

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

PROGRAMA DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO APLICADA

12º ANO

Curso Tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente

Autores

Ana Botelho

José Carlos Carvalho

José Vítor Vingada

Pedro Teixeira Gomes (Coordenador)

Homologação

06/03/2006

Índice Geral

9. Introdução à análise espacial	3
9.1. A importância dos SIG na análise espacial do terreno	
9.2. Análise espacial do terreno: operações básicas	
10. Os organismos e a paisagem	6
10.1. Quantificação dos padrões paisagísticos	
10.2 Importância da escala na análise de paisagem	
10.3 Influência da estrutura da paisagem sobre os organismos	
11. Monitorização Ambiental	10
11.1. Importância da monitorização	
11.2. Programas de monitorização	
11.3. Indicadores ecológicos	
11.4. Análise de dados	
12. Aplicações ambientais: casos de estudo	14
12.1. Caso de estudo 1: Valorização ambiental	
12.2. Caso de estudo 2: Evolução paisagística de uma região	
12.3. Caso de estudo 3: Avaliação de impacto ambiental	
12.4. Caso de estudo 4: Monitorização de parâmetros ambientais	
Bibliografia específica	18

<p style="text-align: center;">Tema 9 Introdução à análise espacial</p>	<p style="text-align: center;">Núcleo conceptual</p> <p>As decisões a tomar no âmbito da gestão do meio ambiente e do ordenamento do território dependem do contexto espacial em que se inserem as problemáticas em causa.</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>SIG</p> <p>Fotografia aérea</p> <p>Ortofotomapa</p> <p>Georreferenciação</p> <p>GPS</p> <p>Escala</p> <p>Análise espacial</p> <p>Análise do terreno</p> <p>Pesquisa booleana</p> <p>Aritmética de cartas</p> <p>Reclassificação</p> <p>Uso do solo</p> <p>Carta temática</p>	<p><u>Subtemas:</u></p> <p>9.1 A importância dos SIG na análise espacial do terreno</p> <p>9.2 Análise espacial do terreno: operações básicas</p> <p><u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>DOMÍNIO COGNITIVO</p> <p>Compreender a importância da dimensão espacial na resolução de problemas ambientais</p> <p>Compreender o funcionamento de um SIG</p> <p>Conhecer os principais métodos/operações de análise espacial no contexto de um SIG</p> <p>Analisar uma carta temática/uso de solo</p> <p>DOMÍNIO PROCEDIMENTAL</p> <p>Utilizar um SIG na abordagem de problemas concretos no contexto do ambiente e do ordenamento do território</p> <p>Efectuar as operações espaciais básicas de um SIG</p> <p>Utilizar fotografias aéreas e/ou ortofotomapas como suporte à caracterização física do terreno</p> <p>Produzir mapas temáticos a partir de informação prévia</p> <p>Utilizar aparelhos GPS na georreferenciação do terreno</p> <p>DOMÍNIO ATITUDINAL</p> <p>Tomar consciência da importância da dimensão espacial na resolução de problemas ambientais</p> <p>Valorizar a dimensão espacial no âmbito de problemáticas ambientais</p>

Tema 9 Introdução à análise espacial	Nível de abordagem (20 aulas)
---	--

Ao longo do Tema 3 (10º ano), abordou-se um conjunto de procedimentos visando a caracterização do ambiente físico de que os organismos dependem. Ao longo do 11º ano, a abordagem centrou-se na avaliação das populações que habitam um determinado meio. Ao longo do ano que agora se inicia, pretende-se estabelecer a ligação entre esses dois aspectos através de uma introdução à análise espacial no contexto de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Este é um dos temas mais recentes da Ecologia e, por isso mesmo, em constante desenvolvimento. A sua ligação à Geografia bem como às ferramentas usadas no ordenamento e gestão do território (SIG) pareceram-nos justificar a sua abordagem neste curso, apesar da complexidade e novidade do assunto. Ao tomar esta opção estamos conscientes do risco associado mas não nos pareceu correcto deixar esta área interessantíssima a descoberto, principalmente pela ligação que faz entre as duas disciplinas científicas com que lida este curso tecnológico.

Com o Tema 9 pretende-se efectuar uma primeira abordagem às possibilidades de análise de um SIG moderno, demonstrando a sua utilidade na gestão ambiental. Como já foi referido anteriormente, não é objectivo deste curso formar operadores de SIG, nem é suposto que esta disciplina se sobreponha ou substitua à disciplina opcional de Sistemas de Informação Geográfica que decorre em paralelo. Sendo esta opcional, significando que apenas uma parte dos alunos a irá frequentar, julgou o grupo de trabalho conveniente introduzir neste programa alguma formação na área dos SIG. Sendo este tipo de ferramenta fundamental na gestão dos espaços naturais, não nos pareceu correcto admitir a possibilidade de que alguns alunos pudessem finalizar o seu curso sem conhecer as potencialidades dos SIG como ferramentas de gestão.

Os SIG constituem sistemas complexos em que o software e o operador são apenas uma parte, embora importante, de uma ferramenta fundamental na gestão e conservação da natureza. Reduzir um SIG apenas aos aspectos técnicos de informática ou de desenho assistido por computador é limitar uma ferramenta de gestão extremamente poderosa. O aproveitamento pleno de um SIG implica obrigatoriamente que todos os que directa ou indirectamente contribuem com informação conheçam não só os princípios do seu funcionamento mas, também, as suas potencialidades analíticas e de organização da informação.

Relativamente ao conteúdo *A importância dos SIG na análise espacial do terreno* pretende-se efectuar uma breve contextualização do uso destas importantes ferramentas no âmbito das problemáticas ambientais e do ordenamento do território. O conceito de SIG e a estrutura básica deste tipo de ferramentas deverá ser lembrado, bem como os dois formatos básicos de representação de dados espaciais (*raster* e *vectorial*).

As potencialidades/funções dos SIG deverão ser enfatizadas recorrendo-se ao uso de questões concretas e apostando na estratégia de aprender fazendo. As ferramentas ou técnicas não deverão surgir por si só mas sim enquadradas num problema para a resolução do qual possam contribuir. A formação

adquirida nos anos anteriores, bem como a faixa etária dos alunos, deverá permitir uma abordagem mais madura sugerindo-se, para isso, a estratégia que a seguir se descreve.

Assumindo como questão de fundo a caracterização física do terreno de uma determinada região (no contexto envolvente à escola ou no contexto regional) e tendo como base um levantamento aerofotográfico (ex: CNIG-1995, Edinfor, 2003 ou imagens do Terraserver ou do GoogleEarth), propõe-se a aplicação de conhecimentos adquiridos nos anos anteriores, nomeadamente no Tema 1 do 10º ano desta disciplina, referentes à utilização de SIG, à elaboração de cartas temáticas e à utilização de GPS. Embora as cartas temáticas pré-existentes (elaboradas no 10º ano) possam ser utilizadas, aconselha-se o recurso à aerofotografia para que o aluno tenha a oportunidade de rever e aplicar os seus conhecimentos sobre essas matérias.

Após exposição do problema inicial, os alunos deverão ser questionados sobre a estratégia a seguir e que deverá conduzir obrigatoriamente à **referenciação geográfica** das diferentes fotografias aéreas, à uniformização de escalas, à **classificação dos elementos paisagísticos** e, por fim, à **elaboração de cartas temáticas** correspondentes às datas em estudo. O professor deverá ir indicando como é que as ferramentas disponíveis podem auxiliar nas tarefas, nomeadamente as operações de SIG relevantes (georrectificação e uniformização de escalas) e o uso dos GPS na geo-referenciação. Após elaboração das cartas temáticas com base na classificação paisagística, os alunos deverão ser levados a reflectir sobre a estratégia a seguir, para efectuar a análise física do terreno, e que constituirá o tema do conteúdo *Análise do terreno: operações básicas*. Deverá estar sempre presente que a resposta a dar deverá ser do tipo quantitativo, o que implica a necessidade de introduzir algumas métricas espaciais muito simples, bem como as operações de SIG que permitem o seu cálculo. No entanto, é de notar que não se pretende neste momento uma abordagem concreta da análise da estrutura da paisagem. Este assunto será abordado no Tema 10. As operações conducentes à **reclassificação, combinação de cartas, avaliação de áreas e perímetros, contagem de manchas, pesquisa booleana e aritmética de cartas** deverão ser apresentadas aos alunos e exploradas no contexto da caracterização física do terreno. A título de exemplo, indicam-se algumas questões que podem ser colocadas:

Quais as unidades de uso de solo dominantes na região?

Qual a percentagem de solo ocupada por floresta na região?

Qual a área ocupada por terrenos agrícolas?

Qual o comprimento e densidade das vias rodoviárias?

A procura das respostas a estas questões conduzirá à exploração das operações espaciais mais básicas e à integração de conhecimentos práticos numa perspectiva de aprender fazendo. Inicialmente as operações de análise poderão ser apresentadas aos alunos através de simulações em grelha de papel (mapa de uso dos solos em papel) e acetato, para que os alunos se familiarizem com a lógica subjacente ao seu uso. Posteriormente, deverão ser efectuadas em ambiente SIG.

A realização de uma visita de estudo a uma entidade/empresa (ex: Câmara Municipal, Área Protegida, Gabinete de Arquitectura) que efectue o tratamento de informação espacial poderá ilustrar, em contexto real, a forma como estas ferramentas são utilizadas na gestão do território e ambiente.

<p>Tema 10 Os organismos e a paisagem</p>	<p>Núcleo conceptual A ecologia de paisagem dirige-se ao estudo da estrutura, funcionamento e alteração de mosaicos do território, constituindo uma área de estudo de elevada potencialidade para o ordenamento e a conservação do ambiente</p>
<p>Conceitos Noções básicas</p> <p>Paisagem Análise paisagística Mancha Unidade paisagística Uso do solo Habitat Composição Configuração Contexto paisagístico Conectividade Fragmentação Isolamento de populações Metapopulação Migração Dispersão Índice paisagístico Diversidade Dominância <i>Ratio</i> perímetro/área Resolução espacial</p>	<p>Subtemas:</p> <p>10.1 Quantificação dos padrões paisagísticos 10.2 Importância da escala na análise de paisagem 10.3 Influência da estrutura da paisagem sobre os organismos</p> <p>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</p> <p>DOMÍNIO COGNITIVO Compreender que a influência dos padrões paisagísticos sobre os organismos depende dos requisitos ecológicos das espécies em causa Relacionar as características de uma mancha com a distribuição dos organismos Discutir a utilidade e as limitações do uso de dados espaciais para produzir mapas de adequabilidade do habitat Compreender a influência do contexto paisagístico sobre os organismos Relacionar a estrutura da paisagem com a mobilidade dos organismos Relacionar a estrutura da paisagem com a fragmentação dos habitats e com a formação de metapopulações Conhecer alguns índices comuns em análise de paisagem Distinguir índices que descrevem a composição paisagística de índices que se referem à configuração espacial Interpretar e analisar a informação fornecida por cada índice Discutir a influência da escala sobre o cálculo dos índices</p> <p>DOMÍNIO PROCEDIMENTAL Utilizar um SIG para analisar uma paisagem/mapa de uso de solos Analisar a influência dos padrões paisagísticos sobre os organismos Produzir mapas de adequabilidade do habitat a partir de dados espaciais (mapas temáticos e uso do solo) Descrever quantitativamente o contexto paisagístico em que se insere um local ou mancha Calcular índices relativos à análise de uma paisagem/mapa de uso de solos Utilizar um SIG para analisar uma paisagem/mapa de uso de solos</p> <p>DOMÍNIO ATITUDINAL Tomar consciência da influência dos processos que ocorrem à escala da paisagem sobre os organismos Adoptar uma atitude crítica e fundamentada sobre o problema da fragmentação dos habitats Valorizar o uso dos SIG no âmbito da análise da paisagem e na resolução de problemas a esta escala Adoptar uma atitude crítica e fundamentada em relação às análises de paisagem</p>

Tema 10 Os organismos e a paisagem	Nível de abordagem (15 aulas)
---	--

As ferramentas e técnicas da ecologia de paisagem constituem preciosos auxiliares para o ordenamento do território, permitindo a integração de actividades de natureza económica (silvicultura, construção, etc.) com a conservação da natureza e da biodiversidade.

No tema anterior foi proposto a iniciação à análise espacial, através de SIG, efectuando-se a caracterização física do terreno. Ao longo deste módulo, propomos uma abordagem mais profunda no contexto da ecologia da paisagem, avaliando aspectos relativos à sua estrutura - composição e configuração (distribuição espacial dos elementos/manchas paisagísticas) - e a interacção com os organismos. Sugere-se a continuidade da abordagem do módulo anterior, utilizando o material que já foi trabalhado.

O docente deverá iniciar o assunto com uma reflexão, baseada nesse material, sobre os padrões paisagísticos detectáveis. Ao longo dessa reflexão os alunos deverão aperceber-se de que a existência de padrões paisagísticos é uma constante em qualquer paisagem, manifestando-se em todas as escalas, resoluções ou extensões.

De uma abordagem puramente física e descritiva, o professor deverá passar para um problema concreto, que se sugere centrado na determinação da potencialidade de um determinado número de espécies fictícias poderem ou não colonizar o espaço em análise. Para o efeito, propõe-se a realização de um exercício simples, em que o professor fornece uma tabela listando as preferências biológicas de um ou mais organismos, referidas a elementos cartografáveis (topografia, tipo de cobertura vegetal, exposição, presença de água...). Aspectos como gama de altitudes utilizáveis, declive, orientação das vertentes, distância às linhas de água, distância máxima entre manchas (contiguidade espacial), presença de factores de perturbação, entre outros, permitirão não só explorar algumas das operações de SIG já referidas como ainda a introdução de novos conceitos num contexto de utilização (o aluno deve sentir a necessidade das operações de SIG para resolver o exercício). Através de uma estratégia semelhante à utilizada na elaboração de modelos de adequabilidade de habitat (Habitat Suitability Models), cada característica considerada deverá ser valorada. O somatório das pontuações associadas a cada elemento cartográfico considerado na tabela dará o valor da importância de cada um para a distribuição de cada organismo. Assumindo um valor mínimo para a sua sobrevivência, é possível definir na carta temática de base as áreas onde os organismos podem ou não ocorrer. Sobre este tipo de abordagem existe uma abundante literatura, nomeadamente na Internet. Uma simples pesquisa num motor de busca sobre Habitat Suitability ou Modelos de Adequabilidade permitirá recolher bastante material de apoio, incluindo exemplos de aplicação. Nos portais dos editores de SIG existem também bastantes exemplos que podem ser utilizados para o efeito.

Deste modo, é introduzido o conteúdo Quantificação dos padrões paisagísticos, no qual deverão ser abordados alguns índices comuns nos estudos ao nível da paisagem. No final os alunos deverão compreender a lógica subjacente e ficar habilitados a calcular esses índices. A discussão e interpretação das diversas métricas deverá ser efectuada.

No decurso do exercício proposto, deverão ser introduzidos os índices que dizem respeito à composição paisagística, distinguindo-os dos que abordam a configuração espacial das unidades de paisagem/uso do solo. Relativamente à composição paisagística sugere-se a abordagem das seguintes métricas (nº de unidades paisagísticas, proporção na paisagem ocupada por uma determinada unidade, diversidade e dominância). Para o cálculo da diversidade e dominância poderão ser utilizados os índices estudados em Ecologia (temas Ecologia de Comunidades e Ecologia de Paisagem) e no tema *Avaliação da Diversidade* desta disciplina. Quanto à configuração espacial sugere-se o cálculo do tamanho, perímetro e o ratio perímetro/área das manchas de uma determinada unidade de paisagem/uso do solo. O cálculo da média e desvio padrão poderá ser efectuado para o total das manchas. O professor deverá salientar que existem inúmeras outras métricas, mas cujo cálculo é mais complexo.

Com o conteúdo *Importância da escala na análise de paisagem* pretende-se que os alunos se apercebam de que muitos processos dependem da escala a que são analisados. É de salientar que a escala a utilizar depende essencialmente de dois factores: a resolução espacial e a extensão do terreno. A apresentação de imagens (satélite, aerofotografias) a diferentes escalas e de diferentes regiões do globo, permitirão discutir o significado da escala na definição desses padrões e no seu significado para os diferentes tipos de organismos (conceito de escala no contexto biológico em oposição ao conceito geográfico). Retomando o exercício anterior, deverá ser feita a comparação da avaliação da adequabilidade do habitat para duas espécies que actuam a escalas espaciais distintas (ex: um pequeno insecto, uma planta e um carnívoro ou ave com área de dispersão da ordem do km). Isto permitirá contextualizar a importância de considerar a escala de actuação de cada organismo no que respeita às acções de gestão de recursos e de conservação da natureza.

No conteúdo *Influência da estrutura da paisagem sobre os organismos*, os alunos devem ser levados a perceber que as populações são influenciadas pelos padrões espaciais e, inversamente, os organismos influenciam os padrões e os processos paisagísticos. Deve também ficar claro que, para ser bem sucedida, qualquer acção de gestão ou conservação de espécies terá que ter estes aspectos em consideração. Com efeito, muitas das propriedades de uma paisagem exercem uma influência significativa sobre a dinâmica das populações que nesta habitam.

O exercício realizado no início do módulo pode ainda ser utilizado na abordagem relativa a este conteúdo. Efectuando alterações na disponibilidade das manchas de maior adequabilidade permite demonstrar a influência dos padrões paisagísticos sobre os organismos e em última análise a biodiversidade. Porém, as espécies “percebem” o habitat de modos diferenciados e reagem de forma diferente à sua perda e à fragmentação, dependendo dos requisitos ecológicos específicos. Esta noção exemplifica-se com facilidade contrastando organismos que actuam a escalas diferentes (ex: a percepção que uma ave de rapina tem sobre a paisagem é necessariamente diferente da perspectiva das presas que lhe servem de alimento). Deste modo, é necessário adoptar uma perspectiva centrada nos organismos para estimar os efeitos dos padrões paisagísticos e das alterações na paisagem sobre as espécies. A alteração de disponibilidade de manchas é um bom exercício de perda de habitat, que permite verificar as implicações dessa perda para as espécies em causa. Como exemplo sugere-se a fragmentação de uma mancha de floresta em várias manchas mais pequenas. Poderão ser colocadas

algumas questões para discussão: “Terá ocorrido prejuízo para todas as espécies?”; “Quais as espécies mais afectadas?”.

A importância do contexto paisagístico, em que se insere uma mancha, sobre os processos e os organismos que vivem no local deverá ser salientada. Retomando o exercício sugerido, os alunos deverão efectuar uma discussão em torno das seguintes questões: “Existirão diferenças quanto à diversidade faunística em manchas semelhantes mas situadas em contextos diferentes (ambiente urbano/ambiente rural)?” ou “Qual a influência do contexto paisagístico sobre a diversidade de espécies numa mancha?”. Nesta perspectiva, deverá relacionar-se a capacidade de movimento das espécies com o contexto paisagístico, lembrando-se os conceitos de metapopulação, fragmentação, conectividade e isolamento (abordados no programa de Ecologia). Posteriormente, deverão ser colocadas questões concretas para discussão sobre os efeitos das actividades humanas sobre os organismos, sugerindo-se como exemplos, a construção de auto-estradas ou o abate de manchas florestais (introdução do conceito de estruturas lineares como obstáculo à dispersão).

Note-se que os exercícios sugeridos neste módulo poderão ser executados recorrendo à informação de caracterização efectuada durante os 10º e 11º anos, dando assim uma maior continuidade ao trabalho efectuado anteriormente e permitindo uma maior integração de conhecimentos.

<p>Tema 11 Monitorização ambiental</p>	<p>Núcleo conceptual A monitorização do ambiente é um processo que se destina a identificar problemas em estádios precoces</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Monitorização</p> <p>Programa de monitorização</p> <p>Indicador ecológico</p> <p>Espécie indicadora</p> <p>Análise exploratória de dados</p> <p>Representação gráfica</p> <p>Regressão linear</p>	<p><u>Subtema</u></p> <p>11.1. Importância da monitorização 11.2. Programas de monitorização 11.3. Indicadores ecológicos 11.4. Análise de dados</p> <p>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</p> <p>DOMÍNIO COGNITIVO Compreender a importância da monitorização para a conservação da biodiversidade e preservação do ambiente Compreender o que caracteriza as diversas fases de um programa de monitorização Analisar os problemas associados ao processo de monitorização Conhecer os conceitos de indicador ecológico e de espécie indicadora Discutir critérios para a definição de espécies indicadoras Analisar as vantagens e limitações do uso de espécies indicadoras como forma de avaliar a biodiversidade Compreender algumas técnicas básicas de análise de dados obtidos em programas de monitorização</p> <p>DOMÍNIO PROCEDIMENTAL Utilizar técnicas básicas de monitorização em contexto “real”, nomeadamente, trabalho de campo e laboratorial Planificar e organizar acções de monitorização relativas a situações concretas de âmbito local/regional Analisar e discutir programas de monitorização Construir e analisar gráficos representativos da evolução temporal de populações, a partir de dados fornecidos ou recolhidos no campo Utilizar índices de riqueza e diversidade específica no contexto da monitorização da biodiversidade, a partir de dados fornecidos ou recolhidos no campo Analisar dados obtidos em programas de monitorização</p> <p>DOMÍNIO ATITUDINAL Tomar consciência da necessidade de monitorizar a biodiversidade/ambiente no sentido de prever eventuais ameaças/problemas Discutir problemas associados às várias metodologias utilizadas na monitorização Desenvolver a capacidade de participar de forma crítica e organizada na elaboração e execução de planos de monitorização</p>

Tema 11 Monitorização ambiental	Nível de abordagem (10 aulas)
--	---

Esta unidade deverá ser encarada numa perspectiva global e integradora de conhecimentos e competências desenvolvidos ao longo dos 10º e 11º anos. Pretende-se essencialmente que os alunos desenvolvam a capacidade de planeamento de acções de monitorização e fiquem habilitados a participar de forma crítica e organizada na elaboração e execução de planos de monitorização juntamente com outros técnicos e investigadores.

Chama-se a atenção para a importância deste módulo, pois a monitorização ambiental é um ponto estruturante de qualquer sistema de informação aplicada ao ambiente.

Quanto ao conteúdo *Importância da monitorização*, pretende-se essencialmente sensibilizar os alunos para a importância da monitorização como uma ferramenta que visa proporcionar informação sobre a evolução dos componentes dos sistemas ecológicos e dos processos ecológicos ao longo do tempo.

É conveniente começar por definir o termo monitorização. Embora diversas definições possam ser adoptadas, é aconselhável neste nível de ensino a adopção de uma definição lata para o termo. Assim, o professor poderá referir que a monitorização se trata de um processo sistemático de colheita e análise de medições/observações ao longo do tempo com o objectivo de avaliar a evolução da condição de uma população/habitat/comunidade/parâmetros físico-químicos/factor de ameaça.

O conteúdo *Programas de monitorização* deverá ser orientado no sentido da elaboração de planos de monitorização ambiental. A terminologia, a estrutura e o formato dos referidos planos é variável, no entanto é possível identificar algumas fases comuns: estabelecimento de objectivos, desenho da amostragem, colheita de dados, análise de dados e adaptação da gestão dos recursos à informação obtida.

Nos temas precedentes foram abordadas as técnicas mais básicas de amostragem e de recolha de dados relativos aos parâmetros físico-químicos (10º ano) e as técnicas de avaliação de populações e comunidades (11º ano). Deste modo, deverá ser efectuado apenas o seu enquadramento no contexto da monitorização, referindo alguns desenhos básicos de programas de monitorização..

Aconselha-se uma pesquisa sobre programas de monitorização em curso ao nível nacional e europeu, particularmente no contexto da União Europeia. A informação recolhida deverá ser cuidadosamente analisada e discutida na aula. Neste contexto, deverá ser dada uma maior importância ao desenho da amostragem e da selecção das técnicas de recolha de informação de campo. Os documentos a analisar deverão ser diversificados quanto ao objecto de monitorização (ex: biodiversidade, qualidade da água, qualidade do ar, etc.) de modo a que os alunos tenham a percepção da amplitude de condições ambientais passíveis de monitorização.

Os problemas que surgem com maior frequência ao longo dos processos de monitorização deverão ser discutidos com os alunos. Chama-se à atenção para um dos principais problemas, a incapacidade de

colocar a monitorização dentro de um contexto de gestão de recursos, conduzindo à percepção de que os dados obtidos, apesar de interessantes do ponto de vista científico, não serem directamente aplicados à gestão dos recursos biológicos.

Quanto ao conteúdo *Indicadores ecológicos*, o professor deverá salientar que estes surgem como uma alternativa à determinação directa da diversidade de espécies num determinado local, podendo também ser utilizados como indicadores de qualidade ambiental. É importante que os alunos percebam que estes indicadores só poderão constituir uma alternativa se existir uma forte relação com a diversidade de espécies ou com as características ambientais de um dado local e se obedecerem a alguns critérios básicos nomeadamente, facilidade de amostragem, economia de recursos e sensibilidade às alterações. Estas vantagens deverão ser ponderadas face às desvantagens, sobretudo, a fraca relação directa frequentemente verificada entre a diversidade de espécies e os indicadores. Embora, possam ser usados vários tipos de indicadores (estrutura da vegetação, concentração de nutrientes, etc.) recomenda-se uma maior atenção ao uso de espécies ou grupos de espécies como indicadores. A este propósito poderão ser referidos alguns exemplos: a diversidade de coleópteros é muitas vezes proporcional à diversidade de outras espécies de maior porte; a diversidade de macroinvertebrados é um indicador da poluição aquática que, por sua vez, se relaciona com a diversidade de espécies nos ecossistemas aquáticos e com a qualidade da água; a diversidade de aves poderá ser um indicador da integridade de um sistema. Para explorar este conteúdo sugere-se uma actividade prática de campo/laboratorial. Deverão ser recolhidas amostras de sedimentos em vários locais ao longo de um rio/ribeiro sujeitos a diferentes graus de poluição ou de integridade da vegetação ribeirinha. No laboratório deverá proceder-se à triagem desses sedimentos e à identificação das principais famílias de macroinvertebrados presentes. Recorrendo ao uso de tabelas existentes em diversas fontes bibliográficas poderá estabelecer-se um índice de qualidade da água para os diversos locais. (ver Zamora-Munoz *et al*, 1995 e Zamora-Munoz e Alba-Tercedor, 1996) Em alternativa poderá efectuar-se uma actividade análoga recorrendo à amostragem de líquenes em diversos locais sujeitos a diferentes graus de poluição atmosférica. Uma rápida pesquisa na Internet dará facilmente acesso a exemplos de situações em que esta metodologia foi usada. (sobre este assunto, Richardson e Dalby, 1992, Dobson, 1992, 2003, Purvis, 2000 e Wolseley *et al*, 2003 constituem obras acessíveis e praticas de identificação de líquenes que, apesar de não dizerem respeito a Portugal, poderão servir de base, com as devidas precauções, para uma primeira abordagem ao assunto).

Relativamente ao conteúdo *Análise de dados* pretende-se abordar apenas alguns dos procedimentos mais elementares de análise de dados obtidos nos programas de monitorização. É conveniente realçar que podem ser utilizados diversos procedimentos/técnicas estatísticos para o efeito, mas cujo estudo não se adequa às características e nível do curso. Deste modo, deverão ser abordadas apenas as técnicas de análise exploratória dos dados através do cálculo dos parâmetros estatísticos básicos e representação gráfica (boxplots, histogramas, etc.). As técnicas de inferência estatística não deverão ser abordadas uma vez que se encontram fora do âmbito deste curso.

É conveniente fazer referência explícita aos dois tipos básicos de dados obtidos através de programas de monitorização:

- 1) dados que resultam de programas de monitorização que visam avaliar a evolução de um(a) população/habitat/comunidade/parâmetros físico-químicos/factor de ameaça entre dois períodos; estes dados resultam, normalmente, de situações de avaliação de impactes através da comparação de dois períodos pré e pós factor de impacte.
- 2) dados que resultam de programas de monitorização que visam avaliar a evolução de um(a) população/habitat/comunidade/parâmetros físico-químicos/factor de ameaça ao longo do tempo.

No primeiro caso, aconselha-se apenas a análise exploratória dos dados através do cálculo dos parâmetros estatísticos básicos e representação gráfica para os dois períodos pré e pós factor de impacte ou ameaça.

No segundo caso, será necessário uma abordagem mais complexa. Nesta perspectiva, deverá ser efectuada uma abordagem exploratória dos dados para detecção de tendências temporais e a introdução de algumas noções básicas relativas à técnica de regressão linear. A regressão linear é uma técnica bastante simples que poderá ser efectuada em qualquer máquina calculadora científica ou em qualquer folha de cálculo. A interpretação dos dados deverá ser efectuada cuidadosamente sem, no entanto, entrar em pormenores estatísticos.

Em ambas as situações, o professor deverá fornecer aos alunos alguns exercícios adequados para o efeito. Poderá também ser efectuada alguma pesquisa sobre este assunto e a análise dos resultados de programas de monitorização publicados. Aconselha-se a utilização de algum software básico de análise e representação gráfica, nomeadamente, a folha de cálculo.

Tema 12 Aplicações ambientais: Casos de estudo	Núcleo conceptual
Conceitos Noções básicas Valorização ambiental Índice biológico Evolução da paisagem Impacte Ambiental Estudo de Impacte Ambiental Qualidade ambiental Qualidade do ar Qualidade da água	Caso 1: Valorização ambiental Caso 2: Evolução paisagística de uma região Caso 3: Avaliação de impacte ambiental Caso 4: Monitorização de parâmetros ambientais <u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u> DOMÍNIO ATITUDINAL Estruturar estratégias de trabalho que permitam responder a questões práticas no âmbito da gestão ambiental e do ordenamento do território Recorrer a conceitos e ferramentas adquiridas na globalidade das disciplinas do Curso Integrar conhecimentos adquiridos para dar resposta a questões práticas Avaliar as consequências de acções antropogénicas sobre o ambiente Conhecer de forma elementar a legislação relativa à qualidade do ar e da água DOMÍNIO PROCEDIMENTAL Delinear um procedimento experimental de recolha de informação Utilizar os diferentes conceitos adquiridos para caracterizar o local de estudo a diferentes escalas de trabalho Interpretar os dados analíticos obtidos procurando relacioná-los entre si Elaborar e interpretar gráficos e tabelas a partir dos dados obtidos, utilizando as TIC Analisar parâmetros de qualidade do ar e da água com recurso a dados publicados DOMÍNIO ATITUDINAL Interessar-se por conhecer diferentes metodologias de trabalho Desenvolver o sentido do rigor e responsabilidade no que diz respeito à recolha e tratamento da informação Desenvolver um espírito crítico em relação aos dados obtidos Recorrer a conceitos e ferramentas adquiridas na globalidade das disciplinas do Curso Integrar conhecimentos adquiridos para dar resposta a questões práticas

Tema 12 Aplicações ambientais: Casos de estudo	Nível de abordagem (15 aulas)
---	---

Neste Tema pretende-se que os alunos sejam levados a estruturar estratégias de trabalho que lhes permitam responder a questões práticas no âmbito da gestão ambiental e do ordenamento do território.

Pretende-se também que os temas de estudo colocados nesta fase do programa curricular sejam tão próximos quanto possível das necessidades da Região bem como das perspectivas reais de trabalho que se apresentam aos finalistas deste Curso Tecnológico.

A realização de um trabalho de índole essencialmente prática permitirá abordar de forma integradora todos os temas que constituem o Programa da Disciplina Sistemas de Informação Aplicada e colocará a necessidade de recorrer a conceitos e/ou ferramentas adquiridas noutras disciplinas deste Curso. Esta necessidade promove a noção de que uma abordagem multidisciplinar é essencial para a resolução eficaz das questões práticas. A realização de trabalhos deste tipo permitirá também que os alunos desenvolvam competências que lhes facilitem um desempenho mais eficaz no seu futuro profissional.

O docente deverá estimular um debate sobre a Região procurando (re)identificar questões como a estruturação do Território, diferentes usos do solo, as principais actividades económicas da população humana, fontes e tipos de poluição, bem como as diferentes manchas de território natural/naturalizado e o estado em que se encontram. Como consequência deste debate serão certamente levantadas questões sobre a gestão do espaço que o docente deve tornar relevantes e desta forma tentar fomentar a necessidade de um estudo de caracterização mais pormenorizada dos espaços e das características/problemas que apresentam. Nesta fase de trabalho seria interessante cruzar opiniões com os responsáveis autárquicos, empresários e cidadãos de forma a serem levantados temas de trabalho de acordo com necessidades concretas da Região.

Independentemente dos temas escolhidos, pretende-se que seja efectuado um estudo de cada um dos tipos, uma vez que cada um está direccionado a determinado conjunto de objectivos. Ou seja, os 4 casos de estudo deverão ser executados, embora a estratégia (tema de trabalho) a seguir possa não ser a apresentada nesta proposta. O professor pode desenvolver outras questões que considere pertinentes ou mais contextualizadas na região, desde que os objectivos propostos para cada caso de estudo sejam alcançados. Pela complexidade relativa do trabalho, o desenvolvimento de uma estratégia de grupo é aconselhável. Como trabalho integrado de aplicação, sugere-se que a realização destes projectos tenha um peso visível na avaliação final do aluno.

O resultado dos projectos desenvolvidos deverá ser divulgado à comunidade dentro e fora da Escola.

A título de exemplo sugerem-se algumas actividades relativas a cada um dos casos de estudo.

Caso de estudo 1: Valorização ambiental

Objectivos a atingir: utilizando dados de distribuição de organismos, avaliar e hierarquizar de uma forma quantitativa um determinado espaço e representar cartograficamente essa avaliação.

Tomando como exemplo uma determinada zona ribeirinha, os alunos deverão efectuar uma valorização do corredor ripícola ao longo da linha de água. Para tal, poderão quantificar a mancha de floresta ribeirinha ao longo das margens numa determinada faixa (ex: 200m), utilizando a metodologia expedita desenvolvida por Munné *et al*

<http://www.pangea.org/guadalmed>

e

http://www.pangea.org/guadalmed/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownload&cid=3).

Caso esteja disponível informação suficiente, poderá também ser utilizada a metodologia descrita por Palmeirim *et al* (1994) para determinar um Índice Biológico com base nas categorias utilizadas no Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (1990) e que permite hierarquizar, os espaços naturais regionais em função da sua potencialidade para albergar espécies de vertebrados terrestres.

A aplicação dos conceitos de “GAP analysis”, em que é feita a sobreposição da cartografia de áreas designadas para conservação (qualquer área com estatuto de protecção, RAN, REN, espaço protegido...) com a da distribuição dos atributos que se pretendem conservar (espécies, habitats, paisagens, monumentos...) pode ser uma alternativa às abordagens anteriores. A referida sobreposição poderá mostrar eventuais lacunas de gestão.

Caso de estudo 2: Evolução paisagística de uma região

Objectivos a atingir: avaliação quantitativa das alterações paisagísticas num determinado intervalo de tempo

Recorrendo a cartografia de épocas distintas, e utilizando as operações de sobreposição espacial e de quantificação paisagística referidas nos módulos anteriores (superfície, perímetro, forma, isolamento), pretende-se que o aluno consiga avaliar quantitativamente as alterações que ocorreram numa paisagem num determinado espaço de tempo. Tomando como exemplo a localidade onde se situa a escola, os alunos poderão avaliar a evolução da paisagem num determinado período temporal. Para tal, poderão comparar fotografias aéreas com datas distintas. Estão actualmente disponíveis na Internet levantamentos de épocas distintas que possibilitam um estudo deste tipo (CNIG. LusiGlobo, Terraserver, Google Earth)

Caso de estudo 3: Avaliação de impacte ambiental

Objectivos a atingir: perceber os mecanismos relacionados com a avaliação das consequências de acções antropogénicas sobre o ambiente e a forma como o cidadão pode participar nesse processo.

Partindo da análise de um Resumo não técnico de um processo de Avaliação de Impacte Ambiental (disponíveis em <http://www.iambiente.pt>), o professor deverá apresentar aos alunos a legislação que rege a elaboração de Estudos de Impacte Ambiental, bem como as várias fases da elaboração desses estudos. Em seguida, a crítica ao Resumo não técnico no sentido de verificar se as várias fases foram respeitadas e se a informação utilizada suporta convenientemente as conclusões deste, permitirá não só introduzir o aluno no importante processo de discussão pública destes estudos como também levá-los a efectuar uma análise crítica fundamentada de trabalhos executados por terceiros.

Caso de estudo 4: Monitorização de parâmetros ambientais

Objectivos a atingir: analisar a evolução de parâmetros ambientais de qualidade da água (para consumo humano e das praias) e do ar ao longo do tempo e no espaço

A partir dos dados disponíveis em <http://www.iambiente.pt> e <http://www.qualar.org/>, os alunos poderão efectuar uma análise da evolução dos índices da qualidade da água para consumo humano e das praias e da de qualidade do ar ao nível nacional ou, para as situações em que os dados disponíveis sejam suficientes, ao nível da região/concelho. A representação cartográfica dos valores obtidos e a sua sobreposição ao uso do terreno (tráfico automóvel, densidade de vias de comunicação, densidade populacional, concentração de indústrias...) permitirá a exploração em ambiente SIG. Os efeitos genéricos da poluição do ar e da água deverão ser abordados, bem como as fontes dos poluentes em causa. A legislação básica que rege a qualidade do ar e a qualidade da água para consumo humano e das praias deverá ser introduzida (as Directivas Comunitárias e a Legislação Nacional podem ser acedidas através do portal do Instituto do Ambiente). Aconselha-se a realização de alguma pesquisa sobre este assunto e a elaboração de um relatório sobre os parâmetros de qualidade na região na qual se insere a escola, comparando os dados obtidos por pesquisa com os valores previstos na legislação.

Bibliografia específica

Apesar de ter sido fornecida uma lista bibliográfica geral, válida para os três anos do curso, indica-se seguidamente algumas referências específicas que poderão ser úteis para os assuntos abordados no 12º ano

Richardson, D.H.S. e Dalby, C. (1992). *Pollution Monitoring with Lichens* (Naturalists' Handbook Series). Richmond Publishing Company

Dobson, F. S. (1992) *Lichens as Pollution Monitors*

Dobson, F. S. (2003) *Lichen Identifier: A Multi-access Key to the Lichens of Great Britain and Ireland: Version 2* (CD-ROM)

Palmeirim, J., Moreira, F. e Beja, P. (1994). *Estabelecimento de Prioridades de Conservação de Vertebrados Terrestres a nível regional: o caso da Costa Sudoeste Portuguesa*. Publicações do Museu Bocage

Partidário, M.R. e Jesus, J. (eds) (1994). *Avaliação do Impacte Ambiental. Conceitos, procedimentos e aplicações*. Centro de Estudos de Planeamento e Gestão do Ambiente, FCT-UNL

Purvis, W. (2000) *Lichens* (Life S.) Natural History Museum Life Series. Natural History Museum, London

Wolseley, P., James, P. e Alexander, D. (2003) *A Key to Lichens on Twigs* (Occasional Publications S.). Field Studies Council, London

Kirschbaum, U. e Wirth, V. (1999) *Les lichens bio-indicateurs*, Ulmer

Zamora-Munoz, C; Sainz-Cantero, CE; Sanchez-Ortega, A; Alba-Tercedor, J. (1995). *Are biological indices BMPW' and ASPT' and their significance regarding water quality seasonally dependent? Factors explaining their variations*. Water Research Vol. 29, no. 1, pp. 285-290. 1995.

Zamora-Munoz, C; Alba-Tercedor, J. (1996). *Bioassessment of organically polluted Spanish rivers, using a biotic index and multivariate methods*. Journal of the North American Benthological Society. Vol. 15, no. 3, pp. 332-352.

Portais na Internet:

<http://www.terraserver.com>

<http://earth.google.com>

<http://lusiglob.edinfor.logicacmg.com/principal.html>

<http://grass.itc.it/grass60/index.php>

<http://www.qgis.org/>