



Instituto Superior de Agronomia  
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA



# DISCIPLINA DE BIOLOGIA

## MÓDULO de BOTÂNICA



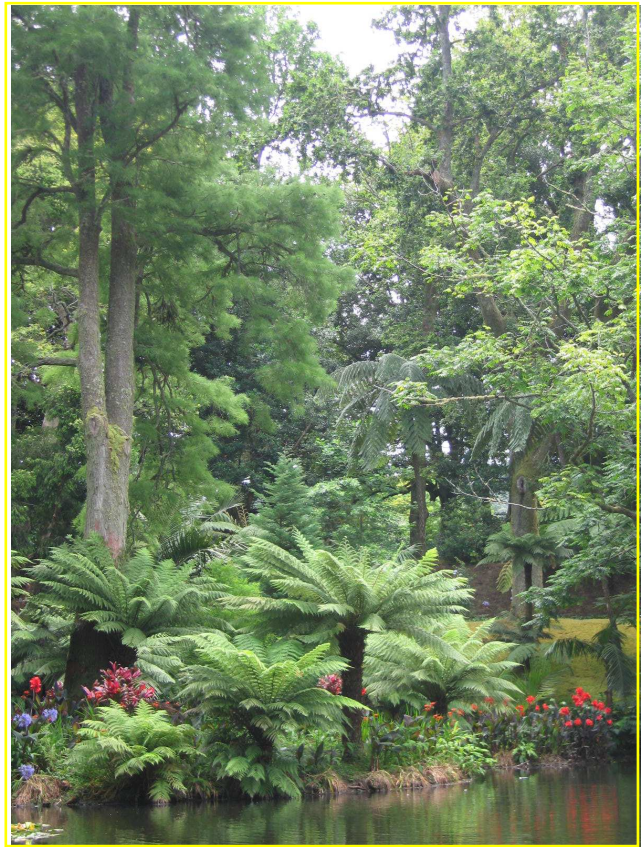
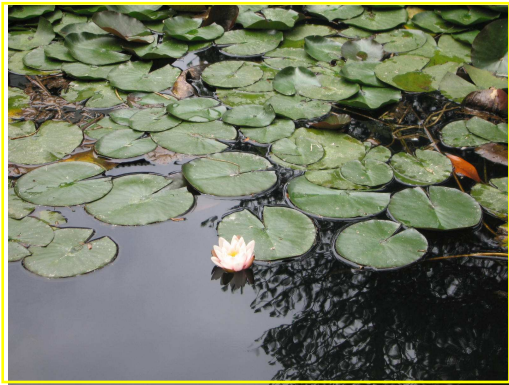
Foto de Ana Monteiro

*Vaccinium cylindraceum* J.E. Sm.

# **MÓDULO de BOTÂNICA**

## **Manual de Teóricas e Práticas**

Mário Lousã (coordenador)  
Ana Monteiro  
Dalila Espírito Santo  
Edite Sousa  
José Carlos Costa



Fotos de Ana Monteiro

# CONTEÚDOS

## I. INTRODUÇÃO

- I.1. O módulo de Botânica no contexto da Biologia
- I.2. Objectivos a conseguir
- I.3. Blocos
  - I.3.1. Estrutura temática e distribuição temporal
  - I.3.2. Síntese dos Blocos
- I.4. Regras de avaliação e assiduidade

## II. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS TEMÁTICOS

- II.1. Bloco I: **Perspectiva e evolucionária**
- II.2. Bloco II: **Alterações e adaptações estruturais das plantas ao meio**
- II.3. Bloco III: **Sistemática. Introdução à Taxonomia e à Nomenclatura Vegetal. Algas, Fungos, Líquenes, Briófitos, Pteridófitos e Gimnospérmicas**
- II.4. Bloco IV: **Sistemática de Angiospérmicas**
- II.5. Bloco V: **Sistemática de Angiospérmicas (continuação)**
- II.6. Bloco VI: **Geobotânica**

## III. ANEXOS

- III.1. Instruções para a realização do trabalho prático e elaboração do relatório



Foto de Ana Monteiro

*Azorina vidalii* (H.C. Watson) Feer

## I. INTRODUÇÃO

### I.1. O módulo de Botânica no contexto da Biologia

Acreditamos que o conhecimento das plantas é fundamental para a compreensão da vida na terra e a sua evolução. Com excepção de alguns organismos do fundo dos oceanos e de certos microorganismos, todos os outros seres vivos dependem das plantas e das algas, directa ou indirectamente, como fonte de alimento e oxigénio. As plantas são essenciais para a nossa existência e são a base de todas as interacções das comunidades terrestres. Em termos de ecologia, as plantas e algas são os produtores da maioria das comunidades e, por isso, para entender como os animais e os ecossistemas funcionam, o conhecimento das plantas é crítico. Finalmente, as plantas são economicamente importantes porque os seus produtos, transformados ou não, são de utilização diária pelo homem.

O módulo de Botânica procura dar a conhecer as plantas, dando ênfase à sua forma, função e estrutura. O conhecimento dos *taxa* com importância alimentar, medicinal e ornamental parece-nos fundamental nos domínios da biotecnologia, química e ecologia.

### I.2. Objectivos a conseguir

O módulo de Botânica tem por objectivos desenvolver a curiosidade, interesse e finalmente o conhecimento dos seguintes tópicos: i) evolução do mundo vegetal; ii) áreas de distribuição e conservação de espécies vegetais; iii) organização interna e externa das plantas em função do meio; iv) os principais grupos taxonómicos; v) espécies vegetais com maior interesse para o homem e vi) introdução ao estudo das comunidades.

### I.3. Bibliografia básica

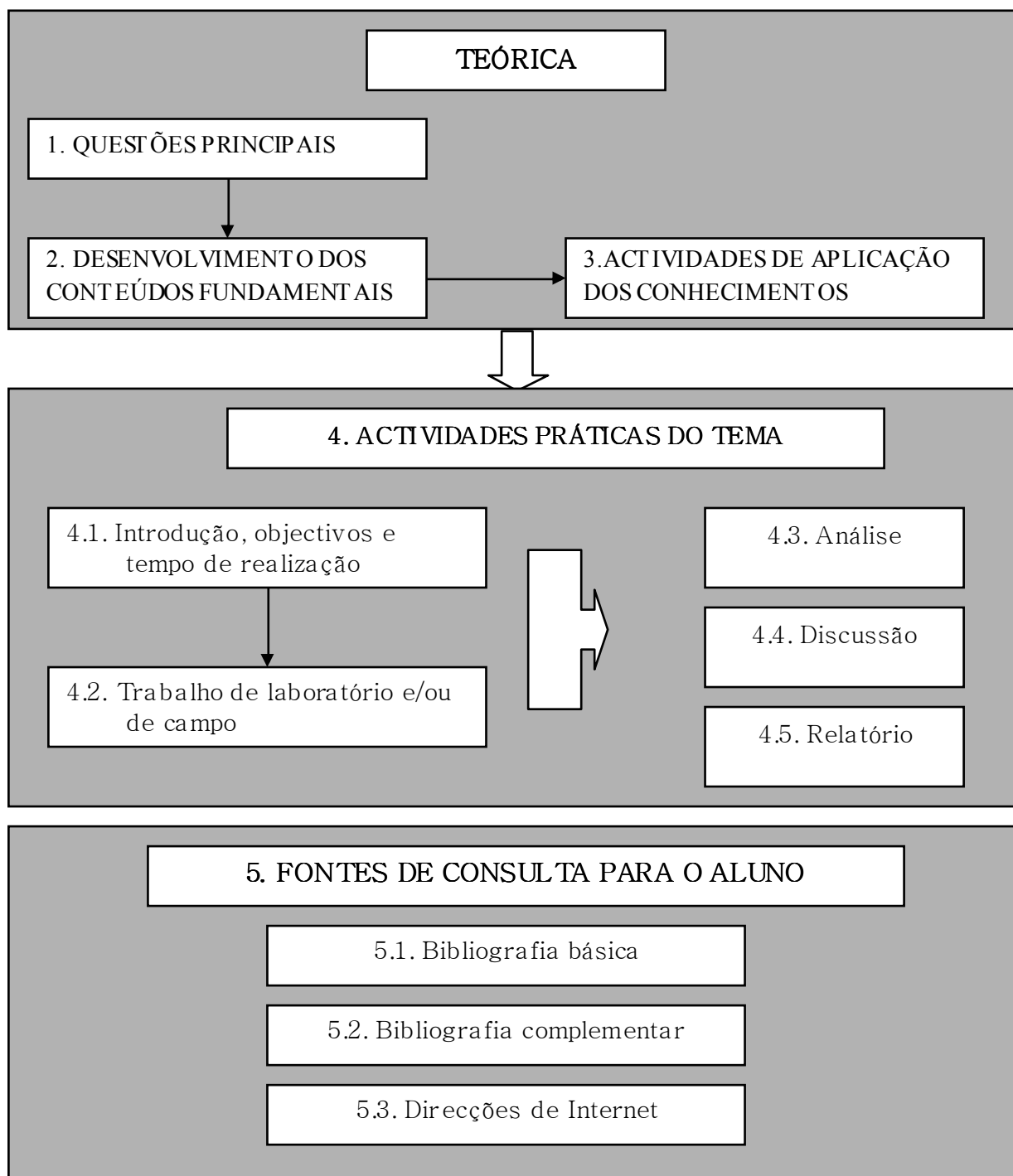
- Costa, J.C. 2001. Tipos de vegetação e adaptações das plantas do litoral de Portugal Continental. In: Albergaria Moreira, M.E., Casal Moura, A. Granja, H.M. & Noronha, F. (ed.) *Homenagem (in honório) Professor Doutor Soares de Carvalho*. 283-299. Universidade do Minho, Braga. ([www.isa.utl.pt](http://www.isa.utl.pt))
- Espírito-Santo M.D., Monteiro A. 1998 Infestantes das Culturas Agrícolas. Chaves de Identificação. Ed. ADISA. 90 pp (comprar)
- Lindon F, Gomes H & Campos A 2001. Anatomia e Morfologia Externa das Plantas Superiores. Lidel. Lisboa. (comprar)
- Raven PH, Evert RF & Eichhorn SE 2005 Biology of plants. 7ª Edição. W.H. Freeman and Company Publishers. New York. (BISA)

### I.3. BLOCOS

#### I.3.1. Estrutura temática e distribuição temporal

A disciplina está estruturada em 6 Blocos temáticos. Dentro de cada bloco podem estar incluídos dois ou mais temas teóricos. Alguns destes temas incluem princípios práticos.

A estrutura tipo do tema que incluem aspectos práticos é a seguinte:



No final de cada Bloco (ou tema) apresenta-se um *Questionário de Autoavaliação*.

### **I.3.2. Síntese dos Blocos**

#### **BLOCO I. Perspectiva evolucionária**

A evolução das plantas ao longo das eras geológicas. Aspectos gerais de evolução ao nível da anatomia e da morfologia externa. Classificação das plantas *sensu lato*.

*Tema prático:* Visita ao Parque Botânico da Tapada da Ajuda. Visita ao Herbário LISI. Colheita, preparação e registo dos *taxa* no Herbário.

#### **BLOCO II: Alterações e adaptações estruturais das plantas ao meio**

Adaptações externas e internas de todos os órgãos das plantas aos meios onde vivem.

*Tema prático:* Observação e descrição de plantas ou partes de plantas micro e macroscopicamente.

#### **BLOCO III: Sistemática**

Introdução à Taxonomia e à Nomenclatura Vegetal. Algas, Fungos, Líquenes, Briófitos, Pteridófitos e Gimnospérmicas.

*Tema prático:* Exemplos de plantas com interesse económico.

#### **BLOCO IV: Sistemática de Angiospérmicas**

Dicotiledóneas: Principais famílias.

*Tema prático:* Exemplos de plantas com interesse económico.

#### **BLOCO V: Sistemática de Angiospérmicas**

Dicotiledóneas (cont.) Monocotiledóneas.

*Tema prático:* Exemplos de plantas com interesse económico.

#### **BLOCO VI: Geobotânica**

Área de distribuição de uma planta e outros conceitos de corologia. Introdução ao estudo das comunidades. Índices de diversidade. Noções de bioclimatologia e biogeografia. Vegetação potencial de Portugal.

*Tema prático:* Análise e interpretação de inventários fitossociológicos e fitoecológicos realizados em comunidades vegetais da Tapada da Ajuda

#### **I.4. Regras de avaliação e assiduidade**

##### **Assiduidade**

A frequência implica a presença às aulas com uma tolerância de apenas 3 faltas (incluindo as duas semanas de recuperação, se necessárias).

Os alunos têm uma tolerância para a entrada na sala de aula de 15 minutos, sob pena de terem falta à aula.

##### **Avaliação contínua de conhecimentos**

A avaliação contínua será feita ao longo das seis semanas de aulas, através de questões colocadas sobre a matéria teórica e prática e relatórios das aulas práticas, elaboração de trabalhos e sua apresentação oral, e testes parciais sobre a matéria teórica e prática.

Os alunos que tiverem uma classificação igual ou superior a 12 valores na avaliação contínua serão dispensados das duas semanas de aulas de recuperação e do Teste Final.

##### **Teste Final e Nota**

O Teste Final compreenderá a avaliação de toda a matéria e é destinado aos alunos que não tenham alcançado a classificação de 12 valores na avaliação contínua. Decorrerá no final das duas semanas de recuperação. Pode também ser utilizado para melhoria de nota. O Teste Final contará com 60% para a nota Final e a nota da avaliação contínua com um valor de 40%.



# **BLOCO I: PERSPECTIVA EVOLUCIONÁRIA**

**Mário Lousã**

## **BLOCO I: PERSPECTIVA EVOLUCIONÁRIA**

**Mário Lousã**

Este primeiro módulo da Botânica tem por objectivos uma análise sumária dos seguintes temas: Evolução dos organismos vegetais ao longo das eras geológicas. Aspectos gerais da evolução ao nível da Morfologia Externa e da Anatomia no que diz respeito aos órgãos reprodutivos, dos tecidos vasculares, do crescimento e alongamento do caule, dos tipos de perianto e disposição das peças florais. Classificação dos organismos vegetais por grandes grupos. Métodos de classificação. Os maiores grupos de organismos e sua classificação. Domínio dos eucariotas. Grupos principais das plantas vasculares com sementes: Gimnospérmicas, Magnoliídeas, Monocotiledóneas e Eudicotiledóneas. Sistemas de classificação. Aspectos a ter em conta nas classificações filogenéticas. Nomenclatura. Regras referentes à descrição e denominação dos táxones vegetais. Principais termos usados em Sistemática. Níveis taxonómicos. Introdução à Morfologia Externa (tipos fisionómicos).

### **TEMA 1: ASPECTOS GERAIS DE EVOLUÇÃO DAS PLANTAS AO LONGO DAS ERAS GEOLÓGICAS**

#### **1.1. QUESTÕES CENTRAIS**

¿Na passagem das plantas à vida terrestre, a necessidade de obtenção de água implicou o desenvolvimento de determinadas estruturas e tecidos. Quais?

¿No meio terrestre, qual foi a estratégia que as plantas encontraram para limitar as perdas de água?

¿Aquela estratégia que implicações trouxe nas trocas gasosas?

¿Que adaptações reprodutivas se registaram nesta passagem?

#### **1.2. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS**

A Terra deve ter-se formado há mais de 4,5 mil milhões de anos. O aparecimento da vida no nosso planeta surge no Pré-Câmbrico há mais de 3,5 mil milhões de anos com as algas azuis ou cianobactérias que são microorganismos procariotas pois não têm membrana nuclear nem o material genético organizado em cromossomas mas com um sistema fotossintético constituído por clorofila *a*. Esta permite, mediante a recepção da energia solar, fazer a fotossíntese através da cisão da molécula de água e libertação de oxigénio. Ao longo de milhões de anos foi-se verificando a acumulação de oxigénio e permitindo que parte dele se transformasse em ozono que retém parte da

radiação ultravioleta e permite assim a evolução de organismos mais sensíveis a esta radiação. Este processo permitiu o aparecimento dos organismos eucariotas em que as células já têm um núcleo individualizado com membrana nuclear e cromossomas muito complexos. Estes colonizaram a Terra e foram evoluindo tirando partido da oxigenação progressiva da atmosfera. Alguns passos evolutivos essenciais foram:

- ▶ No Ordovícico a passagem dos organismos vegetais para as zonas emersas.
- ▶ No Silúrico e no Devónico a evolução dos tecidos condutores
- ▶ No Pérmico surgem e diversificam-se as plantas vasculares com sementes
- ▶ No Cretácico surgem as plantas vasculares com sementes cujas flores têm perianto

Os passos evolutivos mais importantes estão sintetizados abaixo:

## ESCALA DO TEMPO GEOLÓGICO/EVOLUÇÃO DA FITOSFERA

**Eras: Pré-Câmbrico** (entre cerca de 4.500 e 570 milhões de anos B.P.)

Períodos: Arcaico - aparecem as algas azuis

Proterozóico - surgem as algas castanhas e as vermelhas

**Paleozóico** (entre cerca de 570 e 208 milhões de anos)

Períodos: Câmbrico - aparecem as algas verdes e as hepáticas

Ordovícico - passagem das plantas para as zonas emersas

Silúrico - surgem as plantas vasculares terrestres

Devónico - as plantas terrestres aumentam a sua diversidade

Carbónico - aparecem as florestas e tornam-se dominantes

Pérmico - surgem as Cicadáceas, Ginkgoáceas e Coníferas

**Era: Mesozóico** (entre cerca de 280 e 57 milhões de anos)

Períodos: Triásico - instalam-se florestas de Gimnospérmicas

Jurássico - abundam as Coníferas e as Cicadáceas

Cretácico - aparecem as Angiospérmicas

**Era: Cenozóico (Terciário)** (entre cerca de 57 e 1,6 milhões de anos)

Períodos: Paleocénico - expansão das Magnoliídeas

Eocénico - surgem as Monocotiledóneas

Oligocénico - aparecem as Eudicotiledóneas

Miocénico - difusão das Poáceas

Pliocénico - expansão das Monocotiledóneas

**Era: Cenozóico (Quaternário)** (desde cerca de 1,6 milhões de anos até agora)

Períodos: Plistocénico - Migrações e extinções das floras durante as glaciações

Holocénico - Estabelecimento da flora e da vegetação actuais

A Paleobotânica e a Palinologia mostram com base em muitos restos fósseis as profundas mudanças que as floras e as comunidades vegetais sofreram ao longo das eras e dos períodos.

A Paleobotânica, que é um ramo da Biologia, mostra os testemunhos directos dos ancestrais das plantas actuais, ou seja, as relações entre fósseis e a flora que existe hoje em dia e indica as mudanças profundas que as floras e os tipos de vegetação sofreram desde a origem da vida na Terra e a actualidade.

Um dos instrumentos mais utilizados para o conhecimento da história das floras é a análise dos restos vegetais fossilizados como alguns grupos de algas, bocados de caules, folhas, esporos, grãos de pólen, frutos e sementes.

Em todo o mundo depositam-se no solo muitos milhares de grânulos de pólen por cm<sup>2</sup> que ficam metidos em sedimentos, em turfas, e devido às suas exinas muito resistentes e aspectos muito variados que são fundamentais para se apreciar a sua estratificação e abundância nos sedimentos. Isto permite a delimitação dos diversos períodos.

A evolução deu-se em primeiro lugar ao facto das plantas deixarem o ambiente marinho e passarem a terrestres. Isto aconteceu sob vários aspectos:

### 1.3. Aspecto reprodutivo

1º. As células reprodutoras necessitam de água para poderem unir-se - **Algas**

2º. As células reprodutoras estarem em plantas terrestres mas necessitam da água do orvalho ou das chuvas para se poderem encontrar - **Briófitos + Pteridófitos**

3º. As células reprodutoras não precisam de nadar para se unirem mas apenas de uma fonte externa à planta - **Gimnospérmicas+Angiospérmicas**

- Ovários abertos na polinização - **Gimnospérmicas**

- Ovários fechados na polinização - **Angiospérmicas**

  - A - Embrião com dois cotilédones - **Dicotiledóneas**

  - B - Embrião com um cotilédone - **Monocotiledóneas**

Um elemento evolutivo importante é a alternância de gerações. Assim nos Briófitos (plantas não vasculares) verifica-se a dominância do gametófito (haplóide) ao passo que nas plantas vasculares é o esporófito (diploide) que é dominante. A expansão dos briófitos sobre a terra foi feita com base na geração produtora de gâmetas que requer água para permitir que as células reprodutoras masculinas nadem até aos óvulos.

### 1.4. Aspecto dos tecidos vasculares

Outro aspecto evolutivo fundamental é o transporte da água e dos alimentos por meio de um eficiente sistema de vasos que permitiu a passagem dos organismos da água em direcção à terra firme.

As plantas não vasculares - **Briófitos** - não têm verdadeiras raízes, folhas e caules.

As plantas vasculares sem sementes - **Pteridófitos** - já têm elementos de transporte mais evoluídos: *traqueídeos*

Nas plantas vasculares com sementes pode o xilema ser formado por *traqueídeos* - **Gimnospérmicas** ou por *vasos lenhosos* - **Angiospérmicas**.

A capacidade para a produção de *lenhina*, incorporada nas paredes celulares foi importante para lhes dar rigidez e assim permitir que as plantas vasculares atingissem grandes alturas.

### **1.5. Crescimento em comprimento**

Nas plantas não vasculares o crescimento em comprimento é subapical, isto é abaixo da extremidade do caule, ao passo que nas vasculares é apical permitindo uma ramificação abundante. Naquelas, cada *esporófito* produz um simples *esporângio* ao contrário das vasculares cujos esporófitos são ramificados produzem múltiplos esporângios.

### **1.6. Perianto (cálice+corola) das flores**

Nas Gimnospérmicas as flores não têm perianto, são *aclamídeas* e são unissexuais (ou masculinas ou femininas).

Nas Angiospérmicas as flores podem não ter perianto ou este ser *haploclamídeo* (só pétalas ou só sépalas) ou *diploclamídeo* (com sépalas e pétalas). Quanto ao sexo podem ser *unissexuais* ou *hermafroditas* (ou os dois tipos, na mesma inflorescência).

### **1.7. Disposição das peças florais**

Dentro das Angiospérmicas as menos evoluídas (Subclasse *Magnoliidae*) as peças florais estão dispostas em espiral (acíclicas) ou aos andares cada um dos quais com 3 peças não se distinguindo cálice ou corola (*homoclamídeas*), ao passo que nas mais evoluídas (Monocotiledóneas e as Eudicotiledóneas) as peças em número de 3,4 ou 5 e estão dispostas aos andares (cíclicas) normalmente com cálice e corola (*heteroclamídeo*).

## TEMA 2: A CLASSIFICAÇÃO DAS PLANTAS (*SENSU LATO*)

### 2.1. QUESTÕES CENTRAIS

- ¿ Com que base é que os organismos se podem distinguir uns dos outros à vista desarmada é o objecto da Morfologia Externa!
- ¿ Como distinguir os tecidos uns dos outros? Através da Anatomia!
- ¿ Como se podem ordenar taxonomicamente? É o objectivo da Sistemática!
- ¿ Quais as relações entre os organismos actuais e os antepassados? É o objectivo da Filogenia.
- ¿ Mas quais são as principais características que separam os vários níveis hierárquicos?

### 2.2. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS

Frequentemente ao observarmos uma árvore um arbusto, uma erva ou uma flor, um fruto ou um tronco perguntamos a nós próprios que espécie será esta, a que família pertencerá e qual será o seu interesse económico. É uma questão que desde há muito tem interessado numerosas pessoas. Com que base é que os organismos se podem distinguir uns dos outros à vista desarmada é o objecto da Morfologia Externa!

Sabemos que, em Portugal, as pessoas do campo conhecem grande parte das plantas com que convivem por determinados nomes vernáculos ou vulgares que variam conforme a região. Por exemplo a corriola, muito abundante no verão na Tapada da Ajuda muda para verdizela no Ribatejo. E há plantas que têm mais de dez designações. Isto para o nosso País! Imagine-se se englobarmos também os nomes de outros países! Para evitar esta confusão de nomes vernáculos cada organismo tem uma designação científica formada por dois nomes: o do **género** que geralmente é um substantivo e o da designação específica que é um adjectivo. No caso da corriola o seu nome científico é *Convolvulus arvensis* L. em que *Convolvulus* é o nome do género, *arvensis* é o epíteto específico (que quer dizer que aparece nos campos cultivados) e L. a abreviatura de quem primeiro o classificou, neste caso Lineu. Isto é o **sistema binominal**. Pelo facto da corriola ter aquele nome específico quer dizer que é parente muito próximo de outras corriolas existentes no nosso País (*Corriola* spp.) e também que pertence à família das Convolvuláceas, classe *Magnoliopsida*, divisão (ou *phylum*) *Antophyta*, Reino *Plantae*.

A Taxonomia é apenas um dos aspectos da Sistemática. Até 1859 as diferenças e similaridades eram fundamentais. Depois da publicação da “Origem das espécies” (de Charles

Darwin) as diferenças e similaridades passaram a ser vistos como produtos da sua história evolucionária ou seja da sua Filogenia.

Um aspecto fundamental na filogenia é a obtenção de **árvores filogenéticas** que descrevem por um desenho as relações genealógicas entre os táxones. Aquelas podem ser testadas e revistas quando necessário sempre que são descobertos novos fósseis e pelo exame das características estruturais e moleculares dos organismos vivos.

Num esquema classificativo que de uma maneira fiel reflecta a filogenia cada táxone é **monofilético**, isto é só tem uma única espécie ancestral comum. Todavia quando as relações são desconhecidas ou incertas pode ser prático criar um táxone artificial. Assim alguns táxones amplamente aceites contém membros que descendem de mais do que uma linha ancestral – são os táxones **polifiléticos**. Outros táxones excluem um ou mais descendentes de um ancestral comum. – são os táxones **parafiléticos**.

### 2.3. Métodos de Classificação

O método de classificação tradicional é baseado na morfologia externa das suas semelhanças. Todos os anos aparecem novas espécies.

#### ¿Como se classificam actualmente?

Além das semelhanças com outros membros daquele táxone são tidos em conta todos os caracteres trazidos por um grande número de linhas de investigação, como se verá mais adiante.

O método, hoje em dia, mais utilizado para classificar organismos é conhecido como **cladístico** (forma de **análise filogenética**) porque ele procura explicitamente perceber as relações filogenéticas. Esta aproximação centra-se na ramificação de uma linhagem para outra no decurso da evolução. Intenta identificar grupos monofiléticos ou **clades** O resultado de uma análise cladística é um **cladograma** que dá origem a uma representação gráfica de um modelo de trabalho ou de uma hipótese, de sequências de ramificação. Estas hipóteses podem então ser testadas pela incorporação de plantas ou caracteres que podem ou não estar conforme as predições do modelo. Outros métodos incluem a comparação de sequências de aminoácidos e a comparação das sequências de nucleótidos.

### 2.4. Os maiores grupos de organismos

No tempo de Lineu havia só três reinos: animais, plantas e minerais. Até há pouco tempo os organismos vivos só podiam ser animais (Reino *Animalia*) ou plantas (Reino *Plantae*). Portanto os fungos, algas, bactérias e procariontes eram agrupados com as Plantas e os protozoários com os Animais. No século XX, com o advento do microscópio óptico e posteriormente do electrónico e

com a aplicação de técnicas bioquímicas e moleculares, o número de reinos foi aumentando. As novas técnicas revelaram diferenças fundamentais entre as células procariotas e eucariotas. As diferenças eram suficientemente grandes para colocar os procariotas num reino separado - *Monera*.

Os estudos das sequências ribossomais de RNA revelaram duas linhagens distintas de organismos procariotas: *Bacteria* e *Archaea*. Os organismos eucariotas, protistas, fungos, plantas e animais são vistos agora como reinos dentro domínio de *Eucharia*.

## 2.5. Classificação dos organismos vivos (Raven *et al.*, 2005)

### Domínio Procariotas

<i>Bacteria</i>	Bactérias
<i>Archaea</i>	Arqueobactérias

### Domínio Eucariota

#### Eucharia

Reino <i>Fungi</i>	Fungos	Divisão <i>Chytridiomycota</i> (chytrids) Divisão <i>Zygomycota</i> (zigomicetas) Divisão <i>Ascomycota</i> (ascomicetas) Divisão <i>Basidiomycota</i> (basidiomicetas)
--------------------	--------	--

#### Reino Protista

<u>Protistas Heterotróficos</u>	Divisão <i>Myxomycota</i> Divisão <i>Dictyosteliomycota</i> Divisão <i>Oomycota</i>
---------------------------------	---

#### Protistas Fotossintéticos

(algas) Divisão <i>Euglenophyta</i> (euglenóides)
Divisão <i>Cryptophyta</i> (criptomonads)
Divisão <i>Rhodophyta</i> (algas vermelhas)
Divisão <i>Dinophyta</i> (dinoflagelados)
Divisão <i>Haptophyta</i> (haptófitos)
Divisão <i>Bacillariophyta</i> (diatomácias)
Divisão <i>Chrysophyta</i> (crisófitos)
Divisão <i>Phaeophyta</i> (algas castanhas)
Divisão <i>Chlorophyta</i> (algas verdes)
Reino <i>Plantae</i>
<u>Briófitos</u>
Divisão <i>Hepatophyta</i> (hepáticas)
Divisão <i>Anhocerophyta</i> (antocerotas)
Divisão <i>Bryophyta</i> (musgos)

#### Plantas Vasculares

<b>Sem sementes</b>	Divisão <i>Psilotophyta</i> (psilotófitos) Divisão <i>Lycophyta</i> (licófitos) Divisão <i>Sphenophyta</i> (cavalinhas) Divisão <i>Pterophyta</i> (fetos)
<b>Com sementes</b>	Divisão <i>Cycadophyta</i> (cicas) Divisão <i>Ginkgophyta</i> (gink go) Divisão <i>Coniferophyta</i> (coníferas) Divisão <i>Gnetophyta</i> (gnetófitos) Divisão <i>Antophyta</i> (angiospérmicas)



## 2.6. Domínio dos Eucariotas – *Eucharia*

Os organismos do Reino *Fungi* não são móveis e são eucariotas filamentosos aos quais faltam plastídeos e pigmentos fotossintéticos que obtêm os seus nutrientes de organismos mortos ou vivos. Os fungos foram tradicionalmente agrupados com as plantas mas não há actualmente qualquer dúvida de que os fungos pertencem a uma linha evolucionária independente. Além disso comparando as sequências ribossomais de RNA verifica-se que estão mais próximos dos animais do que das plantas. Os ciclos reprodutivos dos fungos são muito complexos incluindo normalmente processos sexuais e assexuais. Serão estudados em disciplinas posteriores.

O Reino *Protista* inclui eucariotas unicelulares, em colónia e eucariotas simples unicelulares. Protista é o conjunto de todos os organismos tradicionalmente vistos como Protozoa (“animais unicelulares) que são heterotróficos assim como as algas que são autotróficas. Incluídos também no Reino Protista estão alguns grupos heterotróficos de organismos que têm sido tradicionalmente colocados nos fungos como os organismos da divisão *Oomycota*, da *Dictyosteliomycota* e os da *Myxomicota*.

Os ciclos reprodutivos dos protistas são variados mas incluem sempre a divisão celular e a reprodução sexuada. Os protistas podem-se mover por vários flagelos ou cílios e por movimentos idênticos aos das amibas ou podem ser imóveis.

As algas vermelhas, alguns grupos importantes de protistas unicelulares como Euglenóides, os Mixogastrídeos, Cryptomonads, Dinoflagelados e Haptophytos e os maiores grupos: algas verdes e as castanhas, também fazem parte do Reino Protista. As algas verdes estão muito próximas das plantas.

O Reino *Plantae* tem 12 divisões:

- Briófitos - musgos, hepáticas e antocerotas;
- Pteridófitos - psilotófitos, licófitos, cavalinhas e fetos;
- Gimnospérmicas - cicas, ginkgo, coníferas e gnetófitos e
- Angiospérmicas

Constituem um Reino de organismos fotossintéticos adaptados à vida em terra. Os seus ancestrais foram algas verdes especializadas. Todas as plantas são multicelulares e compostos de células eucariotas que têm vacúolos e são envolvidos por paredes celulares que contêm celulose. O seu principal meio de nutrição é pela fotossíntese embora haja algumas heterotróficas. As diferenças estruturais ocorreram durante a evolução das plantas em terra com tendência para a evolução de órgãos especializados para a fotossíntese, fixação e suporte. Em plantas mais complexas tal organização produziu tecidos fotossintéticos especializados, vasculares e de protecção. A

reprodução nas plantas é fundamentalmente sexual com ciclos de gerações alternadas de haplóide e diplóide. Nos membros mais evoluídos do reino a geração haplóide (o gametófito) reduziu-se durante a evolução.

## **2.7. Principais grupos de plantas vasculares com semente**

As famílias das plantas com semente e a sua organização em grandes grupos baseiam-se no ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II. Os grandes grupos são os seguintes:

### **GRUPO *GYMNOSPERMAE* (GIMNOSPÉRMICAS)**

Divisões: *Cycadophyta* (cicas), *Ginkgophyta* (ginkgo), *Coniferophyta* (coníferas) e *Gnetophyta* (gnetófitos)

Árvores ou arbustos geralmente perenifólios. Folhas normalmente aciculares ou escamiformes. Lenho geralmente constituído por traqueídeos e sem vasos lenhosos. Flores unissexuais, aclamídeas. Óvulos não encerrados num ovário. Cotilédones 2 a muitos. (pinheiros, cedros, abetos,...).

### **DIVISÃO *ANGIOSPERMAE* (ANGIOSPÉRMICAS) (*ANTOPHYTA*)**

Plantas lenhosas ou herbáceas. Lenho com vasos lenhosos e com ou sem traqueídeos. Flores hermafroditas ou unissexuais, frequentemente com perianto. Óvulos encerrados num pistilo fechado formado em geral por ovário, estilete e estigma. (Magnólias, macieiras, couves, trigos, tulipas, ...).

### **SUBCLASSE *MAGNOLIIDAE* (MAGNOLIÍDEAS) (no Sistema de Cronquist) ou clade *MAGNOLIIDAE* ( no sistema APG II)**

Plantas herbáceas ou arbóreas. Raiz primária geralmente apumada. Folhas com ou sem estípulas, peninérveas. Flores acíclicas (peças dispostas em espiral) ou cíclicas com verticilos de 3 peças (e.g. 3 tépalas, 3 estames, etc.); homoclamídeas (perianto não diferenciado em cálice e corola). Estames frequentemente imperfeitos (filete pouco diferenciado, sistemas invulgares de abertura das anteras, etc.). Ovário súpero. Sementes de cotilédones imperceptíveis. (Magnólias, loureiros, abacateiros...)

### **CLASSE *MONOCOTYLEDONES* (MONOCOTILEDÓNEAS)**

Embrião com um cotilédone. Raiz primária de vida curta sendo rapidamente substituída por raízes adventícias, fasciculadas. Caule geralmente sem engrossamento secundário. Folhas

paralelinérveas, geralmente inteiras. Flores do tipo 3. Perianto do tipo perigónio, geralmente com 2 verticilos petalóides, por vezes com um só, ou nulo. (Trigos, tulipas, ...).

## **CLASSE EUDICOTYLEDONES (EUDICOTILEDÓNEAS)**

Embrião com dois cotilédones. Raiz primária geralmente aprumada. Folhas na maioria peninérveas ou palminérveas, raramente com bainha. Caule com engrossamento secundário devido à actividade do câmbio vascular situado entre o floema e o xilema. Flores na maioria do tipo 4 ou 5. Perianto diferenciado geralmente em cálice e corola. (Macieiras, couves, ...).

### **2.8. Definições**

*Sistemática*: Estudo científico dos seres vivos tendo em conta a sua diversidade e inter-relações.

*Classificação*: Consiste na colocação de um ser vivo ou de um conjunto de seres em grupos ou categorias de acordo com determinada sequência ou plano e em conformidade com as regras de nomenclatura.

O número total de espécies vegetais que vivem na Terra ainda não é conhecido exactamente. Estão descritas até agora mais de 400 000 espécies. Entre estas contam-se 286 000 angiospérmicas, 700 gimnospérmicas, 10 500 pteridófitos, 14 000 musgos, 9 000 líquenes, 42 000 fungos, 19 000 algas, ...

### **2.9. Sistemas de classificação**

As plantas classificam-se de acordo com certos critérios e os grupos assim formados distribuem-se por diversas categorias constituindo um esquema global denominado sistema. Qualquer nível hierárquico de um sistema designa-se *taxon*.

Os sistemas de classificação podem dividir-se em:

- **Artificiais** - classificação das plantas feita de um modo utilitário.

Subdividem-se em:

- **Empíricos** ou **práticos** - Fase popular - Até ao século IV a.C.

- **Racionais** - Fase aristotélica - Do séc. IV a.C. até 1500 d.C.

- Aristóteles (384-322 a.C.)

- Teofrasto (372-287 a.C.)

- Plínio (70 a.C.)

- Dioscórides (60 a.C.)

- Dos **Herboristas** ou **Herbalistas** - De 1500 a 1580 d.C. - 11 sistemas de classificação quanto ao uso das plantas na agricultura ou na medicina.

- Otto Brunfels

- Jerome Bock

- Leonhart Fuchs, ...

- Dos **Sistemas Mecânicos** - De 1580 a 1760 d. C. - 11 sistemas em que intervinham um ou poucos caracteres para formar grupos.

- **Fase pré-lineana**:

- Andreas Cesalpin (1519-1602)
- Joachin Jungius (1587-1657)
- A. Q. Rivinus (1652-1725), ...

**- Fase lineana:**

- Carl von Linné (1707-1778)
- Tournefort
- Ray

**- Naturais** - Para classificar as plantas utilizam-se tantos caracteres quanto possível. É a **fase post-lineana**.

- Lamarck
- De Jussieu
- De Candolle
- Endlicher
- Bentham & Hooker

**↑Sistemas horizontais**

**↓Sistemas verticais**

- **Filogenéticos** - As plantas são classificadas não só entrando em linha de conta com o maior número de caracteres possível mas também com a filogenia (gênese dos “troncos” do mundo vegetal). De 1880 até aos nossos dias. É a **fase filética**. Pode ser dividida em vários períodos:

- 1859-1920 - **Período post-darwiniano** - Interpretação no sentido evolutivo dos métodos convencionais.

- 1920-1960 - **Período citogenético ou biosistemático** - Tiram partido dos rápidos avanços da citologia e da genética e aplicação dos conhecimentos à Taxonomia.

- A partir de 1960 - **Período da revolução taxonómica** - Têm em atenção os novos conhecimentos trazidos pela Sistemática Bioquímica, pela Taxonomia Numérica e pela Cladística..

- Wettstein
- Bessey
- Engler-Prantl
- Whittaker
- Cronquist
- Stebbins
- Takhtajan
- APGII

**Classificações horizontais** - Baseiam-se na semelhança estrutural, não entrando em linha de conta com a evolução dos organismos. Incluem quer as **classificações artificiais** quer as **naturais**. Todas elas são **classificações fenéticas** pois baseiam-se apenas na fenologia e são características do período pré-darwiniano.

**Classificações verticais** - Têm em consideração a dimensão **tempo**, ou seja, têm uma perspectiva dinâmica. São designadas por **classificações filogenéticas** ou **filéticas**. Os **sistemas filogenéticos**

(do grego *phylos* - raça, estirpe e **geneia** - descendência) também são chamados **evolutivos**, classificam os seres quanto à ascendência e descendência de acordo com a sua sequência evolutiva.

Os problemas básicos da Sistemática e da Filogenética consistem na compreensão, delimitação, comparação e reconhecimento dos planos estruturais, hierarquia e filogenia das estirpes naturais.

Um dos aspectos fundamentais é a de determinar as relações de parentesco que existem entre os indivíduos do passado e os presentes na actualidade.

Um dos problemas principais da análise sistemática-filogenética deve consistir em tratar de precisar o grau de parentesco real das estirpes. Este é determinado pelas relações genealógicas (ou filogenéticas) mais ou menos estreitas.

O conhecimento das relações genealógicas permite a reconstrução da filogenia da estirpe. Mas aquele é, normalmente, muito inacessível pois não costumam ser conhecidas as difíceis condições por que evoluíram os antepassados das plantas actuais.

A sistemática moderna apoia-se nos resultados obtidos por um grande número de linhas de trabalho distintas.

## **2.10. Nomenclatura - regras referentes à descrição e denominação dos táxones vegetais**

1. -Todos os nomes científicos das plantas se usam em latim sendo utilizadas dois termos (o do género e o epíteto específico) - **Sistema binominal**
2. Para denominar os géneros (e os táxones superiores) empregam-se substantivos (os dos géneros iniciam-se com letra maiúscula).
3. Para designar as espécies (e os táxones infraespecíficos) costumam utilizar-se adjectivos (escritos com letras minúsculas).
4. Os nomes dos híbridos vão precedidos do sinal x ( *Quercus x coutinhoi* )
5. Para a descrição de táxones novos é necessária uma descrição em latim, um desenho e publicação efectiva dos mesmos.
6. A interpretação de cada nome é assegurada quando se estabelece o seu tipo nomenclatural (em geral, um exemplar de herbário).
7. Os táxones infragenéricos ou infraespecíficos que incluem o tipo repetem o nome do género ou da espécie respectivamente (ex: *Quercus faginea* ssp. *faginea*).
8. Para designar um táxone pode usar-se o nome legítimo mais antigo publicado dentro da mesma categoria; no que diz respeito às plantas vasculares toma-se a primeira edição de “*Species Plantarum*” de Lineu.

9. São sinónimos os nomes diferentes que se aplicam ao mesmo táxone.
10. Os nomes de famílias ou de géneros não correctos mas muito conhecidos podem excepcionalmente ser “conservados”. Ex: Umbelíferas, Leguminosas, Crucíferas, Compostas, Gutíferas, Gramíneas.
11. Para melhor precisão de um táxone é costume adicionar à sua designação o nome da pessoa que o descreveu pela primeira vez, geralmente de forma abreviada.

### 2.11. Principais termos usados em sistemática

**Identificação (Determinação)** - Colocação de uma planta que desconhecemos no seu lugar correcto desde que já tenha sido feita a sua classificação.

Utilizando a “Nova Flora de Portugal” identifica-se, determina-se!

**Taxonomia** - Estudo teórico da classificação tendo em conta as suas bases, princípios, procedimentos e regras.

**Taxon** = **táxone (plural taxa ou táxones)** - Qualquer grupo taxonómico de qualquer natureza ou nível, dependente do estudo em causa.

**Espécie (=sp.)** - Conjunto de indivíduos que se distingue de outro ou outros pela mesma aparência exterior, por dar origem a uma descendência fértil e igual aos progenitores e por ter uma área de distribuição própria.

**Espécies = spp.**

**Subespécie (=ssp.)** - Conjunto de indivíduos de uma espécie que se distingue de outro ou outros da mesma espécie por um ou vários caracteres, tendo uma área de distribuição própria.

**Variedade (var.)** - Grupo de indivíduos que diferem de outros de outro grupo semelhante apenas por um número restrito de caracteres ou por um só. Não tem área de distribuição própria.

**Forma** - Conjunto de indivíduos que se distingue de outro semelhante por alguns caracteres secundários, fisiológicos ou apenas quantitativos. Também não tem área de distribuição própria. Tende a desaparecer substituído por variedade.

**Cultivar** - Variedade obtida artificialmente ou aproveitada naturalmente pelo homem. Deve ser escrita entre plicas.

## 2.12. Níveis taxonómicos

<i>Taxon</i>	Terminação	Exemplo
Reino		<b><i>Plantae</i></b>
Divisão	<i>phyta</i>	<b><i>Magnoliophyta</i></b> (Angiospérmicas)
Classe	<i>opsida</i>	<b><i>Magnoliopsida</i></b> (Dicotiledóneas)
Subclasse	<i>idae</i>	<b><i>Rosidae</i></b>
Ordem	<i>ales</i>	<b><i>Rosales</i></b>
Subordem	<i>ineae</i>	<b><i>Rosineae</i></b>
Família	<i>aceae</i>	<b><i>Rosaceae</i></b>
Subfamília	<i>oideae</i>	<b><i>Maloideae</i></b> ( <i>Pomoideae</i> )
Tribo	<i>eae</i>	
Subtribo	<i>inae</i>	
Género	<i>Pyrus</i> L.	
Secção		
Espécie		<i>Pyrus communis</i> L.
Subespécie		
Varietade		
Forma		
Cultivar		‘Rocha’

## TEMA 3: TIPOS FISIONÓMICOS

### 3.1. QUESTÕES CENTRAIS

- ¿Que são tipos fisionómicos ou biótipos e qual a sua utilidade?
- ¿Que tipos fisionómicos se podem distinguir?
- ¿Como se desenham diagramas de tipos fisionómicos para um território, habitat ou comunidade vegetal?

### 3.2. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS

A **sinfisionomia** é uma parte da Botânica que estuda as comunidades vegetais sem necessidade de identificar as espécies vegetais que as compõem. Baseia-se no aspecto e nas adaptações externas visíveis macromorfológicamente. Assim, o seu objectivo é a fisionomia ou aparência externa.

Entre os aspectos relativos à fisionomia da vegetação destaca-se:

- Tipos fisionómicos
- Estratificação

#### Tipos fisionómicos

- *Tipo fisionómico ou Biótipo* é uma forma de desenvolvimento que manifesta as adaptações ecológicas sofridas. O modo de classificação mais usado fundamenta-se nas características das partes aéreas das plantas e na duração de vida das mesmas.

### 3.3. Sistema de tipos fisionómicos adoptado

- Proposto por Raunkjaer (1905), adaptado por Mueller Dombois & Ellenberg (1974)..
- Em primeiro lugar distinguimos as seguintes categorias:

#### A. Biótipos autotróficos do meio terrestre com suporte próprio

##### A.1. Terófitos (T)

Ervas propagadas por semente e cuja vida dura menos de um ano, tendo por isso um único ciclo vegetativo

Exemplos de terófitos
<i>Hordeum vulgare</i>
<i>Campanula lusitanica</i>
<i>Polygonum aviculare</i>
<i>Poa annua</i>
<i>Zea mays</i>

##### A.2. Geófitos (G)

Ervas vivazes cujas gemas de renovo se formam abaixo da superfície do solo. Deste modo, no período desfavorável subsistem devido à presença de órgãos perenes enterrados no solo (bolbos, rizomas, tubérculos, raízes grossas, etc.).

Exemplos de geófitos
<i>Allium cepa</i>
<i>Lythrum salicaria</i>
<i>Solanum tuberosum</i>
<i>Iris germanica</i>
<i>Narcissus bulbocodium</i>



### A.3. Hemicriptófitos (H)

Plantas vivazes ou bienais com as gemas de renovo à superfície do solo.

Exemplos de hemicriptófitos
<i>Nardus stricta</i>
<i>Hypericum undulatum</i>
<i>Silene vulgaris</i>
<i>Potentilla reptans</i>
<i>Bellis perennis</i>

### A.4. Caméfitos (C)

Plantas perenes, lenhosas ou herbáceas, cujas as gemas de renovo se formam a menos de 25 cm do nível do solo ou plantas com uma altura superior a 25 cm mas que morrem periodicamente acima deste limite.

Exemplos de caméfitos
<i>Thymus zygis</i>
<i>Psoralea bituminosa</i>
<i>Vaccinium myrtillus</i>
<i>Stipa tenacissima</i>
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>
<i>Sedum sediforme</i>
<i>Helianthemum origanifolium</i>

### A.5. Fanerófitos (P)

Plantas lenhosas ou herbáceas (árvores, arbustos, bambus e ervas grandes) cujas gemas de renovo se encontram a mais de 25 cm do nível do solo.

Altura	Subtipos	Exemplos
0,25 - 2m	Nanofanerófitos	<i>Rosmarinus officinalis</i>
2m - 8m	Microfanerófitos	<i>Arbutus unedo</i>
8m – 30m	Mesofanerófitos	<i>Quercus rotundifolia</i>
>30m	Megafanerófitos	<i>Eucalyptus globulus</i>

## B. Biótipos autotróficos do meio terrestre sem suporte próprio

### B.1. Plantas trepadoras ou lianas (também designadas fanerófitos escandentes) (L)

Plantas que germinam no solo e mantêm o contacto com o mesmo, porém economizam na produção da biomassa ao utilizar outras plantas ou estruturas (tutores) para sustentar o seu caule. São plantas trepadoras (volúveis ou não), providas de caules que podem apoiar-se noutras plantas lenhosas ou suportes inertes.

Exemplo de espécies trepadoras
<i>Galium aparine</i>
<i>Vitis vinifera</i>
<i>Bryonia dioica</i>
<i>Salpichroa organifolia</i>

### B.2. Epífitos (E)

Plantas que germinam e crescem sobre outras plantas (incluindo plantas mortas) sem as parasitarem.

Exemplos de epífitos
Líquenes
Musgos
Orquídeas
Bromélias

### C. Biótipos autotróficos do meio aquático ou ribeirinho

#### C.1. Hidrófitos (Hyd)

Plantas aquáticas enraizadas, com as gemas de renovo submersas.

Exemplo de hidrófitos
<i>Potamogeton natans; Myriophyllum aquaticum</i>
<i>Litorea uniflora</i>
<i>Ruppia maritima</i>

#### C.2. Helófitos (Hel) ou plantas anfíbias

Plantas vivazes, enraizadas, ribeirinhas, cujas gemas de renovo estão indiferentemente abaixo do nível do solo ou da água.

Exemplo de helófitos
<i>Ranunculus tripartitus</i>
<i>Caltha palustris</i>
<i>Typha angustifolia</i>
<i>Marsilea batardae</i>

#### C.3. Pleustófitos (Pl)

Plantas aquáticas errantes, fixas ou flutuantes na água e por vezes enraizadas.

Exemplos de pleustófitos	
<i>Lemna minor; Eichhornia crassipes</i>	flutuantes
<i>Utricularia minor</i>	suspensos
<i>Ceratophyllum submersum</i>	radicantes facultativos

### D. Biótipos semi-autotróficos

#### D.1. Hemiparasitas vasculares (Hemipar)

Plantas vasculares com clorofila, mas que vivem ligados a outras plantas autotróficas vivas donde extraem a seiva (*Viscum*).

#### D.2. Carnívoras (Ca)

Plantas próprias de meios pobres em nutrientes que obtêm um suplemento alimentar a partir de pequenos insectos que captam com armadilhas muito diversas (*Dionea, Drosera, Pinguicula, Utricularia*).

### E. Biótipos heterotróficos

#### E.1. Parasitas vasculares

Plantas vasculares sem capacidade de realizar a fotossíntese que parasitam outras plantas vivas, das quais retiram tanto a seiva bruta como a elaborada (*Cistanche, Cuscuta, Cytinus, Orobanche*).

#### E.2. Saprófitos vasculares (Sapr)

Plantas vasculares que vivem sobre matéria orgânica morta, donde obtêm tanto a água como os nutrientes orgânicos e inorgânicos de que precisam. Perderam a capacidade de realizar a fotossíntese (*Neottia nidus-avis*).

### 3.1.2. Espectros de tipos fisionómicos

Cada grande zona climática do globo, cada tipo de meio, cada comunidade vegetal ou inclusive cada habitat tem condições peculiares que fazem com que determinados tipos fisionómicos ou biótipos predominem sobre os outros. Assim na floresta amazónica os fanerófitos são os tipos dominantes. Nas savanas são os hemicriptófitos. Nas zonas desérticas são os terófitos.. Pode ser que não haja tipos dominantes e, neste caso, há um equilíbrio entre eles. É o que se passa nos tipos de vegetação do nosso País.

### 3. ACTIVIDADES PRÁTICAS

#### Visita de estudo à Tapada

**Observação de Líquenes, Musgos, Gimnospérmicas (*Cycadophyta*, *Coniferophyta*, *Ginkgophyta*, *Gnetophyta*), Magnólicas, Monocotiledóneas e Eudicotiledóneas suscitando a discussão dos alunos sobre a evolução das organismos vegetais. Execução de um relatório da visita e classificação do mesmo.**

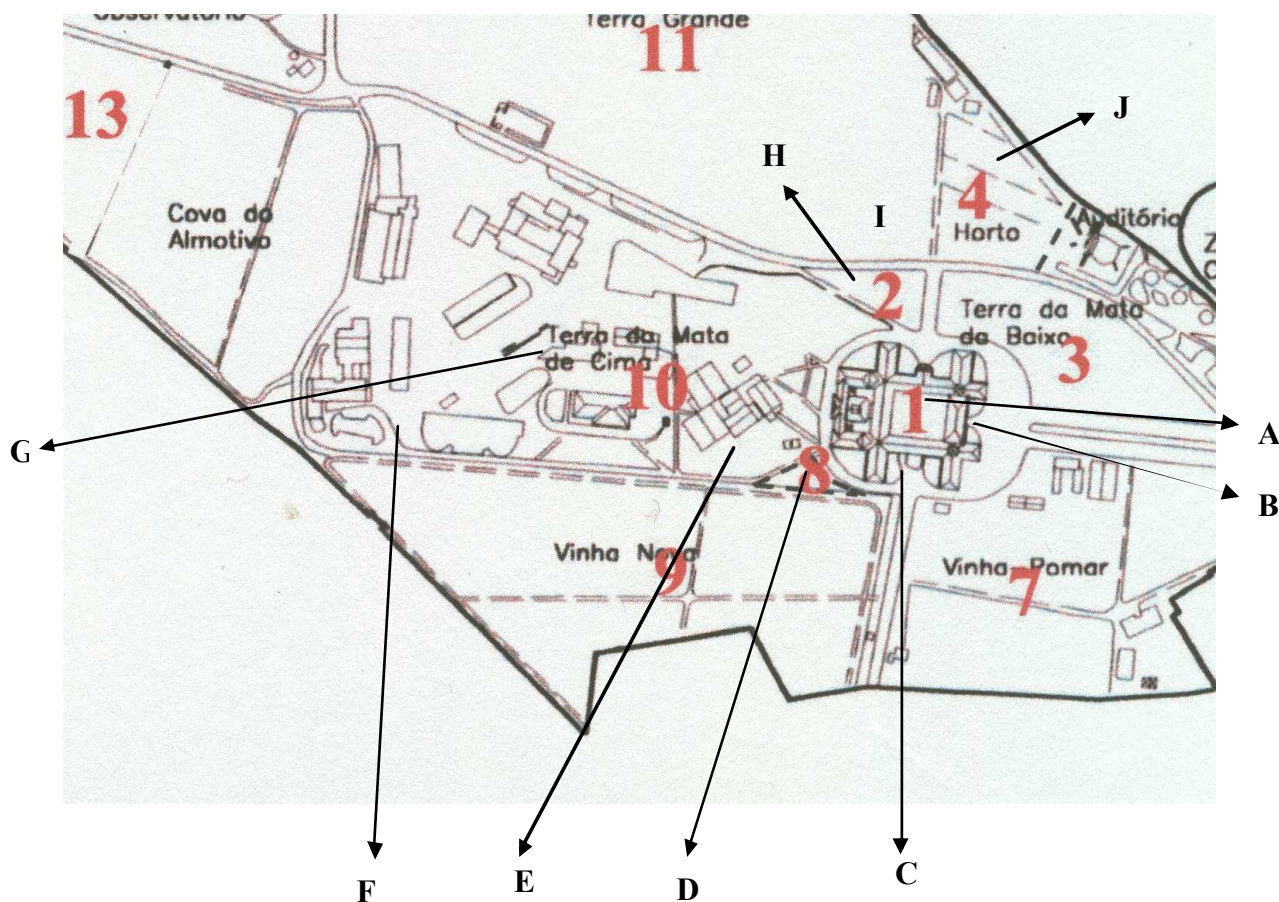
**Roteiro da visita (com os diversos habitats). Pontos de paragem. Plantas a observar. Características a observar – plantas anuais, arbustos e árvores e respectivos tipos fisionómicos.**

1. Saída da sala de aula
2. **Paragem A** no centro do claustro para observar: carvalho alvarinho x carvalho cerquinho (*Quercus x coutinhoi*), buxo (*Buxus sempervirens*), urtiga (*Urtica membranacea*) (todas Eudicotiledóneas) e jarro vulgar (*Arum italicum*).
3. Saída pela porta Principal do edifício central.
4. **Paragem B** do lado direito do lanço de escadas. Observação de cicas (*Cycas revoluta*) (Gimnospérmica *Cycadophyta*), tuia biota (*Thuja orientalis*) (Gimnospérmica *Coniferophyta*) bem como de folhado (*Viburnum tinus*), rosa-da-china (*Hibiscus rosa-sinensis*), azevinho (*Ilex aquifolium*) todas Eudicotiledóneas. Rampa fronteira com duas fiadas de ciprestes (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*).
5. Contornar o edifício pela direita. Sebe de *Thuja orientalis* (tuia-biota)
6. **Paragem C** no cimo da rampa pequena. Observação de jacarandás (*Jacaranda mimosifolia*), buganvílea (*Buganvillea spectabilis*) Eudicotiledónea, grama-americana (Monocotiledónea), teixo (*Taxus baccata*) (Gimnospérmica *Coniferophyta*), olaias (*Cercis siliquastrum*) e coroas-de-noiva (*Spiraea cantoniensis*) (Eudicotiledóneas).
7. Continuando com o edifício à direita chega-se a uma das suas reentâncias ajardinada onde se faz a **Paragem D**. Aqui a árvore maior é uma magnólia (*Magnolia grandiflora*) (Magnoliídea). Inclui também a palmeira das vassouras (*Chamaerops humilis*) (Monocotiledónea). Do outro lado do caminho uma azinheira (*Quercus rotundifolia*), um sobreiro (*Quercus suber*), o sanguinho das sebes (*Rhamnus alaternus*), euónimo (*Euonymus japonica*) todas Eudicotiledóneas, agapantos (*Agapanthus praecox*) e talha-dente (*Piptatherum miliaceum*) (Monocotiledóneas) e um cipreste (*Cupressus sempervirens*) (Gimnospérmica *Coniferophyta*).
8. Seguindo em direcção à cantina e no início da caminheira **Paragem E**, do lado esquerdo duas oliveiras (*Olea europaea* var. *europaea*), piracanta (*Pyracantha rogersiana*), árvore dos rosários (*Melia azedarach*), pitósporo da china (*Pittosporum tobira*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), freixos (*Fraxinus angustifolia*) ... todas Eudicotiledóneas, loureiro (*Laurus nobilis*) (Magnoliídea), vários ciprestes (*Cupressus sempervirens* e *Cupressus lusitanica*) (Gimnospérmica *Coniferophyta*).
9. Segue-se depois em direcção ao Pavilhão dos anfiteatros e, pelo caminho, observar mais ciprestes, aloés (*Aloe arborescens*), bananeiras (*Musa acuminata*) (Monocotiledóneas).
10. Do lado W do Pavilhão dos anfiteatros a **Paragem F** para se verem pinheiros de Alepo (*Pinus halepensis*) (*Coniferophyta*), amoreira branca (*Morus alba*) Eudicotiledónea, oliveiras
11. Daqui vamos em direcção à Biblioteca e por detrás do herbário a **Paragem G** para ver medronheiros (*Arbutus unedo*), aveleira (*Corylus avellana*) ambas Eudicotiledóneas, dragoeiro (*Dracaena draco*), ave-do-paraíso (*Strelitzia reginae*) Monocotiledóneas, entre

outras. Um pouco mais abaixo pinheiro das canárias (*Pinus canariensis*) (*Coniferophyta*), abacateiro (*Persea americana*) (*Magnoliidae*), trevos (*Trifolium pratense* e *T. repens*) Eudicotiledóneas, etc. A meio caminho encontra-se o Herbário João de Carvalho e Vasconcellos que guarda, devidamente identificadas, mais de 100.000 espécimes desde meados do século XIX. Ir-se-á ver o percurso das plantas desde que são colhidas até irem para o Herbário. Também neste edifício funciona o *Index Seminum* onde se procura colher, preparar e guardar sementes para posterior troca com outras instituições nacionais e estrangeiras.

12. Segue-se em direcção ao Horto e a NW do Edifício Principal far-se-á a **Paragem H** para observar pinheiro manso (*Pinus pinea*), pinheiro insígne (*Pinus radiata*) (Gimnospérmicas Coniferópsidas); salsa-do-cavalo (*Smyrniium olusatrum*), pimenteira-bastarda (*Schinus molle*), acanto (*Acanthus mollis*), hera (*Hedera maderensis* ssp. *iberica*), zambujeiros (*Olea europaea* ssp. *sylvestris*) todas Eudicotiledóneas; palmeira das Canárias (*Phoenix canariensis*) *Ruscus hypophyllum* ambas Monocotiledóneas. Por cima do tronco dos zambujeiros e dos ciprestes: musgos (divisão *Bryophyta*), líquenes foliáceos (divisão *Chlorophyta*), umbigo-de-vénus (*Umbilicus rupestris*).
13. Passa-se à Terra Grande – **Paragem I**. Aqui podem ser observadas as seguintes espécies: mostarda dos campos (*Sinapis arvensis*), erva canária (*Oxalis pès-caprae*), serralha macia (*Sanchus oleraceus*), labaga crespa (*Rumex crispus*) todas Eudicotiledóneas; espigão (*Bromus diandrus*) e aveia (*Avena* sp.) ambas Monocotiledóneas.
14. No Horto **Paragem J**. Podem ser observadas várias plantas cultivadas com interesse agronómico como: cana do açúcar (*Saccharum officinarum*) Monocotiledónea; alcachofra hortense (*Cynara scolymus*), sula (*Hedysarum coronarium*) várias forrageiras (*Lathyrus* spp.).

## ZONA SUESTE DA TAPADA DA AJUDA – PASSEIO DE ESTUDO



### Habitats vistos

- Terras cultivadas J
- Pousios I
- Parques A, F, G
- Jardins B,C, D,E
  - Troncos H

15. Regressa-se depois à aula tendo os alunos que fazer uma ficha para responder a várias questões.

### Normas para a colheita, secagem, conservação de material vegetal (abreviadas) (J. do Amaral Franco & T. Vasconcelos)

Deve ser colhido um exemplar que irá ser seco. Deve-se tomar nota das características do local [nome do concelho, freguesia, sítio, formação geológica, data da colheita (dia, mês e ano), exposição (quando necessário), cor das flores, porte das plantas (erecto, trepador), nome vulgar no local].

Se as plantas forem herbáceas de altura não superior a 1 metro convém colhê-las completas, incluindo as raízes, ainda que seja necessário dobrá-las para se poderem secar. Se forem árvores ou arbustos colhe-se um ramo qualquer desde que não seja diferente dos outros da mesma planta. No

caso de espécies em que as pétalas caem facilmente após a colheita as pétalas destacadas devem ser guardadas um envelope e secas juntamente com o resto da planta.

As plantas são dobradas de modo a caberem entre duas folhas de jornal e depois prensadas de preferência numa prensa apropriada ou, na sua falta, entre duas pranchas de madeira sobre os quais se colocam livros ou pedras. As plantas podem ficar nos jornais iniciais durante os primeiros 1 a 2 dias, após os quais se procederá à sua transferência para novos jornais secos enquanto secam os primeiros. Far-se-ão tantas mudas quantas as necessárias até as plantas estarem secas. Depois devem ser guardadas dentro dos jornais em local seco para estudo ulterior.

### PLANTAS ESPONTÂNEAS DE PORTUGAL E CULTIVADAS EXISTENTES NA TAPADA (Au - autóctones; Al - Alóctones)

<i>Acacia cyanophylla</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Acacia dealbata</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Acacia karoo</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Acacia longifolia</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Acacia mearnsii</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Acacia melanoxylon</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Acacia picnantha</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Acacia retinodes</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Acanthus mollis</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Aeonium arboreum</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Agapanthus paecox</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Agave americana</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Ailanthus altissima</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Ajuga iva</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Aloe arborescens</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Aloe parvibracteata</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Aloysia triphylla</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Amaranthus albus</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Amaranthus blitoides</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Amaranthus graecizans</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Aptenia cordifolia</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Arbutus unedo</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Araucaria bidwili</i>	Al	Coniferófitos
<i>Arisarum vulgare</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Arum italicum ssp. neglectum</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Arundo donax</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Asclepias fruticosa</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Asparagus acutifolius</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Asparagus albus</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Asparagus aphyllus</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Asparagus asparagoides</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Asparagus densiflorus</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Asphodelus ramosus</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Avena barbata</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Avena sativa</i>	Al	Monocotiledóneas

<i>Avena sterilis</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Beaucarnea recurvata</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Berberis vulgaris</i>	Al	Magnoliídeas
<i>Beta vulgaris ssp. maritima</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Bidens frondosa</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Boussingaultia cordifolia</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Bromus diandrus</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Bryonia cretica ssp. dioica</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Buxus sempervirens</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Caesalpinia tinctoria</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Calamintha baetica</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Calendula arvensis</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Capsela rubella</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Carpobrotus edulis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Cedrus atlantica</i>	Al	Coniferófitos
<i>Celtis australis</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Ceratonia siliqua</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Cercis siliquastrum</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Caesalpineia tinctoria</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Chamaerops humilis</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Chenopodium album</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Cirsium arvense</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Citrus deliciosa</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Citrus limon</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Citrus sinensis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Convolvulus arvensis</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Conyza albida</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Conyza bonariensis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Conyza canadensis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Corynocarpus laevigata</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Crataegus monogyna</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Crepis capillaris</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Crepis vesicaria ssp. haenseleri</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Crucianella angustifolia</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Cucurbita pepo</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Cupressus lusitanica</i>	Al	Coniferófitos
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Al	Coniferófitos
<i>Cupressus sempervirens</i>	Al	Coniferófitos
<i>Cycas revoluta</i>	Al	Cicadófitos
<i>Cychorium intybus</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Cydonia oblonga</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Cymbalaria muralis</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Cynara cardunculus</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Cynodon dactylon</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Cynossurus echinatus</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Cyperus longus</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Cyperus rotundus</i>	Au	Monocotiledóneas

<i>Daphne gnidium</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Datura stramonium</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Daucus carota</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Diplotaxis catholica</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Dittrichia viscosa</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Dracaena draco</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Ecbaliium elaterium</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Eleagnus angustifolia</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Erigeron karvinskianus</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Eriobothria japonica</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Erodium malacoides</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Erodium moschatum</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Eucalyptus globulus</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Euonymus japonica</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Euphorbia characias</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Euphorbia peplus</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Ficus carica</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Ficus elastica</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Ficus rubiginosa</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Foeniculum vulgare</i> ssp. <i>piperitum</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Fraxinus excelsior</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Fumaria capreolata</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Fumaria officinalis</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Galactites tomentosa</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Galinsoga parviflora</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Galium aparine</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Geranium molle</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Ginkgo biloba</i>	Al	Ginkgófitos
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Grevillea robusta</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Hedera maderensis</i> ssp. <i>iberica</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Heliotropium europaeum</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Hordeum murinum</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Hordeum vulgare</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Ipomaea acuminata</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Iris foetidissima</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Iris germanica</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Jasminum fruticans</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Jasminum mesnyi</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Juglans nigra</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Juglans regia</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Justicia adhatoda</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Lagurus ovatus</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Lamium amplexicaule</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Lamium purpureum</i>	Au	Eudicotiledón eas



<i>Lantana camara</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Lathyrus angulatus</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Laurus nobilis</i>	Au	Magnoliídeas
<i>Lavatera cretica</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Leontodon taraxacoides</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Ligustrum lucidum</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Ligustrum vulgare</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Lobularia maritima</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Lolium rigidum</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Lolium perenne</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Lonicera implexa</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Lycium barbarum</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Lycium europaeum</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Lygos sphaerocarpa</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Maclura pomifera</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Magnolia grandiflora</i>	Al	Magnoliídeas
<i>Melia azedarach</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Mercurialis annua</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Mirabilis jalapa</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Montanoa bipinatifida</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Morus alba</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Myoporum tenuifolium</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Myrtus communis</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Nepeta tuberosa</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Nerium oleander</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Nicotiana glauca</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Oenothera rosea</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Olea europaea</i> var. <i>europaea</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Ononis natrix</i> ssp. <i>ramosissima</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Opuntia barbarica</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Opuntia cilindrica</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Opuntia tuna</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Oxalis pes-caprae</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Papaver rhoeas</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Parietaria judaica</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Partenocissus quinquefolia</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Paspalum dilatatum</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Passiflora edulis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Pelargonium x hortorum</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Pelargonium zonale</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Phillyrea latifolia</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Phoenix canariensis</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Phytolacca americana</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Pinus canariensis</i>	Al	Coniferófitos
<i>Pinus halepensis</i>	Al	Coniferófitos
<i>Pinus pinaster</i>	Au	Coniferófitos
<i>Pinus pinea</i>	Au	Coniferófitos
<i>Pinus radiata</i>	Al	Coniferófitos

<i>Pinus sylvestris</i>	Au	Coniferófitos
<i>Piptatherum miliaceum</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Pistacia lentiscus</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Pittoporum tobira</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Pittosporum undulatum</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Platanus hybrida</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Platycladus orientalis</i>	Al	Coniferófitos
<i>Polygonum arenastrum</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Polygonum lapathifolium</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Polypodium australe</i>	Au	Pteridófitos
<i>Populus alba</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Populus nigra</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Portulaca oleracea</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Portulacaria afra</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Prunus armeniaca</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Prunus cerasifera</i> var. <i>atropurpurea</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Prunus domestica</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Prunus dulcis</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Prunus persica</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Prunus spinosa</i> ssp. <i>Insititioides</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Psoralea bituminosa</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Punica granatum</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Pyracantha rogersiana</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Quercus coccifera</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Quercus faginea</i> ssp. <i>broteroi</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Quercus faginea</i> ssp. <i>faginea</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Quercus ilex</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Quercus robur</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Quercus rotundifolia</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Quercus suber</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Ranunculus trilobus</i>	Au	Magnoliídeas
<i>Reseda luteola</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Reynoutria japonica</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Rhamnus alaternus</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Rhamnus lycioides</i> ssp. <i>oleoides</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Ricinus communis</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Robimia pseudacacia</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Rosa banksiae</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Rosa sempervirens</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Rubia peregrina</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Rubus ulmifolius</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Rumex bucephalophorus</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Rumex crispus</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Rumex pulcher</i> ssp. <i>divaricatus</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Ruscus aculeatus</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Ruscus hypophyllum</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Ruta chalepensis</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Ruta montana</i>	Au	Eudicotiledóneas

<i>Salpichroa origanifolia</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Salvia microphylla</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Salvia officinalis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Scandix pecten-veneris</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Schinus molle</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Schinus terebenthifolia</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Scolymus hispanicus</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Scolymus maculatus</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Senecio petasites</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Silene alba</i> ssp. <i>divaricata</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Silene vulgaris</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Silybum marianum</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Sinapis alba</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Sinapis arvensis</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Sisymbrium officinale</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Smilax aspera</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Smyrniium olusatrum</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Solanum dulcamara</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Solanum nigrum</i> ssp. <i>nigrum</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Solanum tuberosum</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Sonchus asper</i> ssp. <i>glaucescens</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Sonchus oleraceus</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Sonchus tenerrimus</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Spartium junceum</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Spiraea cantoniensis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Stellaria media</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Strelitzia nicolai</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Strelitzia reginae</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Tamus communis</i>	Au	Monocotiledóneas
<i>Tecomaria capensis</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Tilia tomentosa</i> var. <i>investita</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Tetraclinis articulata</i>	Al	Coniferófitos
<i>Tipuana tipu</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Torilis arvensis</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Tradescantia fluminensis</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Tradescantia virginiana</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Tradescantia multiflora</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Trifolium arvense</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Trifolium pratense</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Trifolium repens</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Triticum aestivum</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Triticum durum</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Tropaeolum majus</i>	Al	Eudicotiledón eas
<i>Ulmus minor</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Umbilicus rupestris</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Urginea maritima</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Urtica dubia</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Urtica membranacea</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Urtica urens</i>	Au	Eudicotiledón eas
<i>Verbascum sinuatum</i>	Au	Eudicotiledón eas

<i>Verbascum thapsus</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Verbena officinalis</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Viburnum tinus</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Vicia sativa</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Vinca difformis</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Vitis vinifera ssp. vinifera</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Washingtonia robusta</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Wigandia caracasana</i>	Al	Eudicotiledóneas
<i>Xanthium spinosum</i>	Au	Eudicotiledóneas
<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Zea mays</i>	Al	Monocotiledóneas
<i>Zelkova serrata</i>	Al	Eudicotiledóneas

#### 4. QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

- Quando se forma a Terra?
- Quando se dá o aparecimento da vida sobre a Terra? Quais são os primeiros organismos a surgir? Porquê?
- Em que sentido se dá a evolução das plantas?
- Onde e quando surgem as Angiospérmicas?
- Como evoluíram as estruturas morfológicas dos grandes grupos taxonómicos? E as anatómicas?
- Quando se dá o estabelecimento da vegetação actual?
- O que é uma árvore filogenética? E um cladograma?
- Que são táxones monofiléticos?
- Em que se baseiam tradicionalmente os métodos de classificação? E actualmente?
- O que são organismos eucariotas? Quantos e que reinos os constituem?
- As Angiospérmicas estão em que divisão? Como estão agrupadas?
- As plantas ditas superiores pertencem a que grandes grupos?
- O reino Plantae tem quantas divisões? Que tipos de organismos estão incluídos nos Briófitos?
- As Gimnospérmicas têm quatro divisões. Quais são? O que significa o nome desta divisão? As suas características incluem árvores e arbustos. Qual é a diferença?
- Plantas geralmente perenifólias. Aponte algumas gimnospérmicas da Tapada com esta característica.
- O que são espécies caducifólias? Qual a espécie de gimnospérmica observada na Tapada com esta propriedade?
- Como se chamam as espécies que não são nem caducifólias nem perenifólias? Dê exemplo de alguma espécie existente na Tapada com este aspecto.
- Que são flores aclamídeas? Dê exemplos!
- Que são periantos homoclamídeos? E heteroclamídeos? Dê três exemplos de cada.
- Quais são os dois principais grupos de sistemas de classificação? Como se distinguem?
- O que é uma espécie? E uma subespécie?
- O que é o sistema binominal? Escreva o nome científico do pineiro-manso.
- Vulgarmente chamam-se lianas às plantas trepadoras lenhosas. Qual é o seu tipo fisionómico? Indique algumas espécies!
- O que são geófitos? E epífitos?
- Qual é a diferença entre táxone e *taxa*? E entre sp e spp.?
- O alecrim não atinge mais de dois metros de altura. Qual é o seu tipo fisionómico? E o do milho?
- Os geófitos têm as gemas de renovo escondidas abaixo da superfície do solo, os hidrófitos abaixo do nível da água e os helófitos indiferentemente abaixo do nível do solo ou da água. Indique estes tipos fisionómicos só com uma palavra?
- Qual a diferença entre um helófito e um plestófito?
- O termo carnívoras está bem aplicado? Que termo sugeriria? Porquê?
- O carvalho-alvarinho (*Quercus robur*) e o carvalho-cerquinho (*Quercus faginea* ssp. *broteroi*) podem atingir, no nosso País, respectivamente mais de 30 m e até 30 metros. Quais serão os tipos fisionómicos?
- O que são espectros fisionómicos? Dê exemplos!
- Qual será o espectro fisionómico das savanas? E das estepes?

## 5. FONTES de CONSULTA

### Bibliografia básica

- Lidon, F. J. C., Gomes, H. P. & Abrantes, A.C.S. (2001) – *Anatomia e Morfologia Externa das Plantas Superiores*. Lidel- edições técnicas, lda. Lisboa. (comprar)
- Raven, P.H. Evert, R.F. & Eichorn S.E. (2005) – *Biology of Plants*. W. H. Freeman and Company Worth Publishers. New York. (BISA)

### Bibliografia complementar

- Antunes, T. & Pinto, I.S., 2006 – Botânica – A Passagem à Vida Terrestre. Lidel- edições técnicas, lda. Lisboa.
- Franco, J.A. (1971/84) – *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Vols. I e II. Ed. do autor.
- \*Franco, J.A. (1984) – *Chaves de Identificação das Dicotiledóneas*. Dept. Botânica. ISA. Lisboa.
- Franco, J.A. (1996) – Zonas Fitogeográficas Predominantes em Portugal Continental. *Anais Inst. Sup. Agronomia* 44(1): 39-56. Lisboa.
- Franco, J.A. & M.L. Rocha Afonso (1994/1998/2003) - *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Vol. III, Fascículos I, II e III. Escolar Editora. Lisboa.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.a. & Stevens, P.F. (2002) – *Plant Systematics. A Phylogenetic Approach*. Sinauer Associates, Inc. – Publishers. Sunderland. Massachusetts. USA.
- Knowlden, S. *et al.* (1993) (Trad. e adapt. de J. C. Costa) – *Dicionário Visual das Plantas*. Editorial Verbo. Lisboa.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. (1974) – *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons. New York.
- Pinheiro de Melo, M. (1977) – *Elementos sobre a Sistemática de Algumas Espécies de Plantas mais Frequentes*. Gab. Bot. ISA. Lisboa.
- Raunkjaer, C. (1905) – *Types biologiques pour la geographie botanique*. Bull. Acad. Sc. Danemark.
- Vasconcellos, J.C. (1960) – *Noções sobre a Anatomia das Plantas Superiores*. Dir. Ger. Serv.Agric. Lisboa.
- Vasconcellos, J.C., M.C.P. Coutinho & J.A. Franco (1969) – *Noções sobre a Morfologia Externa das Plantas Superiores*. Dir. Ger. Serv.Agric. Lisboa.

### Direcções da Internet

- <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html>
- <http://www.dct.fct.unl.pt/Ensino/cursos/Disc/Paleont/ProgPaleob.html>
- <http://www.fosil.cl/pbotanica.html>
- <http://www.ucmp.berkeley.edu/IB181/VPL/Dir.html>
- <http://www.fc.up.pt/pessoas/rasilva/fit3.html>
- [http://www.en.wikipedia.org/wiki/cronquit\\_system.html](http://www.en.wikipedia.org/wiki/cronquit_system.html)
- [http://www.en.wikipedia.org/wiki/APGII\\_system.html](http://www.en.wikipedia.org/wiki/APGII_system.html)

**BLOCO II: ALTERAÇÕES E ADAPTAÇÕES  
ESTRUTURAIS DAS PLANTAS AO MEIO SISTEMÁTICA**

**Ana Monteiro**

## Ana Monteiro

### 1. QUESTÕES CENTRAIS

- Alterações estruturais e adaptações – em que órgãos da planta ocorrem?
- Porque ocorrem adaptações estruturais?

### 2. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS

#### 2.1 O factor água

A água é um factor básico na vida de todos os seres vivos, em particular das plantas. Sendo a água a base química da vida, nas plantas determina a circulação de nutrientes entre o solo-planta e em parte, a distribuição (**ombrotipos**) e fisionomia da vegetação. As fontes de água para as plantas podem ser mensuráveis (chuva, neve e granizo), ocultas (nevoeiro, água freática e água de escorrência) e compensatórias (humidade atmosférica, nebulosidade e neblinas).

##### 2.1.1 Estruturas adaptadas ao excesso de água

Em clima muito húmido, em solos muito encharcados ou elevada humidade atmosférica as plantas têm que “forçar” a transpiração para absorverem os nutrientes. Nestas situações as plantas desenvolveram adaptações anatómicas e/ou morfológicas, designadamente:

- √ aumento da superfície transpiratória
  - aumento da superfície do limbo;
  - aumento do nº de estomas aeríferos;
  - aumento do nº de tricomas que transpiram activamente;
  - posição superficial dos estomas que podem inclusivé estar salientes;
  - folhas com superfície rugosa ou muito recortada (*Monstera*);
- √ eliminação da água no estado líquido (gutação) através de hidátodos;
- √ morfologia da folha que facilita a escorrência da água (*Ficus religiosa*),
- √ dimorfismo folhear nas plantas aquáticas (*Callitriche heterophylla*)

##### 2.1.2. Estruturas adaptadas à aridez

Consideram-se áridos os territórios ou períodos de tempo em que as necessidades hídricas das plantas não estão asseguradas pelo meio.

As plantas com alterações estruturais e adaptações à secura denominam-se **xerófitos**.

Todavia, aquelas plantas que evitam os défices hídricos não são verdadeiros xerófitos, por exemplo, as que são capazes de absorver água da toalha freática ou as que acumulam água – **suculentas**.

Entre os xerófitos podemos encontrar os seguintes tipos:

- plantas cujas folhas murcham nos períodos de seca, podendo inclusivé cair;
- plantas lenhosas de folhas pequenas, duras e com tecidos de suporte (escleritos), próprias de clima mediterrâneo;
- plantas capazes de fechar os estomas e não suspender a fotossíntese nos períodos secos, com um metabolismo baixo até novas condições favoráveis.



Em resumo, podemos encontrar dois tipos de plantas de sítios secos: as que *evitam* e as que *toleram* os défices hídricos.

### **2.1.3 Mecanismos para evitar os défices hídricos**

#### **i. Estratégias para escapar à seca:**

- No espaço – obtêm água da toalha freática
- No tempo – anuais (terófitos; geófitos)

#### **ii. Conservação da água por redução da transpiração**

##### **Adaptações Morfológicas**

- folhas de forma arredondada (*Hakea sericea*; *Ammophila arenaria*)
- diminuição do tamanho e do número de folhas (*Thymbra capitata*)
- cor verde claro ou brilhante ⇨ reflexão da luz
- folhas enroladas permanentemente
- libertação de substâncias voláteis (*Eucalyptus*)
- queda de folhas no período de seca ⇨ diminuição da área transpiratória
- ausência de folhas ⇨ caules clorofilinos (*Lithops*)
- presença de tricomas (*Olea europea*; *Quercus rotundifolia*)
- armazenamento de água ⇨ suculentas

##### **Adaptações histoanatômicas**

- estomas profundos (*Pinus* spp.; *Hakea sericea*)
- superfícies epidérmicas irregulares com os estomas nas cavidades formadas e muitas vezes cobertos por tricomas (*Nerium oleander*)
- fotossíntese C<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>, CAM (*Cyperus* spp. *Panicum* spp. *Opuntia* spp.)
- fecho estomático rápido e completo
- cutícula espessa e impermeável (*Pinus* spp.; *Hakea sericea*; *Opuntia* spp.)

##### **Manutenção da absorção da água**

- hipertrofia do sistema radicular – com raízes superficiais estendendo-se por grandes áreas, adaptadas a chuvas torrenciais (*Opuntia camanchia*)
- raízes profundas – captam água da toalha freática
- células xilémicas com paredes grossas

##### **Vias fotossintéticas alternativas como adaptação à secura**

Consumo de água para produzir 1 g de matéria seca:

- C<sub>3</sub> – 4 a 9 L de água
- C<sub>4</sub> – 1 a 3 L de água
- CAM – 0,5 a 0,6 L de água

**C<sub>4</sub>:**

- ✓ duas carboxilações separadas no espaço
- ✓ anatomia folhear em coroa, tipo Kranz
- ✓ temperaturas óptimas de crescimento mais elevadas
- ✓ menor gasto de água ⇨ maior eficiência do uso de água

√ exemplo de alguns *taxa*: *Cynodon dactylon* (grama), *Cyperus* spp.

### **CAM:**

√ duas carboxilações separadas no tempo

√ ciclo estomático invertido (estomas abrem de noite e fecham de dia)

√ em geral suculentas com parênquima aquífero central incolor

√ mesófilo fotossintético externo, formado por células grandes que deixam entre si grandes espaços intercelulares, de paredes finas e com um grande vacúolo central

√ exemplo de alguns *taxa*: Crassuláceas (*Bryophyllum*, *Kalanchoë*, *Sedum*), *Welwitschia mirabilis*, *Isoetes storkii*, ananás

## **2.2 O factor vento**

O vento tem importância principalmente nas zonas costeiras, planícies e cristas dos montes porque influi na distribuição (transporte de diásporas) e na morfologia de plantas e da vegetação.

A sua acção sobre as plantas pode ser de diversos tipos:

- acção fisiológica,
- física,
- anatómica e mecânica,
- dissecação,
- resfriamento,
- nanismo,
- deformação,
- prostração (gramíneas),
- erosão cuticular por fricção folhear e abrasão (poeiras, neve, sal, água salgada),
- desenterramento ou cobertura por areia.

Quando a velocidade do vento a 10 m de altura é igual ou superior a 6m/s não se forma um bosque.

Nas zonas costeiras, a maresia provoca a dessecação e plasmólise e interferências na absorção radicular da água. Influi nos limites dos bosques ao dessecar os meristemas apicais caulinares nos períodos frios.

## **2.3 Adaptações das plantas aos meios salinos e dunares**

Nos meios salinos e dunares as plantas enfrentam diversos problemas, designadamente:

i) o efeito osmótico

⇒ diminui o potencial hídrico do solo e conseqüentemente cria problemas fisiológicos;

ii) a excessiva concentração de Na e Cl

⇒ altera a germinação e crescimento;

⇒ os balanços iónicos também se alteram;

⇒ o solo desenvolve uma estrutura asfíxiante.

iii) a deposição de areia sobre a planta

⇒ aptidão e capacidade para formar entrenós ou rizomas horizontais e verticais.

⇒ na maior parte do ano apresentam as folhas reduzidas a uma roseta basilar só emitindo um escapo floral num pequeno período do ano.

### **2.3.1 Principais adaptações dos halófitos ao seu habitat**

#### **Adaptações Fisiológicas**

- atraso na germinação e/ou maturação sob condições desfavoráveis;
- estação de crescimento mais curta (anuais);
- cutícula mais espessa para diminuir a transpiração;
- selectividade a iões específicos para compensar desequilíbrios.
  - acumulam sais nos tecidos (absorção em alto grau de certos iões, como potássio, na presença de elevadas concentrações de sódio no meio exterior – algas marinhas (*Halobacteria*), *Arthrocnemum*, *Salicornia*, *Sarcocornia*)
  - armazenam sais em estruturas especiais – *Atriplex halimus*, *Salsola oppositifolia*

#### **Adaptações Morfológicas**

- diminuição do tamanho da folha para reduzir a transpiração;
- caules e/ou folhas carnudos (acumulam e expelem sais para evitar a toxicidade e compensar diferenças de pressão osmótica com o solo) com presença de parênquima aquífero;
- redução do número de nervuras;
- redução do número de estomas;
- tricomas e glândulas excretoras de sal - *Atriplex spongiosa*, *Limonium*, *Tamarix*
- raízes muito profundas para captar água em profundidade e/ou sistemas radiculares superficiais de modo a recolher de imediato a água que chega ao solo e a condensação do orvalho e neblinas nas épocas de maior secura; presença de microrrizas nas raízes que ajudam a sobreviver as plântulas e posteriormente colonizar as dunas; forma prostrada ou pulviniforme para resistir ao vento

#### **Adaptações Fenológicas**

- atraso na floração.

### 3. ACTIVIDADES PRÁTICAS

Nesta prática deverá examinar diferentes adaptações estruturais das plantas ao meio, que seleccionar. No que concerne à folha considere a sua estrutura em relação às funções que tem que desempenhar: absorção de luz e de dióxido de carbono e manutenção de água. Faça esquemas do que observou bem como a respectiva legenda.

- A. Recolha novamente a planta que seleccionou no módulo I.
- B. Estude a estrutura e função da folha.
- C. Analise a composição química da parede celular

Faça cortes transversais da folha para observação ao microscópio e coloque-os num pequeno cristalizador com umas gotas de água.

#### 1. Procedimento experimental para observação da via fotossintética

Monte uma secção transversal fina da folha da sua planta numa lâmina com uma gota de água ou glicerina e examine-a sob a ampliação média do microscópio.

Verifique que células contêm cloroplastos e, com base nas suas observações, identifique os tecidos fotossintéticos. Em que medida é que a localização de cloroplastos nessas células é vantajosa para a absorção da luz? Observe a área de mesófilo.

#### 2. Procedimento experimental para observação da parede celular

A epiderme dos órgãos aéreos possui células muito diferenciadas na forma e funções: células epidérmicas propriamente ditas (semelhantes na forma, mais ou menos tubulares ou de contorno sinuoso), estomas, tricomas e emergências. As células epidérmicas têm em comum um revestimento na sua parede exterior, contínuo de célula para célula, denominado cutícula. Sobre a cutícula distingue-se um revestimento de ceras, ditas epicuticulares, com espessura variável.

**Cutinização:** A cutinização consiste no depósito de cutina nas superfícies das paredes celulares que estão em contacto com a atmosfera. A suberina (súber e endoderme) e a cutina são das substâncias orgânicas mais resistentes que se conhecem e são ambas hidrofóbicas.

**Mineralização:** Consiste na deposição de substâncias inorgânicas minerais tais como a sílica e carbonato de cálcio. Nas paredes celulares das Gramíneas e Juncáceas, por exemplo, encontra-se ácido silícico amorfo (sílica) que confere uma grande rigidez a essas células. A calcificação pode dar-se internamente em relação à parede celular, formando os cystólitos tal como se observa, por exemplo, nas folhas de Moráceas, Acantáceas e Cucurbitáceas.

Tipo de célula	Composto	Propriedades especiais
Colênquima	pectinas	plasticidade (?)
Esclerênquima	lenhina	resistência; impermeável à água
Epiderme	cutina/ceras	impermeável à água; difícilmente destruída por bactérias, fungos e animais
Endoderme	suberina/lenhina	impermeáveis à água
Súber	suberina	impermeável à água

##### i) células com lenhina

Coloque uma secção transversal fina da folha da sua planta num pequeno cristalizador com uma solução alcoólica (90°) concentrada de floroglucinol. Passados alguns minutos (até evaporar) adicione uma gota de ácido clorídrico concentrado. Retire a secção e monte-a depois numa lâmina

com uma gota de água ou glicerina e examine-a sob a ampliação média do microscópio. As paredes com lenhina coram de vermelho.

Verifique que células contêm lenhina. Identifique os respectivos tecidos. Faça um esquema com a respectiva legenda.

### **ii) detecção de cutina**

Coloque uma secção transversal fina da folha da sua planta num pequeno cristizador com soluto de Sudão III. Passados 15 ou 20 minutos retire a secção, lave bem em água destilada, monte-a depois numa lâmina com uma gota de água ou glicerina e examine-a sob a ampliação média do microscópio. A cutina cora de vermelho alaranjado.

Em que parte existe cutina? Uma vez que o Sudão III cora só compostos do tipo gordura, o que pode concluir acerca do significado fisiológico da cutina?

### **3. Procedimento experimental para observação de estomas**

Retire, com uma pinça, uma porção da epiderme inferior da folha, que consiste numa camada fina e incolor. Corte um pequeno pedaço e coloque-o imediatamente numa lâmina com uma gota de água. Examine-o sob a ampliação média do microscópio.

Ilustre as células epidérmicas que observa. Descreva o tipo de estoma presente, bem com a densidade de estomas (Índice estomático). Observe ainda o indumento ao microscópio.

### **4. Procedimento experimental para observação do indumento**

Observe de novo a epiderme da folha. Se a epiderme inferior da folha da sua planta tiver um indumento muito denso, proceda do seguinte modo para observar os tricomas. Raspe com um bisturi a superfície da folha e coloque o resíduo directamente numa lâmina, numa gota de água. Observe e desenhe.

Verificará a presença de pêlos unicelulares ou multicelulares resultantes do alongamento da epiderme. Observando folhas de diversas espécies verifica-se que a forma dos pêlos difere de espécie para espécie. Além de funções de defesa ao ataque de insectos e de pólos de atracção para os animais polinizadores os pêlos contribuem no controle da transpiração. Diga quais as razões que permitem esta última afirmação.

Após as observações efectuadas indique as funções da folha que observou nesta aula e quais as estruturas a que essas funções se encontram associadas?

#### 4. QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

- Descreva as diferenças estruturais entre folhas de sombra e de sol.
- Em que diferem as epidermes da página inferior e superior numa folha dorsiventral típica?
- O que é a bainha parenquimatosa?
- Porque é que as plantas precisam de se proteger dos predadores? Como?
- Que tipo de adaptações existem?
- Quais são as fontes de água para a planta?
- Quais os mecanismos que as plantas usam para acelerar a perda de água?
- Que são xerófitos e que tipos podemos distinguir?
- Que mecanismos apresentam as plantas para evitar e/ou tolerar o stress hídrico?
- Quais são as diferenças adaptativas e morfológicas entre plantas de dunas, de meio aquático e de zonas ventosas (costeiras e montanhosas de interior)?
- Que problemas apresentam para as plantas os meios salinos?
- Quais as principais adaptações dos halófitos ao seu habitat?
- Indique e descreva histologicamente os diferentes tipos de células da epiderme dos órgãos aéreos.
- Relacione a estrutura da membrana cuticular com as suas funções.
- Descreva os principais tipos de complexos estomáticos das angiospérmicas.
- Quais são as funções de células de esclerênquima nas folhas da oliveira, por exemplo?

#### 5. FONTES de CONSULTA

##### **Bibliografia básica**

- Lindon F, Gomes H & Campos A 2001. *Anatomia e Morfologia Externa das Plantas Superiores*. Lidel. Lisboa. (Comprar)
- Moreira I. 1983 *Histologia Vegetal*. Didáctica. Lisboa. (BISA).
- Raven PH, Evert RF & Eichhorn SE 2005 *Biology of plants*. 7ª Edição. W.H. Freeman and Company Publishers. New York. (BISA)

##### **Bibliografia complementar**

- Antunes T & Sevinato Pinto I 2006. *Botânica. A Passagem à Vida Terrestre*. Lidel. Lisboa. (BISA)
- Campbell, N.A., Reece, J.B., & Mitchell, L.G. 2005. *Biology*. (7th ed.). Menlo Park, Calif., Benjamin Cummings (BISA)
- Esau K 1977 *Anatomy of seed plants*. John Wiley, New York (BISA)
- Fahn, A. 1990 *Plant Anatomy*. Perman Press. London. (BISA)
- Moore R, Clark W D & Stern K R 1995 *Botany*. WCB Wm. C. Brown Publishers. Dubuque. USA (Herbário)
- Teixeira G & Branco M. 2006 *Pólen*. Série Didáctica Botânica. ISAPress. Lisboa. (BISA)

##### **Direcções da Internet**

<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/onlinebio/BioBookPLANTANAT.html>

## **BLOCO III: SISTEMÁTICA**

### **Algas a Gimnospérmicas**

**Edite de Sousa**

## BLOCO III: SISTEMÁTICA Algas a Gimnospérmicas

Edite de Sousa

### TEMA 1: INTRODUÇÃO À TAXONOMIA E NOMENCLATURA VEGETAL

#### 1. QUESTÕES CENTRAIS

- O que é o sistema binomial de nomenclatura?
- Porque se usa o termo “hierárquico” para descrever as categorias taxonómicas, e quais são as principais categorias entre as espécies e o Reino
- O que é a análise cladística? E o que é um cladograma?
- Que evidência existe para a existência dos três principais domínios, ou grupos de organismos vivos?
- Quais são os quatro principais reinos de Eucariotas, e quais são as principais características que permitem identificar cada um deles?

#### 2. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS

##### 2.1. Introdução

##### 2.1.1. Generalidades

A **sistemática** é o estudo científico da diversidade biológica e a sua história evolucionária. O seu objectivo principal é descobrir todos os ramos da árvore da vida filogenética, com uma única espécie ancestral como base.

##### **Taxonomia: Nomenclatura e Classificação**

Taxonomia é a identificação, designação e classificação das espécies.

Os organismos são designados por um sistema binomial de nomenclatura, que consiste em duas palavras, o nome do género (nome genérico) e o epíteto específico, Ex: *Zea mays*.

Na classificação biológica, os organismos são agrupados numa hierarquia: espécie, género, família, ordem, classe, filo (divisão), reino e domínio.

##### 2.1.2. Métodos de classificação

- **Cladística** é uma forma de análise filogenética que procura explicitamente compreender as relações filogenéticas.  
Cladograma é a representação gráfica de um modelo ou hipótese das relações filogenéticas de um grupo de organismos.
- **Sistemática molecular** baseia-se na aplicação de técnicas como a determinação da sequência de proteínas nos aminoácidos e dos nucleótidos dos ácidos nucleicos (sequências determinadas geneticamente). Ela contribui para uma melhor compreensão da diversidade biológica e da sua história evolucionária.



## 2.2. Principais grupos de organismos: *Bacteria*, *Archaea* e *Eukarya*

**Quadro 1.** Algumas das características principais que distinguem os três domínios

Características	<i>Bacteria</i>	<i>Archaea</i>	<i>Eukarya</i>
Tipo de célula	procariótica	procariótica	eucariótica
Membrana nuclear	ausente	ausente	presente
Número de cromossomas	1	1	> 1
Configuração dos cromossomas	circular	circular	linear
Organelos (mitocôndria, plastídeos)	ausente	ausente	presente
Citoesqueleto	ausente	ausente	presente
Clorofila (fotossíntese)	presente	ausente	presente

### 2.2.1. *Bacteria* e *Archaea*

Este domínio engloba as bactérias e os Archaea.

### 2.2.2. *Eukarya*

Este domínio engloba quatro reinos:

*Protista* – algas

Grupo parafilético que inclui um grupo muito heterogêneo de organismos unicelulares, coloniais e multicelulares heterotróficos e autotróficos sem as características distintivas dos fungos, plantas ou animais.

*Fungi* – fungos

Inclui organismos multicelulares e absorvente imóveis.

*Plantae* – plantas

Inclui organismos fotossintetizadores multicelulares.

*Animalia* – animais

Inclui organismos ingestores multicelulares.

## 2.3. Principais ciclos de vida

Existem três tipos principais de ciclos de vida:

- Meiose zigótica – fungos e algumas algas  
O zigoto formado pela fertilização divide-se imediatamente através da meiose.
- Meiose gamética – animais, alguns protistas e algas  
A meiose resulta da formação de gâmetas que se fundem para formar um indivíduo diplóide.
- Meiose esporica ou alternância de gerações – plantas e muitas algas  
Os esporófito diplóide produz esporos haplóides que se dividem por mitose e originam um gametófito haplóide, que eventualmente produz gâmetas.

## Tema 2: Reino Fungi

### 1. QUESTÕES CENTRAIS

- Que características dos Fungi os diferenciam de todas as outras formas de vida?
- De que tipo de organismo evoluíram os Fungi?
- Quais as características distinguíveis de Zygomycota, Ascomycota e Basidiomycota?
- O que são leveduras e qual a sua relação com os fungos filamentosos?
- O que são fungos conidiais e qual a sua relação com os outros grupos de fungos?
- Que tipo de relações simbióticas existem entre os fungos e outros organismos?

### 2. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS

#### 2.1. Introdução

#### 2.2. Características dos fungos

#### 2.3. Tipos de organismos

#### 2.4. Importância ecológica e económica dos fungos

#### 2.5. Líquenes.

#### 2.1. Introdução

Os **fungos** são formados por um talo (talófitos), tal como as algas. Não possuem clorofila, têm núcleos verdadeiros e são de nutrição heterotrófica (parasitas ou saprófitos, respectivamente das substâncias orgânicas vivas ou mortas), as substâncias de reserva consistem em glicogénio e ácidos gordos, nunca amido.

A maioria das espécies de fungos é de formas inferiores, desempenhando, no entanto, um importante papel no ciclo biológico da Terra. Estes fungos serão tratados de forma mais pormenorizada no Módulo de Microbiologia.

Os **fungos** juntamente com as bactérias heterotróficas são os principais decompositores da biosfera, degradando os produtos orgânicos e reciclando o carbono, azoto e outros componentes para o solo e para o ar, contribuindo para a manutenção da fertilidade do solo. Assim, os saprófitos que vivem sobre matéria orgânica de organismos animais e vegetais mortos, evitam que o solo do Planeta esteja coberto de cadáveres animais e vegetais. No entanto, podem ser parasitas e atacar organismos vivos causando doenças em plantas, animais domésticos, selvagens e seres humanos. Podem ainda formar micotoxinas (produtos resultantes do metabolismo do fungo), em plantas e animais.

#### 2.2. Características dos fungos

##### 2.2.1. Composição celular

A estrutura vegetativa dos fungos é formada por um talo uni ou pluricelular, neste caso, é constituída por longos filamentos denominados hifas que podem ser septadas (com paredes cruzadas ou partições) ou não septadas. Na maioria dos fungos as hifas são altamente ramificadas e formam o micélio.

Todos têm parede celular com quitina.

##### 2.2.2. Metabolismo

As células do micélio realizam todas as funções vegetativas, nomeadamente a absorção dos nutrientes (na obtenção dos alimentos podem ser saprófitas, parasitas ou simbiotes mutualistas), a respiração e a excreção.

Como os fungos possuem paredes celulares rígidas, as substâncias devem ser decompostas antes de serem absorvidas. Esta operação é realizada por meio de enzimas especiais segregadas pelo micélio, que alteram até a madeira dura, decompondo as suas substâncias constituintes em açúcar.

Os fungos parasitas possuem frequentemente hifas especializadas (haustórios) com as quais extraem carbono orgânico e outras substâncias das células vivas de outros organismos.

### 2.2.3. Ciclos de vida

A maioria dos fungos pode reproduzir-se assexuadamente por fragmentos de hifas (filamentos celulares), por gemulação nas leveduras, por esporos flagelados nos fungos aquáticos (zoósporos ou planósporos), por esporos imóveis nas terrestres (aplanósporos) ou por conídios (células reprodutoras agâmicas). Os conídios são dispersos pelo vento, água ou animais. A reprodução sexuada pode ser por: fusão dos órgãos reprodutores sem formação de células reprodutoras (gametangeogamia) ou pela união dos núcleos sexualmente diferentes, por um processo vegetativo (somatogamia).

A meiose é zigótica, ou seja, o zigoto, a única fase diplóide no ciclo de vida do fungo, divide-se por meiose para formar 4 células haplóides.

Com exceção dos quitrídios, formam-se células imóveis em qualquer fase do ciclo de vida do fungo.

## 2.3 Tipos de organismos

Existem 4 filos de fungos: *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*, este com 3 classes: *Basidiomycetes*, *Teliomycetes*, *Ustomycetes* e ainda um grupo artificial conhecido como **fungos artificiais**. Existem evidências consideráveis de que os animais e os fungos divergiram de um antepassado comum, mais provavelmente de um protista colonial.

### Fungos perfeitos

#### Inferiores

Os fungos inferiores compreendem duas divisões:

a) Divisão: *Chytridiomycota* que possuem zoósporos (fase móvel). Compreendem cerca de 790 espécies, na maioria aquáticas mas também em solos de valas, lagos e riachos e mesmo solos do deserto e rúmen de vacas. Apresentam variabilidade na forma, interações sexuais e ciclos de vida, mas a meiose e a mitose idêntica aos outros fungos. Diferem dos outros pelas células móveis (zoósporos e gâmetas). Alguns **não formam micélio**; outros **têm rizóides**; alguns **são parasitas**; outros **saprófitas**, outros ainda **patógenos de plantas**. A reprodução pode variar, *Allomyces* apresenta alternância de gerações (isomórficos). Outros são heteromórficos.

b) Divisão: *Zygomycota* em que não formam zoósporos. Compreendem cerca de 10 600 espécies. Vivem em plantas decadentes e matéria orgânica de origem animal no solo. Podem provocar doenças como: hérnia da couve, verruga negra da batateira, míldio da videira, míldio da batateira. Alguns são **parasitas de plantas, insectos ou pequenos animais no sol**. Outros **vivem em associações simbióticas**, as micorrizas (plantas). Uma pequena quantidade **causa infecções severas nos humanos e animais domésticos**. Apresentam rápido e profuso crescimento das hifas – semelhante a leveduras. Têm reprodução assexuada por esporos haplóides em esporângios especializados formados nas hifas. Ex: *Rhizopus stolonifer* – bolor preto (superfície húmida de alimentos ricos em hidratos de carbono ou afins expostos ao ar e ainda em frutos e vegetais).

## Fungos superiores

Possuem um micélio muito ramificado que dispõe de septos transversais. A maioria desenvolve **um corpo frutífero** que se diferencia claramente do micélio. Os **corpos frutíferos** possuem grande número de esporângios. Estes podem ser de dois tipos: tubulares – **os ascos** – divisão *Ascomycota* e **basídios** – divisão *Basidiomycota*. Sendo a formação de ascósporos e basidiósporos precedida de processos sexuais.

*Ascomycota* – Compreende cerca de 33.000 espécies. Engloba túberas ou trufas e morchelas. Alguns dos fungos provocam doenças como: cravagem do centeio, oídio, pedrado, cancro das fruteiras, lepra do pessegueiro, bolor, levedura da cerveja, levedura do vinho.

Apresentam micélio muito desenvolvido com hifas geralmente pluricelulares. A parede celular tem quitina. No esporângio ou asco realiza-se a fusão dos núcleos (cariogamia) seguida de uma meiose. Os ascos reunidos em corpos frutíferos muito diferenciados (ascocarpos) formados por hifas estéreis entrecruzadas com hifas ascogénicas e gametângios.

*Basidiomycota* – Compreende cerca de 23.000 espécies, englobando os cogumelos propriamente ditos. Uns são **cogumelos comestíveis**: cantarelo, tortulho da terra, míscaro da terra, coprino cabeludo, boleto bom, outros são **cogumelos venenosos** como as amanitas. Alguns podem causar **doenças** como Morrões e cáries dos cereais.

*Basidiomycetes* que inclui cogumelos comestíveis e tóxicos – **himenomicetes** (hymenomycetes) – basidiósporos em himénio (camada esporífera que reveste frequentemente parte do corpo frutífero de certos fungos, constituída por ascos ou basídeos, colocados geralmente lado a lado, intercalados ou não de células estéreis, as paráfises) e **gasteromicetes** (gasteromycetes) onde não aparece himénio.

*Teliomycetes* que compreende cerca de 7000 espécies. Não formam basidiomata. Os esporos apresentam-se em soros. São economicamente importantes como patógenos de plantas, como as ferrugens.

*Ustomycetes* que compreende cerca de 1070 espécies. São economicamente importantes, porque podem provocar danos como as cáries e parasitar cerca de 4000 espécies alimentares e ornamentais.

## Fungos imperfeitos (conidiais)

Compreendem cerca de 15.000 espécies, incluídos na subdivisão *Deuteromycotina* como a cultura de *Penicillium notatum*. Geralmente não se conhece a sua forma sexuada, pelo que se considera apenas a sua forma conidial.

Entre estes fungos conhecem-se alguns causadores de doenças como: alternariose da batateira (*Alternaria solani*) e de outras solanáceas, a gafa ou antracnose da azeitona (*Gloeosporium olivarum*), a antracnose do feijoeiro (*Colletotrichum lindernuthianum*) e a podridão seca ou fusariose, da batateira (*Fusarium coeruleum*).

## Leveduras

Engloba os fungos unicelulares que se reproduzem por emissão de um crescimento externo, designado por botão ou dedo de luva, a partir da célula mãe.

Não formam um grupo taxonómico propriamente dito, sendo apenas uma forma de crescimento do fungo. Como exemplos temos a *Saccharomyces cerevisiae*, responsável pela fermentação alcoólica e a *Candida albicans* que pode provocar infecções nos seres humanos.

## 2.4. Importância ecológica e económica dos fungos

### 1) Ecológica como decompositores

As bactérias e os fungos são importantes na decomposição de matéria orgânica dos organismos em CO<sub>2</sub> e N. A maioria dos fungos é terrestre, cerca de 500 são marinhos e alguns de água doce. Atacam quase todas as substâncias e segregam substâncias tóxicas (micotoxinas) nas plantas e nos alimentos de origem animal.

## 2) Económica como pragas, patógenos e produtores de substâncias químicas

Crescem em condições diversas Ex: *Cladosporium herbarium* a -6°C; outras espécies de *Cladosporium* crescem a 50-60°. Podem provocar doenças nas plantas e nos animais domésticos e seres humanos como a sídia (*Pneumocystis carinii*), *Candida*...

Outros apresentam utilidade para o homem tais como: *Saccharomyces cerevisiae* – fabrico de pão, cerveja e vinho, dão sabor ao queijo, são antibióticos (penicilina). Algumas espécies de cogumelos são comestíveis. Outras são importantes na decomposição de compostos orgânicos tóxicos.

*Tolytocladium inflatum*, importante na obtenção da substância activa, ciclosporina, usada para suprimir as reacções imunes que provocam a rejeição de transplantes.

Assim, os fungos podem por um lado ser destruidores de alimentos armazenados e outros materiais orgânicos, mas por outro serem benéficos para o homem ao serem utilizados como fermentos e leveduras, bem como penicilina e outros antibióticos e cogumelos comestíveis.

## 3) Relações simbióticas

Em cerca de 80% das plantas vasculares ocorrem associações mútuas benéficas entre raízes e fungos, as **micorrizas**.

Os líquenes são simbioses entre algas ou cianobactérias e fungos em habitats extremamente hostis.

Podem também ocorrer associações entre fungos (que segregam a celulase) e insectos (formigas)

Os **endófitos** desenvolvem-se dentro das folhas e caules de plantas aparentemente sãs e produzem metabolitos secundários tóxicos que protegem os hospedeiros contra fungos, insectos e herbívoros

### 3.1) Micorrizas

Micorriza é uma associação mútua entre fungo e raiz. Aparece em grande número de plantas espontâneas e cultivadas. As plantas das famílias das Brassicáceas e Ciperáceas não têm micorrizas. Trazem benefício para a planta, aumentando a sua capacidade de absorver água e elementos essenciais (P, Zn, Mn, Cu). Têm um papel protector contra ataques de fungos patogénicos e nemátodos. Na micorriza o fungo recebe hidratos de carbono e vitaminas essenciais para o seu crescimento. Existem dois tipos de micorrizas: **endomycorrizas**, que penetram nas células das raízes em 80% das plantas vasculares e **ectomycorrizas** que envolvem as células da raiz.

Nas **endomycorrizas** o fungo é zigomiceta (ordem Glomerales cerca de 200 espécies). As hifas penetram nas células corticais e formam estruturas altamente ramificadas, os **arbusculos**, que permitem as trocas entre planta e fungo, ou **vesículas**, que são dilatações terminais (compartimento de reserva para o fungo).

As **ectomycorrizas** aparecem em árvores, tornando-as mais resistentes a condições adversas de frio e secura. Aparecem em famílias como as fagáceas, salicáceas, betuláceas, pináceas e algumas árvores tropicais. Neste caso o fungo não penetra nas células vivas da raiz. Os fungos são basidiomicetas e ascomicetas. Há cerca de 5000 espécies de fungos envolvidos.

Nas ericáceas a hifa fungal forma uma teia extensa e organizada ao longo da superfície da raiz. O fungo liberta enzimas no solo para quebrar certos compostos químicos (N e P) e libertá-los para as plantas.

As orquidáceas germinam apenas na presença de fungos específicos. O fungo interno fornece C quando ainda plântula (cerca de 100 espécies das basidiomicetas). As micorrizas são importantes na história das plantas vasculares. Foram encontrados fósseis que revelaram a presença de micorrizas. A evolução das micorrizas constituiu um passo crítico permitindo a colonização da Terra pelas plantas. Os zigomicetas facilitaram a absorção de P e outros nutrientes.

### 3.2.) Líquenes

Líquene é uma associação entre fungo (micobionte) e população de algas unicelulares ou filamentosas (ficobionte) ou células de cianobactérias (cianobionte). Cerca de 98% dos fungos pertencem à divisão Ascomycota e os restantes 2% pertencem à Basidimycota. As algas, possuidoras de clorofila, proporcionam aos líquenes as substâncias resultantes da fotossíntese, fornecendo-lhes os fungos água e substâncias minerais. A sua reprodução só pode ser vegetativa, a partir de fragmentos ou sorédios, constituídos por hifas de fungo e células da alga.

Vivem em alguns dos ambientes mais agrestes da Terra e por isso encontram-se extremamente dispersos. Podem encontrar-se desde os desertos áridos até às regiões árticas e crescerem em solos nus, troncos de árvores, rochas expostas ao sol, postos de cercas e picos alpinos ventosos. A sua área principal de distribuição situa-se nas regiões nórdicas, recobrimo sobretudo as árvores de folha persistente e os arbustos. Exibem **3 formas principais de crescimento**: crustose (talos crustáceos) em que adere firmemente ao substrato (placa coriácea) como as espécies do género *Graphis*, que formam finas películas sobre as árvores e rochas, bem como no solo e ainda os géneros *Lecanora* e *Lecidea*, dos quais existe um elevado número de espécies na Península Ibérica; foliose (talos foliáceos), com aspecto de uma folha (laminar e lobado) como a espécie *Parmelia physodes*, de forma laminar, vive sobre árvores frondosas, recobrimo os seus troncos e ramos; fruticose (talos fruticulosos) com crescimento erecto e com forma ramificada e arbustiva, como nas espécies do género *Usnea*, que ficam penduradas em compridas tiras nos ramos de árvores velhas das montanhas húmidas, lembrando grandes barbas alongadas.

As **cores** podem variar entre branco a preto, vermelho, laranja, castanho, amarelo e verde. Podem ter diversas **utilizações** como fabrico de tintas, em medicina, compostos de perfumes e na investigação para segregar compostos anti-tumor.

A sua sobrevivência em condições ambientais severas deve-se ao facto de secarem rapidamente (perdem 2 – 10% de água), quando secam cessa a fotossíntese, e têm baixa taxa de crescimento – 0,1 a 10 mm/ano.

No mutualismo entre alga e fungo nenhum parceiro pode florescer em nichos onde ocorrem na natureza sem o outro.

Encontrado como fóssil do início do Devónico (400 milhões de anos). Pensa-se que uma associação simbiótica comparável a líquenes iniciou a invasão da terra pelas plantas.

#### **Têm importância no ecossistema**

O micobionte produz grande número de metabolitos secundários (ácidos líquenes – 40% do peso seco), que contribui para a formação do solo.

Os líquenes associados às cianobactérias fixam N nas florestas mas antigas, nas tropicais, em desertos e em tundras. Os líquenes são sensíveis aos compostos tóxicos, sendo utilizados como indicadores sensíveis dos níveis de dióxido de enxofre do ar poluído, sendo usados para monitorizar poluentes atmosféricos, especialmente nas cidades. Nestes casos tanto a saúde como a composição química do fungo são usadas para monitorizar o ambiente. Os líquenes apresentam sensibilidade diferencial à poluição atmosférica, os mais sensíveis desaparecem, os mais tolerantes desaparecem. A poluição provoca alteração dessas comunidades.

A análise de líquenes permite também a detecção de metais pesados e outros elementos em locais industriais, porque podem fixar esses metais fora das suas células. Também podem ser

usados para monitorizar a contaminação por substâncias radioactivas (Chernobyl, 1986). Os líquenes podem ainda servir de alimento a vertebrados e invertebrados (renas e caribus na América do N), ácaros, insectos e lesmas.

## QUESTÕES PARA AUTOAVALIAÇÃO

1. Distinga entre hifa e micélio; somático e vegetativo; rizóide e haustório, plasmogamia e cariogamia; esporângio e gametângio; heterotálico e homotálico; dicariótico, monocariótico e diplóide; parasítica e mutualística; arbúsculos e vesículas; endomicorrizas e ectomicorrizas.
2. Explicar a importância ecológica e económica dos fungos, fazendo referência a todos os principais grupos, incluindo as leveduras, líquenes, e fungos micorrizas.
3. Caracterize os quitrídeos.
4. Como se pode determinar, apenas pela estrutura das hifas, se um determinado fungo pertence aos zigomicetas, ascomicetas ou basidiomicetas?
5. Que apresentam em comum os zigosporos, os ascosporos e os basidiosporos?
6. Muitos fungos produzem antibióticos. Qual a função dos antibióticos para os fungos que os produzem?
7. Quais as características das três classes dos basidiomicetas?
8. O que são leveduras e qual a sua utilidade?
9. “Tanto o estado de saúde como a composição química dos líquenes são usadas para monitorizar o ambiente”. Explicar.
10. “A mais prevalente e provavelmente a mais importante simbiose mutualística no reino planta é a micorriza”. Explicar.

## Tema 3: Reino Protista (algas)

### 1. QUESTÕES CENTRAIS

- Qual a importância ecológica das algas?
- Em que aspecto se assemelham os dinoflagelados, euglenóides e criptomonas? Porque é difícil distingui-los com base nos mecanismos de obtenção de alimentos?
- Quais as características que distinguem as haptófitas e porque são as haptófitas marinhas importantes na cadeia alimentar?
- Quais as características básicas das algas castanhas?
- Que características permitem distinguir os antocerota?
- Que características das algas verdes levaram os botânicos a concluir que foi a partir delas que evoluíram os briófitos e plantas vasculares?

### 3. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS

#### 2.1. Introdução

#### 2.2. Ciclos de vida

#### 2.3. Principais divisões

#### 2.4. Ecologia e interesse económico

#### 2.1. Introdução

Os eucariotas apareceram há cerca de 180 milhões de anos na China – segundo um registo fóssil de um grupo de organismos unicelulares “acritarch” – remanescentes de um grupo de eucariotas extinto, quer pelo tamanho quer pela complexidade das suas paredes celulares. Grande diversidade de descendentes dos primeiros eucariotas, os protistas, que vivem actualmente nos oceanos e linhas da costa marinha (*Protelsia palmiformis*) e também nos lagos de água doce reservatórios e cursos de água. São organismos uni ou multicelulares com os órgãos celulares envolvidos por membranas. Possuem clorofila  $\alpha$  e  $\beta$  caroteno e reprodução sexuada com alternância de fases nucleares. As células são rodeadas por parede gerada no aparelho de Golgi. Têm parede fibrilar com celulose e polissacarídeos. Os pigmentos dos plastos (tilacóides) encontram-se numa matriz ou estroma e servem para fixação de  $\text{CO}_2$ . Os tilacóides estão livres no estroma formando lamelas. Podem ter três tipos de plastos: cloroplastos, proplastos e leucoplastos (amido). O ADN é circular sem histonas e ribossomas 70S, os electrões (polipeptídeos com propriedades enzimáticas (pirenóides)) servem para a fixação do  $\text{CO}_2$ , ao redor pode-se acumular amido. Os cloroplastos têm estigma alaranjado ou vermelho (carotenóides) associado a fotoreceptor. O núcleo tem ADN, proteínas e ARN (pequenas quantidades) que no seu conjunto formam a cromatina. Tanto estes como o nucleoplasma, têm membrana dupla, perfurada por poros que se forma do RE.

O ADN tem os cromossomas invisíveis na interfase como na maioria das plantas e animais, excepto nos euglenófitos, dinófitos e criptófitos, em que os cromossomas estão condensados na interfase (mesocarionte). O número de histonas é inferior aos outros eucariotas. O número de cromossomas varia de 2 a mais de 80.

Muitas algas ou células reprodutoras movem-se por flagelos. Flagelo é um axonema composto formado por 9 pares de microtúbulos que envolvem dois outros microtúbulos centrais. O flagelo está rodeado pela membrana plasmática da célula.



## 2.2. Ciclos de vida

A reprodução assexuada (sem união celular e nuclear, e sem associação de material genético parental) e sexuada (união celular e nuclear, associação de cromossomas e genes, meiose) ocorre na generalidade das algas, bem como a reprodução vegetativa, em que os agentes reprodutores podem ser fragmentos bioreactores do talo vegetativo, propágulos ou gemas.

As algas apresentam vários tipos de ciclos vitais, relativamente ao momento em que se produz a meiose:

- a) Meiose na primeira divisão do zigoto – meiose zigótica, ciclo haplontico – algas unicelulares e coloniais
- b) Meiose durante a gametogénese – meiose gamética (também em animais) ciclo diplontico – ordem *Fucales* (pardas).
- c) Meiose durante a esporogénese – meiose esporica – alternância de gerações, gametófito e esporófito (isomórfico – quando ambos são iguais; heteromórficos – quando diferentes) ciclo haplodiplontico – algas macroscópicas. A maioria das algas castanhas apresenta este tipo, como os géneros *Ectocarpus*, com esporângios pluri e unilocular e *Laminaria* em que gâmetas femininos atraem os masculinos por compostos orgânicos
- d) Meiose nas células vegetativas do talo – meiose somática – ciclo somático

As algas vermelhas podem ter reprodução assexuada, libertando esporos (monósporos) na água e reprodução sexuada complexa, exibindo três fases: (1) gametófito – haplóide; (2) fase diplóide – carposporófito; (3) fase diplóide – tetrasporófito.

## 2.3. Principais divisões

Existem 8 divisões de Algas, isto é, com núcleos individualizados e típicos de cada uma e com pigmentos localizados dentro de plastídeos (cromatóforos): *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Cryptophyta*, *Haptophyta*, *Chrysophyta*, *Phaeophyta*, *Rhodophyta* e *Chlorophyta*. Distinguem-se entre si com base nos pigmentos fotossintéticos acessórios, nas substâncias de reserva acumuladas pelas células e na composição química das paredes celulares.

### Phylum *Euglenophyta* (euglenófitos ou euglenóides)

#### Classe *Euglenophyceae*

Compreende cerca de 900 espécies, sendo a maioria de água doce. São unicelulares, excepto o género colonial *Colacium*. Um terço dos géneros tem cloroplastos e dois terços são heterotróficos. Possuem clorofila a e b e carotenóides – endossimbiose das algas verdes. Os plastos são rodeados por 2 membranas e ainda uma outra formada do RE. *Euglena* (género mais representativo) e a maioria dos euglenóides não têm parede celular. A membrana plásmica é suportada por bandas proteicas.

No género *Trachelomonas* a membrana tem ferro e manganésio. A sua anatomia é complexa. O flagelo encontra-se sob uma fenda em forma de garrafa (reservatório), onde descarregam vesículas contrácteis. No interior do reservatório existem dois flagelos, emergindo apenas um através da citofaringe. O estigma e fotoreceptor próximos do reservatório, estão relacionados com a capacidade de se moverem dependendo da luz. O estigma produz gotas de lípidos, vermelho-alaranjados, independente do cloroplasto e cobre o fotoreceptor, um corpo cristalino rodeado pela membrana do flagelo e situado entre o reservatório e a citofaringe. Nadam activamente (flagelo apical com mastigonemas). As que têm estigma e receptor, são fotossensíveis e nadam, afastando-se da luz. Os cloroplastos são numerosos e discoidais. Na divisão celular, a membrana nuclear fica intacta na mitose (também nos dinófitos e criptófitos); o fuso acromático organiza-se dentro da membrana nuclear. Os cromossomas são de grande tamanho, condensados na interfase do ciclo mitótico. Não possuem reprodução sexuada. Formam quistos resistentes a condições externas desfavoráveis (células envolvidas por espessa bainha mucilaginosa que produzem). Determinados caracteres ultraestruturais e bioquímicos

(sequência de ARN dos ribossomos do citoplasma, separam-nas do resto das plantas verdes apesar da clorofila b. Têm uma relação muito estreita com os protozoários zoomastigomicetas, talvez, sejam o resultado da ingestão do cloroplasto de uma alga verde primitiva por um protozoário, terminando num processo de endossimbiose

Muitas euglenofíceas plânticas ou bênticas, aparecem em charcas, lagos e rios contaminados por dejectos orgânicos. Outras vivem em águas limpas. Espécies distintas do grupo são indicadoras da qualidade das águas continentais. A espécie *Euglena sanguinea*, rica em carotenóides, pode tingir os charcos de vermelho; em águas estagnadas, ricas em substâncias orgânicas, encontra-se frequentemente a *Euglena viridis*, que contribui para a coloração esverdeada dos locais que ocupa.

### **Phyllum *Dinophyta* (dinoflagelados)**

#### **classe *Dynophyceae***

Compreende cerca de 150 géneros e 4000 espécies, sendo a maioria unicelulares e biflageladas. Vivem no mar e águas continentais. Alguns têm invólucro ou anfisema, formada pela membrana plásmica e, sob esta, um invólucro de vesículas com placas poligonais de celulose. A parede celular (teca) tem dois sulcos, um transversal e um longitudinal, onde se cruzam, emergem dois flagelos, os pleuronemáticos. O flagelo longitudinal sai fora do sulco e está coberto por duas filas de mastigonemas fibrilares, o flagelo transversal é ondulado e coberto por uma só fiada de pêlos. A parede celular tem poros, através dos quais se descarregam os tricoístes, organelos de forma filamentosa, quando a célula se excita, projectam-se para o exterior impelindo-a no sentido contrário, carácter defensivo. Possuem clorofila a. Algumas espécies também têm clorofila c2 e vários pigmentos acessórios (piridinina). Possui amido (reserva) fora do cloroplasto. Os plastos têm três membranas, com os tilacóides agrupados em três como nos euglenófitos. A reprodução assexuada dá-se por bipartição longitudinal, levando cada filha uma parte da teca materna e reconstruindo a restante. A reprodução sexuada dá-se por isogamia, por vezes anisogamia. O ciclo vital mais geral é haplôntico com meiose zigótica, por vezes têm ciclo diplôntico. Em condições do meio desfavoráveis formam esporos de resistência com parede espessa (quistos).

A disposição das placas das tecas é importante na sistemática. Por exemplo:

O género *Prorocentrum* tem a teca dividida longitudinalmente e os flagelos apicais.

Nos géneros *Peridinium* e *Gymnodinium* a teca divide-se em duas metades, a superior e a inferior. O género *Dinophysis* tem expansões em alas. O *Ceratium* apresenta grandes apêndices em forma de chifre. Em *Dinotrix*, as células imóveis unem-se em pequenos filamentos e produzem zoósporos. As espécies do género *Noctiluca* são saprófitos nus, bioluminescente, que provocam fluorescência nos mares quentes.

Formam uma parte importante do plâncton das águas tropicais. Podem provocar as marés vermelhas. As espécies *Dinophysis acuta*, *Prorocentrum lima* e *Gymnodinium catenatum* excretam toxinas, matando organismos marinhos (peixes e bivalves).

Têm grande importância como produtores primários no mar e formação de recifes de coral.

### **Phylum *Cryptophyta* (criptófitos)**

#### **Classe *Cryptophyceae***

Compreende 12 géneros e 200 espécies de algas flageladas nuas, sem parede celular, são marinhas e de água doce. Possuem clorofila a e c2, vários pigmentos complementares e ficobiliproteínas e um só cloroplasto *Chilomonas* (saprófito) com um leucoplasto, um cloroplasto bilobado e um nucleomorfo (núcleo reduzido) junto ao cloroplasto, todo o conjunto rodeado por retículo endoplásmico rugoso.

Têm dois flagelos com mastigonemas, subapicais e numa depressão (vestíbulo). A célula é rodeada por membrana plásmica e película de placas proteicas. São sensíveis à luz e algumas espécies do género *Thecomonas* têm estigma. Têm reprodução sexuada isogâmica.

### ***Phylum Haptophyta* (haptófitos)**

Compreende 80 géneros e 300 espécies de algas unicelulares e coloniais flageladas. Formam fitoplâncton marinho primário. Existem formas terrestres e aquáticas. Apresentam uma grande diversidade nos trópicos. As principais características são a existência de **haptonema**, estrutura que se estende a partir da célula com dois flagelos de igual comprimento, a **presença de escamas gordas** na superfície externa da célula, serem **fotoautótrofas** com clorofila a e c2, **produtores e consumidores** na cadeia alimentar, absorverem cianobactérias ou carbono orgânico, acumularem carbono orgânico no fundo do mar (2/3 de carbonato de cálcio), serem produtoras de óxidos de enxofre, a chuva ácida.

O género *Phaeocystis* domina o fitoplâncton da zona marginal gelada nas regiões polares e contribui com 10% para os compostos de enxofre formados pelo fitoplâncton

A gelatina aumenta o carbono orgânico da água. Em todos os oceanos, especialmente nas latitudes médias, *Emiliania huxleyi* pode formar flores que cobrem os oceanos. As espécies dos géneros *Chrysochromulina* e *Prymnesium* são conhecidas por formarem flores tóxicas marinhas que matam os peixes e outros seres marinhos.

### ***Phylum Chrysophyta* (crisófitos)**

Compreende cerca de 100 espécies de organismos unicelulares ou coloniais, com ou sem flagelos. São abundantes na água doce ou salgada de todo o mundo. Alguns são incolores, outros possuem clorofila a e c, sendo a cor mascarada por abundante flucoxantina na célula. A cor dourada dá origem ao nome “crisófitos”. A reserva nutritiva é a **crisolaminarina**, armazenada num vacúolo na parte posterior da célula. Alguns absorvem bactérias e partículas orgânicas. Ex. *Dinobryon* e afins nos lagos gelados da América do Norte são os maiores consumidores de bactérias. Alguns crisófitos têm parede celular de substâncias pécticas, impregnadas de sílica, outros não têm parede celular e alguns parecem amibas com plastídeos.

Os membros do grupo móvel sinurófitos como o género *Synura* têm o corpo coberto de escamas ornamentadas de sílica (produzidas no interior e exportadas para fora).

O invólucro de escamas impede estas algas de se alimentarem de partículas.

A maioria tem reprodução assexuada, envolvendo formação de zoósporos. Podem também exibir reprodução sexuada. Apresentam formação de quistos no final da época de crescimento, por vezes, os quistos resultam da reprodução sexuada. Nalguns grupos, os quistos contêm sílica, que tal como as escamas, podem sedimentar e formar valiosos registos das condições ecológicas do passado. Os géneros *Heterosigma* e *Aureococcus* (crisófitos marinhos) produziram “marés castanhas” tóxicas causando avultados prejuízos na pesca de crustáceos e salmão. Alguns crisófitos de água doce formam flores e são responsáveis pelo sabor e cheiro desagradáveis na água potável, resultantes da sua excreção de compostos orgânicos.

### ***Phylum Phaeophyta* (feófitos)**

#### **Algas castanhas**

Compreendem uma só classe, a *Phaeophyceae* com cerca de 1500 espécies. A este grupo pertence a maioria das algas marinhas, incluindo as inferiores marinhas mais conspícuas das águas temperadas, boreais e polares. Dominam as costas rochosas das regiões mais frias do mundo.

As “Rockweeds” pertencem à ordem *Fucales*.

” kelps” pertencem à ordem *Laminariales* (20-30 m).

*Sargassum muticum* (Oceano Atlântico, Nordeste Caraíbas), interfere com as operações nas culturas marinhas. Estas algas podem ser microscópicas ou atingir vários metros no inferior do mar (kelps com 60 m e 300 kg). Apresentam “thalus” (thalli) – talo, corpo vegetativo relativamente indiferenciado, que pode ser simples de filamentos ramificados, como no género *Ectocarpus* ou com agregações de filamentos ramificados (pseudoparênquima) como no *Macrocystis*. As suas células têm numerosos plastídeos castanho-dourados em forma de discos (estrutural e bioquimicamente semelhantes a crisófitos e diatomáceas). Possuem clorofila a e c, carotenóides, em que a xantofila (fucoxantina, confere a cor castanho escuro ou verde-azeitona. As substâncias de reserva são hidratos de carbono que armazenam em vacúolos como na *Laminaria*. A análise molecular estabeleceu duas linhagens, uma com pirenóides nos cloroplastídeos, *Ectocarpus* e outra sem pirenóides nos cloroplastos, *Laminaria* e afins. Nestas, distingue-se um órgão especial uncinado, um caulóide e filóides.

Actualmente, faz-se a regeneração de *Macrocystis* na costa da Califórnia para produção de algina, usada como estabilizador e emulsionante para alimentos e tintas.

As camadas da parede celular interna com celulose e algina conferem rigidez e flexibilidade. Têm uma estrutura interna complexa semelhante ao floema das plantas vasculares (60 cm /h, manitol e aminoácidos).

*Fucus*, algas dicotômicas com vesículas de ar próximo da extremidade dos filóides, semelhante ao *Sargassum*.

### **Phylum *Rhodophyta* (rodófitos) algas vermelhas**

Compreendem cerca de 4000 a 6000 espécies de águas quentes e tropicais, sendo algumas de regiões mais frias. Poucas são unicelulares – *Cyanidium*. A maioria é estruturalmente complexa, constituindo infestantes macroscópicas. No mar vivem fixas às rochas ou a outras algas. Os seus cloroplastos possuem ficofibrilas, que mascaram a cor verde e absorvem luz verde e verde-azulada na água profunda. Têm clorofila semelhante a cianobactérias, de que derivam devido a endossimbiose. Muitas são parasitas. Não têm centríolos, nem células flageladas (anéis polares). As reservas alimentares são grânulos de amidofluoridino no citoplasma. A parede celular interna tem microfibrilas de celulose, rígidas e a externa agar ou carragina (flexibilidade). Algumas depositam carbonato de cálcio nas paredes celulares.

Família *Corallinaceae* (algas coralinas). Engloba fósseis com mais de 7000 milhões de anos. Os habitats podem ser oceanos, até 268 m de profundidade, rochas sujeitas a marés e recifes de corais, que lhe conferem estrutura. Segregam terpenóides tóxicos que ajudam a afastar os herbívoros e servem como medicamento anti-cancerígeno. São filamentosas. O crescimento inicia-se numa única célula apical que corta os segmentos sequencialmente para formar um eixo. Apresentam ainda um eixo de ramos laterais em espiral, as células ligadas por ligações “fosso” que se desenvolvem na citocinese. Muitas têm multieixos, corpo tridimensional.

### **Phylum *Chlorophyta* (clorófitos) algas verdes**

Compreendem cerca de 17 000 espécies com estrutura e história de vida diversa.

Na sua maioria são aquáticas, podem também viver na neve, em troncos, no solo, em associações simbióticas com líquenes, protozoários de água doce, espongiários e celenterados.

*Clamdomonas* e *Chloromonas* (unicel) vivem na neve. *Trentepohlia* (filamentosa) vive em rochas e troncos ou ramos, possui carotenos que dão cor alaranjada, vermelha, ferruginosa.

A maioria vive na água doce, porém algumas são de água salgada. Muitas são microscópicas. Apresentam clorofila a e b, predominando sobre as xantofilas e os carotenos; armazenam amido

nos plastídeos, como os briófitos e plantas vasculares, por esta razão, o cloroplasto tem aspecto rugoso e granular, tornando-o uma estrutura diferenciadora em relação às outras algas.

. Algumas têm parede celular com celulose, hemicelulose e substâncias pécticas. As algas verdes apresentam diversa constituição, células isoladas ou em colónias, filamentos simples e ramificados, lâminas ou com três dimensões. As células possuem um ou vários núcleos; os cloroplastos diferenciam-se segundo a sua posição, número e morfologia. Contêm nos cloroplastos uma substância de reserva – Amido; Cloroplasto pode possuir o pirenóide, trata-se duma área de formação de produtos de reserva;

Multiplicam-se por zoósporos, aplanósporos, autósporos, acinetes, ou por formação do estado palmela ou por divisão dos filamentos. Só as células reprodutoras possuem flagelos. A Sistemática baseia-se na mitose, citocinese, células reprodutivas e semelhanças moleculares. Tem várias classes, três são mais importantes: *Chlorophyceae*, *Ulvophyceae*, *Charophyceae*.

*Chlorophyceae* – Engloba algas de água doce, unicelulares, flageladas ou não filamentosas, coloniais ou não. Vivem na água fresca, neve, solo, troncos. Possuem estigma vermelho fotossensitivo, cloroplasto com pirenóide, parede sem celulose, podendo ter reprodução assexuada e sexuada.

*Ulva lactuca* L., a alface-do-mar, é uma das espécies de maiores dimensões que povoa as costas marítima se multiplica com grande profusão, sobretudo na Primavera, existindo nas rochas pouco profundas. Tanto esta espécie como *Enteromorpha*, agrupam-se na ordem das *Uvales*.

Um exemplo de espécies unicelulares é o género *Chlamidomonas* com gâmetas flagelados. Em *Gonium*, as células resultantes da reprodução assexuada permanecem unidas em colónias pouco compactas e flutuantes numa secreção gelatinosa que produzem. Muito mais consistente é a união das células em esfera de *Volvox*. Os três géneros que acabámos de referir pertencem à ordem das *Volvocales*.

Entre as algas verdes e sem flagelos (ordem *Chlorococcales*) encontra-se a *Chorella*, que só produz esporos imóveis ou aplanósporos. São fáceis de cultivar e manter em laboratório, devido ao seu diminuto tamanho e às poucas necessidades quanto a nutrientes. Os géneros *Scenedesmus* e *Chlorella* foram utilizados nas investigações iniciais sobre a cisão da água e a fixação de carbono na fotossíntese.

Os representantes da ordem *Zignetales* (*Conjugales*) são algas solitárias ou agrupadas em colónias fusiformes e carecem de células reprodutoras flageladas. Nesta ordem encontramos o género *Spirogyra*, frequente em água doce e de cloroplastos espiralados. A reprodução sexuada realiza-se por conjugação: dois filamentos, em geral da mesma forma, dispõem-se paralelamente; na linha de contacto formam-se papilas entre as células e os filamentos unem-se secundariamente em forma de escada (copulação escaliforme). As papilas transformam-se em canais copuladores por destruição da parede nos pontos de contacto e unem as duas células (gametângios). Existem filamentos masculinos e filamentos femininos. O protoplasma da célula masculina penetra, isolado, como gâmeta móvel na célula feminina imediata, gâmeta imóvel para dar um zigoto. Em condições favoráveis o zigoto germina.

*Caulerpa prolifera*, referida como uma das algas mais formosas do Mediterrâneo, pertence à ordem *Silonales*, algas polimorfos frequentes nos mares quentes.

As algas da classe caroficea (*Charophyceae*) crescem submersas em água doce em fundos lamacentos ou arenosos de charcos e de tanques, exceptuando algumas espécies de água salobra. Fixam-se nos substratos por rizóides pluricelulares, ramificados uniserialmente. O talo, erecto e ramificado, tem vários decímetros e divide-se regularmente em nós e entrenós. Cada nó tem um verticilo de ramos de crescimento limitado, podendo formar-se na axila destes ramos susceptíveis de crescimento ilimitado.

Conhecem-se fósseis de caroficeas desde o Devónico (especialmente sob a forma de zigoto). Das seis famílias que existiram noutros tempos, actualmente só uma persiste.

## 2.2. Ecologia e interesse económico

Apesar da maioria ser aquática, algumas exibem adaptação ao meio terrestre.

As algas podem ser:

- Algas unicelulares e coloniais – fitoplâncton (nanoplâncton)
- Algas epilíticas sobre substrato
- Algas epipélicas sobre limos
- Algas epifíticas sobre plantas
- Algas epizooicas sobre animais

Formam ainda das algas parte do *fitobentos*.

Têm necessidade de luz para a fotossíntese – zonação altitudinal.

### A distribuição depende de:

1) Temperatura da água - factor mais importante nas algas marinhas:

Mares frios e temperados – algas castanhas

Mares quentes – algas vermelhas e algumas verdes

2) Salinidade da água

3) Luz

4) Disponibilidade de nutrientes, quando em excesso - eutróficas, grande biomassa, quando deficientes – oligotróficas, escassa densidade de fitoplacton.

A turbulência, as bactérias e o zooplâncton herbívoro afectam a vida do fitoplâncton

São autotróficas: fotoautotróficas

químio-autotróficas

Formam simbiose com outros **organismos**: os representantes de dinófitos, crisófitos, clorófitos, feófitos, rodófitos.

**Esses organismos** são: protozoários, invertebrados e fungos. Há interacções nutricionais, a alga fornece: O<sub>2</sub>, maltose, glucose, glicerol e aminoácidos e o organismo fornece matéria inorgânica e um meio mais ou menos estável.

Em endossimbiose as algas não desenvolvem parede celular. Exs:

- *Chlorella* (clorofilácea) – endossimbiose com protozoários, esponjas e celentérios (hidra verde *Hydra viridis*)
- Outras cloriáceas no interior de platelmintos.
- Dinófitos simbiose com esponjas, medusas e celentérios marinhos que formam os corais; *Symbiodinium*, imprescindível na formação dos recifes de corais, estimula a calcificação da colónia
- A especificidade entre os dois organismos não é absoluta, mas nas simbioses mais evoluídas pode haver dependência de um dos simbioses.
- Simbiose - uma das causas evolutivas mais importantes Ex: *Cyanophora*, endossimbiose recente entre um protozoário e uma cianofícea que actua como cloroplasto.

### Aplicação

- Nas costas do Pacífico (Ásia e América do Sul) e em zonas lacustres de África, tradicionalmente usadas com alimento, forragem ou adubo, na actualidade, o consumo aumentou noutras regiões, como na Europa.
- Alimentação humana: sopas, acompanhamentos de peixe e carne no Oriente
- Existem 300 algas que podem ser usadas, as mais conhecidas comercializam-se com nomes japoneses, Ex: «kombu» (*Laminaria*)

**Economicamente** fornecem polissacarídeos (ficolóides):

- Estabilizadores e emulsionantes nas indústrias alimentar, farmacêutica e têxtil, tintas, papel ...
- das algas vermelhas e castanhas extrai-se agar, carragenina e ácido alginico

Devido à grande procura (vermelhas e castanhas), cultivam-se algas nos países industrializados

As algas castanhas são muito importantes na China e Japão, França, E U e Canadá.

A produção mundial de algas castanhas atinge os 3 milhões de toneladas anuais. Das suas cinzas, extraem-se sais isolados (iodo) Japão e N Europa. Foram usadas como forragens – *Laminaria e Fucus serratus* na I Guerra Mundial. Podem ser fertilizantes e ser usadas na Indústria – aglutinantes, tintas de imprensa, sabão, champô e botões, bem como em fotografia e produtos farmacêuticos (pasta dentífrica, produtos de emagrecimento)

A produção de algas vermelhas é comum a muitos países, porque a procura supera a produção natural. As algas vermelhas calcificadas do fundo do mar são usadas para diminuir a acidez do solo agrícola. São utilizadas na indústria de panificação, doçaria e conservas de carne, ainda em farmácia, como emulsionante, na Europa e EU como saladas ou condimentos. No litoral português recolhe-se *Chondrus crispus*, para obter um produto gelatinoso “carragina”, também *Gelidium e Gracilaria*.

Algas unicelulares e coloniais cultivadas a céu aberto para obter proteínas, vitaminas e pigmentos (carotenos)

As algas são imprescindíveis na aquicultura marinha.

São bioindicadoras da qualidade das águas dos locais onde vivem: águas eutróficas – *Ulva*, águas pouco poluídas - *Cystoseira*. Algumas são tóxicas para o Homem e animais – *Prototheca*.

- Sargaço do japão (*Sargassum muticum*) - alga exótica devido à cultura de bivalves em países industrializados, apareceu nas costas atlânticas europeias.
- A cloroficea tropical *Caulerpa taxifolia* causa graves problemas nos ecossistemas marinhos do Mediterrâneo.

Nos arrozais portugueses podem existir diversas espécies de carofíceas, podendo citar-se *Chara braunii*, *C. connivens*, *C. fragifera*, *C. gymnophylla* e *Nitella gracilis* e *N. mucronata*.

### 3.4. QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

1. Que características têm em comum as “Coleochaetales” e as “Charales” com os briófitos e as plantas vasculares.
2. Explique a importância ecológica das algas.
3. Quais os aspectos que permitem referir que algumas algas castanhas apresentam corpos mais altamente especializados relativamente às outras algas.
4. Que algas provocam as “marés vermelhas”?  
Em que circunstâncias ocorrem?  
Que consequências podem ter?
5. Que tipos de reprodução apresentam as algas verdes?  
Em que condições podem ocorrer?
6. *Fucus* tem um ciclo de vida que é, em alguns aspectos, similar ao nosso próprio ciclo. Explique.
7. Explique porque se considera que o fitoplacton é “o grande prado do mar”.
8. Alguns kelps têm os corpos mais altamente diferenciados entre as algas. Em que aspectos?
9. Qual a vantagem da geração carpospórofito diplóide nas algas vermelhas?
10. Distinguir entre as três classes dos clorófitos: *Chlorophyceae*, *Ulvophyceae* e *Charophyceae*.

## Tema 4: Reino Bryophyta (Briófitos)

### 2. QUESTÕES CENTRAIS

- Quais as características gerais dos briófitos, ou seja, o que é um briófito?
- Quais os 3 filos dos briófitos? Quais as semelhanças e diferenças entre eles?
- Como ocorre a sua reprodução sexual? Quais as partes que constituem os esporófitos na maioria dos briófitos?
- Como se distinguem os 3 tipos das hepáticas?
- Que características permitem distinguir os antocerota?
- Quais as características que permitem distinguir o filo Bryophyta?

### 3. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS

#### 2.1. Introdução

##### 2.1.1. Características gerais

##### 2.2. Estrutura comparativa

##### 2.3. Ciclos de vida

##### 2.4. Breve referência a tipos de organismos

##### 2.5. Ecologia

##### 2.6. Relação com outros grupos

#### 2.1. Introdução

Briófitas são pequenas plantas (1 mm a mais de 1 m), “folhosas” ou “espalmadas” que se distribuem por toda a terra, em locais húmidos nas florestas tropicais e temperadas ou ao longo dos solos húmidos e linhas de água. Não apresentam relações estreitas com nenhum grupo de plantas vivo nem parecem ter sido percussores de qualquer grupo de plantas.

##### 2.1.1. Características gerais

São plantas verdes devido à presença de clorofila *a* e *b*, pequenas e compactas. São autotróficos. Possuem amido, parede celular com celulose e anterozóides móveis. Crescem muito lentamente. Não apresentam tecidos vasculares e tecidos lenhosos bem desenvolvidos (excepções). Não têm folhas, caules e raízes verdadeiras mas sim estruturas semelhantes na forma e funções. A maioria absorve humidade e nutrientes em solução directamente através da parede das células. Os nutrientes minerais são provenientes da humidade atmosférica ou da água situada à superfície do substrato. A maioria dos briófitos absorve e perde água com rapidez. Apresentam outras características primitivas como o seu ciclo de vida, que corresponde a uma alternância de gerações heteromórficas, uma produtora de gâmetas, a outra de esporos. Os gametófitos dominam o ciclo de vida, associados a fungos micorrízicos e geralmente perenes. Produzem anterídios (masculinos) e arquegónios (femininos). Os esporófitos são de vida curta, não ramificados e produzem esporângios terminais. Necessitam de água para a reprodução sexuada, contudo a maioria são assexuados.

##### 2.2. Estrutura comparativa

Os briófitos são “talóides” devido aos gametófitos serem talos. O corpo é indiferenciado ou não diferenciado em raiz, caule e folhas. Os gametófitos diferenciados em “folhas” e “caules”, não verdadeiros, ocorrem na geração gametofítica e não têm xilema e floema. Alguns briófitos têm camadas superficiais remanescentes das cutículas geralmente encontradas nas superfícies das



folhas e caules das plantas vasculares. Os gametófitos dos briófitos estão geralmente presos ao substrato, como solo, pelos rizóides, que servem apenas para ancorar as plantas, pois a absorção ocorre directa e rapidamente através do gametófito. Os briófitos albergam fungos ou cianobactérias simbiontes que ajudam na absorção de elementos minerais. As células são interligadas por plasmodesmata semelhante ao das plantas vasculares possuindo desmotúbulo (derivado dum segmento do retículo endoplásmico tubular). Geralmente as células têm muitos plastídeos tal como as plantas, embora algumas só possuam um plastídeo grande por célula. Os espermatozóides são as únicas células flageladas nos briófitos, que exigem água para nadar para o ovo. Muitos briófitos reproduzem-se por fragmentação (propagação vegetativa), outros por gemas, corpos multicelulares que originam novos gametófitos e as únicas flageladas nos briófitos. Anatomicamente, os caulóides apresentam, em corte transversal, pelo menos nas espécies mais evoluídas, um feixe central de células condutoras de água os “hidróides” (hydroids) (o tecido é o hadroma) que são células alongadas com extremidade inclinada e altamente permeáveis à água, semelhantes aos elementos traqueidais das plantas vasculares, contudo não têm espessamento das paredes celulares com lenhina. Alguns géneros têm leptóides (leptoids), o tecido é designado “leptoma” (semelhante aos elementos crivosos das plantas vasculares sem semente) para condução de alimentos e envolvem os hidróides. Os filídeos são sésseis e formados por um único estrato de células com muitos cloroplastos.

### 2.3. Ciclos de vida

#### **Reprodução sexuada igual em todos os Bryophyta**

Caracterizada por uma nítida alternância de gerações:

**Gametófito** (haplóide) forma-se a partir de um esporo que dá origem a um protonema, pequeno e verde, o qual é laminar ou filamentosos e mais ou menos ramificado, lembrando algas verdes filamentosas, confundindo-se com elas até ao século passado, diferenciando-se, no entanto, pelos seus tabiques oblíquos. Do protonema, originam-se a partir de gemas especiais as plantas verdes que são os briófitos haplóides, apresentando a forma de talo lobulado ou diferenciando-se em caulóides e filídios, nunca apresentando raízes, apenas filamentos celulares compridos e simples, designados «rizóides filamentosos». Os filídios podem ser alargados, redondos ou lobulados, como em muitas hepáticas, e podem estar dispostos helicoidalmente ou em linhas verticais ao longo do caulóide. Os filídios participam de forma decisiva na absorção de água, mais que os próprios rizóides. Sobre os caulóides formam-se arquegónios que contêm a oosfera e anterídeos que têm os espermatozóides, filamentos curtos retorcidos em espiral e providos na proximidade do extremo anterior de dois flagelos compridos. Os arquegónios têm a forma de uma garrafinha, dilatada inferiormente e acabando num comprido gargalo, o colo, implantado num pé da planta-mãe; a parte dilatada conte a oosfera, ou gâmeta feminino. Os espermatozóides nadam na água das chuvas até atingirem os arquegónios. Da união de um espermatozóide com a oosfera resulta um zigoto e desenvolve-se deste a geração assexuada, o esporófito.

**esporófito** (diplóide) desenvolve-se a partir do zigoto (permanece sobre a planta haplóide que o alimenta), originando uma seda bastante rígida e mais ou menos comprida (esporogónio) que transporta o esporângio (cápsula), que pode ter até 50 milhões de esporos haplóides e que leva 6 a 18 meses a amadurecer nas espécies temperadas. No esporângio, por meio de uma divisão meiótica, desenvolvem-se esporos haplóides. A seda e a cápsula, em conjunto, recebem o nome esporogónio. Quando os esporos maduros caem sobre um substrato conveniente, germinam, produzindo novos protonemas, recomeçando o ciclo. As células dos esporófitos com clorofila, quando jovens e durante a maturação realizam a fotossíntese. À medida que vão ficando maduros, cessa a fotossíntese.

O crescimento do gametófito dá-se por meio de uma célula apical. Os gametângios são produzidos por gametófitos folhosos, na extremidade do eixo principal ou num ramo lateral **Reprodução assexuada** por fragmentação do gametófito, qualquer parte está apta a produzir um protonema.

#### 2.4. Breve referência a tipos de organismos

Incluem três grandes grupos: as hepáticas as antocerotas e os musgos a que correspondem três divisões: *HEPATOPHYTA*, *ANTHOCEROPHYTA* e *BRYOPHYTA*.

**HEPATOPHYTA** – Hepáticas. Compreendem cerca de 6.000 espécies com o aspecto de talos achatados de cor vermelho-esverdeada ou violácea. Apesar de pequenas e inconspícuas podem formar grandes massas em habitats favoráveis como sítios húmidos ou sombrios, cobrindo a terra ou as rochas e a casca de árvores, poucas vivem na água. Possuem um protonema muito efêmero e rudimentar e os gametófitos têm simetria dorsiventral, ou seja, duas faces muito diferentes uma da outra, a dorsal e a ventral. O caulóide é achatado ou coberto por filódios sem nervura e inseridos em duas fiadas laterais. Os rizóides são formados por uma só célula mais ou menos alongada. As hepáticas podem ser talosas (a) ou folhosas (b).

(a) Hepáticas talosas

*Riccia* spp. e *Ricciocarpus* spp. são os géneros mais simples: *Riccia* (de água ou solos inundados) é bissexual, ambos os órgãos na mesma planta. *Ricciocarpus*, (algumas aquáticas, mas na maioria terrestres) com os gametas uni ou bissexuais. Em *Marchantia* spp. (disseminado em rochas e solos húmidos) formam-se gametófitos ondulados, que no passado eram considerados como curativo das doenças do fígado. Apresenta gametófitos unissexuais e maiores que nos 2 anteriores. Os gametângios formam-se em gametóforos ou gametangióforos, sendo os gametóforos masculinos diferentes dos femininos. Os anterídios formam-se nos anteridióforos e os arquegónios nos arquegonióforos. O esporófito é formado pelo pé, uma seda curta e uma cápsula. Os esporângios maduros contêm elatérios com paredes espessas e higroscópicas. A hepática-das-fontes (*Marchantia polymorpha*) é a espécie mais espalhada pelo mundo inteiro, formando grandes tapetes verde-escuros nos sítios húmidos. Na Europa, a proporção de hepáticas talosas é maior.

(b) Hepáticas folhosas

Englobam cerca de 4000 a 6000 espécies dos trópicos e subtropicais com chuva abundante ou humidade elevada, nas folhas e ritidoma de árvores e também nas regiões temperadas. Apresentam folhas (como nos musgos), com uma única fiada de células indiferenciadas. Possui duas fiadas de folhas iguais e uma terceira de folhas mais pequenas ao longo da superfície do gametófito. As folhas estão espalmadas num plano, podendo ser lobadas ou dissectas. Os anterídios inserem-se num curto ramo lateral com folhas modificadas (androecium) tanto os esporófitos como os arquegónios estão rodeados pelo perianto. Ex

**ANTHOCEROPHYTA** – Antocerotas.

Compreende cerca de 100 espécies com o aspecto de hepáticas talosas, mas distinguem-se delas por características tão peculiares que foi proposto constituir uma classe distinta. Devem considerar-se como relíquias dos grupos filogenéticos iniciais das plantas terrestres.

Os órgãos sexuais têm características únicas. Os espermatozóides formam-se no interior dos anterídeos, situados em cavidades mucilaginosas, câmaras anteridiaais, visíveis à lupa com grande ampliação. Pouco tempo antes da maturação, o tecto da cavidade rompe-se, os anterídios abrem e libertam-se os espermatozóides. Os arquegónios também estão submersos no tecido do gametófito e em contacto directo com as células vegetativas situadas lateralmente e a célula do canal do colo abre-se na página dorsal. Após a fecundação, o gametângio desenvolve-se e sai do talo, formando primeiro uma cápsula sésil, que vai crescendo a partir de um meristema situado

na sua base, até atingir alguns centímetros de comprimento. A deiscência é gradual, abrindo-se a cápsula de cima para baixo como acontece nas silíquas.

O género mais importante é o *Anthoceros*, com muitas espécies, na sua maioria tropicais. Algumas têm células com um único cloroplasto grande e com um pirenóide. Outras têm células com muitos cloroplastos e sem pirenóide. Frequentemente, apresentam o gametófito em roseta sem o ramo dicotómico aparente. Os gametófitos de algumas espécies de *Anthoceros* são unissexuais, outros são bissexuais. Os anterídeos e os arqueogónios encontram-se submersos na superfície dorsal, com os anterídios em câmaras alongadas. Os esporófitos constam de uma estrutura recta e vertical com pé e cápsula cilíndrica ou esporângio. Têm um meristema entre o pé e o esporângio. Apresentam estomata, evidência de uma relação evolucionária importante com plantas vasculares.

**BRYOPHYTA** – Musgos.

Compreendem três classes: *Sphagnidae* – “musgos turfa”, em locais pantanosos aparecem entre a vegetação os esfagnos (género *Sphagnum*); *Andreaeidae* – “musgos granito” e *Bryidae* – “musgos verdadeiros”. Os dois primeiros divergiram muito cedo da linha principal de evolução dos musgos. *Bryidae* contem a maioria dos musgos – 9500 espécies e assemelham-se na estrutura e aparência às plantas superiores, já que estão diferenciados em rizóides, caulóides e filídios, análogos às raízes, caules e folhas daquelas. Os filamentos ramificados do protonema têm uma única fiada de células semelhantes a algas verdes, mas diferindo no aspecto do cruzamento das suas paredes inclinadas. Apresentam tecidos especializados para a condução da água e alimentos. Os gametófitos vão de 0,5 mm a 50 cm ou mais. Os rizóides são multicelulares, as folhas com única e espessa fiada de células e os caules dos gametófitos e esporófitos com um tecido condutor central de água “hadrom”. O esporângio (cápsula), que se insere normalmente sobre uma seda, está fechado por uma tampa redonda, semiesférica, o opérculo. Nalguns géneros está protegido por um capuz, caliptra ou coifa, constituído por material procedente do arqueogónio. Frequentemente, está coberto por uma pilosidade, como, por exemplo, no polítrico (*Polytrichum commune*), que dá ao musgo uma grande beleza. Quando os esporos estão maduros, a caliptra e o opérculo desprendem-se, deixando livre a abertura do esporângio, provida de uma membrana, geralmente com uma ou duas fiadas de dentes, perístoma. Os dentes são higroscópicos, com elevada afinidade para a água, e regulam, encurtando-se ou distendendo-se quando chove, a expulsão dos esporos. Entre os musgos que vivem nas rochas podem referir-se o *Polytrichum commune* e o *Leucobryum glaucum*, de cor esbranquiçada a verde-azulada e que formam almofadilhas arredondadas. Estão muito difundidas as espécies do género *Mnium*, que apresentam o aspecto de pequenas árvores, distintas das de *Hypnum cupressiforme* e *Hylocomium splendens*, de tonalidades rosadas e douradas.

## 2.5. Ecologia

Os musgos podem encontrar-se em todos os continentes, desde a tundra ártica até aos trópicos, desde o deserto até à alta montanha. São particularmente abundantes e diversos nas florestas chuvosas temperadas e florestas tropicais húmidas. Poucos são aquáticos. Frequentemente, colonizam troncos e ramos. Muitos vivem em lugares pobres em nutrientes (rochas, troncos, telhados,...) e onde as plantas não podem crescer, já que não só são insensíveis ao frio, como sobrevivem a uma forte seca. Juntamente com os líquenes, estão entre os vegetais que primeiro colonizam estes locais, extraíndo os nutrientes da água da chuva, que durante o escoamento pelas rochas, arrasta pequenas quantidades de sais.

Contribuem para a biodiversidade das plantas. Acumulam carbono (C). São sensíveis a poluição aérea estando ausentes em áreas muito poluídas. Existem musgos endémicos (áreas geográficas limitadas). Apresentam interacção com invertebrados.

O musgo *Sphagnum* ocupa mais de um por cento da superfície da Terra, apresenta valor económico e desempenha um papel essencial no ciclo global do carbono.

## 2.6. Relação com outros grupos

Os briófitos fazem a transição entre carófitas (algas verdes) e plantas vasculares, pois possuem cloroplastos com grana e células móveis com flagelos. No ciclo de vida, ocorre quebra da membrana nuclear na mitose e persistência do fuso acromático na citocinese. Contudo os briófitos e as plantas vasculares diferem das carófitas:

- (1) presença de gâmetas masculinos (anterídios) e femininos (arquegónios) com camada protectora
- (2) retenção do zigoto e do embrião multicelular desenvolvido no arquegónio ou gâmeta feminino
- (3) presença de esporófito diplóide multicelular que origina um número crescente de meioses e um aumento do número de esporos que pode ser produzido a seguir a cada fertilização
- (4) esporângio multicelular formado por uma camada estéril e um tecido interno produtor de esporos (esporogénico)
- (5) meiospоро com paredes “esporopolenina”, que resiste à seca
- (6) tecidos produzidos por um meristema apical

**No entanto**, os briófitos não possuem tecidos vasculares (floema e xilema) como as plantas vasculares; têm diferentes ciclos de vida, nos briófitos o gametófito é maior e de vida livre e o esporófito mais pequeno, permanentemente ligado e nutricionalmente dependente do gametófito parental; nas plantas vasculares, o esporófito não é ramificado e tem um único esporângio, enquanto os esporófitos são ramificados e originam muitos mais esporângios; os esporófitos vasculares produzem mais esporos; os briófitos são antecessores das plantas.

## 4.3. QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

1. Por meio de um diagrama simples, apresente o ciclo de vida generalizado de um briófito.
2. Porque se considera que um carófito é um antepassado das plantas?
3. Briófitos e plantas vasculares partilham alguns caracteres que permitem a sua distinção das carófitas e a sua adaptação à vida terrestre.
  - a) Refira os caracteres em comum.
  - b) Refira ainda os caracteres das plantas vasculares que não se encontram nos briófitos.
4. Quais são as três “phyla” dos briófitos? Como se distinguem entre si?
5. Explique a importância ecológica dos briófitos.
6. Quais as características gerais dos briófitos?
7. Descreva as modificações estruturais relacionadas com a absorção de água em *Sphagnum*. Porque apresenta uma tão grande importância ecológica?
8. Que caracteres partilhados pelas plantas faltam nos briófitos?
9. Em sua opinião, qual dos briófitos tem o esporófito mais desenvolvido? Qual tem o gametófito mais desenvolvido? Em cada um dos casos justifique a sua resposta.
10. Por meio de um simples diagrama legendado, apresente o ciclo de vida generalizado dos briófitos. Explicar porque é referido como uma alternância de gerações.

## Tema 5: PTERIDÓFITOS

### 5.1. QUESTÕES CENTRAIS

- Que “passos essenciais” na primitiva história de evolução das plantas contribuíram para o sucesso das plantas vasculares e a sua ocupação na terra?
- Quais as explicações para a origem evolucionária dos micrófilos e megáfilos? Que grupos de plantas não vasculares têm micrófilos? Quais têm megáfilos?
- Qual o significado de homosporia e heterosporia? Quais os tamanhos relativos dos gametófitos produzidos pelas plantas homospóricas e heterospóricas?
- Quais as características de cada um dos seguintes filios de plantas não vasculares Lycopodiophyta e Pteridophyta?
- Em termos da sua estrutura e métodos de desenvolvimento, como se diferenciam eusporângios e leptosporângios?
- Que fetos são eusporangiados e leptosporangiados?

### 5.2. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS

#### 1. Introdução

#### 2. Evolução das plantas vasculares

#### 3. Organização estrutural das plantas vasculares

#### 4. Reprodução. Ciclo de vida

#### 5. Principais tipos de organismos

#### 1. Introdução

Os pteridófitos são caracterizados por esporófitos vasculares, herbáceos ou lenhosos, frequentemente com raiz, caule e folhas, por vezes de tamanho considerável. Inclui os fetos e as plantas afins.

#### 2. Evolução das plantas vasculares

Briófitos e plantas vasculares possuem embrião multicelular e formam uma linhagem monofilética, os embriófitos. Ambos exibem ciclo de vida semelhante com alternância de gerações heteromórficas e os gametófitos diferentes de esporófitos. Porém, nos briófitos os gametófitos são maiores e de vida livre e os esporófitos permanentemente ligados e nutricionalmente dependentes do gametófito paterno; nas plantas vasculares os esporófitos são maiores que os gametófitos e no fim do ciclo têm vida livre. Ex: *Cooksonia* é a planta vascular mais antiga.

A ocupação da terra pelos briófitos teve ênfase na geração produtora de gâmetas que exige água para o espermatozóide nadar para o ovo. Nas plantas vasculares a evolução de sistemas condutores de fluidos (xilema e floema), resolveu o problema de transporte de água e alimentos através da planta. Também a capacidade de sintetizar lenhina, incorporada nas paredes das células de suporte e condutoras, foi um passo importante na evolução das plantas. As plantas vasculares têm capacidade de se ramificarem profusamente devido à actividade de meristemas apicais nas extremidades de caules e ramos, enquanto que nos briófitos, o crescimento em altura é subapical, abaixo da extremidade do caule e o esporófito dos briófitos não se ramifica produzindo um único esporângio.

Inicialmente, a parte aérea e subterrânea dos esporófitos das primeiras plantas vasculares eram pouco diferentes, mas, mais tarde, os antepassados das plantas vasculares originaram plantas mais especializadas com uma estrutura mais diferenciada. Assim, as plantas consistiam de: raiz, caules e folhas que providenciavam um sistema bem adaptado às exigências da vida na terra, nomeadamente a aquisição de energia do sol, do CO<sub>2</sub> da atmosfera e da água. A geração gametófito sofreu redução

progressiva em tamanho e tornou-se mais protegida e nutricionalmente dependente dos esporófitos. Mais tarde, as sementes apareceram numa outra linha evolucionária. Como as adaptações dos pteridófitos à existência terrestre foram bem sucedidas, são, actualmente, as plantas dominantes nos habitats terrestres. Já no período Devónico (408 a 362 milhões de anos) eram numerosas.

### 3. Organização estrutural das plantas vasculares

Os esporófitos das primeiras plantas vasculares eram eixos dicotomicamente ramificados sem raízes e folhas, com a especialização evolucionária ocorreram diferenças morfológicas e fisiológicas entre as várias partes da planta: raiz, caule e folhas que constituem os órgãos da planta. As raízes formam o sistema radicular que fixam a planta ao solo e absorvem água e nutrientes, os caules suportam as folhas e estas realizam a fotossíntese. O sistema vascular conduz água e nutrientes para a folha e produtos da fotossíntese das folhas para as outras partes da planta. Os diferentes tipos de células da planta estão organizados em tecidos e estes organizados em sistemas de tecidos. Existem três sistemas de tecidos: (a) sistema dérmico, camada exterior protectora da planta; (b) sistema vascular, tecidos condutores (xil e floema); (c) sistema parenquimatoso.

- **crescimento primário envolve a extensão de raízes e caules, crescimento secundário envolve o seu espessamento**

O crescimento primário realiza-se perto das extremidades da raiz e caules através de meristemas apicais e consiste primeiro no alongamento da planta, frequentemente na vertical. Os tecidos primários formam a estrutura primária. Porém, algumas plantas têm crescimento secundário, engrossamento da raiz e do caule, devido à actividade de meristemas laterais: (a) câmbio vascular (xilema e floema secundários); (b) câmbio subero-felodérmico, a periderme (ritidoma, felogene, feloderme). Na estrutura secundária existem dois câmbios. Já no Devónio Médio (380 milhões de anos) existiam em vários grupos não relacionados de plantas vasculares.

- **elementos traqueidais e elementos vasais – são as células condutoras do xilema e floema**

Os elementos traqueidais (xilema) têm paredes distintas, espessas e lenhificadas, estando bem preservados nos fósseis encontrados, enquanto que os elementos vasais (vasos condutores do floema) têm paredes moles e frequentemente colapsam quando morrem, raramente aparecem bem preservadas nos fósseis.

Nos períodos Selúrico e Devónico os fósseis eram células alongadas com extremidades longas e afuniladas. Os traqueídeos foram o primeiro tipo de células condutoras de água a evoluir, sendo o único tipo de células condutoras na maioria das plantas vasculares (excepto Angiospérmicas e phylum Gnetophyta, Welwitschia), tendo também função de suporte para os caules. A rigidez dos traqueídeos deve-se à presença de lenhina. Os traqueídeos são mais primitivos que os elementos vasais (principais condutores nas Angiospérmicas), que tiveram uma evolução independente em vários grupos.

- **tecidos vasculares localizados em cilindro central ou estelas, de raízes e caules**

O cilindro central é um tecido mole e esponjoso (medula) onde se encontram o xilema e o floema da raiz e do caule na estrutura primária.

**Protostela** é o mais simples e primitivo tipo de cilindro central de tecidos vasculares, em que o floema envolve o xilema ou é interceptado no meio dele.

**Sifonostela** é um tipo de estela nos caules da maioria das plantas vasculares caracterizado por um medula central rodeada pelos tecidos vasculares, floema por fora do xilema ou por fora e por dentro.

A transição entre o caule e as folhas é marcada por “lacunas folheares” preenchidas por células parenquimatosas semelhantes às restantes.

Os “rastos de folhas” aparecem nas plantas de semente, associados a áreas parenquimatosas remanescentes das “lacunas de folhas”, não sendo considerados homólogas a estas.

**Eustela** é um cilindro vascular primário, que consiste dum sistema de feixes (bandas) discretas em redor da medula, em quase todas as plantas com semente.

Estudos comparativos entre plantas vasculares vivas e fósseis, sugeriram que a eustela veio directamente da protostela, enquanto que a sifonostela evoluiu independentemente da protostela, indicando que nenhum dos grupos de plantas vasculares sem semente com representantes vivos originou plantas com sementes.

- **raízes e folhas evoluíram de modos diferentes**

As raízes evoluíram das porções inferiores subterrâneas do eixo das plantas vasculares primitivas. São estruturas simples, que retiveram muitas das características estruturais dos progenitores, o que não acontece nos caules das plantas actuais. As folhas formaram-se a partir de protuberâncias (primórdios folheares) do meristema apical do rebento

Numa perspectiva evolucionária consideram-se dois tipos de folhas: micrófilos e megáfilos. Os primeiros são folhas relativamente pequenas que contêm apenas um único conjunto de tecido vascular, associados com caules com protostelas e são característicos dos licófitos. Os vestígios folheares não estão associados com lacunas e há geralmente uma só nervura em cada folha. Contudo, alguns licófitos do Carbónico e Pérmico tinham micrófilos com um metro ou mais. De acordo com diferentes teorias, podiam ter evoluído como crescimentos externos laterais na superfície do caule ou a partir da esterilização de esporângios nos licófitos primitivos.

**Megófilos** são folhas maiores associadas a caules com sifonostela ou eustela com vestígios folheares, associados com lacunas folheares e lacunas de vestígios folheares respectivamente. A lâmina tem um complexo sistema de ramificações da nervura. Evoluíram de sistemas de ramos inteiros por uma série de etapas. As plantas primitivas tinham eixo dicotomicamente ramificado sem folhas, sem distinção entre eixo e megófilo. Ramificações diferentes originaram ramos mais agressivos ultrapassando os mais fracos. Assim, os ramos laterais dominados representavam início das folhas e os outros os caules e a planificação dos ramos laterais e fusão dos laterais separados formaram a lâmina.

### **Reprodução. Ciclos de vida**

O ciclo de vida dos pteridófitos apresenta uma nítida alternância de gerações em que o esporófito adulto forma esporos, os quais após caírem na terra germinam, dando origem ao gametófito, que se denomina protalo, órgão quase sempre autónomo, geralmente de forma laminar, podendo, no entanto, ser filamentosos; alguns são verdes, e então são autotróficos, epígeos e com rizóides, outros são incolores, hipógeos ou vivendo no interior do esporo. Em ambos os casos, os anterídios e os arquegónios estão embutidos nos seus tecidos e são mais simples que nos briófitos.

Quando os espermatozóides se soltam do anterídio, nadam, mediante cílios, sobre gotas de orvalho ou chuva, até aos arquegónios. Estes segregam uma substância mucilaginosa incolor que atrai os espermatozóides, que penetram pela abertura existente na extremidade do arquegónio e fecundam a oosfera. A oosfera fecundada (zigoto) desenvolve-se num esporófito, que representa a geração assexuada. O esporófito adulto, em especial nas classes mais evoluídas, apresenta órgãos aéreos com estrutura mais complicada que a dos briófitos. Do ponto de vista anatómico, possuem uma epiderme, normalmente revestida por uma cutícula (condição importante para a vida a determinada altitude acima do nível do solo), uma zona cortical com colênquima e parênquima, e um cilindro central com periciclo, feixes condutores e medula.

Na maioria dos fetos as folhas (frondes), antes de se expandirem, encontram-se geralmente enroladas em espiral sobre a página inferior (prefolheação circinada). Em muitas espécies existem, na página inferior, os soros – conjuntos de órgãos microscópicos (os esporângios) no interior dos quais se diferenciam esporos. Muitas espécies são isospóricas, formam um só tipo de esporos; outras são heterospóricas, formam micrósporos, que dão origem ao protalo

masculino, e macrósporos, que originam o protalo feminino, como em *Selaginella kraussiana* (Kunze) A. Braun.

Alguns pteridófitos propagam-se vegetativamente (assexuadamente) por meio de rizomas rastejantes ou por bulbilos produzidos nas folhas, como no feto-da-nostalgia (*Asplenium bulbiferum* G. Forst.).

### **Principais tipos de organismos**

Encontram-se numerosos restos fósseis de pteridófitos, permitindo concluir que o apogeu da sua expansão e diversificação se deu no Carbónico e no Pérmico (há 265 a 200 milhões de anos). Existem três filas a que pertencem apenas plantas extintas (fossilizadas), que são *Rhyniophyta*, *Zosterophyllophyta* e *Trimerophytophyt*.

Actualmente, consideram-se duas filas de exemplares vivos: *Lycopodiophyta* e *Ptridophyta*.

#### ***Lycopodiophyta***

Compreende cerca de 10 a 15 géneros e cerca de 1 200 espécies, representativas de uma linha evolucionária que data do Devónico (400 M anos). Existe uma separação entre licófitos e eufilófitos. Os primeiros possuem micrófilos (característicos da filo). A família *Lycopodiaceae* é a sua principal família, englobando todos os géneros excepto dois. No Canada e Estados Unidos da América encontram-se sete géneros.

**Características da família:** rizoma ramificado, originando caules aéreos e raízes, ambos protostélicos, micrófilos dispostos espiraladamente podendo ser opostos ou verticilados nalguns membros do grupo e homospóricos, os esporângios aparecem na superfície superior dos micrófilos férteis – esporófitos (folhas modificadas).

**Gen Huperzia e Phlegmarius** – esporófitos similares a micrófilos estéreis.

**Gen Diphasiastrum e Lycopodium** – esporófitos não fotossintéticos, agrupam-se em estróbilos ou cones, na extremidade dos ramos aéreos.

Após germinação, os esporos originam gametófitos bissexuais que, consoante o género, ou são massas verdes irregularmente lobadas: *Lycopodiella*, *Palhinhaea*, *Pseudolycopodiella* ou são estruturas subterrâneas micorrízicas não fotossintéticas: *Diphasiastrum*, *Huperzia*, *Lycopodium*, *Phlegmarius*.

O desenvolvimento e maturação do arquegónio e anterídio ocorrem num gametófito que pode levar seis a quinze anos, podendo os gametófitos produzir diversos esporófitos em arquegónios sucessivos quando continuam a crescer. A autopolinização é rara. Os gametófitos têm predominantemente fecundação cruzada. Têm necessidade de água para a fertilização. Após fertilização, o ovo transforma-se num embrião que cresce dentro dos arquegónios. O esporófito jovem pode permanecer ligado ao gametófito durante muito tempo, podendo eventualmente tornar-se independente.

Em Portugal (1968) existem as espécies: *Huperzia selago* (L.) Bernth. – Açores e Madeira; *Diphasium madeirense* (Willce) Rothm. - Açores e Madeira, *D. tristachyum* (Pursh) Rothm. – Madeira, *Palhinhaea cernua* (L.) Franco & Vasc. - Açores e Serra do Valongo, *Lycopodiella inundata* (L.) Holub – Entre Douro e Minho, Minho e Douro, *Lycopodium clavatum* L. (licopódio) – Serra da Estrela.

#### **Família *Sellaginellaceae***

Compreende um só género, *Selaginella* e cerca de 750 espécies tropicais, a maioria em locais húmidos, algumas nos desertos (dormentes nos períodos mais secos) – “planta da ressurreição” – *S. lepidophylla* (Texas, Novo México, México)

**Características:** esporófilos similares aos das *Lycopodiaceae*, mas na *Selaginella* existe um pequeno crescimento externo, a lígula, na base da superfície superior de cada micrófilo e esporófilo, caule e raiz protostélicos. A *Selaginella* é heterospórica com gâmetas unissexuais, possui um esporófilo e um só esporângio.



(a) Megasporângios originados de megasporófilos, durante o desenvolvimento de megagametófilos, as paredes do megasporo rompem e o gametófito (por vezes com clorofila) ultrapassa a ruptura para o exterior; (b) Microsporângios originados de microsporófilos, desenvolvem-se dentro do microsporo e não têm clorofila. As paredes do microsporo rompem e sai o espermatozóide, encontram-se ambos no mesmo estróbilos. Têm necessidade de água para a fecundação e no desenvolvimento do embrião forma-se o “suspensor”.

Em Portugal encontram-se as espécies: *Selaginella denticulata* (L.) Link (musgo) – Douro para sul e Madeira e *S. kraussiana* (G. Kunze) A. Braun – Açores e Madeira, raramente no continente.

### **Fam Isoetaceae**

Compreende apenas o género *Isoetes*. É o pteridófito vivo mais próximo da primitiva árvore genealógica dos licófitos do período Carbónico. São aquáticos ou de linhas de água temporárias. Os esporófitos têm caule subterrâneo, curto e carnudo (cormo) originando micrófilos similares a espinhos na sua superfície superior e raízes na superfície inferior. Cada folha é um potencial esporófito, São heterospóricos, os megasporângios formam-se na base dos megasporófilos e os microsporângios formam-se na base dos microsporófilos, possuem lígula acima dos esporângios. Verifica-se a presença de câmbio especializado que acrescenta tecido secundário ao cormo. Possuem fotossíntese do tipo de CAM.

Em Portugal existem as espécies: *Isoetes azorica* Durieu – Açores, *Isoetes velata* A. Braun – Minho ao Algarve, *Isoetes delilei* Rothm. – Alto Douro e sul do país, *Isoetes histrix* Bory – todo o país, *Isoetes durieui* Bory – do vale do Douro ao Algarve.

### **Filo Pteridophyta (fetos)**

**Os fetos** tornaram-se abundantes a partir do Carbónico. Actualmente, existem cerca de 11 000 espécies, sendo o grupo mais importante e diversificado de plantas a seguir às Angiospérmicas. A diferenciação dos fetos modernos ocorreu no período Cretácico Superior, após formação de diversas florestas de Angiospérmicas, que aumentaram os habitats em que eles poderiam expandir-se. Cerca de três quartos dos fetos são espécies tropicais. Alguns são pequenos e com folhas inteiras. Outros são trepadores como *Lygodium* – feto trepador que pode atingir 30 m ou mais de altura. Outros são arbóreos como *Cyathea* que atinge mais de 24 m e as folhas mais de 5 m com troncos de 30 cm ou mais de espessura inteiramente de tecido primário. Originalmente o caule verdadeiro tem 4-6 cm, o espessamento deve-se ao manto fibroso da raiz. O género herbáceo *Botrychium*, é o único feto actual que forma câmbio vascular.

**Existem dois tipos de esporângios** nos fetos quanto a estrutura e desenvolvimento podendo ser: eusporangiados ou leptosporangiados.

**Eusporângios (multicelulares)** com as células paternas ou iniciais localizadas na superfície do tecido que originou o esporângio. Característicos de todas as plantas vasculares, excepto para os fetos leptosporangiados.

**Leptosporângios** – originados a partir de uma única célula inicial superficial, que se divide transversal ou obliquamente em que **Tapetum** é uma estrutura nutritiva com 2 camadas de células e o **Annulus** é uma célula de parede espessa.

A maioria dos fetos são heterospóricos, apenas duas ordens de fetos aquáticos são homospóricos: as ordens *Marsileales* e *Salviniales*.

Consideram-se quatro 4 tipos (ordens) de fetos muito diferentes:

(1) **Ophioglossales** e **Marattiales** – eusporângios; (2) **Filicales** – homospóricos e leptosporangiados, (3) **Marsileales** e **Salviniales** - heterospóricos e leptosporangiados, (4) **Psilotales** – fetos reduzidos (sem raiz)

(1) **Ophioglossales** e **Marattiales** – eusporangiados

**Ophioglossales** compreende três gêneros: sendo os mais importantes: *Botrychium* – feto uva; *Ophioglossum* – língua de víbora. Ambos produzem apenas uma folhas por ano, com duas partes: (a) porção vegetativa (lâmina) profundamente dissecta no *Botrychium* inteira no *Ophioglossum* e (b) segmento fértil - *Botrychium* - dissecto e originando duas fiadas de eusporos nos segmentos mais externos e no *Ophioglossum* – inteiro e originando duas fiadas de eusporângios embutidos. Os gametófitos de ambos têm estruturas alongadas e tuberosas com numerosos rizóides e semelhantes aos de Psilotales. *Ophioglossum reticulatum* – tem o maior número de cromossomas com um complemento diplóide de 1260 cromossomas.

*Botrychium* – gametófitos com um sulco onde estão embebidos os anterídios, com os arquegónios localizados nas margens do sulco.

**Martiales** – antigo grupo com seis gêneros e 200 espécies tropicais.

Em Portugal encontram-se: *Botrychium lunaria* (L) Swartz – Açores, *Ophioglossum lusitanicum* L. (língua de cobra menor) Douro ao Algarve e Açores, *O. azoricum* C. Presl. – região duriense, Açores e Madeira, *O. vulgatum* L. – (língua de cobra maior) – bacia do Douro e serras do Alentejo.

**(2) Filicales** - Engloba quase todos os fetos mais conhecidos, compreendendo 35 famílias, 320 gêneros e 10500 espécies. Aparecem na maioria dos jardins e florestas das regiões temperadas. São sinostélicos, com rizomas que produzem novos conjuntos de folhas todos os anos. O embrião origina raiz verdadeira que cedo seca, as restantes formam-se dos rizomas perto da base das folhas (frondes), que são megáfilos e representam uma parte mínima do esporófito. A elevada percentagem de superfície/volume permite-lhes capturar a luz muito mais eficientemente que os micrófilos dos licófitos. São as únicas plantas sem semente que possuem megáfilos. Possuem frondes compostas: folíolos ou pínulas ligadas ao ráquis ao longo do pecíolo ou caule, as folhas jovens enroladas (circinadas) designam-se “falsas cabeças”, devido ao crescimento mais rápido da superfície interna que da externa, mediado pela auxina (hormona) produzida pelas pínulas jovens no lado interno da “falsa cabeça”. A “falsa cabeça” e rizomas estão protegidos por pêlos ou escamas (crescimentos externos da epiderme). Os esporângios são homospóricos e leptosporangiados e surgem nas margens das superfícies inferiores de folhas especialmente modificadas ou em caules separados - linhas amarelas, pontos ou grandes manchas. Também podem ter esporângios em soros, laranja, acastanhados, anegrados, na superfície inferior da fronde. Em muitos gêneros, os jovens soros estão revestidos por crescimentos especializados da folha, o indúcio, que pode secar quando os esporângios estão maduros e prontos para libertar os esporos.

A forma, posição e presença ou não do indúcio são características importantes na taxonomia das Filicales. Os esporos originam gametófitos bissexuais de vida livre, encontrados frequentemente em locais húmidos, como vasos em estufa. O gametófito (tipicamente) desenvolve-se rapidamente numa estrutura membranosa recta, em forma de coração, o protalo com numerosos rizóides. Os anterídios e os arquegónios desenvolvem-se na superfície ventral do protalo. Os anterídios estão tipicamente entre rizóides, enquanto os arquegónios são geralmente formados próximo do entalhe, identificação na extremidade anterior do gametófito. A época do aparecimento do gametângio pode influenciar se o sistema de reprodução é de autofecundação ou de fecundação cruzada. Também têm necessidade de água para a fecundação. O embrião depende nutricionalmente do gametófito (pé) mas o seu rápido desenvolvimento torna-o independente quando o gametófito se desintegra. O esporófito corresponde à fase perene nos fetos. O gametófito é pequeno e talóide, com vida curta.

Populações de *Trichomanes speciosum*, com gam de vida livre, descoberta em “Ebsandsteingebirge” (Alemanha e Rep Checa), têm mais de 1000 anos. Talvez relíquias de populações primitivas com gametófitos e esporófitos. A extinção dos esporófitos ocorreu possivelmente como resultado de alterações climáticas nos intervalos glaciares dos últimos dois milhões de anos.

Em Portugal, existem vários géneros e espécies sendo poucos exclusivamente do continente. A maioria encontra-se nos Açores e Madeira. Exs: *Hymenophyllum*, *Trichomanes*, *Culcita*, *Davilla*, *Pteridium*, *Pteris*, *Anogramma*, *Pityrogramma*, *Onychium*, *Cryptogramma*, *Adiantum*, *Pellaea*, *Cheilanthes*, *Blechnum*, *Woodwardia*, *Doodia*, *Ceterach*, *Phyllitis*, *Asplenium*, *Diplazium*, *Athirium*, *Cystopteris*, *Dryopteris*, *Polystichum*, *Thelypteris*, *Cyclosurus*, *Polypodium*, *Elaphoglossum*,

### (3) **Marsileales e Salviniiales**

Ambas vêm dum ancestral comum. São os únicos fetos heterospóricos vivos. A primeira tem três géneros, (*Marsilea*, com 50 a 70 espécies). As folhas parecem trevos de quatro folhas, resistentes à seca e com estruturas reprodutoras em forma de feijão, os esporocarpos, que podem permanecer viáveis por mais de 100 anos em condições de secura, germinando quando colocados em água, produzindo cadeias de soros, cada uma originando séries de mega e microsporângios.

Em Portugal: *Marsilea quadrifolia* L. – Bacias do Douro e Vouga, *M. strigosa* Willd., – Baixo Alentejo, *Pilularia globulifera* L. – Beira Litoral e Baixo Alentejo, *P. minuta* Durieu – Algarve ocidental.

A segunda ordem tem dois géneros: *Azolla* e *Salvinia*. As plantas são pequenas e flutuam na superfície da água. Em ambos são produzidos esporângios em esporocarpos muito diferentes dos das *Marsiliales*.

No género *Azolla*, as folhas são bilobadas, aglomeradas e finas e formam-se nos caules moles. Possuem uma bolsa que se forma no lobo superior fotossintético de cada uma das folhas é habitado pela cianobactéria *Anabaena azolla*. O lobo inferior e mais pequeno de cada folha muitas vezes não tem clorofila. Devido à capacidade de fixar o azoto através da *Anabaena azolla* é uma espécie importante nos arrozais na manutenção da fertilidade.

Em Portugal: *Azolla caroliniana* Willd. – da Beira Litoral ao Baixo Alentejo, *A. filiculoides* Lam - da Beira Litoral ao Baixo Alentejo,

No género *Salvinia*, as folhas de 2 cm, formam-se em grupos de 3 nos rizomas flutuantes, uma das três folhas, muito dissecta e assemelhando-se a uma massa esbranquiçada de raízes, mergulha na água. Das “raízes” formam-se esporângios (revelando que são folhas e não raízes). As duas folhas maiores, estão cobertas por pêlos, protegendo-as de se molharem.

(4) **Psilotales**, Eusporangiada sem raízes com dois géneros: *Psilotum* – tropical e subtropical e *Tmesipteris* – sul do Pacífico. Semelhantes a Ophioglossales, com estrutura simples com folhas finas e ausência de raízes.

### **Equisetales - segunda maior linha evolucionária nos pteridófitos**

As espécies datam do Devónico e atingiram a máxima diversidade e abundância na era Paleozóica (há 300 milhões de anos). No Devónico e Carbónico eram representadas pelas calamites (árvores com 18 m de altura e 45 cm de diâmetro). Actualmente, só existe um género herbáceo *Equisetum* (cavalinha), semelhante a *Equisetites*, planta que apareceu há 300 milhões de anos no Carbónico. *Equisetum* pode ser o género de plantas sobreviventes mais antigo da Terra. Encontra-se muito espalhado em locais húmidos ou inundados e margens de florestas e as plantas são reconhecidas pelos seus caules articulados e robustos, as folhas pequenas e escamiformes verticiladas de entrenós canelados e costas duras e reforçadas com depósitos de sílica nas células da epiderme e as raízes formam-se nos nós dos rizomas, importantes na propagação. Os caules aéreos formam-se a partir das ramificações dos rizomas subterrâneos. São plantas vivazes que perdem a parte aérea, mas os rizomas asseguram a continuidade. De caule aéreo anatomicamente complexo, em que os entrenós maduros contêm um orifício cilíndrico rodeado por um anel de canais mais pequenos - canal carinal, cada um associado com um conjunto de xilema e floema. São homosporicos, em que os esporângios formam-se aos grupos de 5 a 10 ao longo das margens de pequenas estruturas umbeliformes – esporangióforos (ramos produtores de esporângios); reunidos em estróbilos no ápice do caule. Os caules férteis

de algumas espécies não têm muita clorofila, sendo morfologicamente diferentes dos caules vegetativos. Nalgumas espécies os estróbilos aparecem na extremidade dos caules vegetativos. Os esporos maduros formam-se em esporângios que contraem e rompem ao longo da superfície interna, libertando numerosos esporos. Os Elatérios são anéis espessos que se formam a partir da parede externa do esporo.

Os gametófitos são verdes e de vida livre, com diâmetro de poucos milímetros a um ou mais centímetros, formam-se em 3 a 5 semanas. São bissexuais ou masculinos. Nos primeiros, os arquegónios desenvolvem-se antes de anterídios, fecundação cruzada. Têm necessidade de água para a fecundação. Após a fecundação, os ovos originam embriões ou jovens esporófitos.

### 5.3. QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

1. Usando diagramas simples faça a descrição da estrutura dos três tipos básicos de estelas.
2. Que explicações existem para a origem evolucionária de micrófilos e megófilos.  
Que grupos de plantas vasculares sem semente têm micrófilos?  
Quais os grupos que têm megófilos?
3. Em termos de estrutura e desenvolvimento, como diferem entre si os eusporângios e os leptosporângios?
4. Refira as diferenças entre micrófilos e megófilos.
5. As plantas vasculares podem ser homospóricas ou heterospóricas. Explique.  
Quais os tamanhos relativos dos gametófitos produzidos pelas plantas homospóricas e heterospóricas?
6. Os elementos vasais e a heterosporia presente em alguns grupos de plantas vasculares representam um excelente exemplo de convergência evolucionária. Explique.
7. Compare o ciclo de vida de um musgo com o de um feto homospórico leptosporangiado.
8. O que entende por carvão vegetal? Como é formado? Que plantas estão envolvidas na sua formação?
9. Os briófitos são referidos como “anfíbios do reino vegetal”, mas esta caracterização pode também ser aplicada a plantas não vasculares. Explique porquê.
10. Identifique e caracterize as filas dos pteridófitos.

## Tema 6: GIMNOSPÉRMICAS

### 6.1. QUESTÕES CENTRAIS

- O que é a semente e porque é a sua evolução uma inovação tão importante para as plantas?
- De que grupo de plantas se pensa evoluíram as plantas com semente?
- Em que difere o mecanismo pelo qual os gâmetas masculinos atingem o ovo nas Gimnospérmicas e plantas vasculares com semente?
- Quais as características que permitem distinguir os 4 filos de Gimnospérmicas?
- Em que aspectos os gnetófitos se assemelham a angiospérmicas?

### 6.2. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS

1. Evolução da semente
2. Progimnospérmicas
3. Reprodução. Ciclo de vida
4. Principais divisões do grupo
5. Interesse económico

#### 1. Evolução da semente

Semente é um órgão destinado a propagar e conservar a espécie, sendo assim o principal factor responsável pela dominância das plantas de semente na flora actual, que foi aumentando ao longo de várias dezenas de milhões de anos. Apresenta grande valor de sobrevivência, e, conseqüentemente, vantagens em relação aos esporos. Todas as plantas de semente são heterospóricas : mega e microsporos, originando gametófitos femininos e masculinos, respectivamente. Característica que não é exclusiva das plantas de semente. A produção de sementes é uma forma extrema de heteroscopia, modificada para formar 1 óvulo, estrutura que origina a semente.

**Semente** é um simples óvulo maduro que contém um embrião.

**Óvulo imaturo** é um megasporângio rodeado por 2 camadas adicionais de tecido, o tegumento.

#### Evolução dum óvulo:

1. retenção dos megasporos no megasporângio carnudo, o nucelo nas plantas de semente
2. redução do número das células mãe de megasporos em cada megasporângio para apenas uma.
3. dos 4 megasporos formados pela célula mãe apenas 1 é funcional.
4. formação de 1 megagametófito no único megasporo funcional – gametófitos endospóricos (retido no megasporângio)
5. desenvolvimento do embrião ou jovem esporófito no megagametófito
6. formação de tegumento que envolve completamente o megasporângio excepto na abertura no ápice, micrófilo
7. modificação do ápice do megasporângio para receber microsporos ou grãos de pólen.

É impossível saber exactamente o exacto momento da evolução devido ao registo incompleto nos fósseis. Os óvulos mais antigos datam do Devónico (365 milhões de anos): *Elkinsia polymorpha* - óvulo: nucelo e 4 ou 5 lobos, tegumentos curvados com pouca ou nenhuma fusão entre os lobos.

**Composição da semente** – embrião, reserva alimentar e invólucro.

Na maioria das plantas de semente actuais, desenvolve-se um embrião dentro da semente antes da dispersão (excepto para *Ginkgo*). Todas as sementes contêm reservas de alimentos. O endosperma primário deriva directamente do tecido gametofítico haplóide e é formado antes da fertilização.

Gimnospérmica significa “semente nua”. As gimnospérmicas possuem óvulos a descoberto, ou seja, os óvulos não estão encerrados num ovário, mas sobre as escamas ovulíferas, e o pólen germina directamente no ápice do nucelo do óvulo.

São árvores ou arbustos geralmente perenifólios. Têm crescimento secundário, devido à actividade do câmbio vascular, com anéis de crescimento anual. O lenho é formado por traqueídeos e sem vasos, excepto na ordem *Gnetales*. Os restos fósseis mostram que tiveram uma distribuição geográfica muito mais alargada do que actualmente.

A relação entre os grupos das Gimnospérmicas actuais e das extintas permanece bastante incerto e as relações filogenéticas entre plantas de semente continua ainda por resolver.

## 2. Progimnospérmicas

Surgiram na Era Paleozóica Superior. Apresentavam características intermédias entre as plantas sem e com semente. Reproduziam-se por esporos livremente dispersos, produzindo xilema secundário (madeira) marcadamente semelhante ao das coníferas actuais. No Devónico eram as únicas que produziam floema secundário. Tanto estas como os fetos paleozóicos evoluíram provavelmente de trimeterófitos (fetos extintos) mais antigos, dos quais se distinguem por possuírem um sistema de ramificação mais elaborado e diferenciado e, conseqüentemente, um sistema vascular mais complexo. Nestas, o avanço evolucionário mais importante relativamente aos trimeterófitos e aos fetos é a presença de câmbios vasculares bifaciais, ou seja, produção de xilema secundário e floema secundário, que é o câmbio típico das plantas de semente, tendo aparentemente evoluído. Formaram florestas extensas. Podem ter parecido coníferas no seu padrão de ramificação. Diversas evidências acumuladas nas várias décadas passadas indicam que as plantas de semente evoluíram de plantas semelhantes às progimnospérmicas. Muitos problemas continuam por resolver para desenvolver uma compreensão mais detalhada da evolução primitiva das plantas de semente.

### Reprodução. Ciclo de vida

As flores femininas, muito reduzidas, estão normalmente dispostas helicoidalmente sobre um eixo comum, agrupando-se frequentemente em inflorescências abertas, estrobiliformes, que mais tarde se lenhificam, convertendo-se, por exemplo, nas pinhas de abetos e pinheiros. Com poucas excepções, os megagametófitos produzem vários arqueogónios, que podem formar mais que um ovo que ao serem fertilizados podem originar vários embriões que se desenvolvem num só óvulo – poliembrionia.

As flores masculinas agrupam-se também, apresentando o aspecto de espigas; na parte inferior das suas escamas estão os estames, reduzidos aos sacos polínicos. Nas gimnospérmicas, os microgametófitos desenvolvem-se como grãos de pólen.

As plantas monóicas são polinizadas pelo vento (anemófilas).

### Caso do pinheiro

- Microsporângios e megasporângios aparecem em cones (estróbilos) separados na mesma árvore.
- Microsporangiate (1-2 cm, produtores de pólen) – nos ramos inferiores da árvore
- Megasporangiate (ou ovulata) – cones em ramos superiores
- Alguns casos apresentam ambos no mesmo ramo, com os cones femininos mais próximos da extremidade.
- Têm polinização cruzada.
- Microsporófilos (2 esporângios cada) dispostos espiraladamente e membranosos
- Jovem microsporângio tem muitos microsporócitos ou células mãe de microsporos
- Na primavera, célula mãe sofre meiose e cada uma origina 4 microsporos haplóides
- Microsporo, grão de pólen: 2 cel protálicas

1 cel generativa

1 cel tubo

- Grão de pólen com 4 células é o microgametófito imaturo que liberta grande quantidade de grãos de pólen que o vento leva para os cones ovulados.
- Escamas ovulíferas (produzem óvulos) – sistemas de ramos inteiramente modificados - complexos de escama-semente
- Cada complexo contem: 1 escama ovulífera (2 óvulos na superfície externa) e 1 bráctea estéril. Ambas dispostas espiraladamente em redor do eixo do cone
- Óvulo: tem nucelo multiflagelado (megasporângio) rodeado por um tegumento massiço com uma abertura, o micrófilo, em frente ao eixo do cone
- Megasporângio tem 1 único megasporócito ou célula mãe do megasporo, sofre meiose, originando uma série linear de 4 megasporos (apenas 1 funcional).
- No pinheiro, cones ovulados muito maiores e de estrutura muito mais complexa que os cones produtores de pólen.
- Polinização ocorre na primavera
- Escamas do cone ovulado estão muito separadas
- O grão de pólen toca nas escamas e muitos aderem às gotas de polinização que exsudam dos canais micropilares nas extremidades dos óvulos.
- Gotas contraem-se e levam os grãos de pólen através do canal micropilar e contactam com o nucelo que apresenta aí uma pequena depressão onde caem os grãos de pólen
- Após polinização, escamas crescem juntas e ajudam na protecção dos óvulos em desenvolvimento. Grãos de polen germinam para formar o tubo polínico.
- 1 mês após polinização originam-se os 4 megasporos, mas apenas 1 se transforma no megagametófito
- Desenvolvimento do megagametófito lento. Ocorre 6 meses após polinização
- Nas primeiras fases do desenvolvimento do megagametófito, a mitose prossegue sem a formação da parede células
- 13 meses após polinização, o megagametófito tem cerca de 2000 núcleos livres e forma-se a parede células
- Cerca de 15 meses após polinização, os 2 ou 3 arquegónios diferenciam-se na extremidade micropilar do megagametófito e está na fase da fertilização
- 12 meses antes, o grão de polen germinou, produzindo um tubo polínico e vagarosamente digere o caminho através dos tecido do nucelo em direcção ao megagametófito em desenvolvimento.
- 1 ano após a polinização, a célula mãe generativa do microgametófito de 4 células sofre divisão, originando 2 tipos de célula – 1 estéril (cel do caule) e 1 espermatogénica (célula corpo)
- Antes do tubo atingir o megagametófito, a célula espermatogénica divide-se, produzindo 2 espermas. O grão de pólen está maduro
- 15 meses após polinização, os tubos polínicos alcançam a célula do ovo dum arquegónio, onde deixa muito do citoplasma e seus 2 espermas no citoplasma do ovo
- 1 núcleo do esperma une-se ao núcleo do ovo, o outro degenera
- Todos os ovos do arquegónio são fertilizados e desenvolvem-se em embriões (poliembrionia) . Apenas 1 se desenvolve completamente. Contudo, 3 a 4% das sementes de pinheiro produzem 2 a 3 plântulas após germinação
- No início da embriogénese, formam-se 4 fiadas de célula
- perto da extremidade inferior do arquegónio
- cada célula da camada superior inicia a formação de 1 embrião

- simultaneamente, as células da fiada abaixo do embrião – células suspensoras - alongam-se muito e forçam os 4 embriões através da parede do arquegónio até ao megagametófito
- Encontra – se assim, um segundo tipo de poliembrião no ciclo de vida do pinheiro
- Porém, mais uma vez, apenas 1 embrião se desenvolve completamente
- Na embriogénese, o tegumento evoluiu para invólucro da semente.
- Semente conífera:
- Combinação de 2 diferentes gerações esporofíticas diplóides – o invólucro da semente (e remanescentes do nucelo) e o embrião, e uma geração gametofítica haplóide.
- Gametófito é a reserva alimentar ou tecido nutritivo.
- Embrião: raiz (hipocótilo) e meristema apical numa extremidade e meristema apical e vários cotilédones (8) ou folhas seminais, na outra.
- Tegumento com 3 camadas – a interna torna-se rijo e serve de invólucro da semente
- Sementes são libertadas no outono do 2º ano do aparecimento do cone e polinização.
- Na maturação as escamas do cone separam-se e as sementes são levadas pelo vento

No *Pinus contorta* as sementes são resistentes ao fogo. Em *P. flexilis* e *P. albicaulis* as sementes grandes e aladas são colhidas e guardadas por pássaros para serem comidas posteriormente, muitas são perdidas e ajudam a dispersão. A maioria das coníferas tem ciclo reprodutivo apenas de 1 ano. Entre a polinização e a fertilização decorrem 3 dias ou  $\frac{3}{4}$  semanas (não os 15 meses do pinheiro).

### Principais divisões do grupo

Compreende 4 divisões: Cycadophyta (cicas)

Ginkgophyta (gink go biloba)

Coniferophyta (coníferas)

Gnetophyta (gnetófitos)

### Phyllum *Cycadophyta*

Conhecidas desde há 250 milhões de anos (Pérmico) e ainda persistentes como fósseis vivos, muito numerosas no Mesozóico (130 a 100 milhões de anos) – “Idade das cicas e dinossauros”. A única família (*Cycadaceae*) que chegou aos nossos dias compreende 11 géneros e 140 espécies nas regiões tropicais e subtropicais. As plantas são semelhantes a palmeiras pois as folhas funcionais apresentam-se em grupos de 5 no cimo do caule semelhante a espique densamente coberto pela base das folhas. Podem atingir 8 ou mais metros. Apresentam crescimento secundário devido à actividade de um câmbio vascular, contrariamente às palmeiras. A parte central é uma grande massa de medula. Por vezes são altamente tóxicas por terem neurotoxinas e substâncias carcinogénicas. Hospedam cianobactérias e assim fixam o azoto atmosférico enriquecendo assim os locais onde habitam. São plantas dióicas que exibem flores nuas dispostas em estróbilos no ápice. As masculinas são constituídas por folhas estaminais em forma de escama ou escudo, com numerosos sacos polínicos na página inferior. O tubo polínico é não ou pouco ramificado e o esperma multíflagelado. Têm um microgametófito com dois espermatozoides. As flores femininas do tipo mais arcaico encontram-se em todas as espécies do género *Cycas*. O ápice vegetativo caulinar produz geralmente um grande número de carpelos, cobertos por denso indumento castanho-amarelado, em vez de folhas vegetativas; estas folhas carpelares não se tornam verdes e na parte inferior formam alguns óvulos em posição marginal. O ápice vegetativo não cessa o desenvolvimento e após algum tempo forma novamente folhas vegetativas e catafilos. As flores femininas das *Cycas*, muito primitivas, não apresentam crescimento limitado, contrariamente às suas flores masculinas e femininas e masculinas de todos os outros géneros de cicadáceas em que o ápice vegetativo suspende a sua actividade, tal como todos os espermatófitos. Após a fecundação, que ocorre após alguns meses da polinização (que é entomófila – grupo dos coleópteros (escaravelhos)), desenvolvem grandes sementes,



cujos tegumentos se tornam carnudos exteriormente (sarcotesta) e pétreos, pela formação de esclerênquima interiormente (esclerotesta).

Devido às suas decorativas folhas penatissectas, cultivam-se muitas vezes em estufa, podendo também ser encontradas em alguns dos nossos jardins ao ar livre, principalmente *Cycas revoluta*, originária de Java.

### **Phylum Coniferophyta**

A designação conífera significa com cones ou pinhas e refere-se aos agrupamentos das flores femininas, que são muito reduzidas e confundem-se com as escamas ovulíferas; frequentemente também soldadas com as suas brácteas (escamas protectoras). Estes complexos de escamas protectoras e ovulíferas formam muitas vezes inflorescências estroboliformes (pinhas). É a mais numerosa, a mais espalhada e ecologicamente a mais importante das divisões das gimnospérmicas actuais. Compreende cerca de 70 géneros e 630 espécies pertencentes a 7 famílias. Como exemplo refere-se *Sequoia sempervirens* (conífera) a planta vascular mais alta das costas da Califórnia e Sudoeste de Orégão, com 113 m de altura e 11 m de diâmetro. Às coníferas pertencem árvores como pinheiros, abetos, píceas de grande valor comercial. As florestas de coníferas são as mais importantes fontes de riqueza naturais em vastas regiões da zona temperada do Norte. No início do Terciário, alguns géneros estavam mais espalhados que actualmente. As coníferas datam do período Carbónico (300 milhões de anos). As coníferas actuais têm as folhas aciculares (em agulha) ou escamiformes, com muitas características de resistência à secura, benefícios ecológicos em certos habitats e relação com a diversificação do filo no período Permiano (290 a 245 milhões de anos), vivendo em geral vários anos (excepto *Larix decidua* Miller, de folha caduca).

### **Principais famílias e géneros**

#### **Família Pinaceae**

A esta família pertencem as coníferas florestais mais importantes. A ela pertence o género *Pinus* L., género que dá o nome à família e à divisão.

#### **Géneros:**

*Abbies* – abetos – o abeto comum (*Abbies alba* Miller), é um parente muito próximo da picea comum que vive nas montanhas até 900 m de altitude, a partir dos quais já não pode sobreviver, pois não resiste ao gelo. As pinhas são características, com posição erecta, o que as distingue da picea comum, em que são pendentes.

*Cedrus* – cedros – uma das espécies é o *Cedrus libani* A. Richard, cujas plantas desempenhavam um papel muito importante na Antiguidade.

*Larix* – larício – o larício europeu (*Larix decidua* Miller) é a árvore mais importante e comum nos Alpes, necessitando de muita luz.

*Picea* – píceas – a picea comum (*Picea abbies* (L.) Karsten atinge 50 m de altura, contrariamente aos pinheiros, possui compridas raízes horizontais, que encontram nutrientes mesmo em solos pouco profundos

*Pinus* – pinheiros. Os pinheiros possuem uma raiz principal que penetra profundamente no subsolo e permite-lhes extrair água suficiente mesmo em solos secos e arenosos. Podem ainda associar-se a alguns fungos, formando as micorrizas, associação benéfica para ambos, podendo deste modo retirar mais facilmente os nutrientes do solo. O pinheiro-silvestre (*Pinus sylvestris* L.) forma extensas florestas no Centro e Norte da Europa. Em Portugal cresce espontaneamente na serra do Gerês, onde actualmente já rareia, e é cultivado florestalmente em algumas serras do Norte (serra do Montesinho). O pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Aiton) é muito cultivado florestalmente no Norte e Centro do país e possivelmente espontâneo nas areias litorais. O pinheiro manso (*Pinus pinea*) produz os pinhões, sendo a única espécie que não produz sementes aladas. No pinheiro-de-alepo (*Pinus halepensis* Miller), as pinhas desprovidas de

sementes podem permanecer muito tempo na árvore. Nas zonas de montanha existe o pinheiro-ganchudo (*Pinus uncinata* Miller ex Mirbel) que pode desenvolver formas anãs a elevada altitude, podendo mesmo, crescer acima do limite do estrato arbóreo, onde nenhuma outra árvore pode sobreviver. O tronco, que apresenta casca vermelha quando jovem, adquire mais tarde uma cor acinzentada.

*Tsuga* – tsugas

*Pseudotsuga* – pseudotsugas – a pseudotsuga (*Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco, que é muito apreciada pelas suas folhas, aroma e qualidade da madeira, é originária da América do Norte.

### **Cupressaceae**

As cupressáceas adquiriram o nome do género típico - *Cupressus*.

#### **Géneros:**

*Chamaecyparis* – falsos-ciprestes. *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl é uma espécie muito conhecida.

*Cupressus* – ciprestes. O cipreste comum (*Cupressus sempervirens* L.) é tipicamente mediterrânico, de folhas escamiformes, que fazem lembrar os cemitérios. São também comuns *Cupressus macrocarpa* e *Cupressus lusitanicus*.

*Juniperus* – juníperos, zimbros. *Juniperus communis* L. (zimbros) é um arbusto perenifólio das montanhas, característico de matos de zonas pedregosas, acima dos 1000 m, nas serras do Gerês e Estrela, que pode crescer em solos muito ácidos. As frutificações são gábulos baciformes. A sabrina-das-praias (*Juniperus phoenicea* L.), com gábulos amarelos ou vermelho-escuros quando maduros, é um arbusto da zona litoral, em locais rochosos ou arenosos do Centro e Sul do país.

*Thuja* - árvore vida, tuia. Plantadas nos jardins como ornamento.

*Libocedrus*- cedro incenso

*Xanthocyparis* - *Xanthocyparis vietnamensis* - é uma nova espécie encontrada recentemente no Vietname

### **Araucariaceae**

#### **Géneros:** *Agathis*

*Araucária* – araucárias. Plantas originárias da América do Sul.

### **Podocarpaceae**

#### **Géneros:** *Dacrydium*

*Podocarpus*

Ambos crescem em florestas tropicais e subtropicais da América do Sul e do Sul da Ásia.

### **Taxodiaceae**

#### **Géneros:**

*Metasequoia*

*Sequoia* – sequóias. As sequóias *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. e *Sequoia dendron giganteum* (Lindl.) Buchh., podem atingir mais de 100 m de altura.

*Sequoiadendron* – sequóia gigante

*Taxodium* – cipreste careca, taxódio. *Taxodium distichum* (L.) L. (taxódio) do Sul da América do Norte.

*Cryptomeria* - *Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don é plantada como ornamental nos Açores, tem uma madeira ocasionalmente usada em marcenaria.

### **Cephalotaxaceae**

#### **Género:** *Cephalotaxus*

**Taxaceae** – compreende espécies unicamente do hemisfério norte. No nosso país só cresce a espécie *Taxus baccata* L., do género *Taxus* (teixo). Encontra-se em risco de extinção, declarada como espécie protegida. É uma árvore dióica e não resinosa, cujas folhas aciculares

compridas e escuras, de inserção alterna num só plano, contêm um alcalóide muito venenoso, a taxina. A sua madeira avermelhada e dura, mas elástica, é muito apreciada em carpintaria. As flores femininas, axilares, solitárias ou geminadas, com uma ou mais escamas estéreis, têm 1 só óvulo ortotrópico, solitário, desenvolvem uma estrutura carnuda cupuliforme à volta da semente de cor vermelho-vivo, o arilo.

### **Phyllum Ginkgophyta**

Compreendem um só género e uma só espécie *Ginkgo biloba*, que evoluiu pouco desde há 150 milhões de anos.

Apareceu no Pérmico (270 milhões de anos). Actualmente é considerada um fóssil vivo, pois é a mais antiga das árvores actuais; não crescendo espontaneamente no mundo, mas os chineses e japoneses preservaram-na em templos. A partir daí foi introduzida em toda a parte há cerca de 200 anos em parques e jardins.

Tem ramificação aberta e dicotómica, tornando-se atractiva, imponente, de crescimento lento até 30 ou mais metros. As folhas dos raminhos são inteiras, as dos ramos longos e das plântulas profundamente lobadas, em forma de leque (flabeliformes), acunheadas e percorridas por nervuras ramificadas dicotomicamente, são caducas no Outono. É resistente à poluição aérea, cultivada nos parques e jardins e passeios urbanos. É dióica como as cicas. As árvores femininas têm óvulos aos pares na extremidade de caules curtos, maduros no Outono para produzir sementes de cor amarela-pálida, carnudas, de odor desagradável, devido à presença dos ácidos butanóico e hexanóico (também em manteiga rançosa e queijo romano). Porém, o caroço (megagametófito e embrião) tem sabor a peixe e é uma delícia apreciada na China e Japão. A fertilização do óvulo só ocorre após que este cai da árvore. O microgametófito é um haustório extensivamente ramificado que se desenvolveu inicialmente a partir do tubo polínico não ramificado. O crescimento do tubo polínico dentro do nucelo é estritamente intercelular, sem qualquer prejuízo para as células do nucelo. Eventualmente, a parte basal deste sistema origina uma estrutura semelhante a escama, com 2 grandes espermatozoides multiflagelados. A ruptura da escama liberta os espermatozoides.

### **Phyllum Gnetophyta (membros com características semelhantes a Angiospérmicas)**

Compreende algumas espécies antigas já com muitas características das angiospérmicas. Possuem embriões com dois cotilédones e no xilema secundário apresentam vasos lenhosos, enquanto as outras gimnospérmicas só têm traqueídeos. A polinização pode ser anemófila ou entomófila. Em 1990 foi referida também a dupla fertilização (fusão de um segundo núcleo do esperma com um núcleo do megagametófito) em *Ephedra*. A dupla fertilização, considerada exclusiva das Angiospérmicas, pode actualmente, ter estado presente no antepassado comum das Angiospérmicas e gnetófitos. Porém, nas Angiospérmicas, a dupla fertilização origina o endosperma (tecido nutritivo) em *Ephedra* e *Gnetum* produz embriões extra.

Compreende três famílias, 3 géneros e 70 espécies. Nenhum destes 3 géneros seria possivelmente um antepassado de qualquer Angiospérmica, pois têm especializações únicas.

À família **gnetácea** pertence o género *Gnetum* que engloba 30 espécies de fanerófitos e fanerófitos escandentes com folhas grandes que parecem as das Angiospérmicas. Nas zonas de monção da Ásia e nas zonas tropicais de África e da Amazónia cresce uma pequena árvore cujas folhas são utilizadas como legumes, *Gnetum gnemon* L.

*Ephedra* – Com 35 espécies de arbustos profusamente ramificados com folhas escamiformes, pequenas e inconspícuas. Devido às folhas pequenas e caules próximos, parece-se superficialmente com o *Equisetum* (pteridófito). Geralmente, vive em zonas áridas e desertos do mundo. Na Europa, cresce no Sudoeste Meridional, em sebes litorais, o fanerófito escandente ou nanofanerófito *Ephedra fragilis* Desf., planta dióica, não resinosa, com raminhos articulados e folhas decussadas ou verticiladas, reduzidas a bainhas curtas colescentes, da família das

**efedráceas.** *Ephedra* tem polinização anemófila, mas pode também ser visitada por insectos para a polinização.

*Welwitschia* – a este **género** pertence a *Welwitschia mirabilis* Hookf., a espécie vascular mais bizarra, com a maior parte da planta enterrada na areia. A parte aérea consiste de um disco maciço côncavo e lenhoso, que produz apenas duas folhas em forma de tira, com vários metros de comprimento e 1 metro de largura, de nervuras paralelas unidas entre si por anastomoses e que fendilham com a idade. Algumas produzem 2 folhas adicionais. Os ramos que produzem cones formam-se a partir de tecido meristemático no disco.

Cresce nos desertos costeiros do SW africano em Angola, Namíbia e África do Sul

Apesar dos 3 géneros estarem relacionados e apropriadamente classificadas em conjunto (estudos moleculares referem que gnetófitos são monofiléticos) diferem muito nas suas características

### **Importância económica**

As cicadas apresentam interesse ornamental.

As coníferas são cultivadas como ornamentais em parques florestais. Devido à sua resistência à secura provocada pelo frio, encontram-se em florestas sobretudo nas zonas mais frias. Apresentam grande interesse económico. A madeira utiliza-se como combustível, também na construção de casas e móveis e no fabrico de papel. Da resina obtém-se a essência de terebentina; utiliza-se em medicina, em pomadas, como dissolvente de tintas, vernizes, lacas e borracha, ainda em insecticidas e na produção sintética de cânfora. Os resíduos de destilação constituem a colofónia, pez louro ou breu.

As plantas do género *Ginkgo*, são cultivadas como ornamentais em jardins públicos e avenidas, devido à resistência que apresentam à poluição atmosférica.

As plantas do género *Gnetum* são cultivadas pelas suas jovens folhas e sementes comestíveis, destas obtêm-se uma farinha fina para fins culinários. As suas fibras são utilizadas em cordoaria.

As plantas do género *Ephedra* são cultivadas para recobrimento de solos pesados, em jardins rochosos e muros secos. Muitas vezes são utilizadas para estabilizar os terrenos arenosos das zonas costeiras.

## **6.3. QUESTÕES PARA AUTOAVALIAÇÃO**

1. O que entende por semente?

Porque é que a sua evolução constitui uma inovação tão importante para as plantas

2. Porque se considera que todas as Gimnospérmicas têm o mesmo ciclo de vida básico?

3. Nas plantas com semente, a água não é necessária para que o esperma chegue até aos ovos como acontece nas plantas sem semente. Explique.

4. A dupla fertilização seguida da formação de endosperma é única das Angiospérmicas. Como difere a dupla fertilização dos gnetófitos *Ephedra* e *Gnetum* da das Angiospérmicas?

5. O potencial para a poliembrionia ocorre duas vezes no ciclo de vida do pinheiro. Explique.

6. Quais as características que permitem distinguir as quatro “phyla” das Gimnospérmicas?

7. Uma das mais importantes vantagens evolutivas nas Progimnospérmicas é a presença de câmbio vascular bifacial. O que é o câmbio vascular bifacial, e onde pode ser encontrado além das Progimnospérmicas?

8. Existem evidências que nas cicadas e *Ginkgo* os primeiros tubos polínicos eram haustórios e não verdadeiros transportadores de espermatozóides. Explique.

9. De que modo as Bennettitales ou cicadióides se assemelham às cicadas? E como diferem?

10. Explique a importância económica das gimnospérmicas.

#### **4. ACTIVIDADES PRÁTICAS**

Escolha um grupo taxonómico e descreva morfológicamente uma planta. Identifique-a e refira a sua importância económica.

Faça um relatório com todos os passos que seguiu. Complete o relatório com a bibliografia consultada.

# **BLOCO IV e V: SISTEMÁTICA DE ANGIOSPÉRMICAS**

**Dalila Espírito Santo**

## **BLOCO IV e V. SISTEMÁTICA DE ANGIOSPÉRMICAS**

Dalila Espírito Santo

### **1. QUESTÕES CENTRAIS**

Quais as características das principais famílias de Angiospérmicas? Como se podem identificar de modo expedito? Em que famílias é que se incluem as principais plantas com interesse económico e ambiental?

### **2. DESENVOLVIMENTO DE CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS**

#### **2.1. Introdução**

A delimitação de muitas famílias de plantas com flor (Angiospérmicas) não está ainda estabilizada por a delimitação de algumas famílias de plantas com semente ter sido modificada nos últimos anos com a vulgarização dos métodos de biologia molecular e com a aceitação do pressuposto de que cada *taxon* deve reunir todos, e somente, os descendentes de um ancestral comum (monofilia).

Actualmente muitos autores já baseiam a circunscrição das famílias das plantas com semente e a sua organização em grandes grupos no ANGIOSPERMPHYLOGENY GROUP II (2003). No entanto, grande parte das floras actuais são organizadas pela ordem de Cronquist, que introduziu um sistema que leva em consideração não apenas a morfologia, mas também a filogenia (história evolucionária) e a composição química das espécies, para a sua classificação.

As famílias, mais adiante descritas, foram organizadas por ordem alfabética em três grandes grupos: Angiospérmicas magnoliídeas, Angiospérmicas monocotiledóneas e Angiospérmicas eudicotiledóneas. As Angiospérmicas magnoliídeas e as Angiospérmicas eudicotiledóneas são designadas, no sistema de Cronquist por Angiospérmicas dicotiledóneas.

#### **2.2. Conceitos**

##### **2.1. Angiospérmicas magnoliídeas**

As Magnoliídeas são plantas herbáceas ou arbóreas, com uma raiz primária de maior dimensão e espessura que as restantes (raiz apumada). As folhas podem ter ou não estípulas e são peninérveas. Flores acíclicas (peças dispostas em espiral) ou cíclicas com verticilos de 3 peças (e.g. 3 tépalas, 3 estames, etc.); homoclamídeas (perianto não diferenciado em cálice e corola). Estames frequentemente imperfeitos (filete pouco diferenciado, sistemas invulgares de abertura das anteras, etc.). Ovário súpero. Sementes de cotilédones imperceptíveis.

## LAURACEAE

Distribuição. Trópicos e subtropicais; os centros de origem estão principalmente no SE da Ásia e no Brasil.

### Características morfológicas

**Fisionomia.** Árvores ou arbustos, por vezes monóicos.

**Folhas.** Simples, alternas ou opostas, sem estípulas, perenes, com numerosas glândulas oleíferas.

**Inflorescência.** Cimeiras, pseudo-cachos, pseudo-umbelas ou mistas, geralmente sem brácteas.

**Flor.** Hermafroditas ou unissexuais, actinomorfas, geralmente trímeras; perianto perigínico com geralmente 6 segmentos divididos por dois verticilos de 3; estames perigínicos ou epigínicos, geralmente 12, em 4 fiadas de 3, por vezes reduzidos a estaminódios; ovário geralmente súpero, unicarpelar ou 3-carpelar mas unilocular.

**Fruto.** Baga drupácea.

### Espécies de interesse económico:

#### **Na alimentação:**

abacateiro – *Persea americana*

#### **Aromática/Perfumaria:**

canforeira – *Cinnamomum camphora*

loureiro – *Laurus nobilis*

caneleira – *Cinnamomum zeylanicum*

### Espécies de interesse ambiental

São plantas endémicas, fazendo parte de uma formação tradicionalmente designada por *laurisilva*:

loureiro dos Açores - *Laurus azorica* (Açores)

loureiro das Canárias – *Laurus novocanariensis* (Madeira)

til - *Ocotea foetens* (Madeira)

vinhático – *Persea indica* (Madeira)

barbujano – *Apollonias barbujana* (Madeira)

### **Outras plantas importantes:**

#### ***Berberidaceae***

*Berberis* spp., designadamente *B. maderensis* endémica da Madeira

#### ***Magnoliaceae***

*Magnolia* spp.

#### ***Ranunculaceae***

*Ranunculus cortusifolius* – endémico dos Açores e da Madeira

*Anemone* spp.

## 2.2. Angiospérmicas monocotiledóneas

As Monocotiledóneas são plantas geralmente herbáceas, com todas as raízes mais ou menos da mesma espessura e inseridas na base do caule (raízes fasciculadas); folhas geralmente simples e completas, sem estípulas, de nervação quase sempre paralelinérvea; flores cíclicas com verticilos de 3 peças, nuas, homoclamídeas ou heteroclamídeas; sementes com 1 cotilédone ou cotilédone não diferenciado.



## AMARYLLIDACEAE

Distribuição. Principalmente regiões tropical e subtropical.

### Características morfológicas

**Fisionomia**. Ervas vivazes (geófitos bulbosos ou rizomatosos).

**Folhas**. Mais ou menos lineares, na sua maior parte basais.

**Inflorescência**. Geralmente um escapo com uma ou mais espatas, cimosa, frequentemente umbeliforme ou capituliforme, por vezes solitária.

**Flor**. Hermafroditas, actinomorfas ou zigomorfas; flores trímeras de perigónio constituído por 6 segmentos petalóides; coroa por vezes presente; estames 6; ovário geralmente ínfero, raramente semi-ínfero, 3-carpelar, 3-locular ou raramente 1-locular; estilete simples com um estigma capitado ou 3-lobado.

**Fruto**. Pseudocápsula loculicida ou pseudobaga .

### Espécies de interesse económico:

#### **Ornamentais:**

*Amaryllis belladonna*

*Clivia*

*Crinum*

*Narcissus*

### Espécies de interesse ambiental

São endémicos de Portugal:

*Narcissus calcicola* – nas fendas das rochas calcárias do Centro e Sul

*Narcissus scaberulus* – incltos em solo granítico, na zona central da bacia do Mondego

NOTA: Todos os *Narcissus* spp. estão protegidos pela convenção CITES.

## ARECACEAE (PALMAE)

Distribuição. Tropicais e subtropicais.

### Características morfológicas

**Fisionomia**. Arbustos, trepadeiras ou árvores, frequentemente monóicas, por vezes dióicas.

**Folhas**. Agrupadas no ápice dos espiques, as formas arbóreas, ou alternas em algumas arbustivas e trepadeiras, palmadas ou pinadas, geralmente grandes e com bainha a envolver o caule.

**Inflorescência**. Grande e geralmente muito ramificada, designada por espádice, subtendida por uma ou mais brácteas.

**Flor**. Geralmente unissexuais, actinomorfas; flores trímeras de perigónio constituído por 6 segmentos livres ou unidos; estames 6; ovário súpero, 3-carpelar, geralmente 3-locular ou por vezes 1-locular.

**Fruto**. Baga ou drupa.

Espécies de interesse económico:

**Na alimentação:**

tamareira - *Phoenix dactylifera*  
coqueiro – *Cocus nucifera*  
dendém – *Elaeis guineensis*

**Ornamentais:**

palmeira das Canárias – *Phoenix canariensis*  
*Trachycarpus fortunei*  
*Howea* spp.

Espécies de interesse ambiental

palmeira das vassouras – *Chamaerops humilis*, no Barrocal algarvio

*IRIDACEAE*

Distribuição. Principalmente regiões tropical e subtropical.

Características morfológicas

**Fisionomia.** Ervas vivazes (geófitos bulbosos, cormoso ou rizomatosos).

**Folhas.** Geralmente lineares a ensiformes, dísticas.

**Inflorescência.** Terminal, geralmente cimosa ou solitária, com uma ou mais espatas.

**Flor.** Hermafroditas, actinomorfas ou zigomorfas; flores trímeras de perigónio constituído por 6 segmentos petalóides, livres ou unidos; estames 3 opostos aos segmentos externos do perigónio; ovário ínfero, 3-carpelar, geralmente 3-locular; estilete geralmente 3-ramificado e mais ou menos petalóide.

**Fruto.** Pseudocápsula loculicida deiscente por 3 valvas.

Espécies de interesse económico:

**Na alimentação:**

çafrão - *Crocus sativus*

**Ornamentais:**

lírrio – *Iris germanica* e outros  
*Crocsmia*  
*Crocus*  
*Freesia*  
*Gladiolus*

*LILIACEAE*

Distribuição. Cosmopolitas.

Características morfológicas

**Fisionomia.** Na sua maior parte ervas vivazes (geófitos bulbosos, tuberosos ou cormosos), por vezes arbustivas ou trepadeiras.

**Folhas.** Basais ou caulinares, alternas ou verticiladas, por vezes carnudas e espinhosas na margem; raramente reduzidas a escamas (filocládios).

**Inflorescência.** Geralmente cimosa ou solitária, por vezes em umbela.

**Flor.** Geralmente hermafroditas, actinomorfas, trímeras, hipogínicas; flores trímeras de perigónio constituído por 6 segmentos petalóides, por vezes sepalóides, livres ou

unidos; estames em dois verticilos de 3; ovário súpero, 3-carpelar, geralmente 3-ocular.

**Fruto.** Cápsula, por vezes baga.

Espécies de interesse económico:

**Na alimentação:**

alho - *Allium sativum*  
alho francês – *Allium porrum*  
cebola – *Allium cepa*  
cebolinho – *Allium schoenoprasum*  
espargo – *Asparagus officinalis*

**Medicinais:**

abrótea – *Asphodelus* spp.  
aloé – *Aloe vera* e outros  
cebola albarrã – *Urginea maritima*  
selo-de-Salomão – *Polygonatum odoratum*

**Ornamentais:**

dragoeiro – *Dracaena draco*, endémica da Macaronésia  
*Colchicum*  
*Yucca*  
*Sansevieria*  
*Tulipa*  
*Fritillaria*  
*Lilium*  
*Hyacinthoides*  
*Hyacinthus*

Espécies de interesse ambiental

São endémicos de Portugal:

*Allium schmitzii* – Nas margens dos cursos de água e fendas húmidas de rochas (por ex. na foz do Tua)  
*Asphodelus bento-rainhae* – Em incultos e searas das áreas montanhosas do Centro (Serra da Gardunha)  
*Bellevalia hackelii* – Em sítios secos do Barrocal algarvio  
*Gagea lusitanica* – Em incultos e fendas de rochas  
*Scilla maderensis* – nos rochedos litorais em ilhas da Madeira  
*Smilax canariensis* – sítios rochosos da costa norte da Madeira.

**MUSACEAE**

Distribuição. Trópicos

Características morfológicas

**Fisionomia.** Ervas grandes, por vezes lembrando árvores, com aparentes caules aéreos não ramificados formados pelas bainhas das folhas.

**Folhas.** Alternas, grandes, inteiras, por vezes disticas, penínérveas.

**Inflorescência.** Cachos.

**Flor.** Hermafroditas ou unissexuais, zigomórficas, com brácteas ou espatas na base; perianto petalóide, formado por 6 segmentos dispostos em dois verticilos de 3, livres ou unidos em parte; estames 6, sendo geralmente um estaminóide; ovário ínfero, 3-carpelar, 3-ocular, com 1-∞ óvulos anatrópicos em cada lóculo.

**Fruto.** Pseudocápsula ou pseudobaga.

Espécies de interesse económico:

**Na alimentação:**

bananeira – *Musa acuminata* cvs.

**Ornamentais:**

*Heliconia*

*Strelitzia*

**ORCHIDACEAE**

Distribuição. Cosmopolita.

Características morfológicas

**Fisionomia.** Ervas vivazes com rizomas ou raízes tuberosas, geralmente terrestres (nas regiões temperadas) ou epífitas (geralmente nos trópicos), ocasionalmente saprofitas (ex. *Neottia*), por vezes trepadeiras, geralmente com microrrizas. Caules folhosos ou escaposos, por vezes engrossados na base formando pseudobolbos.

**Folhas.** Simples, geralmente alternas e dísticas, por vezes reduzidas a escamas nas plantas saprofitas.

**In florescência.** Solitária ou racemosa (cacho ou espiga).

**Flor.** Hermafroditas, zigomórficas, muito diversas em forma, tamanho e côr; perigónio formado por 6 segmentos dispostos em dois verticilos de 3, o externo sepalóide, o interior petalóide, com o segmento interno médio muito modificado (labelo), o qual é frequentemente prolongado na base por um esporão; apesar do labelo ser a tépala superior, frequentemente aparece no lado inferior da flor, o que acontece por o ovário ou o pedicelo torcer cerca de 180°; estames geralmente 1, mais raramente 2 ou 3, agregando-se os grãos de pólen em polinídeas; ovário ínfero, 3-carpelar, 1-locular, com numerosos óvulos de placentação parietal; estilete, estigmas e estames variadamente adnados, numa simples e muito complexa estrutura colunar (ginostémio); estigmas basicamente 3, mas apenas 2 férteis, sendo o médio estéril representado por uma saliência em forma de bico, o rostelo.

**Fruto.** Pseudocápsula.

Espécies de interesse económico:

**Aromáticas/Medicinais:**

baunilha – *Vanilla planifolia*

salepo – *Orchis* spp., *Dactylorhiza* spp.

**Ornamentais:**

*Cattleya*

*Paphiopedilum*

*Dendrobium*

*Phalaenopsis*

Espécies de interesse ambiental

Todas as orquídeas, em particular *Platanthera micrantha* e *P. azorica*, endémicas do Açores e *Goodyera macrophylla*, *Dactylorhiza foliosa* e *Orchis scopulorum*, endémicas da Madeira.

## POACEAE

Distribuição. Cosmopolita.

### Características morfológicas

**Fisionomia.** Ervas anuais, vivazes ou perenes. Caules (colmos) simples ou ramificados, erectos ou prostrados, geralmente cilíndricos, ocos nos entreós e com tabiques nos nós.

**Folhas.** Alternas, dísticas, completas, as bainhas a envolver o caule com uma lígula membranosa ou formada por uma orla de pêlos, raramente nula, na junção com o limbo; limbo mais ou menos linear, paralelinérveo.

**Inflorescência.** Espiguetas dispostas em espigas, panículas ou tirsos. Espiguetas constituídas por flores solitárias ou várias dispostas alternadamente sobre um eixo articulado (ráquila) tendo na base geralmente 2 glumas, menos vezes nenhuma ou 3.

**Flor.** Hermafroditas; estames geralmente 1-3, com 2 escamas transparentes na base (lodículas) e ovário súpero, unilocular, com 2 estiletos, o conjunto rodeado por 1 ou 2 brácteas (glumelas); glumela inferior de cada flor (lema) frequentemente aristada e com um espessamento na base (calo); glumela superior (pálea) por vezes muito pequena ou nula.

**Fruto.** Cariopse.

### Espécies de interesse económico:

#### **Na alimentação/forrageiras:**

alpista – *Phalaris canariensis*  
arroz – *Oryza sativa*  
aveia – *Avea sativa*, *A. strigosa*, *A. byzantina*  
cana de açúcar – *Saccharum officinarum*  
centeio – *Secale cereale*  
cevada – *Hordeum vulgare*  
cevada dística – *Hordeum distichon*  
milho – *Zea mays*  
sorgo – *Sorghum vulgare*  
trigo mole – *Triticum aestivum*  
trigo duro – *Triticum durum*

#### **Ornamentais:**

bambús  
misturas várias em relvados (*Agrostis*, *Festuca*, *Lolium*, *Poa*, *Vulpia*)  
tufos em jardins: *Festuca glauca*, *Stipa gigantea*, *Corynephorus canescens*

#### **Espécies de interesse ambiental:**

*Ammophila arenaria*, *Elymus farctus*, usados na recuperação de dunas  
*Phragmites australis*, caniçais

São endémicas de Portugal, entre outras:

*Agrostis azorica* – sítios húmidos dos Açores  
*Agrostis congestiflora*, *A. gracililaxa* – sítios secos dos Açores  
*Avenula hackelii* – solos arenosos do litoral SW  
*Deschampsia maderensis* – encostas dos sítios mais elevados da Madeira  
*Deschampsia stricta* – matos secos do Centro e Sul

*Festuca brigantina* – fendas de rochas ultrabásicas  
*Festuca duriotagana* – margens pedregosas dos rios mais termófilos  
*Festuca henriquesii* – Serra da Estrela  
*Festuca petraea* – litoral rochoso dos Açores  
*Holcus rigidus* – sítios húmidos dos Açores  
*Parafestuca albida* – sítios rochosos elevados do este e centro da Madeira  
*Pseudarrhenatherum pallens* – clareiras de matos sobre solos calcários do Centro.

NOTA: A *Cortaderia selloana*, uma planta da América do Sul introduzida como ornamental, é uma das invasoras mais perigosas na Europa. Muitas espécies são forrageiras (*Festuca*, *Lolium*, *Poa*, *Dactylis*, *Anthoxanthum*, *Phalaris*), muitas outras são nitrófilas e comportam-se como infestantes de culturas.

#### **Outras plantas importantes:**

##### ***Bromeliaceae***

*Ananas comosus* – ananás, abacaxi  
Muitas ornamentais (*Aechmea*, *Bromelia*, *Billbergia*, *Tillandsia*)

##### ***Cannaceae***

*Canna indica* – cana da Índia (ornamental)

##### ***Dioscoreaceae***

*Tamus edulis* – por vezes cultivada na Madeira pelos tubérculos comestíveis

##### ***Maranthaceae***

*Marantha* spp., *Calathea* spp. (ornamentais)

##### ***Zingiberaceae***

*Zingiber officinale* – gengibre

NOTA: *Hedychium gardnerianum*, a conteira, é uma das piores invasoras nas ilhas dos Açores e da Madeira

### **2.3. Angiospérmicas eudicotiledóneas**

As Eudicotiledóneas são plantas herbáceas a arbóreas, com raiz aprumada. Folhas com ou sem estípulas, raramente com bainha, penínérveas ou palminérveas, raramente paralelinérveas. Flores geralmente cíclicas com verticilos de 4 ou 5 peças; heteroclamídeas (perianto diferenciado em cálice e corola). Estames com filete e antera bem diferenciados. Ovário súpero ou ínfero. Sementes de 2 cotilédones frequentemente muito pequenos.

#### ***APIACEAE (UMBELLIFERAE)***

Distribuição. Cosmopolita, principalmente no norte da região temperada

#### Características morfológicas

**Fisionomia.** Ervas ou arbustos herbáceos.

**Folhas.** Alternas, sem estípulas, de pecíolo alargado na base, penati-divididas, menos vezes inteiras.

**Inflorescência.** Umbela composta.

**Flor.** Hermafroditas, pentâmeras, pétalas livres, geralmente brancas ou amareladas, menos vezes ausentes; ovário ínfero, bicarpelar; 2 estiletos alargados na base num disco nectarífero (estilopódio).

**Fruto.** Cremocarpo formado por dois mericarpos ligados pelo carpóforo; face externa dos mericarpos estriada, geralmente com canais resiníferos entre as costas primárias.

#### Espécies de interesse económico

##### **Na alimentação:**

aipo – *Apium graveolens*  
anis – *Pimpinella anisum*  
cenoura – *Daucus carota*  
cherívia – *Pastinaca sativa*  
coentro – *Coriandrum sativum*  
cominhos – *Cuminum cuminum*  
salsa – *Petroselinum crispum*

##### **Medicinal:**

angélica – *Angelica archangelica*  
funcho – *Foeniculum vulgare*

##### **Ornamentais:**

*Astrantia* spp.  
*Eryngium* spp.

#### Espécies de interesse ambiental

São plantas endémicas de Portugal:

*Ammi huntii* - em sítios frescos de ilhas dos Açores  
*Angelica angelicastrum* - em sítios húmidos, acima de 800m na Serra da Estrela  
*Bunium brevifolium*, *Peucedanum lowei* – picos elevados do centro da Madeira  
*Chaerophyllum azoricum* – em sítios frescos de ilhas dos Açores  
*Sanicula azorica* – dos Açores  
*Seseli peixoteanum* – nos solos ultrabásicos do Nordeste

**NOTA:** a cicuta (*Conium maculatum*) e as raízes do embude (*Oenanthe crocata*) são das mais venenosas da flora portuguesa.

### *ASTERACEAE (COMPOSITAE)*

Distribuição. Cosmopolita.

#### Características morfológicas

**Fisionomia.** Ervas, menos vezes arbustos ou árvores. Algumas são laticíferas, outras oleosas

**Folhas.** Geralmente alternas, menos vezes opostas, raramente verticiladas, sem estípulas, simples ou compostas, formando frequentemente roseta basal.

**Inflorescência.** Capítulos simples ou agrupados em cachos, menos vezes em capítulos compostos. Capítulo rodeado de brácteas involucrais, por vezes com brácteas interflorais.

**Flor.** Unissexual ou hermafrodita, pentâmeras, pétalas unidas em tubo ou formando uma língua (lígula), frequentemente as marginais femininas e brancas ou amarelas, e as do disco tubulosas e amarelas ou acastanhadas; cálice representado por um papilho de pêlos ou membranoso, menos vezes ausente; estames sinantéricos; ovário ínfero, bicarpelar; estilete simples ramificando-se em dois estigmas.

**Fruto.** Cipsela por vezes coroada pelo papilho persistente.

Espécies de interesse económico

**Na alimentação:**

girassol – *Helianthus annuus*  
chicória – *Cichorium intybus*  
endívia – *Cichorium endivia*  
estragão – *Artemisia dracunculus*  
alface – *Lactuca sativa*  
alcachofra – *Cynara scolymus*

**Medicinal:**

bálsamo – *Tanacetum balsamita*  
camomila – *Chamomilla recutita*  
erva-caril - *Helychrisum stoechas*  
maravilhas - *Calendula officinales*  
santolina - *Santolina chamaecyparissus*

**Tintureira:**

açafroa – *Carthamus tinctorius*

**Ornamentais:**

*Aster* spp.  
*Bellis perennis* (margarida)  
*Cosmos* spp.  
*Dahlia* spp.  
*Helychrisum* spp.  
*Santolina* spp.  
*Tagetes* spp. (cravos túnicos)  
*Zinnia* spp.

Espécies de interesse ambiental

São endémicas de Portugal, entre outras:

*Andryala crithmifolia* – litoral da Madeira  
*Argyranthemum dissectum*, *A. thalassophilum*, *A. haemotomma*, *A. pinnatifidum* – das ilhas da Madeira, com valor ornamental  
*Bellis azorica* – paspagens acima de 500 m em ilhas dos Açores  
*Calendula maderensis* – litoral da Madeira e Desertas  
*Carduus squarrosus* – baixas altitudes da Madeira  
*Cheirolophus massoniamus* – locais rochosos da Madeira e Porto Santo  
*Cirsium latifolium* – ravinas da Madeira  
*Crepis noronhae* – sítios secos de Porto Santo  
*Helichrysum melaleucum*, *H. obconicum*, *H. monizii*, da Madeira, com valor ornamental  
*Pericallis aurita* – sítios elevados da Madeira e Porto Santo  
*Phagnalon bennettii* – sítios secos da Madeira e Desertas  
*Santolina semidentata* – solos ultrabásicos do Nordeste  
*Santolina impressa* – solos arenosos, perto do litoral no C e S  
*Senecio incrassatus* – litoral das ilhas da Madeira  
*Sonchus pinnatus* – rochedos e ravinas de altitude na Madeira  
*Sonchus ustulatus* – rochedos perto do mar em ilhas da Madeira  
*Tolpis macrorhiza* – acima de 700 m na Madeira

*BRASSICACEAE (CRUCIFERAE)*

Distribuição. Cosmopolita, principalmente no norte da região temperada, especialmente mediterrânica

Características morfológicas

**Fisionomia.** Ervas ou raramente arbustos.



**Folhas.** Alternas, simples, sem estípulas, com pêlos unicelulares ou ramificados.

**In florescência.** Cacho ou corimbo, geralmente ebracteado.

**Flor.** Hermafroditas, tetrâmeras, pétalas livres, dispostas em cruz e com unha comprida (corola crucífera), alternas com as sépalas; estames tetradinâmicos; ovário súpero, bicarpelar e bilocular; estilete curto terminado por um estigma capitado a bilobado.

**Fruto.** Silíqua ou silícula.

#### Espécies de interesse económico

##### **Na alimentação:**

agrião – *Rorippa nasturtium-aquaticum*

couve – *Brassica oleracea* cvs.

nabo – *Brassica rapa*

mostarda branca – *Sinapis alba*

rabanete, rábano – *Raphanus sativus*

rúcula – *Eruca sativa*

##### **Tintureira:**

*Isatis tinctoria*

##### **Ornamentais:**

goiveiro – *Cheiranthus cheiri*; *Matthiola* spp.

moeda do Papa – *Lunaria annua*

açafates - *Lobularia maritima*

*Alyssum*

#### Espécies de interesse ambiental

São endémicas de Portugal:

*Alyssum serpyllifolium* subsp. *lusitanicum* – incultos dos solos ultrabásicos do Nordeste

*Arabis sadina* - locais rochosos calcários do Centro-Oeste de Portugal

*Biscutella vicentina* – plataformas arenosas do SW.

*Cardamine caldeirarum* – sítios húmidos e sombrios de ilhas de Açores.

*Diploaxis vicentina* – plataformas arenosas do SW.

*Iberis procumbens* subsp. *microcarpa* – locais rochosos calcários do Centro de Portugal.

*Ionopsidium acaule* – sítios secos ou arenosos perto do litoral do centro e SW.

*Isatis platyloba* – nas arribas do Douro superior

## CUCURBITACEAE

Distribuição. Principalmente tropical

#### Características morfológicas

**Fisionomia.** Trepadeiras herbáceas.

**Folhas.** Alternas, simples, sem estípulas, arredondadas, inteiras ou palmati- ou penatilobadas.

**Flor.** Unissexuais, pentâmeras, pétalas e sépalas unidas; estames 5; ovário ínfero, 3-5 carpelar geralmente unilocular; estigmas tantos quantos os carpelos.

**Fruto.** Pepónio, por vezes cápsula.

#### Espécies de interesse económico

##### **Na alimentação:**

abóbora (inclui a abobrinha) – *Cucurbita pepo* cvs.

abóbora menina – *Cucurbita maxima*

pepino – *Cucumis sativus*  
melão – *Cucumis melo*  
melancia – *Citrullus lanatus*

**Ornamentais:**

cabaça – *Lagenaria siceraria*

**Medicinal:**

pepino de S. Gregório – *Ecballium elaterium*  
norça negra – *Bryonia cretica*

*ERICACEAE*

Distribuição. Cosmopolita, mas quase ausente nas regiões desertas e na Australásia onde a família vicariante *Epacridaceae* a substitui.

Características morfológicas

**Fisionomia.** Arbustos, raramente árvores.

**Folhas.** Geralmente alternas, menos vezes opostas ou verticiladas, sem estípulas, simples, geralmente persistentes e coriáceas.

**In florescência.** Bracteada; bractéolas geralmente 2 ou 3.

**Flor.** Hermafrodita, tetrâmeras ou pentâmeras, pétalas e sépalas unidas, corola gumilosa, campanulada ou assalveada, com os lobos geralmente imbricados; estames livres, geralmente 8 ou 10; ovário geralmente súpero, 4-5carpelar; estilete simples com o estigma geralmente capitado.

**Fruto.** Cápsula, drupa ou baga.

Espécies de interesse económico

**Na alimentação:**

medronheiro – *Arbutus unedo*  
mirtilo – *Vaccinium myrtillus*

**Ornamentais:**

*Rhododendron* spp.  
*Pieris* spp.  
*Gaultheria* spp.  
*Kalmia* spp.

Espécies de interesse ambiental

São endémicas de Portugal:

*Daboecia azorica* – ilhas dos Açores  
*Erica maderensis*, *E. scoparia* subsp. *maderinicola* - na Madeira  
*Erica scoparia* subsp. *azorica* – nos Açores  
*Vaccinium cylindraceum* – ilhas dos Açores  
*Vaccinium padifolium* - na Madeira

*FABACEAE (LEGUMINOSAE)*

Distribuição. Cosmopolita.

Características morfológicas

**Fisionomia.** Ervas, arbustos, árvores ou trepadeiras.

**Raízes.** Com nódulos de *Rhizobium*.

**Folhas.** Geralmente alternas, estipuladas, simples ou compostas, por vezes reduzidas ao pecíolo ou a escamas.

**Inflorescência.** Cacho simples, panícula ou espiga, menos vezes capítulos (não envolvidos por brácteas) ou solitária.

**Flor.** Regulares (*Mimosoideae*) ou irregulares (corola papilionácea – *Lotoideae* ou pseudopapilionácea – *Cesalpinoideae*), geralmente hermafroditas, pentâmeras; cálice com as sépalas unidas num tubo maior ou menor; estames 10 ou infinitos, monadelfos ou diadelfos; ovário súpero, monocarpelar.

**Fruto.** Vagem.

#### Espécies de interesse económico

##### **Na alimentação:**

alfarrobeira – *Ceratonia siliqua*  
amendoim – *Arachis hypogaea*  
ervilheira – *Pisum sativum*  
faveira – *Vicia faba*  
feijoeiro – *Phaseolus vulgaris*  
feijão-frade – *Vigna unguiculata*  
grão de bico – *Cicer arietinum*  
lentilha – *Lens culinaris*  
soja – *Glycine max*

##### **Forrageiras:**

anafa – *Melilotus segetalis*  
ervilhaca – *Vicia* spp.  
chicharão – *Lathyrus* spp.  
cornichão - *Lotus* spp.  
fenacho – *Trigonella foenum-graecum*  
luzerna – *Medicago sativa* e outras *Medicago* spp.  
serradela – *Onithopus* spp.  
sula – *Hedysarum coronarium*  
tremocilha – *Lupinus* spp.  
trevo – *Trifolium* spp.

##### **Aromática/Medicinal:**

carqueja - *Chamaespartium tridentatum*

##### **Ornamentais:**

Acacia spp., desde que não invasoras  
Cassia spp., desde que não se mostre invasora  
ervilha de cheiro - *Lathyrus odoratus*  
falsa acácia - *Robinia pseudoacacia*, desde que não se mostre invasora  
giesta – *Spartium junceum*  
glicínia - *Wisteria* spp.  
olaia - *Cercis siliquastrum*

#### Espécies de interesse ambiental

São endémicas de Portugal:

*Anthyllis lemnioides* – picos ocidentais da Madeira  
*Genista tenera* – lado sul da Madeira  
*Lotus argyroides*, *L. loweanus*, *L. macranthus* - ilhas da Madeira  
*Teline maderensis* – ilhas da Madeira  
*Ulex densus* – solos calcários secos, perto do litoral, entre a Arrábida e S. Martinho  
*Vicia capreolata*, *V. ferreirensis* – Madeira, Porto Santo

Dominantes em formações arbustivas:

*Calicotome villosa* – matos secos substituintes de azinhal

*Cytisus* spp. - giestais

*Genista* spp.

*Lygos* spp.- retamais

*Ulex* spp.- tojais

## FAGACEAE

Distribuição. Cosmopolita, com exceção da América do Sul tropical e a África do Sul tropical.

### Características morfológicas

**Fisionomia.** Árvores quase sempre monóicas.

**Folhas.** Simples, alternas ou raramente verticiladas, com estípulas geralmente caducas.

**In florescência.** Amentos ou capítulos.

**Flor.** Unissexuais, flores masculinas com 5 a muitos estames, flores femininas solitárias, em cimeiras paucifloras ou em amentos, envolvidas por um involúcro de brácteas; ovário ínfero geralmente 3-carpelar (6-carpelar em *Castanea*).

**Fruto.** Glande rodeada pela cúpula acrescente.

### Espécies de interesse económico

#### **Na alimentação:**

castanheiro – *Castanea sativa*

#### **Florestais:**

carvalho alvarinho – *Quercus robur*

carvalho das Beiras – *Quercus pyrenaica*

sobreiro – *Quercus suber*

azinheira – *Quercus rotundifolia*

#### **Ornamentais:**

faia – *Fagus sylvatica*

### Espécies de interesse ambiental

Dominantes em formações arbóreas/arbustivas:

*Quercus canariensis* – carvalho de Monchique

*Quercus coccifera* - carrasco

*Quercus lusitanica* - carvalhiça

*Quercus rivas-martinezii* – carrasco arbóreo

## JUGLANDACEAE

Distribuição. Regiões temperadas do Hemisfério Norte e subtropical, Andes.

### Características morfológicas

**Fisionomia.** Árvores monóicas.

**Folhas.** Caducas, pinadas, alternas ou raramente opostas, sem estípulas. Gomos castanhos e peludos.

**In florescência.** Amentos masculinos nos ramos do ano anterior, geralmente com uma brácea e 2 bractéolas presentes.

**Flor.** Unissexuais, flores masculinas com perianto formado por 4 segmentos, mas frequentemente menos por aborto, estames 3-40, flores femininas com perianto epigínico encerrado numa cúpula adnada; ovário ínfero, 2-carpelar, unilocular, estilete curto com 2 estigmas.

**Fruto.** Trima.

### Espécies de interesse económico

#### **Na alimentação:**

nogueira – *Juglans regia*

nogueira pecana – *Carya illinoensis*

#### **Ornamentais:**

nogueira negra – *Juglans nigra*

## LAMIACEAE (LABIATAE)

Distribuição. Cosmopolita, principalmente no centro da Região Mediterrânica.

Características morfológicas

**Fisionomia**. Ervas ou subarbustos de caules com secção quadrangular.

**Folhas**. Simples, oposto-cruzadas, sem estípulas, geralmente peludas e com glândulas epidérmicas segregadoras de óleos voláteis.

**Inflorescência**. Verticilastros dispostos em cimeiras ou pseudo-cachos.

**Flor**. Hermafroditas, zigomórficas, pentâmeras; cálice campanulado ou afunilado, por vezes bilabiado, persistente no fruto; corola geralmente bilabiada; estames geralmente 4, didinâmicos, por vezes 2, epipátalos, com anteras introrsas; ovário súpero formado por 2 carpelos unidos sobre um disco nectarífero, tornando-se 4-locular na maturação. Em muitos géneros o estilete é ginobásico.

**Fruto**. Clusa com 4 mericarpos

Espécies de interesse económico

**Aromática e/ou Medicinal:**

alecrim – *Rosmarinus officinalis*  
basílico – *Ocimum basilicum*  
carvalhinha – *Teucrium chamaedrys*  
erva-cidreira – *Melissa officinalis*  
hortelã/poejos – *Mentha* spp.  
óregão – *Origanum vulgare*  
sálvia – *Salvia officinalis*  
satureja – *Satureja montana*  
tomilho – *Thymus vulgaris* e outros

**Perfumaria:**

alfazema – *Lavandula angustifolia*  
alecrim – *Rosmarinus officinalis*

**Ornamentais:**

sálvia – *Salvia splendens* e outras  
alecrim – *Rosmarinus officinalis*

Espécies de interesse ambiental

São endémicas de Portugal:

*Teucrium salviastrum* – matos secos do cimo das montanhas do CE e NW

*Teucrium algarbiense* – matos secos em solos arenosos do Sul

*Thymus lotocephalus*, *Th. capitellatus*, *Th. carnosus*, *Th. camphoratus* – do litoral a sul do Sado

**OLEACEAE**

Distribuição. Cosmopolita, especialmente Ásia temperada e tropical.

Características morfológicas

**Fisionomia**. Árvores ou arbustos, por vezes trepadeiras.

**Folhas**. Simples ou pinadas, geralmente opostas e inteiras, sem estípulas.

**Inflorescência**. Cimeiras ou pseudo-cachos geralmente com bractéolas.

**Flor.** Hermafroditas, actinomórficas; cálice geralmente de 4 sépalas unidas, valvadas; corola geralmente de 4 pétalas unidas, valvadas ou imbricadas, raramente convolutas; estames 2, epipétalos, alternos com os carpelos; ovário súpero, 2-carpelar, 2-locular; estilete simples com estigma 2-lobado.

**Fruto.** Baga, drupa, cápsula ou esquizocarpo.

Espécies de interesse económico:

**Na alimentação:**

oliveira – *Olea europaea* var. *europaea*

**Perfumaria:**

jasmin – *Jasminum* spp.

**Ornamentais:**

lilaseiro – *Syringa* spp.

*Ligustrum* spp.

Espécies de interesse ambiental

São plantas endémicas de Portugal:

*Jasminum azoricum* – pontualmente em ravinas da Madeira

*Olea europaea* var. *maderensis* – abaixo de 500 m em ilhas da Madeira

*Picconia azorica* – abaixo de 700 m em sítios secos de ilhas dos Açores.

NOTA: *Fraxinus angustifolia*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Phillyrea angustifolia*, *Ph. latifolia*, são árvores ou grandes arbustos que além de serem ornamentais são adequados à recuperação de paisagens.

**ROSACEAE**

Distribuição. Cosmopolita.

Características morfológicas

**Fisionomia.** Árvores, arbustos, trepadeiras e ervas, geralmente perenes. Reprodução vegetativa frequente.

**Folhas.** Alternas, simples ou compostas, geralmente estipuladas, as estípulas geralmente adnadas ao pecíolo.

**In florescência.** Cimeiras ou pseudo-cachos.

**Flor.** Hermafroditas, actinomórficas, no ápice dos ramos; flores pentâmeras, receptáculo geralmente côncavo (hipanto); cálice dialisépalo ou sinsépalo, epicálice frequentemente presente; corola dialipétala; estames em 1 a várias fiadas de 5 ou n° indefinido; ovário geralmente apocárpico e súpero, raramente sincárpico e ínfero, 1-carpelar ou no mesmo n° das pétalas ou em n° indefinido, 1-5-locular, com 1 a vários óvulos anatópicos em cada lóculo.

**Fruto.** Um ou mais aquénios (por vezes inclusos no hipanto – cinorrodo), drupas ou folículos, ou pomo.

Espécies de interesse económico:

**Na alimentação:**

ameixeira europeia – *Prunus domestica*  
ameixeira japonesa – *Prunus salicina*  
ameixeira – *Prunus domestica*  
amendoeira – *Prunus dulcis*  
amoras bravas (silvas) – *Rubus ulmifolius* e outros.  
cerejeira – *Prunus avium*  
damasqueiro – *Prunus armeniaca*  
framboesa – *Rubus idaeus*  
gingeira – *Prunus cerasus*  
macieira – *Malus domestica*  
marmeleiro – *Cydonia oblonga*  
morangueiro – *Fragaria x ananassa*  
nespereira – *Eriobotrya japonica*  
pereira – *Pyrus communis*  
pessegueiro – *Prunus persica*

**Aromáticas/ Mediciniais:**

Cinco-em-rama – *Potentilla reptans*  
pilriteiro – *Crataegus monogyna*  
roseira – *Rosa* spp.

**Ornamentais:**

*Cotoneaster, Chaenomeles,*  
ameixeira vermelha – *Prunus cerasifera*  
*Pyracantha, Spiraea, Sorbus, Rosa*

Espécies de interesse ambiental

São plantas endémicas de Portugal:

*Alchemilla transiens* – Serra da Estrela  
*Chamaemeles coriacea* – rochedos e falésias marítimas de ilhas da Madeira  
*Marcetella maderensis, Sorbus maderensis* – endemismos muito raros da Madeira  
*Potentilla montana* – montanhas do NW  
diversos *Rubus* spp. – silvado

**RUTACEAE**

Distribuição. Regiões tropical e temperada, especialmente Sul de África e Austrália.

Características morfológicas

**Fisionomia.** Árvores ou arbustos, raramente ervas.

**Folhas.** Alternas ou opostas, geralmente compostas, sem estípulas, com glândulas secretórias, translúcidas; por vezes transformadas em espinhos sobre ramos curtos.

**In florescência.** Cimeiras.

**Flor.** Hermafroditas raramente unissexuais, geralmente actinomórficas, com um grande disco por baixo do gineceu; flores tetra- ou pentâmeras; cálice dialisépalo ou sinsépalo; corola dialipétala, com as pétalas imbricadas; estames 8-10, obdiplostémonos, com anteras introrsas; ovário súpero, raramente semi-ífero ou

infero, 4-5-carpelar, carpelos frequentemente livres na base mas unidos no ápice pelo estilete, pluri-ocular, com 1 a vários óvulos anatrópicos em cada lóculo.

**Fruto.** Drupa, baga, hesperídeo, sâmara ou cápsula.

Espécies de interesse económico:

**Na alimentação:**

laranjeira - *Citrus sinensis*  
limoeiro – *Citrus limon*  
tangerineira – *Citrus deliciosa*  
toranjeira – *Citrus grandis*

**Medicinal:**

arruda – *Ruta graveolens* e outras *Ruta* spp.

**Ornamentais:**

laranjeira azeda – *Citrus aurantium*  
*Phellodendron*  
*Murraya paniculata*

*SOLANACEAE*

Distribuição. Regiões tropical e temperada, principalmente na América Central e do Sul.

Características morfológicas

**Fisionomia.** Ervas, arbustos ou pequenas árvores, por vezes trepadeiras.

**Folhas.** Geralmente alternas, aparentemente opostas na parte terminal dos ramos, inteiras ou sectas, sem estípulas.

**Inflorescência.** Cimeiras ou solitárias.

**Flor.** Hermafroditas, geralmente actinómórficas; flores pentâmeras; cálice sinsépalo, persistente; corola simpétala, rodada, raramente bilabiada, de pétalas geralmente onduladas e convolutas; estames 5 ou menos nas flores zigomórficas, epipétalos, alternos com os lobos da corola; ovário súpero, 2-carpelar, 2-ocular, por vezes com divisões secundárias, sobre um disco epiginico; estilete simples com um estigma inteiro ou bilobado.

**Fruto.** Baga ou cápsula.

Espécies de interesse económico:

**Na alimentação:**

batateira – *Solanum tuberosum*  
tomateiro – *Lycopersicon esculentum*  
pimenteiro – *Capsicum annuum*  
malagueta – *Capsicum frutescens*  
beringela – *Solanum melongena*  
tomatinho de capuz – *Physalis peruviana*  
tomateiro arbóreo- *Cyphomandra betacea*

**Medicinais (altamente venenosas):**

beladona – *Atropa belladonna*  
estramónio – *Datura stramonium*  
tabaco – *Nicotiana tabacum*



**Ornamentais:**

alquequenje – *Physalis alkekengi*  
petúnia  
*Solanum capsicastrum*  
*Solanum pseudocapsicum*

**VITACEAE**

Distribuição. Principalmente regiões tropical e subtropical.

Características morfológicas

**Fisionomia.** Trepadeiras ou raramente arbustos erectos, por vezes dióicos ou poligamomonóicos; caules geralmente simpodiais, gavinhosos.

**Folhas.** Alternas, simples ou compostas, geralmente dísticas, estipuladas.

**Inflorescência.** Cimeiras geralmente compostas e opostas à folha; presença de bractéolas.

**Flor.** Hermafroditas ou unissexuais, actinomórficas; flores tetra-pentâmeras; cálice sinsépalo, formando uma taça ligeiramente lobada; corola de pétalas valvadas; estames 4-5, opostos às pétalas, na base de um disco hipogínico; ovário súpero, 2-carpelar, multilocular, geralmente com 2 óvulos anatópicos, erectos, em cada lóculo; estilete longo ou curto com um estigma inconspícuo raramente 4-lobado.

**Fruto.** Baga .

Espécies de interesse económico:

**Na alimentação:**

videira – *Vitis vinifera* cvs.

**Ornamentais:**

*Cissus*

*Parthenocissus*

Espécies de interesse ambiental

*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*

**Outras plantas importantes:**

**Anacardiaceae**

*Anacardium occidentale* – cajueiro

*Mangifera indica* - mangueira

*Pistacia vera* – pistácio

*Pistacia terebinthus* – terebinto

**Annonaceae**

*Annona chorimolia* – anona

**Cannabaceae**

*Humulus lupulus* – lúpulo

**Capparidaceae**

*Capparis spinosa* – alcaparra

**Caryaceae**

*Caryca papaya* – mamoeiro, papaeira

**Chenopodiaceae**

*Beta vulgaris* – beterraba (inclui a açucareira, a hortense e a forrageira)

*Spinacea oleracea* - espinafre

**Convolvulaceae**

*Ipomoea batatas* – batateira doce

**Ebenaceae**

*Diospyros kaki* - dióspiro

**Grossulariaceae**

*Ribes nigrum* – groselheira negra

*Ribes sativum* – groselheira vermelha

**Moraceae**

*Ficus carica* – figueira

*Morus alba* – amoreira branca

*Morus nigra* – amoreira negra

**Passifloraceae**

*Passiflora caerulea* - maracujá

**Piperaceae**

*Piper nigrum* - pimenteira

**Punicaceae**

*Punica granatum* – romãzeira

**Rubiaceae**

*Coffea arabica*, *C. robusta*, *C. liberica* – cafés

**Sapindaceae**

*Litchi sinensis* – lichi

**Sterculiaceae**

*Theobroma cacao* - cacaueteiro

**Tetragoniaceae**

*Tetragonia tetragonioides* – espinafre da Nova Zelândia

**Theaceae**

*Camellia japonica* – cameleira

*Camellia sinensis* – chá

## 3. ACTIVIDADES PRÁTICAS

### 3.1. Introdução e objectivos

A identificação é uma parte integrante da taxonomia. As técnicas expeditas de identificação de espécies vegetais utilizam as floras e as chaves dicotómicas. As floras são obras escritas onde se fazem as descrições taxonómicas das plantas de um determinado território; frequentemente compreendem chaves dicotómicas. Estas utilizam os caracteres vegetativos e/ou reprodutivos, tomados em duplas opções opostas entre si, que ao serem respondidas remetem consecutivamente a novas duplas opções, até que se chegue a um determinado resultado. A identificação a que se chega através de uma chave dicotómica deve ser confrontada com a descrição pormenorizada de uma flora, podendo, ainda, recorrer-se à observação directa de material arquivado em Herbário. A identificação assume que existe um sistema de classificação que distinguiu grupos de plantas e lhes atribuiu um nome. O manuseamento correcto de floras e chaves dicotómicas para identificação de plantas é o objectivo a atingir. Este conhecimento é essencial em áreas como a biogeografia, bioquímica, ecologia, genética, fisiologia, ou seja nas ciências que envolvem plantas, incluindo a agricultura e as disciplinas biomédicas.

#### Trabalho de campo/Trabalho de laboratório

Procure colher no campo a planta que tem vindo a estudar nos módulos anteriores, de modo a tê-la num estado fenológico que permita a sua identificação a partir de chaves dicotómicas. De preferência colha uma planta com raiz (nas plantas herbáceas), caules, folhas, flores, frutos e sementes. Se escolher uma planta com flores grandes, em que cada parte seja vista facilmente, terá a identificação simplificada. A identificação compreende os seguintes passos:

- 1) Verifique se é uma planta herbácea ou lenhosa. Se herbácea é uma planta anual, vivaz ou perene?
- 2) Observe a flor e dê nome a cada uma das suas partes.
- 3) Conte o nº de pétalas e de sépalas.
- 4) Verifique se as sépalas e as pétalas são livres ou estão unidas.
- 5) Conte o nº de estames. Observe onde eles estão ligados. Note alguma união dos filetes ou das anteras. Observe a disposição das anteras.
- 6) Conte o nº de pistilos, estiletos e estigmas do gineceu.
- 7) Remova o perianto e os estames. Faça um corte transversal no ovário. Conte o nº de lóculos. Observe o nº de óvulos e o tipo de placentação.
- 8) Selecione outra flor e faça um corte longitudinal de toda a flor em direcção ao seu centro. Note a posição do ovário e a fusão do perianto.
- 9) Note o tipo de folha, a sua disposição e a nervação.
- 10) Note a distribuição e os tipos de indumento.

Quando todos estes caracteres estiverem determinados, o processo de identificação será muito mais fácil. Confronte a determinação que concluiu com a descrição da mesma efectuada por uma flora. Faça um relatório com todos os passos que seguiu. Complete o relatório com a bibliografia consultada.

## 4. QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

- Que tipos de reprodução vegetativa se podem encontrar nas Rosáceas?
- Como se define em organografia a batata?
- Como se designam os caules das videiras?
- O que é um escapo?
- Qual a diferença morfológica e anatómica entre um espique e um tronco?
- Na classificação fisionómica de Raunkjaer como se designam as árvores? E os arbustos? E as ervas? E as trepadeiras?
- As formas fisionómicas predominantes nas labiadas são a camefítica e a hemicriptofítica: que quer isto dizer?
- Qual a diferença entre a folhagem caduca, marcescente e persistente?
- O freixo tem a folhagem caduca: então, onde o podemos encontrar espontaneamente em Portugal?
- Porque é que se diz que nas Apiáceas as folhas têm um pecíolo alargado na base e não uma bainha?
- Como se distingue uma folha simples duma folha composta? Como são formadas as folhas pinadas?
- Como se designam as folhas quando reduzidas a pecíolo?
- Que formas podem adquirir os tricomas (pêlos) nas plantas? Qual a função dos mesmos?
- Que tipo de inflorescência é uma umbela? Que tipo de inflorescência é um capítulo? Como se definem? Qual a diferença entre um cacho e um corimbo? O que distingue uma panícula duma espiga? O que são amentos?
- O que acontece ao crescimento duma inflorescência de uma lamiácea se cortarem a sua extremidade?
- Como é constituída uma corola papilionácea? E uma corola bilabiada?
- O que quer dizer as pétalas poderem ser valvadas, imbricadas ou convolutas?
- Qual a diferença entre plantas monóicas e plantas dióicas?
- Qual a diferença entre carpelo e pistilo?
- Quando é que se diz que um estilete é ginobásico?
- O que são estames sinantéricos? O que são estames monadelfos? E diadelfos?
- O que são estames didinâmicos?
- Como se define uma cipsela?
- O que é um cremocarpo? E um mericarpo? E um carpóforo?
- Qual a diferença entre uma silíqua e uma silícula? Numa silíqua o que é o rostro? Como é formado o septo que separa os dois lóculos?
- O fruto do *Ecballium elaterium* é espermabólico: que quer isso dizer? Como se define um pepónio?
- Qual a diferença entre uma drupa e uma baga?
- Como se define uma vagem?
- O que é uma glande? E uma trima?
- Em que famílias ocorrem brácteas a formar uma cúpula? E espatas, em quais podemos encontrar?
- Como se define um hesperídeo?
- Quais as adaptações morfológicas que as Asteráceas apresentam que justificam serem uma das famílias mais expandidas na Terra?
- A que modos de dispersão estão associadas as leguminosas?
- As Solanáceas são frequentemente polinizadas por insectos: como se designa este tipo de polinização?
- Que adaptações apresentam as orquídeas para que a polinização seja efectuada por insectos?

- Como é que os capítulos com uma única fiada de flores lígulas frequentes nas plantas simples do campo se transformam em capítulos multiligulados nas plantas ornamentais das mesmas espécies?
- Quais as partes utilizadas das plantas referidas dentro de cada família?
- Que tipo de fruto apresentam as plantas referidas para a alimentação?
- Frequentemente a margaça (*Chamaemellum mixtum*) é vendida como sendo camomila (*Chamomilla recutita*): numa ervanária como é que podemos saber se é uma ou outra?
- Em que época se semeiam as abóboras? Porquê?
- As Ericáceas são mais frequentes em locais com pluviosidade elevada ou com baixa pluviosidade?
- Porque é que muitas Leguminosas são invasoras?
- Porque é que as Leguminosas são essenciais na alimentação?
- Das plantas do género *Quercus* qual a que está melhor adaptada ao fogo? Porquê?
- A oliveira é uma árvore tipicamente mediterrânica: que adaptações morfológicas apresenta a este tipo de clima, em que 2 meses têm uma pluviosidade inferior ao dobro da temperatura? Que adaptações à falta de água apresenta uma azinheira?
- Como se distingue uma oliveira dum zambujeiro?
- Uma noqueira isolada pode dar fruto? Porquê?
- Porque produzem as Lamiáceas óleos essenciais?
- As Lauráceas são Magnoliídeas: quais as características morfológicas evidentes que traduzem essa separação das restantes Angiospérmicas?
- A amplitude das características morfológicas das Compostas, das Leguminosas e das Rosáceas, justifica a sua divisão em sub-famílias: quais são elas e o que as distingue entre si?
- A arruda é um pequeno arbusto, com um cheiro muito intenso e desagradável: porque é que a laranjeira é da mesma família da arruda? No APG II também assim as consideram?
- Muitas das Solanáceas são plantas venenosas, a própria batateira também é venenosa, então é seguro comermos batatas?
- Como é que se pode distinguir uma videira silvestre de uma videira europeia, cultivada e depois abandonada?
- Porque é que os charcos mediterrânicos temporários são habitats prioritários para a conservação? O que são plantas cosmopolitas? O que são plantas endémicas? O que é um livro vermelho da flora de um determinado país? O que é a IUCN? Quais são as categorias em que a IUCN divide as plantas?
- Quando é que as plantas se dizem vicariantes? Como se designam em português as formações dominadas por ericáceas? Como se designa o grande bioma dominado por ericáceas?
- O que são plantas alóctones? O que são plantas autóctones?
- Como se chamam as formações dominadas por sobreiro, com aproveitamento agro-silvo-pastoril?
- Frequentemente as labiadas são plantas rupícolas (fissurícolas ou casmofíticas), helófitas e termófilas: então onde as encontra?

## 5. FONTES DE CONSULTA

### Bibliografia básica

- Espírito-Santo M.D., Monteiro A. 1998 *Infestantes das Culturas Agrícolas. Chaves de Identificação*. Ed. ADISA. 90 pp
- Lindon, F., Gomes, H. & Campos, A. 2001. Anatomia e Morfologia Externa das Plantas Superiores. Lidel. Lisboa.

### Bibliografia complementar

- Font Quer P. 1982. Diccionario de Botánica. Editorial Labor, S.A. Barcelona.
- Franco, J.A. & Rocha Afonso, M.L. 1994. Nova Flora de Portugal. *Alismataceae – Iridaceae*. 3 (1). Escolar Editora. Lisboa.
- Franco, J.A. & Rocha Afonso, M.L. 1998. Nova Flora de Portugal. *Gramineae*. 3 (2). Escolar Editora. Lisboa.
- Franco, J.A. & Rocha Afonso, M.L. 2003. Nova Flora de Portugal. *Juncaceae – Orchidaceae*. 3 (3). Escolar Editora. Lisboa.
- Franco, J.A. 1971. Nova Flora de Portugal. 1. Ed. autor. Lisboa
- Franco, J.A. 1984. Nova Flora de Portugal. 2. Ed. autor. Lisboa
- Hickey, M. & King, C. 1988. 100 Families of Flowering Plants. 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge.
- Delaveau et al. 1983. *Segredos e Virtudes das Plantas Mediciniais*. Selecções do Reader's Digest. Lisboa.
- Izco, J., Barreno, E., Brugués, M., Costa, M., Devesa, J., Fernández, F., Gallardo, T., Llimona, X., Salvo, E., Talavera, S., Valdés, B. 1997. *Botánica*. McGraw-Hill- Interamericana de España, S.A.U. Madrid.
- Jardim, R. & Francisco, D. 2000. *Flora endémica da Madeira*. Múchia Publicações. Funchal.
- Jones, S.B., Jr. & Luchsinger, A.E. 1979. *Plant Systematics*. McGraw-Hill Int. New York.
- Masefield, G.B., Wallis, M., Harrison, S.G. & Nicholson, B.E. 1980. *Guía de las Plantas Comestibles*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona
- Press, J.R. & Short, M.J. (eds) 1994. *Flora of Madeira*. The Natural History Museum. HMSO. London
- Rocha, F. 1996. Nomes Vulgares de Plantas Existentes em Portugal. Direcção-Geral de Protecção das Culturas. Produção Agrícola. Ed. especial. Lisboa.
- Sivarajan, V.V., Robson, N.K.P. (ed.) 1984. *Introduction to the Principles of Plant Taxonomy*. 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge.
- Stace, C. 1989. *Plant Taxonomy and Biosystematics*. 2nd ed. Edward Arnold. London.
- Strasburger, E. et al. 1994. *Tratado de Botánica*. 8º ed. Castllana. Ediciones Omega, S.A. Barcelona

### Direcções de Internet

- <http://pt.wikipedia.org>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Angiosperm\\_Phylogeny\\_Group](http://en.wikipedia.org/wiki/Angiosperm_Phylogeny_Group) (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II. 2003. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399–436)
- <http://www.rjb.csic.es/floraiberica/>
- [www.ipni.org/](http://www.ipni.org/)
- <http://www.uc.pt/invasoras/>
- <http://www.iucn.org/>
- [www.icn.pt/sipnat/sipnat4.html](http://www.icn.pt/sipnat/sipnat4.html)

## **BLOCO VI: GEOBOTÂNICA**

**José Carlos Costa**

## **BLOCO VI: GEOBOTÂNICA**

**José Carlos Costa**

### **1. QUESTÕES CENTRAIS**

**O que é a Geobotânica e qual a sua importância e interesse?**

**Quais são as teorias fundamentais dos estudos da vegetação**

**Em que se diferencia a flora da vegetação?**

**Quais são os diversos conceitos que se usam no estudo da paisagem**

**Como os diversos factores influem na distribuição e propagação das espécies?**

**Qual a importância da bioclimatologia?**

**Qual a importância e a utilidade da biogeografia?**

### **2. DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS FUNDAMENTAIS**

**A Geobotânica** é a ciência da vegetação, ou seja, é a descrição, interpretação e predição dos tipos de distribuição das comunidades, populações, espécies ou outras unidades botânicas que se podem observar em níveis de integração comparáveis, no espaço e no tempo.

A vegetação é importante porque é a parte mais óbvia do ecossistema – define o habitat. Os organismos não fotossintetizadores dependem dela, tanto do ponto de vista energético como da renovação do oxigénio atmosférico.

**Porquê estudar a vegetação?**

Os mapas de vegetação são essenciais para a ordenação do território.

O seu estudo é imprescindível para aprender como se relacionam as espécies frente ao meio.

O seu conhecimento é necessário para resolver problemas: conservação, uso sustentável do território, restauração, florestação, usos agrónómicos.

**Os objectivos da Geobotânica são:**

\* Estudo da composição, desenvolvimento, geografia, distribuição e relações ambientais das comunidades de plantas (Fitossociologia, Sinecologia e Sociologia vegetal)

\* Estrutura e anatomia da vegetação (Sinfisionomia)

\* Distribuição geográfica das plantas e suas relações evolutivas (Corologia, Fitogeografia ou Geobotânica Florística)

\* Estudo das funções fisiológicas de plantas individuais no meio e no interior de comunidades (Autoecologia)

\* Estudo da estrutura e função de populações e variações genéticas das mesmas (Ecologia das Populações, Demecologia)

\* Estudo dos factores do habitat e das respostas fisionómicas das espécies e grupos de espécies a eles; estudo do funcionamento das comunidades vegetais e do nicho de populações de plantas no ecossistema (Sinecologia, Ecologia dos Ecossistemas)

\* Sucessão e ontogenia (Sindinâmica)

\* Cartografia do manto vegetal.

Os estudos na Geobotânica crescem em complexidade:

- Indivíduo
- Ecotipo
- Espécie
- População Comunidade
- Complexo de comunidades Paisagem



- Biogeografia

A Geobotânica necessita dos conhecimentos proporcionados pela Biologia, Botânica, Climatologia, Edafologia, Meteorologia, Geologia, Matemática, Geografia, Ecologia

### ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO

É o espaço definido pelo polígono que contém os pontos onde se observa a presença de determinada espécie

Depende de:

- Lugar de origem da planta
- Habitat a que se encontra adaptada
- Efectividade dos mecanismo de dispersão
- Espécies com que tem compartilhar os recursos de cada localidade
- Resistência a herbívoros e/ou parasitas
- Nem sempre é possível que a planta chegue onde haja a um habitat adequado para ela
- Às vezes, mesmo chegando, a competição pelos recursos pode eliminá-la
- Consequência: a área potencial é menor que a área efectiva.

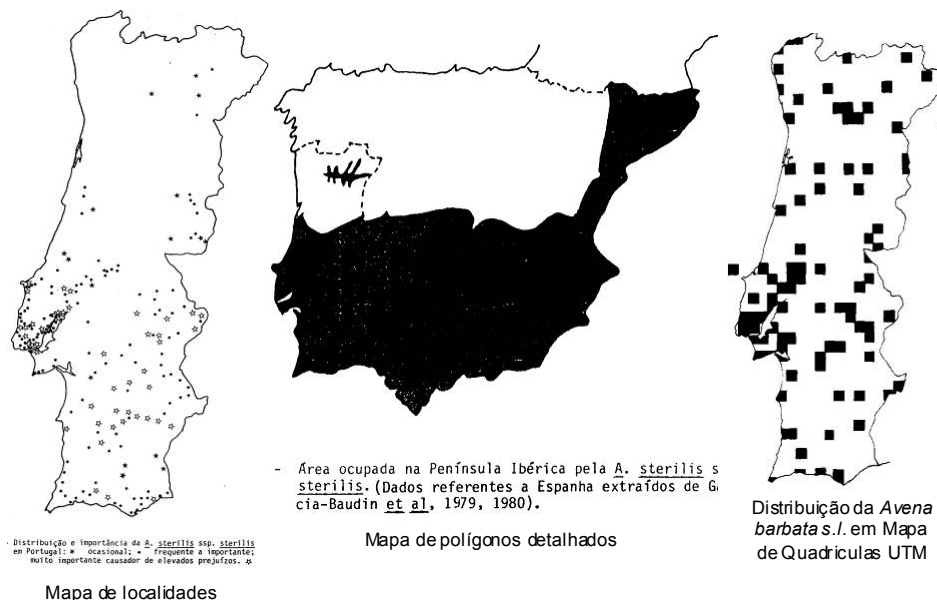
**Corologia** é a ciência que se dedica ao estudo da distribuição de espécie.

**Centro de origem** é área onde determinada espécie apareceu pela primeira vez. O centro de origem pode-se estabelecer a partir do território onde determinado género possui mais táxones.

Em Portugal encontram-se o centro de origem dos géneros *Ulex*, *Stauracanthus*, *Avena*. Os géneros *Cytisus*, *Pterospartum*, *Echinospartum* têm origem na Península Ibérica; o género *Ononis* na Bacia Mediterrânica.

Existem géneros cuja área de distribuição se encontra muito localizada como por exemplo com *Welwitschia* que se encontra só no deserto da Namíbia, *Azorina* só nos Açores, *Sinapidendron*, *Musschia*, *Chamaemeles*, *Monizia*, *Melanoselinum* e *Parafestuca* só no Arquipélago da Madeira.

### MÉTODOS DE DELIMITAÇÃO E CARTOGRAFIAS DE ÁREAS

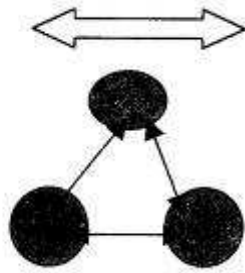


### Tipo de áreas de distribuição

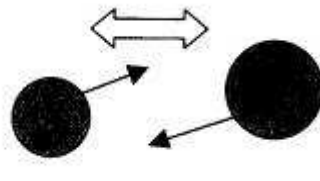
### Tipos de área



contínua



descontínua



disjunta

- A possibilidade de intercâmbio genético depende do “limiar de dijunção”
- Existem áreas disjuntas de origem politrópica (híbrido de origem poliplóide)
- Contínuas: sobretudo de espécies de origem recente ou ubiquista
- Descontínuas: espécies mais antigas, com áreas contínuas que se foram desagregando
- Relíquias: pequenas populações isoladas notavelmente da área principal da espécie, têm grande transcendência na conservação (alto da Serra de Monchique: *Quercus canariensis*)
- Disjunções que afectam numerosas espécies (Ártico-Alpinas; Murciano-Magrebina).

### Tamanho de áreas de distribuição:

**Cosmopolitas:** ampla área de distribuição na Terra;

**Subcosmopolitas:** expandidas mas faltam em diversa zonas da Terra;

**Endémicas:** área de distribuição restrita a um território.

### Endemismos

#### Origem

- Mudança brusca de condições do meio
- Favorecimento por isolamento genético (disjunções) e evolução
  - Orografia (cimo da Serra da Estrela, Serra Nevada 36%, Pirinéus 14%, Monte Quénia 81%)
  - Desértico (Hogar 60%, Tassili 40%)
  - Edáfico – flora de rochas especiais (serpentinites Bragança –Monte de Morais, dolomites – Serra da Arrábida, gessícolas)
  - Insular (Madeira, Açores, Cabo Verde, Canárias 40%, Hawai 92%, Novas Hebridias 100%)

#### Tipos

Segundo a idade:

**macroendemismos ou paleoendemismos** – origem antiga, geralmente agrupamento superior a espécie

**microendemismos ou neoendemismos** – origem recente

Segundo a origem:

**apodemismo** – Poliplóides originados a partir de um diplóide de ampla distribuição

**patroendemismo** – Diplóide que originou poliplóides e que já está em regressão

**esquizoendemismo** – Por fragmentação da área de um parental, isolamento e evolução das populações, como as subespécies de *Quercus faginea*

#### Vicariância:

**vicariante** - São unidades equivalentes originadas por esquizoendemismos

**geovicariante** – substituição geográfica: o mesmo habitat em territórios diferentes, p.ex. em dunas *Armeria welwitschii* a norte de Cascais e *Armeria pungens* a sul do Tejo

**ecovariante** – Substituição ecológica: no mesmo território habitats diferentes, no Divisório Português *Ulex densus* em calcários e *Ulex jussiaei* em solos ácidos.

## INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS COMUNIDADES

- HUMBOLDT (1807): *formas vitais* como principais tipos de plantas que caracterizam comunidades vegetais
- GRISEBACH (1838): *formação* como tipo distintivo de comunidade vegetal, caracterizado pelos tipos fisionómicos (formas vitais); estendida desde a suas origens por todos os continentes; pai das cinco tradições regionais e ainda hoje uma das principais aproximações ao estudo da vegetação

### Esquemas da comunidade no espaço

- Espécies de um território: flora
- Agrupamentos das espécies na flora de um território por afinidades ecológicas: vegetação
- Segmentos da vegetação: comunidades vegetais (fitocenoses)
- Critérios múltiplos para definir comunidades vegetais
  - ✓ Composição florística relativamente consistente em toda a sua área de distribuição (critério de similitude)
  - ✓ Correlação entre as espécies para aproveitar os recursos do meio
  - ✓ Fisionomia homogénea
  - ✓ Devem reaparecer quando as condições ambientais se repetem
  - ✓ Estudo através de parcelas de coberto vegetal (objecto real)
- Abstracções: associação vegetal, comunidades

### Conceito de factores limitantes aplicado à distribuição de espécies

- As espécies isoladas mostram curvas gaussianas frente a gradientes ambientais ou de recursos
- As espécies convivendo só mostram curvas gaussianas diferentes em gradientes ambientais
- Por vezes as curvas não são gaussianas (truncadas, distorcidas, inclinadas para um lado, etc.)
- As distribuições controladas por mais de um factor e a competição pelos recursos distorcem as curvas
- A compensação dos factores ecológicos originam curvas condicionais

### São as comunidades umas entidades discretas com limites estritos?

- As comunidades são identificáveis a um simples olhar (fisionomia, cor, dominância, formas de vida), ou por contactos abruptos
- Há uma relação entre as comunidades e as posições topográficas, situações edáficas, tipos alteração, etc.
- Os limites entre comunidades podem ser difusos (ecótonos) ou abruptos, em função dos tipos de transições ecológicas
- Com amostragem sistemática, não se observa individualidade de comunidades

## Teoria das Comunidades (Fitocenoses) - Clements

### Premissas

- As plantas tipicamente convivem em grupos repetitivos de espécies associadas. Tais grupos podem ser descritos através da identificação de espécies ou de formas vitais mais abundantes, as espécies de maior tamanho, as dominantes ou de carácter exclusivo
- Na maioria das comunidades há inter-relações bióticas entre as plantas constituintes; como consequência de se haver chegado a um equilíbrio no uso dos recursos (ar, água, luz, espaço e nutrientes)
- Do ponto de vista prático, as comunidades consideram-se subdivisões do coberto vegetal

- Quando o manto vegetal mostra mudanças mais ou menos óbvias (observáveis a escala espacial ou temporal)

Podem-se distinguir comunidades diferenciadas por:

Mudanças espaciais:

- ✓ Altura de plantas
- ✓ Composição de espécies
- ✓ Dominância
- ✓ Formas vitais (tipos fisionómicos)
- ✓ Separação

Mudanças temporais:

- ✓ Estacionalidade das respostas das plantas
- ✓ Variação estacionais (chuvas, seca, temperatura)
- ✓ Variações do meio

### **Perspectivas no conceito e estudo das comunidades vegetais**

- Clements - organismo que nasce, cresce, reproduz-se e morre (holístico);
- Gleason - mistura de plantas individuais e independentes;
- Ramensky – Plantas individuais, mas há interações (relacionado com o conceito integrado);
- Tansley – Quasiorganismo (conceito integrado): são entidades no sentido de que funcionam em muitos aspectos como um conjunto e podem ser estudados como tais;
- Braun-Blanquet – Sistemático, classificam-se de forma similar a grupos taxonómicos;
- Walter – a) competidores directos b) espécies dependentes c) espécies complementares;
- Austin – Ligadas a espaço físico (paisagem) não extrapolável;
- Westhoff – Conceito integrado: as fitocenoses são conjuntos funcionais, que representam algo mais que a soma dos indivíduos que as compõe seleccionadas pelo meio abiótico; a integração das fitocenoses é resultado de interações entre seus componentes e manifesta-se primariamente pela sua capacidade de autoregulação.

### **Teoria do *Continuum* - Gleason**

- Existe uma ampla sobreposição nas curvas ecológicas de espécies ao longo de gradientes ambientais
- As comunidades integram-se de forma contínua ao longo de um gradiente
- As comunidades não são naturais, sua separação depende dos critérios utilizados
- Não é necessária uma razão espacial entre os lugares com similares valores num gradiente, já que estas são dimensões abstratas num espaço ecológico, donde a posição relativa dos lugares reflitam similitudes florísticas ou ambientais
- O conceito de *continuum* é aplicável ao espaço ecológico abstracto, não necessária a uma zona geográfica concreta
- A análise multivariável do tipo de ordenação é a mais adequada para a caracterização da vegetação com a perspectiva do *continuum*

Gleason - Conceito individualista (fig 2.2.b)

Ramensky, Whittaker – *Continuum* com partição de recursos, análise de gradientes (fig 2.2.c.)

Austin – Partição recursos em cada estrato, individualista entre estratos

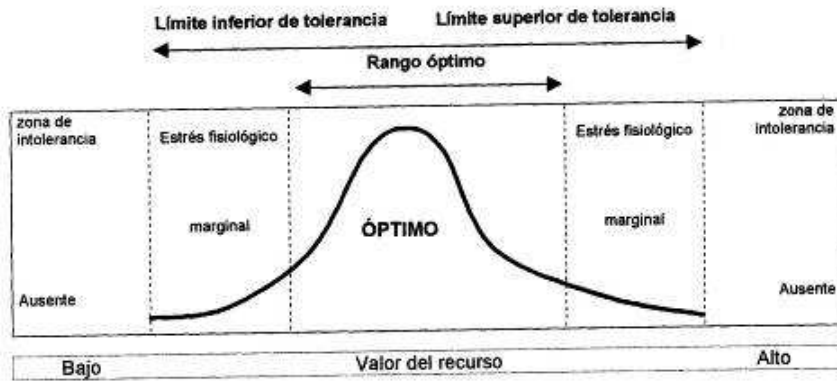


Figura 2.1. Respuesta de una especie aislada frente a un gradiente de recursos (modificado a partir de Cox y MOORE 1985)

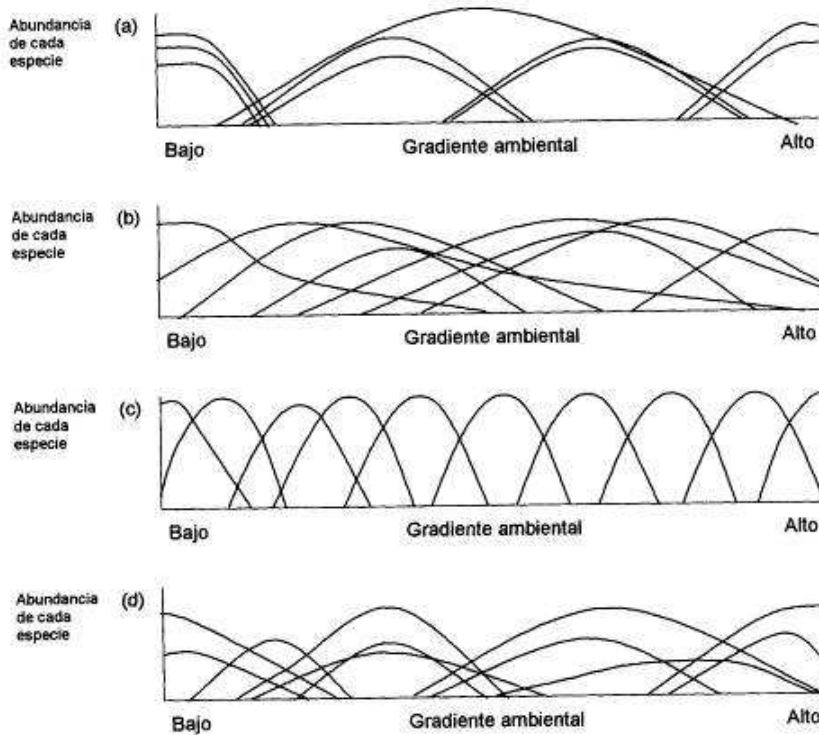


Figura 2.2. Modelos alternativos para la organización de la vegetación a lo largo de un gradiente ambiental.

### Teoria actual do *continuum*

1. Os gradientes ambientais a que se pode aplicar a teoria do *continuum* são dois: a) recursos b) fisiológicos directos;
2. O nicho efectivo (ecológico) das espécies na resposta a um gradiente de recursos tomará a forma de uma série de curvas aninhadas (2.6);

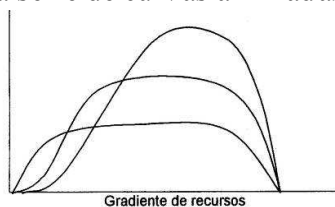


Figura 2.6. Nicho efectivo en respuesta a un gradiente de recursos

3. O nicho efectivo das espécies na resposta a gradientes ambientais tomará a forma de uma série de curvas separadas, independentemente mas parcialmente sobrepostas (fig. 2.6);
4. As curvas de resposta fundamental serão tais que uma porção particular do espaço do recurso, uma espécie tenderá uma relativa capacidade de vantagem sobre as outras

5. O nicho efectivo de uma espécie é uma mistura multiespecífica que se pode determinar a partir do nicho fundamental (fisiológico) das espécies componentes da mistura

### Propriedades emergentes das comunidades

6. A riqueza específica mostrará dois máximos em posições intermédias tanto em gradientes de recursos como directos; estes serão nas posições intermédias valores entre valores extremos (ex. carência ou toxicidade em um gradiente de recursos [fig. 2.8])

7. Dominância, a máxima proporção de biomassa representada por uma espécie isolada ou poucas espécies, mostrará três máximos: dois baixos em condições extremas, donde só uma (ou poucas) espécies poderiam existir, e outras baixo condições óptimas, onde os processos competitivos determinam a composição específica (fig. 2.9)

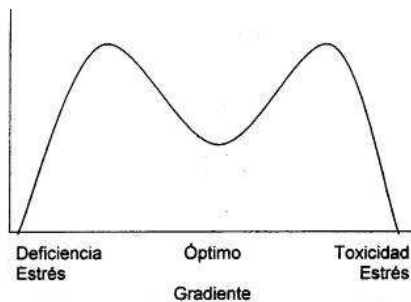


Figura 2.8. Riqueza específica

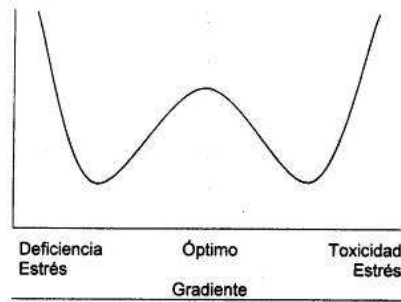


Figura 2.9. Percentaje de dominancia

### Propriedades emergentes das comunidades

8. A biomassa total da vegetação mostrará uma curva gaussiana bem ajustada à resposta dos gradientes ambientais

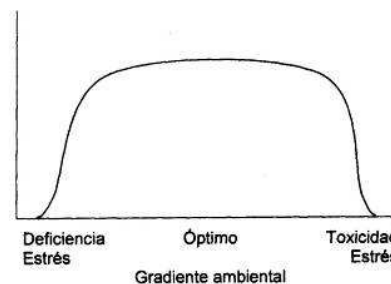


Figura 2.10. Biomassa total en gradientes ambientales

## FITOSSOCIOLOGIA: MÉTODO DE BRAUN-BLANQUET

### Premissas:

- Interessa a composição florística total das comunidades;
- O conceito de comunidade vegetal tem uma posição intermédia entre as principais acepções (organismo, estrutura social e individualista);
- Dá ênfase às espécies diagnosticas (mais sensíveis e melhores indicadoras que as restantes);
- Espécies de diagnóstico usam-se para organizar as comunidades numa classificação formal hierárquica;
- Há que distinguir comunidades vegetais concretas (fitocenoses) de classes ou tipos abstractos de comunidades (sintáxones);
- Sintáxones caracterizados por espécies diagnóstico de três tipos: características (exclusivas ou quase), diferenciais (distinguem sintáxones próximos) e constantes (companheiras frequentes);
- A investigação inclui três fases: analítica (tomada de inventários), sintética (comparação e classificação preliminar) e sintaxonómica (engrenagem do sistema hierárquico).

A **Fitossociologia** estuda as comunidades vegetais, as suas interrelações e a sua dependência face ao meio vivo, isto é, a ciência dos agrupamentos vegetais ou dos **sintáxones** (*sintaxa*). É um

sistema hierarquizado onde a **associação** é a unidade elementar, estando acima progressivamente **aliança, ordem e classe**.

**Associação** é um conceito abstracto definida *por um conjunto de indivíduos que possuem em comum ou aproximadamente as mesmas características florísticas, estatísticas, ecológicas, dinâmicas, corológicas e históricas*.

Cada associação deve possuir uma combinação estatística repetitiva das espécies características, diferenciais e companheiras, tem de se situar num contexto ecológico preciso, ou seja, deve possuir e contribuir para definir um biótopo particular (habitat próprio), e possuir uma área geográfica própria. A associação tem um carácter sucessional - significado evolutivo determinado no interior de uma série climática ou agrupamentos maduros, podendo ser um das comunidades iniciais, intermediários ou finais, tornando a dinâmica vegetal progressiva ou regressiva. **A combinação florística das espécies é o fundamento do sistema fitossociológico**

*etea* terminação de classe: *Quercetea ilicis*

*etalia* terminação de ordem: *Quercetalia ilicis*

*ion* terminação de aliança: *Quercion broteroi*

*etum* terminação de associação: *Arisaro-Quercetum broteroi*

*etosum* terminação de subassociação: *Erico-Quercetum lusitanica e ulicetosum welwitschianii*.

### **Etapa analítica: inventário fitossociológico**

O inventário fitossociológico é uma lista de espécies cada uma das quais acompanhada de índices quantitativo (abundância / dominância) e qualitativo (sociabilidade) e uma série de dados ecológicos.

A escolha da área a estudar tem de ter em conta que o inventário deve ser efectuado dentro de um elemento representativo da paisagem, fugir à amostragem ao acaso, deve ter homogeneidade florística e ecológica para se evitar erros

A **escala de abundância-dominância** conjuga uma estimativa do número de indivíduos de cada espécie num inventário (abundância) e a superfície que ocupam

**r** - indivíduos raros ou isolados

**+** - indivíduos pouco frequentes, com muita fraca cobertura

**1** - indivíduos abundantes mas de fraca cobertura (1 a 5%)

**2** - indivíduos muito abundantes cobrindo pelo menos 1/20 da superfície (5 a 25%)

**3** - número qualquer de indivíduos cobrindo 1/4 a 1/2 da superfície (25 a 50%)

**4** - número qualquer de indivíduos cobrindo 1/2 a 3/4 da superfície (50 a 75%)

**5** - número qualquer de indivíduos cobrindo mais de 3/4 da superfície (75 a 100%)

A **escala de sociabilidade** aprecia a maneira como os indivíduos da mesma espécie estão dispostos uns em relação aos outros no interior de uma determinada população

**1** - indivíduos isolados

**2** - em tufo

**3** - em grupo

**4** - em colónia

**5** - em povoamento

Está muitas vezes relacionado com o tipo biológico da espécie, sendo por isso que alguns autores o deixaram de usar e ultimamente abandonada.

### **Área mínima**

Nos inventários deve-se calcular área mínima. Esta define-se como a menor área onde se encontram todas os táxones presentes no inventário.

As áreas mínimas são muito variáveis podendo ser 0,5 m<sup>2</sup> numa comunidade rupícola, 1-2 m<sup>2</sup> num prado anual, num mato 10-50 m<sup>2</sup>, num bosque mediterrânico 100-200 m<sup>2</sup>, nas florestas tropicais as áreas mínimas podem atingir hectares

### **Eta­pa sint­tica**

Consiste essencialmente na elabora­ção dos quadros fitossociol­gicos, donde se destacar­o os caracteres sint­eticos dos agrupamentos, em especial a presen­ça e a fidelidade

#### **Quadros fitossociol­gicos**

Ap­os a realiza­ção dos invent­arios numa determinada comunidade vegetal agrupam-se num estudo sint­etico.

A defini­ção de grupos realizam-se a partir da composi­ção floristica dos invent­arios comparando-os uns com os outros, sendo os quadros fitossociol­gicos o m­etodo mais usual para comparar. Estes podem ser de dois tipos: anal­ticos e sint­eticos

Os quadros anal­ticos s­o elaborados a partir dos invent­arios segundo uma dupla entrada a linha horizontal para as esp­ecies e a coluna vertical para os ­ndices dos invent­arios.

#### **Quadros fitossociol­gicos**

A constru­ção do quadro anal­tico faz-se por etapas sucessivas de compara­ção anal­gica dos invent­arios reunidos em diferentes quadros:

1­o o quadro bruto reúne os invent­arios na ordem inventariada

2­o o quadro de presen­ça, classe de esp­ecies do quadro em fun­ção da sua presen­ça decrescente

3­o o quadro parcial que s­o agrupa algumas esp­ecies de que se sup­oe ser a tend­ncia de combina­ção ou exclus­o

4­o o quadro ordenado faz aparecer os agrupamentos estatisticos ou grupos de esp­ecies ligadas, reunindo nas proximidades uns dos outros os invent­arios que s­o mais parecidos

5­o o quadro fitossociol­gico definitivo classifica as esp­ecies por categorias fitossociol­gicas, e no interior de cada categoria por presen­ça decrescentes.

### **Quadros fitossociol­gicos**

Os quadros sint­eticos ou romanos re­unem e comparam as colunas de presen­ça extra­idas dos quadros detalhados. A sua elabora­ção segue os mesmos passos do quadros fitossociol­gicos

Os quadros fitossociol­gicos e sint­eticos podem ser utilizados simult­aneamente

#### **Presen­ça e fidelidade**

A presen­ça n­o ­ mais que a express­o da frequ­ncia relativa duma esp­ecie num quadro detalhado

As percentagens de presen­ça duma esp­ecie podem ser agrupadas num quadro de presen­ça:

V	> 80%
IV	60,1 a 80 %
III	40,1 a 60%
II	20,1 a 40%
I	10,1 a 20%
+	5,1 a 10%
r	< 5%

S­o se aplica a partir de 6 invent­arios

### **PAISAGEM**

O **cl­imax** ­ um ecossistema maduro e est­avel representa o termo final da din­amica em condi­ções ed­aficas m­edias (excepto em arribas, depress­ões ou vales), por outras palavras, a vegeta­ção clim­atica ­ aquela que tem maior biomassa e diferencia­ção estrutural. Em geral, o cl­imax em Portugal est­a representado por um agrupamento florestal.

Devido a dificuldade de se estabelecer o cl­imax criou-se o conceito de **vegeta­ção natural potencial** que ­ aquela para a qual tende naturalmente a din­amica vegetal. A vegeta­ção potencial (cl­imax



actual) pode ser diferente da vegetação climácica original por ter havido alterações (eutrofização, alteração do substrato, mudança climática).

**Vegetação primitiva** é a que existia antes da intervenção do homem.

**Vegetação relíquia** ou **fóssil** corresponde às porções de vegetação instaladas quando de outros climas, e que devido ao clima actual são incapazes de se reinstalar em caso de destruição. Geralmente encontram-se em meios muito especializados (cristas, arribas, turfeiras, etc.) e possuem um grande interesse fito-histórico e um alto valor para a conservação de sítios.

**Vegetação actual** é aquela que se observa na paisagem presente:

**vegetação actual natural** sem influência humana;

**vegetação actual seminatural** aquela em que não se alterou a estrutura e em que a sua biomassa é autóctone (montado, prado, mato);

**vegetação artificial** – a biomassa é de origem exterior ao local (culturas).

**Sucessão:** Uma modificação da composição de espécies (comunidade) que ocupam uma determinada superfície ao longo do tempo. Há vários tipos de sucessão:

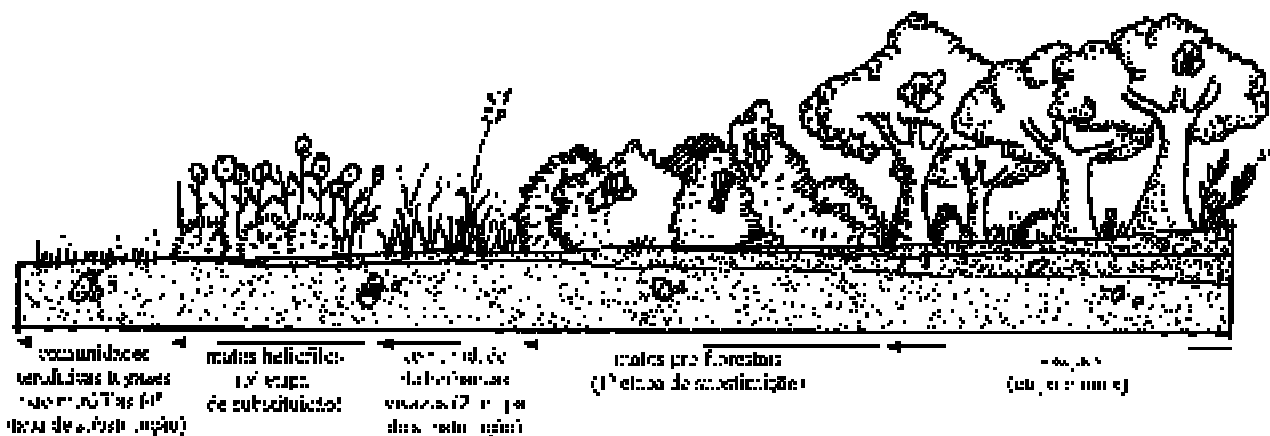
**Sucessão progressiva:** leva ao aumento da complexidade e da biomassa;

**Sucessão regressiva:** leva à simplificação, perda de biomassa;

**Sucessão primária:** colonização e estabelecimento das espécies pioneiras em zonas que nunca tiveram cobertura vegetal (vulcões, dunas costeiras);

**Sucessão secundária:** ocorre após a destruição da vegetação original (pode ser devido à acção humana ou causas naturais), e o fenómeno que tem lugar é uma recuperação;

As diferentes comunidades que conduzem uma sucessão a um clímax formam uma **série de vegetação**. Cada uma das comunidades integrantes de uma série denomina-se etapa. Se esta comunidade tiver menor biomassa designa-se por etapa de degradação, etapa subserial ou etapa de substituição, se pelo contrário aumentar a biomassa diz-se etapa de recuperação. As etapas integrantes iniciais na sucessão designam-se por pioneiras. A etapa teórica final da sucessão num dado lugar denomina-se de clímax ou etapa madura. A cabeça de série corresponde à comunidade climácica. Numa comunidade clímax a composição de espécies mantém-se estável por um largo período de anos.



Em função do clímax, distinguem-se três tipos de série de vegetação:

**Climatófilas** prosperam nos euclimótopos e as comunidades que as compõe constituem a vegetação zonal. A vegetação está de acordo com o bioclima (temperatura) e ombroclima (precipitação) do local.

**Edafoxerófilas** ocorrem em locais com solos mais finos que os euclimótopos (cumes, solos erosionados ou pobres).

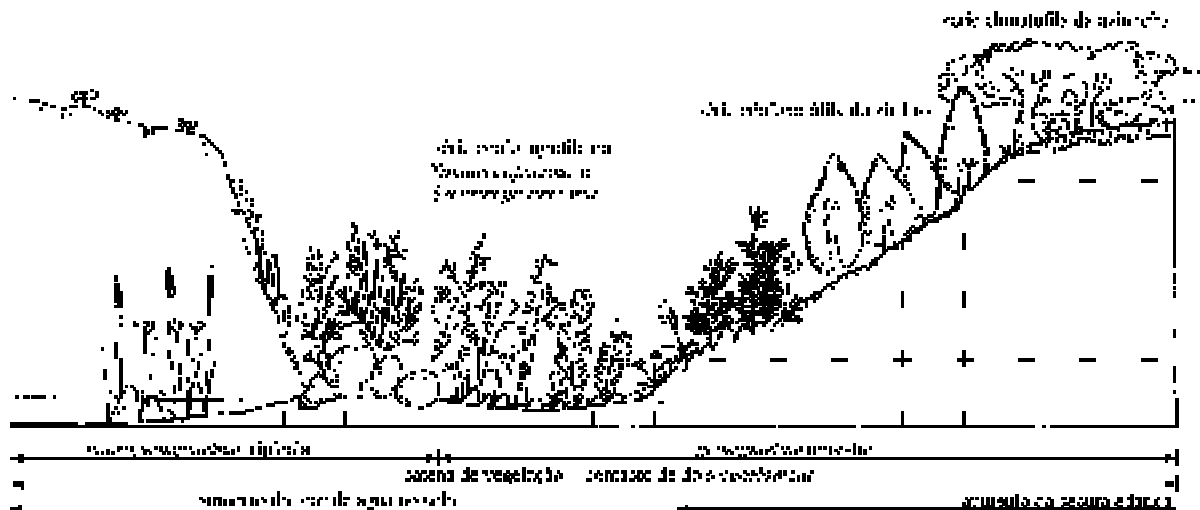
**Edafo-higrófilas** encontram-se em locais de acumulação de água freática (fundo de vale).

O conceito de *permasigmetum* ou **permasérie de vegetação** foi criado para um tipo de vegetação que povoa tesselas ou complexos tessellares muito afins em situações microtopográficas ou edáficas excepcionais, como cristas rochosas, dunas e cursos de água temporários, cumes de alta montanha, territórios polares, hiperdesertos, etc., em que a sucessão em direção ao clímax teórico regional se viu bloqueado numa etapa da sucessão progressiva. O *permasigmetum* é constituído por uma comunidade perene que tem como etapa de substituição ela própria (série monosserial), ou quando muito, em casos de perturbação ambiental, uma comunidade terofítica que rapidamente dá origem de novo à comunidade perene. Este termo já teve o nome de *microsigmetum*.



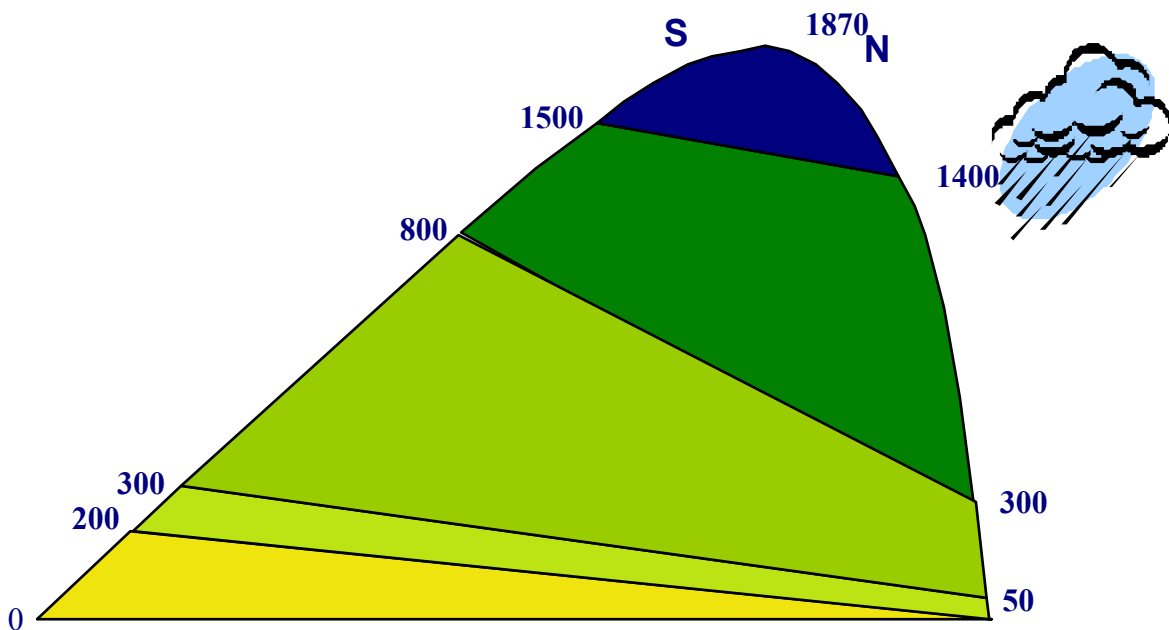
Considera-se **vegetação zonal** aquela que está de acordo com o clima regional e com as condições ecológicas do local considerado. A floresta boreal de coníferas considera-se o clímax da zona boreal; a vegetação à base de *Quercus* de folha persistente (sobreiros, azinheiras) é da Região Mediterrânica. Como já foi referido, as comunidades inseridas numa série climatófila consideram-se inseridas na vegetação zonal. Considera-se **vegetação azonal** as formações determinadas pelas condições locais de solo e topografia (sapais, dunas, turfeiras, arribas rochosas) e que representam enclaves diferentes da vegetação da zona climática onde elas se encontram. A vegetação azonal é especializada. Chama-se **vegetação extrazonal** às formações que são testemunhas de antigas oscilações climáticas.

A paisagem vegetal é um mosaico ordenado de comunidades vegetais ligadas entre si por certas relações espaciais e temporais. A **geossérie** é um conjunto de comunidades vegetais que, coexistindo no tempo, se substituem no espaço segundo uma ordem determinada e formam zonas consecutivas em relação com a mudança progressiva que sofrem factores importantes do ambiente (humidade edáfica, salinidade, mobilidade do substrato, etc.). As causas desta ordem são gradientes ambientais, muitas vezes ligadas à geomorfologia.



**Catena** é o conjunto de comunidades vegetais contíguas ordenadas em função de alguma mudança de factor ecológico (temperatura, humidade, topografia, etc.), sendo a representação paisagística do fenómeno de zonação. A causa desta ordem são gradientes ambientais muitas vezes ligadas à geomorfologia. Toda a paisagem vegetal é um mosaico de comunidades que se dispõe formando geosséries. Nestas unidades de catena, para além do fenómeno sucessional, considera-se a zonação espacial da vegetação à escala de uma unidade fitotopográfica ou ecofisiográfica. O número de geosséries de um território depende do relevo, do clima e do contexto geográfico. O modelo ambiental mais generalizado pode resumir-se na unidade geomorfológica: cume, encosta e fundo de vale.

**Clissérie altitudinal** é o deslocamento altitudinal ou latitudinal dos andares de vegetação climatófila nas geosséries de maior escala espacial devido às mudanças termoclimáticas.



Clissérie da Ilha da Madeira: **amarelo** série do zambujeiro, **verde alface** série do marmulano, **verde claro** série do barbusano, **verde** escuro série do til / loureiro, **azul** série do urzal arbóreo

*Geopermasigmetum* são microcatenas vegetacionais que geralmente ocupam pequenas dezenas de metros quadrados, limitadas por situações microtopográficas e edáficas excepcionais, que num pequeno espaço, originam um grande número de residências ecológicas ou microtesselas, povoadas por comunidades permanentes pouco estratificadas, que parecem ter alcançado o seu equilíbrio ecológico. São exemplos margens de linhas de água permanentes, lagos, sapais, mangais, dunas marítimas, turfeiras, vegetação rupícola, arribas marítimas, etc.



### ÍNDICES DE DIVERSIDADE ESPECÍFICA

Tem como objectivos a comparação das relações de abundância das espécies dentro de uma comunidade, ou a comparação de diversas comunidades. A diversidade de uma comunidade possui duas componentes:

**riqueza específica** refere-se ao nº total de espécies presentes

**equitabilidade** refere-se à medida como abundâncias das espécies estão distribuídas

Se numa comunidade composta por 10 espécies se 90% dos indivíduos ou da cobertura pertencerem a uma única espécie, estando as restantes 10% distribuída pelas restantes 9 espécies a equitabilidade é considerada baixa, pelo contrário se cada espécie possuísse 10% a equitabilidade seria elevada

Para a medição da diversidade local conhecida por *alpha* ou inter-habitat são utilizados os seguintes índices: **Shannon, Equitabilidade, Simpson**

Permitem pois estimar a diversidade dos habitats, contudo estas medidas não são indicadores de qualidade da diversidade porque não entram em conta com a raridade, a endemidade das espécies

### Índice de Shannon (H)

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Em que s = nº de espécies; p<sub>i</sub> = proporção de indivíduos ou abundância de espécies i expressas como proporção da cobertura total.

Não tem limites superiores estabelecidos e é tanto maior quanto maior for o nº de espécies, o seu grau de abundância e a aproximação da distribuição das mesmas. É sensível à presença de espécies de fraca cobertura.

## Índice de Equitabilidade (J)

$$J = H'/H' \text{ máx.}$$

Este índice é obtido a partir do índice de Shannon. Traduz a relação entre a diversidade real e a diversidade máxima teórica. Varia entre 0 e 1.

Quanto mais próxima de 1 maior a equitabilidade mais equilibrada é a distribuição de espécies na comunidade. Valores próximos de 0 significam que todos ou quase todos os indivíduos são da mesma espécie

## Índice de Simpson (N<sub>SI</sub>)

$$N_{SI} = 1 - \sum p_i^2$$

Varia entre 0 e 1. Facilita a comparação com resultados obtidos na equitabilidade. É sensível à presença de espécies com elevada cobertura. Indica a probabilidade de dois indivíduos colhidos aleatoriamente numa população pertencerem à mesma espécie

## FACTORES DE DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS

### Princípios ambientais

- Princípio do factor limitante de Liebig: qualquer processo que depende de muitos factores está realmente controlado por aquele que se aproxima mais a um valor para o qual o processo para;
- Princípio do meio holocinético de Friederich: as relações entre a comunidade e o meio são holocenóticas isto é o sistema reacciona como um todo;
- Princípio dos factores desencadeantes : a eliminação de um factor limitante ou a presença de um novo, cria sempre uma reacção em cadeia de grande alcance no ecossistema e em algumas ocasiões de substituição de um ecossistema por outro;
- Princípio da substituição de factores: a falta de um factor pode ser compensada pela presença de outros, com resultados equivalentes (p. ex. a substituição da falta de água das chuvas pode ser compensado por escurrimento e menor evapotranspiração em depressões sombrias ou um rio atravessar uma zona desértica).

### Factores globais:

- Distribuição latitudinal da radiação solar
- Circulação global da atmosfera e redistribuição da temperatura
- Correntes oceânicas

### Climáticos

#### Temperatura

Cada espécie tem um limite máximo, um limite mínimo e um óptimo de temperatura para efectuar as diversas fases do seu ciclo vegetativo.

Zona equatorial - plantas perenifólias

Zonas tropicais secas - plantas caducifólias na época seca

Zonas mediterrânicas - perenifólias de folhas coriáceas

Zonas temperadas - plantas caducifólias na época fria

Zonas boreais - coníferas perenifólias

**Termófila:** planta que gosta de calor, não suporta o frio principalmente geadas.

## Acção da luz e radiação solar

- Direcção: luz directa, luz difusa.
- Intensidade: varia das montanhas para as planícies. Em igualdade de circunstâncias a intensidade da luz regula o comprimento dos entrenós do caule e actua sobre as dimensões, forma, recorte e anatomia das folhas.
- Constituição: os raios luminosos procedem principalmente da região azul-violeta do espectro ao passo que os térmicos procedem da região amarela, vermelha ou infravermelha.
- Periodicidade: diferenças na distribuição diária e sazonal da luz.

Segundo a adaptação à luz as plantas podem ser **heliófilas** quando exigem luz plena ou **umbrófilas, ciáfilas ou esciófilas** quando adaptadas à sombra ou falta ou deficiência de luz.

**Fotoperiodismo:** o **fotoperíodo:** é a razão entre a duração do tamanho do dia e da noite necessária para uma planta florir:

- **Plantas de dias curtos:** só florescem se o fotoperíodo é menor que o tamanho crítico (dia com menos de 14 h, florescem no Outono ou no fim de Verão)
- **Plantas de dias longos:** só florescem se o fotoperíodo é maior que o tamanho crítico (dia com mais de 14h, florescem na Primavera e no início de Verão)
- **Plantas de dias neutros:** não necessitam de fotoperíodo

## Água

A água é a base da vida das plantas determinando a base química da vida, a circulação e a absorção de nutrientes do solo, determina a distribuição e a fisionomia da vegetação. As fontes de água para as plantas são precipitações visíveis (chuva, neve, granizo), invisíveis (orvalho, nevoeiros, humidade atmosférica) ou outras (escorrimento, toalha freática). A distribuição das chuvas ao longo do ano tem influência no tipo e distribuição dos vegetais. A neve e o gelo só ficam disponíveis para as plantas quando passarem ao estado líquido.

**Quionófila:** planta que vive na neve ou junto a ela;

**Nival:** planta que se encontra a cima do limite climático inferior ao das neves perpétuas;

**Hidrocóricas:** plantas cuja dispersão das sementes é feita pela água;

**Higrófila:** planta que vive em meios muito húmidos;

**Planta ribeirinha, ripícola:** planta que vive na margem de rios, ribeiros e linhas de água. O termo ripário é um neologismo de origem inglesa que deve ser evitado;

**Aridez:** consideram-se áridos aqueles territórios em que haja um período de tempo em que as necessidades hídricas das plantas não estão asseguradas pelo meio.

**Xerófitas:** plantas adaptadas à secura:

- **Malacófilos:** plantas de folhas brandas, as quais murcham no período seco podendo *inclusive* cair
- **Esclerófilos:** plantas lenhosas de folhas pequenas e duras providas de tecidos mecânicos, próprias de clima mediterrânico e tropical seco
- **Esteo-hidros:** plantas capazes de fechar os estomas e parar a fotossíntese nos períodos secos, consumindo-se lentamente até novas condições favoráveis

## Vento

Importante no litoral, montanhas e zonas planas. Pode exercer sobre as plantas:

- **Acção directa:**
  - ✓ Distribuição e transporte de diásporos (**plantas anemocóricas**)

- ✓ Morfologia das plantas: anemorfoses, pulviniforme, enanismo, formas prostradas, partir ramos
- ✓ Dessecação e aumento da evapotranspiração
- ✓ Erosão da cutícula por fricção e abrasão provocadas por neve, pó, partículas, sal
- ✓ Desenterrar raízes ou cobrir a planta
- **Ação indirecta:**
  - ✓ Modifica a temperatura e a humidade do ar
  - ✓ Erosão do solo
  - ✓ Transporte da maresia
  - ✓ Redistribuição da neve

### Factores fisiográficos - relevo

Resultam da configuração do terreno e do relevo.

- **Exposição**
  - ✓ Efeito de Föhn: as encostas expostas ao mar são mais húmidas e chuvosas que as não expostas
  - ✓ sombra das chuvas provoca secura orográfica (barreiras montanhosas paralelas, zonas rodeadas de elevações influi no Föhn)
  - ✓ Encosta soalheira (sul) e encosta sombria (norte)
  - ✓ Faz variar a temperatura. Diferenças entre as encostas norte e sul, e oriental e ocidental. A presença de uma arriba exposta a sul protege os terrenos da sua base dos ventos norte, concentra luz e pode levar à formação de um microclima. No caso de vales muito fechados pode observar-se um fenómeno de inversão de temperatura que pode conduzir à inversão dos andares de vegetação.
- **Altitude** - diminuição da temperatura (desce 0,55 °C/100 m que se sobe) e aumento da pluviosidade (até certa altitude). Isto causa a existência de andares de vegetação nas montanhas.
- **Declive** - que exerce sobre o solo uma acção **mecânica** (formação de solos instáveis); sobre a **drenagem** (boa nas encostas e má nas depressões); sobre a **erosão** (tanto maior quanto maior for o declive do terreno).
- Noção de **microclima**, **clima local** e **clima regional**.

### Factores edáficos

Ligado ao solo. Todas as plantas precisam de um meio para se desenvolver, esse meio é o solo excepto nas plantas aquáticas flutuantes e culturas hidropónicas.

- **Propriedades físicas dos solos:** textura (areia, limo e argila), estrutura, porosidade e arejamento, poder de retenção para a água, temperatura
- O húmus a matéria orgânica resultante da degradação da folhagem caída tem influência na tamponização do solo (pH quase constante) e na actividade microbiana
- **Textura do solo:**
  - **Psamófila, arenícola ou sabulícola:** planta que vivem em solos arenosos
  - **Plantas de solos vérticos:** o excesso de argilas expansivas (montemorilonite) parte as raízes das plantas quando perdem muita água (Tapada Ajuda, barros de Beja)
- **Profundidade de solo**
- **Ausência de solo:**
  - **Rupícolas ou litófitos:** plantas que vivem em meios rochosos
  - **Casmófito ou fissurícola:** planta própria de rochas e penhascos, em cujas gretas fixa as raízes
  - **Comófito:** planta que vive em rochas cujas raízes estão em fendas terrosas ou fissuras largas com terra

- **Saxícola:** planta que vive entre pedras
- **Glerófito:** planta própria de cascalheiras (pedregais móveis)
- **Propriedades químicas dos solos:**
  - **Calcícola:** Planta que prefere de solos calcáreos com pH básico
  - **Calcífuga:** Planta que não vive em solos calcáreos
  - **Silicícola:** Planta que é exclusiva de solos com silicatos (granitos, xistos, areias, arenitos) = **calcífuga**
  - **Indiferente edáfica:** Vive quer em solos ácidos quer em solos alcalinos
  - **Dolomiticola:** Planta que tem preferência por solos com elevados teores de magnésio no solo o que pode resultar tóxico para as planta (razão Mg/Ca alta) (Serra da Arrábida)
  - **Serpentinícola:** Planta que vive em solos ultrabásicos (serpentinó e pteridófitas) com teores elevados de metais pesados (Ni, Cr, Co) e pobres e elementos essenciais (Ca, K, N, P) e uma elevada razão Mg/Ca que é tóxica para as plantas (Bragança, Monte Morais)
  - **Gessícola:** planta que ocorre em solos com elevados teor de gesso em territórios áridos
  - **Halófito:** Planta que vive em solos com teor elevado de sais, geralmente cloreto de sódio, ocorre em sapais, salinas, estuários, mangais
  - **Nitrófila:** planta que vive em solos ricos em azoto
- **Propriedades biológicas dos solos**
- **Propriedades microbiológicas dos solos**

#### Factores bióticos

- **Cadeias alimentares**
- **Interações bióticas**
- **Cooperação**
- **Competição**
- **Animais ↔ Plantas**
- **O homem**
- **Fogo**
- **Expansão antiga e moderna**
- **Simbiose:** cooperação entre dois organismos com aproveitamento para ambos (*Rhizobium*, micorrizas)
- **Parasita:** vegetal heterotrofo que se alimenta à custa de outro
- **Saprófito:** vegetal heterotrofo que se alimenta a expensas de material morto
- **Epífitos:** plantas que vivem sobre outras sem as parasitar
- **Infestante:** planta fora do local que causa prejuízos, frequentemente designadas por **ervas daninhas**
  - **Messícola** ou **segetal:** infestante das searas

O termo **arvense** utiliza-se para as plantas que surgem nos campos agrícolas

Os **animais** são responsáveis quer através da polinização quer através da dispersão das sementes pela distribuição das plantas.

- **Entomófila:** planta polinizada por insecto
- **Ornitófila:** planta polinizada por pássaros
- **Quiropterófila:** planta polinizada por morcegos



- **Malacófila:** planta polinizada por caracois
- **Zoocórica:** planta propagada por animais
  - ✓ **Endozoocórica:** quando a semente atravessa o tubo digestivo do animal
  - ✓ **Epizoocórica:** quando a semente viaja externamente sobre o corpo do animal
  - ✓ **Diszoocórica:** quando o animal transporta para armazenar

O **homem** é um dos principais factores da distribuição das plantas quer através da domesticação das plantas agrícolas, florestais e ornamentais, quer através do transporte de plantas para continentes diferentes.

Plantas podem ser:

- **Espontâneas:** propagam-se sem o auxílio do homem
- **Autóctones:** que se propagam espontaneamente contado desde o último período glacial
- **Autocóricas:** propagam-se a elas mesma
- **Antropocóricas:** Necessitam do homem para se propagarem
- **Ruderal:** planta que vive junto às construções humanas (casas, caminhos, estradas, etc.)
- **Alóctones** ou **exóticas:** quando são de origem geográfica diversa presente num território devido à acção do homem
  - **Arqueófitos:** chegaram em tempos remotos pelo menos antes do ano 1500 DC
  - **Neófitos:** são de introdução recente após 1500 DC
  - **Adventícea:** planta que não é própria do local, foi trazida acidentalmente pelo homem ou por qualquer outra circunstância fortuita mas que não consegue prosperar
  - **Naturalizada** ou **subespontânea:** planta adventícea que se aclimata, resiste à competição e prospera, tornando-se espontânea.
  - **Invasoras:** são neófitos, frequentemente de outros continentes, que se multiplicam facilmente e causam grandes prejuízos ambientais
- **Autocórica:** planta que dispersa as suas próprias sementes
  - **Geocórica:** enterra as próprias sementes
  - **Barocórica:** utilizam a força da gravidade para se dispersarem
  - **Por projecção de sementes:** de origem fisiológica (pepino de S. Gregório), mecânica (gerânios) ou reptância (balanco)

### Fogo

É um factor importante na distribuição das plantas, pois pode ser um meio importante para a renovação dos pastos nas savanas, nas pradarias ou na região mediterrânica, porque algumas sementes precisam de sofrer um choque térmico para haver rompimento do tegumento e germinarem, levando ao aumento da biodiversidade.

Mas também é ser um factor de destruição e extinção de plantas especialmente se os fogos forem constantes podem extinguir algumas espécies principalmente gimnospérmicas como já aconteceu em períodos pré-históricos com o desaparecimento do *Pinus sylvestris* na Serra da Estrela no Neolítico.

Alguns **pirófitos** (plantas cuja propagação é facilitada pelo fogo) tornam-se invasores (*Hackea* spp. *Acacia* spp., etc.) provocando graves problemas ambientais

## BIOCLIMATOLOGIA

A **bioclimatologia**, como o próprio nome indica, procura relacionar o clima com a vegetação e com a fauna. Tendo em conta os dados meteorológicos estacionais que originam índices, desde os mais simples aos mais complexos, os investigadores procuram com eles explicar as complexas relações do ambiente abiótico com a flora, a vegetação e a fauna. Relacionam índices com a distribuição dos seres vivos na Terra.

### **Existem vários sistemas de classificação climáticos:**

- baseadas na temperatura (quente, temperado, frio, polar, etc.)
- baseadas nas precipitações (árido, semiárido, seco, sub-húmido, húmido, hiper-húmido)
- mistas (Índice pluviométrico de Lang, Índice de aridez de De Martone, Índice climático de Birot, Quociente pluviométrico de Emberger, Classificação de Thornthwaite)
- relacionadas com distribuição de plantas - classificações bioclimáticas (A.A. Miller, Gaussen, Köppen, Walter, Rivas-Martínez).

### **Classificação bioclimática de Köppen**

Tem sido uma das mais utilizadas para a elaboração das cartas climáticas. As principais características são os critérios de temperatura e de aridez. A aridez é consequência da precipitação escassa e da precipitação efectiva (precipitação menos evaporação).

$r$  = Precipitação média anual em cm;  $t$  = temperatura média anual em °C.

Quando a precipitação ocorre no Inverno as condições de aridez produzem-se quando  $r/t < 1$  e de semiárido quando  $1 < r/t < 2$ .

As subdivisões das categorias principais baseiam-se na distribuição da precipitação ao longo do ano e nas características do período quente.

Os climas são definidos por várias letras.

O clima **A** é para a selva e savana tropical;

**B** para desertos tropical e savanas secas; **C** Temperado,

**D** Boreal;

**ET** tundra;

**EF** Gelos permanentes

Assim para Portugal o clima é do tipo **Csa** ou **Csb** em que:

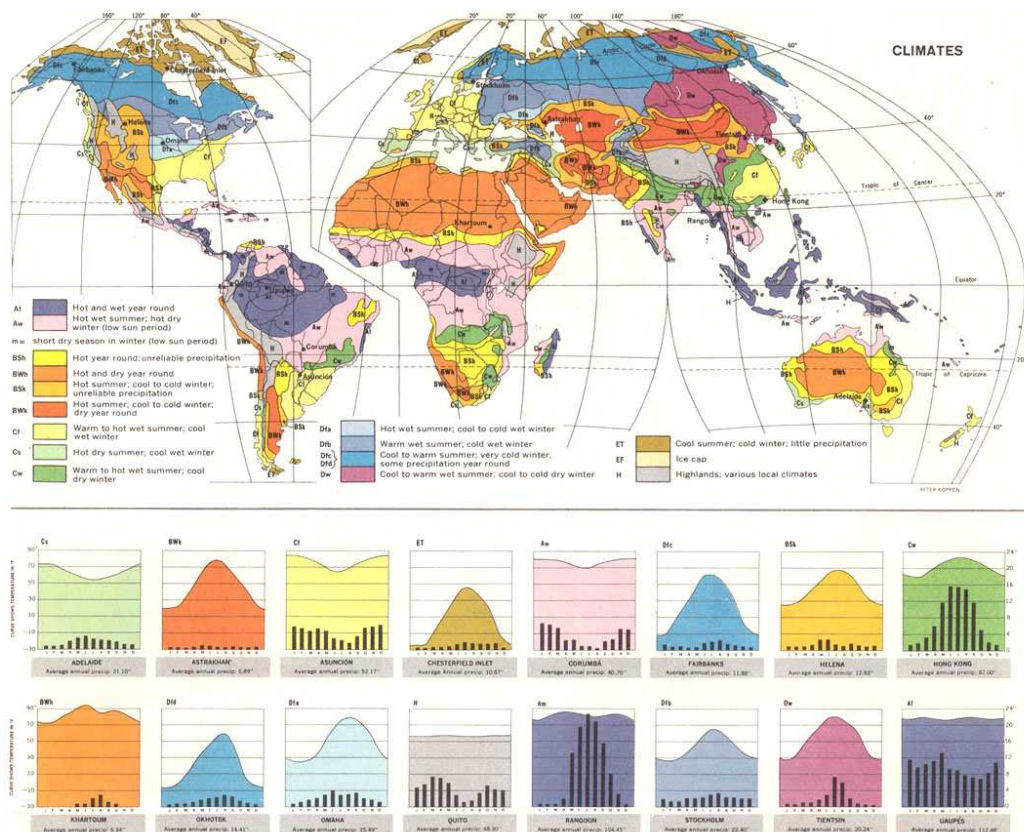
**C** – Clima mesotérmico – A temperatura média do mês mais frio está compreendida entre  $-3^{\circ}\text{C}$  e  $18^{\circ}\text{C}$ . Têm Verão e Inverno.

**Cs** – Estação seca no Verão (Precipitação  $< 30$  mm durante um mês).

**a** – Se a temperatura no Verão é  $> 22^{\circ}\text{C}$ .

**b** – Se a temperatura no Verão é  $< 22^{\circ}\text{C}$ .

**Csa** caracteriza um clima mediterrânico.



Atmospheric Science Group at Dalhousie University <http://www.atm.dal.ca/>

### Classificação bioclimática da Terra de Rivas-Martínez:

Os principais índices:

#### Índice ombrotérmico anual Io

$$Io = (Pp/Tp)10$$

Tp = Temperatura positiva anual: soma das temperaturas médias mensais superiores a 0°C, em décimas de grau

Pp: Precipitação positiva: soma da precipitação dos meses usados no cálculo da Tp.

#### Índice de termicidade It

$$It = (T+m+M)10$$

É o produto por 10 de T (temperatura média anual), m (média das mínimas do mês mais frio) e M (média das máximas do mês mais frio).

É um índice que pondera a intensidade do frio que é um factor limitante para muitas plantas e comunidades vegetais. A correlação entre os valores deste índice e a vegetação é bastante boa

#### Índice de continentalidade Ic.

$$Ic = Tmax - Tmin$$

Este índice expressa a diferença em graus centígrados entre a temperatura média do mês mais quente (Tmax) e a do mês mais frio (Tmin) do ano, ou seja é o intervalo da temperatura média anual. Os tipos de continentalidade que se reconhecem são: hiperoceânico (0-11), oceânico (11-21) e continental (21-65) que se podem dividir nos seguintes subtipos: muito hiperoceânico (0-4), eu-hiperoceânico (4-8), pouco hiperoceânico (8-11), semi-hiperoceânico (11-13), euoceânico (13-17), semicontinental (17-21), subcontinental (21-28), continental (28-46), hipercontinental (46-65).

#### Índice de termicidade compensada Itc

Nas zonas extra tropicais hiperoceânicas ( $Ic < 11,0$ ) o valor de compensação (C0) calcula-se multiplicando por dez o resultado da subtração entre 11,0 e o  $Ic$  da estação:

$$C0 = (11,0 - Ic) 10$$

Este valor de compensação (C0) é o que se subtrai ao número correspondente ao índice de termicidade:

$$I_{tc} = I_t - C0$$

Nos climas extratropicais continentais ( $Ic > 18,0$ ), o valor de compensação (Ci) adiciona-se ao valor correspondente da termicidade:

$$I_{tc} = I_t + C_i$$

Os macroclimas considerados são: tropical, mediterrânico, temperado, boreal e polar.

O **tropical** situa-se entre os paralelos e os 23°N e 23°S, e com os valores  $T \geq 21$ ,  $M \geq 18$ ,  $I_{tc} \geq 470$

O **mediterrânico** é caracterizado por possuir **pelo menos 2 meses secos no Verão** em que a  $P < 2T$ ,  $T < 25^\circ$ ,  $m < 10^\circ$  e  $I_{tc} < 580$ . Encontra-se situada entre os 23° a 52° N e S.

O **temperado** situa-se entre os 23 a 66° N e S.  $T < 21^\circ$ ,  $M < 18^\circ$ ,  $I_{tc} < 470$ .

Os **andares ou pisos bioclimáticos** são referentes à temperatura e são referenciados a partir do  $I_{tc}$ . Os **ombrotipos** são referentes à relação entre a precipitação e a temperatura e são referenciados a partir do  $I_o$ .

SINOPSIS BIOCLIMÁTICA DE LA TIERRA

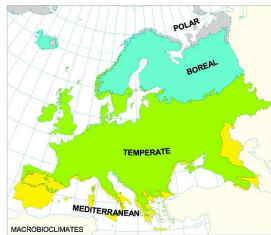
Macroclimas <sup>(1)</sup>	Bioclimas	Sigla	Intervalos bioclimáticos			Pisos bioclimáticos: termotipos			Sigla	Pisos bioclimáticos: ombrotipos		Sigla	
			Ic	Io	Iod2	It (I <sub>tc</sub> )	Tp <sup>(2)</sup>	Io		I <sub>o</sub>			
<b>TROPICAL</b> Cálida: Ecuatorial, eutropical (0° a 35° N & S). En subtropical (23° a 35° N & S) a < 200 m dos valores: $T \geq 21^\circ$ , $M \geq 18^\circ$ , $I_{tc} \geq 470$ . Si $P_{m2} < P_{m1} > P_{m3}$ , o $I_{o2}$ y $I_{o3} > 2$ , dos valores: $T \geq 25^\circ$ , $m \geq 10^\circ$ , $I_{tc} \geq 580$ . Eurasia y Africa: 25° a 35° N > 2000 m no es tropical.	Tr. pluvial	Tr.pl	-	$\geq 3.6$	$> 2.5$	-	1. Infratropical	730 - 890	$> 3100$	itr	1. Ultrahiperárido	$< 0.1$	uha
	Tr. pluviestacional	Tr.ps	-	$\geq 3.6$	$\leq 2.5$	-	2. Termotropical	490 - 730	2700-3100	trr	2. Hiperárido	0.1-0.3	har
	Tr. xérico	Tr.xe	-	1.0-3.6	-	-	3. Mesotropical	320 - 490	2100-2700	mtr	3. Arido	0.3-1.0	ari
	Tr. desértico	Tr.de	-	0.1-1.0	-	-	4. Supratropical	160 - 320	1050-2100	str	4. Semiárido	1.0-2.0	sar
	Tr. hiperdesértico	Tr.hd	-	$< 0.1$	-	-	5. Orotropical	50 - 160	450-1050	otr	5. Seco	2.0-3.6	dry
<b>MEDITERRÁNEO</b> Cálida: subtropical y templada: eutemplada (23° a 52° N & S), con sequía $P < 2T$ , al menos bimestral tras el solsticio de verano: $I_{o2} \leq 2$ , $I_{o3} \leq 2$ . En subtropical (23° a 35° N & S) al menos dos valores: $T < 25^\circ$ , $m < 10^\circ$ , $I_{tc} < 580$ .	M. pluviestacional-oceánico	Me.po	$\leq 21$	$> 2.0$	-	-	1. Inframediterráneo	450 - 580	$> 2450$	ime	1. Ultrahiperárido	$< 0.1$	uha
	M. pluviestacional-continental	Me.pc	$> 21$	$> 2.2$	-	-	2. Termomediterráneo	350 - 450	2150-2450	tme	2. Hiperárido	0.1-0.3	har
	M. xérico-oceánico	Me.xo	$\leq 21$	1.0-2.0	-	-	3. Mesomediterráneo	210 - 350	1500-2150	mme	3. Arido	0.3-1.0	ari
	M. xérico-continental	Me.xc	$> 21$	1.0-2.2	-	-	4. Supramediterráneo	80 - 210	900-1500	sme	4. Semiárido	1.0-2.0	sar
	M. desértico-oceánico	Me.do	$\leq 21$	0.1-1.0	-	-	5. Oromediterráneo	-	450-900	ome	5. Seco	2.0-3.6	dry
	M. desértico-continental	Me.dc	$> 21$	0.1-1.0	-	-	6. Criomediterráneo	-	1-450	cme	6. Subhúmedo	3.6-7.0	shu
	M. hiperdesértico	Me.hd	$< 30$	$< 0.1$	-	-	7. Atémico <sup>(3)</sup>	-	0	ame	7. Húmedo	7.0-14.0	hum
											8. Hiperhúmedo	14.0-28.0	hhu
											9. Ultrahiperhúmedo	$> 28.0$	uhh
<b>TEMPLADO</b> Cálida: subtropical y templada: eutemplada, subtemplada (23° a 66° N & S). De 23° a 35° N & S, a < 200 m, al menos dos valores: $T < 21^\circ$ , $M < 18^\circ$ , $I_{tc} < 470$ . $I_{o2} > 2$ , $I_{o3} > 2$ .	T. hiperoceánico	Te.ho	$\leq 11$	$> 3.6$	-	-	1. Infratemplado	410 - 480	$> 2350$	ite	4. Semiárido	$< 2.2$	sar
	T. oceánico	Te.oc	11-21	$> 3.6$	-	-	2. Termotemplado	300 - 410	2000-2350	tte	5. Seco	2.2-3.6	sec
	T. continental	Te.co	$> 21$	$> 3.6$	-	-	3. Mesotemplado	180 - 300	1400-2000	mte	6. Subhúmedo	3.6-6.0	shu
	T. xérico	Te.xe	$\geq 7$	$\leq 3.6$	-	-	4. Supratemplado <sup>(4)</sup>	20 - 180	800-1400	ste	7. Húmedo	6.0-12.0	hum
							5. Orotemplado <sup>(4)</sup>	-	380-800	ote	8. Hiperhúmedo	12.0-24.0	hhu
							6. Criotemplado	-	1-380	cte	9. Ultrahiperhúmedo	$> 24.0$	uhh
							7. Atémico <sup>(3)</sup>	-	0	ate			
<b>BOREAL</b> Templada y fría (45° a 71° N, 49° a 55° S). A < 200 m: $I_c \leq 11$ , $T \leq 6^\circ$ , $T_{max} \leq 10^\circ$ , $T_{ps} \leq 290$ , $I_c = 11-21$ : $T \leq 5.3^\circ$ , $T_p = 380-720$ , $I_c = 21-28$ : $T \leq 4.8^\circ$ , $T_p = 380-740$ , $I_c = 28-45$ : $T \leq 3.8^\circ$ , $T_p = 380-800$ , $I_c \geq 45$ : $T \leq 0^\circ$ , $T_p = 380-800$ .	B. hiperoceánico	Bo.ho	$\leq 11$	$> 3.6$	$\leq 720$	$< 6.0^\circ$	1. Termoboreal	-	700-800	tbo	4. Semiárido	$< 2.2$	sar
	B. oceánico	Bo.oc	11-21	$> 3.6$	$\leq 720$	$\leq 5.3^\circ$	2. Mesoboreal	-	500-700	mbo	5. Seco	2.2-3.6	dry
	B. subcontinental	Bo.sc	21-28	$> 3.6$	$\leq 740$	$\leq 4.8^\circ$	3. Supraboreal	-	380-500	sbo	6. Subhúmedo	3.6-6.0	shu
	B. continental	Bo.co	28-46	$> 3.6$	$\leq 800$	$\leq 3.8^\circ$	4. Oroboreal	-	80-380	obo	7. Húmedo	6.0-12.0	hum
	B. hipercontinental	Bo.hc	$> 46$	$> 3.6$	$\leq 800$	$\leq 0.0^\circ$	5. Crioboreal	-	1-80	cbo	8. Hiperhúmedo	12.0-24.0	hhu
	B. xérico	Bo.xe	$< 46$	$\leq 3.6$	$\leq 800$	$\leq 3.8^\circ$	6. Atémico <sup>(3)</sup>	-	0	abo	9. Ultrahiperhúmedo	$> 24.0$	uhh
<b>POLAR</b> Templada: subtemplada y fría (51° a 90° N & S). A < 100 m: $T_p < 380$ . (S. Rivas-Martínez, 13.12.1998)	P. hiperoceánico	Po.ho	$\leq 11$	$> 3.6$	$\leq 380$	-	-	-	80-380	mpo	4. Semiárido	$< 2.2$	sar
	P. oceánico	Po.oc	11-21	$> 3.6$	$\leq 380$	-	1. Mesopolar	-	1-80	spo	5. Seco	2.2-3.6	dry
	P. continental	Po.co	$> 21$	$> 3.6$	$\leq 380$	-	2. Suprapolar	-	0	apo	6. Subhúmedo	3.6-6.0	shu
	P. xérico	Po.xe	$\geq 7$	$\leq 3.6$	$\leq 380$	-	3. Atémico <sup>(3)</sup>	-	0		7. Húmedo	6.0-12.0	hum
	P. perglético	Po.pg	-	0	0	-					8. Hiperhúmedo	12.0-24.0	hhu
										9. Ultrahiperhúmedo	$> 24.0$	uhh	

(1) Al norte y al sur de las zonas latitudinales ecuatorial y eutropical (23°N & 23°S), si la localidad se halla a más de 200 m de altitud, hay que calcular teóricamente los valores térmicos a tal altura incrementando  $T$  en 0.6°,  $M$  en 0.5°, e  $I_t$  o  $I_{tc}$  en 13 unidades, por cada 100 m que se supere dicha altitud; si está situada al norte del paralelo 48° N o al sur del 51° S, hay que calcular los valores teóricos de la temperatura media anual y de la temperatura positiva anual incrementando  $T$  en 0.4° y  $T_p$  en 12 unidades, por cada 100 m que exceda dicha altitud. (2) Cuando  $I_c \geq 21$  (continental) o cuando los valores de  $I_t$  o  $I_{tc} < 120$ , el termotipo se calcula en función de  $T_p$ . (3) En el termotipo atémico, en función de la cantidad de precipitación anual, se reconocen los ombrotipos (quiontipos): anivoso ( $< 10$  mm), paucivivoso (10-200 mm), semivivoso (200-500 mm), supervivoso (500-1000 mm) y ultrasupervivoso ( $> 1000$  mm). (4) El termotipo hiboreal se utiliza en territorios del macrobioclima Templado al norte del 45° N o al sur del 49° S, que tengan valores  $T_p$  720-900, con  $I_c > 21$  y altitud inferior a 1000 m, o bien  $I_c \leq 21$  y altitud inferior a 400 m.

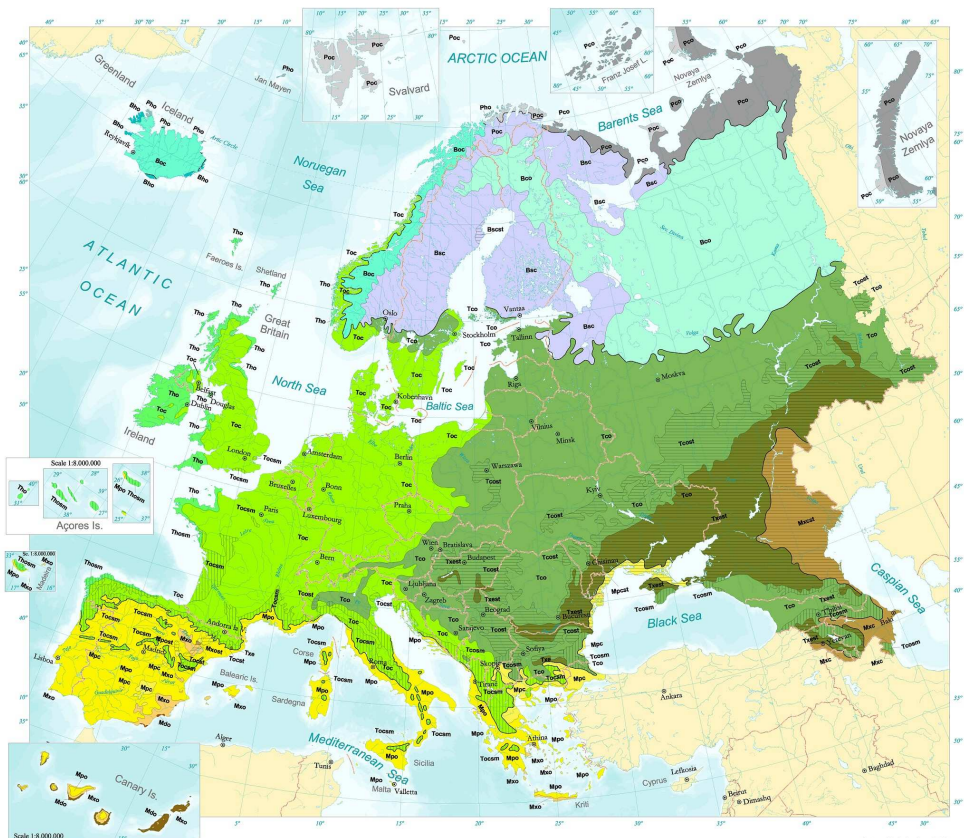
# BIOCLIMATIC MAP OF EUROPE

## BIOCLIMATES

SALVADOR RIVAS-MARTÍNEZ, ÁNGEL PINAS & TOMÁS E. DÍAZ (2004, July, 15)  
 Scale 1:16,000,000 Equidistant Conic Projection Cartographic Service, University of León, Spain. (2004, August, 30)



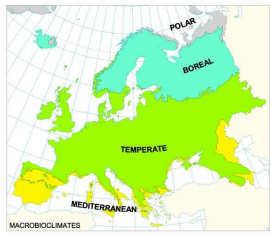
Bioclimates Variants	Bioclimatic thresholds
<b>MEDITERRANEAN</b>	
Mpo	Mediterranean plus/seasonal oceanic <math>\leq 21 > 2.0</math>
Mpoost	M. plus/seasonal oceanic stepic <math>> 21 > 2.0</math>
Mpc	Mediterranean plus/seasonal continental <math>> 21 > 2.0</math>
Mpoct	M. plus/seasonal continental stepic <math>\leq 21 1.0 - 2.0</math>
Mao	Mediterranean xeric oceanic <math>\leq 21 1.0 - 2.0</math>
Mac	M. xeric oceanic stepic <math>> 21 1.0 - 2.0</math>
Macst	Mediterranean xeric continental <math>> 21 1.0 - 2.0</math>
Mco	M. xeric continental stepic <math>\leq 21 1.0 - 2.0</math>
Mcoo	Mediterranean desertic oceanic <math>\leq 21 1.0 - 1.0</math>
<b>TEMPERATE</b>	
Tho	Temperate hyperoceanic <math>\leq 11 > 3.6</math>
Thoom	T. hyperoceanic submediterranean <math>11 - 21 > 3.6 < 720</math>
To	Temperate oceanic <math>11 - 21 > 3.6 < 720</math>
Toct	T. oceanic submediterranean <math>11 - 21 > 3.6</math>
Toost	T. oceanic stepic <math>> 21 > 3.6</math>
Toctst	Temperate continental <math>> 21 > 3.6</math>
Toctost	T. continental submediterranean <math>> 21 > 3.6</math>
Toctostst	T. continental stepic <math>> 21 > 3.6</math>
Toostst	Temperate xeric <math>> 7 < 3.6</math>
Tooststst	T. xeric stepic <math>> 7 < 3.6</math>
<b>BOREAL</b>	
Bho	Boreal hyperoceanic <math>\leq 11 > 3.6 < 720</math>
Boc	Boreal oceanic <math>11 - 21 > 3.6 < 720</math>
Bocst	Boreal subcontinental <math>11 - 21 > 3.6 < 740</math>
Bocstst	B. subcontinental stepic <math>28 - 46 > 3.6 < 800</math>
Bocstost	Boreal continental <math>28 - 46 > 3.6 < 800</math>
Bocstostst	B. continental stepic <math>28 - 46 > 3.6 < 800</math>
<b>POLAR</b>	
Pho	Polar hyperoceanic <math>\leq 11 > 3.6 > 0</math>
Poc	Polar oceanic <math>11 - 21 > 3.6 > 0</math>
Pco	Polar continental <math>> 21 > 3.6 > 0</math>
Bioclimatic variants (conditions): Stepic: Submediterranean Iso: $P > 1.1 P_w$ Iso: $P < 2.8 T$ Iso: $0.1 - 4.8$ , Pst: $P < 3 T$	



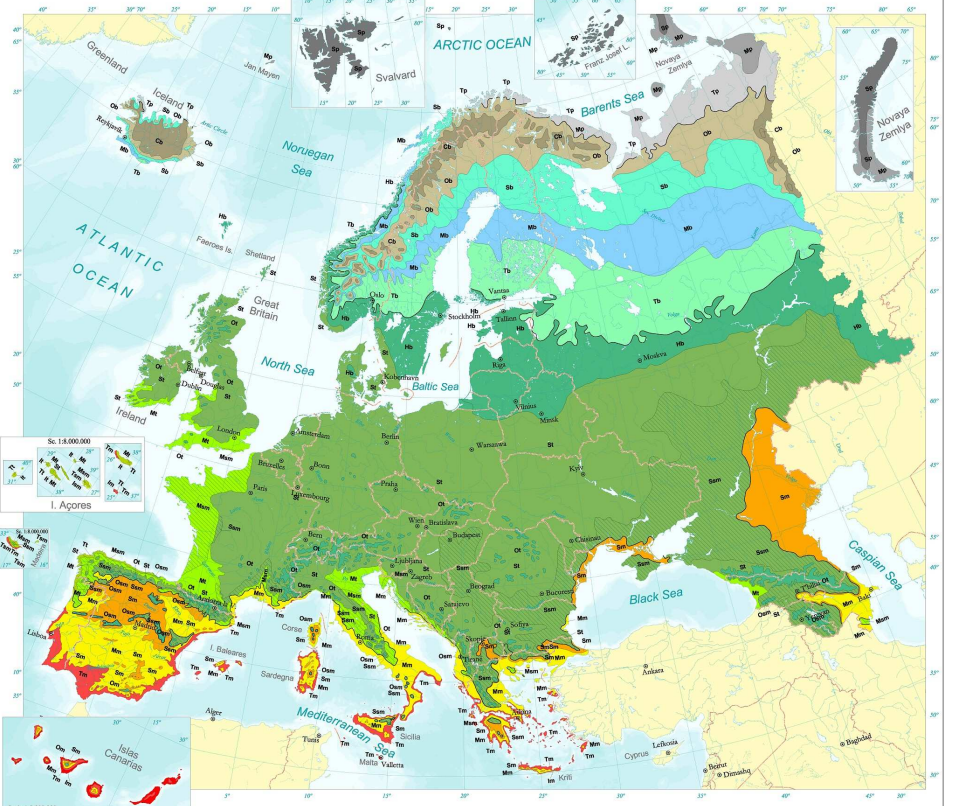
# BIOCLIMATIC MAP OF EUROPE

## THERMOCLIMATIC BELTS

SALVADOR RIVAS-MARTÍNEZ, ÁNGEL PINAS & TOMÁS E. DÍAZ (2004, July, 15)  
 Scale 1:16,000,000 Equidistant Conic Projection Cartographic Service, University of León, Spain. (2004, August, 30)

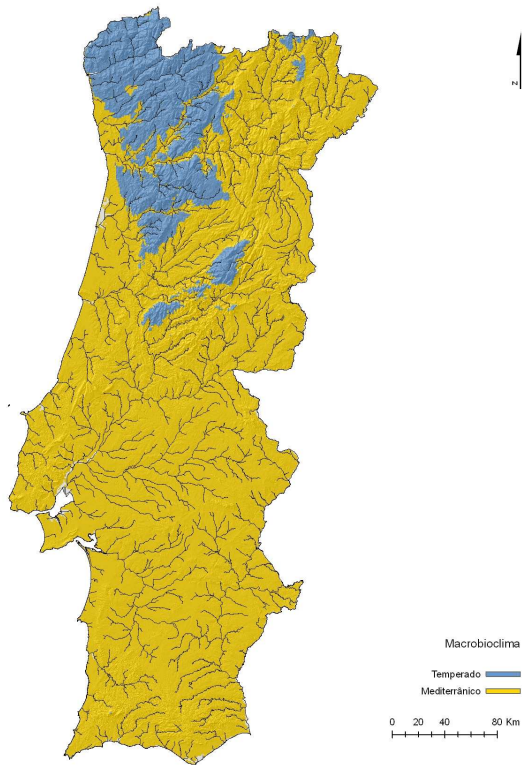


Bioclimates Variants	Bioclimatic thresholds
<b>MEDITERRANEAN</b>	
Im	Inframediterranean <math>450 - 580 > 2450</math>
Tm	Thermomediterranean <math>340 - 440 > 2150</math>
Mm	Mesomediterranean <math>220 - 350 > 1500</math>
Sm	Supramediterranean <math>\leq 220 > 900</math>
Om	Oromediterranean <math>- < 450 - 900</math>
Cm	Cryomediterranean <math>- < 1 - 450</math>
<b>TEMPERATE</b>	
It	Infratemperate <math>410 - 480 > 2350</math>
Itm	Itis-submediterranean (2) <math>410 - 480 > 2350</math>
Tt	Thermotemperate <math>300 - 410 > 2000</math>
Ttm	Thermo-submediterranean (2) <math>300 - 410 > 2000</math>
Mt	Mesotemperate <math>180 - 300 > 1400</math>
Mtm	Meso-submediterranean (2) <math>180 - 300 > 1400</math>
St	Supratemperate <math>< 180 > 800</math>
Stm	Supra-submediterranean (2) <math>< 180 > 800</math>
Ot	Orotemperate <math>- < 380 - 800</math>
Otm	Oro-submediterranean (2) <math>- < 380 - 800</math>
Ct	Cryotemperate <math>- < 1 - 380</math>
Ctm	Cryo-submediterranean (2) <math>- < 1 - 380</math>
<b>BOREAL</b>	
Tb	Thermoboreal <math>- < 680 - 800</math>
Mb	Mesoboreal <math>- < 580 - 880</math>
Sb	Supraboreal <math>- < 480 - 980</math>
Obo	Oroboreal <math>- < 380 - 880</math>
Cb	Cryoboreal <math>- < 1 - 380</math>
<b>POLAR</b>	
Tp	Thermopolar <math>- < 230 - 380</math>
Mp	Mesopolar <math>- < 80 - 230</math>
Sp	Suprapolar <math>- < 1 - 80</math>
(1) Tp used if $P > 21$ or $h_c < 130$ (2) Conditions: Temperate submediterranean: Iso: $P < 3 T$ Iso: $0.1 - 4.8$ , Pst: $P < 3 T$ Iso: $0.1 - 4.8$ , Pst: $P < 3 T$ Iso: $0.1 - 4.8$ , Pst: $P < 3 T$	

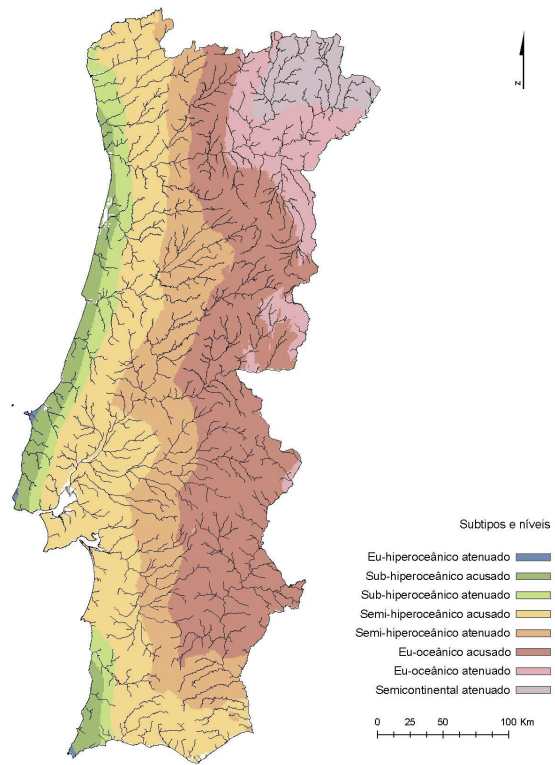


## MAPAS BIOCLIMÁTICOS

Mapa de Macrobioclimas de Portugal Continental

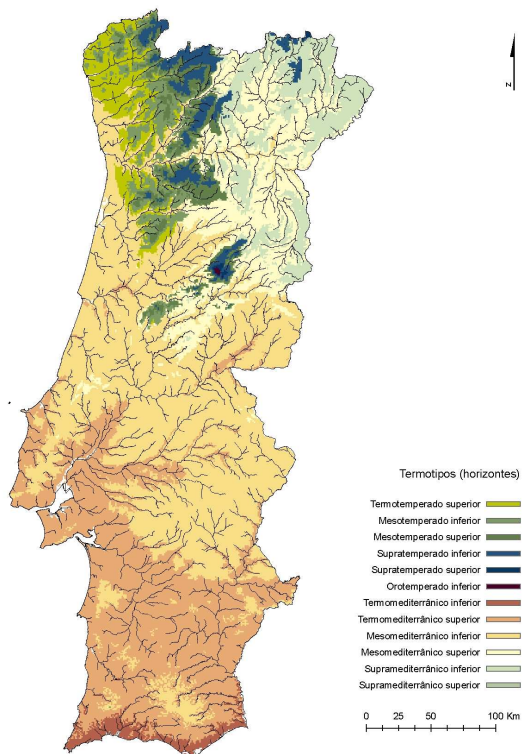


Mapa de Continentalidade Simples de Portugal Continental

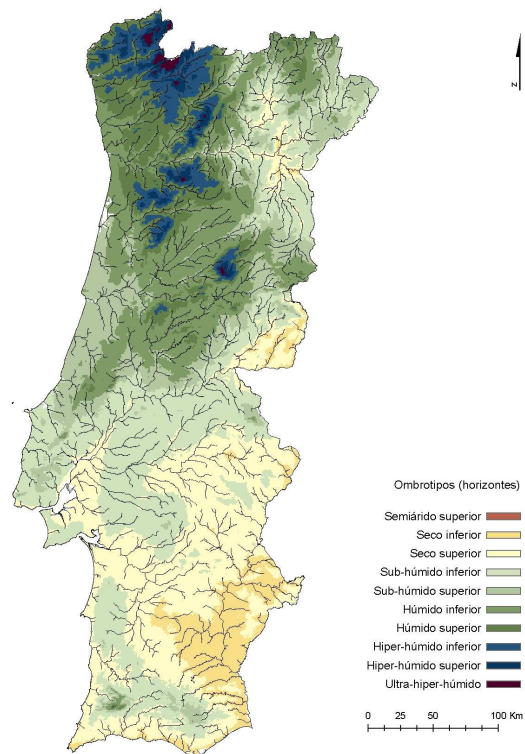


## MAPAS BIOCLIMÁTICOS

Mapa de Termotipos de Portugal Continental

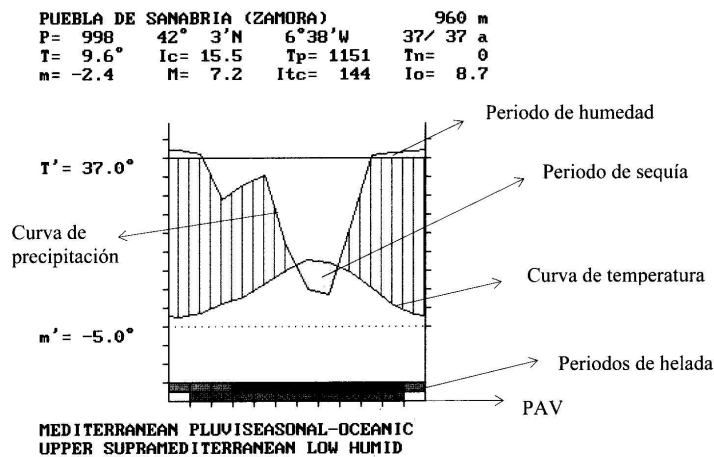


Mapa de Ombrotipos de Portugal Continental



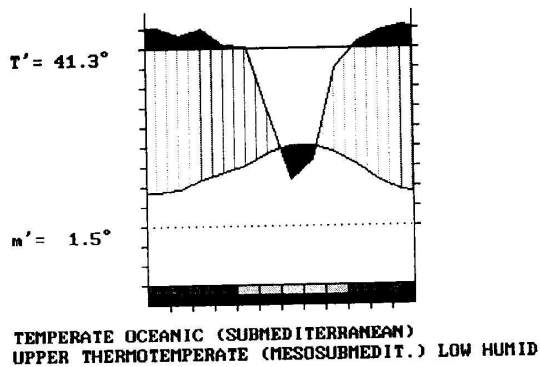
## Diagramas ombrotérmicos

Os diagramas ombrotérmicos são representações gráficas das temperaturas (T) e precipitação (P) médias ao longo do ano. Usam-se 2 escalas uma para a temperatura e outra para a precipitação, de maneira que os graus da temperatura correspondem ao dobro dos mm da precipitação (P - 2T). Considera-se um mês seco se  $P > 2T$ . Representam-se os meses pela ordem de Janeiro a Dezembro no Hemisfério Norte e de Julho a Junho no Hemisfério Sul. Podem ser completados com referências a geadas prováveis e seguras, o período de actividade vegetal, diversos índices e a diagnose bioclimática.

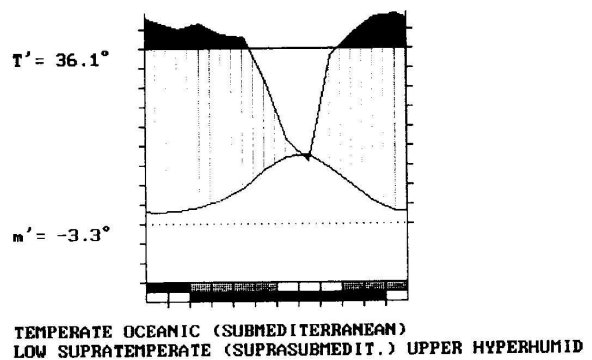


## Diagrama ombotérmicos temperados

<b>BRAGA (PORTUGAL)</b>				190 m
P= 1539	41° 33'N	8°24'W	30/ 30 a	
T= 14.4°	Ic= 11.8	Tp= 1723	Tn= 0	
m= 4.2	M= 13.0	Itc= 316	Io= 8.9	

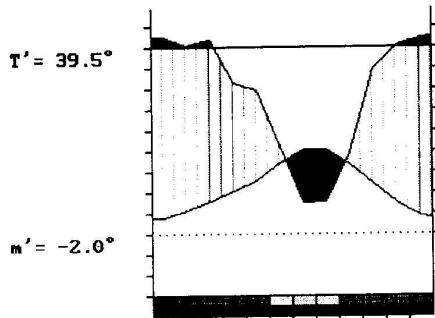


<b>PENHAS DOURADAS (PORTUGAL)</b>				1386 m
P= 2175	40° 25'N	7°33'W	31/ 31 a	
T= 9.0°	Ic= 15.0	Tp= 1078	Tn= 0	
m= 0.0	M= 5.6	Itc= 145	Io= 20.2	



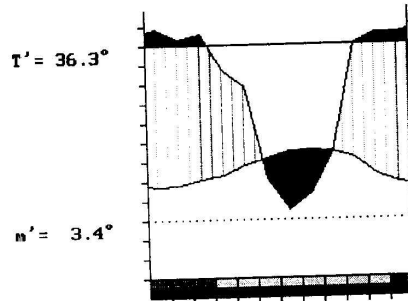
## Diagramas ombotérmicos mediterrânicos

BRAGANCA (PORTUGAL) 720 m  
 P= 973 41° 49'N 6°46'W 31/ 31 a  
 T= 11.6° Ic= 16.5 Tp= 1391 Tn= 0  
 m= 0.0 M= 7.6 Itc= 192 Io= 7.0



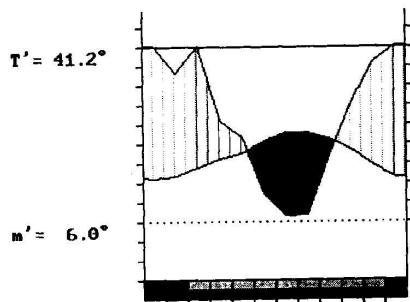
MEDITERRANEAN PLUVISEASONAL-OCEANIC  
 LOW SUPRAMEDITERRANEAN LOW HUMID

SINTRA/PENA (PORTUGAL) 471 m  
 P= 1104 38° 47'N 9°23'W 23/ 23 a  
 T= 13.2° Ic= 9.2 Tp= 1578 Tn= 0  
 m= 6.2 M= 10.9 Itc= 303 Io= 7.0



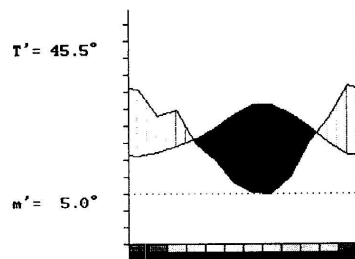
MEDITERRANEAN PLUVISEASONAL-OCEANIC  
 LOW MESOMEDITERRANEAN LOW HUMID

LISBOA-AJUDA (PORTUGAL) 60 m  
 P= 693 38° 42'N 9°11'W 30/ 30 a  
 T= 16.9° Ic= 11.8 Tp= 2033 Tn= 0  
 m= 7.4 M= 14.9 Itc= 392 Io= 3.4



MEDITERRANEAN PLUVISEASONAL-OCEANIC  
 UPPER THERMOMEDITERRANEAN UPPER DRY

ALBUFEIRA (PORTUGAL) 20 m  
 P= 362 37° 5'N 8°15'W 30/ 30 a  
 T= 18.1° Ic= 14.8 Tp= 2177 Tn= 0  
 m= 6.2 M= 15.8 Itc= 401 Io= 1.7



MEDITERRANEAN MERIC-OCEANIC  
 LOW THERMOMEDITERRANEAN UPPER SEMIARID

## BIOGEOGRAFIA

**Biogeografia** é a ciência que estuda a distribuição dos seres vivos na Terra. Fitogeografia é a parte da biogeografia que se ocupa das espécies vegetais e das comunidades.

Devido ao seu carácter fixo e ao facto de representarem a maior parte da biomassa terrestre, as tipologias biogeográficas (sistemas de eco-regiões) baseiam-se normalmente na distribuição das diferentes populações de plantas e unidades geobotânicas (comunidades, complexos de comunidades, ecossistemas e biomas). Neste sentido, tende a dar-se à Biogeografia uma conotação estreita com a Fitogeografia.

**Os objectivos da Biogeografia** são:

- Estudo por meio de análise experimental as afinidades e relações entre os diferentes factores que regulam a distribuição dos organismos
- Análise das afinidades espaciais e temporais entre os indivíduos e as populações
- Valorizar a capacidade de um organismo para ocupar uma determinada área
- Estudo das relações do homem com a distribuição dos seres vivos, como responsável da expansão e extinção de determinadas espécies



- Análise das razões históricas dos diferentes tipos de dispersão no passado e sua relação e influência nos tipos de dispersão actual
- Estudo da forma e tamanho das áreas de distribuição actuais dos organismos
- Modelar das áreas mediante a criação de sistema hierárquico segundo os graus de afinidade a fim de estabelecer uma tipologia (classificação) de áreas

As principais divisões florísticas da terra devido à forte influência da temperatura na repartição dos seres vivos a flora mundial pode ser dividida em 3 grandes conjuntos localizados:

- Regiões temperadas e frias do hemisfério norte
  - Às zonas intertropicais
  - Às regiões temperadas e frias do hemisfério sul
- Não há simetria nas divisões florísticas entre o hemisfério norte e o hemisfério sul devido: à desigual distribuição das zonas emersas; continuidade do bloco euro-asiático; grande afastamento dos continentes no hemisfério sul
  - É possível estabelecer uma divisão espacial da biosfera com base florística e corológica
  - A unidade mais ampla dentro desta divisão florística da Terra é o Reino Florístico.
  - Este subdivide-se em sub-reinos, pluri-regiões, regiões, sub-regiões, superprovíncias, províncias, subprovíncias, sectores, subsectores e distritos

As categorias ou divisões hierárquicas principais são: **Reino, Região, Província, Sector, Distrito, Mosaico Tesselar e Tessela**. Podendo-se agrupá-las (**Superdistrito, Superprovíncia**) ou subdividir (**Subsector, Subprovíncia**). A unidade fundamental é a Tessela.

Estas categorias são espaços geográficos de superfície contínua - à excepção da Tessela - que incluem os acidentes orográficos e variações geológicas que podem surgir na sua área.

**Tessela** é um território suficientemente homogéneo ecológica e dinamicamente que não possua mais de que um agrupamento maduro (clímax). **É a expressão territorial de uma série de vegetação.**

**Distrito** é um território onde existem Mosaicos Tesselares singulares relacionados com condições edáficas particulares e uma paisagem vegetal particular, frequentemente associada a uma utilização do solo pelo Homem, em função da sua fertilidade. **Distrito** não possui normalmente um clímax particular, todavia aí podemos alguns restos de vegetação relíquia especializados que lhe pertencem (comunidades características) ou estejam no limite geográfico isto é finícolas (comunidades diferenciais). Os limites do Distrito são portanto fisiográficos, edáficos e/ou paisagísticos. Actualmente há tendência de associar uma geossérie característica de cada Distrito.

**É ao nível de Distrito que a Fitossociologia Paisagista se liga à Biogeografia.**

O **Sector** possui um cortejo florístico específico (eventualmente espécies endémicas), catenas e andares de vegetação com organização particular e elementos próprios, por vezes domínios climáticos especiais.

A **Província** tem sempre cortejos florísticos endémicos próprios, possuindo cadeias e andares particulares com elementos endémicos (associações, alianças ou ordens). Tem de possuir obrigatoriamente cadeias e andares particulares com elementos **domínios climáticos** únicos.

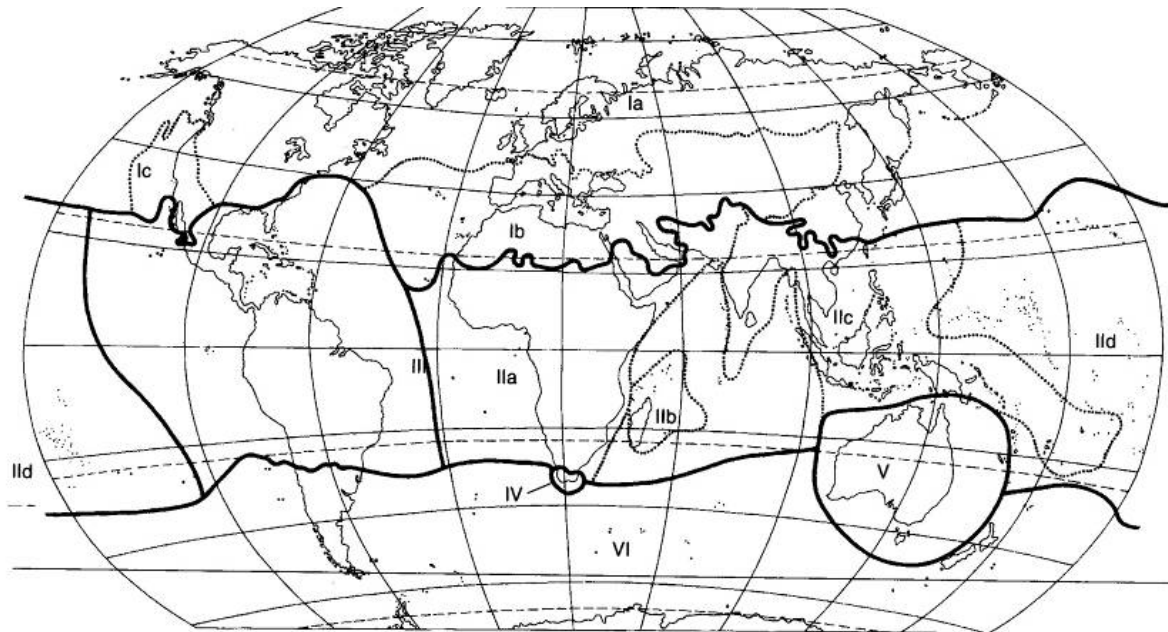
A **Região** possui um elemento florístico endémico importante, catenas e andares de vegetação originais com **territórios climáticos** próprios. A Região possui um bioclíma e tipos de solos particulares.

A **Região** possui um elemento florístico endémico importante, catenas e andares de vegetação originais com **territórios climáticos** próprios. A Região possui um bioclíma e tipos de solos particulares.

O **Reino** é um território que tem uma flora e fauna distintas com táxones de categoria superior endêmicos. Esta diversificação biogeográfica não é só explicada pelas condições ambientais actuais de cada um deles mas também pelas diferentes convulsões ao longo da história geológica do nosso planeta, pela deriva dos continentes, pelo isolamento geográfico, paleoclimatologia, etc.

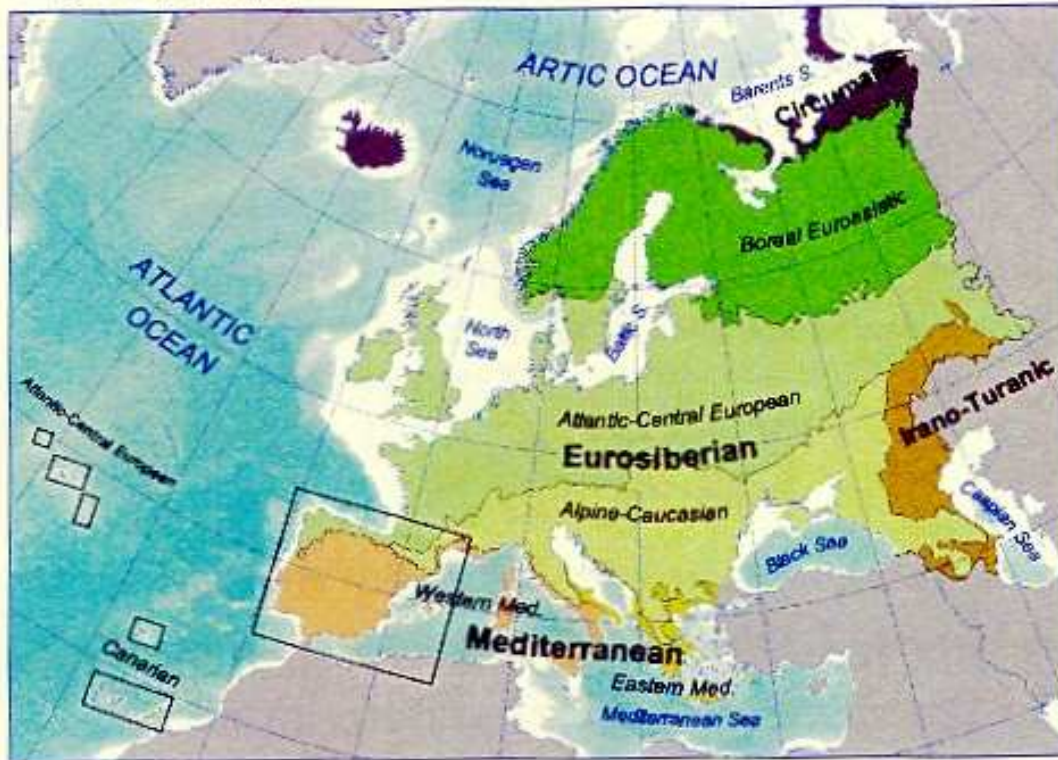
Os Reinos apresentam uma elevada diferenciação florística, inclusivamente ao nível de família.

A maioria dos autores consideram seis **Reinos** para as terras emersas: **Holártico, Paleotropical, Neotropical, Capense, Australiano e Antártico**.



**Figura 16-18.** Reinos florais del mundo: Reino Holártico, subreino Boreal (Ia), subreino Mediterráneo (Ib), subreino Madreano (Ic). Reino Paleotropical: subreino Africano (IIa), subreino Malgache (IIb), subreino Indomalayo (IIc), subreino Polinesio (IId). Reino Neotropical (III). Reino Capense (IV). Reino Australiano (V). Reino Antártico (VI). (Adaptado de Takhtajan, 1986, simplifi-

# Regions & Subregions



Equidistant Conic Projection / App. Scale: 1:90,000,000

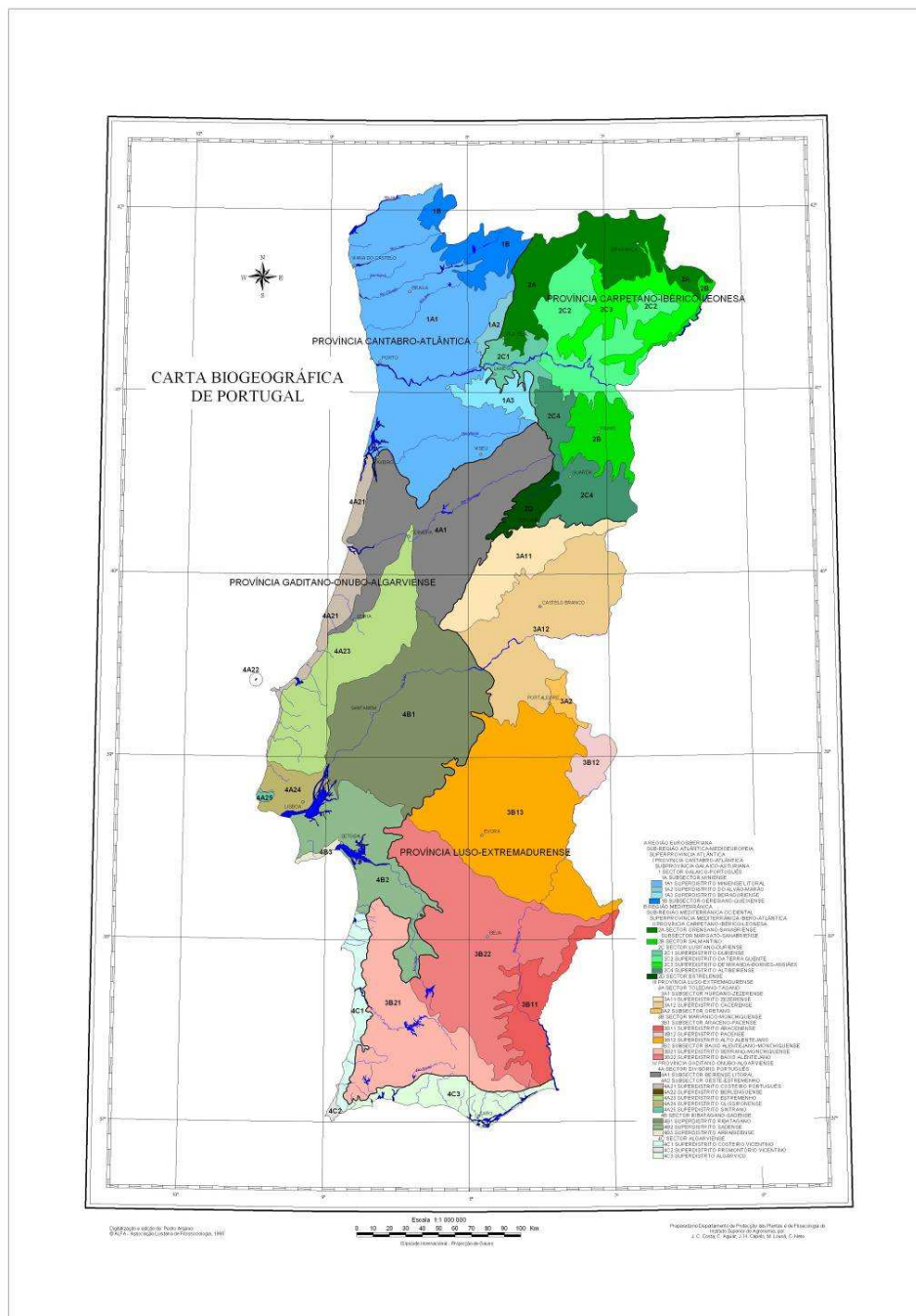
## BIOGEOGRAPHIC MAP OF EUROPE

SALVADOR BAYONA ET AL., ANGELES PEREZ & IRENEA SIBILA (2004), MAPS 9  
 Scale 1:50,000,000  
 Equidistant Conic Projection Cartographic Project: University of León, Spain (2004, March, 9)



- REGIONS & Subregions**
- A. CIRCUMBOREAL**
    - 1. Arctic Tundra
    - 2. Iceland, 3. Icelandic, 4. Polar European, 5. Polar Siberian
    - 6. BOREAL EUROASIATIC
    - 7. Boreal European, 8. Boreal Siberian, 9. Boreal Russian
    - 10. Western Siberian
  - B. ATLANTIC-CENTRAL EUROPEAN**
    - 11. Atlantic European
    - 12. Cantabrico-Iberian, 13. Occidentalis, 14. Hispano-Al. Iberian
    - 15. Central European
    - 16. Subalpine, 17. Subalpine-European, 18. Subalpine-Baltic
    - 19. Sarmatic
    - 20. Central Russian, 21. Volga-Tatarica
  - C. ALPINE-CAUCASIAN**
    - 22. European Alps
    - 23. Pyrenean, 24. Central Pyrenean, 25. Eastern Pyrenean, 26. Cantabrico, 27. Apenninic
    - 28. Alpine
    - 29. Mediterranean Alps, 30. Western Alps, 31. Central Alps, 32. Eastern Alps
    - 33. Apennino-Balkan
    - 34. Apennino, 35. Padana, 36. Italia, 37. Padana, 38. Bulgaria
    - 39. Pannonic-Carpathian
    - 40. Pannonic, 41. Carpathian, 42. Danubio-Middle Danube
    - 43. Balkan
    - 44. Dnieper-Caucasus, 45. Caucasus
    - 46. Fardic
    - 47. Caucasus, 48. Coastal Georgia, 49. Iran
    - 50. Caspian
    - 51. Western Caspian, 52. Eastern Caspian, 53. Lesser Caspian
  - D. MEDITERRANEAN**
    - 54. Western Mediterranean
    - 55. Central-Lusitano-Andaluzian
    - 56. Galo-Argentino, 57. Sudo-Iberian
    - 58. Mediterranean West Iberian
    - 59. Lusitano-Iberian, 60. Lusitano-Lusitano
    - 61. Balearic
    - 62. Mallorca-Iberian
    - 63. Mediterranean Central Iberian
    - 64. Cantabrico, 65. Occidentalis, 66. Lusitano-Argentino
    - 67. Balcario-Catalano-Provençal
    - 68. Valenciano-Catalano, 69. Occidentalis-Provençal, 70. Balcario
    - 71. Ibero-Thracian
    - 72. Cantabrico, 73. Iberian, 74. Sicilia, 75. Coastal West Balkan
  - E. IBERO-BALCANIC MEDITERRANEAN**
    - 76. Adriatic
    - 77. Adriatic, 78. Ibero-Thracian, 79. Provençal
    - 80. Grano-Iberian
    - 81. Cantabrico, 82. Ibero-Thracian-Mediterranean, 83. Thracian, 84. Aegean
    - 85. Western Anatolian
    - 86. Cilician-Pannonian
    - 87. Cilician, 88. Florentino, 89. Cyprus
  - F. CANARIAN**
    - 90. Canarian
    - 91. Western Canarian, 92. Eastern Canarian
    - 93. Madeira
    - 94. Madeira
    - 95. Canarian
    - 96. Canarian, 97. Canari, 98. Tenerife, 99. Azoriano
  - G. IBERO-TURANIC**
    - 100. Central Iberian
    - 101. Arago-Iberian
    - 102. Iberian
    - 103. SARABARABIAN
    - 104. Mesopotamio-Iberian





**A REGIÃO EUROSSIBERIANA**  
**SUB-REGIÃO ATLÂNTICA-MEDIOEUROPEIA**  
**SUPERPROVÍNCIA ATLÂNTICA**  
**I PROVÍNCIA CANTABRO-ATLÂNTICA**  
**IA SUBPROVÍNCIA GALAICO-ASTURIANA**  
**B REGIÃO MEDITERRÂNICA**  
**B1 SUB-REGIÃO MEDITERRÂNICA OCIDENTAL**  
**B1a SUPERPROVÍNCIA MEDITERRÂNICA IBEROATLÂNTICA**  
**II PROVÍNCIA CARPETANO-IBÉRICO-LEONESA**  
**III PROVÍNCIA LUSO-EXTREMADURENSE**  
**IV PROVÍNCIA GADITANO-ONUBO-ALGARVIENSE (Lusitano-Andaluza-Litoral)**

## VEGETAÇÃO NATURAL DE PORTUGAL

O território português temperado encontra-se na região Eurossiberiana com a exceção da Serra da Estrela que é uma ilha temperada no meio da Região Mediterrânica. No eurossiberiano português predominam solos ácidos derivados de granitos e xistos e o local onde ocorrem os bosques de folha caduca. Assim observamos **carvalhais de carvalho-alvarinho** (*Quercus robur*) nas zonas menos frias. Nos territórios mais frios predominam os carvalhais de **carvalho negral** (*Quercus pyrenaica*) ou **viduais** (*Betula celtiberica*) e nas zonas mais altas da serra da Estrela onde a neve se mantém durante largos períodos os **zimbrais** de *Juniperus communis* subsp. *alpina*.

Os matagais de substituição dos bosques são muito comuns e normalmente são **giestais** formados por *Cytisus striatus*, *Cytisus scoparius*, *Cytisus grandiflorus*, *Cytisus multiflorus*, *Cytisus oromediterranicus*, *Echinospatum ibericum*, *Genista florida*, *Genista falcata*, *Adenocarpus lainzii*, *Erica arborea*, *Pteridium aquilinum*, etc.).

Os matos são bastante vulgares na paisagem e os mais comuns são **tojais / urzais** com *Ulex europaeus* subsp. *latebracteatus*, *Ulex minor*, *Ulex micranthus*, *Pterospartum tridentatum*, *Erica umbellata*, *Erica australis*, *Erica cinerea*, *Erica scoparia*, *Calluna vulgaris*, *Genista triacanthos*, *Pseudarrhenatherum longifolium*, *Halimium ocymoides*, *Halimium alyssoides*, *Agrostis curtisii*, *Lithodora prostrata* subsp. *prostrata*, *Simethis matiazii*, *Tuberaria lignosa*, etc.

A região Mediterrânica é muito mais rica e variada e o bioclima é mediterrânico. Aqui os bosques são geralmente de folha persistente (**azinçais** de *Quercus rotundifolia*, **sobreirais** de *Quercus suber*, **zambujais** de *Olea europaea* subsp. *sylvestris*), mais raramente de folha marcescente (**cerçais** de *Quercus faginea* subsp. *broteroi*) e em algumas zonas mais frias os **carvalhais de carvalho negral**.

Os **medronhais** de *Arbutus unedo*, **carrasçais** de *Quercus coccifera* e **matagais de carvalhiça** *Quercus lusitanica*, **louriçais** de *Laurus nobilis*, **giestais, retamais e escovais** (*Cytisus striatus*, *Cytisus scoparius*, *Cytisus grandiflorus*, *Cytisus multiflorus*, *Adenocarpus anisochilus*, *Cytisus scoparius* subsp. *bourgaei*, *Genista polyanthos*, *Retama sphaerocarpa*) são as orlas e matagais de substituição destes bosques.

Os matos são muito comuns. Ocorrem **tojais / urzais** (*Ulex jussiaei*, *Ulex austalis* subsp. *welwitschianus*, *Ulex eriocladus*, *Ulex airensis*, *Stauracanthus boivinii*, *Pterospartum tridentatum*, *Genista triacanthos*, *Erica umbellata*, *Erica australis*, *Erica scoparia*, *Calluna vulgaris*, *Halimium ocymoides*, *Cistus psilosepalus*, *Agrostis curtisii*, *Simethis matiazii*, *Tuberaria lignosa*, *Thymus villosus*, *Thymus lotocephalus*, *Tuberaria major*, etc.) e **estevais / sargaçais** (*Cistus salvifolius*, *Cistus crispus*, *Cistus ladanifer*, *Cistus monspeliensis*, *Cistus populifolius*, *Lavandula sampaiouana*, *Lavandula luisieri*, *Lithodora prostrata* subsp. *lusitanica*, *Ulex argenteus* subsp. *argenteus*, *Helichrysum stoechas*, *Thymus mastichina*, etc.) em solos ácidos de substrato duros, **matos de charneca** em solos arenosos (*Halimium calycinum*, *Halimium halimifolium*, *Halimium verticillatum*, *Helichrysum picardi* var. *virescens*, *Iberis conocrata* subsp. *welwitschii*, *Malcolmia lacera* subsp. *gracilima*, *Lavandula pedunculata* subsp. *lusitanica*, *Stauracanthus genistoides*, *Stauracanthus spectabilis* subsp. *spectabilis*, *Thymus albicans* subsp. *albicans*, *Thymus albicans* subsp. *donyanae*, *Thymus camphoratus*, *Thymus capitellatus*, *Ulex australis* subsp. *australis*, *Ulex austalis* subsp. *welwitschianus*, *Ulex argenteus* subsp. *subsericeus*, *Armeria macrophylla*, *Armeria pinifolia*, *Armeria rouyana*, *Armeria velutina*, *Cistus libanotis*, *Dianthus broteri* subsp. *hinoxianus*) e solos calcários **tomilhais / tojais** (*Thymus zygis* subsp. *sylvestris*, *Thymus lotocephalus*, *Coridothymus capitatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Ulex densus*, *Ulex erinaceus*, *Genista hirsuta* subsp. *algarbiensis*, *Cistus albidus*, *Cistus palhinhae*, *Fumana thymifolia*, *Teucrium capitatum*, *Teucrium lusitanicum*, *Teucrium haenseleri*, *Sideritis hirsuta* var. *hirtula*, *Sideritis algarviensis*, *Serratula baetica* subsp. *lusitanica*, *Serratula estremadurensis*, *Serratula flavescens*, *Stachytarax dubia*, *Helianthemum apenninum* subsp. *apenninum*, *Helianthemum croceum* subsp. *stoechadifolium*, *Helianthemum marifolium*, *Helianthemum origanifolium*, *Micromeria graeca* subsp. *micrantha*, *Iberis procumbens*

subsp. *microcarpa*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *maura*, *Aphyllanthes monspeliensis*, *Elaeoselinum tenuifolium*, etc.).

Na vegetação ribeirinha portuguesa podemos observar amieiros de *Alnus glutinosa*, freixiais de *Fraxinus angustifolia*, choupais /salgueirais de *Populus nigra* e *Salix neotricha*, borraçais de *Salix atrocinerea*. Nas margens de rios e ribeiras com grande torrencialidade os salgueirais de *Salix salviaefolia* subsp. *salviaefolia*, *Salix salviaefolia* subsp. *australis*, *Salix atrocinerea* são importantes. Nos rios com forte estiagem ocorrem tamujais de *Securinega tinctoria* e loendrias de *Nerium oleander*, os tarmagais de *Tamarix africana* em águas com saís. Os silvados de *Rubus ulmifolius* são as orlas e a etapa de substituição mais comuns destes bosques.

No litoral devido às condições climáticas (secura e vento) e edáficas (solos rochosos ou areias) não se formam bosques, contudo é rica em endemismos.

Nas arribas podem-se observar sabinais de *Juniperus turbinata*, tojais aero-halinos de *Ulex europaeus* subsp. *latebracteatus* var. *humilis* e *Ulex jussiaei* subsp. *congestus* e muitas comunidades com *Limonium* spp. endémicos.

Nas dunas o *geopermasigmetum* geralmente é constituído por 3 comunidades a primeira onde a areia é extremamente móvel onde se encontra *Elymus farctus* subsp. *boreali-atlanticus* *Elymus farctus* subsp. *farctus*, *Honckenia peploides*, a seguir vem as cristas dunares onde a mobilidade da areia ainda é elevada, designadas por dunas brancas, onde domina *Amophila arenaria* subsp. *australis* acompanhada de *Calystegia soldanella*, *Eryngium maritimum*, *Otanthus maritimus*, *Cyperus capitatus*, *Euphorbia paralias*, *Lotus creticus*, *Medicago marina*, *Pancratium maritimum*, *Polygonum maritimum*, *Anthemis maritima*, *Carex arenaria*, seguindo-se a duna cinzenta onde já alguma fixação de areia e ocorre a vegetação camefítica com *Lotus creticus*, *Crucianella maritima*, *Anagallis monelli* var. *microphylla*, *Anthemis maritima*, *Armeria pungens*, *Armeria welwitschii* subsp. *welwitschii*, *Artemisia crithmifolia*, *Coynxia johnstonii*, *Helichrysum picardii*, *Herniaria maritima*, *Iberis procumbens*, *Jasione lusitanica*, *Linaria lamarckii*, *Linaria caesia* subsp. *decumbens*, *Thymus carnosus*, *Scrophularia frutescens*, *Seseli tortuosum*, *Malcolmia littorea*, *Matthiola sinuata*, *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*, *Euphorbia portlandica*, *Leontodon taraxacoides* subsp. *taraxacoides*. Onde já há fixação completa de areia nas dunas instalam-se os sabinais de *Juniperus turbinata* e os camarinhais de *Corema album*.

### 3. ACTIVIDADES PRÁTICAS

1 Na Tapada da Ajuda escolha uma área homogénea - pode ser uma cultura agrícola, uma zona florestada, uma sebe, etc. - para realizar um inventário.

2 Comece por recolher, para um saco de plástico todas as plantas ou parte delas (devem ter flor e fruto se possível), que acha que são distintas. Marque cada uma delas com uma etiqueta numerada.

3 A cada exemplar recolhido dê-lhe um grau da escala de abundância/dominância de Braun-Blanquet.

4 Regresse à sala de aula e identifique o material recolhido, quanto à família e espécie.

#### 4. QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

- Quais são os objectivos fundamentais da Geobotânica?
- Quais são as distintas perspectivas do estudo da geobotânica?
- Qual é a posição da Geobotânica no seio das outras ciências ambientais?
- Qual é o significado da área de distribuição das espécies e como podemos conhecê-las?
- Quais são os principais tipos de área de distribuição?
- O que é um endemismo? Quais as suas origens?
- Que tipos de endemismos podemos reconhecer?
- O que é vicariância e geovicariância?
- Quais são os critérios e parâmetros para o reconhecimento das comunidades vegetais?
- Quais são os postulados básicos à teoria do *continuum*?
- Quais são as premissas do método fitossociológico do estudo da vegetação?
- Que tipos de espécies de diagnóstico se reconhecem?
- Quantas fases existem no método? Como se distinguem?
- Qual o significado e o interesse dos conceitos de clímax, vegetação potencial, série de vegetação e *permasigmetum*?
- Que tipos de séries conhece?
- O que é uma geossérie e qual a sua importância na paisagem?
- O que é uma catena? E uma clissérie?
- Que índices de diversidade específica conhece? Quais são as suas limitações?
- Quais são os princípios ambientais e qual o seu interesse?
- Qual a importância da temperatura e da água na distribuição das plantas?
- O que é o fotoperiodismo? Como se podem classificar as plantas segundo o fotoperíodo?
- Qual a influência da neve sobre as plantas?
- Qual é a acção do vento sobre as plantas?
- Como o relevo pode influenciar a distribuição das plantas?
- Que tipos de plantas observamos nos locais de falta de solo?
- Como se classificam as plantas segundo as propriedades do solo?
- Qual a importância do homem na distribuição das espécies?
- Qual a importância do fogo?
- Como se podem classificar as plantas quanto ao seu modo de dispersão e multiplicação?
- Que tipos de classificações climáticas existem?
- Que unidades reconheces o sistema de Köppen e Rivas-Martínez?
- Quais são os índices utilizados para determinar um andar bioclimático e um ombrotipo?
- Quais são os andares bioclimáticos e ombrotipos que ocorrem em Portugal?
- O que são diagramas ombrotérmicos? Qual a sua utilidade?
- Quais são as unidades fundamentais da biogeografia?
- Quais são os Reinos que conhece?
- Qual é a posição biogeográfica de Lisboa e Porto até à unidade de Província?
- Quais são os bosques, matagais e matos predominantes na Região Eurossiberiana de Portugal continental?
- Como são os bosques e matagais na Região Mediterrânica portuguesa?
- Que tipos de matos se observam na Região Mediterrânica portuguesa?

## 5. FONTES DE CONSULTA

### Bibliografia básica

- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 2005. *Avances en Geobotánica – Discurso de Apertura del Curso Académico de la Real Academia Nacional de Farmacia del año 2005*. Real Academia Nacional de Farmacia. Instituto de España. Madrid 142pp. Disponível no site <http://www.ucm.es/info/cif/>
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. H.Blume. Madrid. 820 pp (BISA)
- COSTA, J.C. 2001 Tipos de vegetação e adaptações das plantas do litoral de Portugal continental. In Albergaria Moreira, M.E., A. Casal Moura, H.M. Granja & F. Noronha (ed.) *Homenagem (in honorio) Professor Doutor Soares de Carvalho*: 283-299. Braga. Universidade do Minho. Disponível no site <http://www.isa.utl.pt/>
- COSTA, J.C., AGUIAR, C., CAPELO, J., LOUSÃ, M. & NETO, C. 1999. Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea* **0**: 5-56. Disponível no site <http://www.isa.utl.pt/>

### Bibliografia complementar

- FERNANDEZ-GONZÁLEZ, F. 1997. Bioclimatologia. In: Izco et al. *Botánica*. McGraw-Hill. 607-682.

### Direcções da Internet

<http://www.ucm.es/info/cif/>