidade para determinado grupo taxonómico não o é necessariamente para outro grupo taxonómico, e apresentam-se vários exemplos. De seguida estabelece-se a relação positiva entre os centros de biodiversidade e o estabelecimento de prioridades de conservação.

Após terem tomado contacto com a distribuição da biodiversidade no planeta será lançada a questão de quais serão as principais ameaças à diversidade biológica. A discussão será orientada de modo a agrupar as várias ameaças em destruição, degradação e fragmentação de habitats, alterações climatéricas, sobre-exploração de recursos, poluentes e invasão de habitats por espécies exóticas. Serão analisados vários gráficos e esquemas com cada uma destas ameaças, como por exemplo a destruição das florestas de carvalhais em Portugal, comparando a hipotética distribuição primitiva de carvalhais com a sua distribuição actual, mapas da fragmentação de florestas em Inglaterra e Madagáscar, a sobre-exploração de recursos pesqueiros e a invasão das ilhas do arquipélago dos Açores por plantas exóticas e a sua relação com a degradação das florestas naturais.

Após analisar os vários factores de ameaça à biodiversidade analisam-se as taxas de extinção de espécies em ilhas e em continentes, abordando os problemas de tais estimativas. Apesar das limitações dos cálculos de taxas de extinção os alunos constatarem que as taxas de extinção de espécies em ilhas têm sido bastante superiores às dos continentes. Serão discutidas algumas das explicações para tal facto. Serão ainda examinados alguns casos de extinção de espécies como por exemplo a extinção de 200 a 300 espécies de peixes de água doce no lago Vitória devido à sobrepesca e introdução de uma espécie exótica, a perca do Nilo (*Lates niloticus*), e a extinção de vertebrados de grande porte em Portugal.

Esta unidade termina com uma discussão sobre o conceito de raridade. A discussão será orientada de modo a que a distribuição geográfica das espécies (ampla ou restrita), o tamanho das populações (grande ou pequena) e a sua especificidade em termos de habitat (especialista ou generalista), sejam levados em consideração na definição de vários tipos de raridade. Serão estabelecidas relações entre os diferentes tipos de raridade e a vulnerabilidade natural das espécies a diferentes processos de extinção. As espécies endémicas (geralmente especialista em termos de habitat), que ocupam uma área geográfica restrita e que apresentam populações reduzidas são as mais vulneráveis à extinção. Por outro lado, as espécies generalistas e que ocupam grandes áreas geográficas, apenas são vulneráveis a factores de larga escala. Por último estabelece-se uma relação entre o conceito de espécies r e K e a sua vulnerabilidade à extinção. Serão apresentados exemplos em que os alunos concluem que as espécies K, devido às suas características demográficas e comportamentais, nomeadamente as taxas de reprodução reduzidas, são mais vulneráveis à extinção por causas antropogénicas.

Esta unidade termina com a análise de Livros Vermelhos e da sua utilidade em conservação da natureza. Serão apresentadas as categorias utilizadas para classificar a probabilidade de extinção das espécies: Criticamente em perigo, em perigo e vulnerável e focados os critérios utilizados no estabelecimento de tais categorias. Apresenta-se o exemplo do Livro Vermelho dos vertebrados de Portugal, mencionando as espécies extintas como nidificantes e como invernantes e fomentando a discussão sobre as causas de extinção destas espécies.

IV. GENÉTICA E CONSERVAÇÃO DE POPULAÇÕES

Esta unidade é dedicada à relação entre genética e conservação da natureza. Começa-se por relembrar o teorema fundamental da Selecção Natural proposto por Fisher em 1930 (a taxa evolutiva de uma população é proporcional à diversidade genética disponível). Será lançada a questão acerca das implicações deste teorema em termos de conservação da natureza. Em seguida discutem-se os conceitos de heterozigotia e polimorfismo, apresentando alguns cálculos. Serão examinadas várias tabelas com a heterozigotia total média de vários grupos de seres vivos e estabelece-se uma relação entre o conceito de “fitness” e a variação genética, explicando que a heterozigotia potencia as características relacionadas com a “fitness”. As técnicas modernas para avaliar a variação genética, electroforese e “polymerase chain reaction” serão mencionados.

Após a introdução dos conceitos fundamentais explica-se que a variabilidade genética de uma espécie resulta da variação genética a nível individual, a nível de sub-populações e regiões e entre populações. São examinados alguns exemplos de variação genética entre populações de uma determinada espécie, apresentando as fórmulas e exemplos de cálculos dos índices de diferenciação genética propostos por Wright. Assim examina-se a diferenciação genética de sub-populações relativamente à região bem como a diferenciação genética de regiões relativamente a toda a população. Será lançada a questão das implicações destes índices em termos de conservação da natureza, discutindo a importância da distribuição espacial de variação genética e sua utilização para definir áreas de interesse para a conservação. Por último será examinado em pormenor o exemplo da diferenciação genética das sub-populações de *Chioglossa lusitânica* no centro e norte de Portugal, e as suas implicações em termos de conservação (Teixeira et al. 1998).

Após ter examinado os factores que explicam a variação genética, serão apresentados os fenómenos responsáveis pela perda de variação genética das populações: proporção machos: fêmeas, deriva genética, endogamia e exogamia. Será lançada a questão da relação entre os conceitos de endogamia e exogamia e os programas de re-introdução de espécies, devendo os alunos concluir que o cruzamento entre indivíduos não aparentados é benéfico desde que os indivíduos não apresentem uma distribuição geográfica muito distinta, susceptível de ter originado, por exemplo, incompatibilidades entre cromossomas e enzimas. Discute-se ainda a possível importância dos alelos raros na conservação de populações, devendo os alunos concluir que estes podem representar a única oportunidade das populações se adaptarem a alterações ambientais.

A transição entre os conceitos fundamentais discutidos anteriormente e a conservação na prática é efectuada propondo medidas para gerir a variação genética em populações naturais. Propõe-se que a gestão de recursos genéticos se efectue a três escalas temporais de modo a: a) manter uma determinada população viável a curto prazo, b) possibilitar a manutenção de evolução adaptativa e c) manter a capacidade de continuar a especiação. Tal gestão pode ser efectuada com o estabelecimento de áreas protegidas devidamente fundamentadas e distribuídas em termos espaciais, bem como através de programas de re-introdução e reprodução em cativeiro.

V - CONSERVAÇÃO AO NÍVEL DAS POPULAÇÕES

Esta unidade é dedicada a compreender as flutuações de indivíduos de determinada população/espécie a várias escalas temporais e espaciais. Tal compreensão é um pré-requisito essencial em ecologia de populações, cujo conhecimento é fundamental para a conservação da diversidade biológica. Relembrem-se os modelos de crescimento de populações que os alunos deverão já ter aprendido na disciplina de Ecologia das Populações e das Comunidades: o crescimento exponencial e o crescimento logístico. De seguida apresentam-se dois aspectos fundamentais que influenciam a taxa de crescimento de uma população: estocasticidade ambiental (flutuações nas condições do meio ambiente) e estocasticidade demográfica (relacionada com as variações aleatórias na reprodução dos indivíduos derivadas de propriedades intrínsecas como por exemplo a fecundidade dos adultos). Estes dois conceitos são depois introduzidos nas equações dos modelos de crescimento de populações anteriormente apresentados.

O ponto de vista moderno em ecologia de populações é que cada indivíduo faz parte de uma população aberta, que sobrevive num meio ambiente heterogéneo. Deste modo cada indivíduo está sujeito a condições diferentes dos outros indivíduos, podendo deslocar-se entre várias áreas. Sendo assim, é fundamental ter em consideração a variação espacial dos habitats, sobretudo porque os habitats actuais se encontram fragmentados pelo homem. Começa-se por introduzir o conceito clássico de metapopulação, isto é, uma população formada por vários grupos que ocupam fragmentos idênticos e que estão sujeitos a probabilidades iguais e independentes de extinção e recolonização. Introduce-se o conceito de extinção local (em um fragmento), extinção regional (em todos os fragmentos que compõem o sistema) e explica-se o modelo clássico de dinâmica de metapopulações de Levins, o qual aborda a probabilidade de persistência regional de acordo com as taxas de extinção e recolonização dos fragmentos que compõem o sistema. Serão efectuados vários exercícios com os modelos clássicos de metapopulações.

Outros padrões estruturais que podem surgir em habitats fragmentados são apresentados, referindo exemplos: metapopulação ilha-continente, população em mosaico e população fonte-sumidouro. Será dado algum destaque a este último modelo explicando que existem locais “fonte”, onde a taxa reprodutiva básica (R_0) é superior a 1, e locais “sumidouro”, onde R_0 é inferior a 1, dependendo a persistência de indivíduos nestes locais de movimentos a partir de locais fonte. Finalmente será lançada a questão das implicações destes conceitos em conservação da natureza, devendo os alunos concluir que a preservação de vários locais é benéfica, que os locais “fonte” são potencialmente mais importantes que os locais “sumidouro”, embora estes possam ser importantes na recolonização dos fragmentos em caso de catástrofe.

Após examinar os modelos espaciais de populações efectua-se uma distinção entre os conceitos de limitação e regulação de populações, e será lançada a questão de quais os factores limitantes para o crescimento das populações. Serão analisados, referindo exemplos, os seguintes factores: comportamento territorial, recursos alimentares, locais de reprodução, parasitas, competição e factores abióticos. Uma vez que as variações na qualidade do habitat se reflectem na densidade populacional, introduz-se a importância de efectuar estudos sobre utilização e selecção de habitat pelas espécies, sendo importante definir a escala de trabalho de tais estudos.

Muitos dos esforços de conservação tem sido efectuados ao nível de espécie. Introduzem-se os conceitos de espécies-chave, espécies-bandeira e espécies guarda-chuva, devendo os alunos apresentar alguns exemplos para cada situação. Examina-se o papel destes conceitos em conservação da natureza, solicitando aos alunos que apresentem as vantagens e desvantagens de cada um. Por exemplo as espécies-bandeira, espécies carismáticas e atractivas para o público (geralmente aves ou mamíferos) atraem o apoio popular para a conservação dessas espécies e do seu habitat, mas poderão não ser suficientemente relevantes na conservação dos ecossistemas.

As causas primárias do declínio de muitas populações foram examinadas na unidade III. Estas causas são relativamente fáceis de estudar mas difíceis de combater. Mesmo que as causas que originaram o declínio de determinada população sejam removidas, as populações de tamanho reduzido são vulneráveis a factores intrínsecos (estocasticidade demográfica) à dinâmica de populações reduzidas, os quais podem conduzir a população à extinção. Desta forma, uma população que atingiu um número de efectivos muito reduzido devido por exemplo à destruição do seu habitat entrará num vórtice de extinção onde as flutuações ambientais e os fenómenos estocásticos de ordem demográfica afectam seriamente a persistência da população. Neste contexto, introduzem-se os pontos essenciais da análise de viabilidade de populações: tratam-se de modelos explícitos que determinam a probabilidade de extinção de uma população com base em variáveis demográficas e flutuações ambientais na área de ocorrência da espécie. Os modelos de análise de viabilidade de populações permitem avaliar múltiplas opções de conservação, e serão apresentados exemplos de modelos para várias populações. Desta forma introduzem-se os conceitos de populações mínimas viáveis e área dinâmica média para manter populações mínimas viáveis, chamando a atenção dos alunos para a necessidade de manter uma posição crítica perante generalizações, uma vez que os valores para ambos os conceitos dependem da população e do habitat em questão.

Por fim apresenta-se e discute-se o conceito de exploração sustentável de espécies (“maximum sustainable yield”). Salienta-se, como ponto de partida, a importância teórica de manter o número de indivíduos em metade da capacidade de suporte do meio,

e a necessidade de ajustar este valor de acordo com os parâmetros demográficos de cada espécie. Por fim apresentam-se alguns modelos relativos à caça e à pesca.

VI - CONSERVAÇÃO AO NÍVEL DE COMUNIDADES E ECOSISTEMAS

A unidade V focou a conservação ao nível das populações. Esta unidade aborda a conservação ao nível das comunidades e ecossistemas. De início examinam-se as relações entre espécies-chave, espécies dominante e relações de mutualismo e a conservação da natureza. Aos alunos será solicitado que apontem efeitos, a nível da comunidade, da perda de espécies-chave e de interações mutualísticas. Por exemplo, a diminuição de dispersores de sementes terá como consequência a diminuição no recrutamento das plantas. Serão igualmente focados exemplos em que a diminuição de grandes herbívoros provocaram a diminuição da diversidade de habitats e alteração na sucessão ecológica. Para terminar esta secção da unidade V introduz-se o conceito de cascata trófica, fenómeno que resulta num padrão inverso de abundância ou biomassa através de mais do que um nível trófico da teia alimentar, devido à exclusão de algumas espécies.

Os ecossistemas são formados por habitats naturalmente heterogêneos. Numa escala de estudo de ecossistema e paisagem uma determinada área é formada por vários mosaicos em permanente dinamismo, em que cada mosaico interage com os mosaicos em redor. Desta forma os alunos devem constatar que os sistemas ecológicos estão sujeitos a influências externas e, em seguida deverão apontar as principais diferenças entre habitats naturalmente heterogêneos e habitats fragmentados pelo homem. Os primeiros apresentam uma estrutura de mosaico interna muito rica e pouco contraste entre mosaicos adjacentes, enquanto os segundos apresentam mosaicos simples e com bastante contraste entre si, como por exemplo árvores da mesma espécie e tamanho situadas numa matriz agrícola. De seguida apresenta-se a importância da sucessão ecológica na manutenção da dinâmica de mosaicos, referindo que as perturbações naturais criam heterogeneidade, enquanto as grandes alterações artificiais criam homogeneidade. Em termos mais aplicados, os alunos serão solicitados a comentar a seguinte frase: “a conservação pode ser entendida como a manutenção activa da dinâmica de mosaicos”.

Após ter abordado as diferenças entre habitats naturalmente heterogêneos e habitats fragmentados pelo homem apresenta-se o mecanismo de fragmentação de habitats pelo homem como um processo em que a continuidade do habitat é interrompida. Este processo está ligado a alterações na composição de espécies e outros índices de biodiversidade. Seguidamente abordam-se as consequências da fragmentação de habitats: a) o efeito insular, b) o efeito de orla e c) o isolamento de habitats por barreiras ao movimento de espécies.

Em termos do efeito insular revê-se a teoria da biogeografia insular de MacArthur e Wilson, solicitando aos alunos que apontem implicações desta teoria em termos de conservação da natureza. Esta teoria afirma que, com o aumento da área, aumenta a riqueza específica e a diversidade de habitats. No entanto, é necessário constatar que a fragmentação antropogénica dos habitats poderá aumentar a riqueza específica, mas favorecendo as espécies generalistas. Sendo assim, as reservas deverão ser grandes e naturalmente heterogêneas. São apresentados exemplos recentes (Huttel et al. 2009) acerca do efeito de espécies exóticas na simplificação das teias alimentares e as suas consequências em termos de conservação dos ecossistemas.

Em relação ao efeito de orla (zona influenciada pelos factores ecológicos que dominam a matriz envolvente ao fragmento), os alunos serão confrontados com exemplos em que, entre outros factores, as taxas de mortalidade de várias espécies aumentam junto à orla. Desta forma, o efeito de orla faz com que os fragmentos abaixo de determinada área não apresentem habitat propriamente dito. É apresentado o exemplo clássico acerca da forma das reservas, em que, para um mesmo tamanho, as áreas circulares apresentam um menor efeito de orla. No entanto, os alunos serão, mais uma vez, alertados para terem cuidado com generalizações devendo contextualizar as suas conclusões em termos de espécie e habitat em questão.

Relativamente ao isolamento de habitats por barreiras ao movimento de espécies, os alunos recordarão da unidade V que a viabilidade de metapopulações pode depender dos movimentos de indivíduos entre mosaicos do habitat de modo a contrabalançar as extinções locais. Além disso, muitas espécies necessitam de recursos que obtêm em vários tipos de habitat. Desta forma as barreiras artificiais ao movimento de espécies, tais como barragens e auto-estradas podem ter efeitos nefastos. Serão fornecidos alguns exemplos em que os alunos constatarem que à medida que a paisagem em redor dos fragmentos é alterada o isolamento funcional de tais fragmentos aumenta. À medida que a matriz em redor se torna mais homogénea funcionará cada vez mais como um habitat “sumidouro” e poderá, após determinada altura, servir como uma barreira efectiva.

Os efeitos da fragmentação de habitats terrestre e aquáticos serão abordados a nível genético, populacional e de ecossistemas. Por exemplo a interrupção de um curso de água por barragens pode diminuir o fluxo genético entre populações de organismos aquáticos, impedir o movimento de indivíduos entre o curso inferior e superior do rio e, nomeadamente quando o curso inferior é profundamente alterado, poderá ocorrer um efeito “em cascata” a nível do ecossistema, alterando profundamente a riqueza específica, regulação natural de cheias e interligação entre habitats ribeirinhos.

VII. CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES E ECOSSISTEMAS NA PRÁTICA

Esta unidade é inteiramente dedicada aos aspectos mais práticos da conservação. Em primeiro lugar os alunos são lembrados de que os sistemas ecológicos são influenciados por perturbações periódicas que afectam a sua estrutura interna e função e que trocam materiais e energia com o exterior. Tal implica que determinada unidade não será fácil de conservar isolada das redondezas, pelo que a matriz circundante deve ser incorporada nos planos de conservação. Após esta introdução será lançada a questão dos objectivos das áreas protegidas, devendo o debate ser sumariado em quatro objectivos principais: conservar ecossistemas amplos e funcionais, conservar áreas importantes em termos de biodiversidade, conservar determinadas espécies que apresentam um interesse especial e conservar animais e plantas para caça, pesca, etc.

Os aspectos mais importantes em termos de selecção e gestão de áreas para reservas são:

- a) o tamanho: depende dos taxa e da qualidade do habitat existente;
- b) a heterogeneidade e dinâmica de mosaicos: áreas heterogéneas em termos espaciais e temporais são preferíveis a áreas homogéneas;
- c) a paisagem em redor da reserva: as fronteiras ecológicas deveriam ser mais importantes do que considerações políticas e económicas, de modo a diminuir as ameaças externas para a reserva;
- d) a conectividade entre habitats fragmentados: os corredores permitem o movimento das espécies entre

habitats e a recolonização de fragmentos; e) a existência de zonas tampão: a existência de uma zona tampão torna a reserva menos vulnerável a ameaças externas tais como a invasão por espécies exóticas. Estes critérios são utilizados para examinar as várias propostas de design de reservas propostos por vários autores norte-americanos, que ficaram conhecidas pelo debate “SLOSS: single large over several small”. Serão discutidas as vantagens e desvantagens dos designs propostos tendo em consideração os objectivos da reservas, a sua gestão eficaz e constrangimentos de ordem económica e social.

Um perspectiva passiva de conservação da natureza, sem gestão activa, conduzirá, em muitas situações a um aumento de extinções locais e degradação do habitat. A gestão das áreas protegidas deve ser adaptativa, isto é, sofrer alterações sempre que novos dados o justifiquem, e ter como princípios manter os processos ecológicos essenciais e a diversidade biológica, minimizando as ameaças externas à reserva e maximizando os benefícios externos. Consequentemente, os alunos são alertados para a necessidade de elaborar planos de gestão para áreas protegidas, envolvendo todos os indivíduos e entidades que apresentem ou manifestem interesse na reserva. São apresentados exemplos de planos de gestão para reservas em vários países da Europa, devendo os alunos manifestar uma posição crítica sobre algumas das medidas propostas pelos gestores.

Em determinadas situações a gestão deve ser bastante activa e ter em consideração o restauro e a reabilitação de ecossistemas parcialmente degradados. Em ambos os casos, o objectivo principal será recuperar o estado anterior à degradação. Serão apresentados e discutidos os pontos essenciais a ter em conta na decisão de restaurar ou reabilitar ecossistemas, nomeadamente: a) o estado de degradação do ecossistema; b) o nível de conhecimento do estado que existia antes da degradação; c) a disponibilidade de espécies para a recuperação; d) a variabilidade genética dos organismos; e) os níveis de alteração do solo, geomorfologia e hidrologia do local a recuperar; f) custos financeiros; g) financiamento e suporte público. O restauro e a reabilitação de ecossistemas deve basear-se nos mecanismos de sucessão ecológica, uma vez que são necessárias acções que envolvam acelerar a sucessão ecológica ou recuperar um determinado estágio que apresente atributos importantes. Por último será necessário que a escala espacial a que se efectuem os trabalhos seja suficientemente grande de modo a minimizar efeitos de orla, permitir adicionar ou controlar perturbações e monitorizar o sucesso do projecto. Aos alunos serão apresentados alguns exemplos para discussão.

Os pontos anteriores abordaram a conservação das populações e das comunidades naturais (*in-situ*). Esta é a melhor estratégia para a conservação, a longo prazo, da biodiversidade. No entanto, algumas populações apresentam populações tão pequenas que a conservação *ex-situ* (em jardins zoológicos ou jardins botânicos) poderá ser a única opção viável. Esta segunda estratégia de conservação é complementar da primeira, dado que os indivíduos das populações *ex-situ* devem ser utilizados para aumentar as populações alvo de conservação *in-situ*, permitem efectuar investigação sobre a espécie, evitam a captura de indivíduos selvagens para exibição e são úteis em programas de sensibilização e educação ambiental.

A conservação *ex-situ* de animais pressupõe a existência de instalações adequadas para a reprodução em cativeiro (em jardins zoológicos e aquários). Aos alunos será mostrada a página da “World Zoo Organization”, onde são apresentadas as estratégias de conservação dos jardins zoológicos. A questão essencial prende-se com a reprodução em cativeiro para posterior re-introdução nos ecossistemas naturais. Serão abordadas as

principais técnicas e dificuldades da reprodução de animais em cativeiro focando o exemplo de algumas espécies de aves e mamíferos. Como alternativa à reprodução em cativeiro existe a translocação de espécies. Aos alunos serão apresentados alguns programas de reprodução em cativeiro e translocação de espécies e analisar-se-á o sucesso de tais programas.

A conservação *ex-situ* de plantas envolve, para além da manutenção de exemplares de plantas em jardins botânicos, a manutenção de bancos de sementes e de germoplasma. Serão referidos os procedimentos essenciais na manutenção de um banco de sementes, a importância de analisar a viabilidade das sementes e de efectuar testes de germinação. Será discutido a importância de bancos de sementes de espécies agrícolas nativas, em face da diminuição da variabilidade genética das espécies cultivadas para consumo humano. Serão abordadas as estratégias para a colheita de sementes definidas pelo “Center for Plant Conservation”.

Os principais mecanismos legislativos de conservação da natureza, quer a nível internacional, quer a nível nacional serão abordados. A legislação internacional será apresentada no contexto de que as ameaças à vida selvagem não são confinadas por fronteiras administrativas ou políticas. Em termos de legislação internacional para a protecção de espécies apresenta-se a convenção da CITES (“Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora”) e a convenção de Bona. Em termos de legislação internacional para a protecção da biodiversidade no sentido mais amplo apresenta-se a convenção de Ramsar para a protecção de zonas húmidas, a “World Heritage Convention”, as Reservas da Biosfera da Unesco e a Convenção sobre a biodiversidade apresentada no Rio de Janeiro em 1992. Em relação à legislação europeia foca-se a Convenção de Berna, a Directiva Aves, a Directiva Habitats e os Sítios de Importância Comunitária. De seguida será abordada a integração dos locais classificados ao abrigo destas directivas na Rede Natura 2000 e será focada a rede de áreas protegidas em Portugal. Sobre legislação nacional serão mencionados os principais decretos-lei relacionados com a conservação da natureza: (1) o Decreto-Lei nº 140/99 de 24 de Abril que procede à revisão da transposição para o direito interno das directivas comunitárias mencionadas anteriormente; (2) o Decreto-Lei nº 565/99 que regula a introdução na Natureza de espécies não indígenas de fauna e de flora; (3) o Decreto-Lei nº 19/93 que estabelece as normas relativas à Rede Nacional de Áreas Protegidas.

Ao longo desta unidade os alunos terão constatado que a maior parte das medidas práticas de conservação dizem respeito a acções relacionadas com as áreas protegidas. No entanto, será pouco provável que a rede de áreas protegidas seja tão extensa que possa ser considerada suficiente para conservar a biodiversidade. Assim, as acções de conservação fora das áreas protegidas são importantes. Será lançada a discussão de acções a nível global necessárias para conservar a biodiversidade. A discussão será orientada para a discussão do conceito de desenvolvimento sustentável. Este conceito implica uma melhoria na organização e na utilização dos recursos disponíveis de modo a satisfazer as necessidades presentes e futuras do homem, minimizando o impacto sobre a diversidade biológica. Serão discutidos alguns exemplos. De igual forma será apresentado o conceito de estudos de impacte ambiental, que pretende medir o impacte positivo ou negativo de obras humanas como barragens, estradas, parques eólicos entre outras. Será apresentado um exemplo de um estudo de impacte ambiental de um parque eólico, focando especificamente a avaliação dos impactes sobre a fauna e a flora.

Esta unidade terminará com uma análise das limitações económicas e sociais em conservação biológica e da distinção entre ciência e activismo ambiental. Será uma aula de discussão em que os alunos serão confrontados com excertos de textos de revistas científicas e da comunicação social, para crítica e discussão.

7. BIBLIOGRAFIA

Livros

Cabral, M. J., J. Almeida, P. R. Almeida, T. Dellinger, N. Ferrand de Almeida, M. E. Oliveira, J. M. Palmeirim, A. I. Queiroz, L. Rogado & M. Santos-Reis (2005). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa, Lisboa.

Frankham, R., J. D. Ballou e D. A. Briscoe. 2002. Introduction to conservation genetics. Cambridge University Press, Cambridge.

Given, D.R. 1994. Principles and practice of plant conservation. Timber Press Inc. Oregon.

Groom, M. J., G. K. Meffe e C. R. Carroll. 2006. Principles of Conservation Biology. Third edition. Sinauer associates, Sunderland.

Hill, D. M. Fasham, G. Tucker, M. Shewry e P. Shaw. 2005. Handbook of biodiversity methods: survey, evaluation and monitoring. Cambridge University Press, Cambridge.
Primack, R. B. 2000. A primer of Conservation Biology. Sinauer associates, Sunderland.

Primack, R. B. 2002. Essentials of Conservation Biology. Sinauer associates, Sunderland.

Sutherland, W. 1998. Conservation science and action. Blackwell Publishing, Oxford.

Teixeira, J. et al. 1998. Bases para a conservação da Salamandra-lusitânica (*Chioglossa lusitanica*). Estudos de Biologia e Conservação da Natureza, Instituto de Conservação da Natureza, Lisboa.

Artigos

Chapman, F. S. et al. 2000. Consequences of changing biodiversity. Nature 405: 234-242

Costanza, R. R. d'Arge, R. Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neil, J. Paruelo, R. Raskin, P. Suttton & M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387: 253-260.

Gerber, L. R., K. D. Hyrenbach e M. A. Zacharias. 2005. Do the largest protected areas conserve whales or whalers. Science 307: 525-526.

Heleno, R. H., R. S. Ceia, J. A. Ramos & Jane Memmott. 2009. The effect of alien plants on insect abundance and biomass: a food web approach. *Conservation Biology*. 10.1111/j.1523-1739.2008.01129.x

Jamieson, I. G. 2007. Has the debate over genetics and extinction of island endemics truly been resolved? Animal Conservation 10: 139-144.

Primavera, J. H. 2005. Mangroves, fishponds, and the quest for sustainability. *Science* 310: 57-59.

Simberloff, D. 1997. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era ? *Biological conservation* 83: 247-257.

Tilman, D. 2000. Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature* 405: 208-211.

Zedler, J. B. 2000. Progress in wetland restoration ecology. *TREE* 15: 402-407.

Nota: Em cada ano novos artigos poderão ser sugeridos

8. ANEXO: PROTOCOLOS DAS AULAS PRÁTICAS

I. AULA DE DISCUSSÃO SOBRE AS IMPLICAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DA NATUREZA DOS SEGUINTE ASPECTOS: (A) ÉTICA; (B) SERVIÇOS ECOLÓGICOS, (C) CONSERVAÇÃO DA NATUREZA COM BASE EM ESPÉCIES INDIVIDUAIS, (D) USO DE PREDADORES DE TOPO COMO INDICADORES DE CONSERVAÇÃO AO NÍVEL DO ECOSISTEMA (E) O PAPEL DAS ENTIDADES PÚBLICAS, PRIVADAS E ORGANIZAÇÕES NÃO GOVERNAMENTAIS

Um dos aspectos importantes para tomar decisões com vista a uma estratégia de sucesso na conservação e protecção de espécies e diversidade biológica é o valor atribuído à biodiversidade.

Se as pessoas não se interessam pelo facto de determinada espécie se extinguir, ou com o facto dos ecossistemas perderem as suas propriedades funcionais, será difícil, que, mesmo os decisores mais esclarecidos tomem atitudes correctas. À biodiversidade podem atribuir-se valores:

- Éticos e morais (as espécies apresentam direito intrínseco à existência);
- Valores monetários directos (relacionados por exemplo, com o turismo);
- Potencial de utilização futura (Ex: substâncias ainda não descobertas);
- Serviços ecológicos para o homem.

Os esforços conservacionistas são geralmente focados nas espécies maiores e mais carismáticas, de modo a obter o suporte do público. Assim, a maior parte do esforço para manter a biodiversidade tem sido orientado para preservar determinadas espécies, geralmente aquelas em maior perigo de extinção. A protecção individual de espécies tem sido alvo da maior parte da legislação, e julga-se que a protecção de “espécies-bandeira” pode resultar na conservação de muitas outras espécies.

Com base nesta informação e após ter assistido à apresentação de artigos pelos seus colegas (tabela 1), prepare-se para discutir os seguintes pontos:

1. Será a validação económica da diversidade biológica mais útil do que os argumentos intrínsecos para promover os objectivos da Conservação.
2. De que forma a biodiversidade proporciona serviços aos homens ?
3. Quando se fala da importância da biodiversidade, quem estabelece estes valores? De que forma é que esses valores diferem entre os vários países do Mundo. Como conciliar as diferentes ideias sobre biodiversidade ?
4. Acha que as medidas actuais de protecção de espécies são adequadas para proteger a biodiversidade ? Quais as vantagens das medidas conservacionistas com base em espécies individuais ? Apresente exemplos.
5. Apresente uma definição e alguns exemplos de espécie-bandeira.

6. Será os predadores de níveis tróficos superiores podem ser utilizados como indicadores de conservação ao nível do ecossistema. Justifique.

7. Discuta o papel de diferentes organizações na conservação da natureza: Universidades, Entidades governamentais, Organizações não governamentais e Empresas.

Tabela 1. Artigos sugeridos para a aula de discussão

Costanza, R. R. d'Arge, R. Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neil, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton & M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

Simberloff, D. 1997. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation* 83: 247-257.

Tilman, D. 2000. Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature* 405: 208-211.

Fabrizio, S., I. Newton, L. Marchesi & P. Pedrini. Ecologically justified charisma: preservation of top predators delivers biodiversity conservation. *Journal of Applied Ecology* 43: 1049-1055.

Ensaio do livro: Groom, M. J., G. K. Meffe e C. R. Carroll. 2006. *Principles of Conservation Biology*. Third edition. Sinauer associates, Sunderland.

- "A perspective on the role of Academia in Conservation Biology".
- "Working with Government agencies in Biodiversity Conservation".
- "The role of science in defining conservation priorities for nongovernmental Organizations".
- "Conservation Biology and the rural landowner".

II. AVALIAR ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO UTILIZANDO ÍNDICES DE DIVERSIDADE, RARIDADE E ENDEMISMO

1. Componentes da biodiversidade

O termo diversidade é utilizado regularmente em contextos diferentes. Em termos práticos está relacionado com a variabilidade e heterogeneidade de amostras. Em estudos ecológicos as amostras consistem frequentemente em informação sobre o número e a abundância relativa das espécies existentes. A diversidade de uma amostra divide-se em duas componentes distintas: riqueza específica e equitabilidade (“evenness”). A riqueza específica é simplesmente o número de espécies presente. A equitabilidade diz respeito à abundância relativa de cada espécie. Numa comunidade com equitabilidade elevada, a maioria das espécies existentes apresenta níveis semelhantes de abundância, não existindo, por conseguinte, uma espécie claramente dominante. Assim, uma comunidade com elevada diversidade apresenta um elevado número de espécies com abundância semelhante.

A diversidade (em termos de riqueza específica) pode ser descrita em três escalas diferentes (Waite 2000):

1. Diversidade α . Refere-se à diversidade de espécies presentes num habitat ou comunidade.
2. Diversidade β . Refere-se à variação de diversidade de um habitat (comunidade) para outro habitat próximo; pode ser entendido como uma medida de variação na distribuição e abundância de espécies ao longo de um gradiente
- 3, Diversidade γ . Refere-se à riqueza específica de vários habitats numa determinada área geográfica.

Se o valor da diversidade β for elevado significa que na região de estudo existem vários tipos de habitats com espécies diferentes. Se o valor da diversidade β for baixo significa que as mesmas espécies ocorrem em toda a região. Para um determinado grupo de espécies numa determinada área geográfica a diversidade β é inversamente proporcional à área vital média das espécies.

A diversidade β é um conceito importante em termos de conceber uma estratégia para o estabelecimento de uma rede de áreas protegidas. Uma discussão comum em áreas protegidas consiste na resposta à seguinte questão: será melhor alargar uma área protegida já existente ou estabelecer novas áreas? Embora uma área protegida de maiores dimensões possua um maior número de espécies várias áreas menores poderão “captar” melhor a diversidade total de determinada região, se em cada uma delas existirem espécies diferentes. Uma regra simples e prática de estabelecer áreas protegidas numa determinada região será, em primeiro lugar, proteger as áreas com maior diversidade α . Novas áreas serão adicionadas sequencialmente em função da sua diversidade β , ou seja, quantas mais espécies se adicionam à lista de todas as espécies que já existem na rede de áreas protegidas.

1.1. Índices de diversidade

Os índices de diversidade são calculados com base na abundância proporcional das espécies e constituem uma estatística descritiva que proporciona um sumário da heterogeneidade da amostra. Muitos índices têm sido propostos mas os mais utilizados são os de Simpson e de Shannon-Wiener. O primeiro é mais sensível a alterações nas espécies mais abundantes e o segundo a alterações no número e abundância de espécies raras.

$$\text{Índice de Simpson: } D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_k^2}$$

$$\text{Índice de Shannon-Wiener: } H = - \sum_{i=1}^S p_k \cdot \log p_k ,$$

sendo S o número de espécies e p_k a proporção de indivíduos na espécie k .

Utilizando o índice de Shannon-Wiener, quando a amostra contém apenas uma espécie ($S = 1$), $H = 0$. Os valores de H aumentam com o aumento do número de espécies, mas raramente excedem o valor 5. O valor máximo de H para uma determinada amostra é igual a $\ln(S)$, neste caso todas as espécies apresentam a mesma abundância (ou seja, a equitabilidade é máxima).

A Equitabilidade é a relação entre a diversidade real e a diversidade máxima teórica. O valor varia entre 0 e 1, tendendo para zero quando a quase totalidade dos indivíduos pertencem a uma só espécie e é igual a 1 quando todas as espécies estão igualmente representadas, isto é apresentam o mesmo número de indivíduos. Para o índice de Simpson a equitabilidade é igual a D/S e para o índice de Shannon-Wiener a equitabilidade é igual a $H/\ln S$, sendo S o número de espécies na amostra.

2. Avaliar áreas para conservação utilizando índices de diversidade, raridade e endemismo

A selecção de áreas para conservação implica muitas vezes efectuar uma lista de prioridades de locais potenciais utilizando vários tipos de índices. A partir da base de dados das aves limícolas invernantes nos principais estuários e lagunas de Portugal, obtidas a partir de contagens efectuadas no mês de Janeiro (Costa 2000, Tabela 2), deve avaliar a importância dos vários locais para a conservação destas espécies em Portugal, utilizando índices que descrevem a diversidade, abundância, raridade, endemismo e o índice de valor do local (Turpie 1995). Calcule os diferentes índices e coloque os estuários e lagunas por ordem decrescente relativamente a cada um dos índices. Discuta os resultados.

Diversidade:

- Riqueza específica (S)
- Índice de diversidade e coeficientes de equitabilidade.

Abundância

- Nº total de indivíduos de todas as espécies
- Índice de abundância

$$I_a = \sum_{i=1}^S A_i,$$

sendo A_i o índice de abundância para a espécie i . Este índice é útil, quando se utilizam índices de abundância para avaliar quantitativamente as populações. Contagens ou amostras exactas podem ser muito difíceis, sendo os taxa quantificados de acordo com um índice (Tabela 1).

Tabela 1

Índice	0 - ausente	1 - ocasional	2 - comum	3 - Mto comum	4 - abundante
Nº aves	0	1-10	11-30	31-150	>150

Raridade

a) Índice de conservação do local

$$I_c = \sum_{i=1}^s ((n_i/N_i) \times 100),$$

sendo n_i o nº de indivíduos da espécie i num determinado local e N_i a população total da espécie i numa determinada área geográfica. Este índice valoriza locais que possuem maior proporção da população total de várias espécies.

b) Índice de endemismo

$$I_e = \sum_{i=1}^s (k/a_i),$$

sendo k = nº total de locais e a_i o nº de locais onde ocorre a espécie i . Este índice valoriza os locais que contêm espécies de distribuição reduzida (existentes em poucos locais).

Índice multi-critérios

O índice de valor do local combina os vários índices anteriores.

$$I_{vl} = \sum_{i=1}^s (S_i + I_e) \times (n_i/P_i),$$

sendo S_i o índice de estatuto de conservação da espécie (ver tabela seguinte), I_e , o índice de endemismo, n_i o número de indivíduos da espécie i e P_i a população total da espécie i . Este índice valoriza os locais com maior proporção de populações de espécies com elevado estatuto de conservação e distribuição limitada.

Outros índices multi-critérios têm sido propostos mas não existe informação para os aplicar (Ex: número médio de dias que a espécie i utiliza determinado local por estação).

Índice do estatuto de Conservação (S_i)

Estatuto	Índice
Migrador não nidificante	1
Nidificante comum	2
Nidificante pouco comum na área de estudo	3
Espécie endémica a nível nacional	4
Espécie endémica a nível costeiro	5
Espécie que consta da lista de aves ameaçadas	6

3. Discuta a aplicação dos conceitos de diversidade α , β e γ (em termos de riqueza específica) à base de dados apresentada.

4. A importância dos locais para a conservação das espécies em termos nacionais e internacionais depende da proporção da população nacional e mundial de cada espécie que utiliza determinada zona húmida. Em termos internacionais uma zona pode ser classificada como zona húmida importante ao abrigo da Convenção de Ramsar (<http://www.wetlands.org/RDB/Ramsar>) se suportar mais do que 1% de uma população de determinada zona biogeográfica. Consulte a bibliografia fornecida sobre esta convenção e os dados fornecidos sobre a percentagem da população europeia de cada espécie de ave limícola que inverte em Portugal para decidir quais as zonas húmidas apresentadas que se poderão classificar ao abrigo da convenção de Ramsar, com base neste critério de 1%.

O seguinte site contém informação útil sobre as zonas húmidas Portuguesas classificadas ao abrigo da convenção de Ramsar

http://www.wetlands.org/RDB/Ramsar_Dir/Portugal.htm

Existem muitos outros critérios para protecção de zonas para aves. Os mais utilizados são as IBAs (Important Bird Areas) definidas segundo critérios do Birdlife International. Pode obter mais informações no site:

<http://www.birdlife.net/sites/index.cfm>

Referências

Costa, L. 2000. Contagens de aves limícolas em Portugal. Airo 8: 15-25.

Turpie, J. K. 1995. Prioritizing South African estuaries for conservation: a practical example using waterbirds. Biological Conservation 74: 175-185.

Waite, S. 2000. Statistical ecology in practice. Prentice Hall, London.

Tabela 1. Contagem de aves limícolas em estuários e lagoas costeiras de Portugal continental (Costa 2000).

Espécies	Minho	Aveiro	Mondego	Tejo	Sado	Alvor	Faro	TOTAL
<i>Haematopus ostralegus</i>	55	30	0	0	60	25	968	
<i>Himantopus himantopus</i>	0	0	0	24	127	0	648	
<i>Recurvirostra avosetta</i>	0	270	968	5558	5855	54	731	
<i>Burhinus oedicnemus</i>	0	0	0	0	0	14	45	
<i>Phalaropus fulicarius</i>	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Charadrius</i>	58	857	65	420	330	7	3065	

<i>hiaticula</i>								
<i>Charadrius alexandrinus</i>	38	339	93	213	105	29	2635	
<i>Pluvialis apricaria</i>	0	270	0	0	0	0	110	
<i>Pluvialis squatarola</i>	62	756	108	2547	1832	90	1912	
<i>Arenaria interpres</i>	44	0	0	7	25	6	871	
<i>Vanellus vanellus</i>	8	70	224	995	0	96	108	
<i>Calidris alpina</i>	59	10700	742	12055	4295	251	12053	
<i>Calidris minuta</i>	0	60	16	145	0	2	814	
<i>Calidris ferruginea</i>	0	0	0	200	0	0	9	
<i>Calidris canutus</i>	0	60	0	550	80	0	514	
<i>Calidris alba</i>	89	58	21	0	10	0	209	
<i>Tringa totanus</i>	0	143	2	1069	1038	118	1903	
<i>Tringa erythropus</i>	0	0	0	4	4	0	26	
<i>Tringa nebularia</i>	3	12	5	1	25	28	63	
<i>Tringa ochropus</i>	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Actitis hypoleucos</i>	4	19	22	6	10	2	26	
<i>Philomachus pugnax</i>	0	0	12	3	0	0	2	
<i>Numenius arquata</i>	29	160	0	236	97	9	560	
<i>Numenius phaeopus</i>	0	0	3	0	8	7	70	
<i>Limosa limosa</i>	7	370	9	6225	20030	35	1805	
<i>Limosa lapponica</i>	0	150	13	1500	180	0	1871	
<i>Gallinago gallinago</i>	0	6	23	0	0	15	8	

III. MONITORIZAÇÃO DE POPULAÇÕES ANIMAIS E VEGETAIS

A Monitorização de populações é um processo essencial em Biologia da Conservação. Para determinar o estatuto de determinada espécie é necessário efectuar censos no campo. Para saber como a espécie responde a medidas de gestão, é necessário repetir tais censos de forma regular. Portanto a monitorização é um processo efectivo que permite avaliar a resposta de determinada população a alterações no meio ambiente, quer de origem natural, quer de origem antropogénica.

O método de monitorização a utilizar depende da espécie em estudo. Para cada grupo taxonómico têm sido desenvolvidos métodos específicos para estimar a abundância de populações. Contar o número de indivíduos de determinada população constitui o método mais directo de avaliar a abundância ou densidade de determinada população. Embora tal seja praticável em algumas espécies em que é possível localizar todos os

indivíduos (Ex: abutres que se reproduzem em escarpas, aves aquáticas que frequentam zonas húmidas específicas, plantas relativamente raras que ocorrem em áreas bem delimitadas), para muitas outras tal não é possível. Muitas espécies apresentam áreas de distribuição muito grandes e contar todos os indivíduos seria praticamente impossível. Assim, torna-se necessário estimar o número de efectivos de uma população através de técnicas de amostragem

É necessário efectuar uma primeira distinção entre plantas e animais. O número e a densidade de indivíduos é, em muitos casos, uma forma pouco adequada de determinar a abundância de espécies vegetais. Ao contrário da grande maioria dos animais os indivíduos de determinada espécie vegetal com a mesma idade variam consideravelmente em tamanho, pelo que contar apenas o número de indivíduos, sem considerar a biomassa, é pouco informativo. Além disso, muitas espécies vegetais propagam-se vegetativamente, tornando-se difícil ou quase impossível identificar indivíduos. Portanto, a determinação da abundância de plantas, nomeadamente plantas herbáceas e arbustivas, é muitas vezes efectuada com base na percentagem de cobertura, geralmente delimitando parcelas (quadrados), e registando a frequência de indivíduos e a percentagem de cobertura em cada quadrado (unidade de amostragem).

1. Estimar a densidade de árvores sem recorrer a parcelas

A densidade define-se como o número de indivíduos por unidade de área. Ainda que estes dados sejam difíceis de estimar em muitas ocasiões, costumam ocupar menos tempo que obter dados de biomassa ou produção, provocam menos perturbação e interpretam-se com mais facilidade do que as medidas de frequência. Estas últimas são muito simples no que respeita à recolha de dados, mas difíceis quanto à interpretação biológica, já que um grande número de características da vegetação podem alterar o seu valor.

A unidade em que se exprime a densidade poderá ser de superfície, de volume ou, algumas vezes, de massa. Falar de 250 árvores por ha, de 5 milhões de bactérias por grama de solo, de 80 kg de peixes por ha de superfície de água, são distintas formas de expressar a densidade. Se a densidade se avalia em relação à área total obtém-se a densidade bruta, se se mede por unidade de área que constitui o habitat adequado para a espécie, introduz-se o conceito de densidade específica ou ecológica. Os métodos de estimar a densidade de árvores (ou outros organismos sésseis) sem recorrer a parcelas são muitos úteis quando a densidade da população é baixa e os indivíduos apresentam uma distribuição pouco densa. Tal é particularmente útil em florestas multi-específicas, as quais são muito importantes em termos de conservação. Em tais situações torna-se pouco prático delimitar parcelas ou utilizar quadrados.

Procedimento

Coloque um transecto de 50 m no terreno. Marque pontos de 10 em 10 m ao longo do transecto. Cada um destes pontos constitui um ponto de amostragem localizado sistematicamente. Efectue um mínimo de 4 transectos, ou seja 20 pontos. Utilize os três métodos seguintes para calcular a densidade de cada espécie de árvore (Mueller-Dombois & Ellenberg 1975). Antes de medir as distâncias deve definir o que entende por árvore, de modo a efectuar uma separação entre árvore e arbusto. Só deve calcular a densidade de espécies de árvores para as quais obtenha um mínimo de três medições (=distâncias, $n=3$).

A - Método do vizinho mais próximo

Após a localização do ponto de amostragem, seleccionar a árvore mais próxima, identificar a espécie e medir a distância entre esta e a mais próxima. Calcular a distância média (\bar{d}_1) entre os vizinhos mais próximos e a densidade por m^2 a partir da seguinte fórmula:

$$D_1 = 1 / (2 \bar{d}_1)^2$$

B - Método do indivíduo mais próximo

Após a localização do ponto de amostragem, seleccionar a árvore mais próxima, identificar a espécie e medir a distância entre esta e o ponto de amostragem. Calcular a distância média em m (\bar{d}_2) entre cada ponto de amostragem e a árvore mais próxima e a densidade a partir da seguinte fórmula:

$$D_2 = 1 / (2 \bar{d}_2)^2$$

C - Método do quadrante centrado num ponto

Após a localização do ponto de amostragem, delimitar um sistema de eixos paralelos, obtendo assim 4 quadrantes. Medir a distância em m do centro a cada um das árvores mais próximas situadas em cada quadrante e identificar cada uma das espécies. Calcular a distância média em m (\bar{d}_3) de todas as distâncias do ponto às árvores em cada quadrante, e a densidade a partir da seguinte fórmula:

$$D_3 = 1 / (\bar{d}_3)^2$$

Calcule a densidade de cada espécie de árvore, discuta os resultados e a aplicação dos três métodos propostos.

2. Estimar a abundância de animais utilizando pontos de amostragem e transectos (amostragem à distância)

O número de animais vistos por um observador parado ou em deslocação lenta depende da densidade dos animais nas redondezas e da sua visibilidade. Quanto maior for a densidade tanto maior deverá ser o número de animais observados. Assumindo que a visibilidade dos animais decresce exponencialmente com a distância ao ponto de amostragem, uma estimativa da densidade pode ser obtida a partir do número de animais observados e da distância destes ao observador.

Numa perspectiva clássica, a partir do conhecimento da área e do número de objectos que nela existem, calcula-se o número de objectos por unidade de área. As diferenças fundamentais entre a amostragem à distância e os métodos clássicos consistem no facto de que o tamanho da área, muitas vezes não é conhecido, e muitos objectos poderão não ser detectados.

A probabilidade de detecção é sobretudo uma função da distância (Buckland et al. 2003), embora outros factores possam influenciar a detecção dos objectos tais como o tempo, altura do dia, observador, habitat, comportamento do animal, etc. A amostragem

deve ser planeada de modo a que estas variáveis se mantenham aproximadamente constantes.

Recolha de dados utilizando amostragem à distância (Buckland et al. 2003, Bibby et al. 1992):

1. É necessário definir a área de amostragem mas o seu tamanho não precisa de ser medido.
2. O observador necessita de identificar correctamente os objectos de interesse.
3. É necessário medir as distâncias do ponto (ou transecto) aos objectos. Conforme os estudos estas distâncias podem ser agrupadas em duas ou mais classes.
4. Os animais devem ser detectados no seu local inicial. O problema principal é quando ocorre movimento em resposta ao observador (se o animal se afasta a densidade obtida é uma sub-estimação, se o animal se aproxima a densidade obtida é uma sobre-estimação). O observador deve minimizar os problemas relacionados com o movimento, evitando a perturbação quando se aproxima dos pontos de amostragem (pode aguardar em silêncio um determinado intervalo de tempo após a chegada ao ponto).

Recolha de dados

No jardim botânico foram marcados 15-20 pontos de amostragem ao longo de um percurso, separados entre si por 50 m. O objectivo é o de estimar a densidade de machos e fêmeas de Trepadeira azul (*Sitta europaea*), que, para efeitos desta aula prática são simbolizados por uma fita colocada em árvores (azul: machos, rosa: fêmeas). O tempo de permanência em cada um dos pontos de amostragem é de 2 minutos. Os observadores não se podem ausentar dos pontos de amostragem, devem detectar as fitas possíveis durante os 2 minutos e estimar a distância radial entre o ponto de amostragem e cada uma das fitas. Após a recolha de dados calcular a densidade de fitas por ha, recorrendo ao software Distance (Apêndice I). Comparar o valor obtido com o valor real fornecido pelo professor.

No final destes dois trabalhos práticos serão discutidas as vantagens e desvantagens de cada um dos métodos, devendo os alunos apresentar uma lista de problemas que encontraram na aplicação dos métodos e possíveis soluções para tais problemas.

Referências

Bibby, C.J., N. D. Burgess & D. A. Hill 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, London.

Buckland, S.T., D. R. Anderson, K. P. Burnham & J. L. Laake 1993. Distance sampling: Estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall, London.

Waite, S. 2000. Statistical ecology in practice. Prentice Hall, London.

Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1975. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York.

Apêndice I: Utilização do software DISTANCE.

Os pressupostos da amostragem à distância serão discutidos após uma apresentação inicial do programa DISTANCE. O download do programa pode ser efectuado gratuitamente a partir de <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>

A amostragem à distância pode ser utilizada para estimar densidades de muitas espécies de aves, mamíferos, por exemplo cetáceos, efectuando transectos no mar com um barco, e veados, efectuando transectos com um carro. Pode igualmente ser utilizado para ninhos, invertebrados e até plantas.

As aves constituem um dos grupos em que este método tem sido mais utilizado. As aves são conspícuas devido às suas cores e cantos, tornando assim a sua detecção possível, mesmo em habitats muito densos. Neste caso uma familiarização com as suas vocalizações é essencial. Em muitas situações determinar a distância exacta entre o observador e o animal é quase impossível, pelo que se podem apresentar os dados por classes de distância. Em habitats relativamente densos (Ex. florestas) definem-se por vezes apenas duas bandas: aquém ou além de um determinada raio em redor do ponto de amostragem.

Utilização do programa Distance

1. Fase exploratória. Preparar histogramas dos dados das distâncias utilizando várias classes de distâncias. Por vezes é útil repartir os dados em 10-20 grupos de modo a obter uma boa tendência para os dados. Ao examinar os histogramas será possível detectar se houve movimento dos animais em relação ao observador. Os dados das últimas distâncias poderão ser eliminados (mais ou menos 5-10% dos pontos), dado que estas estimativas estão sujeitas a um maior erro e a sua eliminação não prejudica o cálculo da curva de detectabilidade.

2. Introdução de dados no programa.

O download do programa pode ser efectuado a partir de <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>

Ao abrir um novo ficheiro em “Distance” deve aceder ao file e criar um novo ficheiro, dando um nome. Depois siga as instruções fazendo click em Next, devendo responder às seguintes questões:

- a) “Was the survey Line transect/point transect/Cue count” ? Resposta: point transect
- b) “Were data collected as perpendicular distance/Radial distance and angle?”
Resposta: perpendicular distance
- c) “What is the sampling fraction ?” De um modo geral é sempre um, embora em alguns trabalhos seja 0.5 (por exemplo contagens em apenas metade do transecto).

Ao terminar esta parte pode prosseguir para dar entrada dos dados seguindo as instruções do programa

Menus: vão aparecer os seguintes “layers”: “Global layer”, “Stratum layer”, “Sample layer” e “Observation layer”. Pode aceder a cada uma delas fazendo click em “Next” ou “Back”. Leia as instruções e coloque os dados. Na “sample layer” deve colocar em “Label” cada um dos pontos efectuados, o esforço (survey effort = 1, pois cada ponto foi apenas efectuado uma vez). Após dar entrada do 1º registo em “sample layer”, deve colocar logo os dados (distâncias medidas) em “Observation layer”. Não se esqueça de colocar uma coluna para o sexo da ave. Quando terminar a entrada da 1ª distância, poderá ter de fazer click em “append a record” para colocar mais uma observação, dentro do mesmo ponto de amostragem. Quando terminar a entrada de dados do 1º ponto de amostragem, deve fazer click em “append a record” para colocar o próximo registo.

3.Análise no “Distance”. Após a introdução dos dados a análise é efectuada a partir do ícone “Analysis Browser”

Com base numa inspecção visual dos dados seleccionar uma FUNÇÃO CHAVE que se adapte aos dados (ver manual). De início poder-se-ão considerar duas funções que deverão descrever o comportamento dos dados (uniforme e “half-normal”). Deverão ser utilizados testes de máxima verosimilhança (Maximum likelihood) e o critério informativo de Akaike (AIC) para verificar se o modelo escolhido é o adequado (quanto menor for o valor de AIC melhor será o ajuste do modelo aos dados recolhidos. O importante é que o modelo se ajuste bem aos dados junto ao ponto (ou transecto), uma vez que um dos pressupostos mais importantes do método é o de que a detecção na origem é de 100%).

Uma vez em “analysis browser” seleccionar “New analysis” para analisar os dados que foram colocados. No menu “data filter” click em “new” para seleccionar a análise separadamente por machos e por fêmeas bem como a necessidade de eliminar ou não os dados obtidos a uma grande distância em “truncation”.

No menu “Model” click em new para seleccionar a função adequada que deverá descrever os seus dados (ver acima). Depois de terminar click em “Run” para correr a análise e depois pode fechar. A análise está pronta. Procure o significado de cada um dos símbolos, registre a densidade de machos e fêmeas de Pica-pau e os limites 95% de confiança das estimativas de densidade. Discuta os resultados.

IV. APLICAÇÃO DAS CATEGORIAS DE AMEAÇA DA IUCN UTILIZADAS NOS LIVROS VERMELHOS.

A utilização de categorias de ameaça de espécies utilizadas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, Cabral et al. 2005) tornaram-se umas das ferramentas de decisão mais importantes em Conservação biológica. Nos critérios aplicados são utilizadas uma série de regras para classificar as espécies em categorias de ameaça. O objectivo é a classificação de uma grande gama de espécies de acordo com o seu risco de extinção (Cabral et al. 2005). O esquema de classificação proposto foi aceite globalmente e constitui uma ferramenta ambiental a nível nacional e internacional. Por exemplo aquando de um estudo de impacte ambiental é necessário referir o estatuto de conservação das espécies existentes no local onde a obra vai ser efectuada.

O objectivo deste trabalho é o de aplicar os critérios estabelecidos pela União Internacional para a Conservação da Natureza para determinar a categoria de ameaça de espécies de vertebrados. A tabela 1 apresenta a estrutura das categorias.

Tabela 1- Categorias de ameaça estabelecidas pela IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza).

Taxon

Extinto

Extinto na natureza

Criticamente em perigo

Em perigo

Vulnerável

Categorias de Ameaça

Quase ameaçado

Pouco preocupante

Sem dados

Não avaliado

As categorias são assim definidas:

Extinto: Um taxon está extinto quando o último indivíduo morreu. Um taxon está possivelmente extinto quando recenseamentos exaustivos (ao longo de um período de tempo adequado, e em habitat favorável) não registaram a ocorrência da espécie.

Extinto na Natureza: Um taxon está extinto na natureza quando ocorre apenas em cultivo ou cativeiro, ou então numa população naturalizada, longe da área de distribuição do taxon.

Criticamente em perigo: Um taxon está “Criticamente em perigo” de extinção quando a informação existente satisfaz um dos critérios A a E para a categoria “Criticamente em

perigo”. O taxon com esta categoria apresenta um risco bastante elevado de extinção na natureza.

Em Perigo: Um taxon está “Em perigo” de extinção quando a informação existente satisfaz um dos critérios A a E para a categoria “Em perigo”. O taxon com esta categoria apresenta um risco muito elevado de extinção na natureza.

Vulnerável: Um taxon apresenta-se “Vulnerável” quando a informação existente satisfaz um dos critérios A a E para a categoria “Vulnerável”. O taxon com esta categoria apresenta um risco elevado de extinção na natureza.

“Criticamente em perigo”, “Em perigo” e “Vulnerável” constituem as categorias de ameaça.

“Quase ameaçado”: Um taxon está quase ameaçado quando a sua avaliação não o coloca em nenhuma das categorias anteriores, mas está quase a qualificar-se ou será provável que se qualifique numa categoria de ameaça num futuro próximo.

“Pouco preocupante”: Um taxon inclui-se nesta categoria quando foi avaliado e não satisfaz nenhuma das categorias anteriores. Os taxa incluídos nesta categoria são geralmente espécies muito abundantes.

“Informação insuficiente”. Um taxon inclui-se nesta categoria quando a informação existente não é suficiente para efectuar a sua avaliação.

A tabela 2 apresenta de uma forma resumida os critérios e as regras utilizadas para atribuir categorias de ameaça (Cabral et al. 2005). Para a atribuição de uma das categorias de ameaça, são utilizados cinco critérios previamente definidos:

- A. Redução da população (passado, presente ou futuro projectado)
- B. Distribuição geográfica e fragmentação, declínio ou flutuação
- C. Efectivo populacional reduzido e fragmentação, declínio ou flutuação
- D. População muito pequena ou muito restrita
- E. Análise quantitativa do risco de extinção

Utilizando a informação da tabela 2 verifique a aplicação de cada um dos critérios e estabeleça a categoria de ameaça para cada uma das espécies.: *Ancistrocladus robertsoniorum*, *Physella wrighti*, *Branchinecta belki*, *Catapuma badia* e *Ficus faulkneriana* (exemplos retirados de exercícios do grupo de trabalho do Livro vermelho dos Vertebrados de Portugal).

Tabela 2. Resumo das Categorias e Critérios da IUCN (Cabral et al. 2005)

		Criticamente em Perigo (CR)	Em Perigo (EN)	Vulnerável (VU)
A	Redução do tamanho da população baseada em qualquer uma das seguintes avaliações:			
A1	Redução observada, estimada, inferida ou suspeitada do tamanho da população maior ou igual a x % durante os últimos 10 anos ou 3 gerações , consoante o mais longo, quando as causas da redução sejam claramente reversíveis E compreendidas E tenham cessado baseada em qualquer uma das seguintes avaliações (especificar): a) observação directa b) índice de abundância apropriado para o <i>taxon</i> c) declínio na área de ocupação, extensão da ocorrência e/ou qualidade do habitat d) níveis de exploração actuais ou potenciais e) efeitos de <i>taxa</i> introduzidos, hibridação, agentes patogénicos, poluentes, competidores ou parasitas.	≥ 90 %	≥ 70 %	≥ 50 %
A2	Redução observada, estimada, inferida ou suspeitada do tamanho da população maior ou igual a x % durante os últimos 10 anos ou 3 gerações , consoante o mais longo, quando a redução ou as suas causas possam não ter cessado OU não ser compreendidas OU não ser reversíveis baseada em qualquer uma das seguintes avaliações (especificar): a) observação directa b) índice de abundância apropriado para o <i>taxon</i> c) declínio na área de ocupação, extensão da ocorrência e/ou qualidade do habitat d) níveis de exploração actuais ou potenciais e) efeitos de <i>taxa</i> introduzidos, hibridação, agentes patogénicos, poluentes, competidores ou parasitas.	≥ 80 %	≥ 50 %	≥ 30 %
A3	Redução projectada ou suspeitada do tamanho da população maior ou igual a x % durante os próximos 10 anos ou 3 gerações , consoante o mais longo (até um máximo de 100 anos no futuro), baseada em qualquer uma das seguintes avaliações (especificar): b) índice de abundância apropriado para o <i>taxon</i> c) declínio na área de ocupação, extensão da ocorrência e/ou qualidade do habitat d) níveis de exploração actuais ou potenciais efeitos de <i>taxa</i> introduzidos, hibridação, agentes patogénicos, poluentes, competidores ou parasitas.	≥ 80 %	≥ 50 %	≥ 30 %
A4	Redução observada, estimada, inferida, projectada ou suspeitada do tamanho da população maior ou igual a x % durante qualquer período de 10 anos ou 3 gerações , consoante o mais longo (até um máximo de 100 anos no futuro), em que o período de tempo tem de incluir tanto o passado como o futuro e quando a redução ou as suas causas possam não ter cessado OU não ser compreendidas OU não ser reversíveis baseada em qualquer uma das seguintes avaliações (especificar): a) observação directa b) índice de abundância apropriado para o <i>taxon</i> c) declínio na área de ocupação, extensão da ocorrência e/ou qualidade do habitat d) níveis de exploração actuais ou potenciais e) efeitos de <i>taxa</i> introduzidos, hibridação, agentes patogénicos, poluentes, competidores ou parasitas.	≥ 80 %	≥ 50 %	≥ 30 %
B	Distribuição geográfica sob a forma B1 (extensão da ocorrência) OU B2 (área de ocupação) OU ambas:			
B1	Extensão da ocorrência estimada em menos de x km² E estimativas indicando pelo menos duas das situações de a) a c) (especificar):	< 100 km ²	< 5 000 km ²	< 20 000 km ²
	a) fragmentação elevada ou conhecida em x localizações	apenas 1 localização	≤ 5 localizações	≤ 10 localizações

	b) declínio continuado observado, inferido, ou projectado , em qualquer uma das seguintes situações: i) extensão da ocorrência ii) área de ocupação iii) área, extensão e/ou qualidade do habitat iv) número de localizações ou de subpopulações v) número de indivíduos maduros			
	a) flutuações acentuadas em qualquer uma das seguintes situações: i) extensão da ocorrência ii) área de ocupação iii) número de localizações ou de subpopulações iv) número de indivíduos maduros			
B2	Área de ocupação estimada em menos de x km² E estimativas indicando pelo menos duas das situações de a) a c) (especificar):	< 10 km²	< 500 km²	< 2 000 km²
	a) fragmentação elevada ou conhecida em x localizações	apenas 1 localização	≤ 5 localizações	≤ 10 localizações
	b) declínio continuado observado, inferido, ou projectado , em qualquer uma das seguintes situações: i) extensão da ocorrência ii) área de ocupação iii) área, extensão e/ou qualidade do habitat iv) número de localizações ou de subpopulações v) número de indivíduos maduros			
	a) flutuações acentuadas em qualquer uma das seguintes situações: i) extensão da ocorrência ii) área de ocupação iii) número de localizações ou de subpopulações iv) número de indivíduos maduros			
C	Tamanho estimado da população menor do que x indivíduos maduros e ainda qualquer uma das situações C1 ou C2:	< 250	< 2 500	< 10 000
C1	Declínio continuado estimado em pelo menos x % durante x anos ou x gerações , consoante o mais longo (até um máximo de 100 anos no futuro), OU	≥ 25 % 3 anos ou 1 geração	≥ 20 % 5 anos ou 2 gerações	≥ 10 % 10 anos ou 3 gerações
C2	Declínio continuado observado, projectado ou inferido , em número de indivíduos maduros E pelo menos uma das situações de a) a b) (especificar): a) estrutura da população sob uma das seguintes formas: i) não existem estimativas de subpopulações com mais de x indivíduos maduros ii) pelo menos x % dos indivíduos maduros está numa subpopulação a) flutuações acentuadas no número de indivíduos maduros	≤ 50 ≥ 90 %	≤ 250 ≥ 95 %	≤ 1 000 100 %
D	População muito pequena ou restrita sob a forma de uma das seguintes situações:			
D1	Tamanho estimado da população menor do que x indivíduos maduros	< 50	< 250	< 1 000
D2	População com área de ocupação ou número de localizações muito restritos, de tal forma que está vulnerável aos efeitos das actividades humanas ou a acontecimentos estocásticos a curto prazo num futuro incerto, e é portanto capaz de passar a criticamente em perigo ou mesmo extinta a curto prazo.	(não se aplica)	(não se aplica)	geralmente < 20 km² ou geralmente ≤ 5 localizações
E	Análise quantitativa que demonstra que a probabilidade de extinção na natureza é pelo menos de x % durante x anos ou x gerações , consoante o mais longo (até um máximo de 100 anos).	≥ 50 % 10 anos ou 3 gerações	≥ 20 % 20 anos ou 5 gerações	≥ 10 % 100 anos

Ancistrocladus robertsoniorum

Espécie de Liana que cresce até 30 m de altura. Encontra-se em florestas de baixa altitude, em solos húmidos. A população desta espécie está restrita a três localidades, todas dentro de Parques e reservas florestais, apresentando uma área de ocupação menor do que 500 km². A extensão de ocorrência é desconhecida. A espécie é comum localmente, embora o número total de indivíduos maduros seja desconhecido. Esta planta não é utilizada pelas populações humanas, apesar de possuir algumas propriedades de insecticida natural. O habitat está protegido em termos legais, mas tal protecção não é fiscalizada. A maior ameaça para esta espécie é a degradação do habitat devido à procura de terra para cultivo pelas populações locais. Os fogos florestais frequentes durante a estação seca constituem igualmente uma ameaça.

Physella wrighti (Gastropoda: Physidae)

Este molusco encontra-se restrito a um ribeiro com uma área de ocupação de 34 por 2 metros. Esta população está localizada no Ribeiro Alfa, na embocadura do lago Alpha, em Liard River Hotsprings Provincial Park, zona Central Norte da Colômbia Britânica (BC), Canada. A população está estimada em 1735 indivíduos. Apesar das modificações feitas na zona do lago Alpha e do ribeiro, a população parece estar a sobreviver bastante bem. O seu tamanho não se alterou desde a sua descoberta em 1973. Não se sabe ainda porque é que esta espécie está confinada a esta área tão pequena. Apesar dos distúrbios humanos (mais de 100 000 pessoas utilizaram os lagos em 1997) não parece ter-se alterado o tamanho da população ou a sua distribuição. A população de *Physas* localiza-se dentro de um Parque Provincial e, portanto, protegida pelas leis do parque – Park Act (1996).

Branchinecta belki (Crustacea: Branchinectidae)

Habitat sazonalmente astático, apesar da população parecer ter estado relativamente estável durante os últimos 10 anos. Ocorre em 4 lagos (aproximadamente do mesmo tamanho) numa área de 100 Km². É endémica no Norte do México. Está ameaçada pela construção de uma auto-estrada federal que vai destruir um dos lagos e aumentar a escorrência que poderá afectar os outros.

Catapuma badia (Mammalia: Felidae)

Muito pouco se sabe acerca do Gato da Baía do Bornéu. Os registos incluem umas (poucas) peles e algumas observações nos últimos 100 anos. Encontrado nas montanhas das florestas tropicais do Bornéu numa extensão de 42 000 Km². A sua densidade potencial é de um adulto com capacidade reprodutora por cada 5 Km² (previsão baseada numa espécie próxima), o que leva a uma estimativa de uma população madura de menos de 10 000 indivíduos. A desflorestação na região fragmentou o habitat desta espécie e criou, provavelmente, subpopulações isoladas.

Ficus faulkneriana C.C. Berg (Moraceae)

Distribuição: Distrito Kwale, Quénia e Distritos Pangano e Karogwe, Tanzânia.

Árvore epífita ou estranguladora que cresce em zonas arbustivas costeiras ou áreas florestais húmidas. Referências à ocorrência de populações fragmentadas foram feitas em 4 zonas, com um local adicional onde uma amostragem foi feita em 1968. Só 3 localizações são presentemente conhecidas e a extensão de ocorrência estima-se inferior a 20 000Km² numa área total de ocupação inferior a 10 Km². A fragmentação e perda de habitats continua a ocorrer. As maiores ameaças à população existente (menos de 50 indivíduos maduros; só 4 em Dzirihini e na Reserva da Floresta Gongoni, Kénia) continuam a ocorrer. O habitat está muito degradado e ameaçado de completa destruição. O declínio da população é atribuído à degradação do habitat.

De seguida utilize artigos (Ramos 1996, Ramos et al. 1997) e o site (http://www.spea.pt/ms_priolo/) sobre a espécie *Pyrrhula murina* cuja distribuição se restringe à ilha de S. Miguel (Açores) e estabeleça a sua categoria de ameaça. Para esta espécie deve ainda elaborar um pequeno relatório utilizando a informação fornecida (máximo de duas páginas) com os seguintes pontos:

- Nome vulgar e científico
- Distribuição e abundância da espécie
- Habitats utilizados
- Ameaças para a espécie
- Categoria de ameaça (justifique)
- Referências

Referências

Cabral, M. J., J. Almeida, P. R. Almeida, T. Dellinger, N. Ferrand de Almeida, M. E. Oliveira, J. M. Palmeirim, A. I. Queiroz, L. Rogado & M. Santos-Reis (2005). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa, Lisboa.

Ramos, J. A. 1996. Introduction of exotic trees as a threat to the Azores bullfinch population. *Journal of Applied Ecology* 33: 710-722.

Ramos, J. A., M. Fagundo & A. Isidoro. 1997. A degradação da floresta natural de altitude em S. Miguel e a conservação do Priôlo, *Pyrrhula murina*. *Revista Florestal* 10: 20-27.

http://www.spea.pt/ms_priolo/

V. ANÁLISE DE VIABILIDADE DE POPULAÇÕES

A extinção de uma população pode ser entendida como um processo em que populações comuns e de ampla distribuição são fragmentadas devido a factores

extrínsecos (destruição de habitat, sobre-exploração, etc). Uma vez fragmentadas e reduzidas as populações ficam sujeitas a grandes flutuações devido a factores intrínsecos. Assim as populações locais ocasionalmente extinguem-se e como consequência de várias extinções locais o taxon poderá extinguir-se em toda a sua área de distribuição (Miller & Lacy 1999).

O problema fundamental das populações reduzidas consiste no facto de que as flutuações que ocorrem em cada geração podem conduzir as populações à extinção. A probabilidade de extinção passa então a ser determinada mais pelas flutuações no tamanho da população do que a taxa de crescimento da população. A maioria das etapas do ciclo de vida de uma população são processos de amostragem aleatória: natalidade, mortalidade, sexo, doença, transmissão de genes para as gerações seguintes, etc. As populações reduzidas (tal como as amostras reduzidas) apresentam flutuações destas variáveis muito superiores às flutuações que ocorrem em populações maiores.

A análise de viabilidade de populações (PVA), utilizando programas como o VORTEX (Miller & Lacy 1999) pretende calcular a probabilidade de extinção e outros parâmetros que afectam a produtividade de uma população através de análises que incorporam ameaças (de origem demográfica, genética e ambiental) à persistência da população em modelos de processos de extinção. Mesmo quando não existe a informação necessária para a análise de viabilidade de populações podem-se utilizar dados de espécies semelhantes e simular diferentes cenários que podem ser úteis, por exemplo, para escolher entre várias opções de conservação e gestão da espécie.

Neste trabalho prático pretende-se calcular um modelo Vortex para duas populações: uma população de elefantes marinhos das ilhas Falkland (Galimberti *et al.* 2001) e o Priolo, uma ave endémica da ilha de S. Miguel (Ramos 1994 e 1996).

Conceitos importantes para modelação com Vortex

Endogamia (“Inbreeding depression”): Diz respeito à redução de “fitness” devido ao acasalamento entre indivíduos aparentados. A endogamia parece afectar a maioria das espécies com reprodução sexuada e pode causar redução na sobrevivência de juvenis e adultos, redução na fecundidade, etc. Embora a endogamia possa afectar vários componentes da “fitness”, o seu efeito global pode ser avaliado em termos de redução de sobrevivência dos juvenis.

Em estudos de *Drosophila* a maioria dos efeitos de consanguinidade é devido ao efeito de alelos recessivos que são letais. Existe uma relação exponencial entre a sobrevivência e a consanguinidade:

$$S = S_0 e^{-bf} \quad \text{sendo}$$

S = Taxa de sobrevivência

S₀ = Taxa de sobrevivência sem consanguinidade

b = N° médio de alelos letais por genoma haploide (metade do n° por indivíduo diploide). Mede a redução de “fitness” para um determinado valor de consanguinidade.

f = Coeficiente de consanguinidade

O efeito de consanguinidade utilizado em Vortex é o valor de b : n° de alelos recessivos que causam determinada taxa observada de consanguinidade. Este conceito denomina-se “Equivalentes letais”. Por exemplo uma população com 4 equivalentes letais por indivíduo diploide ($b = 2$), pode conter 4 alelos letais por indivíduo, ou pode conter 8 alelos por indivíduo se cada um causar uma redução da sobrevivência em 50% em homozigotia, ou pode conter 2 alelos letais e 4 alelos letais a 50%).

Vortex utiliza este conceito de equivalentes letais para quantificar a redução de sobrevivência dos juvenis devido à consanguinidade. No início da simulação VORTEX atribui a cada indivíduo um n° de equivalentes letais. Se algum descendente receber duas cópias do mesmo equivalente letal morrerá. Assim o número de alelos letais será mais reduzido nas gerações futuras. Aparentemente o efeito dos alelos letais é apenas uma questão aleatória, não tendo sido encontrado nenhum padrão em termos dos aspectos ecológicos e taxonômicos das espécies. Assim a selecção natural pode ser efectiva em remover alelos letais, excepto quando o efeito de consanguinidade resulta de uma vantagem dos heterozigóticos sobre todos os homozigóticos. Assim é necessário introduzir no programa, para além do n° de equivalentes letais, a percentagem do efeito de consanguinidade que é devido a outros mecanismos genéticos. O n° de equivalentes letais existe para poucas populações. A mediana de 40 populações é de 3.14 sendo os efeitos de consanguinidade atribuídos a alelos letais de 50% (Miller & Lacy 1999).

Estocasticidade Demográfica (“Demographic stochasticity”) e Variabilidade ambiental (“EV, Environmental variability”): Estocasticidade demográfica refere-se às flutuações aleatórias nas taxas de natalidade, mortalidade e razão machos:fêmeas devido aos processos de amostragem aleatórios (mesmo que as taxas de natalidade e mortalidade sejam constantes ao longo do tempo). Assim a variação anual no n° de indivíduos de cada sexo que nascem e morrem seguem uma distribuição binomial.

A variabilidade ambiental refere-se à variação anual nas probabilidades de reprodução e sobrevivência que é atribuída a flutuações nas condições ambientais (clima, presas e parasitas entre outros). A estocasticidade demográfica é a variação observada em determinada variável demográfica devido a características inerentes aos indivíduos (por exemplo alguns indivíduos podem apresentar maior sucesso reprodutor do que outros). Na prática obter dados para distinguir entre estes dois processos não é fácil. A estocasticidade demográfica deriva de um processo de amostragem (é a variação nas médias das amostras em redor da média da população, fixa em determinado ano), enquanto a variabilidade ambiental se refere à variação na média da população de ano para ano.

Assim a variação nas taxas de natalidade e mortalidade apresenta duas componentes: (1) variação demográfica (que resulta da amostragem binomial em cada ano) e (2) flutuações adicionais devido a variações ambientais. Com os dados

de taxas de mortalidade de vários anos podemos separar os efeitos destas duas componentes

$$\text{variação ambiental} = \text{variação total} - \text{variação demográfica (variância binomial)}$$

Ex: Se a média da taxa de mortalidade de uma população, obtida através de amostragens de 100 indivíduos ao longo de vários anos = 0.387, com uma variância (que representa os efeitos demográficos e ambientais combinados) de 0.0219

$$\text{Variância (efeito ambiental)} = \text{variância total} - \text{variância binomial}$$

$$\begin{aligned}\text{variância (e. ambiente)} &= 0.0219 - (p.q)/n = \\ \text{variância (e. ambiente)} &= 0.0219 - (0.387 \times 0.613)/100 \\ \text{variância (e. ambiente)} &= 0.0195\end{aligned}$$

$$\text{variância (e. ambiente)/variância total} = 0.0195/0.0219 = 89\%$$

Estes cálculos indicam que a contribuição da estocasticidade demográfica para a variância total é relativamente reduzida, pois a variância devido à componente ambiental é cerca de 90% da variância total da mortalidade. A estocasticidade demográfica só será importante se o número de indivíduos na amostra for reduzido (na ordem de poucas dezenas).

Concordância em termos de variabilidade ambiental que afecta a reprodução e sobrevivência: Os factores que constituem a variabilidade ambiental podem afectar a reprodução e a sobrevivência independentemente ou simultaneamente. Se os anos que são bons para a reprodução o são simultaneamente bons em termos de sobrevivência a resposta em Vortex será Y.

Catástrofes: As catástrofes dizem respeito a variações ambientais extremas, que afectam a reprodução e a sobrevivência. As catástrofes podem incluir incêndios, enxurradas e outros fenómenos de grande dimensão. Em vortex as catástrofes estão associadas a um factor de severidade sobre a reprodução e sobrevivência que vai desde 0 (perda total de reprodução e sobrevivência) a 1 (a catástrofe não apresenta qualquer efeito). Por exemplo ao colocar o valor de 0.75 para severidade sobre a reprodução, se por exemplo apenas 50% das fêmeas se reproduzem num ano normal então num ano de catástrofe apenas se reproduzem $50\% \times 0.75 = 37.5\%$. Os graus de severidade das catástrofes podem ser superiores a 1, o que significa que as catástrofes teriam efeitos benéficos na reprodução e sobrevivência.

Aplicação do programa VORTEX

a) Leão-marinho, *Mirounga leonina* nas ilhas Shetland

Existe apenas uma população reprodutora muito localizada, e que se pensa poderá ser susceptível a alterações na variabilidade ambiental e eventualmente a catástrofes. A análise de viabilidade de populações com sobreposição de gerações e variações das taxas de fecundidade e mortalidade requiere a especificação de

muitos parâmetros. Esses parâmetros foram obtidos de populações da mesma espécie que tem sido estudadas com mais pormenor. A fecundidade dos adultos é independente da idade porque não foram detectados efeitos de senescência em elefantes marinhos. A mortalidade dos progenitores é igualmente independente da idade, uma vez que as taxas de mortalidade após a maturidade são aproximadamente constantes em ambos os sexos.

A densidade da população é relativamente reduzida, pelo que não deve apresentar regulação dependente da densidade. Deve modelar a população utilizando a informação e os parâmetros que se indicam na tabela 1. Após efectuar o 1º modelo examine o efeito de:

- 1- Aumentar a taxa de mortalidade dos indivíduos com um ano em 5% e 20%.
- 2- Aumentar a taxa de mortalidade dos adultos fêmeas em 5% e 20%.
- 3 - Aumentar a variação ambiental nas várias classes de idades em 1%, 5% e 20%.
- 4 - Aumentar a probabilidade de catástrofe para 2%, 10% e 25%.
- 5- Para a mesma percentagem de catástrofe utilizar um factor de severidade de 0; 0,1; 0,2 e 0,5 para sobrevivência e reprodução.
- 6- Discuta os resultados obtidos.

Tabela 1. Parâmetros demográficos a utilizar para *Mirounga leonina* (Galimberti *et al.* 2001). Os parâmetros são designados em inglês tal como constam no programa VORTEX.

Parâmetro	Valor
PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS	
Female breeding age (years)	4
Male breeding age (years)	7
Maximum breeding age (years)	21
Female mortality (%), EV em parêntesis	
Age 0	40 (4.8)
Age 1	15 (5.9)
Age 2	12 (7.1)
Age 3	12 (10.3)
Adults	16 (10.2)
Male mortality (%), EV em parêntesis	

Age 0	40 (6.3)
Age 1	15 (6.3)
Age 2	17.3 (7.9)
Age 3	17.1 (11.4)
Age 4	17.1 (11.4)
Age 5	16.9 (10.0)
Age 6	19.9 (15.1)
Adults	29 (9.9)
Fecundity (%), Ev em parêntesis	88 (9.8)
Maximum litter size	1
Birth sex ratio, prop. of females	0.51
Mating system	
Type	Polygynous
Males in the breeding pool (%)	28
Inbreeding depression	
Lethal equivalents	3.14
Genetic load attributed to lethal equivalents (%)	100
B.PARÂMETROS DE SIMULAÇÃO	
Initial population size	1827
Number of replications	500
Number of years	100
Extinction report interval	10
Extinction criteria	0 females
Catastrophe (%)	1
Severity with respect to reproduction	0.5
Severity with respect to survival	0.5

b) Priolo *Pyrrhula murina*

Proceda tal como no exemplo anterior utilizando agora os parâmetros que constam da tabela 2 (Ramos 1994, 1996). Após efectuar o primeiro modelo examine o efeito de uma taxa de mortalidade, para adultos e juvenis, de 41%, 42%, 43% e 44%. Discuta os resultados obtidos, nomeadamente a sensibilidade da taxa de mortalidade.

Tabela 2. Parâmetros demográficos a utilizar para *Pyrrhula murina* (Ramos 1994, 1996 e http://www.spea.pt/ms_priolo/). Os parâmetros são designados em inglês tal como constam no programa VORTEX.

Parâmetro	Valor
PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS	
Beginning of female breeding age (years)	1
Beginning of male breeding age (years)	1
Maximum breeding age (years)	10
Female mortality (%), EV em parêntesis	
Age 0	45.0 (10)

Adults	45.0 (10)
Male mortality (%), EV em parêntesis	
Age 0	45.0 (10)
Adults	45.0 (10)
Fecundity (%), Ev em parêntesis	100 (10.0)
Maximum litter size	2
Birth sex ratio, prop. of females	0.50
Mating system	
Type	Monogamous
Males in the breeding pool (%)	100
Inbreeding depression	
Lethal equivalents	3.14
Genetic load attributed to lethal equivalents (%)	50
B. PARÂMETROS DE SIMULAÇÃO	
Initial population size	800
Number of replications	100
Number of years	100
Extinction report interval	10
Extinction criteria	0 females

Referências

Galimberti, F. 2001. Viability of the southern elephant seal population of the Falkland Islands. *Animal Conservation* 4: 81-88.

Miller, P.S. & R. C. Lacy. 1999. Vortex: A stochastic simulation of the extinction process: version 8. User's manual. Apple valley, MN: Conservation Breeding specialist Group (SSC/IUCN).

Ramos, J. A. 1996. Introduction of exotic trees as a threat to the Azores bullfinch population. *Journal of Applied Ecology* 33: 710-722.

Ramos, J. A. 1994. The annual cycle of the Azores bullfinch, *Pyrrhula murina* Godman 1866 (Aves: Passeriformes). *Arquipélago Life and Marine Sciences* 12A: 101-109.

http://www.spea.pt/ms_priolo/

VI e VII. VISITA A ÁREAS PROTEGIDAS E DE INTERESSE PARA A CONSERVAÇÃO NA REGIÃO CENTRO.

A saída de campo está orientada para introduzir habitats importantes em termos de conservação, as espécies selvagens que os utilizam, utilizações do solo que interferem ou promovem a conservação de habitats e avaliar possíveis medidas de gestão. Embora o objectivo seja o de uma visita “descontraída”, é importante levantar questões sobre os aspectos acima mencionados. Será preparado um pequeno conjunto de documentos sobre as áreas que se irão visitar. O exame pode conter perguntas acerca da saída de campo.

1. Paul do Taipal

Este Paul faz parte do sistema de pauis do Baixo Mondego, conjuntamente com o Paul de Arzila e da Matriz. Os três estão classificados como áreas protegidas. O Paul do Taipal constitui uma área de alagamento permanente, por não ter drenagem devido às obras do vale do Mondego. É uma área de antigos campos de arroz com cerca de 50 ha.

Leia o artigo de Farinha et al. (2001) e o placard informativo sobre o Paul. Observe as espécies animais e vegetais aí existentes. Procure informar-se sobre as espécies que permitiram classificar o Paul como área protegida.

1.2 Apresente uma lista de ameaças para o Paul do Taipal.

1.3 Nota alguma medida de gestão activa no Paul ? Quais?

1.4 Que entidades deveriam estar envolvidas na gestão do Paul ? Porquê

- 1.5 Apresenta uma lista de medidas que considere importantes para a gestão desta área húmida.

2. Estuário do Mondego

Leia o artigo de Lopes et al (2002) acerca da avifauna do estuário do Mondego e observe as espécies no estuário anotando o habitat onde se encontram.

- 2.1 Observe as espécies presentes no estuário e tente assinalar os principais tipos de biótopos existentes nesta área.
- 2.2 Após ter lido o artigo fornecido e observado o estuário assinale as principais questões em termos de gestão do estuário do Mondego.
- 2.3 Que entidades deveriam estar envolvidas na gestão do estuário ?
- 2.4 Apresente algumas medidas de gestão para esta área protegida.

3. Dunas e praia da Gala

- 3.1 Observe as espécies vegetais da duna e verifique o estado de preservação da duna.
- 3.2 Que espécies animais deverão ser tidas em conta na gestão do sistema dunar/praias.
- 3.3 Quais as principais ameaças para o sistema dunar e a praia ?
- 3.4 Que medidas de gestão poderia implementar nesta área.

4. Manchas florestais no Baixo Mondego

Informe-se sobre a vegetação autóctone do Monte de Santa-Olaia e Ferrestelo (Freitas e Paiva 2001). Durante a visita às duas manchas florestais (bosque autóctone do Monte de Santa-Olaia e Ferrestelo e eucaliptal/pinhal) efectue uma avaliação qualitativa das áreas em termos de conservação utilizando o questionário em anexo. Esta avaliação está orientada para introduzir pontos importantes em termos de conservação de habitats e ecossistemas, nomeadamente:

- a) As espécies selvagens que utilizam determinados habitats.
- b) Os factores que promovem a biodiversidade de um local.
- c) Avaliação da importância de determinado local em termos de conservação.
- d) Utilizações do solo que interferem ou promovem a conservação de habitats.

Deve preparar-se para discutir as várias variáveis abordadas no questionário em termos de conservação, nomeadamente a importância dos critérios apresentados.

Questionário

Efectue uma avaliação qualitativa de cada um dos parâmetros assinalados para as duas áreas florestais. Para cada um dos critérios atribua 1 ponto para respostas sim e 0 pontos para respostas não. Em caso em que se comparam valores atribua 1 para o maior valor e 0 para o menor valor. Nas restantes questões utilize a pontuação indicada em cada questão. Decida, justificando, sobre uma pontuação a atribuir à questão 3 e 6.

Critério	Local	Local
	1	2
1. Área		
2. Existem cursos de água		
3.. Tipo de floresta a) pelo menos 0% de coníferas b) pelo menos 80% de caducifólias c) zona mista (20-80% de caducifólias) d) bosque ripícola natural e) Floresta mosaico com clareiras extensas		
4. Árvores dominantes a) uma só espécie dominante (0) b) duas espécies dominantes (1)		
5. Diversidade de árvores (atribua um valor na escala que vai de -2 = monocultura, até +2= grande diversidade.		
6. Estádio da sucessão ecológica a) espécies pioneiras (1-2 anos após o corte) b) estágio intermédio (3-8 anos após o corte) c) estágio intermédio (8 - 20 anos após o corte) d) estágio final (> 20 anos)		
7. Estrutural vertical do povoamento: a) estrato herbáceo (1) b) estrato arbustivo (1) c) estrato arbóreo (1)		
8. A luz atinge o solo ?		
9. A manta morta apresenta mais de 5 cm de espessura		
10. O estrato arbustivo é composto por: a) fetos e vegetação nativa que floresce na Primavera (1) b) plantas introduzidas e exóticas agressivas densas (0)		
11. Qualidade dos troncos: a) altos e direitos (1) b) baixos e tortos (0)		
12. Abundância de cavidades e ramos mortos nas árvores (atribua um valor na escala que vai de -2 = pouco, até +2 = muito).		
13. Abundância de madeira morta caída (atribua um valor na escala que vai de -2 = pouco, até +2 = muito).		
14. A orla do povoamento situa-se: a) numa matriz florestal (1) b) numa matriz não florestal (0)		
15. A orla é: a) abrupta (1) b) não abrupta (0)		
16. Existem afloramentos rochosos		
17. Existem cavernas ou grutas		

18. Existem estruturas humanas como celeiros e construções abandonadas		
19. Existem comunidades animais e/ou vegetais endêmicas		
20. Existem locais de interesse histórico		

Referências

Farinha, J. C., L. Costa, A. Trindade, P. R. Araújo e E. P. Silva. 2001. Zonas Húmidas Portuguesas de Importância Internacional, Instituto de Conservação da Natureza, Lisboa

Freitas, H. E J. Paiva. 1991. A relict Mediterranean-atlantic: its preservation. Ravera: Terrestrial and Aquatic Ecosystems, London

Lopes, R. J. A. Cabral, T. Múrias, C. Pacheco & J. C. Marques. 2002. Status and habitat use of waders in the Mondego estuary. Pp 219-229, In aquatic ecology of the Mondego river basin global importance of local experience (eds M. Pardal, J. C. Marques e M. Graça). Imprensa da Universidade, Coimbra.

VIII. INFLUÊNCIA DO EFEITO DE ORLA EM POPULAÇÕES ANIMAIS: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL

A maioria dos ecossistemas têm sido fragmentados por destruição de habitats, construção de estradas, clareiras, barragens, etc. Estas interrupções nos ecossistemas actuam como barreiras ao movimento de organismos, permitem a invasão por plantas e animais exóticas, aumentam a mortalidade de organismos que atravessam estas barreiras entre os fragmentos e provocam ainda uma série de outros efeitos de orla.

Por exemplo, à medida que a área das florestas tem vindo a ser reduzida o efeito de orla tem aumentado. Actualmente muitos dos bosques autóctones apresentam uma área reduzida, são cortados por estradas e/ou confluem com áreas agrícolas ou outras áreas humanizadas. Nestas áreas de orlas os valores de luminosidade, temperatura e de outros factores abióticos são mais elevados do que no interior das florestas. Assim, as orlas podem apresentar uma densidade elevada de recursos alimentares para determinados animais, tais como ervas daninhas para pastoreio, bagas para aves e sementes para roedores. Naturalmente, muitas espécies de animais são atraídos para estas áreas com elevada concentração de recursos, podendo vir a encontrar-se numa “armadilha ecológica”, pois várias espécies de predadores (nomeadamente mamíferos e aves) também são atraídos para as orlas. Assim, a predação poderá aumentar desproporcionalmente nas orlas, com consequências negativas nas populações de presas.

Este trabalho baseia-se na ideia de que se for colocado isco sob a forma de potenciais ninhos artificiais a várias distâncias da orla, e se monitorizar a proporção de isco consumido, tal deverá constituir um índice de predação sobre ninhos.

Métodos

Para planejar e executar uma experiência deste tipo deve ter em consideração/discutir os seguintes aspectos:

1) Tipo de isco

A maioria dos estudos experimentais deste género tem sido efectuados com ovos de galinha. No entanto, estes são muito conspícuos e muito largos para potenciais predadores como ratinhos ou esquilos. O isco a utilizar neste trabalho são amendoins.

2) Local da experiência

A maioria das experiências efectuadas por outros autores tem sido efectuada em florestas rodeados por campos, ou atravessadas por clareiras ou estradas. Esta experiência será efectuada na Mata Nacional do Choupal.

3) Como distribuir os “ninhos artificiais” pelo local de estudo

- a) Cada ninho artificial deve ser composto pelo mesmo número de amendoins: quantos ?
- b) Defina a orla e o interior do local de estudo.
- c) Defina a distância a partir da orla que considera como sendo interior
- d) Qual a distância entre cada ninho, quer para a orla, quer para o interior?
- e) Quantos ninhos vai colocar em cada habitat (orla e interior) e como os vai distribuir?
- f) Como vai marcar os locais dos ninhos?
- g) Poderá ser útil descrever a densidade da vegetação em redor de cada ninho. Como?
- h) Após quantos dias se voltam a verificar os “ninhos artificiais” ?

Análise de dados

A maneira mais simples de analisar os dados desta experiência é com uma tabela de contingência, onde os dados de uma ou mais amostras são colocados numa tabela que permite testar diferenças de frequências entre amostras. Neste caso irá comparar diferenças na frequência (ou percentagem) de predação entre as amostras dos dois tratamentos (orla versus interior). Irá testar a hipótese nula de que a frequência de predação não difere entre a orla e o interior.

Os cálculos devem ser efectuados utilizando o teste χ^2 e comparando o valor obtido com o valor tabelado.

Relatório

Deve ler os 5 artigos fornecidos e preparar um relatório desta actividade com as secções abaixo discriminadas. Atenção que a leitura de pelo menos estes cinco artigos é obrigatória para poder escrever a introdução e a discussão do relatório. Sempre que retirar uma ideia dos artigos lidos deve mencionar o autor do artigo (por exemplo Woodroffe e Ginsberg 1998)

- a) Título. Deve ser conciso e reflectir o trabalho efectuado
- b) Sumário. Deve ser conciso e não exceder 300 palavras mencionando o objectivo do trabalho, os métodos utilizados, os principais resultados e conclusões.
- c) Introdução. Deve introduzir a temática do efeito de orla, qual a sua relevância em termos de conservação de populações e como tem sido abordada. Deve finalizar esta secção mencionando explicitamente o objectivo do seu trabalho.
- d) Métodos. Deve escrever sucintamente os métodos que utilizou, de forma a que possam ser repetidos por outro investigador, incluindo o trabalho de campo e a análise de dados.
- e) Resultados. Deve apresentar os seu resultados de forma clara, elaborando tabelas e figuras que achar relevantes. Cada tabela e figura deve ser numerada, e conter uma legenda clara sem ser necessário recorrer à leitura do corpo principal do trabalho. Nesta secção apresente os resultados dos testes estatísticos que efectuou. Atenção que deve escrever uma redacção onde, em determinadas alturas, remete o leitor para a consulta das tabelas e figuras apresentadas. Não deve simplesmente apresentar as tabelas como se fossem um “telegrama”.
- f) Discussão. Deve apresentar possíveis razões que expliquem as diferenças obtidas e comparar os seus dados com os de outros autores (consultar os artigos fornecidos). Os dados que obteve são semelhantes aos de outros autores ? O isco que utilizou foi o mais adequado? Quais as limitações do trabalho que efectuou, incluindo os métodos e o local do estudo? Quais as diferenças entre ninhos reais e artificiais e de que forma estas podem afectar os seus resultados? Quais as implicações em termos de conservação dos dados que obteve?
- g) Bibliografia. Deve apresentar a lista de referências utilizada, incluindo obrigatoriamente os cinco artigos fornecidos. Cada artigo que conste da bibliografia deve vir mencionado no corpo do texto. Qualquer um dos artigos sugeridos permite ver possíveis maneiras de citar os autores no corpo do texto e na bibliografia. Deve escolher um estilo e ser consistente.

Artigos de leitura obrigatória

Woodroffe R. & J.R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* 280: 2126-2128

Schiegg, K. M. Eger & G. Pasinelli. 2007. Nest predation in Reed Buntings *Emberiza schoeniclus*: an experimental study. *Ibis* 149: 365-373.

Maier, T. & R.M. DeGraaf. 2000. Predation on Japanese Quail vs. House Sparrow eggs in artificial nests : small eggs reveal small predators. *Condor* 102: 325-332.

Stephens, S.E., D.N. Koons, J.J. Rotella & D.W. Willey. 2004. Effects of habitat fragmentation on avian nesting success: a review of the evidence at multiple spatial scales. *Biological Conservation* 115: 101-110.

Melo, C. & M.A. Marini. 1997. Predação de ninhos artificiais em fragmentos de matas do Brasil Central. *Ornitologia Neotropical* 8: 7-14.

IX. DESIGNS DE RESERVAS (utilização do programa “RESERVE DESIGN”, adaptado de Temple & Carry 2002).

Tem sido propostas algumas recomendações para seleccionar reservas naturais, de modo a maximizar a biodiversidade de determinada região ou local

1. As reservas devem preservar a biodiversidade do local.
2. As reservas devem ter uma área tão grande quanto possível.
3. O número de reservas deve ser maximizado.
4. Quando todos os factores são iguais é melhor estabelecer uma reserva grande do que várias reservas pequenas com a mesma área.
5. As reservas que apresentam conectividade são melhores do que reservas isoladas.
6. As reservas com uma forma mais ou menos circular são melhores do que reservas de forma alongada.

A aplicação destas recomendações a situações reais é complicada, dado que a sua aplicação colide muitas vezes com outros interesses sobre o uso do solo. Estas recomendações foram desenvolvidas de modo a conter uma série de características a nível populacional e da comunidade que são muito importantes em conservação da natureza, nomeadamente:

1. Manter uma população viável.

2. Habitat característico das espécies. (o habitat mais importante para as espécies, ou seja onde o sucesso reprodutor é maior). Em termos de habitat as espécies podem classificar-se num continuum desde especialistas (utilizam apenas uma gama de habitats muito restrita) a generalistas (conseguem sobreviver e reproduzir-se numa grande variedade de habitats).

3. Espécies sensíveis ao efeito de área. Alguns espécies tais como os grandes carnívoros apresentam densidades populacionais reduzidas e só podem manter uma população viável em áreas de grandes dimensões. Assim, o estabelecimento de uma reserva para espécies que necessitam de áreas grandes (espécies guarda-chuva) acabaria por proteger simultaneamente muitas outras espécies.

4. Espécies sensíveis ao isolamento. Estas espécies apresentam pouca mobilidade e uma capacidade de dispersão muito limitada quando se trata de atravessar a

matriz que circunda os fragmentos de habitat onde ocorrem. Um valor de isolamento máximo para determinada espécie pode ser calculado como sendo a distância máxima que essa espécie percorre na matriz. Do ponto de vista de “design de reservas” pequenas áreas próximas umas das outras poderão, eventualmente, substituir reservas maiores.

5. Espécies sensíveis a efeitos de orla. Os indivíduos de algumas espécies evitam as orlas onde tipos diferentes de habitats se encontram, ou então a sua sobrevivência e sucesso reprodutor são reduzidos nas orlas. Assim, para estas espécies é necessário uma área razoável de habitat propriamente dito (após eliminar os efeitos de orla). As reservas deverão minimizar a proporção orla /área.

6. Espécies sensíveis a perturbações. Estas espécies diminuem drasticamente na presença de perturbações de origem natural ou antropogénica. Assim, é necessário gestão activa das perturbações de origem antropogénica (Ex: corte de árvores) de modo a que uma população viável possa persistir. Em termos de design de reservas serão necessárias reservas próximas umas das outras, de modo a que se uma população local for extinta devido a perturbações possa ocorrer uma recolonização. Este fenómeno é denominado “efeito salva-vidas” (“rescue-effect”), e pode ser importante na manutenção da metapopulações a longo prazo.

Utilização do programa “RESERVE DESIGN” (Temple & Cary 2002)”

Este programa será utilizado para ensinar os vários aspectos de selecção e “design” de reservas naturais. O modelo permite a manipulação de aspectos fundamentais da paisagem como o tamanho e a proximidade dos mosaicos e a avaliação dessa manipulação na persistência de populações de características diferentes.

Funcionamento do modelo. Neste modelo assume-se que as áreas não protegidas serão utilizadas para outros fins que não a conservação, os quais são incompatíveis com a persistência das espécies (na realidade muitas espécies conseguem persistir fora das zonas protegidas). Após ter seleccionado um sistema de reservas o programa avalia o “design” e mostra as consequências de tal “design” para a preservação de cada espécie.

O objectivo do modelo é o de tentar preservar o maior número possível de espécies na menor área possível, utilizando reservas de diferentes formas e tamanho. Obviamente que à medida que se aumenta a área das reservas será mais fácil preservar mais espécies. Dado que o conflito sobre a utilização do terreno para conservação e outros fins é uma realidade algumas questões como as seguintes são relevantes:

1. Quantas reservas são necessárias?
2. Onde se devem situar as reservas?
3. Qual deve ser o tamanho das reservas?
4. Qual a proximidade entre as reservas?

5. Que forma deverão ter as reservas?

A paisagem hipotética do modelo tem dois tipos de ecossistemas: pastagens naturais (a verde), que ocupam 75% da área total, e floresta (a vermelho), que ocupa os restantes 25% da área. Cada célula da área tem 16 ha, ou seja esta será a área mínima que se poderá proteger. Este tamanho mínimo foi escolhido porque os 16 ha é o tamanho médio das parcelas de terreno na zona dos Estados Unidos onde este programa foi desenvolvido.

Na paisagem existem 10 espécies, que apresentam as seguintes características ecológicas

Espécie	Habitat	Área vital (ha/ind.)	Efeito do isolamento (distância que a espécie penetra na matriz em Km)	Efeito de orla (distância da orla a habitat adequado em Km)	A espécie pode ser eliminada por perturbação
1	Pastagem e floresta	100	5,64	0	Não
2	Pastagem e floresta	5	2	0,4	Não
3	Pastagem	10	2,8	0	Sim
4	Pastagem	5	3,99	0	Sim
5	Pastagem	2,5	1,4	0	Não
6	Pastagem	1	1,78	0,4	Não
7	Floresta	10	5,64	0	Sim
8	Floresta	5	2	0	Sim
9	Floresta	2,5	2,82	0,4	Não
10	Floresta	1	0,9	0	Não

Para cada uma das 10 espécies o modelo assume que uma população viável a longo prazo é constituída por um mínimo de 200 indivíduos. Na natureza as espécies apresentam densidades variáveis e atingem uma população viável em áreas de tamanho diferente (conforme as características das espécies). Por exemplo, as espécies que necessitam de áreas vitais grandes apresentam densidades reduzidas, e só podem atingir uma população viável em grandes áreas de habitat. No caso da espécie 1, como cada indivíduo necessita de 100 ha, uma população viável de 200 indivíduos só existe numa área mínima de 20 Km². Neste exercício as espécies apresentam densidade máxima (estão na capacidade de suporte do meio) em cada mosaico.

Procedimento

1. Abra o ficheiro “Reserve” e familiarize-se com o programa em “files/readme”.

2. Experimente algumas das opções de selecção automática de reservas em "Design/select random 160s" (selecção aleatória de 160 parcelas) e seguintes. Após essa selecção repare que o programa mostra uma série de estatísticas sobre o sistema de reservas que foram criados (% da paisagem que foi protegida, nº de reservas, habitat das reservas). Em seguida click em "assess" para ver quais as espécies que apresentam populações viáveis protegidas pelo sistema de reservas que foi criado. Se fizer "click" com o rato sobre determinada espécie poderá ver onde essa espécie existe.

3. Será que todas as espécies são protegidas através do estabelecimento aleatório de reservas? Corra o programa seis vezes utilizando o valor aleatório de 160s e anote as espécies protegidas e as não protegidas pelo sistema de reservas. Consulte a tabela das características das espécies e anote as características das espécies que não são protegidas com este sistema.

4. Repita o exercício anterior mas utilizando agora o valor de 640 ha e 2560 ha (preservar aleatoriamente 640 ha e 2560 ha).

5. Na opção "Design" do menu seleccione "None". Em seguida deverá criar as suas próprias reservas de modo a responder às questões colocadas em 5.1. Se quiser redefinir as reservas que criou deverá na opção "design" do menu fazer click sobre "mouse deselect", de modo a poder apagar o que entender, utilizando o rato.

5.1 Que características de design são mais apropriadas para preservar as espécies mais sensíveis ao efeito de área. E para espécies sensíveis ao isolamento? E para espécies sensíveis a efeitos de orla? E para espécie sensíveis a perturbação? Qual é a área mínima necessária aproximada para proteger populações viáveis de todas as 10 espécies.

Referências

Temple, S. A. & J. R. Cary. 2002. Reserve Design. Pp 281-292. In S.E. Gergel & M. G. Turner (eds.): Landscape Ecology in theory and practice. Springer-Verlag, New York.

X. EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DE ESPÉCIES: UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA “RAMAS ECOLAB”

Ao longo da sua história o homem sempre explorou espécies selvagens, nomeadamente em termos de caça, pesca e comércio. O crescimento da população humana e o desenvolvimento da tecnologia provocaram um aumento abrupto na exploração de algumas espécies, e o seu conseqüente declínio.

Se determinada espécie é caçada ou pescada indiscriminadamente, de tal forma que poderá correr risco de extinção diz-se que tal espécie está sobre-explorada. De igual modo, uma espécie pode ser sub-explorada, isto é mais indivíduos poderiam ser removidos da população selvagem sem que o seu número diminuísse. A exploração sustentável de espécies requer práticas adequadas de avaliação e gestão de recursos de modo a que as colheitas possam ser maximizadas sem que as populações selvagens diminuam. Só assim os recursos continuam disponíveis para gerações futuras.

Utilizando o modelo de crescimento logístico de populações, a taxa de crescimento mais elevada ocorre em níveis médios de densidade populacional. A baixas densidades populacionais as populações aumentam lentamente, uma vez que o aumento do número de indivíduos leva tempo. Em altas densidades populacionais as populações sofrem os efeitos de competição intra-específica e respondem lentamente a uma pequena redução nos números. Com base neste raciocínio os biólogos propuseram o conceito de “colheita máxima sustentável” (“maximum sustainable yield”), que é definida como o número máximo de indivíduos que se removem de uma população sem causar o seu declínio. Esta ideia baseia-se no pressuposto de que uma produção sustentável pode ser mantida efectuando uma colheita ligeiramente abaixo da taxa de crescimento da população.

Na prática a “colheita máxima sustentável” é difícil de determinar e ainda mais difícil de conseguir. Para tal contribuem os erros nas estimativas das taxas de crescimento das populações, a estocasticidade ambiental que afecta o crescimento das populações, etc. Tendo em conta estas variações imprevisíveis, muitos biólogos recomendam que a colheita a efectuar seja sempre ligeiramente inferior à colheita máxima sustentável estimada. Algumas espécies, nomeadamente os peixes, são explorados definindo um número máximo de indivíduos ou biomassa que pode ser removido anualmente, tal é o sistema de quotas.

Cálculo da colheita máxima sustentável - A fórmula utilizada é: $CMS = (K/2 \times r) - (K/2)$, sendo K a capacidade de suporte do meio e r a taxa de crescimento da população. Tente explicar a lógica na utilização desta fórmula.

De modo a ter em conta acontecimentos estocásticos de ordem demográfica e ambiental, Robinson e Redford (1991) sugerem que a colheita a efectuar deve ser ajustada, ou seja, deve efectuar-se uma parte da colheita máxima sustentável (=CMS ajustada), de acordo com as seguintes regras:

- 60% da colheita máxima sustentável para espécies com um período de vida curto (< 5 anos).

- 40% da colheita máxima sustentável para espécies com um período de vida intermédio (5 - 10 anos).
- 20% da colheita máxima sustentável para espécies com um período de vida longo (> 10 anos).

Efectue os seguintes exercícios (Akçakaya et al. 2002)

Parte A - Colheita máxima sustentável de espécies num parque natural africano.

Calcule a colheita máxima sustentável e a colheita máxima sustentável ajustada para cada espécie da tabela 1. Em seguida calcule a percentagem da colheita máxima sustentável que se efectua neste parque natural para cada uma das espécies. Discuta os dados obtidos.

Tabela 1.

Espécie	K/2	r	CMS	Longevidade (anos)	CMS ajustada	Valor observado	% da CMS ajustada efectuada
Primates							
Macaco de patas	24,9	1,17		30,8		781	
Macaco simpático	22,9	1,11		30,8		254	
Macaco de coroa	14,5	1,01		28		52	
Macaco de Pruess	9,9	1,11		30,8		196	
Macaco negro	20,6	1,15		30,5		514	
Macaco maçador	6,8	1,20		28,6		551	
Macaco vermelho	157,6	1,15		30		348	
Pholidota							
Pangolim	10,9	2,01		12,1		192	
Roedores							
Porco-espinho	55,5	1,82		22,9		1581	
Rato marsupial	135,1	2,01		7,8		2419	
Artiodactyla							
Gazela	13,1	1,26		8		3181	
Impala	22,8	1,63		7		732	

Parte B - Pesca de *Thunnus thynnus*

Cada indivíduo desta espécie de atum pode atingir 680 kg e ser vendido por \$30 000. Nos últimos 20 anos o stock desta espécie no Oceano Atlântico diminuiu cerca de 90%. A comissão Internacional para a Conservação de atuns do Atlântico (ICCAT) determina as quotas para esta espécie, as quais não são respeitadas devido ao alto valor que esta espécie apresenta no mercado. O esforço de pesca, nomeadamente de frotas japonesas, tem aumentado.

B.1. Dados populacionais de *Thunnus thynnus* com e sem pesca (ICCAT 1997).

- 1) Abrir o RAMAS EcoLab.
- 2) Click em “Age and Stage Structure”.
- 3) No Menu “File” seleccione “Open” e escolha o ficheiro “Bluefin1.st”. Os dados apresentados representam os níveis de pesca desde 1970. Neste modelo cada classe de idade representa dois anos. Os dados demográficos baseiam-se em estudos efectuados nos anos 70.
- 4) Examine os dados que serão utilizados para este modelo, seleccionando consecutivamente no menu “Model”: “General information”, “Initial abundance”, “Stage matrix” e “Management and Migration”. No sub-menu “Management and Migration” certifique-se de que não existe uma cruz na caixa “Ignore this action”.
- 5) No menu “Simulation” seleccione “Run”. Após a simulação observe a curva de crescimento que obteve, seleccionando “Trajectory summary” no menu “Results”. Pode visualizar os resultados em “Show numbers”. Preencha a coluna “com pesca” da tabela 2

Tabela 2. Abundância de *Thunnus thynnus* com e sem pesca.

Tempo	Abundância	
	Com Pesca	Sem pesca
1		
10		
20		
30		
40		

- 6) Efectue uma nova simulação, após no menu “Model”, “Management and Migration” ter colocado uma cruz em “Ignore this action”. Preencha a coluna “Sem pesca” da tabela 2 e compare os resultados.

B.2 Exploração sustentável de *Thunnus thynnus*

Agora irá determinar a quantidade de atum pescado em cada período de tempo desde 1970, com base nas pescarias efectuadas (Kg pescado). De seguida irá comparar estes dados com as toneladas de pescado que obteria se tivesse sido efectuada uma exploração sustentável deste recurso.

1. Comece por incorporar a pesca no modelo. No menu “Model”, “Management and Migration”, certifique-se de que não existe uma cruz em “Ignore this action”.
2. Efectue uma nova simulação e no menu “Results” seleccione “Harvest summary” e “view numbers”. Utilize os dados para completar a coluna “Pesca actual” da tabela 3

Tabela 3. Pesca actual e pesca sustentável de *Thunnus thynnus*

Tempo	Pescado (Kg)	
	Pesca actual	Pesca sustentável
1		
10		
20		
30		
40		
Total (Kg)		

3. Por tentativas, determine a % de pesca em cada classe de idade que representa a colheita máxima sustentável para esta espécie de atum. Tal deverá ser efectuado seleccionando no menu “Model”, “Management and Migration” e colocando uma nova proporção de indivíduos que quer remover da população.

4. Por cada valor novo que colocar efectue uma simulação e observe os resultados em “Results”, “Trajectory summary”. Se a população estiver a crescer deverá aumentar a proporção de indivíduos pescados. Se a população estiver a diminuir deverá reduzir a proporção de indivíduos pescados. Repita este processo até que a população se apresente mais ou menos constante. Anote os valores obtidos e preencha a coluna “Pesca sustentável” na tabela 3.

Discussão

1. Acha que a população pode manter níveis populacionais elevados se for sujeita aos níveis actuais de pesca ?
2. A população aumenta ou diminui com os níveis de pesca de 1984. Serão estes níveis sustentáveis ?
3. Calcule o período de tempo que a população levou para ser reduzida a metade com os níveis de pesca actuais ? E quanto tempo levou para diminuir até 1/10 dos níveis actuais?
4. Qual a estimativa da pesca máxima sustentável que obteve para cada uma das classes de idade ?
5. Nas primeiras classes de idade da pesca sustentável, a pesca é superior ou inferior aos níveis de pesca de 1984 ?
6. Quando é que as taxas actuais de pesca descem abaixo do nível sustentável de pesca?
7. A longo prazo (80 anos) quais os níveis de pesca que seriam sustentáveis ? Como poderia convencer as frotas japonesas a modificar as suas práticas de pesca?

B.3. Gestão futura do stock de *Thunnus thynnus*

- 1) Abrir o RAMAS EcoLab.
- 2) Click em “Age and Stage Structure”.

3) No Menu “File” seleccione “Open” e escolha o ficheiro “Bluefin2.st”. Os dados apresentados representam a matriz populacional baseado nos dados de 1994. Neste modelo cada classe de idade representa dois anos. Compare a abundância inicial com a do exercício anterior.

4) No menu “Model” seleccione “Management and Migration” e certifique-se de que existe uma cruz na caixa “Ignore this action”.

5) No menu “Simulation” seleccione “Run”. Após a simulação observe a curva de crescimento que obteve, seleccionando “Trajectory summary” no menu “Results”. Pode visualizar os resultados em “Show numbers”. Complete a coluna sem pesca na tabela 4.

Tabela 4. Abundância de *Thunnus thynnus* sem pesca e com duas taxas de pesca diferentes.

Tempo	Abundância		
	Sem pesca	Com 1% de pesca	Com 3.9% de pesca
1			
10			
20			
30			
40			

6) De seguida volte a simular a abundância desta pesca de atum com 1% de pesca. Para tal no menu “Model” seleccione “Management and Migration” e certifique-se de que elimina a cruz na caixa “Ignore this action”. Certifique de que a “proportion of individuals apresenta o valor de 0.01. Efectue a simulação e preencha a tabela 4 na coluna respectiva.

7) Repita a alínea 6 após ter mudado a “Proportion of individuals” para 0.039. Preencha a respectiva coluna da tabela 4.

8) No menu “Results” seleccione “Harvest summary” e observe a quantidade de atum pescado em “Show numbers”. Preencha a tabela 5.

Tabela 5. Quantidade de atum pescado com dois regimes de pesca.

Tempo	Pescado (Kg)	
	Com 1% de pesca	Com 3.9% de pesca
1		
10		
20		
30		
40		
Total (Kg)		

Discussão

1. Quanto tempo leva a população de atum a duplicar o nº de efectivos numa situação sem pesca. Compare com o tempo que a população de atum leva a duplicar o nº de efectivos no exercício anterior (“Bluefin1.st”).
2. Quanto tempo leva a população a duplicar o nº de efectivos com 1% e 3.9% de pesca?
3. Ao fim de 40 anos qual é a quantidade pescada para cada um dos regimes de pesca.
4. Com base nestes resultados como poderia convencer a população piscatória de que a colheita máxima sustentável seria a melhor opção a tomar para conservar este recurso.
4. Se adicionasse “estocasticidade ao modelo” acha que obteria as mesmas conclusões ? Justifique.
5. Enumere alguns benefícios e custos a médio e longo-prazo da adopção de um regime de quotas de pesca.

Referências

Akcakaya, H. R., M. A. Burgman & L. R. Ginzburg. 2002. *Ramas Ecolab. Applied Biomathematics*. Setauket, N.Y.

Robinson, J. G. & K. H. Redford. 1991. Sustainable harvest of neotropical mammals. In Robinson, J. G. & K. H. Redford (eds.) *Neotropical wildlife use and conservation* pp 415-429. University of Chicago Press, Chicago.

XI e XII. PREPARAÇÃO DE UM PLANO DE GESTÃO/PLANO DE ACÇÃO PARA UMA ESPÉCIE OU ECOSISTEMA AMEAÇADO, OU UM PLANO PARA CONTROLO DE ESPÉCIES EXÓTICAS CUJA INVASÃO ESTEJA A REDUZIR A BIODIVERSIDADE.

Normas para a preparação de um plano de gestão/plano de acção para uma espécie ou ecossistema ameaçado, ou um plano para controlo de espécies exóticas cuja invasão esteja a reduzir a biodiversidade.

Seleccção da espécie/ecossistema

A literatura científica, a literatura de divulgação, os jornais e a própria experiência pessoal de cada um e a internet possuem muitos exemplos de espécies e ecossistemas ameaçados bem como de conflitos entre questões ambientais e industriais. Estas fontes podem ser utilizadas para a escolha de um problema a abordar. O próximo passo consiste em procurar informação na literatura científica sobre o assunto escolhido.

Preparação do plano

Resumo: Resumir o trabalho em cerca de 300 palavras. Deve mencionar qual é o problema, porque razão é um problema, a área afectada e as principais conclusões e recomendações do plano de gestão. Não são utilizadas referências no resumo.

Introdução: Deve introduzir a questão principal de conservação que vai ser abordada (Ex: uso sustentável da floresta). Em seguida deve gradualmente conduzir a introdução até ao plano de gestão específico que vai abordar. Deve mencionar onde se situa o problema, quais as entidades envolvidas (em muitos casos tal envolve as entidades que estão em conflito) e assinalar com clareza os objectivos específicos do seu plano.

Área de estudo e espécie alvo: Uma breve caracterização do local e da(s) espécies alvo. Se o plano de acção focar apenas uma espécie deverá apresentar um sumário da sua história natural, ecologia e comportamento. Se o plano for acerca de um ecossistema deverá caracterizá-lo brevemente (tipo, espécies mais importantes, etc). Se se tratar de uma espécie ameaçada deve referir qual a sua categoria de ameaça.

Proposta de plano de gestão: Esta parte constitui o corpo principal do trabalho e deve incluir os seguintes aspectos.

1. O que pretende fazer. Que acções pretende implementar? Pode elaborar o seu plano de gestão como sendo uma experiência, colocando de uma forma clara a hipótese ou hipóteses principais. Apresente os objectivos de uma forma concisa e clara.
2. Apresente previsões (com base nas hipóteses definidas) de uma forma clara para cada acção proposta.
3. Como obter os dados e que análises são necessárias: Cada uma das acções propostas deve mencionar métodos e técnicas a utilizar para a sua monitorização (de modo a averiguar se as acções propostas estão a ser eficazes).
4. Defina o que entende por sucesso do seu plano de acção e apresente critérios para avaliar tal sucesso (ou insucesso). Por exemplo, se o plano incluir: (1) re-introdução de espécies será necessário monitorizar a sobrevivência dos indivíduos introduzidos, (2) se efectuar plantações de espécies vegetais será necessário monitorizar taxas de vingamento e de sobrevivência. De que forma o seu plano de acção aborda e resolve o problema proposto. Que pontos não conseguiu abordar ?

Bibliografia. Todas as ideias e informação que não sejam suas devem ser citadas, a não ser que sejam ideias comuns na literatura (Ex. fotossíntese). Todas as citações devem ser da literatura científica, o que inclui revistas, livros, simpósios e relatórios de universidades e agências. Esta secção deve APENAS conter as

citações que foram utilizadas. O formato desta secção deve ser o de uma revista científica. **Pelo menos 30-50% das referências terão de ser artigos científicos ou livros.** Os sites indicados podem ser úteis para efectuar pesquisa:

Tamanho: Máximo de 8 páginas de texto, incluindo figuras e tabelas, mas excluindo a secção de literatura, letra tamanho 12 e espaço 1,5.

Estilo. Não utilizar notas-de-rodapé. Utilize frases curtas e apresente as ideias de uma forma clara. Tente utilizar tempos verbais simples. Verifique a gramática e os erros ortográficos. Leia um artigo de uma revista científica para se familiarizar com os métodos correctos de citar a literatura no texto e na secção final. Dado que os métodos diferem entre revistas deve ser consistente e seguir um formato. Cada tabela e figura deve ser numerada e referida no texto (assim o leitor sabe qual é a altura adequada para consultar a tabela). Não duplique a informação, ou seja não apresente a mesma informação simultaneamente por tabela e por figura. Consulte um artigo científico para se familiarizar com o estilo de legenda de tabelas e figuras.

Antes de entregar. Dê o seu trabalho a um outro grupo para ler e comentar (revisão). Discuta as sugestões apresentadas e incorpore-as no trabalho final.

Apresentação oral dos planos de acção. O objectivo da apresentação é o de resumir a informação do plano de acção, apresentando as ideais principais de uma forma clara. Cada apresentação terá a duração máxima de 15 minutos, seguida de 5 minutos para discussão.

Pontos importantes para a apresentação

1. Tenha em atenção que as figuras e tabelas é para serem observadas à distância. Assim, o tamanho da letra deve ser adequado.
2. Assinale de forma adequada os pontos chave durante a apresentação.
3. Escolha fontes fáceis de ler. Utilize itálico e negrito mas com moderação.
4. Todas as figuras e tabelas devem ser legendadas de forma adequada. Evite figuras complexas. Apresente a informação de forma simples seguindo os objectivos proposto.

O seguinte endereço da internet contém exemplos de planos de acção para espécies de aves ameaçadas na Europa:

<http://europa.eu.int/comm/environment/nature/directive/birdspriority.htm>.

O seguinte endereço da internet contém exemplos de planos de gestão:

www.dnr.state.ak.us/parks/plans

Os seguintes endereços são úteis para pesquisa de artigos científicos e informação diversa

www.scholar.google.com

www.naturlink.pt

<http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT2007/>