

Sistemática Vegetal II

Estudo das plantas vasculares



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

BIOLOGIA
licenciatura a distância

Sistemática Vegetal II

Estudo das plantas vasculares

Leila da Graça Amaral

Francisco Antônio da Silva Filho



Ministério
da Educação



Florianópolis, 2010.

Governo Federal

Presidente da República Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro de Educação Fernando Haddad

Secretário de Ensino a Distância Carlos Eduardo Bielschowsky

Coordenador Nacional da Universidade Aberta do Brasil Celso Costa

Universidade Federal de Santa Catarina

Reitor Alvaro Toubes Prata

Vice-Reitor Carlos Alberto Justo da Silva

Secretário de Educação à Distância Cícero Barbosa

Pró-Reitora de Ensino de Graduação Yara Maria Rauh Müller

Pró-Reitora de Pesquisa e Extensão Débora Peres Menezes

Pró-Reitora de Pós-Graduação Maria Lúcia Camargo

Pró-Reitor de Desenvolvimento Humano e Social Luiz Henrique Vieira da Silva

Pró-Reitor de Infra-Estrutura João Batista Furtuoso

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis Cláudio José Amante

Centro de Ciências da Educação Wilson Schmidt

Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na Modalidade a Distância

Diretora Unidade de Ensino Sonia Gonçalves Carobrez

Coordenadora de Curso Maria Márcia Imenes Ishida

Coordenadora de Tutoria Zenilda Laurita Bouzon

Coordenação Pedagógica LANTEC/CED

Coordenação de Ambiente Virtual Alice Cybis Pereira

Comissão Editorial Viviane Mara Woehl, Alexandre Verzani Nogueira, Milton Muniz

Projeto Gráfico Material impresso e on-line

Coordenação Prof. Haenz Gutierrez Quintana

Equipe Henrique Eduardo Carneiro da Cunha, Juliana Chuan Lu, Laís Barbosa, Ricardo Goulart Tredezini Straioto

Equipe de Desenvolvimento de Materiais

Laboratório de Novas Tecnologias - LANTEC/CED

Coordenação Geral Andrea Lapa

Coordenação Pedagógica Roseli Zen Cerny

Material Impresso e Hipermídia

Coordenação Laura Martins Rodrigues, Thiago Rocha Oliveira

Adaptação do Projeto Gráfico Laura Martins Rodrigues, Thiago Rocha Oliveira

Diagramação Karina Silveira

Ilustrações Amanda Cristina Woehl, Cristiane Amaral, Grazielle S. Xavier, Jean H. de O. Menezes, Liane Lanzarin, Maiara Ornellas, Rafael Naravan Kienen.

Tratamento de Imagem Gabriel Nietzsche, Maiara Ornellas

Revisão gramatical Tony Roberson de Mello Rodrigues

Design Instrucional

Coordenação Vanessa Gonzaga Nunes

Design Instrucional Vanessa Gonzaga Nunes

Copyright © 2010 Universidade Federal de Santa Catarina. Biologia/EaD/UFSC
Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada sem a prévia autorização, por escrito, da Universidade Federal de Santa Catarina.

A485s Amaral, Leila da Graça.

Sistemática vegetal II / Leila da Graça Amaral, Francisco Antônio da Silva Filho. - Florianópolis : Biologia/EaD/UFSC, 2010.

162 p.: il., grafs., tabs., plantas

Inclui referências

ISBN: 978-85-61485-30-6

1. Botânica - Classificação. I. Silva Filho, Francisco Antônio da. II. Título.

CDU: 582

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina.

Sumário

Apresentação.....	9
1 As plantas vasculares.....	13
1.1 Introdução.....	15
1.2 Características gerais das Plantas Vasculares.....	17
1.2.1 As Pteridófitas.....	19
1.2.2 As Gimnospermas.....	23
1.2.3 As Angiospermas.....	29
1.3 Resumo.....	32
1.4 Bibliografia Comentada.....	32
1.5 Referências.....	33
2 Sistemas de classificação.....	35
2.1 Introdução.....	37
2.2 Sistemas Artificiais.....	37
2.3 Sistemas Naturais.....	38
2.4 Sistemas Filogenéticos.....	39
2.5 Resumo.....	41
2.6 Bibliografia Comentada.....	41
2.7 Referências.....	42
3 Instrumentos, Métodos e Técnicas em Sistemática Vegetal.....	45
3.1 Introdução.....	47
3.2 Considerações sobre a Prática em Taxonomia.....	48
3.3 Herbário.....	49
3.3.1 Coleta e Herborização.....	49
3.3.2 Organização do Herbário.....	53

3.3.3 Coleta de Pteridófitas	55
3.3.4 Coleta de Plantas Aquáticas	55
3.4 A Identificação das Plantas	56
3.5 Resumo	58
3.6 Bibliografia Comentada	58
3.7 Referências	59

4 Nomenclatura Botânica..... 61

4.1 Introdução	63
4.2 Principais Regras do Código de Nomenclatura.....	64
4.3 Unidades de Classificação	67
4.4 Resumo	70
4.5 Bibliografia Comentada.....	70
4.6 Referências.....	71

5 Taxonomia das Angiospermas..... 73

5.1 Introdução	75
5.2 Classificação das Angiospermas	75
5.2.1 Os sistemas filogenéticos de Engler e Cronquist	75
5.2.2 As inovações trazidas por APG II.....	79
5.3 Caracterização de algumas famílias de Angiospermas	80
5.3.1 Angiospermas Basais / Magnoliídeas	80
5.3.2 Monocotiledôneas.....	83
5.3.3 Eudicotiledôneas.....	91
5.4 Resumo	106
5.5 Bibliografia Comentada.....	107
5.6 Referências.....	107

6 A evolução das plantas	111
6.1 Introdução.....	113
6.2 Evolução e adaptações nas Angiospermas.....	114
6.2.1 As Flores.....	117
6.2.2 Os Frutos.....	120
6.3 Primitividade e evolução nas Angiospermas.....	120
6.4 Resumo.....	122
6.5 Bibliografia Comentada.....	123
6.6 Referências.....	123
Apêndice	125
Noções básicas de Morfologia Vegetal.....	127
<i>Raiz</i>	127
<i>Caule</i>	130
<i>Folha</i>	134
<i>Flor</i>	142
<i>Androceu</i>	146
<i>Gineceu</i>	149
<i>Inflorescências</i>	151
<i>Fruto</i>	154
<i>Semente</i>	159
Referências.....	162

Apresentação

Olhe ao seu redor!

Um Botânico, um Ecólogo, um Biólogo, um Professor de Biologia... Todos têm ao seu redor uma enorme fonte de informações. Entretanto, há que se saber utilizá-la. Hoje, são inúmeras as ferramentas, os equipamentos, os livros, os sites da Internet. Muitas vezes, porém, envolvidos com esse aparato todo, esquecemos a coisa mais simples, mais básica: olhar ao nosso redor. No seu trajeto de casa para a Faculdade, você viu, hoje, alguma árvore? Saberia dizer o nome dela? Ela tinha alguma flor, um fruto, um passarinho pousado em seu galho? Por que será que havia muitas abelhas ao seu redor, enquanto que na planta ao lado só havia formigas? E como é mesmo o nome daquela outra planta? Minha mãe chama de Ibiscus, mas, para mim, é Mimo de Vênus. A minha amiga diz que é Brinco de Princesa...

Um curso de Botânica deve, inicialmente, delimitar seu campo de estudo, caracterizando os diferentes grupos, para, em seguida, ordená-los dentro de um sistema de classificação coerente e estabelecer as regras e procedimentos para seu estudo.

Assim, a disciplina Sistemática Vegetal II objetiva identificar e caracterizar os principais grupos de plantas vasculares, incluindo métodos de estudo, classificação sistemática, bem como princípios básicos sobre a evolução desses organismos.

As informações contidas neste Livro deverão ser complementadas por bibliografia específica sobre Morfologia Vegetal, que se constitui em área de conhecimento básica para estudos botânicos, bem como por chaves para identificação de plantas, indispensáveis para o correto reconhecimento das mesmas. Consulte a bibliografia sugerida, os sites indicados, e não deixe de executar as atividades propostas.

Entretanto, para tirar o máximo proveito do curso, sugerimos que você, antes de tudo, passe a observar com atenção as plantas ao seu redor. Dessa forma, seu estudo terá uma conotação mais prática e agradável, não correndo o risco de cair naquela triste observação de Joly (1983): “É muito fácil transformar a Scientia amabilis na mais amarga ladainha de nomes e características, sem nenhuma ligação com o mundo das plantas, tão belo e tão diversificado quão interessante de se estudar”.

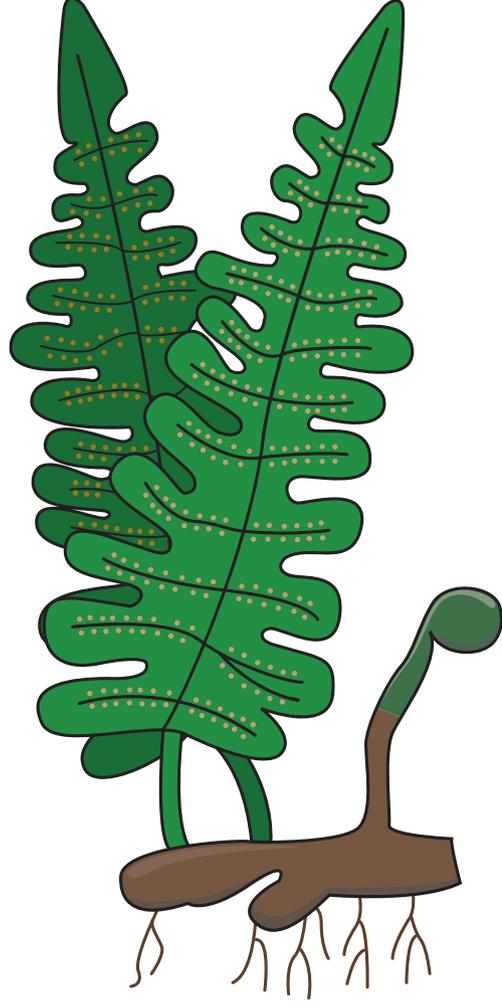
Na qualidade de educadores, devemos lembrar que o ensino da Botânica, a nível fundamental e médio, deve ser orientado de modo a integrar o estudante ao seu ambiente, reconhecendo e valorizando os seres vivos que lhe são familiares, interpretando sua presença, seus mecanismos de sobrevivência e adaptação, suas interações, pois, só dessa forma teremos um ensino realmente interativo e poderemos formar um cidadão consciente de sua responsabilidade para com o ambiente que o cerca.

Que tenhamos êxito em nossa jornada!

Leila da Graça Amaral

Francisco Antônio da Silva Filho

CAPÍTULO 1



As plantas vasculares

Neste Capítulo, você irá conhecer as principais características das plantas vasculares, bem como reconhecer e descrever corretamente as diferenças entre Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas. Você estudará as características gerais de cada um desses grupos, sua forma de reprodução, sua posição taxonômica e evolutiva, bem como alguns exemplos e utilizações de plantas desses grupos.

1.1 Introdução

Como você já aprendeu na Disciplina Sistemática Vegetal I, os seres vivos são agrupados em cinco reinos: *Protozoa*, *Plantae*, *Animalia*, *Fungi* e *Chromista*. Os indivíduos pertencentes ao reino *Plantae* podem ser divididos, de uma maneira bem generalizada, em dois grupos: plantas vasculares e plantas avasculares, conforme apresentem ou não um tecido específico para a circulação da água e dos elementos nutritivos: os vasos de condução, denominados de xilema e floema.

As plantas avasculares, conhecidas popularmente como musgos, pertencem à Divisão **Briophyta** (Briófita), sendo plantas relativamente pequenas, ocorrentes principalmente em locais quentes e úmidos das regiões tropicais e subtropicais, mas são encontradas, também, em desertos relativamente secos, sobre pedras expostas e, ainda, no alto de montanhas em que não há mais plantas vasculares. Estas, por sua vez, são agrupadas em três grandes Divisões: **Pteridophyta** (Pteridófitas), **Gymnospermae** (Gimnospermas) e **Angiospermae** (Angiospermas).

Quanto à reprodução, todas as plantas podem apresentar, em maior ou menor grau, um tipo de propagação denominado de reprodução assexuada, que pode ocorrer por fragmentação de suas partes ou por brotamento a partir de gemas (ou brotos) localizadas em seus ramos. Entretanto, a reprodução propriamente dita é sexuada, ou seja, ocorre com a produção de gametas, masculino e feminino, e sua posterior fusão através do processo denominado

de fecundação, como veremos a seguir, ao falarmos sobre reprodução das plantas vasculares.

Tanto as briófitas como as plantas vasculares são oogâmicas, ou seja, apresentam dois tipos diferentes de gametas: um maior e imóvel (feminino), chamado de **oosfera**, e outro menor e móvel (masculino), o **anterozóide** ou **espermatozóide**. Da mesma forma, todas possuem alternância heteromórfica de gerações. Isso significa que todas elas, durante seu ciclo de vida, apresentam uma fase haplóide, de produção de gametas, que é denominada **gametófito**.

Os gametas, produzidos no gametófito, fundem-se em um processo de fecundação, originando um zigoto diploide, o **esporófito**, que é a fase diploide do ciclo de vida das plantas.

Em determinadas condições, o esporófito, através de divisões meióticas, produz esporos que darão origem a novos gametófitos, completando o ciclo. Assim, podemos definir alternância de gerações como *ciclo reprodutivo de todas as plantas, no qual uma fase haploide (n), o gametófito, dá origem a gametas, que após fusão formam um zigoto diploide ($2n$), que se desenvolve num esporófito. Este produz, por meiose, novos gametófitos, completando o ciclo e iniciando nova geração haploide.*

- **gametófito**
- Estrutura vegetal haplóide
- que produz gametas.
- **esporófito**
- Estrutura diplóide, produtora
- de esporos.

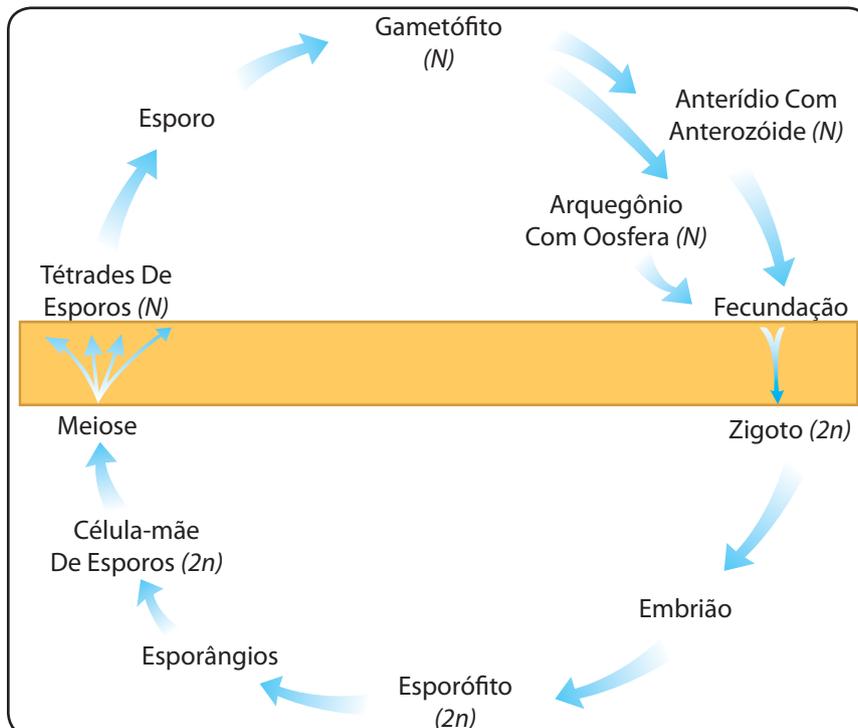


Figura 1.1: Ciclo de vida generalizado de uma planta.

1.2 Características gerais das Plantas Vasculares

Acredita-se que, provavelmente, tanto as plantas vasculares como as avasculares tenham se originado a partir de um ancestral comum (provavelmente uma alga verde que invadiu a terra firme há mais de 400 milhões de anos atrás). As plantas vasculares primitivas consistiam em eixos ramificados dicotomicamente, que, através de especializações evolutivas, foram sofrendo diferenciações morfológicas e fisiológicas, entre as várias partes do corpo da planta, acarretando o surgimento de raízes, caules e folhas, os órgãos das plantas.

São adaptações morfofisiológicas exclusivas das plantas vasculares:

- Presença de estruturas diferenciadas: tecidos, sistemas, órgãos;
- Sistemas radiculares responsáveis pela absorção e fixação;
- Sistema dérmico (cutina, suberina, estômatos), que auxilia na proteção externa e executa trocas gasosas;
- Redução progressiva do gametófito, que promove maior proteção do embrião pelo esporófito;
- Presença de sementes (nas espermatófitas), que representam a máxima proteção do embrião.

No aspecto reprodutivo, a alternância de gerações tem características diferentes: em todas as plantas vasculares, o esporófito é a fase dominante no ciclo de vida, sendo maior e estruturalmente muito mais complexo que o gametófito. Nas Briófitas, ao contrário, o indivíduo adulto é o gametófito (n), que é maior, mais desenvolvido, e constitui a geração dominante.

A evolução do gametófito das plantas vasculares caracteriza-se por uma redução progressiva no tamanho e complexidade, sendo que os gametófitos das Angiospermas são os que sofreram a maior redução.

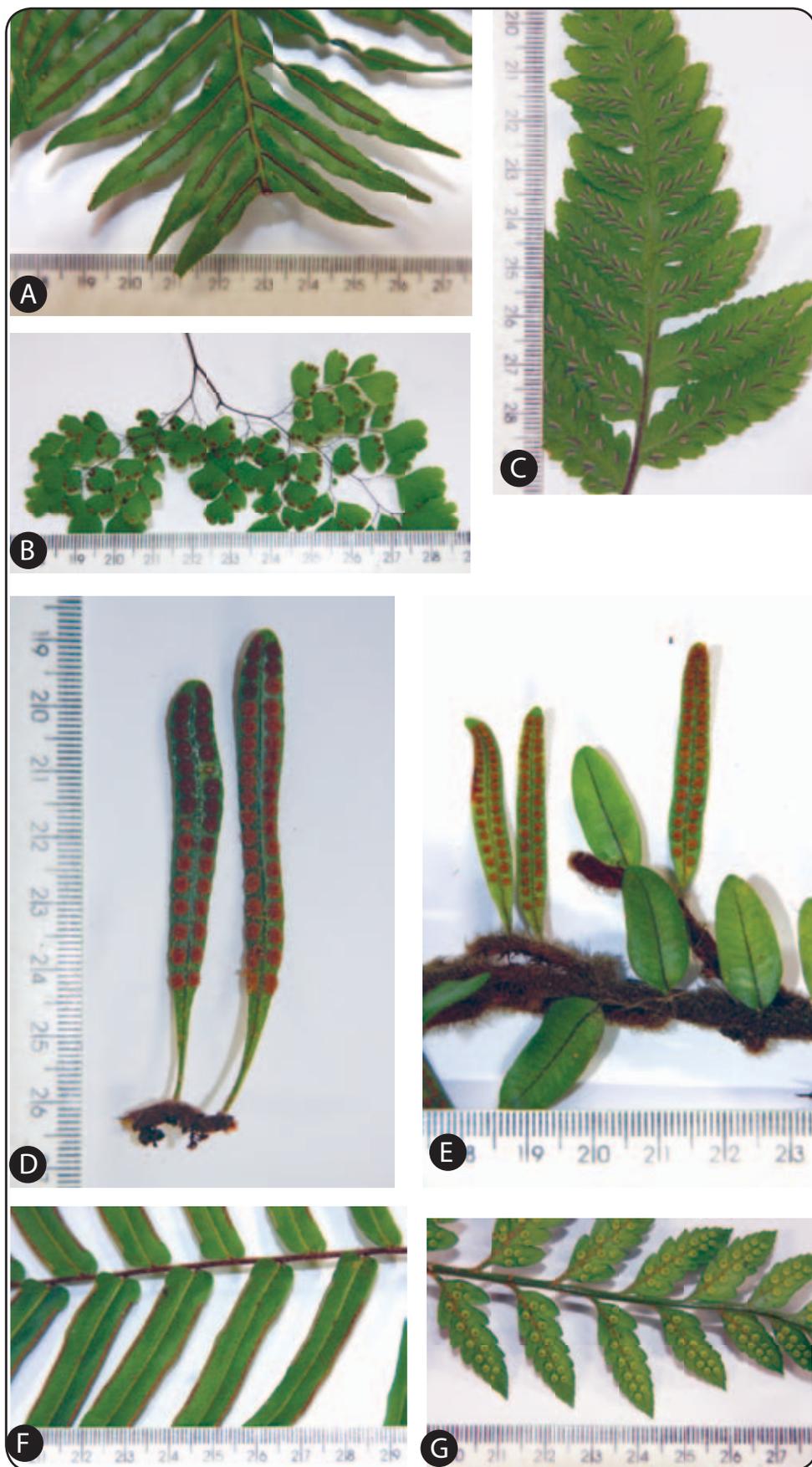


Figura 1.2: Soros são agrupamentos de esporângios. Observe algumas formas como os Soros se distribuem nas folhas das Pteridófitas: A) *Blechnum brasiliense*; B) *Aspidium* sp.; C) *Adiantum cuneatum*; D) *Microgramma squamulosa*; E) *Microgramma vacciniifolia*; F) *Pteris* sp.; G) *Rumohra adiantiformis*.

1.2.1 As Pteridófitas

Em oposição ao termo *criptógamas*, as demais plantas vasculares são designadas como **fanerógamas**, ou **espermatófitas**, termos que designam todas as plantas com sementes.

epífitas

Plantas que se desenvolvem sobre outras.

lianas

Plantas trepadeiras.

As pteridófitas constituem-se em um grupo de plantas vasculares também denominadas de **criptógamas vasculares**. O termo foi utilizado pela primeira vez por Lineu, para denominar uma das classes do seu Sistema Sexual de classificação das plantas, indicando um grupo que não apresenta sistema de reprodução sexual aparente.

Em termos evolutivos, trata-se de um grupo mais antigo, que se formou antes das gimnospermas e Angiospermas, constituiu grandes e extensas florestas do Período Carbonífero e é atualmente representado por cerca de dez mil espécies de ervas terrestres e aquáticas, **epífitas** e algumas **lianas**.

O grupo das pteridófitas, formado em sua maioria pelas plantas denominadas comumente de samambaias e avencas, é caracterizado por não possuir flores, e a reprodução ocorre através da formação de **esporângios**, estruturas geralmente localizadas na face abaxial (inferior) das folhas, ou em folhas modificadas.

Os esporângios, quando maduros, produzem e eliminam **esporos**, os quais, germinando, originam pequenas estruturas talosas, denominadas **prótalos**, que são os **gametófitos**, uma vez que neles irão se formar os gametas. Ocorrendo fecundação, o embrião irá se desenvolver, formando uma nova planta adulta: o **esporófito**.

Assim, uma característica própria das Pteridófitas é a alternância de gerações bastante diferenciada, sendo as gerações gametofítica (o prótalo, haploide) e esporofítica (a planta adulta, diploide) totalmente independentes na maturidade.

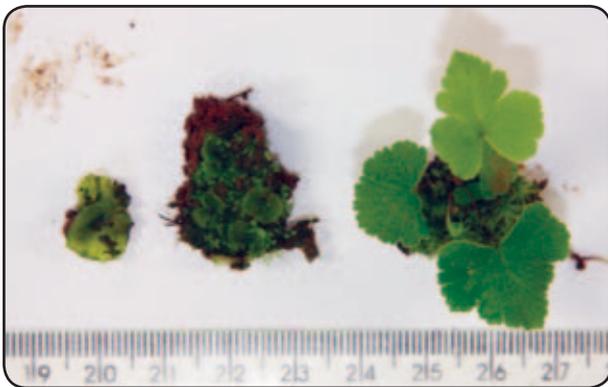


Figura 1.3: Gametófito germinado de uma avenca-estrela. Observe o desenvolvimento do esporófito. Veja adiante (na Figura 1.5) a ilustração do ciclo vital dessas plantas.

1.2.1.1 Caracteres Vegetativos

A maior parte das samambaias de jardins e florestas possui caules subterrâneos, do tipo rizoma, que a cada ano produzem novos conjuntos de folhas. As raízes são adventícias (ver Apêndice) e surgem ao longo dos rizomas, perto da base das folhas. Estas se constituem na parte mais evidente da planta, sendo em geral com-

postas, ou seja, a lâmina é dividida em folíolos. Uma característica muito útil para reconhecer a maioria das samambaias é o crescimento enrolado das folhas novas, de maneira comparável a um cajado ou **báculo**. Esse tipo de desenvolvimento foliar é denominado **crescimento circinado**, ou **vernação circinada**, e resulta do crescimento mais rápido na superfície inferior do que na superior, durante o desenvolvimento inicial da folha.

1.2.1.2 Caracteres reprodutivos

Os esporângios das samambaias localizam-se de forma variada na superfície inferior da folha, ou, então, em hastes especiais. Em geral ocorrem agregados chamados de soros, que às vezes são cobertos por uma membrana protetora, denominada indúsio. Os esporângios, que se constituem em pequenas cápsulas pediceladas, rompem-se na maturação, resultando numa descarga de esporos, os quais, em condições adequadas de temperatura e umidade, germinam originando pequenos gametófitos verdes, bissexuados e de vida livre, membranosos e achatados - prótalos - que se fixam ao substrato por pequenos rizóides. Na superfície inferior do prótalo formam-se estruturas denominadas arqueogônios e anterídeos. Os primeiros originarão células reprodutivas femininas (oosferas) e os anterídios originarão células reprodutivas masculinas (anterozóides ou espermatozóides). Os anterozóides são flagelados e necessitam da água para se deslocarem até a oosfera, para, a partir daí, ocorrer a fecundação, com a formação de um embrião, que se desenvolverá em nova planta adulta. Observe, a seguir, o ciclo vital de uma samambaia (ver fig. 1.5).

1.2.1.3 Taxonomia das Pteridófitas

O arranjo sistemático das pteridófitas varia conforme diferentes autores, uma vez que alguns agrupam os indivíduos de maneira mais abrangente, outros os separam em um maior número de táxons. Tryon e Tryon (1982) agrupam as espécies em três classes, conforme exposto a seguir.



Figura 1.4: Vernação circinada (báculo) em *Blechnum brasiliense*. Os báculos de algumas espécies são comestíveis, bastante comercializados em algumas regiões dos Estados Unidos, Canadá e Japão (como o de *Pteridium aquilinum*).

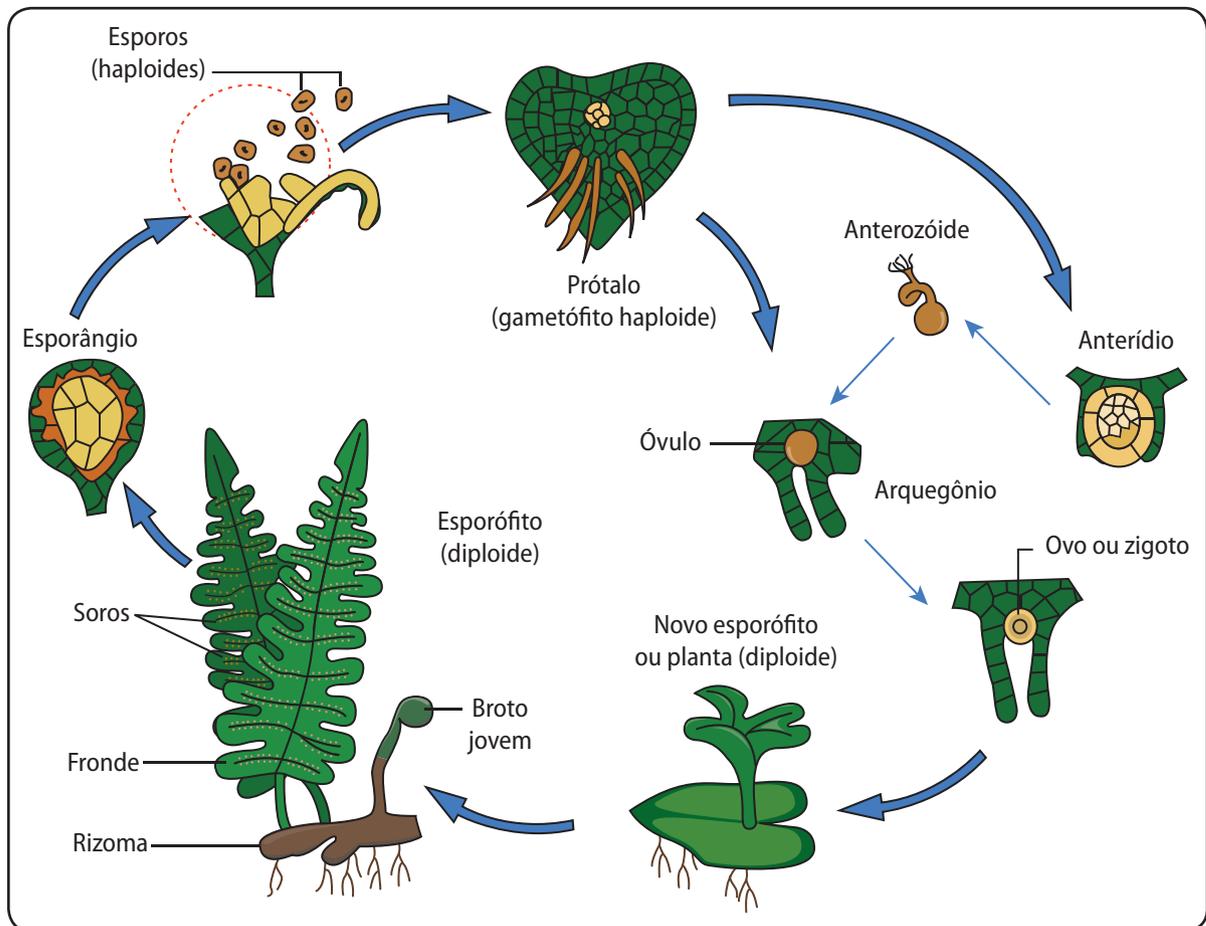


Figura 1.5: Ciclo vital de uma samambaia (Pteridófito).

Divisão Pteridophyta

Classe 1 – Filicopsida

Subclasse – Polypodiidae

Gêneros (exemplos) – *Ophioglossum*, *Anemia*, *Schizaea*, *Dicksonia*, *Cyathea*, *Adiantum*, *Pteris*, *Acrostichum*, *Nephrolepis* (samambaias e avencas terrestres); *Azolla*, *Marsilea*, *Salvinia* (aquáticas).

Subclasse – Psilotidae

Gênero (único) – *Psilotum*.

Classe 2 – Equisetopsida

Gênero (único) – *Equisetum*.

Classe 3 – Lycopodiopsida

Gêneros - *Lycopodium* e *Selaginella*.

A classe *Filicopsida* é a maior, contendo a quase totalidade das pteridófitas atuais. Neste grupo, os esporângios encontram-se na face dorsal das folhas, e a forma como se distribuem, bem como a presença ou não do indúscio, constitui importante caráter para a identificação das famílias. Tanto na forma como no *habitat*, apresentam grande diversidade: algumas, como por exemplo, *Azolla*, são aquáticas e muito pequenas, pouco se parecendo com samambaias. No outro extremo de tamanho encontram-se as samambaias arborescentes, como o gênero *Cyathea*, que chega a atingir 24 metros, e cujas folhas têm até 5 metros de comprimento, e o gênero *Dicksonia*, não tão avantajado, mas com caules bem desenvolvidos, utilizados na floricultura para confecção de vasos denominados *xaxins*, nome popular dessa planta.

- Atualmente a comercialização
- do xaxim é proibida, devido à
- grande devastação da espécie
- em decorrência desse uso.
- Por esse motivo, o xaxim é
- considerado uma das espécies
- da flora brasileira ameaçada
- de extinção.

Inúmeras espécies dessa classe são cultivadas como ornamentais, como as avenças (*Adiantum* spp), a renda-portuguesa (*Davalia* sp) e a escadinha-do-céu (*Nephrolepis* sp). Espécies do gênero *Azolla*, já referido, são plantas fixadoras de nitrogênio, o que é feito por algas cianofíceas do gênero *Anabaena*, que vivem nas raízes dessas plantas. De 12 a 20% do nitrogênio fixado são liberados na água. Devido a isso, espécies de *Azolla* são cultivadas em alguns locais como adubação verde, alimento para animais ou ainda em arrozais. *Pteridium aquilinum*, conhecida popularmente como samambaia-das-taperas ou samambaia-branca, é uma planta tóxica, indicadora de solos ácidos e frequentemente aparece como invasora de terrenos, especialmente após derrubada e queimada da mata.

A Classe *Equisetopsida* atingiu maior abundância e variedade nos fins da era paleozóica, há cerca de trezentos milhões de anos, e atualmente é representada apenas pelo gênero *Equisetum*, com quinze espécies. Este gênero é encontrado com relativa frequência, especialmente em lugares úmidos e pantanosos. Denominadas de cavalinhas, essas plantas



Figura 1.6: Marrequinha (*Salvinia auriculata*). Observe os esporocarpos entre as raízes.



Figura 1.7: Lentilha-d'água (*Azolla filiculoides*).

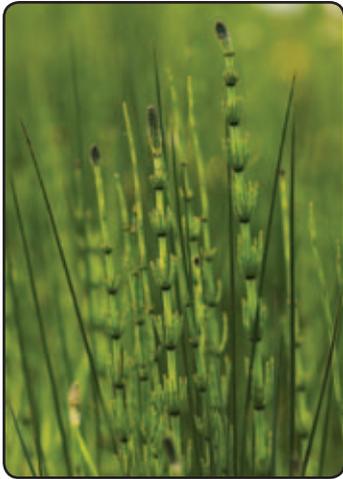


Figura 1.9: *Equisetum* sp.

são também conhecidas como rabo-de-lagarto, porque seus caules são articulados e ásperos, sendo as folhas pequenas e escamiformes.

Você sabia que o trevo-de-quatro-folhas é uma pteridófita do gênero *Marsilea*? Não o confunda com o trevo comum (ou azedinha), uma Angiosperma do gênero *Oxalis* (Oxalidaceae). Observe e compare as duas figuras a seguir.



Figura 1.10: *Lycopodium* sp.

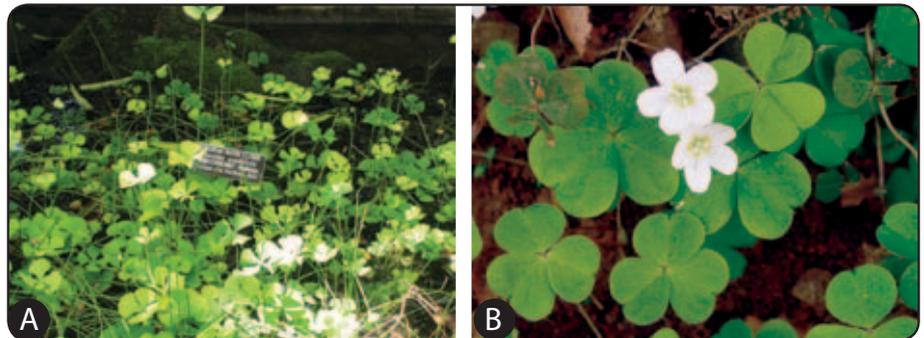


Figura 1.8: a) *Marsilea* sp; b) *Oxalis* sp.

A Classe *Lycopodiopsida* também apresenta, em sua maioria, representantes fósseis. Entre os gêneros com representantes vivos, *Lycopodium* inclui cerca de 200 espécies, na maioria tropicais, muitas das quais são utilizadas na medicina homeopática; *Selaginella* é um dos gêneros com maior número de espécies (cerca de 700), e muitos se desenvolvem em ambientes úmidos ou aquáticos em todo o Brasil.



Figura 1.11: *Selaginella* sp.

1.2.2 As Gimnospermas

Com cerca de 720 espécies, as gimnospermas pertencem ao grupo das chamadas fanerógamas ou espermatófitas, pelo fato de que seus embriões são protegidos pela semente, que contém também reservas nutritivas capazes de nutrir a planta jovem até que ela se torne independente. O nome *gimnosperma* significa, literalmente, **semente nua**, e diz respeito ao fato de que nesse grupo de plantas vasculares

os óvulos, bem como as sementes deles derivadas, encontram-se expostos na superfície dos **esporófilos**.

No Brasil, a mais conhecida espécie de Gimnosperma é a *Araucaria angustifolia*, o pinheiro-brasileiro ou pinheiro-do-paraná, de madeira de excelente qualidade e sementes comestíveis denominadas comercialmente de pinhões. Essa espécie desenvolve-se em regiões altas e de clima mais frio, especialmente no estado do Paraná, mas, também, nos demais estados da região sul, e chega até São Paulo, Rio de Janeiro e sul de Minas Gerais, sempre em altitudes elevadas. Eventualmente é encontrada *in cultis* (em cultivo) em praças e jardins na região sul do Brasil.



Figura 1.12: *Araucaria angustifolia*.

1.2.2.1 Caracteres Vegetativos

As Gimnospermas são plantas lenhosas, arbóreas ou arbustivas quase sempre com folhas curtas e rígidas, em forma de agulhas, mostrando-se assim adaptadas a condições ambientais adversas. Anatomicamente, o caule das gimnospermas apresenta os elementos de condução denominados **traqueídeos**, diferentes dos vasos que ocorrem nas Angiospermas.

1.2.2.2 A reprodução nas Gimnospermas

A reprodução destas plantas é feita através das estruturas denominadas microsporângios (ou grãos de pólen) e macrosporângios ou megasporângios (ou óvulos). Os microsporângios e macrosporângios encontram-se reunidos em cones separados, unissexuados, na mesma planta (plantas monoicas), ou em plantas diferentes (plantas dioicas). Os cones masculinos são relativamente pequenos e formados por inúmeras folhas modificadas, escami-formes, denominadas microsporófilos, em cuja base se formam os pequenos sacos polínicos (microsporângios). Quando maduros, os microsporângios se abrem e liberam os grãos de pólen, alados, que são transportados pelo vento até os cones femininos.

- **esporófilos**
- Folhas modificadas que produzem os esporos; em oposição a trofófilos, que são folhas normais, em geral verdes, fotossintetizadoras e responsáveis pela nutrição da planta.

Os cones femininos são muito maiores que os cones masculinos e, também, formados por folhas modificadas, escamosas (macrosporófilos), que produzem os óvulos ou macrosporângios. Cada óvulo possui uma pequena abertura, a **micrópila**, na qual irá se aderir e penetrar o grão de pólen, durante a polinização. A **fecundação**, que é a união do espermatozóide (produzido no interior do grão de pólen) com a oosfera (produzida no interior do óvulo), pode demorar até 12 ou 15 meses após a polinização, e resulta em um **embrião**. À medida que o embrião se desenvolve, os demais tecidos que formam o óvulo igualmente sofrem transformações, constituindo-se na **semente**, que irá envolver, proteger e nutrir o embrião. Na maturidade, as escamas dos cones femininos se afastam e deixam cair as sementes, muitas vezes aladas e que flutuam no ar, podendo ser levadas a distâncias consideráveis.

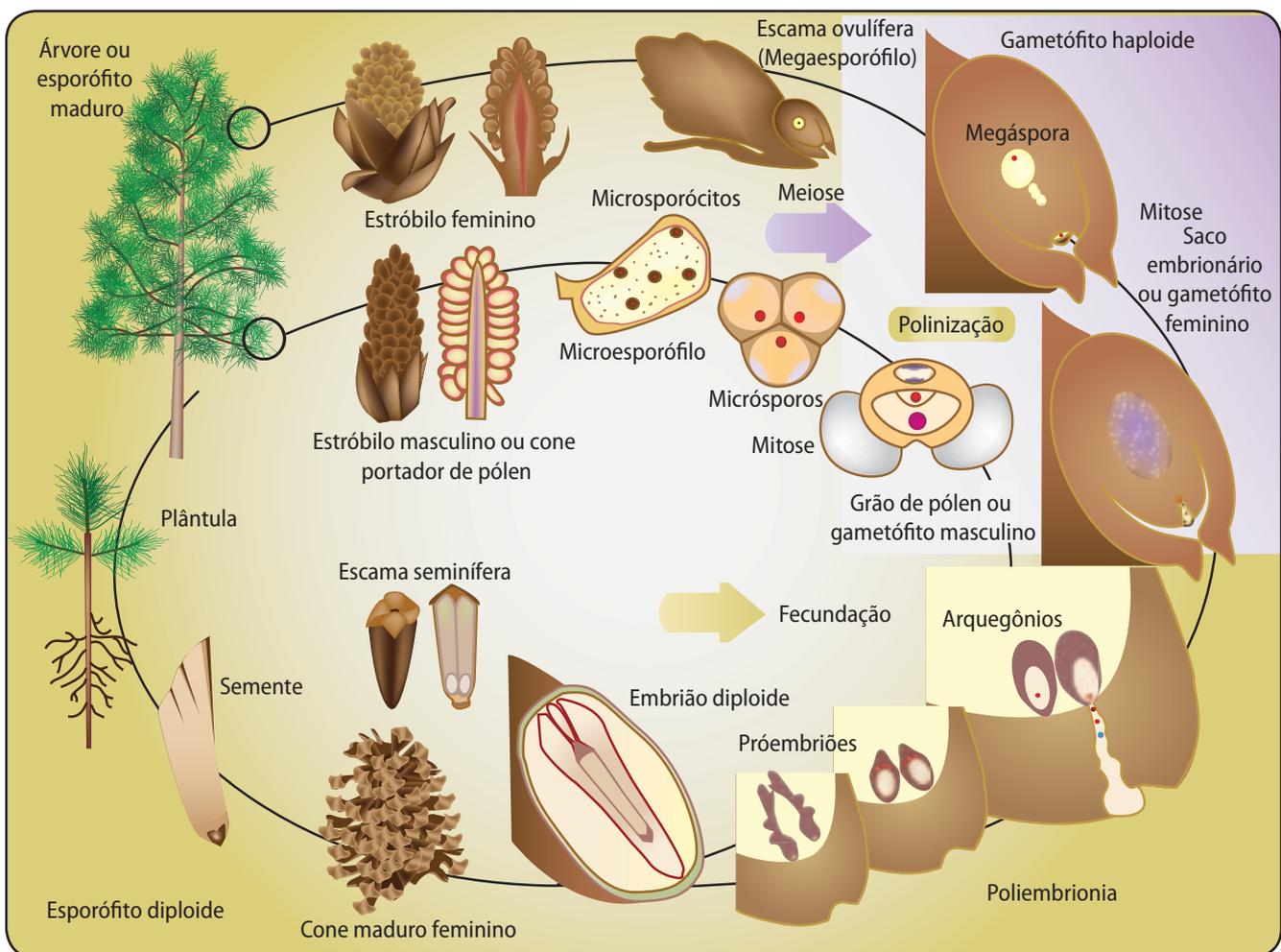


Figura 1.13: Ciclo de vida de uma Gimnosperma (Coniferae).

Você sabia?

Os cotilédones são rudimentos de folhas, presentes na porção superior do embrião. Nas coníferas o embrião apresenta um número variado de cotilédones (geralmente de 6 a 8). Observe na figura 1.14, à direita, uma plântula (gametófito) de pinus ainda com a proteção da testa da semente e, à esquerda, os sete cotilédones.



Figura 1.14: Gametófitos germinados (plântulas) de *Pinus* sp.

1.2.2.3 Taxonomia das Gimnospermas

Alguns estudos cladísticos (veja informações sobre Cladística no Capítulo 2) sugerem que a divisão *Gymnospermae* é, na verdade, formada por plantas de origem **polifilética**, provavelmente originadas de quatro grupos diferentes.

Raven, Evert e Curtis (1978) agrupam as gimnospermas em quatro classes: *Cycadinae*, *Ginkgoinae*, *Coniferinae* e *Gnetinae*.

A Classe ***Cycadinae*** constitui um pequeno grupo de plantas com aspecto semelhante a pequenas palmeiras, sendo inclusive conhecidas como palmeiras-sagu ou sagu-de-jardim. O gênero mais conhecido é *Cycas*, bastante utilizado como planta ornamental.



Figura 1.15: Sagu-de-jardim (*Cycas revoluta*). Planta feminina fértil.

A Classe *Ginkgoinae* possui um único representante atual (*Ginkgo biloba*), cultivada nos templos da China e do Japão, e se

- **polifilética**
- que se originou de diversas
- linhas evolutivas, ou seja,
- que não evoluiu de um único
- organismo primitivo

- Pelo aspecto atrativo de suas
- folhas, grandes e lustrosas,
- dispostas em roseta, são
- cultivadas em jardins públicos
- e privados do mundo inteiro.
- Por estar “na moda”, um
- exemplar adulto fértil alcança
- alto valor nos garden centers.
- Apesar de alguns programas
- para a reprodução artificial
- dessas espécies, encontram-se
- à beira de extinção.



Figura 1.16: *Ginkgo biloba*.



Figura 1.17: *Gnetum gnemon*.



Figura 1.18: *Ephedra sp.*

constitui em uma importante espécie dos jardins daquelas regiões. É facilmente reconhecível por suas folhas flabeliformes (em forma de leque) e, como as Cicadáneas, possui suas estruturas reprodutivas femininas (macrosporângio - óvulos) e masculinas (microsporângios - grão de pólen) em indivíduos diferentes (plantas dioicas).

A Classe *Gnetinae* é composta de um pequeno grupo de plantas das florestas equatoriais que possuem muitas das características das Angiospermas, sendo por isso consideradas por muitos botânicos como o elo de ligação entre gimnospermas e Angiospermas. O gênero *Gnetum* é o

único, entre as gimnospermas, que apresenta, além de espécies arbóreas, também arbustos e trepadeiras dotadas de grandes folhas, semelhantes às das Angiospermas, desenvolvendo-se em regiões tropicais, inclusive espécies brasileiras, como *Gnetum amazonicum*, conhecida popularmente como toá. *Ephedra* é um gênero arbustivo com algumas espécies medicinais, havendo apenas uma espécie no Brasil, *E. tweediana*.

A Classe *Coniferinae*, ou as coníferas, como são geralmente referidas, constituem a maior e mais significativa classe das gimnospermas atuais, incluindo cerca de 50 gêneros e 550 espécies. São plantas que se desenvolvem em zonas temperadas, especialmente no hemisfério norte. Suas folhas apresentam características próprias de resistência a clima árido e seco, sendo em geral aciculares (em forma de agulha) e revestidas de espessa cutícula. Tanto os caules como as folhas são ricos em canais resiníferos.

A maioria das coníferas é formada pelos pinheiros, de reconhecido valor comercial, representados no Brasil pela espécie nativa *Araucaria angustifolia* e por várias espécies exóticas do gênero *Pinus*.

Com mais de 90 espécies, o gênero *Pinus*, nativo do hemisfério norte, mas amplamente cultivado também no hemisfério sul, vem causando sérios problemas de contaminação biológica por ser muito agressivo, tanto na germinação como no crescimento e na ocupação de ambientes abertos.

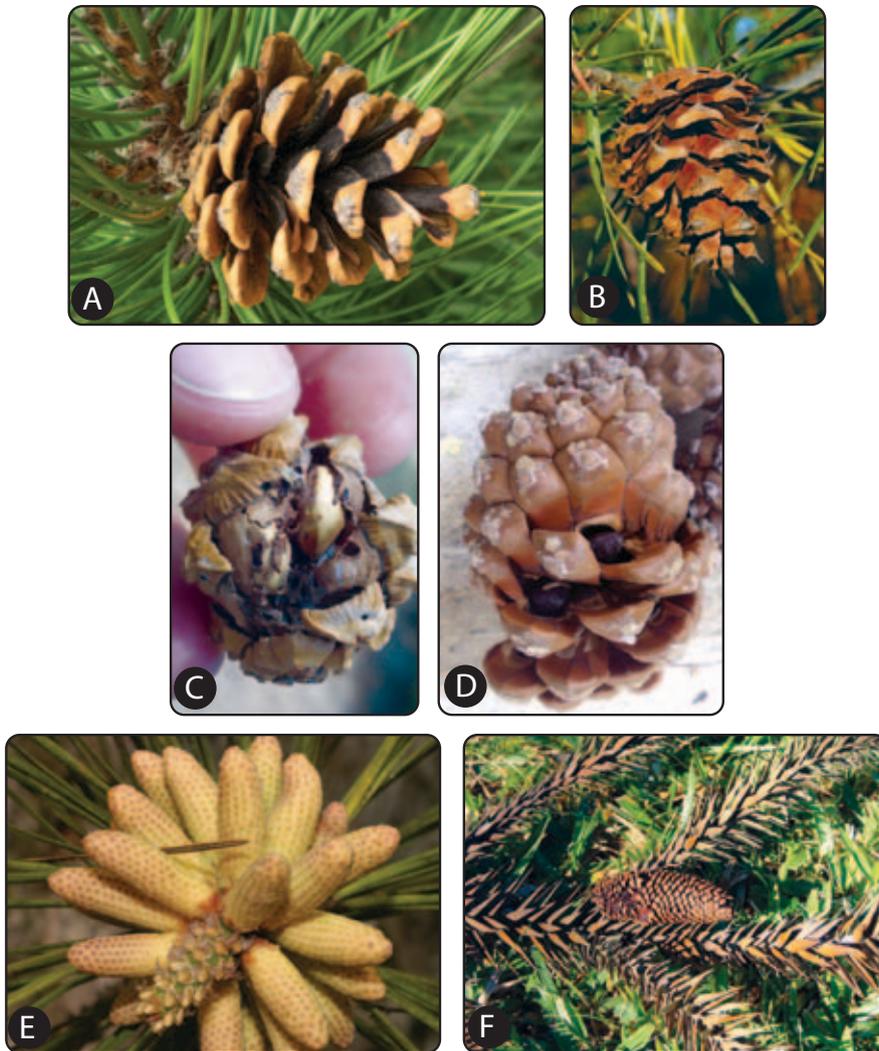


Figura 1.19: Diversos tipos de cones (estróbilos) femininos: a) *Pinus nigra*; b) *Pinus virginiana*; c) *Pinus edulis*; d) *Pinus pinea*; e) masculinos: e) *Pinus taeda*; f) *Araucaria angustifolia*.

O outro gênero brasileiro é *Podocarpus*, com três espécies: *P. lambertii*, frequente nas matas de araucária da região sul até Minas Gerais; *P. selowii*, encontrada desde o sul até o nordeste; e *P. roraimae*, descrita para a região de Roraima.

Cupressus, *Thuja* e *Juniperus* são gêneros conhecidos como **ciprestes** e cultivados como ornamentais. O último fornece a matéria-prima para a produção da bebida denominada gim, a partir de suas sementes. De algumas espécies do gênero *Ephedra* é extraída a droga medicinal efedrina.

Saiba mais

Obtenha mais informações sobre espécies exóticas invasoras em: <www.gisp.org> e <www.institutohorus.org.br>.

Você sabia?

Neste grupo encontra-se a mais alta das espécies de plantas vasculares, a *Sequoia sempervirens*, gimnosperma nativa da América do Norte e que chega a atingir até quase 120 metros de altura e mais de 10 metros de diâmetro.



Figura 1.20: *Cupressus sempervirens*. cones femininos (esquerda); cones masculinos (direita).

1.2.3 As Angiospermas

Angiosperma

Angeion (grego) - vaso ou receptáculo; *sperma* - semente, referindo-se à estrutura da flor, que possui uma urna (o ovário, que é a porção basal, dilatada do gineceu) para proteger as sementes

Epífitas

e-pi = sobre: fito = planta; ou seja, são plantas que se desenvolvem sobre outras. Não confunda com parasitas, que também se desenvolvem sobre outras plantas, porém, parasitando-as, o que não é o caso das epífitas. Exemplo de epífita: orquídeas e bromélias; exemplo de parasita: cipó-chumbo, planta desprovida de clorofila e que, portanto, suga a seiva da planta hospedeira.

Constituindo-se de cerca de 235.000 espécies, as **Angiospermas** compõem o maior grupo de plantas. São amplamente diversificadas no que se refere às suas estruturas vegetativas. Variam, quanto ao tamanho, desde espécies de *Eucalyptus*, com mais de 100 metros de altura, até pequenas plantas aquáticas do gênero *Wolffia*, que não ultrapassam 1 mm. Algumas são trepadeiras e sobem a grandes alturas, sobre as árvores das florestas tropicais, outras são epífitas e crescem nas partes mais altas das árvores.

A principal característica das Angiospermas são as **flores**, que podem se apresentar isoladas ou reunidas em inflorescências (cachos, espigas etc.). Possuem uma haste denominada **pedúnculo** ou **pedicelo**, cuja porção superior, alargada, é o **receptáculo**, no qual se inserem as demais peças florais: as **sépalas** e as **pétalas**, apêndices estéreis; os **estames**, estruturas de reprodução masculinas; e os **carpelos**, ou **gineceu**, conjunto das estruturas femininas.

A partir dessa estrutura básica, as flores podem apresentar inúmeras variações, que em geral refletem algum aspecto evolutivo ou de adaptação aos diferentes ambientes, como você poderá ler no texto sobre evolução das Angiospermas (Capítulo 6).

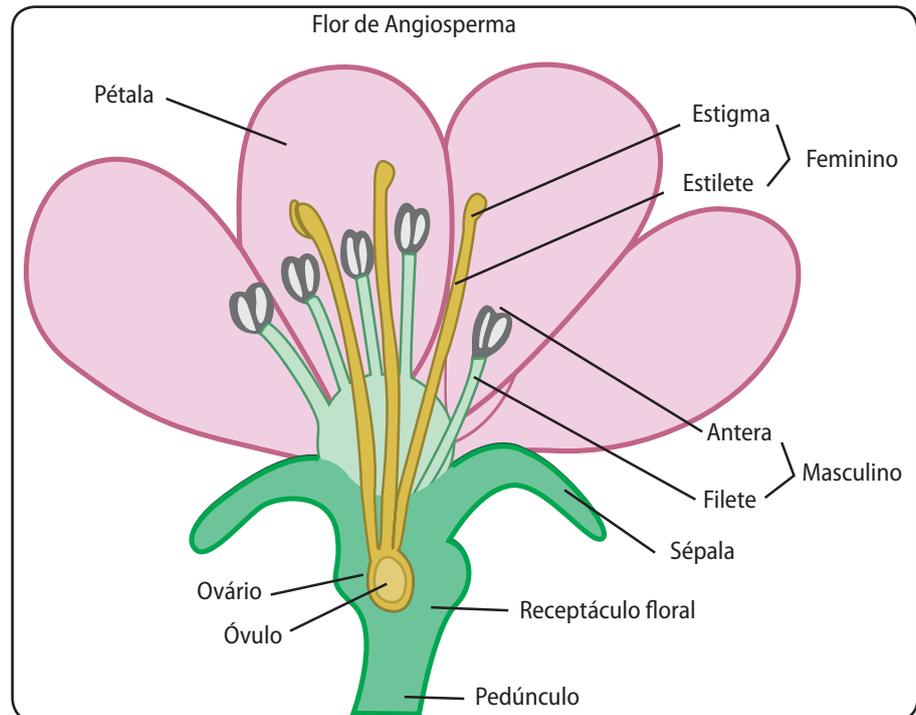


Figura 1.21: Flor completa de uma Angiosperma.

1.2.3.1 A reprodução nas Angiospermas

No ciclo de vida das Angiospermas, assim como no das gimnospermas, a alternância de gerações não é tão evidente como nas pteridófitas, uma vez que há uma redução progressiva do gametófito, de modo que ele se constitui de pequenas estruturas, totalmente protegidas e dependentes do esporófito.

Nas Angiospermas, o gametófito feminino é o saco embrionário do óvulo, protegido dentro do ovário, e o gametófito masculino é o grão de pólen, formado na antera, que é parte do estame. O grão de pólen carrega no seu interior dois espermatozoides ou núcleos espermáticos. Após a polinização, o grão de pólen germina, prolongando-se até o óvulo e liberando os dois núcleos espermáticos: um deles fecunda a oosfera do óvulo, formando o **embrião** diploide, e o outro se une a dois núcleos polares presentes no óvulo, formando um tecido triploide que se denomina **endosperma**, com função de nutrir o embrião. Essa **dupla fecundação** é característica exclusiva das Angiospermas. Após a fecundação, uma série de modificações ocorrerá, formando-se a **semente** – embrião mais endosperma e demais envoltórios do óvulo; e o **fruto** – desenvolvimento das demais partes do ovário. Veja a seguir o esquema do ciclo de vida de uma Angiosperma.

O ciclo de vida de todas as plantas passa por duas fases distintas e alternadas: uma de crescimento vegetativo e outra de crescimento reprodutivo. Entretanto, tais fases são próprias e distintas em diferentes espécies, obedecendo tanto a especificidades de diferentes características fisiológicas, como a de fatores externos e especialmente de ciclos circadianos, tais como dia/noite, fases da lua, estações do ano etc. Assim, temos desde algumas palmeiras (*Caryota* spp) e as taquaras do gênero *Merostachys* - que crescem vegetativamente por 20, 30 anos e, após um único período de floração, encerram seu ciclo vital - até os ipês, que florescem abundantemente ao final de cada inverno, ou as pequenas violetas e outras tantas ervas ornamentais, com várias floradas anuais.

A taxonomia das Angiospermas, que pela sua representatividade compõe a maior parte dos temas abordados nesta Disciplina, será tratada com maior profundidade e especificidade no **Capítulo 5** deste Livro.

Você lembra?

Nas pteridófitas, as duas etapas (gametofítica ou haploide, e esporofítica ou diploide) formam indivíduos totalmente independentes. (Se não lembra, volte ao texto!).

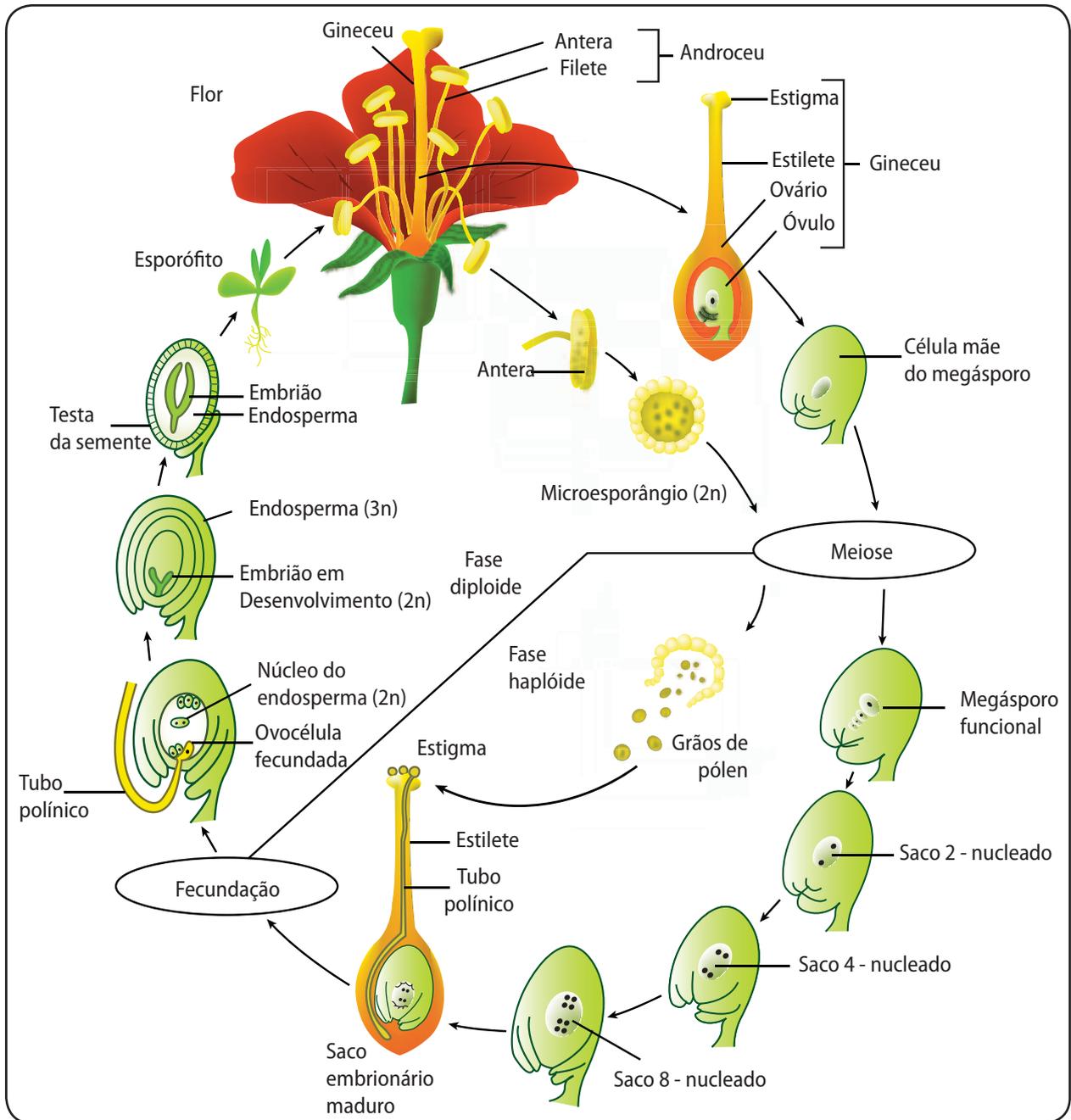


Figura 1.22: Ciclo de vida das Angiospermas.

1.3 Resumo

O reino *Plantae* inclui as briófitas e as plantas vasculares (pteridófitas, gimnospermas e Angiospermas). As briófitas são as mais simples, não apresentando tecidos diferenciados, e seu ciclo de vida se caracteriza por um predomínio da geração gametofítica (haplóide). As pteridófitas apresentam as fases gametofítica e esporofítica totalmente independentes uma da outra, sendo a gametofítica representada por uma estrutura em geral folhosa, denominada prótalo, em cujo interior se desenvolvem os arquegônios (que contêm os gametas femininos) e os anterídeos (que contêm os gametas masculinos). A planta adulta é o esporófito, e nesse grupo encontramos as samambaias e avencas, de valor ornamental. Nas gimnospermas, que compõem o grupo dos pinheiros, surge a semente, como forma de proteção do embrião (esporófito jovem), e nas Angiospermas essa proteção torna-se ainda mais efetiva, pela presença de mais um envoltório protetor (o fruto), além de inúmeras adaptações e grande diversidade de características, que fazem desse grupo o maior e mais bem adaptado ao meio.

1.4 Bibliografia Comentada

Biologia Vegetal

Raven, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E.

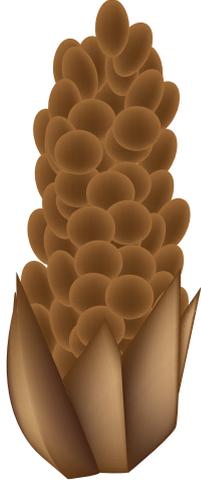
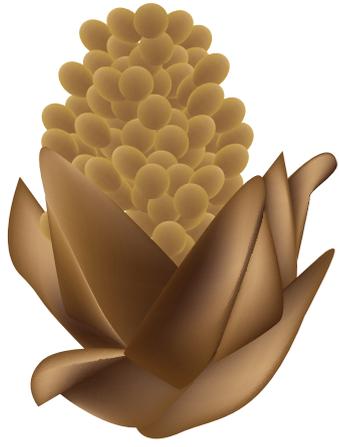
Neste livro você encontra uma visão bastante abrangente das características, diferenças e inter-relações entre os diferentes grupos vegetais. Muito bem ilustrado, apresenta fotos, esquemas dos ciclos de vida, bem como inúmeros quadros com interessantes comentários sobre os temas abordados em cada capítulo.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia Vegetal. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

1.5 Referências

- ALEXOPOULUS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. 4ª ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DA AMAZÔNIA LEGAL – IBAMA. Instrução Normativa nº 06/2008. **Lista das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Disponível em: <www.ibama.gov.br>. Acesso em: 15 set. 2009.
- JOLY, A. B. **Botânica**. Introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Ed. Nacional, 1983.
- PEREIRA, A. B. **Introdução ao estudo das pteridófitas**. Canoas, RS: Editora da ULBRA, 1999.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; CURTIS, H. **Biologia Vegetal**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- SCHULTZ, A. **Introdução à Botânica Sistemática**. 6ª ed. Porto Alegre, RS: Sagra/Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990. v.1 e 2.
- TRYON, R. M.; TRYON, A. F. **Ferns and Allied Plants With Special Reference to Tropical America**. New York: Springer-Verlag Inc., 1982.

CAPÍTULO 2



Sistemas de classificação

Neste Capítulo vamos conhecer um pouco da história dos sistemas de classificação das plantas, desde as primeiras tentativas de sistematizá-las, passando pelas modificações ao longo do tempo, até chegar aos sistemas filogenéticos atuais.

2.1 Introdução

As primeiras classificações tinham um fim prático, baseando-se no *habitus* ou aspecto geral da planta. Entre os estudiosos mais antigos que se preocuparam com a classificação das plantas, destaca-se o discípulo de Aristóteles, *Theoprasthus* (370 aC.), o pai da Botânica, que classificou os vegetais em árvores, arbustos, subarbustos e ervas. *Albertus Magnus* (1193-1280) é considerado o primeiro a reconhecer as diferenças entre Monocotiledôneas e Dicotiledôneas, com base na estrutura do caule, aceitando, em outros pontos, a classificação de *Theoprasthus*. Posteriormente, já na idade média, surgiram os *Herbalistas*, em geral interessados particularmente nas propriedades medicinais das plantas, informando sobre suas aplicações e supostas virtudes. *Otto Brunfels* (1464-1534), em sua obra *Herbarum*, apresenta descrições e ilustrações de plantas, iniciando uma terminologia científica e certa ordenação das plantas em grupos semelhantes.

Apesar de não haver conceituações precisas, alguns grupos naturais já eram reconhecidos, como Cogumelos, Musgos, Coníferas, Umbelíferas, entre outros, sendo estas denominações ainda hoje utilizadas.

2.2 Sistemas Artificiais

Buscando critérios para estabelecer sistemas de classificação, os primeiros sistematas utilizavam-se essencialmente de aspectos



Figura 2.1a Otto Brunfels.



Figura 2.1b Frontispício da obra *Herbarum*.

morfológicos, de fácil reconhecimento em todos os vegetais. Com isso, e ainda por se basearem em pequeno número de caracteres (às vezes apenas um), esses sistemas frequentemente reuniam, em um mesmo grupo, plantas bastante diferentes, daí sua artificialidade. *Andrea Caesalpino* (1519-1603), considerado o primeiro taxonomista vegetal, por sua obra *De plantis*, publicada em 1583, estruturou um sistema de 15 classes, utilizando o *habitus* e os tipos de frutos e sementes. *Jean Bauhin* (1541-1631) foi o primeiro botânico a utilizar a nomenclatura binária (creditada a Lineu, cerca de 100 anos depois); *Jonh Ray* (1628-1705) ocupou-se com cerca de 18.000 espécies, enfatizando a diferença entre Monocotiledôneas e Dicotiledôneas, com base no número de cotilédones. Mas, definitivamente, o sistema artificial mais interessante foi o conhecido como *Sistema Sexual de Lineu*. Nascido na Suécia, Carl Linné (1707-1778), ou *Carolous Linnaeus*, como passou a ser conhecido, é considerado o mais extraordinário sistemata de todos os tempos, conhecido como o pai da taxonomia vegetal e zoológica. Entre seus inúmeros trabalhos, o *Species Plantarum*, publicado em 1753, tornou-se um trabalho de fundamental importância na sistemática vegetal, sendo considerado o ponto de partida do sistema de classificação binominal. O Sistema de Classificação de Lineu agrupa as plantas em 24 classes, separadas pelo número de estames e sua posição na flor; as classes são subdivididas em ordens, com base no número de estiletos do ovário. Por se basear em características das estruturas reprodutivas (androceu e gineceu) essa classificação ficou conhecida como Sistema Sexual. Lineu considerava o estabelecimento de um sistema de classificação natural como aspiração maior da Botânica, mas reconhece a dificuldade para isso e, segundo seu próprio julgamento, seu sistema tem o mesmo valor que uma chave de determinação. Entretanto, esse sistema representou um grande avanço, comprovado pela evidência de sua utilização durante muito tempo.

2.3 Sistemas Naturais

Em meados do século 18, grande número de excursionistas, procedentes de todos os continentes, retornou à Europa trazendo grande número de plantas vivas, sementes e coleções herboriza-

das, em grande parte desconhecidas, precisando ser classificadas e denominadas. Foi-se, com isso, percebendo que havia muito mais afinidades naturais entre as plantas do que aquelas indicadas pelo Sistema Sexual de Lineu. Começaram a aparecer, assim, novos sistemas de classificação, baseados em uma visão mais ampla, devido ao conhecimento mais abrangente sobre a flora de grande parte do mundo. Tais sistemas levam em conta a afinidade natural das plantas, e, utilizando dados morfológicos e anatômicos, agrupam as plantas conforme suas características comuns. *Jean Baptiste A. P. M. de Lamarck* (1744-1829), conhecido pela sua teoria sobre “herança dos caracteres adquiridos”, e *Antoine Laurent de Jussieu* (1748-1836), são autores das primeiras idéias sobre sistemas naturais, creditando-se ao segundo a autoria do primeiro sistema de classificação dito Natural.

Você sabia?

O Museu de História Natural de Paris, um dos maiores do mundo, foi fundado por Antoine Laurent de Jussieu, em 1793, e o primeiro Jardim Botânico da Europa é o Real Jardim Botânico de Madrid, fundado em 1755.

Esses sistemas foram elaborados ainda sob dogma da constância inalterável da espécie, quando as teorias modernas de evolução ainda não eram conhecidas e o conceito de afinidade era ainda muito vago. Mesmo assim, uma vez que eram baseados predominantemente em semelhanças morfológicas e estas, em geral, mas não necessariamente, refletem afinidades genéticas e evolutivas, tais sistemas apresentam algumas semelhanças com os mais modernos, ditos Filogenéticos.

2.4 Sistemas Filogenéticos

A publicação das teorias de Wallace e Darwin sobre a origem e a evolução das espécies veio transformar radicalmente a visão sobre a classificação dos organismos, refletindo-se no surgimento de sistemas que se empenham em estabelecer correlações genéticas entre as plantas. Modernamente, portanto, o principal objetivo do sistemata é “descobrir todos os ramos da árvore evolucionária da vida, documentar todas as alterações que ocorreram durante a evolução dos mesmos e descrever as espécies – que são as extremidades desses ramos” (JUDD *et al.*, 1999).

Assim, o objetivo da **Sistemática Filogenética** é criar um sistema de classificação de acordo com a origem e evolução das plantas.

Filogenias são construções humanas e podem não corresponder totalmente às verdadeiras relações evolutivas, por isso são passíveis de serem testadas e avaliadas como qualquer outra teoria científica.

Entre os sistemas filogenéticos mais conhecidos, encontra-se o de *Adolf Engler* (1844-1930), por muito tempo considerado como um dos melhores e mais abrangentes sistemas de classificação e sendo, por isso, vastamente utilizado. Embora outros autores, como *August Eichler* (1839-1887), *Charles Bessey* (1845-1915) e *Richard Wettstein* (1862-1931) também tenham organizado sistemas filogenéticos com razoável coerência, a ampla aceitação do Sistema de Engler é atribuída ao fato de que ele o aplicou a todos os organismos considerados do reino vegetal, tendo publicado, no *Die Natürlichen der Pflanzenfamilien*, em 10 volumes, chaves de identificação de gêneros, amplas descrições de famílias e de gêneros, e boa ilustração.

Entre os sistemas filogenéticos mais modernos, citam-se os publicados por *Armen Takhtajan*, em 1961, *Arthur Cronquist*, em 1968, e *Rolf Dahlgren*, em 1975, os quais tiveram ampla aceitação, sendo, entretanto, restritos à filogenia das Angiospermas.

Desde a última década do século passado, entretanto, vêm ocorrendo grandes mudanças nos paradigmas da sistemática das plantas, por conta principalmente de **técnicas moleculares** realizadas especialmente com Angiospermas, o que vem gerando modificações nos sistemas de classificação desse grupo, permitindo uma classificação baseada nas similaridades entre genomas. Dessa forma, a comunidade científica vem utilizando, atualmente, a organização sistemática das famílias de Angiospermas conforme proposta cladística de um grupo internacional de renomados botânicos, denominado *Angiosperm Phylogeny Group* (conhecido como APG).

Árvore Filogenética ou Cladograma

é a exibição, em forma de uma árvore, das relações evolutivas entre as espécies, denominando-se clado cada um de seus ramos. Confeccionados a partir da matriz e conteúdo não apenas os dados moleculares, mas também morfologia externa e interna, estrutura química e demais informações disponíveis, resumem o que se sabe a respeito dos diferentes grupos vegetais.

Principalmente o sequenciamento de DNA, utilizando-se especialmente materiais como o de núcleos, cloroplastos e mitocôndrias.

Índices de similaridade

são calculados através de equações matemáticas, a partir de listas com o maior número possível de características. Assim, programas computadorizados refinados agrupam organismos similares, enquanto organismos diferentes são colocados em grupos diferentes. Cada grupo ou clado inclui todos os descendentes de um ancestral comum, e os diagramas usados para representar esses grupos são chamados cladogramas, sendo a análise filogenética, feita dessa forma, denominada cladística.

2.5 Resumo

A identificação das plantas constitui-se em um passo inicial para o seu arranjo em grupos. Em decorrência do arranjo **coerente** das entidades taxonômicas, seguindo uma determinada sequência hierárquica, teremos outro tipo de trabalho botânico: a criação de um Sistema de Classificação. Inicialmente, o objetivo da Classificação era organizar as plantas em categorias – ou táxons. Posteriormente, passou-se a respeitar as relações evolutivas, em uma organização mais natural.

Assim, o significado da Sistemática Vegetal, ao longo do tempo, evoluiu de uma disciplina restrita à arte de classificar as espécies, para uma disciplina extremamente vasta, cobrindo praticamente todos os campos da Biologia Comparada. Hoje, não considera os seres vivos como um mosaico de espécies justapostas, mas sim como uma rede filogenética tecida pela evolução e, portanto, dotada de uma dimensão histórica. Essa visão é registrada através dos sistemas filogenéticos de classificação, os quais agrupam as plantas utilizando critérios não apenas morfológicos, mas também dados paleontológicos, anatômicos, bioquímicos e citogenéticos.

2.6 Bibliografia Comentada

Plant Systematics. A phylogenetic approach.

Judd, W. S.; Campbell, C. S.; Kellogg, E. A.; Stevens, P. F.

Trata-se de uma obra de larga abrangência, que aborda desde aspectos históricos relativos à classificação botânica, até os conceitos mais modernos utilizados na Taxonomia contemporânea. Apresenta numerosos exemplos de chaves de identificação, construção de cladogramas, bem como apresenta e comenta as regras internacionais de nomenclatura botânica (ver Capítulos 3 e 4 a seguir).

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. Plant Systematics. A phylogenetic approach. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. 1999.

2.7 Referências

AMARAL, L. DA G.; SILVA FILHO, F. A. **Ecologia vegetal e Botânica**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância/UFSC, 2001.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. **Plant Systematics**. A phylogenetic approach. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., 1999.

CAPÍTULO 3



Instrumentos, Métodos e Técnicas em Sistemática Vegetal

Neste Capítulo iremos tratar dos princípios básicos que direcionam os estudos sistemáticos em Botânica e as normas e métodos associados a esse estudo. Você aprenderá a como coletar plantas adequadamente para formar uma coleção botânica, que servirão de base para todos os estudos posteriores. A organização destas coleções em Herbários, bem como sua manutenção, são fundamentais para que sirvam de testemunhos de sua ocorrência, bem como de características dos ambientes em que as coleções foram coletadas.

Você já sabe

que a **Sistemática** tem o objetivo de inventariar e descrever a diversidade das plantas, através da sua organização em grupos, com base em suas semelhanças, diferenças e relações evolutivas, e que ela inclui a **Taxonomia**, que trata da descrição e classificação, com suas normas e princípios, e a **Filogenia**, que busca estabelecer as relações evolutivas.

3.1 Introdução

Até o início do século XX, a Taxonomia prevalecia como ciência botânica, dedicando-se mais especificamente ao reconhecimento e denominação da grande quantidade de plantas desconhecidas, encontradas especialmente nas regiões tropicais, durante o início da expansão colonial européia. Logo em seguida, entretanto, cedeu lugar aos estudos moleculares, celulares e fisiológicos, o que fez com que fosse vista como disciplina de menor importância ou “fora de moda”. Atualmente, entretanto, a drástica degradação ambiental vem demonstrando o pouco que ainda sabemos sobre a diversidade dos vegetais. Esse conhecimento é essencial no esforço para se recompor desertos e áreas degradadas, produzir culturas resistentes, encontrar novas fontes de energia, alimentação, medicamentos e outros materiais utilizáveis. Para tanto, muitas disciplinas estão envolvidas, incluindo ecologia e conservação, fisiologia, farmacologia, bioquímica, etnobotânica, agronomia, tecnologia de materiais, e muitas outras. Constantemente, e cada vez com maior urgência, são formuladas questões como as seguintes, sobre as **plantas**, as quais cabe ao taxonomista responder:

- Como podem ser reconhecidas? (**identificação**);
- De que modo devem ser denominadas, para que as informações sobre elas sejam isentas de ambiguidades? (**nomenclatura**);
- Quais suas relações de parentesco? Que outras plantas têm propriedades similares ou compatibilidade genética? (**classificação**);

- Em que locais elas crescem? (**distribuição**);
- Em que tipos de ambiente ocorrem? (**ecologia**);
- Possuem alguma propriedade ou indicação de uso? (**usos**).

Palavra do Professor

Use adequadamente os termos identificação e classificação: **Identificação** - consiste em fazer a indicação do nome de qualquer material botânico, após ser verificada sua equivalência com outro conhecido e já previamente denominado. É o que iremos fazer em nossas aulas práticas! **Classificação** - é o agrupamento dos vegetais, e sua ordenação nas diferentes categorias hierárquicas, segundo as afinidades naturais ou graus de parentesco. Tratando-se de material novo para a Ciência, por conseguinte ainda não designado cientificamente, deve receber denominação própria, ser descrito e ser publicado em órgão especializado de ampla circulação entre os Botânicos, de modo a observar as normas de Nomenclatura Botânica.

3.2 Considerações sobre a Prática em Taxonomia

Ao fazer Taxonomia, é preciso muito cuidado na coleta e interpretação dos dados. Assim, alguns fatores devem ser observados:

- Observar a maior quantidade possível de material;
- Observar e registrar as variações geográficas, que poderão levar a certas variações ou adaptações morfológicas;
- Correlacionar os caracteres - não é possível observar apenas um aspecto;
- Ter **consistência**, isto é, observar sempre da mesma maneira, considerar segundo o mesmo padrão;
- Dar atenção à literatura taxonômica.

A Taxonomia, mais do que qualquer outro ramo da Ciência, requer um conhecimento quase enciclopédico da literatura mundial pertinente. Em muitos domínios da Biologia, a literatura atual torna tão obsoletas as obras de há uma década ou mais, que estas passam a atrair interesse meramente histórico ou acadêmico. Em Taxonomia, ao contrário, publicações de há um século ou mais podem, às vezes, constituir-se nas últimas fontes de informações disponíveis, devendo, por isso, serem consideradas juntamente com os trabalhos contemporâneos a respeito de determinado táxon.

3.3 Herbário

Denomina-se Herbário uma coleção de amostras vegetais as quais, após terem sido adequadamente coletadas, prensadas e desidratadas, são mantidas em instalações apropriadas para a conservação, segundo a sequência de uma dada classificação, podendo ser utilizadas como referência ou para outros estudos científicos.

Um herbário constitui-se em um importante banco de informações para estudos taxonômicos e florísticos. Um espécime desconhecido pode ser comparado com uma amostra já identificada no herbário, e assim ser identificado por comparação. Muitos herbários executam serviços de identificação e informações, bem como pesquisa e ensino, atendendo não só estudos taxonômicos como, também, quaisquer outros estudos científicos, tais como Fitogeografia, Ecologia, Botânica Econômica, Botânica Florestal etc.

A organização de um herbário consta de quatro fases fundamentais:

1. Formação e enriquecimento da coleção (coletas, doações, permutas);
2. Processamento (etiquetagem, identificação, montagem das exsicatas);
3. Manutenção (cuidados que incluem a parte física, como instalações e fumigações, e a parte científica, como a atualização nas identificações);
4. Administração (feita por um Curador Geral e pessoal de apoio administrativo).

3.3.1 Coleta e Herborização

A formação de um herbário se inicia pela coleta das plantas que a seguir serão herborizadas. Denomina-se Herborização a preparação das amostras de plantas coletadas a serem depositadas no herbário.

Você sabia?

O herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro é o maior e o mais antigo herbário do Brasil, com cerca de 500 mil **exsicatas**.

exsicata

nome dado às amostras secas de plantas, que constituem as coleções dos herbários.

curador

denominação dada ao botânico responsável pela administração do herbário.

3.3.1.1 Material necessário para coleta

- Álcool ou outro líquido conservante;	- Jornais dobrados;
- Altímetro;	- Lápis ou caneta;
- Binóculo;	- Lupa de mão;
- Bússola;	- Mapas;
- Caderneta de campo (ou ficha);	- Pá ou assemelhados (porções subterrâneas);
- Caixa de primeiros socorros.	- Prensa de campo (30x 40 cm);
- Cordões;	- Roupas e calçados apropriados;
- Facão;	- Sacos plásticos;
- Frascos;	- Tesoura de poda.

Quadro 3.1: Material para coleta

3.3.1.2 Como Coletar

- Escolher material fértil (flores e/ou frutos);
- Evitar indivíduos danificados;
- Escolher amostras que demonstrem a variabilidade (p.ex.: heterofilia);
- Evitar danos à planta e ao ambiente;
- Coletar no mínimo três amostras da planta, e algumas de flores ou frutos a mais, para que possam ser examinados sem danificar a coleta principal;
- Material herbáceo (até 80 cm): coletar todo o indivíduo, inclusive raízes, que devem ser limpas, dobrando em forma de “N” ou “W” se necessário;
- Material maior: coletar porções de ramos de cerca de 40 cm. Folhas ou ramos muito grandes deverão ser dobrados.

3.3.1.3 Registro de Dados

Tão importante quanto o próprio material coletado, o registro dos dados da planta deve ser feito no momento da coleta, em fichas ou cadernetas. Posteriormente serão transcritos para fichas definitivas, que ficarão na exsicata: data; coletor(es): nome e nº;

local; estado; município e ponto geográfico mais específico, bem conhecido; coordenada geográfica; altitude; características gerais do ambiente; caracteres da planta como hábito; textura; cor da flor; odores; polinizadores etc. Não se anota os dados que permanecerão na exsicata (p. ex.: folhas compostas, pétalas livres etc.).

3.3.1.4 Preparação das Exsicatas

- **Prensagem:** processo de distender bem as amostras, evitando sobreposição de folhas; arquear ou dobrar os ramos (sem quebrá-los), para que nada fique fora da prensa. É recomendado alternar as amostras com folhas de papel absorvente ou papelão corrugado;
- **Secagem:**
 - ao sol: deve-se trocar os jornais todos os dias;
 - em estufa: na temperatura de 55°C (24 - 48 horas);
 - em micro-ondas: secar um a um, cuidando o tempo.
- **Recomendações:**
 - Agrupar o material de consistência semelhante para a secagem ser mais homogênea;
 - Ir apertando as cordas à medida que as plantas sequeem, para evitar que enruguem;
 - Não retirar a planta da estufa antes de ela estar completamente seca, ou seja, apresentar-se rígida, sem dobrar ao ser suspensa.

3.3.1.5 Montagem das Exsicatas

Depois de coletado, prensado, seco e identificado, o material é preso (com cola, fitas adesivas ou barbante fino) em folhas de papel de boa qualidade. Partes que se destacam facilmente como sementes, frutos ou porções florais são acondicionados em envelopes que permanecerão junto da exsicata. As informações da coleta serão transferidas da caderneta de campo para uma etiqueta, afixada em geral na parte inferior direita da folha em que se encontra a exsicata. Ao final da montagem, o exemplar recebe um número de registro.

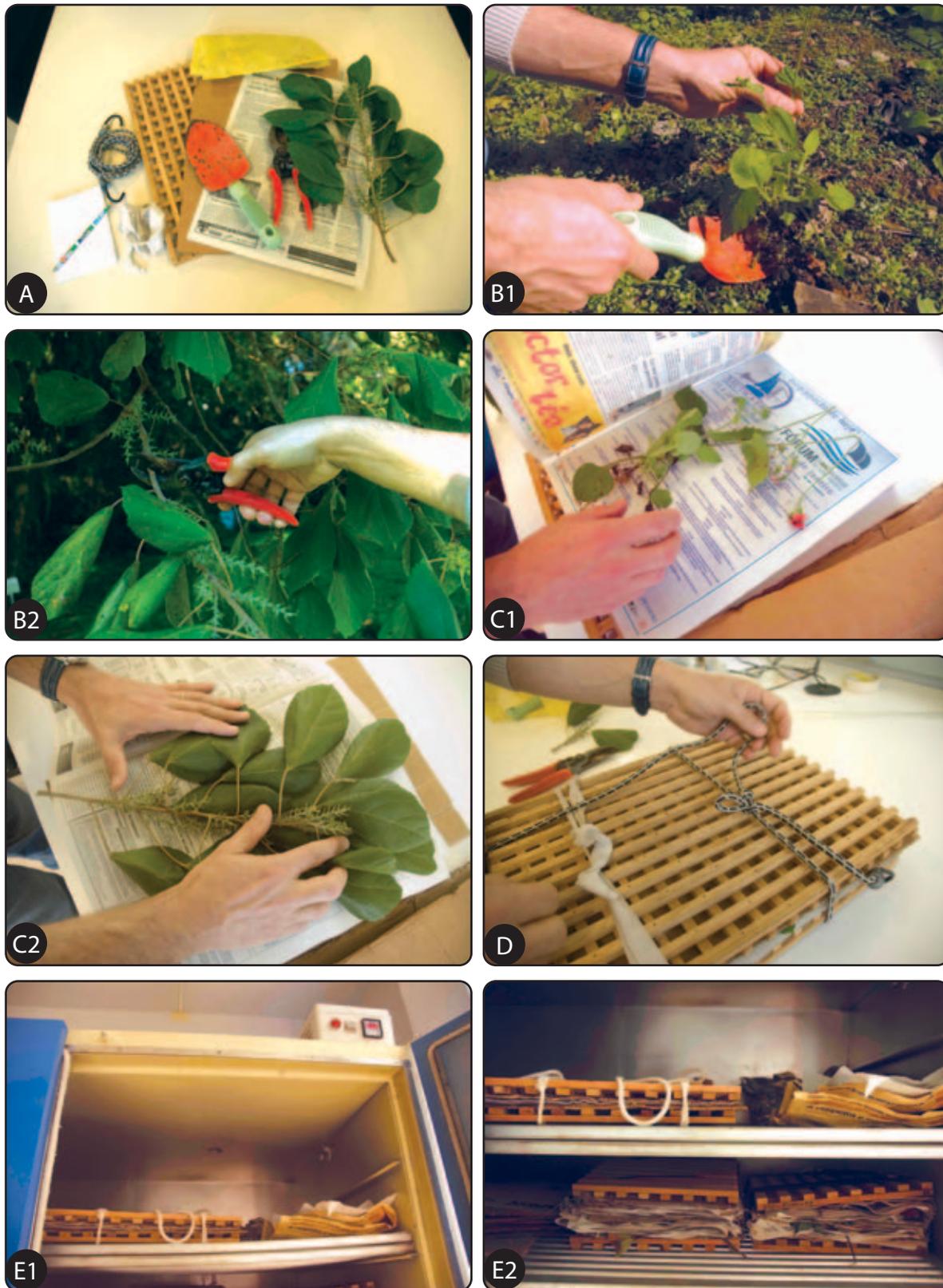
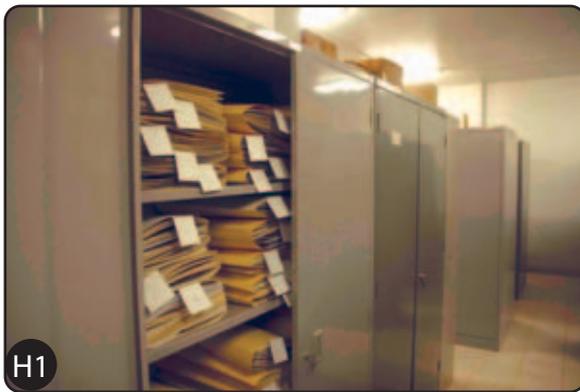


Figura 3.1. Etapas para preparação de uma exsicata: A. material para coleta e preparação da exsicata; B. coleta: B1. de material herbáceo; B2. de material arbóreo; c. organização do material na prensC1. material herbáceo; C2. material arbóreo; D: amarração do material prensado; E. secagem em estufa: E1. aspecto geral de uma estufa; E2. diversas prensas secando;



F. análise e identificação do material em laboratório; G. exsicata pronta (as anotações de campo foram transferidas para a ficha que acompanha a exsicata); H. Fitoteca: H1. armários e H2. caixas onde as exsicatas são depositadas; I. organização das exsicatas nos armários; J. aspecto geral da Fitoteca.

3.3.2 Organização do Herbário

As exsicatas podem ser dispostas alfabeticamente por família, gêneros e espécies, ou seguindo um determinado sistema de classificação, e permanecerão indefinidamente em bom estado de conservação se manuseadas com cuidado. São, entretanto, sujeitas a vários danos, causados por insetos, fungos e fogo, por isso devem ser mantidas em caixas ou armários especiais, sob temperatura e umidade controladas.

Observação: algumas vezes, tanto pelos objetivos do estudo, como pelas características do material (frutos suculentos, por exemplo), torna-se desejável manter este em líquidos conservantes. Os mais utilizados são o álcool 70% e o FAA (formol, 10 ml; ácido acético, 5 ml; álcool etílico, 95%-50ml; água destilada, 35 ml), sendo que as porções vegetais a serem conservadas devem ser totalmente imersas no líquido, dando-se preferência para recipientes de vidro, devendo o material estar devidamente identificado. A identificação pode ser feita em etiquetas de papel vegetal, escritas a lápis, e imersas juntamente com o material botânico.

Herbários oficiais

São arrolados em uma publicação internacional, denominada ***Index Herbariorum***, na qual constam, além da sigla oficial, também o nome e o endereço da instituição à qual o herbário pertence, o nome do curador e outras informações. Atualmente constam desse catálogo 3.382 herbários, de 168 países, e 10.475 especialistas a eles associados.

Veja alguns herbários do Brasil com suas respectivas siglas oficiais:

- FLOR – Herbário do Departamento de Botânica da UFSC;
- FUEL - Herbário da Universidade Estadual de Londrina;
- HUM – Herbário da Universidade Estadual de Maringá;
- HUPG – Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa;
- HBR – Herbário Barbosa Rodrigues, em Itajaí (SC);
- INPA – Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia;
- RB – Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro;
- SP - Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo;
- SPF – Herbário do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo;
- UEC – Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Estadual de Campinas (SP);
- UPCB – Herbário da Universidade Federal do Paraná.

Confira agora as siglas de alguns herbários de outros países:

- BM – British Museum, Londres;

- COI – Herbário da Universidade de Coimbra, Portugal;
- F – Field Museum of Natural History, Chicago, EUA;
- P – Museu de História Natural de Paris, França;
- UC – Herbário da Universidade da Califórnia, EUA;
- NY – New York Botanical Garden, EUA;
- MO – Missouri Botanical Gardens, EUA;
- Si – Museu do Instituto de Botânica Darwinion, Buenos Aires, Argentina.

3.3.3 Coleta de Pteridófitas

As pteridófitas são coletadas e prensadas como as demais plantas vasculares, devendo-se ter um cuidado especial no momento de prensar, para que as folhas fiquem bem distendidas, já que o contorno geral destas e o seu grau de divisões são importantes na taxonomia desse grupo. Podem ser secas em estufas, como as fanerógamas, ou então deixadas a desidratar naturalmente, mantendo-as prensadas (mas trocando o papel diariamente) até completar a secagem. Esse procedimento é desejável, porque o calor da estufa em geral rompe os esporângios, liberando os esporos. Além disso, o indúcio, quando presente, pode se desprender e cair, podendo acarretar identificação incorreta, já que a presença e a forma dessa estrutura são importantes na identificação.

3.3.4 Coleta de Plantas Aquáticas

As chamadas plantas aquáticas macroscópicas, macrófitas aquáticas ou hidrófitas, podem ser diferenciadas em dois tipos básicos: **flutuantes**, livres no corpo d'água; e **fixas** ao substrato. Além de coletar exemplares completos (com flores e/ou frutos), é sempre importante estar-se atento aos diferentes tipos de folhas, pois a heterofilia é bastante frequente nas hidrófitas. No caso de plantas fixas ao substrato, é importante coletar também amostras das partes subterrâneas, utilizando-se gancho amarrado a uma corda, de

modo que este possa ser lançado de um barco ou da margem do corpo d'água. Plantas pequenas e delicadas podem ser coletadas diretamente em uma folha de cartolina passada por debaixo do exemplar, a exemplo da coleta de algas macroscópicas.

3.4 A Identificação das Plantas

A identificação de plantas é feita com o uso de Manuais, Floras, Monografias ou Revisões sobre determinados grupos sistemáticos, porém a maneira mais prática e fácil para se identificar uma planta é através da utilização de chaves botânicas para identificação.

Uma **Chave de Identificação** consiste em um arranjo analítico de caracteres marcantes e facilmente reconhecíveis nos espécimes examinados. Tais caracteres são arranjados em duplas, cada uma oferecendo uma alternativa (excludentes entre si), de modo que a aceitação de uma das alternativas implica necessariamente na rejeição da outra. Cada conjunto de duas proposições antagônicas é chamado **dupla** ou **copla**, sendo as alternativas indicadas por meio de números ou letras.

Conforme o arranjo das coplas, as chaves podem ser construídas de duas formas, cada uma recebendo uma denominação:

- **Chaves Emparelhadas:** as duas alternativas excludentes são colocadas juntas. Ao final de cada linha, à direita, são encontrados os nomes dos táxons ou os números que levam ao prosseguimento do uso da chave;
- **Chaves Indentadas:** as duas alternativas ficam separadas, incluindo as de menor abrangência e a elas subordinadas, com alinhamentos sucessivamente deslocados para a direita para indicar que aquela característica está subordinada à anterior.

Veja os exemplos a seguir: Chave para os gêneros da Família *Ranunculaceae* conhecidos no Brasil (Adaptado de: BARROSO, 1978).

Exemplo 1: Chave Indentada	
1. Flor calcarada; mais de um óvulo por carpelo	
2. Flor com cinco esporas	<i>Aquilleja</i>
2. Flor com duas esporas	<i>Delphinium</i>
1. Flor não calcarada; um óvulo por carpelo	
3. Óvulo pêndulo	
4. Folhas alternas	<i>Anemone</i>
4. Folhas opostas	<i>Clematis</i>
3. Óvulo basal	<i>Ranunculus</i>
Exemplo 2: Chave Emparelhada	
1. Flor calcarada; mais de um óvulo por carpelo	2
Flor não calcarada; um óvulo por carpelo	3
2. Flor com 5 esporas	<i>Aquilleja</i>
Flor com duas esporas	<i>Delphinium</i>
3. Óvulo pêndulo	4
Óvulo basal	<i>Ranunculus</i>
4. Folhas alternas	<i>Anemone</i>
Folhas opostas	<i>Clematis</i>

A chave pode ser organizada com maior ou menor abrangência (tanto a nível de área de ocorrência – por exemplo, chave para as plantas de uma região determinada - como com relação ao grupo taxonômico – por exemplo, chave de famílias ou chave das espécies de um determinado gênero), e por se tratar de arranjos artificiais, é sempre recomendado cotejar o resultado, comparando o material em estudo com exsicatas de herbário e descrições bibliográficas.

As chaves utilizam-se basicamente de caracteres morfológicos, assim todo sistemata deve possuir um domínio básico da terminologia específica. Por isso, quando for analisar uma planta, é fundamental que você tenha à mão um glossário de morfologia.

3.5 Resumo

Os estudos sistemáticos envolvem a utilização de espécimes a serem analisados e comparados, tornando-se assim imprescindível o domínio de técnicas adequadas de coleta e preservação das amostras. Devem incluir, necessariamente, a proteção ao ambiente em que tais coletas são efetuadas e a manutenção das mesmas em locais adequados – os Herbários. Essas coleções são importantes fontes de informações sobre variabilidade morfológica das populações, sua distribuição geográfica, épocas de floração e frutificação; igualmente, pequenas porções podem ser removidas (com permissão) para estudos palinológicos, de anatomia, de micromorfologia e/ou de DNA. A identificação correta das plantas não pode prescindir de vasta bibliografia que inclui chaves de identificação, manuais e floras.

3.6 Bibliografia Comentada

Index Herbariorum: A Global Directory of Public Herbaria and Associated Staff.

Através desse site, o *New York Botanical Garden* disponibiliza informações sobre os herbários públicos de todo o mundo e lista os especialistas associados a cada um.

Index Herbariorum: A Global Directory of Public Herbaria and Associated Staff. Disponível em: < <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>>. Acesso em: 15 set. 2009.

Manual técnico da vegetação brasileira.

Esse manual trata de temas como: o sistema fitogeográfico, incluindo as formas de vida das plantas; chave de identificação das formas de vida; técnicas de inventário florestal; técnicas e manejo de coleções botânicas, incluindo notas sobre coleta e herborização e herbário; e procedimentos para mapeamento.

IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Manuais técnicos em Geociências. nº 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 92p.

3.7 Referências

- BARROSO, G. M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Rio de Janeiro: LCT; São Paulo: EDUSP, 1978. v.1.
- BEZERRA, P.; FERNANDES, A. **Fundamentos de taxonomia vegetal**. Fortaleza: Ed. Universidade Federal do Ceará; Brasília: PROED, 1984. 100p.
- FORMAN, L.; BRIDSON, D. (Ed.) **The herbarium handbook**. Kew: Royal Botanical Garden, 1989.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. **Plant Systematics**. A phylogenetic approach. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., 1999.
- LOT, A.; CHIANG, F. (Comp.) **Manual de herbario**. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. México: Consejo Nacional de la Flora de México, 1986.