

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular**

**PROGRAMA DE**  
**SISTEMAS DE INFORMAÇÃO APLICADA**

11º Ano

Curso Tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente

**Autores**

Ana Botelho

José Carlos Carvalho

José Vítor Vingada

Pedro Teixeira Gomes (Coordenador)

**Homologação**

18/07/2005

## Índice

Desenvolvimento do Programa do 11º Ano.....	3
Tema 4: Monitorização de populações .....	3
Tema 5: Metodologias de censo de populações.....	6
Tema 6: Idade, crescimento e tabelas de vida.....	12
Tema 7: Avaliação da diversidade.....	15
Tema 8: Ameaças à biodiversidade .....	18

## Desenvolvimento do Programa do 11º Ano

### Tema 4: Monitorização de populações

<b>Tema 4</b> <b>Monitorização de populações</b> <b>(6 tempos lectivos)</b>	<b>Núcleo conceptual</b> A monitorização de populações é vital para avaliar o seu estado e acompanhar a sua evolução ao longo do tempo.
<b>Conceitos</b>  <b>Noções básicas</b>  População Densidade Natalidade Mortalidade Emigração Imigração Censo População real População acessível População aberta População fechada Distribuição espacial Distribuição aleatória Distribuição uniforme Distribuição agregada Distribuição temporal Ritmo de actividade diário Ritmo de actividade sazonal Organismos sésseis	<b>Subtemas:</b>  4.1. Parâmetros básicos de uma população 4.2. Monitorização de populações 4.3. Distribuição espacial e temporal da população-alvo 4.4. Mobilidade dos organismos 4.5. Detectabilidade dos organismos  <u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u>  DOMÍNIO COGNITIVO Conhecer os parâmetros básicos de uma população Compreender o conceito de monitorização, os seus objectivos e o tipo de informação fornecida Distinguir população fechada de população aberta Distinguir população real de população acessível Compreender que os objectivos de um censo condicionam a selecção das metodologias Analisar a influência da distribuição espacial e temporal de uma espécie na planificação e execução de um censo Conhecer os tipos básicos de distribuição de uma espécie Discutir a influência dos ritmos de actividade diário e sazonal sobre a planificação de um censo, no que diz respeito à melhor altura do dia e do ano para a sua realização Compreender que a mobilidade e a detectabilidade dos organismos condiciona o tipo de metodologias a realizar num censo Compreender que a detectabilidade de uma espécie depende não só das suas características morfológicas e etológicas, como também das características do observador e do habitat  DOMÍNIO PROCEDIMENTAL Recolher e analisar dados de campo, discutindo a influência de diversos factores sobre a planificação de um censo e sobre a qualidade dos dados recolhidos Construir gráficos, tabelas e esquemas com base em dados recolhidos no campo ou fornecidos  DOMÍNIO ATITUDINAL Desenvolver um sentido crítico em relação à planificação e aos procedimentos de um censo de populações Reflectir sobre os factores condicionantes de um censo de populações Desenvolver o sentido do rigor e da responsabilidade na planificação e execução de um censo

<b>Tema 4</b> <b>Monitorização de</b> <b>populações</b> <b>(6 tempos lectivos)</b>	<b>Nível de abordagem</b>
---	---------------------------

As matérias a abordar neste módulo serão alvo de um estudo mais aprofundado durante o 11º ano, no âmbito da disciplina de Ecologia. Nesta fase há, no entanto, a necessidade de integrar algumas noções básicas sobre ecologia de populações, entendidas mais no sentido da aquisição de um vocabulário correcto do que da compreensão de processos.

O conteúdo *Parâmetros básicos de uma população* deverá ser iniciado com uma breve discussão sobre o conceito de população, salientando-se a ambiguidade na sua delimitação temporal e espacial. De seguida deverão ser caracterizados os principais parâmetros básicos de uma população: densidade, natalidade, mortalidade, emigração e imigração.

O conteúdo *Monitorização de populações* deverá ser iniciado com o conceito de censo. O conceito deverá ser usado *sensu lato*, considerando não só as metodologias que permitem a estimativa do tamanho populacional ou da densidade, mas também aquelas que permitem obter índices de abundância. É fundamental que os alunos compreendam que os resultados de um censo dizem apenas respeito ao tempo e ao espaço em que o censo decorreu. Esta ideia poderá dar lugar à distinção entre população fechada e aberta. Chama-se a atenção para a abordagem destes conceitos, que deverá ser feita de forma elementar, dispensando considerações académicas, que, apesar de interessantes, não se adequam à natureza do curso.

A distinção entre população real e população acessível deverá ser efectuada salientando-se que, dentro da área ocupada por uma população, alguns indivíduos ocupam zonas inacessíveis ao observador ou impossibilitam a aplicação da metodologia de censo. O recurso a exemplos práticos permitirá facilmente compreender os conceitos.

Este conteúdo deverá servir também para que os alunos percebam quais os objectivos que normalmente se pretende atingir quando se realiza um censo. Este assunto deverá ser explorado através da discussão centrada em torno de algumas questões de ordem prática, tais como: “Que tipo de dados é necessário obter para acompanhar a evolução de uma população?”, “Qual o número de indivíduos presentes numa determinada área?” ou “De que modo se distribuiu uma determinada população?”. Estas questões, embora simples, têm importantes implicações em termos de planeamento e execução de um censo, nomeadamente ao nível da selecção das metodologias a aplicar no terreno, as quais deverão ser discutidas. O recurso a alguns exemplos concretos da utilização de censos poderá ajudar a demonstrar a importância deste tipo de actividades na gestão dos recursos naturais (actividade cinegética, pesca, etc.). Em Molles (2002), poderão ser encontrados exemplos de aplicação úteis na ilustração deste conteúdo. As metodologias específicas de censo serão desenvolvidas no Tema 5 - *Metodologias de censo de populações*.

O conteúdo *Distribuição espacial e temporal da população-alvo* deverá ser explorado no sentido de responder a duas questões básicas:

- Qual a melhor altura do dia e do ano para efectuar um censo de uma determinada população?

- Conhecendo de forma muito genérica a distribuição provável de uma espécie, em que locais deverão ser efectuadas as amostragens?

Na sequência desta abordagem, os tipos de distribuição de uma espécie deverão ser relembrados e a sua influência sobre a planificação e execução de um censo discutida. De igual forma, deverão ser abordados os aspectos relativos à distribuição no tempo, nomeadamente no que diz respeito à incidência dos ritmos de actividade circadiana e sazonal. Para ilustrar de forma prática esta questão, poderá ser realizada uma actividade de campo procedendo-se ao registo do canto de aves ao longo do dia. Os resultados deverão ser depois discutidos à luz da planificação de um censo.

Relativamente ao conteúdo *Mobilidade dos organismos*, pretende-se que os alunos compreendam que este é um factor com grande importância ao nível da aplicação das técnicas de censo no terreno. As dificuldades acrescidas de amostrar espécies móveis, em comparação com as espécies sésseis ou de reduzida mobilidade, poderão ser facilmente demonstradas no campo, pedindo-se aos alunos que efectuem a contagem do número de árvores ou arbustos de uma determinada espécie, presentes numa pequena mancha vegetal, e o número de indivíduos de uma espécie de ave, comum na região, que visitaram essa mancha durante um determinado período de tempo. Este trabalho deverá ser realizado em grupos, de modo a permitir a comparação de diferentes estimativas obtidas.

O conteúdo *Detectabilidade dos organismos* deverá ser explorado no sentido de os alunos se aperceberem da importância que este factor tem quando se aplicam metodologias de censo que exigem a observação directa de organismos. A observação directa é um método de registo de dados fortemente influenciado pelas características pessoais do observador. Para ilustrar esta situação, poderão ser apresentadas aos alunos imagens com bandos de aves em voo, pedindo-lhes que num curto intervalo de tempo efectuem uma estimativa. Uma actividade semelhante poderá ser realizada no campo. Os resultados deverão ser registados por cada aluno e discutidos ao nível da turma.

Para além das diferenças pessoais na detectabilidade dos organismos, é necessário considerar a existência de uma série de factores relacionados com o comportamento das espécies (factores etológicos) ou com a sua morfologia. Deste modo, as espécies mais distintas pelo seu tamanho, coloração, emissões sonoras, gregarismo, etc. permitirão observar uma maior percentagem dos seus efectivos do que as que desenvolvem comportamentos mais crípticos. Este factor poderá ser demonstrado de forma prática no campo, recorrendo à observação do comportamento de alguns organismos que eventualmente forem encontrados.

A estrutura do habitat é também um factor determinante relativamente à detectabilidade dos organismos. Com efeito, meios mais abertos e menos complexos fisio-nomicamente permitem a detecção de uma percentagem maior dos efectivos populacionais de uma espécie. A contagem de aves florestais em meio aberto permitirá ilustrar esta situação.

## Tema 5: Metodologias de censo de populações

<b>Tema 5</b> <b>Metodologias de censo de populações</b> <b>(18 tempos lectivos)</b>	<b>Núcleo conceptual</b> Cada metodologia de censo tem subjacente um conjunto de pressupostos e de procedimentos inerentes à sua aplicação no terreno.
<b>Conceitos</b>  <b>Noções básicas</b>  Censo Métodos absolutos Métodos relativos Densidade absoluta Densidade relativa Índice de abundância Contagem directa Amostragem Itinerário de censo Estação de censo Transecto Medidas de distância Armadilhagem Captura Marcação Recaptura	<u>Subtemas:</u>  5.1. Presença/ausência 5.2. Métodos relativos 5.3. Métodos absolutos Contagens totais Amostragem Medidas de distância Captura-recaptura  <u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u>  DOMÍNIO COGNITIVO Compreender que tipo de informação fornecem as diferentes metodologias de censo de populações Distinguir métodos absolutos de métodos relativos Discutir a aplicação das diversas metodologias utilizando critérios biológicos Compreender os pressupostos e procedimentos básicos de campo subjacentes às diversas metodologias de censo Analisar as vantagens e desvantagens inerentes à aplicação das diversas metodologias de censo Comparar resultados obtidos através de metodologias diferentes  DOMÍNIO PROCEDIMENTAL Estimar o tamanho de uma população utilizando diferentes metodologias Utilizar as principais metodologias de censo em contexto real (i.e. trabalho de campo) Calcular os parâmetros estatísticos básicos com base em dados obtidos no terreno Analisar informação recolhida no campo através de metodologias de censo, interpretando-a do ponto de vista ecológico Construir gráficos, tabelas e esquemas com base em dados recolhidos no campo ou fornecidos Elaborar materiais diversos a partir da informação recolhida no campo e através de pesquisa, utilizando as TIC  DOMÍNIO ATITUDINAL Valorizar o estudo da distribuição e abundância de populações como forma de avaliar o seu estado Interessar-se por conhecer os diferentes tipos de metodologias de censo Desenvolver uma atitude responsável e cooperativa no trabalho de campo Desenvolver o sentido do rigor na aplicação de metodologias e na recolha e análise de dados de campo Comunicar os resultados obtidos nas actividades de campo e pesquisa à comunidade escolar

<b>Tema 5</b> <b>Metodologias para o</b> <b>censo de populações</b> <b>(18 tempos lectivos)</b>	<b>Nível de abordagem</b>
--	---------------------------

Relativamente a este tema, verifica-se a existência de um elevado número de metodologias, algumas das quais envolvem procedimentos estatísticos complexos e que vão para além da natureza deste curso. Deste modo, sugere-se a abordagem de alguns métodos mais simples e com utilidade prática.

Pretende-se essencialmente distinguir as diferentes metodologias usadas no censo de populações (*sensu lato*). Os alunos deverão compreender que a classificação aqui apresentada – presença/ausência, métodos relativos e métodos absolutos – se baseia no tipo de informação que as várias metodologias permitem obter e no grau de intensidade de trabalho de campo subjacente à sua aplicação.

No tema das metodologias de *Presença/ausência*, deverá salientar-se que estas se baseiam apenas no registo de presenças de uma ou mais espécies num determinado número de unidades de amostragem. Em muitos casos a informação resultante é transformada em frequências de observação. Este tipo de metodologia está associada à realização de inventários e/ou para determinar associações espécies/habitat.

As vantagens deste tipo de abordagem deverão esclarecidas, designadamente a poupança de tempo e recursos, a compatibilidade com o estudo de vastas áreas geográficas e o facto de não exigir pessoal muito especializado.

É importante que os alunos compreendam que o termo “ausência” corresponde, na verdade, à não observação de uma espécie. No entanto, uma espécie pode estar presente numa determinada área em baixa densidade ou possuir hábitos crípticos/discretos, factores que dificultam a sua observação, e por isso ser tomada erradamente como ausente. Outros factores que poderão constituir uma fonte de erro, particularmente importante neste tipo de metodologia, prendem-se com a inexperiência do observador, as condições meteorológicas e a ausência temporal/sazonal das espécies em causa. Todos estes factores deverão ser discutidos. Como forma prática de explorar este assunto, sugere-se a realização de uma saída de campo, dividindo os alunos em grupos que terão como tarefa efectuar uma listagem de algumas espécies (vegetais ou animais) na área de estudo (tal como sugerido nas sugestões metodológicas gerais). Cada grupo deverá realizar um curto relatório, apresentando-o na aula. A comparação dos resultados obtidos por todos os grupos deverá ser seguida por uma discussão orientada no sentido de esclarecer que factores poderão ter contribuído para as eventuais diferenças.

No conteúdo *Métodos relativos*, deverá ser salientado que estas metodologias conduzem à obtenção de índices de abundância ou densidades relativas que normalmente não são convertidos em tamanhos populacionais ou densidades absolutas. No entanto, os resultados obtidos permitem comparações temporais ou espaciais, desde que o protocolo de amostragem seja sempre o mesmo. É conveniente realçar a utilidade deste tipo de metodologias quando não é necessário ou possível o esforço para a obtenção de valores absolutos respeitantes a um ou mais parâmetros populacionais, nomeadamente a densidade, sendo suficiente ter uma ideia da magnitude da variação.

Os índices mais frequentemente usados baseiam-se na contagem de um determinado atributo (ex: indivíduo, marcas, dejectos, pegadas) por controlo do tempo ou do comprimento de um determinado percurso. Alguns exemplos devem ser apresentados e aplicados no campo. Sugerem-se os seguintes, de fácil aplicação: nº de chamamentos de uma ave ou anfíbio / minuto; nº de animais mortos / caçador; nº de excrementos / km; nº de tocas / ha; nº de animais capturados / armadilha tipo *pitfall*; nº de animais observados / km. Na realização desta actividade deverá haver o cuidado de escolher várias situações contrastantes para que os resultados tenham um significado visível e interpretável.

Os índices populacionais que até agora foram propostos enquadram-se, sobretudo, no estudo de populações animais. No entanto, existem outros métodos direccionados para o estudo de populações vegetais e que também deverão ser abordados. Deste modo, propõe-se a abordagem das técnicas para determinar a cobertura. É necessário distinguir os dois tipos de cobertura básicos: cobertura aérea e cobertura basal. De seguida, deverão ser abordadas as principais técnicas para o efeito (estimativas em quadrados, estimativas por intercepção ao longo de uma linha e estimativas por intercepção de pontos ao longo de um percurso linear). A utilização de escalas de cobertura deverá ser referida, apresentando-se as escalas mais frequentemente usadas (ex: Braun-Blanquet, Daubenmire e EcoData). As utilizações, vantagens e desvantagens desta medida deverão ser abordadas. É importante chamar a atenção dos alunos para a influência que a sazonalidade pode ter na alteração dos valores de cobertura, o que constitui uma desvantagem em relação às medidas de frequência (conteúdo *Presença/ausência*) e densidade absoluta (conteúdo *Métodos absolutos*).

Com o conteúdo *Métodos absolutos* pretende-se apresentar as principais técnicas usadas para estimar densidades ou o número total de organismos. Existe um número elevado de técnicas para efectuar estas estimativas, mas, de um modo geral, podem agrupar-se em 4 classes: contagens totais, amostragem, medidas de distância e captura-recaptura.

O professor deverá chamar a atenção dos alunos para o facto de a aplicação destas metodologias só ser viável quando a identificação de uma unidade de contagem é possível, o que nem sempre se verifica, nomeadamente com organismos coloniais. Poderão ser referidos como exemplos alguns casos de plantas coloniais e de organismos animais sésseis.

As estimativas de densidades absolutas requerem maiores meios técnicos, logísticos e financeiros comparativamente às estimativas de presença/ausência ou densidades relativas (i.e. índices de abundância). Deste modo, só se justifica a sua aplicação no terreno quando os objectivos se prendem com o cálculo de parâmetros vitais, tais como reprodução, emigração, imigração e sobrevivência. A elaboração de estratégias de gestão de populações requer também dados absolutos. A gestão de populações cinegéticas é disso um bom exemplo.

Relativamente às contagens totais de organismos, é necessário ter em consideração que estas são viáveis apenas quando a espécie em causa é facilmente detectável e os seus indivíduos facilmente distinguíveis entre si. Deste modo, é necessário salientar que as estimativas obtidas por este método deverão ser consideradas como o número mínimo de indivíduos. Esta técnica é aconselhável apenas para organismos sésseis ou de reduzida mobilidade. No entanto, poderá ter outras aplicações, como por exemplo, contagem



de ninhos de aves (ex: cegonha) ou contagem de casais reprodutores de algumas espécies de aves (ex: abutres).

Para áreas de grande tamanho as contagens totais tornam-se impraticáveis. Nestes casos é preferível a contagem por unidade de amostragem. Relativamente a este assunto, deverá ter-se em conta os problemas relacionados com a selecção da forma e tamanho da unidade de amostragem (matéria abordada no 10<sup>o</sup> ano). De uma forma essencialmente prática, poderão ser experimentadas no campo diversas técnicas: transectos, quadrados e círculos. A contagem de aves, de plantas arbóreas ou arbustivas não coloniais ou de organismos animais sésseis poderão constituir exemplos de fácil aplicação no terreno. Mais uma vez se chama a atenção para o contexto regional em que a escola está inserida e para o papel crucial que o professor deverá assumir na escolha dos organismos com que os alunos terão de trabalhar. Os dados recolhidos no terreno deverão ser posteriormente analisados na sala de aula e utilizados para estimar densidades absolutas. Finalmente, deverá proceder-se à discussão das vantagens e inconvenientes das técnicas ensaiadas.

As estimativas de densidades absolutas com base em medidas de distância são um conjunto de metodologias com vasta potencialidade de aplicação no terreno. Embora diversas técnicas tenham sido desenvolvidas, todas se baseiam na medição da distância de um indivíduo a um determinado ponto ou a outro indivíduo. Este princípio geral é comum quer para populações animais, quer para populações vegetais. Porém, existem metodologias específicas para cada grupo e que deverão ser abordadas. Assim, para as populações animais deverão ser referidos os itinerários e as estações de censo. Relativamente aos itinerários de censo, é conveniente referir que se trata de procedimentos de estimação de densidades baseados na contagem de indivíduos observados ao longo de um determinado percurso linear. A apresentação dos procedimentos de recolha de dados no campo deverá ser abordada, bem como os pressupostos em que se baseiam estas técnicas. Das várias metodologias existentes deverão ser apresentadas dois tipos básicos:

- itinerários baseados na intercepção dos objectivos do censo ao longo de uma linha de progressão;
- itinerários baseados no estudo da distribuição dos contactos ao longo de um transecto por bandas.

As metodologias anteriores deverão ser abordadas nas suas variantes mais simples, dispensando-se as análises complexas que vão para além dos objectivos deste curso. As técnicas referidas poderão ser facilmente aplicadas no campo a uma população animal relativamente abundante na região (ex: lagartos, codornizes, perdizes, coelhos). É importante efectuar a comparação das densidades obtidas pelos diferentes métodos, bem como das vantagens e desvantagens da aplicação prática de cada um.

No que diz respeito às estações de censo, é conveniente referir que se trata de procedimentos de estimação de densidades baseados na contagem de indivíduos observados ao longo de bandas concêntricas a partir de um determinado ponto. É conveniente referir que a sua aplicação é uma boa alternativa quando a realização de itinerários surge dificultada em virtude das dificuldades de progressão no terreno ou em habitats de alta complexidade. É necessário ter em atenção que estes métodos são sobretudo aplicados ao estudo das aves. Deste modo, sugere-se como actividade a contagem de aves em vários pontos, de acordo com os pressupostos básicos inerentes a esta metodologia.

No caso das plantas, as principais metodologias baseadas em medidas de distância são a técnica do vizinho mais próximo, a técnica do indivíduo mais próximo e a técnica *point-center quarter*. Qualquer destes

métodos é de fácil aplicação no terreno, apesar de a sua aplicação pressupor que os *taxa* a ser censados têm uma distribuição esparsa e aleatória. As vantagens e inconvenientes de cada metodologia deverão ser realçados após a recolha e análise dos dados de campo. Sugere-se a análise comparativa de estimativas obtidas pelas diferentes metodologias para a mesma área. Seria desejável que o efectivo populacional total da área em questão fosse conhecido, para assim aferir a fiabilidade das técnicas ensaiadas.

Finalmente, deverão ser abordadas as metodologias que envolvem a captura-recaptura de organismos. É necessário ter em conta que as metodologias de captura-recaptura e de análise de dados e estimativa de parâmetros são bastante diversificadas e exigem por vezes conhecimentos que vão para além da natureza deste curso. Deste modo, as propostas efectuadas para este conteúdo resultam de uma selecção efectuada pelo grupo de trabalho, tendo como critérios a natureza do curso, as expectativas relativamente ao mercado de trabalho e as expectativas relativamente às funções que os alunos poderão desempenhar no futuro.

Face ao exposto, sugere-se que os princípios inerentes à captura/recaptura sejam expostos e a metodologia mais simples de Lincoln-Peterson ensaiada (primeiro no laboratório, com um tabuleiro e grãos e depois no terreno). O mesmo procedimento deverá ser efectuado para as técnicas de remoção, devendo ser exploradas as técnicas de regressão de Hayne (1949) e de Moran-Zippin (1951, 56, 58). Alguns exemplos que poderão ser abordados nas aulas serão a captura de micromamíferos, de carnívoros e de aves (sugere-se alguma pesquisa sobre este assunto para consolidar e ampliar conhecimentos). Todavia, a sua realização em contexto real está fora do âmbito deste curso e das possibilidades das escolas. Deste modo, sugere-se uma visita a uma área protegida ou outra qualquer zona onde esteja a ser levado a cabo um programa de capturas. A captura-marcação-recaptura de insectos terrestres coleópteros e de isópodes terrestres através de *pit-falls* é uma actividade muito simples e que permitirá abordar de uma forma prática, no terreno, as diversas metodologias de captura.

As principais técnicas de armadilhagem deverão ser também abordadas de forma sumária, nomeadamente no que diz respeito ao tipo de armadilhas utilizado (ex: armadilhas de caixa para micromamíferos e carnívoros, redes para aves, armadilhas tipo *pit-fall* para micromamíferos, répteis e insectos) e ao tipo de marcação dos indivíduos capturados (marcas metálicas ou em plástico para mamíferos e peixes, pinturas para alguns répteis, mamíferos e aves, amputação de escamas e falanges para répteis e anfíbios, anéis patagiais para aves, corte de pêlos para micromamíferos). Na impossibilidade de apresentar na escola, directamente aos alunos, este tipo de materiais e procedimentos, sugere-se a apresentação de documentos fotográficos e a posterior visita a uma área protegida para observação directa. Também é possível encontrar disponível *on-line* uma vasta gama de materiais, sugerindo-se por isso a realização de pesquisa sobre o assunto.

Durante a abordagem do tema, sugere-se que todas as técnicas e actividades de campo propostas sejam aplicadas de imediato no terreno de estudo. Só assim os alunos se aperceberão das dificuldades inerentes à sua aplicação e das condicionantes metodológicas que podem interferir na qualidade dos resultados. A realização de actividades de pesquisa é muito importante para que os alunos tomem conhecimento de outras técnicas mais específicas.

É importante ir para além de uma abordagem meramente demonstrativa e procurar enquadrar as técnicas em aplicações práticas no terreno. Sugere-se, como exemplo, o estabelecimento de relações entre a distribuição

e abundância de organismos animais e as medidas de vegetação. As medições dos parâmetros efectuadas no 10<sup>o</sup> ano também poderão ser utilizadas com vantagem. Uma actividade destas permitirá integrar as técnicas direccionadas para o estudo de populações animais e as técnicas direccionadas para o estudo de populações vegetais.

No final do tema, seria interessante a realização de uma exposição visando a comunicação dos resultados obtidos à comunidade escolar. Neste contexto, o uso de máquinas fotográficas e/ou câmaras de vídeo constituirá um precioso auxiliar, permitindo o registo visual da informação recolhida no campo e o seu posterior tratamento usando as TIC.

## Tema 6: Idade, crescimento e tabelas de vida

<b>Tema 6</b> <b>Idade, crescimento e</b> <b>tabelas de vida</b> <b>(10 tempos lectivos)</b>	<b>Núcleo conceptual</b> A informação sobre a estrutura de idades de uma população é essencial para a sua gestão e conservação.
<b>Conceitos</b> <b>Noções básicas</b>  Estrutura de idades Crescimento Coorte Classe de idade Histograma de frequências Curva de crescimento Tabela de vida Taxa de crescimento Taxa de mortalidade Taxa de sobrevivência Esperança de vida Escamas Otólito Anéis de crescimento	<u>Subtemas:</u>  6.1. Estimação da idade 6.2. Histogramas de frequências 6.3. Curvas de crescimento 6.4. Tabelas de vida  <u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u>  DOMÍNIO COGNITIVO Conhecer critérios básicos e técnicas para estimar a idade em animais e plantas Compreender o significado ecológico dos histogramas de frequências de idade e das curvas de crescimento Compreender o significado ecológico das tabelas de vida Relacionar a taxa de mortalidade e de sobrevivência de uma população com a esperança média de vida  DOMÍNIO PROCEDIMENTAL Utilizar critérios e técnicas para estimar a idade de animais e plantas Analisar a estrutura de idades de uma população através de histogramas de frequência Construir, analisar e interpretar histogramas de frequência, curvas de crescimento e tabelas de vida a partir de dados fornecidos Pesquisar e seleccionar informação sobre o tema, utilizando as TIC e/ou fontes bibliográficas  DOMÍNIO ATITUDINAL Valorizar a pesquisa como fonte de informação Interessar-se por conhecer as diferentes técnicas para estimar a idade de organismos Desenvolver o sentido de rigor na aplicação de metodologias e na recolha e análise de dados Discutir as limitações das técnicas abordadas

<b>Tema 6</b> <b>Idade, crescimento e</b> <b>tabelas de vida</b> <b>(10 tempos lectivos)</b>	<b>Nível de abordagem</b>
---	---------------------------

Este tema aborda alguns aspectos característicos da ecologia animal. Deste modo, a abordagem dos conteúdos encontra-se essencialmente direccionada para populações animais, salvo em casos específicos que serão oportunamente referidos.

Com o conteúdo *Estimação da idade* pretende-se abordar algumas técnicas mais comuns e de maior facilidade de aplicação. Deverá ser salientada a importância de estimar a estrutura de idades de uma população para a sua gestão e conservação. Os procedimentos mais elaborados e que normalmente exigem análises laboratoriais complexas estão fora do âmbito deste curso. Aconselha-se, por isso, alguma pesquisa utilizando as TIC e/ou fontes bibliográficas para que os alunos adquiram conhecimentos, ainda que superficiais, sobre técnicas mais elaboradas. Mais importante do que a utilização de uma vasta panóplia de técnicas, critérios e metodologias (impossível num curso desta natureza), é o desenvolvimento da capacidade de procurar e seleccionar informação, que permita aos alunos preparar-se para a sua vida profissional futura.

Antes de apresentar as técnicas com detalhe, o professor deverá chamar a atenção dos alunos para o facto de em muitos casos não ser possível efectuar uma estimativa da idade, ficando-se apenas por classes de desenvolvimento (ex: juvenil, subadulto e adulto). Os critérios utilizados em ecologia de campo para efectuar estas estimativas deverão ser abordados (ex: coloração, desenvolvimento de características sexuais secundárias, peso), utilizando documentação fotográfica ou registo em vídeo/DVD. Recomenda-se vivamente a realização de pesquisa para que os alunos tomem conhecimento, ainda que superficial, da existência de técnicas mais complexas e precisas. Recomenda-se também a realização de uma actividade prática em laboratório, que consiste na observação de escamas e otólitos de peixes.

Sugere-se, ainda, a abordagem das técnicas mais simples de estimação da idade em plantas. Este aspecto poderá ser explorado de uma forma prática através da contagem de anéis de crescimento, da medição do raio e da medição da altura do caule. Os problemas associados a estas metodologias deverão ser discutidos, nomeadamente o problema da obtenção de amostras sem danificar as árvores vivas e o facto de as medições do raio e da altura do caule corresponderem a uma relação entre a idade e a biomassa, e não à avaliação directa de um parâmetro com significado biológico directo.

Relativamente ao conteúdo *Histogramas de frequências*, pretende-se essencialmente que os alunos construam e analisem, do ponto de vista ecológico, histogramas de frequências de idade, nomeadamente ao nível da estrutura de idades de uma população. Estes histogramas poderão ser construídos a partir de dados de idade conhecidos ou, em alternativa, a partir de atributos relacionados com a idade dos organismos (ex: peso corporal, anéis de crescimento, peso do cristalino, etc.). Recomenda-se o fornecimento de dados em bruto aos alunos para que estes construam um histograma de frequências e procedam posteriormente à sua interpretação.

Quanto ao conteúdo *Curvas de crescimento*, aconselha-se uma abordagem superficial dos tipos básicos de curvas, sem entrar nos modelos e procedimentos matemáticos que lhes estão subjacentes. A exploração deste conteúdo poderá ser realizada mediante o fornecimento de dados aos alunos, para que estes construam e interpretem, ainda que de forma elementar, as curvas de crescimento. Poderá também ser realizada uma actividade prática muito simples, que consiste no registo de pesos de sardinhas relacionando-o com o registo de idades estimadas mediante a observação de otólitos.

No que diz respeito ao conteúdo *Tabelas de vida*, pretende-se que os alunos compreendam o significado ecológico e desenvolvam a capacidade de análise e interpretação destes instrumentos.

As tabelas de vida são, na sua forma mais simples, um resumo específico por idades dos índices de mortalidade. A informação fornecida pelas tabelas de vida (taxa de mortalidade, taxa de sobrevivência e esperança de vida) deverá ser claramente evidenciada pelo professor.

Esta matéria deverá ser explorada através do fornecimento aos alunos dos dados básicos que permitam a construção, análise e interpretação de tabelas de vida.

## Tema 7: Avaliação da diversidade

<p><b>Tema 7</b> <b>Avaliação da diversidade</b> <b>(14 tempos lectivos)</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo conceptual</b></p> <p>O número de espécies presentes e a sua abundância relativa são os parâmetros básicos para avaliar a biodiversidade de um local ou comunidade.</p>
<p><b>Conceitos</b></p> <p><b>Noções básicas</b></p> <p>Riqueza específica</p> <p>Diversidade específica</p> <p>Índice de diversidade</p> <p>Equidade</p> <p>Coefficiente de similaridade</p>	<p><u>Subtemas:</u></p> <p>7.1. Riqueza específica e diversidade específica 7.2. Estimação da riqueza específica 7.3. Índices de diversidade e equidade 7.4. Comparação de comunidades</p> <p><u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>DOMÍNIO COGNITIVO</p> <p>Compreender o significado ecológico da informação obtida através de índices de diversidade e coeficientes de similaridade/semelhança Relacionar riqueza específica e diversidade específica Comparar o tipo de informação fornecida pelos diferentes índices Analisar as limitações associadas ao uso de índices de diversidade e coeficientes de similaridade/semelhança</p> <p>DOMÍNIO PROCEDIMENTAL</p> <p>Planificar pequenos projectos subordinados ao tema Utilizar índices de riqueza e diversidade específica em contexto real (i.e. trabalho de campo) ou a partir de dados fornecidos Calcular a semelhança entre dois locais (amostras ou comunidades) utilizando índices, a partir de dados fornecidos ou recolhidos no campo Determinar o número ou tamanho de amostras adequados para avaliar a riqueza específica de um habitat ou local, utilizando curvas de acumulação de espécies Construir tabelas e gráficos que sintetizem a informação recolhida no terreno ou que tenha sido fornecida Produzir materiais diversos (ex: relatórios, cartazes, etc.) alusivos ao tema, utilizando as TIC</p> <p>DOMÍNIO ATITUDINAL</p> <p>Reconhecer a importância de avaliar a diversidade de espécies Desenvolver uma atitude responsável e cooperativa no trabalho de campo Desenvolver o sentido do rigor na aplicação de metodologias e na recolha e análise de dados de campo Comunicar e discutir a informação recolhida e analisada ao nível da turma e da escola</p>

<p>Tema 7</p> <p><b>Avaliação da diversidade</b></p> <p><b>(14 tempos lectivos)</b></p>	<p><b>Nível de abordagem</b></p>
---	----------------------------------

Este tema aborda conteúdos e conceitos comuns à disciplina de Ecologia, nomeadamente no tema *Ecologia de Comunidades*, pelo que se recomenda a colaboração entre os professores titulares de ambas as disciplinas, por forma a definir estratégias conjuntas no sentido de minimizar sobreposições de matérias e de otimizar a gestão de recursos e de tempos lectivos, bem como o desenvolvimento de competências.

Relativamente ao conteúdo *Riqueza específica e diversidade específica*, pretende-se essencialmente efectuar a distinção dos termos. Neste conteúdo deverão também ser abordados os diversos tipos de diversidade (i.e. alfa, beta e gama) sem, no entanto, entrar em detalhes profundos, que poderão ser discutidos na disciplina de Ecologia.

Quanto ao conteúdo *Estimação da riqueza específica*, pretende-se abordar as metodologias mais comuns usadas para o efeito. A curva de acumulação de espécies, i.e., a representação gráfica do número de espécies em função de uma unidade de esforço, é um método simples, de fácil aplicação e que fornece resultados fiáveis, pelo que se recomenda a sua abordagem. Para além desta metodologia, deverão ser apresentados alguns índices normalmente usados neste tipo de estudos. Como exemplo, sugere-se o índice de Margalef.

Esta matéria deverá ser explorada de uma forma prática através da elaboração de pequenos projectos a executar no campo. Esta actividade poderá ser realizada por grupos de alunos que deverão definir estratégias de amostragem e metodologias com o auxílio do professor. A principal dificuldade neste tipo de estudos prende-se com o facto de existirem muitas espécies de grupos taxonómicos distintos, o que torna praticamente inviável a sua identificação por parte de alunos com este tipo de formação. Deste modo, sugere-se que cada grupo de alunos se dedique ao estudo de um grupo taxonómico em particular, procedendo-se no final à síntese de todos os dados recolhidos. Em muitas situações, um nível de identificação ao nível do género ou da família pode ser suficiente, como é o caso da determinação do índice de Collins utilizando macroinvertebrados aquáticos. O uso de máquinas fotográficas e/ou câmaras de vídeo constituirá um precioso auxiliar, permitindo o registo visual da informação recolhida e o seu posterior tratamento. As TIC poderão ser usadas neste âmbito para a produção de trabalhos alusivos ao tema, com vista a uma eventual comunicação a nível da escola.

Com o conteúdo *Índices de diversidade e equidade* pretende-se abordar os principais índices usados para o efeito. Deste modo, sugerem-se os índices de Shanon-Weaver e Simpson e suas respectivas transformações em medidas de equidade. O tipo de informação fornecida por estas medidas/índices deverá ser claramente analisado e interpretado do ponto de vista ecológico.

Este conteúdo deverá ser explorado de forma essencialmente prática, através da realização de pequenos projectos, seguindo o mesmo tipo de estratégia usada no conteúdo anterior.

No que diz respeito ao subtema *Comparação de comunidades*, pretende-se comparar a diversidade de espécies em dois locais diferentes. Para tal, existem numerosos procedimentos dos quais apenas deverão ser



abordados os mais simples. Deste modo, propõe-se o uso de coeficientes de similaridade para dados de presença/ausência (ex: coeficiente de Jacard e coeficiente de Sorensen) e para dados quantitativos (ex: índice de Morisita-Horn e percentagem de similaridade de Whittaker). O significado ecológico da informação produzida pelo uso deste tipo de análises deve ser compreendido pelos alunos. Este assunto deverá ser explorado de uma forma essencialmente prática, através da realização de pequenos projectos. Caberá aos alunos a tarefa de definir metodologias e estratégias de amostragem, ficando o professor a desempenhar o papel de orientador. Em alternativa, poderão ser usados os dados recolhidos nas actividades práticas sugeridas nos conteúdos anteriores.

## Tema 8: Ameaças à biodiversidade

<b>Tema 8</b> <b>Ameaças à</b> <b>biodiversidade</b> <b>(12 tempos lectivos)</b>	<b>Núcleo conceptual</b> A biodiversidade enfrenta actualmente graves problemas, responsáveis pela maior taxa de extinção na História da Terra desde há 65 milhões de anos
<b>Conceitos</b> <b>Noções básicas</b> Fragmentação Sobreexploração Espécie invasora Espécie exótica Espécie alóctone Espécie autóctone Dispersão Poluente Bioacumulação Metais pesados Pesticidas Efeito de estufa Chuvas ácidas Buraco do ozono	<u>Subtemas:</u> 8.1. O Homem e o Ambiente 8.2. Destruição e fragmentação dos habitats 8.3. Sobreexploração 8.4. Espécies invasoras 8.5. Dispersão de poluentes e bioacumulação  <u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u>  <b>DOMÍNIO COGNITIVO</b> Discutir a posição do Homem na Natureza Analisar os efeitos da destruição e fragmentação dos habitats sobre a biodiversidade Conhecer o conceito de sobreexploração Analisar os efeitos da sobreexploração sobre a biodiversidade Discutir o impacto da introdução de espécies invasoras sobre as populações autóctones Conhecer algumas espécies invasoras dos ecossistemas portugueses Analisar o efeito da dispersão de poluentes sobre a biodiversidade Compreender o fenómeno da eutroficação Compreender o fenómeno da bioacumulação Conhecer genericamente as causas e consequências de algumas ameaças globais  <b>DOMÍNIO PROCEDIMENTAL</b> Comparar a diversidade de organismos em locais dominados por vegetação exótica e em locais com vegetação autóctone Comparar a diversidade de organismos de locais poluídos com locais pouco poluídos Produzir materiais diversos a partir de informação obtida por pesquisa ou em trabalho de campo, utilizando as TIC  <b>DOMÍNIO ATITUDINAL</b> Questionar-se sobre as causas do declínio da biodiversidade Reflectir sobre as consequências de algumas actividades humanas sobre a biodiversidade Divulgar os trabalhos produzidos na comunidade escolar

<b>Tema 8</b> <b>Ameaças à</b> <b>biodiversidade</b> <b>(12 tempos lectivos)</b>	<b>Nível de abordagem</b>
---	---------------------------

As ameaças à biodiversidade constituem um conjunto vasto e complexo, muitas vezes com padrões de funcionamento a uma escala global. Deste modo, seleccionaram-se alguns factores resultantes da actividade humana de maior relevância actual em Portugal, que influenciam negativamente as populações selvagens, e que provavelmente constituirão um tema de trabalho para os alunos deste curso numa futura integração profissional. Para além disso, serão abordados de forma genérica alguns fenómenos globais que actualmente têm um maior impacto na opinião pública. A natureza deste módulo favorece, por isso, uma abordagem mais teórica, mas necessária para efectuar o enquadramento dos módulos seguintes, onde serão desenvolvidos conhecimentos mais práticos. Sugere-se que no conteúdo *O Homem e o Ambiente* seja perspectivada a posição do Homem face à natureza. A independência ou não deste face às regras que gerem os sistemas naturais deverá ser analisada com base em casos concretos, preferencialmente com relevância regional (erosão costeira, clima urbano, poluição aquática...), de forma a enquadrar os assuntos a abordar nos conteúdos seguintes. Embora os assuntos relacionados com as políticas de conservação da natureza sejam objecto do programa de Ecologia (11º ano), algumas referências ao tema poderão ser feitas com vantagem, na perspectiva do enquadramento acima referido.

Relativamente ao conteúdo *Destruição e fragmentação dos habitats*, deverão ser lembrados alguns conceitos já anteriormente abordados (tema: *Princípios básicos de Ecologia de Paisagem*), tais como, fragmentação, conectividade e isolamento de populações. As consequências da destruição e fragmentação dos habitats sobre a biodiversidade deverão ser claramente exploradas, sempre que possível, através de exemplos nacionais. Deste modo, deverão ser destacados os efeitos da fragmentação do habitat sobre alguns *taxa* ibéricos como o lobo, o lince ou o grupo dos anfíbios. Dever-se-á chamar a atenção para o isolamento de populações, que frequentemente se traduz na perda da estrutura e coesão social, aumento da probabilidade de efeitos genéticos adversos, incapacidade de dispersão e aumento do impacto negativo de predadores e furtivismo.

O estudo do conteúdo *Sobreexploração*, deverá ser iniciado com a definição do conceito, seguindo-se a exemplificação de alguns casos nacionais. Deste modo, sugere-se que os alunos sejam levados a analisar os registos de pesca de sardinha pescada na costa portuguesa. A ruptura dos *stocks* desta espécie é um excelente exemplo de sobreexploração. Poderão ser abordados outros exemplos, nomeadamente de espécies cinegéticas. Todavia, é necessário ter em conta que o declínio de algumas espécies (ex: coelho-bravo, lebre, perdiz) poderá ser resultante de uma combinação de factores (ex: doenças, alteração do habitat), dos quais a sobreexploração é apenas uma parte. As consequências da sobreexploração deverão ser claramente destacadas, nomeadamente a diminuição de capturas por unidade de esforço ou tempo, a diminuição da proporção de fêmeas grávidas, o aumento da proporção de indivíduos jovens não reprodutores, a incapacidade para repor as perdas por captura e, em alguns casos, a extinção. Deve chamar-se a atenção para o facto de que estas consequências constituem sinais de aviso e que, quando detectadas, deverão ser tomadas medidas de recuperação (matéria do próximo tema).

No conteúdo *Espécies invasoras*, é importante distinguir espécies autóctones de alóctones. A natureza agressiva, em termos competitivos, das espécies invasoras (ou espécies exóticas) deverá ser salientada. Deverão ser referidos alguns bons exemplos que ameaçam actualmente a biodiversidade dos ecossistemas portugueses, tais como as acácias, o eucalipto, o chorão e o lagostim-americano. Sugere-se uma actividade de campo em que os alunos serão levados a comparar a diversidade de plantas existente numa mancha vegetal dominada por acácias ou eucaliptos e numa mancha dominada por espécies autóctones (ex: carvalho-alvarinho). Em alternativa para as escolas próximas da costa, poderá ser efectuada uma visita a um ecossistema dunar, solicitando aos alunos que efectuem uma comparação da diversidade de plantas em locais povoados por chorões e em locais dominados por flora autóctone.

Relativamente ao conteúdo *Dispersão de poluentes e bioacumulação*, é necessário ter em conta que a natureza global a que ocorrem os processos de poluição, a vastidão de fenómenos e as suas consequências a nível mundial, não permitem uma abordagem exaustiva numa disciplina de carácter tecnológico. Todavia, julgamos ser importante que os alunos adquiram algum conhecimento sobre este tema, uma vez que os fenómenos abordados têm, sem dúvida, um enorme impacto sobre a biodiversidade.

Deste modo, aconselha-se a referência às situações em que a actividade humana provoca um impacto negativo sobre a biodiversidade, nomeadamente através da actividade agrícola, da poluição das águas superficiais e subterrâneas e da poluição atmosférica. A comparação da diversidade de macroinvertebrados em 2 troços de rio (poluído vs. não poluído) constitui uma forma prática de abordar este assunto e de demonstrar como as comunidades bióticas podem ser instrumentos na avaliação do ambiente. Esta é uma actividade simples, que, desde que seja mantido um nível de identificação razoável (o índice de Collins referido no tema anterior é disso um bom exemplo), permite obter dados que, de uma forma expedita, fornecem informações suficientes para a comparação quantitativa entre diferentes situações, nomeadamente no que se refere às suas características físico-químicas.

O problema da eutroficação dos ecossistemas aquáticos deverá ser também abordado. Uma saída de campo a um local onde este fenómeno se faça sentir permitirá observar os característicos *blooms* de cianobactérias. Uma sonda multiparamétrica (O<sub>2</sub>, pH, condutividade, temperatura) ou os *kits* de análise respectivos permitem facilmente quantificar o ambiente físico característico destas situações, principalmente quando se contrasta as situações de superfície com as de fundo.

Genericamente deverão ser referidos alguns fenómenos actuais que actuam a uma escala mais global, designadamente as chuvas ácidas, o efeito de estufa, o excesso de azoto nos ecossistemas e aerossóis com CFCs. Uma breve pesquisa na Internet, nomeadamente nos portais da NASA, fornecerão facilmente imagens que possibilitarão uma análise global do problema. O declínio das populações de anfíbios a nível mundial permitirá aos alunos compreender a natureza destes fenómenos. É de referir que a diversidade de anfíbios de um local constitui um bom indicador ecológico sobre a sua integridade natural.

O problema da bioacumulação e suas consequências deverá também ser aqui abordado. Deverá dar-se relevância especial ao problema dos metais pesados (chumbo, mercúrio e cádmio poderão ser bons exemplos), pesticidas e substâncias radioactivas, pelos efeitos directos que têm sobre a saúde do ser humano. Um trabalho de pesquisa poderá ser efectuada, visando o levantamento das situações em que esses elementos são utilizados pelo homem (exemplo dos corantes) e dos perigos decorrentes do consumo de

alimentos contaminados (pesticidas, excesso de adubos azotados, etc.). O problema da bioacumulação nos ecossistemas aquáticos e as implicações socioeconómicas e para a saúde das populações humanas será certamente um bom exemplo para explorar este tema. Não é difícil encontrar documentação sobre estes temas, quer na Internet, quer em revistas de divulgação.

Os alunos deverão ser estimulados a produzir trabalhos diversos a partir de informação obtida por pesquisa ou em trabalho de campo, com vista a uma exposição a realizar no final do ano. Esta actividade constitui uma oportunidade excelente para a utilização das TIC.

Embora fosse interessante a abordagem de temas como os resíduos, o ruído ou os efluentes urbanos ou industriais, somos de opinião de que não se justifica, neste âmbito, alargar a abordagem proposta a esses assuntos. É suposto que o aluno seja capaz de relacionar os resultados biológicos com as características do meio físico, qualquer que seja o parâmetro em avaliação. O facto de a fonte de perturbação ser uma estrada, um efluente ou a presença de uma fonte de ruído apenas é relevante para a escolha das metodologias e equipamentos de avaliação e para a interpretação dos dados. No entanto, se as condições locais o justificarem, esta pode ser uma abordagem a não desprezar, desde que possa fornecer dados biológicos.