

Maria Helena Alves
Jesus Rodrigues Lemos

MANUAL PRÁTICO DE BOTÂNICA CRIPTOGÂMICA



MANUAL PRÁTICO DE
BOTÂNICA CRIPTOGÂMICA

Conselho editorial

André Costa e Silva

Cecilia Consolo

Dijon de Moraes

Jarbas Vargas Nascimento

Luis Barbosa Cortez

Marco Aurélio Cremasco

Rogério Lerner

Blucher Open Access

MARIA HELENA ALVES
JESUS RODRIGUES LEMOS

MANUAL PRÁTICO DE
BOTÂNICA CRIPTOGÂMICA

2021

Manual prático de botânica criptogâmica

© 2021 Maria Helena Alves e Jesus Rodrigues Lemos
Editora Edgard Blücher Ltda.

Publisher Edgard Blücher

Editor Eduardo Blücher

Coordenação editorial Jonatas Eliakim

Produção editorial Aline Fernandes

Diagramação Tais do Lago

Revisão de texto Samira Panini

Imagem da capa Maria Helena Alves

Capa Mariana de Sales Silva

Ilustrações da Unidade I: briófitas, plantas avasculares - Taiane Maria de Oliveira

Ilustrações da Unidade II: pteridófitas, plantas vasculares sem sementes - Mariana de Sales Silva

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar
04531-934 – São Paulo – SP – Brasil
Tel 55 11 3078-5366
contato@blucher.com.br
www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer
meios, sem autorização escrita da Editora.

Todos os direitos reservados pela Editora
Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Alves, Maria Helena
Manual prático de botânica criptogâmica / Maria
Helena Alves e Jesus Rodrigues Lemos. -- São Paulo :
Blucher, 2021.
74 p.

Bibliografia
ISBN 978-65-5550-088-2 (impresso)
ISBN 978-65-5550-089-9 (eletrônico)
Open Access

1. Botânica 2. Criptógamos I. Título II. Lemos, Jesus
Rodrigues

21-2153

CDD 580

Índices para catálogo sistemático:

1. Botânica

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
BRIÓFITAS, PLANTAS AVASCULARES.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
ATIVIDADE BIOLÓGICA DAS BRIÓFITAS.....	15
CLASSIFICAÇÃO DAS BRIÓFITAS	15
DIVISÃO MARCHANTIOPHYTA (HEPÁTICAS)	15
DIVISÃO BRYOPHYTA (MUSGOS)	17
DIVISÃO ANTHOCEROTOPHYTA (ANTÓCEROS).....	20
TÉCNICAS DE COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE BRIÓFITAS	23
ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – DIVISÃO MARCHANTIOPHYTA (HEPÁTICAS)	25
ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – DIVISÃO BRYOPHYTA (MUSGOS).....	26
ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – DIVISÃO ANTHOCEROTOPHYTA (ANTÓCEROS)	27
ILUSTRAÇÃO DOS GRUPOS DE BRIÓFITAS.....	28
CLASSIFICAÇÃO DAS BRIÓFITAS DE ACORDO COM SUAS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS.....	29
CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO DE BRIÓFITAS DE ÁREA SERRANA NO NORDESTE SETENTRIONAL BRASILEIRO: CHAPADA DA IBIAPABA, CEARÁ (OLIVEIRA; BASTOS, 2010)	34
CHAVE PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS DE JUNGERMANNIALES (HEPÁTICA) DA CHAPADA DA IBIAPABA, CEARÁ, BRASIL (OLIVEIRA; BASTOS, 2009).....	36
REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	37
PTERIDÓFITAS, PLANTAS VASCULARES SEM SEMENTES	41
INTRODUÇÃO	42
CLASSIFICAÇÃO DAS PTERIDÓFITAS	43
IMPORTÂNCIA DAS PTERIDÓFITAS	45

ATIVIDADES BIOLÓGICAS DAS PTERIDÓFITAS	46
TÉCNICAS PARA COLETA, HERBORIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE PTERIDÓFITAS.....	46
RESUMO DO PROCEDIMENTO	47
ROTEIRO DE AULA PRÁTICA - DIVISÃO LICOPHYTA – <i>Selaginella</i> sp.....	49
ROTEIRO DE AULA PRÁTICA - DIVISÃO PTEROPHYTA – POLYPODIACEAE	51
CHAVE PARA AS FAMÍLIAS DE PTERIDÓFITAS NA AMÉRICA.....	59
REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	64
GLOSSÁRIO.....	65
SOBRE OS AUTORES.....	71

LISTA DE FIGURAS

UNIDADE I: BRIÓFITAS

- Figura 1.** *Frullania kunzei* (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb. contendo estruturas de reprodução feminina e masculina 17
- Figura 2.** Esquema ilustrativo da reprodução em briófitas, considerando o gametófito monoico..... 19
- Figura 3.** Esquema ilustrativo da reprodução em briófitas, considerando o gametófito dioico20
- Figura 4.** Exemplo de envelope para armazenamento de briófitas com suas devidas dimensões e dobras.....24
- Figura 5.** Estruturas básicas das briófitas28
- Figura 6.** Esquema de Hepática: A) Vista transversal de um poro; B) Vista superficial de um poro e C) Corte transversal do talo de uma hepática talosa.....29
- Figura 7.** A) Orbicular; B) Linear; C) Lanceolada; D) Triangular; E) Ovada; F) Obovada; G) Elíptica; H) Oblonga; I) Lingulada; J) Espatulada; K) Falciforme; L) Circinada; M) Reniforme; N) Ovalada; O) Ligulado; P) Subulado; Q) Cuneado; R) Bífido; S) Bilobado conduplicado.....29
- Figura 8.** A) Arredondado; B) Obtuso; C) Obtuso e apiculado; D) Agudo; E) Acuminado; F) Subulado; G) Truncado; H) Retuso; I) Conivente; J) Mucronado; K) Emarginado30
- Figura 9.** A) Simples; B) Dupla; C) Forcada; D) Percorrente; E) Excurrente; F) Excurrente em pelo hialino; G) Mucronada; H) Cuspíada30
- Figura 10.** A) Inteira; B) Crenulada; C) Denticulada; D) Dentada; E) Distinta; F) Sinuada; G) Serreada; H) Laciniada; I) Ciliada; J) Involuta; K) Revoluta.....31

Figura 11. A) Apessos; B) Imbricados; C) Eretos; D) Patentes; E) Expandidos; F) Reflexos; G) Esquarrosos; H) Secundinos; I) Dísticos; J) Complanares.....	31
Figura 12. A) Auriculada; B) Corda ou cordiforme; C) Decurrente.....	32
Figura 13. A) Romboidais; B) Hexagonais; C) Linear; D) Quadrática; E) Retangular.....	32
Figura 14. A) Campanulada; B) Mitrada; C) Cuculada.....	32
Figura 15. A) Expandido ou noduloso; B) Cordado; C) Triangular; D) Radiado.....	32
Figura 16. A) Distante; B) Contíguo; C) Imbricado.....	33
Figura 17. A) Subereto; B) Propagando largamente; C) Propagando obliquamente.....	33
Figura 18. A) Cubo; B) Súcubo; C) Transverso; D) Patente; E) Ereto-patente; F) Homômalo; G) Imbricado.....	33
Figura 19. A) Mamilosa; B) Papilosa.....	34
Figura 20. A) Indivíduo acrocarpo; B) Indivíduo pleurocarpo.....	34
UNIDADE II: PTERIDÓFITAS	
Figura 1. Tipos de estelos. A) Protostelo; B) Sifonostelo; C) Eustelo.....	42
Figura 2. Esporófito de <i>Selaginella</i> sp. Observar o hábito rastejante.....	44
Figura 3. Exemplo de ficha de campo para coleta de Pteridófitas.....	47
Figura 4. Modelo de exsicata contendo material preparado e identificado. Observar a posição da etiqueta de identificação. Fonte: HDELTA.....	49
Figura 5. De acordo com uma teoria amplamente aceita, os microfilos (à direita) evoluíram como projeções laterais do eixo principal da planta. Os megafilos (à esquerda) evoluíram a partir da fusão de sistemas de ramos.....	52
Figura 6. Secção longitudinal: A) caule do tipo protostelo e microfilo; B) caule do tipo sifonostelo e megafilo, ressaltando os nós ou regiões onde as frondes são aderidas; C) Seções transversais dos nós. Note a presença da medula e lacuna foliar no caule com sifonostelo e sua ausência no caule com protostelo. Microfilos característicos de Lycophyta, enquanto megafilos são encontrados em todas as plantas vasculares.....	52

Figura 7. <i>Lycopodium</i> sp. em corte transversal.....	53
Figura 8. A) Protostelo do qual divergem apêndices, os precursores evolutivos de folhas. B) Sifonostelo sem lacunas foliares; os traços vasculares saindo para as folhas simplesmente divergem do cilindro sólido. Este tipo de sifonostelo é encontrado em <i>Selaginella</i> sp., entre outras plantas vasculares. C) Sifonostelo com lacunas foliares, comumente encontrados nas plantas vasculares sem sementes. C-D) Sifonostelo e Eustelo parecem ter evoluído independente a partir de protostelos	53
Figura 9. Representação de esporos da maneira como vemos na formação A) Monolete e B) Trilete	53
Figura 10. Corte longitudinal de um soro mostrando seus detalhes.....	54
Figura 11. Esporófito de <i>Selaginella</i> sp. emergindo do gametófito.....	54
Figura 12. Esporófito de <i>Selaginella</i> sp.....	54
Figura 13. Megásporo germinando originando gametófitos.....	55
Figura 14. Esporófito de uma Pteridófito, <i>Dioon</i> sp.....	55
Figura 15. Polipodiófitas. A) <i>Doryopteris</i> sp., trecho de folha com soro marginal contínuo; B-C) <i>Adiantum</i> sp., folíolos férteis e detalhe dos soros; D-F) Diferentes gêneros mostrando folíolos férteis; G) Esporângio; H) <i>Elaphoglossum</i> sp.	56
Figura 16. <i>Selaginella</i> sp. A) Aspecto geral do ápice da planta; B) Estróbilo; C) Representação do megasporófilo, megasporângio e megásporo (D), mas por ser um ciclo dioico carece de microsporófilo, microsporângio e micrósporos (não representados na figura).....	56
Figura 17. <i>Equisetum</i> sp. A) Aspecto geral de um ramo vegetativo; B) Aspecto do rizoma, nós, folhas e estróbilos; C) Detalhe do estróbilo, ramo fértil; D) Detalhe do nó; E-F) Esporangióforos com esporângios; G) Esporo envolvido pelos elatérios; H) Esporo com elatérios distendidos	57
Figura 18. Comparação de frondes de pteridófitas com detalhe das frondes compostas e dos esporângios.....	57
Figura 19. Exemplos de pteridófitas e formação de estruturas reprodutivas assexuadas.....	58

Figura 20. Passos ilustrativos sobre a formação de dois tipos principais de esporângios de samambaias. A) o eusporângio desenvolve-se a partir de uma série de células superficiais iniciais. Estas desenvolvem uma parede com duas ou mais camadas de espessura e um grande número de esporos; B) o leptosporângio origina-se de uma única célula inicial, que primeiro produz um pedicelo e então uma cápsula. Os leptosporângios dão origem a um número relativamente pequeno de esporos.....**58**

Figura 21. Esquema do ciclo de vida de uma pteridófita**59**

APRESENTAÇÃO

Mesmo sabedores de que a Botânica toma parte do cotidiano das pessoas, de forma bastante efetiva – seja direta ou indiretamente, como no uso de alimentos, roupas, cosméticos ou farmacêutico – ainda nos deparamos com um grande distanciamento entre o que se aprende de Botânica e sua aplicação na realidade do aluno. O que estamos fazendo de tão errado? Será a dificuldade em relacionar os conceitos estudados na Botânica com a realidade prática? Será o estudo de Botânica tão complicado que não conseguimos desenvolver em nossos alunos o desejo em conhecer e explorar mais o conteúdo? Ou será a Botânica uma área que pouco desperta a curiosidade e interesse dos alunos?

Esta obra, como o nome já sugere, não trata do estudo da Botânica em geral, pois este é muito vasto, mas constitui-se como um Manual de Botânica Criptogâmica por fazer uma síntese do conteúdo que aborda o conhecimento das plantas que não produzem flores e sementes (Criptógamas). Trata-se de uma abordagem resumida e até comparativa entre alguns elementos representativos de cada grupo briofítico ou pteridofítico, os quais são trazidos esclarecimentos importantes, principalmente para aqueles que desejam conhecer mais, estudar, coletar, identificar e até desenvolver pesquisas com tais organismos criptogâmicos, os quais estão na escala basal da evolução dos vegetais.

Como já é de conhecimento de alguns, a Botânica é a ciência que trata do estudo dos organismos clorofilados em seus aspectos morfológicos, evolutivos, sistemáticos e fisiológicos, representando juntamente com a Zoologia e a Ecologia um dos grandes ramos da Biologia. O conteúdo de Botânica é esplêndido, gostoso de estudar, principalmente quando temos consciência sobre a importância das plantas para a vida terrestre. Assim, este produto, constituindo-se de informações compiladas – e analisadas – de obras de diferentes autores, procura trazer uma abordagem simples e bem ilustrada dos dois grupos abordados, enfatizando o aspecto evolutivo dos seus componentes. Deste modo, representa uma excelente fonte de consulta.

A forma como está organizado o conteúdo, contendo práticas que podem ser realizadas tanto em laboratório quanto em sala de aula, além de chaves dicotômicas de identificação de Briófitas e Pteridófitas, torna este material uma fonte extravaliosa para consulta não somente no estudo de Botânica Criptogâmica dos Cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas e áreas afins.

No mais, não cabe descrever todo o conteúdo na apresentação, mas deixamos todo o nosso desejo de uma boa leitura e a vontade de que cada leitor conclua a leitura deste trabalho com a sensação e vontade de mergulhar a fundo e enveredar mais no estudo da Botânica como um todo.

Boa leitura!!

Os autores.

BRIÓFITAS, PLANTAS AVASCULARES

Maria Helena Alves

Universidade Federal do Delta do Parnaíba – *Campus* Ministro Reis Velloso. Av. São Sebastião, 2819. Bairro Reis Velloso, Parnaíba, Piauí, Brasil.

<http://orcid.org/0000-0003-0587-5546>

Jesus Rodrigues Lemos

Universidade Federal do Delta do Parnaíba – *Campus* Ministro Reis Velloso. Av. São Sebastião, 2819. Bairro Reis Velloso, Parnaíba, Piauí, Brasil.

<http://orcid.org/0000-0002-1480-1066>

Daniele da Silva Nascimento

Licenciada em Ciências Biológicas pela
Universidade Federal do Piauí – UFPI

Escola Família Agrícola Santa Angela, rua Cândido Pereira, Bairro Santo Antônio 64255000 – Pedro II, PI, Brasil – Caixa-postal: 3271202

<http://lattes.cnpq.br/5784451779287244>

José Claudio Veras dos Santos

Licenciado em Ciências Biológicas pela
Universidade Federal do Piauí – UFPI

<http://lattes.cnpq.br/0770521884664475>

INTRODUÇÃO

As briófitas compreendem vegetais terrestres com morfologia bastante simples, porém, são mais evoluídas que as algas pois apresentam estruturas que possibilitam sua sobrevivência em ambientes úmidos, embora ainda necessitem de água para que ocorra a reprodução sexuada e o desenvolvimento, compondo assim, um grupo de plantas pequenas e delicadas que preferem ambientes úmidos e sombreados, sendo a maioria epífita.

Estão classificadas, de acordo com a estrutura do talo, em folhosas ou talosas. São eucariontes, pluricelulares, onde apenas os elementos reprodutivos são unicelulares, podendo formar tufos ou camadas na superfície do substrato. Raramente atingem tamanhos grandes (no máximo 40 cm). Possuem um ciclo de vida com duas fases distintas ou diplobionte heteromorfa: o gametófito (haploide), conhecido como a fase duradoura e; o esporófito (diploide), considerado a fase efêmera e dependente da primeira (gametófito).

A alternância de gerações entre as briófitas é marcante, onde a fase gametofítica é dominante, enquanto a esporofítica é rápida e nutricionalmente dependente do gametófito (n). Este, se liga ao substrato por meio de rizoides que servem apenas para fixação da pequena planta, uma vez que a absorção de água e nutrientes ocorrem diretamente no gametófito, por osmose.

O esporófito ($2n$), por sua vez, cresce sobre o gametófito e pode ser constituído de pé, seta e cápsula. Esta última é formada por caliptra (capa que cobre a urna, onde são produzidos os esporos), opérculo e peristômio (no caso dos musgos). Possuem, ainda, gametângio e esporângio, estruturas de reprodução envolvidas por uma camada de células estéreis. O esporófito não é ramificado e pode apresentar cutícula.

Nas hepáticas talosas, não ocorre diferenciação em filídios e caulídios, em vez disso, há um talo (gametófito) com crescimento dicotômico, no ápice do qual surgem as estruturas de reprodução chamadas de Arquegônios, onde desenvolvem-se Oosferas e Anterídios, os quais originam os anterozoides. Estes, por sua vez, são suspensos por arquegonióforos e anteridióforos, estruturas filamentosas com a função de elevar os arquegônios e anterídios, respectivamente.

Em condições adequadas, os anterozoides pequenos e biflagelados são liberados pelo anterídio e nadam até à oosfera, onde ocorre a fecundação e forma-se o zigoto ($2n$). O zigoto germina sobre o gametófito, resultando no desenvolvimento do esporófito ($2n$) com pé, seta e esporângio. É no esporângio que ocorre a divisão reducional (meiose) e o esporo torna-se “ n ”, e, quando maduro, é liberado e estando

sob condições adequadas (umidade, luz etc.) germina e desenvolve o gametófito (n), fechando assim o ciclo de vida.

A maior importância das briófitas consiste em seu papel ecológico e evolutivo. Em termos de evolução, formam o elo entre as algas e as plantas vasculares. Ecologicamente, as briófitas são organismos pioneiros em colonização de lugares antes inóspitos, como troncos de árvores, superfícies rochosas e solos nus ou queimados, sendo também conhecidas como indicadoras ecológicas de poluição.

As briófitas são consideradas as plantas mais simples do Reino *Plantae*, por não apresentarem sistema vascular condutor (xilema e floema), sendo portanto, avasculares. Também não apresentam folhas, caules e raízes, e sim filídio/floide, caulídio/cauloide e rizoides.

ATIVIDADE BIOLÓGICA DAS BRIÓFITAS

Apesar das análises químicas das briófitas terem iniciado no começo do século XIX, apenas em 1970, os biólogos, químicos e farmacêuticos foram estimulados a estudá-las, conhecendo a composição química deste grupo de plantas.

O uso de briófitas como plantas medicinais é conhecido desde tempos imemoriáveis, por distintos grupos étnicos. A medicina tradicional nomeia 40 tipos diferentes de briófitas que eram usadas para tratar enfermidades do sistema circulatório, bronquites ou cistites.

Algumas espécies de *Fissidens* e *Polytrichum* foram utilizadas como diuréticos ou para estimular o crescimento de cabelo desde há mais de 400 anos na China. Na cultura europeia usavam-se espécies do gênero *Sphagnum* por sua capacidade absorvente e seus efeitos bactericidas, sobretudo em formas de compressas para tratar feridas durante a Primeira Guerra Mundial.

CLASSIFICAÇÃO DAS BRIÓFITAS

As briófitas estão classificadas em Marchantiophyta (hepáticas), Bryophyta (musgos) e Anthocerotophyta (antóceros), havendo variações terminológicas conforme o autor. As características das mesmas seguem na sequência:

DIVISÃO MARCHANTIOPHYTA (HEPÁTICAS)

Marchantiophyta (termo mais atual) (hepáticas) é composta por pequenas plantas, com esporófito mais simples, pois não há tecidos estéreis no interior da

cápsula, podendo possuir gametófito taloso com simetria dorsiventral (achatados, com superfície superior e inferior distintas), bem como representantes folhosos.



O gametófito taloso (conforme imagem acima) possui corpo vegetativo ramificado dicotomicamente, em forma de fita estreita, com bordos ligeiramente ondulados e podem desenvolver conceptáculos que originam propágulos. Estes funcionam para que a reprodução assexuada ocorra. Também possuem rizoides unicelulares, células com vários cloroplastos e as estruturas reprodutivas geralmente em indivíduos separados (dioico) como anterídios e arquegônios, situados sobre anteridióforo e arquegonióforo, respectivamente.

Após fecundação sexuada, originarão os esporófitos delicados e aclorofilados com cápsula simples e camada de tecidos uniestratificado. A maturação dos esporos ocorre simultaneamente e a liberação dos mesmos através de uma abertura longitudinal (deiscência longitudinal). Há a presença de elatérios que funcionam no auxílio na dispersão dos esporos.

As hepáticas folhosas apresentam simetria bilateral, com a presença de três fileiras de filídios, onde a terceira fileira de filídio é modificada e situada na região ventral, sendo denominada de anfigastro. Este, se apresenta com morfologia diversa e pode estar associado aos rizoides unicelulares, raramente, pluricelulares. A reprodução nas hepáticas folhosas, geralmente, ocorre no mesmo indivíduo (monoico), como mostrado em *Frullania kunzei* (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb. (Figura 1).

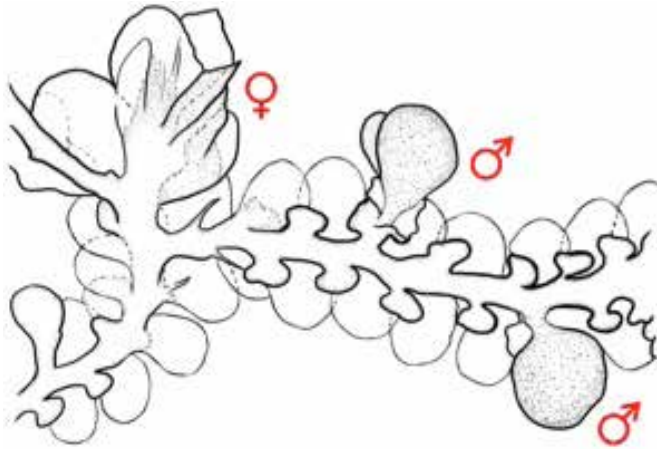


Figura 1. *Frullania kunzei* (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb. contendo estruturas de reprodução feminina e masculina

DIVISÃO BRYOPHYTA (MUSGOS)

Os maiores representantes das briófitas estão neste filo, os quais possuem gametófito folhoso de simetria radial, normalmente ereto, rizoides pluricelulares, vários cloroplastos por célula, protonema presente, estrutura originada da germinação do esporo e geralmente ramificada, anterídios e arquegônios superficiais.

O esporófito apresenta pé, seta e cápsula visível a olho nu, tecido multiestratificado envolvendo a cápsula, podendo apresentar um tipo primitivo de estômato, deiscência transversal através da abertura do opérculo e, dispersão dos esporos, auxiliada por movimentos higroscópicos do peristômio. A maturação dos esporos ocorre de forma simultânea.

Segundo alguns autores, os musgos verdadeiros são membros da divisão Bryophyta, a qual consiste em três classes: Sphagnniidae (musgos de turfeiras), Andreaeidae (musgos do granito) e Bryidae (conhecidos como musgos verdadeiros).

A classe Sphagnniidae contém, primariamente, um gênero atual, *Sphagnum* o qual é conhecido em todo o mundo, ocorrendo em áreas úmidas como, por exemplo, as extensas regiões de turfeira do Hemisfério Norte, valioso potencial comercial e econômico.

O modo de reprodução sexuada envolve a formação de anterídios e arquegônios nas extremidades dos ramos localizados nos ápices dos gametófitos. As cápsulas, que variam do vermelho ao marrom enegrecido, são esféricas e elevadas pelo pseudopódio, o qual faz parte do gametófito. Enquanto o esporófito, além

da cápsula já mencionada, possui um pé e uma seta curta ou também pode ser denominada de haste.

Sphagnum sp. apresenta opérculo e a descarga dos esporos é algo espetacular, pois, devido à pressão interna, na cápsula, ocorre explosão, sendo os esporos arremessados para o mais distante possível da planta mãe. Este gênero pode, ainda, realizar reprodução assexuada por fragmentação. Devido à grande quantidade de absorção de água (de até vinte vezes mais o seu peso seco) e devido às paredes das células serem impregnadas com substâncias fenólicas resistentes à decomposição e apresentar propriedades antissépticas, foi bastante empregado durante a Segunda Guerra Mundial para limpar e restaurar os abscessos dos ferimentos dos soldados.

A classe Andreaeidae, considerada musgo do granito, apresenta coloração verde-enegrecidos ou marrom-avermelhados e cresce sobre as rochas graníticas, seu protonema é incomum, por possuir duas ou mais camadas de células, em vez de uma única, como na maioria dos musgos. Os rizoides também são incomuns por apresentarem duas camadas de células. O esporófito segue o padrão com pé, seta e cápsula, a qual é marcante pela presença de quatro linhas de deiscência formando quatro valvas muito sensível à umidade do ar, abrindo-se quando o ar está seco e fechando-se quando está úmido.

A classe Bryidae, conhecida por “musgos verdadeiros”, engloba a maioria das espécies de musgos. O protonema que se apresenta ramificado é composto por uma única fileira de células que faz lembrar as algas verdes filamentosas, no entanto, difere das mesmas pela presença de paredes transversais inclinadas. O gametófito folhoso apresenta maior complexidade comparada aos demais musgos, pois tanto o gametófito quanto o esporófito possuem um cordão central de tecido especializado denominado de **hadroma**, onde suas células são denominadas de hidroides que funcionam para a condução de água e sais minerais. Circundando o hadroma encontra-se o **leptoma**, o qual é composto por células leptoides, e estas são responsáveis pelo transporte de substâncias orgânicas distribuindo-as para toda a planta.

Com relação à reprodução, esta é semelhante às hepáticas e antóceros, tanto no que se refere à formação dos gametângios masculinos e femininos, quanto à nutrição matrotrofica (nutrição materna, ou seja, pelo gametófito). O gametófito pode ser **monoico** (apresenta os dois sexos, masculino e feminino, na mesma planta, considerada hermafrodita) ou **dioico** (sexo masculino e feminino em plantas separadas, sendo considerado gametófito unissexuado).

Os gametângios (anterídio ou arquegônio) podem ser produzidos nos ápices dos ramos terminais ou ramos laterais, recebendo então a denominação de **acrocarpo**

ou **pleurocarpo**, conforme o esporófito se desenvolva no ápice terminal ou ramo lateral, respectivamente. Na parede do esporófito podem desenvolver-se estômatos, os quais podem ou não serem margeados por uma célula-guarda.

A cápsula, situada no ápice da seta, possui uma caliptra, a qual é derivada da parede do arquegônio e tem função de proteção da urna, onde se encontram os esporos. A urna é composta por um opérculo e **peristômio** (espécie de fileira de denticulos), o qual pode conter uma ou duas fileiras de denticulos, dependendo da espécie. Quando os esporos estão prontos (maduros), a caliptra e o opérculo caem, os denticulos se enrolam vagarosamente, na presença do ar seco, e os esporos são liberados. O peristômio é uma estrutura presente apenas nessa classe.

As briófitas podem se reproduzir sexuada ou assexuadamente. A reprodução sexuada caracteriza-se por fases heteromórficas (alternância de gerações – gametófito e esporófito, diferentes morfológica e fisiologicamente), como mostram as Figuras 2 e 3.

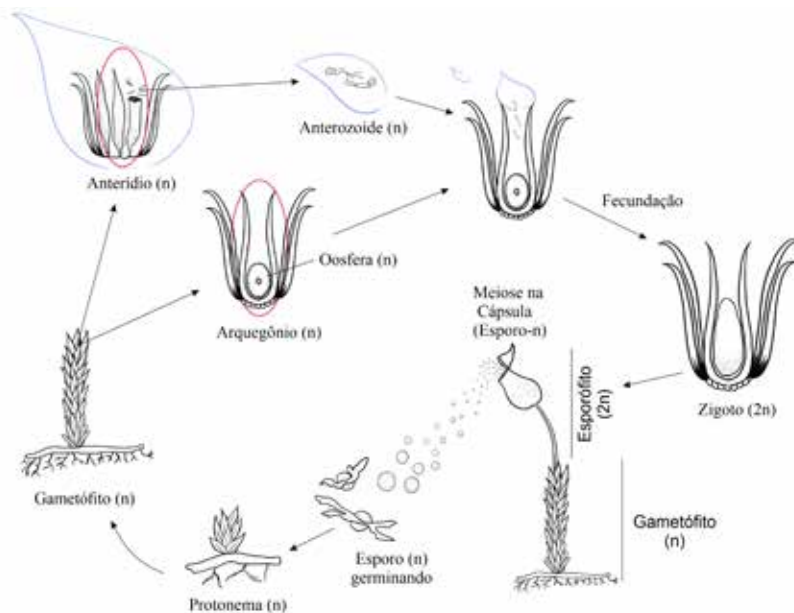


Figura 2. Esquema ilustrativo da reprodução em briófitas, considerando o gametófito monoico

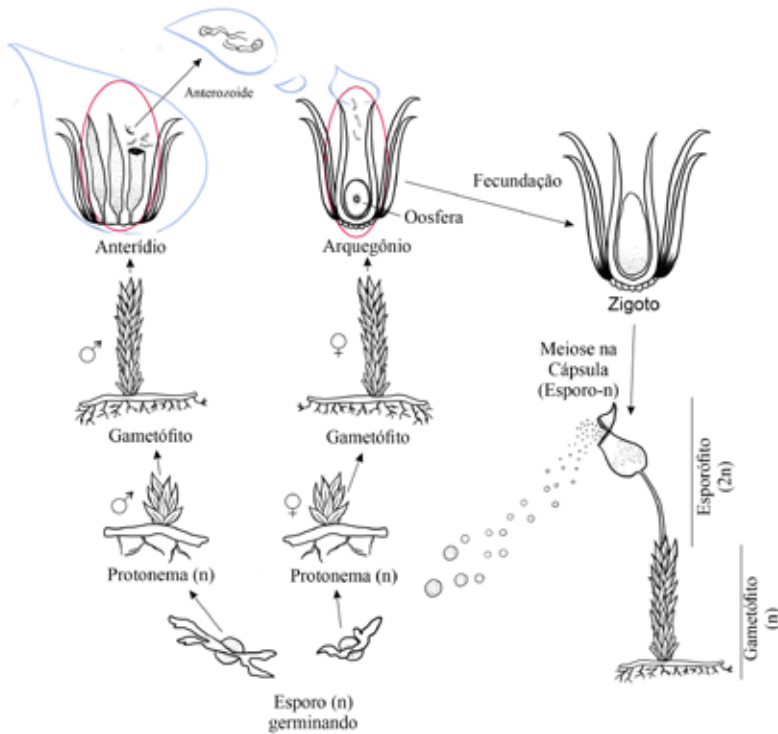


Figura 3. Esquema ilustrativo da reprodução em briófitas, considerando o gametófito dioico

DIVISÃO ANTHOCEROTOPHYTA (ANTÓCEROS)

Constituída por representantes de briófitas talosas com simetria dorsiventral e talo com aspecto lobado, rizoides unicelulares, célula do gametófito com apenas um grande cloroplasto por célula, anterídios e arquegônios imersos no tecido vegetativo. O talo pode ser monoico ou dioico, também conhecido como homotálico (hermafrodita) e heterotálico (unissexuado), respectivamente.

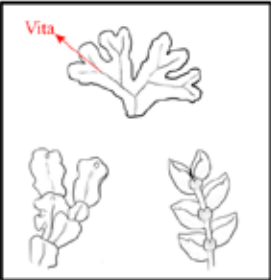
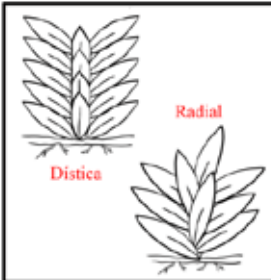
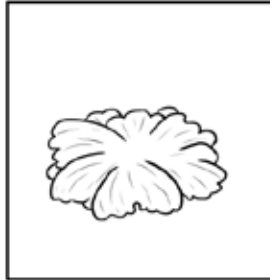
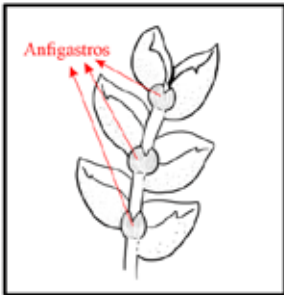
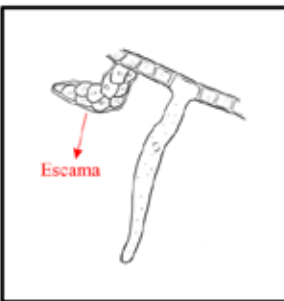
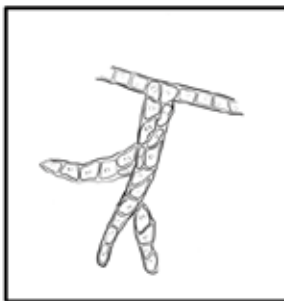
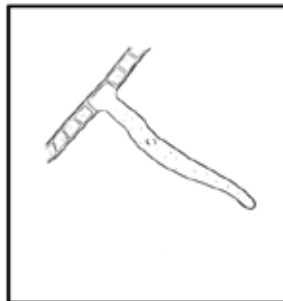
Quando o talo é monoico, as estruturas reprodutivas se desenvolvem em momentos diferentes. Este processo evitará a autofecundação, oportunizando a variabilidade genética, pois a fecundação ocorrerá com estruturas reprodutivas masculinas provenientes de outra planta e não da mesma.

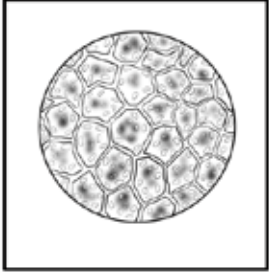
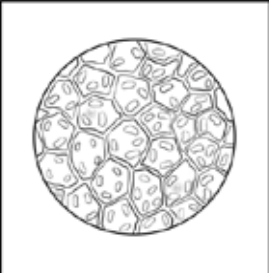
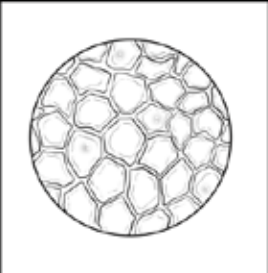



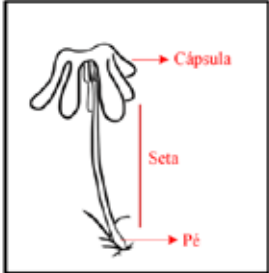
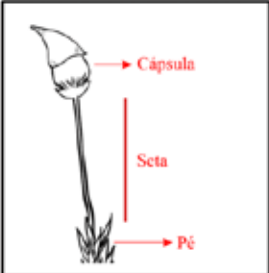
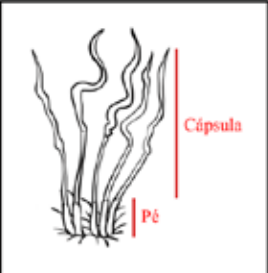
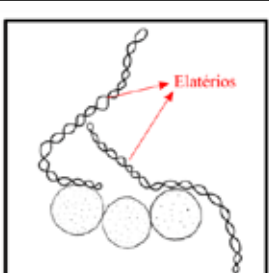

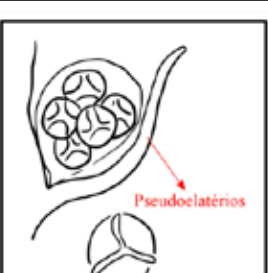
O esporófito característico apresenta pé, cápsula alongada e clorofilada, sendo a seta ausente. As células meristemáticas estão presentes na base da cápsula e consta de columela central, que auxilia na sustentação da cápsula. Esta apresenta crescimento ilimitado e a liberação dos esporos se dá através de uma fenda longitudinal na cápsula e os pseudoelaterios auxiliam na dispersão dos esporos.

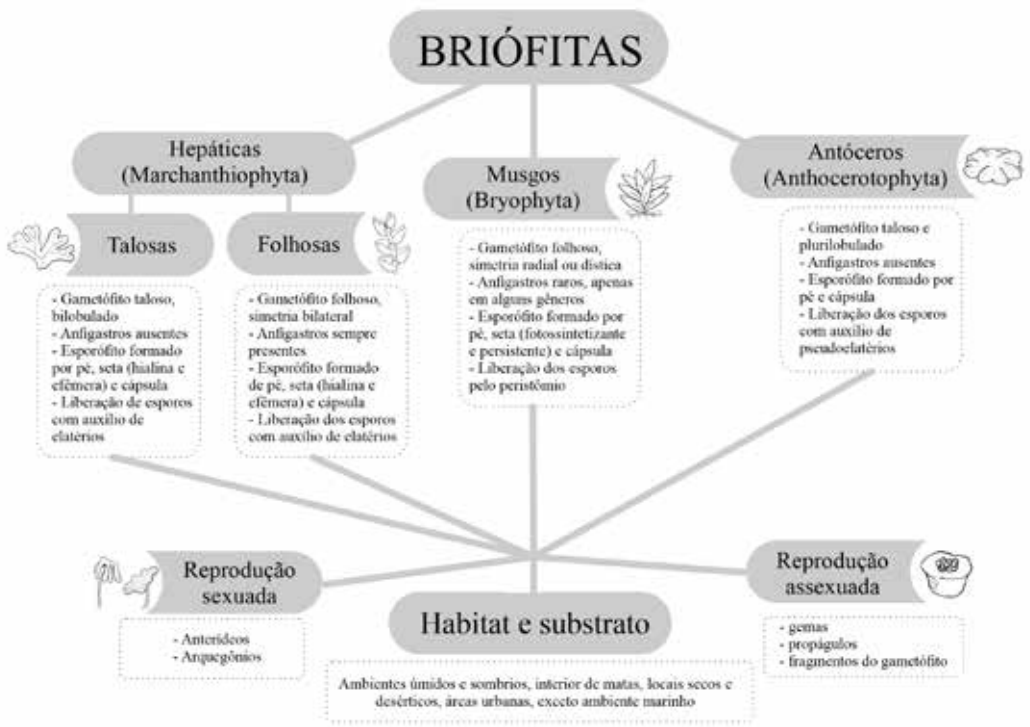
Estes se desenvolvem de baixo para cima, sendo portanto os mais velhos aqueles que estão na parte superior, os quais serão dispersados e quando viáveis e em condições ambientais favoráveis poderão germinar.

Os esquemas a seguir trazem a comparação entre os grupos das briófitas

Quadro comparativo entre hepáticas, musgos e antóceros

	MARCHANTIOPHYTA Hepáticas	BRYOPHYTA Musgos	ANTHOCEROTOPHYTA Antóceros
Gametófito	 <p>Taloso com simetria dicotômica e dorsiventral. Folhoso com simetria bilateral.</p>	 <p>Folhoso com simetria radial ou dística.</p>	 <p>Taloso e plurilobulado.</p>
Anfigastros (Filídios modificados na superfície ventral das hepáticas)	 <p>Presente nas hepáticas folhosas.</p>	<p>Ausente.</p>	<p>Ausente.</p>
Rizoides	 <p>Unicelulares, hialinos, na superfície ventral; com escamas.</p>	 <p>Pluricelulares, pardos, avermelhados ou marrons septados.</p>	 <p>Unicelulares, hialinos, na superfície ventral; sem escamas.</p>

<p>Oleocarpos nas células</p>	 <p>Compostos e visíveis.</p>	 <p>Ausentes ou simples e pouco visíveis.</p>	 <p>Simples e pouco visíveis.</p>
<p>Anterídeos e Arquegônios</p>	 <p>Imersos ou não no talo, e rodeado por filídios fundidos.</p>	 <p>Não imerso no talo, rodeado por filídios livres.</p>	 <p>Imersos no talo, rodeados por filídios fundidos.</p>
<p>Esporófito</p>	 <p>Seta hialina que se alonga após a diferenciação da cápsula, crescimento limitado.</p>	 <p>Seta fotossintetizante que se alonga após a diferenciação da cápsula, crescimento limitado.</p>	 <p>Não apresenta seta.</p>
<p>Liberação dos esporos</p>	 <p>Rápida, com auxílio de elatérios.</p>	 <p>Rápida, através do peristômio.</p>	 <p>Gradual com auxílio de pseudoelatérios.</p>



Esquema resumido sobre a classificação das Briófitas e principais características morfológicas e reprodutivas, para cada grupo, associadas ao habitat e substrato

TÉCNICAS DE COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE BRIÓFITAS

De acordo com literatura, quase não existem técnicas especiais para coleta de briófitas porque o material é de fácil conservação; raramente embolora e quase não é atacado por insetos, quando seco. Como consequência, os amadores têm coletado as briófitas desde tempos remotos.

O material deve ser coletado com um pouco de substrato, seco à temperatura ambiente e nunca colocado em prensa. Quando possuir caulídio ereto, os indivíduos devem ser arrumados todos em uma mesma posição, para evitar emaranhamento, recomendando que o material coletado seja mantido em uma temperatura de 23°C.

Quando se tratar de briófitas aquáticas ou muito úmidas, retirar o excesso de água, comprimindo-as levemente entre papel “chupão” (algum papel que absorva água), sem espremer e, em seguida, para reduzir a umidade, colocar em um saco de papel comum ou confeccionado com jornal, evitando seu estiolamento ou

emboloramento. Sempre que possível, deve ser coletado uma quantidade suficiente de material para estudos posteriores e confecção de duplicatas.

Quando o material coletado estiver muito misturado (espécies diferentes), deve ser dissociado e deixado dentro do mesmo saco. Se em grande quantidade, distribuir em sacos diversos, sempre com o mesmo número, mas diferenciados por letras. Em cada saco são escritos os nomes das espécies associadas. Também é importante o uso de sacos pequenos para manter as espécies “delicadas” (frágeis) em boas condições ou para o estudo microscópico, com a proteção adicional de lenço de papel macio. No próprio saco de papel são feitas as anotações. A Figura 4 mostra as medidas padronizadas para o envelope de armazenamento de briófitas.

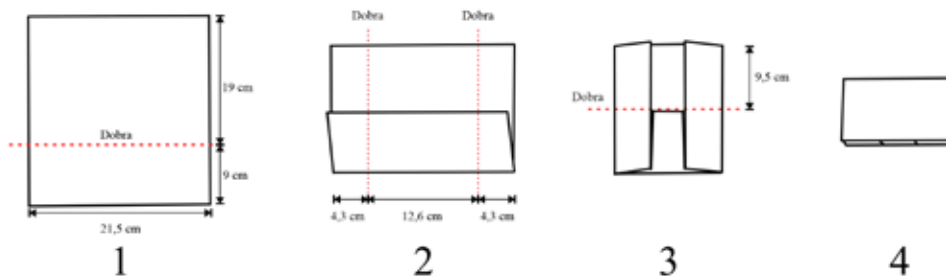


Figura 4. Exemplo de envelope para armazenamento de briófitas com suas devidas dimensões e dobras

Como mostra o passo 3 da Figura 4, pega-se uma folha de papel sulfite (conforme os números 1, 2 e 3), tamanho carta (28 x 21,5 cm), para a confecção do envelope que deve ser padrão (12,8 x 9,5 cm), depois de dobrado (passo 4). Para identificar/organizar a briófitas coletada devem ser observadas as características do gametófito e do esporófito (com cápsulas maduras, se presentes) e distinguir a que grupo se encaixa – antóceros, hepáticas ou musgos. É importante que todas as características observadas sejam anotadas.

A seguir são trazidos Roteiros de aulas práticas para cada uma das divisões de Briófitas. Após os Roteiros, é apresentado um acervo morfoanatômico com o intuito de facilitar a associação entre o material observado em laboratório e a literatura especializada. Observação: a vestimenta deve ser adequada para o ambiente de laboratório (jaleco).

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA - DIVISÃO MARCHANTIOPHYTA (HEPÁTICAS)

OBJETIVOS

- Reconhecer, identificar e diferenciar as principais estruturas que compõem a morfologia das hepáticas;
- Diferenciar hepática talosa de hepática folhosa, identificando as superfícies dorsal e ventral.

MATERIAL

- Microscópio estereoscópico (lupa)
- Microscópio óptico
- Exemplos de hepática frescos ou reidratados
- Placa de *Petri* ou vidro de relógio
- Seringa ou agulha
- Lâmina de aço (Lâmina para barbear)
- Lâmina de vidro
- Lamínula
- Água
- Lápis grafite, borracha branca e caderno de desenho (sem pauta).

METODOLOGIA

- Observar o material a olho nu, levar à lupa, observar os detalhes e esquematizar a planta toda, ou seja, o gametófito e, se presente, o esporófito;
- Realizar cortes, se necessário, caso seja hepática talosa, à mão livre, com o auxílio de uma lâmina de aço (“gilete”) e de uma lupa;
- Em uma lâmina de vidro, depositar os cortes, acrescentar uma gota de água e cobrir com uma lamínula;
- Levar ao microscópio, ajustar na objetiva de menor aumento (4x) e focalizar. Em seguida, posicionar na objetiva de 10 e 40x, observar e ilustrar;
- Identificar e ilustrar, no caderno, as seguintes estruturas: rizoides, talo e vita, se houver estruturas de reprodução, também;
- Todas as estruturas devem ser identificadas com a respectiva legenda.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA - DIVISÃO BRYOPHYTA (MUSGOS)

OBJETIVOS

- Reconhecer, diferenciar e identificar as principais estruturas que compõem a morfologia do gametófito dos musgos e seu arranjo no substrato.

MATERIAL

- Musgo fresco ou reidratado
- Seringa ou agulha
- Microscópio estereoscópico (lupa)
- Microscópio óptico
- Lâmina de vidro
- Lamínula
- Água
- Lâmina de aço (Lâmina para barbear)
- Placas de *Petri* ou vidro de relógio
- Lápis grafite, borracha branca e caderno de desenho (sem pauta).

METODOLOGIA

- Observar os detalhes do material a olho nu e/ou com a lupa e esquematizar no caderno de desenho a planta, destacando o gametófito: disposição dos filídios (eixo folhoso), ápice dos filídios, tipos de costa (tipo de nervura), forma das células, margem dos filídios e também os rizoides. Esporófito: cápsula, caliptra (se presente), opérculo, peristômio (se uma ou duas fileiras de denticulos), se apocárpico ou pleurocarpo;
- Retirar filídios ou, se necessário, realizar cortes à mão livre com o auxílio de uma lâmina de aço (“gilete”) e de uma lupa e caracterizá-los;
- Em uma lâmina de vidro, depositar os filídios e/ou os cortes, acrescentar uma gota de água e cobrir com uma lamínula;
- Levar ao microscópio, ajustar na objetiva de menor aumento (4x) e focalizar. Em seguida, usar a objetiva de 10 e 40x, observar e esquematizar;

- Identificar e esquematizar no caderno, as estruturas do gametófito: rizoides, caulídio, filídios, costa, se houver, e estruturas de reprodução. No esporófito, visualizar: cápsula, caliptra, se houver, opérculo e peristômio;
- Todas as estruturas devem ser identificadas com legenda.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA - DIVISÃO ANTHOCEROTOPHYTA (ANTÓCEROS)

OBJETIVOS

- Reconhecer, diferenciar e identificar as principais estruturas que compõem a morfologia dos antóceros. Diferenciar e identificar a superfície dorsal e ventral.

MATERIAL

- Microscópio estereoscópico (lupa)
- Microscópio óptico
- Exemplos de antóceros frescos ou reidratados
- Placa de *Petri* ou vidro de relógio
- Seringa ou agulha
- Lâmina de aço (Lâmina para barbear)
- Lâmina de vidro
- Lamínula
- Água
- Lápis grafite, borracha branca e caderno de desenho (sem pauta).

METODOLOGIA

- Observar os detalhes do material a olho nu, levar à lupa e esquematizar no caderno de desenho a planta focalizando o gametófito e esporófito (este, se presente, cápsula cilíndrica);
- Se necessário, realizar cortes, à mão livre, com o auxílio de uma lâmina de aço (“gilete”) e de uma lupa;
- Em uma lâmina de vidro depositar os cortes, acrescentar uma gota de água e cobrir com uma lamínula;

- Levar ao microscópio, ajustar na objetiva de menor aumento (4x) e focalizar. Em seguida, posicionar na objetiva de 10 e 40x, observar e esquematizar;
- Identificar e esquematizar no caderno, as estruturas: rizoides, talo dorsiventralmente (observar se existe a presença de cianófitas) se houver estruturas de reprodução, também;
- Todas as estruturas devem ser identificadas com legenda.

ILUSTRAÇÃO DOS GRUPOS DE BRIÓFITAS

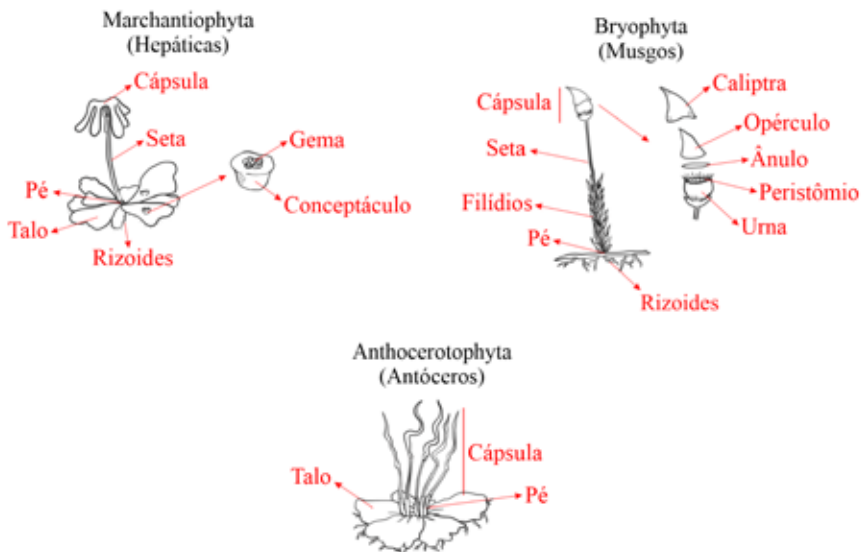


Figura 5. Estruturas básicas das briófitas

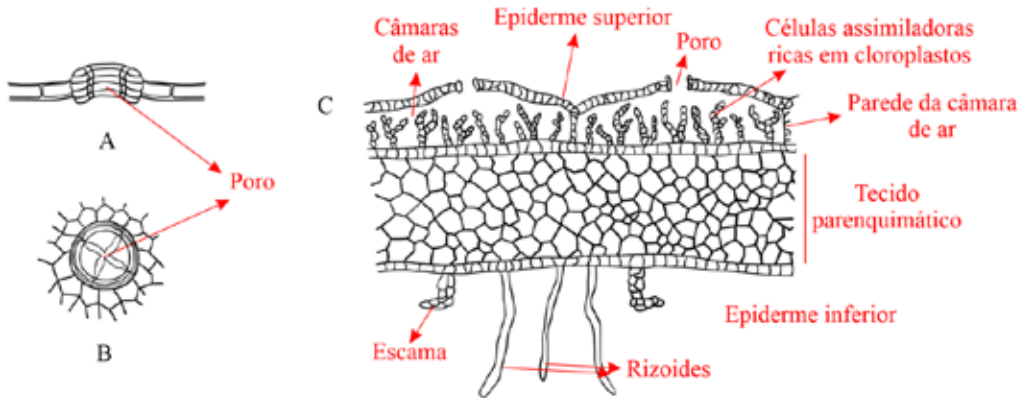


Figura 6. Esquema de Hepática: A) Vista transversal de um poro; B) Vista superficial de um poro e C) Corte transversal do talo de uma hepática talosa

CLASSIFICAÇÃO DAS BRIÓFITAS DE ACORDO COM SUAS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

FORMA DOS FILÍDIOS

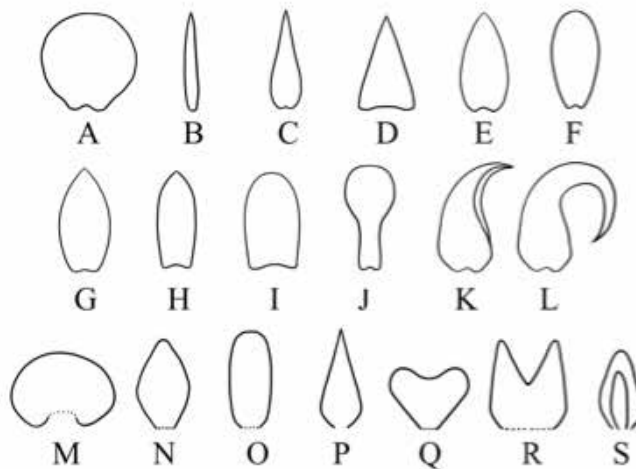


Figura 7. A) Orbicular; B) Linear; C) Lanceolada; D) Triangular; E) Ovada; F) Obovada; G) Elíptica; H) Oblonga; I) Lingulada; J) Espatulada; K) Falciforme; L) Circinada; M) Reniforme; N) Ovalada; O) Ligulado; P) Subulado; Q) Cuneado; R) Bífido; S) Bilobado conduplicado

ÁPICE DOS FILÍDIOS

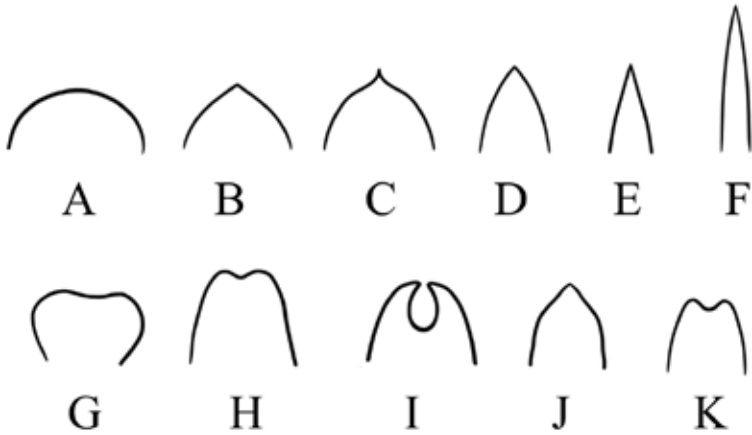


Figura 8. A) Arredondado; B) Obtuso; C) Obtuso e apiculado; D) Agudo; E) Acuminado; F) Subulado; G) Truncado; H) Retuso; I) Conivente; J) Mucronado; K) Emarginado

TIPOS DE COSTA

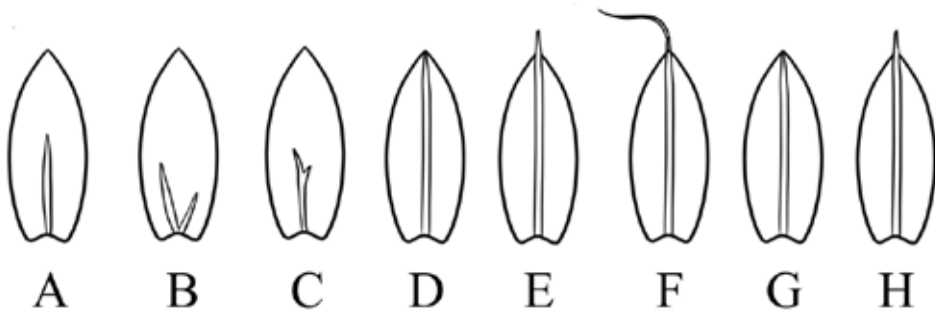


Figura 9. A) Simples; B) Dupla; C) Forcada; D) Percorrente; E) Excurrente; F) Excurrente em pelo hialino; G) Mucronada; H) Cuspidada

MARGENS DOS FILÍDIOS

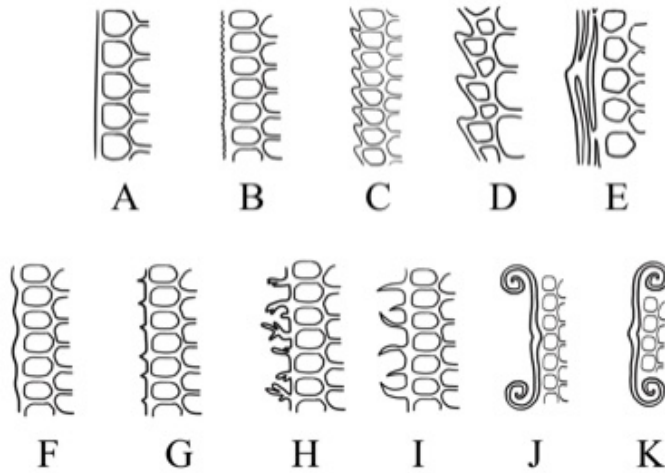


Figura 10. A) Inteira; B) Crenulada; C) Denticulada; D) Dentada; E) Distinta; F) Sinuada; G) Serreada; H) Laciniada; I) Ciliada; J) Involuta; K) Revoluta

DISPOSIÇÃO DOS FILÍDIOS

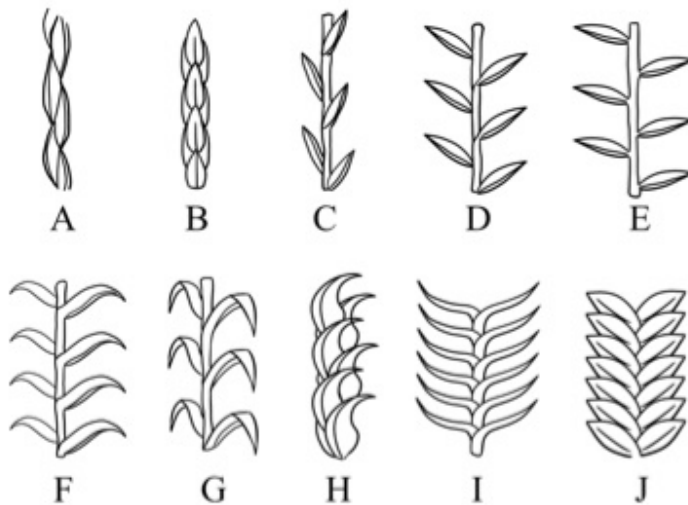


Figura 11. A) Apressos; B) Imbricados; C) Eretos; D) Patentes; E) Expandidos; F) Reflexos; G) Esquarrosos; H) Secundinos; I) Dísticos; J) Complanares

BASES DO FILÍDIOS

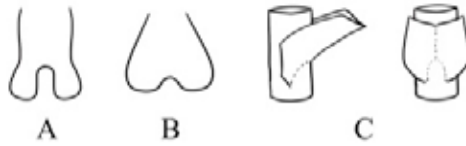


Figura 12. A) Auriculada; B) Corda ou cordiforme; C) Decurrente

TIPOS DE CÉLULAS

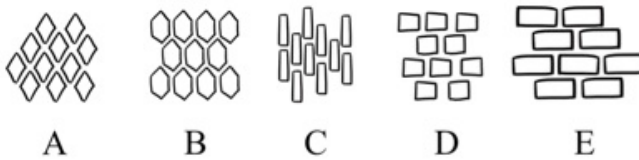


Figura 13. A) Romboidais; B) Hexagonais; C) Linear; D) Quadrática; E) Retangular

FORMAS DE CALIPTRA

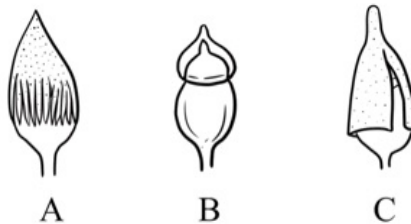


Figura 14. A) Campanulada; B) Mitrada; C) Cuculada

TIPOS DE TRIGÔNIOS

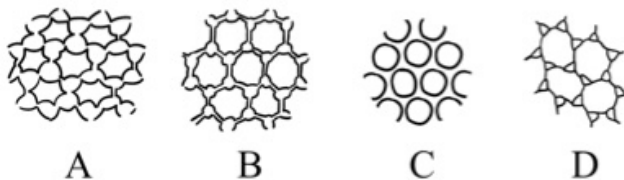


Figura 15. A) Expandido ou noduloso; B) Cordado; C) Triangular; D) Radiado

INSERÇÃO DO ANFIGASTRO

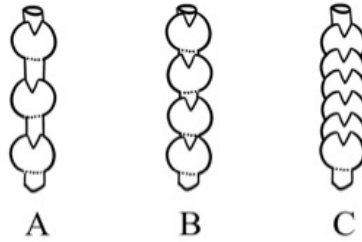


Figura 16. A) Distante; B) Contíguo; C) Imbricado

ORIENTAÇÃO DO FILÍDIO

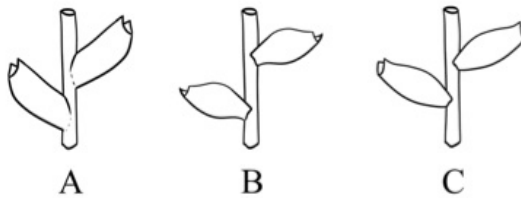


Figura 17. A) Subereto; B) Propagando largamente; C) Propagando obliquamente

TIPOS DE INSERÇÃO DO FILÍDIO NO CAULÍDIO

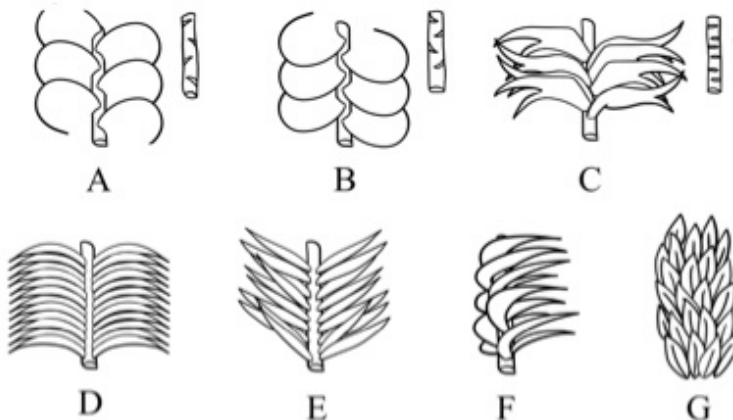


Figura 18. A) Cubo; B) Súcubo; C) Transverso; D) Patente; E) Ereto-patente; F) Homômalo; G) Imbricado

ORNAMENTAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO FILÍDIO

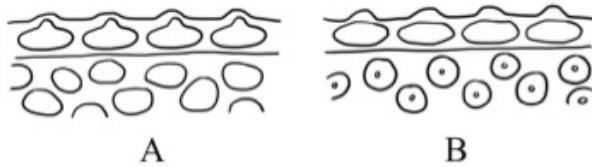


Figura 19. A) Mamilosa; B) Papilosa

QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS

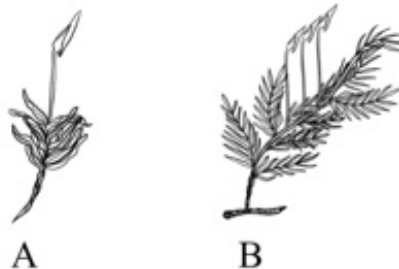


Figura 20. A) Indivíduo acrocarpo; B) Indivíduo pleurocarpo

CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO DE BRIÓFITAS DE ÁREA SERRANA NO NORDESTE SETENTRIONAL BRASILEIRO: CHAPADA DA IBIAPABA, CEARÁ (OLIVEIRA; BASTOS, 2010)

FISSIDENTACEAE

Chave para as espécies de Fissidentaceae encontradas na Chapada da Ibiapaba

1. Limbídia presente ao menos nos filídios periqueciais
2. Limbídia percorrendo toda a extensão da lâmina
3. Células da lâmina lisas
4. Células laxas

- 5. Filídios com ápico vermelho, costa terminando 8-10 células abaixo do ápice.....*Fissidens lindbergii*
- 5. Filídios sem ápico vermelho, costa terminando 5-6 células abaixo do ápice.....*Fissidens flaccidus*
- 4. Células não laxas
 - 6. Filídios lanceolados, células da lâmina, em vista superficial, infladas.....*Fissidens zollingeri*
 - 6. Filídios ovalado-lanceolados, células da lâmina não infladas.....*Fissidens anguste-limbatus*
- 3. Células da lâmina unipapilosas.....*Fissidens angustifolius*
- 2. Limbídia terminando próximo ao ápice ou restrita à região basal do filídio
 - 7. Limbídia terminando próximo ao ápice, células da lâmina hexagonais a quadráticas, lisas.....*Fissidens crispus*
 - 7. Limbídia restrita à base, pelo menos nos filídios periqueciais, células da lâmina hexagonais ou arredondadas, papilosas
 - 8. Células da lâmina pluripapilosas.....*Fissidens guianensis*
 - 8. Células da lâmina unipapilosas
 - 9. Células da lâmina arredondadas, lâmina vaginante com limbídia intramarginal.....*Fissidens intramarginatus*
 - 9. Células da lâmina quadráticas a hexagonais, lâmina vaginante com limbídia atingindo a metade ou acima, nunca intramarginal.....*Fissidens submarginatus*
- 1. Limbídia ausente
 - 10. Células da lâmina grandes, 15-65 μm compr., lisas.....*Fissidens inaequalis*
 - 10. Células da lâmina pequenas, menores que 15 μm compr, papilosas ou mamilosas
 - 11. Filídios com ápice obtuso ou levemente acuminado
 - 12. Células da lâmina pluripapilosas
 - 13. Células da região basal da lâmina vaginante longo-retangulares.....*Fissidens ramicola*
 - 13. Células da região basal da lâmina vaginante não diferenciadas.....*Fissidens pallidinervis*
 - 12. Células da lâmina mamilosas
 - 14. Lâmina vaginante ultrapassando a metade do comprimento do filídio.....*Fissidens asplenioides*

- 14. Lâmina vaginante se estendendo até a metade do comprimento do filídio ou abaixo
 - 15. Filídios caducos.....*Fissidens radicans*
 - 15. Filídios não caducos.....*Fissidens santa-clarensis*
- 11. Filídios com ápice acuminado ou apiculado
 - 16. Filídios com margem inteira, levemente serrulada no ápice, células da lâmina lisas....*Fissidens pellucidus*
 - 16. Filídios com margem crenulada ou denteada, células da lâmina papilosas ou mamilosas
 - 17. Filídios com costa encoberta na porção superior por uma camada de células da lâmina.....*Fissidens cryptoneuron*
 - 17. Filídios com costa não encoberta por uma camada de células da lâmina
 - 18. Células da lâmina unipapilosas
 - 19. Células da lâmina pentagonais a hexagonais, menores nas margens, retangulares próximo à porção basal da costa.....*Fissidens hornschuchii*
 - 19. Células da lâmina irregularmente hexagonais, não diferenciadas nas margens, retangulares na base.....*Fissidens serratus*
 - 18. Células da lâmina mamilosas.....*Fissidens prionodes*

CHAVE PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS DE JUNGERMANNIALES (HEPÁTICA) DA CHAPADA DA IBIAPABA, CEARÁ, BRASIL (OLIVEIRA; BASTOS, 2009)

- 1. Filídios em filamentos unisseriados até a base ou laminares, côncavos, margem inteira.....LEPIDOZIACEAE
- 1. Filídios não divididos em filamentos, lobos sempre laminares, planos a incospicuamente côncavos, margem inteira ou denteada
 - 2. Anfigastros ausentes ou inconspícuos

- 3. Gametófitos robustos, 1-10 mm compr., filídios inteiros com margem denteada.....PLAGIOCHILACEAE
- 3. Gametófitos pequenos, 0,3-1,0 mm compr, filídios bilobados com margem inteira.....CEPHALOZIELLACEAE
- 2. Anfigastros presentes
 - 4. Filídios assimétricos.....CALYPOGEIACEAE
 - 4. Filídios simétricos.....5
 - 5. Filídios com ápice acuminado, eventualmente bífido, margem inteira, cutícula papilosa, anfigastros grandes, bilobados, sem dentes laterais.....CEPHALOZIACEAE
 - 5. Filídios com ápice arredondado, bífido ou trífido, margem inteira ou denteada, cutícula lisa, anfigastros reduzidos, bífidos com dentes laterais.....GEOCALYCEAE

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- ARAÚJO, J., OLIVEIRA, H. C.; ALVES, M. H. Briófitas ocorrentes no Parque Ecológico Cachoeira do Urubu, Esperantina-Piauí, Brasil, *In*: LEMOS, J. R. (org.) **Tópicos Integrados em Botânica**, Atena Editora, 2021, 106, p. 59-74. DOI 10.22533/at.ed.9352106016.
- BRITO, A. E. R. M.; PÔRTO, K. C. **Guia de estudos de briófitas** – Briófitas do Ceará. EUFC. Fortaleza. 2000.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Governo do estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente – Instituto de Botânica – Série Documentos, 1989.
- GOFFINET, B.; BUCK, W. R. Systematics of the Bryophyta (Mosses): from molecules to a revised classification. Pp. 205-239. *In*: B. Goffinet, V. Hollowell, R. Magill (eds.). **Molecular Systematics of Bryophytes**. St. Louis, Missouri Botanical Garden. 2004.
- GRADSTEIN, S. R.; CHURCHILL, S. P.; SALAZAR-ALLEN, N. Guide to the Bryophytes to Tropical America. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 86, p. 1-577, 2001.

HE-NIGRÉN, X.; JUSLÉN, A.; AHONEN, I.; GLENNY, D.; PIIPPO, S. Illuminating the evolutionary history of liverworts (Marchantiophyta) – towards a natural classification. **Cladistics**, v. 22, p. 1-31, 2006.

ILKIU-BORGES, A. L.; OLIVEIRA-DA-SILVA, F. R. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Lejeuneaceae. **Rodriguésia**, v. 69, p. 989-1012, 2018.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução à Taxonomia Vegetal**. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 1993, 777p

OLIVEIRA, H. C.; BASTOS, J. P. Fissidentaceae (Bryophyta) da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 3, p. 393-405, jul.-set. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v33n3/03.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2013.

OLIVEIRA, H. C.; BASTOS, J. P. Jungermanniales (Marchantiophyta) da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. **Acta botanica brasílica**, v. 23, n. 4, p. 1202-1209. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v23n4/v23n4a31.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2013.

PAULA, E. J.; PLASTINO, E. M.; OLIVEIRA, E. C.; BERCHEZ, F.; CHOW, F.; OLIVEIRA, M. C. **Introdução à biologia das Criptógamas**. São Paulo. Organizado por CHOW, F. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica. 184p, 2007.

PERALTA, D. F. **Musgos (Bryophyta) do Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo. 2005.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHOORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 856p.

REIS, L. C.; BATISTA, W. V. S. M. **Manual para confecção de modelos didáticos, Tema: Briófitas**. Editora Lince Ambiental, Recife, 2020. 71p.

SANTOS, J. C. V.; OLIVEIRA, H. C.; ALVES, M. H. Estudo das briófitas do Bosque Sagrado da Guarita, Bom Princípio do Piauí, Piauí, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. 1-12. e32710513433, 2021. ^[1]_[SEP](CC BY 4.0). DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.13433>.

SCHOFIELD, W. B. **Introduction to bryology**. Macmillan Publishing Company. 1995.

SMITH, G. M. **Botânica Criptogâmica**. Algas e fungos. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, v. 1. p. 1955, 527p.

STOTLER, R. E.; CRANDALL-STOTLER, B. J. A revised classification of the Anthocerotophyta and a checklist of the hornworts of North America, north of Mexico. **The Bryologist**, v. 108, p.16-26, 2005.

PTERIDÓFITAS, PLANTAS VASCULARES SEM SEMENTES

Maria Helena Alves

Universidade Federal do Delta do Parnaíba – *Campus* Ministro Reis Velloso. Av. São Sebastião, 2819. Bairro Reis Velloso, Parnaíba, Piauí, Brasil.

<http://orcid.org/0000-0003-0587-5546>

Jesus Rodrigues Lemos

Universidade Federal do Delta do Parnaíba – *Campus* Ministro Reis Velloso. Av. São Sebastião, 2819. Bairro Reis Velloso, Parnaíba, Piauí, Brasil.

<http://orcid.org/0000-0002-1480-1066>

José Claudio Veras dos Santos

Licenciado em Ciências Biológicas pela
Universidade Federal do Piauí – UFPI

<http://lattes.cnpq.br/0770521884664475>

INTRODUÇÃO

As criptógamas (*cripto* (grego) = oculto; *gamos* (grego) = união sexuada) são seres eucariontes, pluricelulares e fotossintetizantes, pertencentes ao Reino Plantae. São consideradas criptógamas por possuírem os órgãos reprodutores encobertos, protegidos ou escondidos.

As pteridófitas, as quais fazem parte do grupo das criptógamas, são plantas que possuem um sistema vascular composto de tecidos vasculares denominados xilema e floema. Estes, permitem a condução de água, sais minerais e substâncias orgânicas. Algumas características das pteridófitas permitem a diferenciação das briófitas, tais como:

- Presença de tecidos vasculares;
- Lignificação de parte das células (parede celular);
- Histórico de vida diplobionte ($2n$ e n), com alternância de gerações heteromórficas (gametófito e esporófito) onde o esporófito é dependente do gametófito, apenas na fase inicial, tornando-se independente ao longo do seu desenvolvimento sendo aquele correspondente à fase dominante ou duradoura.
- Grande número de estômatos em todas as partes fotossintetizantes do vegetal.

As pteridófitas apresentam estelos ou cilindros vasculares de vários tipos:

1. Protostelo, cilindros mais simples e primitivos onde a parte central é preenchida por xilema e circundada por floema;
2. Sifonostelo, dictiostelo e eustelo, os quais apresentam a parte central preenchida por parênquima medular, tecido vivo, como mostra a Figura 1.

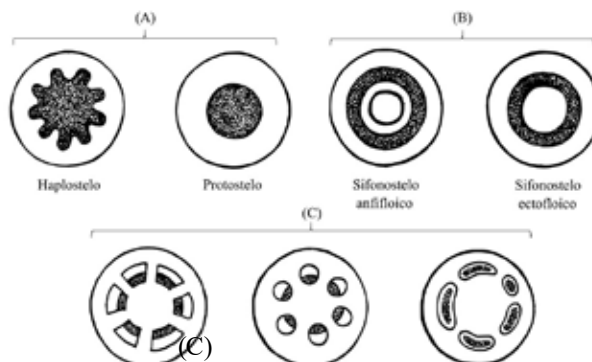


Figura 1. Tipos de estelos. A) Protostelo; B) Sifonostelo; C) Eustelo

As denominadas frondes ou folhas são classificadas em dois tipos, segundo o padrão de vascularização que apresentam: “folhas” onde os feixes vasculares que se dirigem à nervura foliar não deixam lacuna, ao serem extraídas do cilindro vascular, sendo estas denominadas de microfilas, normalmente menores e com nervura não ramificada e; as macrofilas que são folhas onde os feixes vasculares que se direcionam à nervura foliar e deixam uma lacuna preenchida por parênquima ao serem extraídas, podendo apresentar tamanho bem maior, com nervuras ramificadas.

As plantas vasculares sem sementes podem produzir dois tipos de esporos, sendo assim classificadas em: **heterosporadas**, dois tipos de esporos diferentes e **homosporadas**, apenas um tipo de esporo. Os dois tipos de esporos são definidos com base na função e não necessariamente no tamanho do esporo. As plantas heterosporadas geralmente apresentam espigas (estróbilo) ou estruturas denominadas de esporocarpo, nas quais guardam as estruturas de reprodução. Os estróbilos que são formados por microfilas modificadas irão alojar e proteger as estruturas de reprodução masculina e/ou feminina. Quando as microfilas se modificam para desempenharem esta função recebem denominação diferenciada, sendo chamadas de microsporófila e megasporófila, dependendo se estão alojando os microsporângios ou megasporângios, respectivamente. O microsporângio e megasporângio irão abrigar os micrósporos e megásporos (respectivamente) que ao germinarem darão origem a microgametófito e megagametófito, os quais são responsáveis pela produção de gametas masculinos (anterozoides) e femininos (oosfera) e estes ao serem fecundados gerarão esporófitos jovens.

CLASSIFICAÇÃO DAS PTERIDÓFITAS

Diante de todas as características, as criptógamas vasculares foram englobadas dentro de uma única divisão, denominada Pteridophyta.

As pteridófitas são bastante diversas entre si, tanto em relação aos tecidos condutores e ao grau de lignificação, quanto à morfologia e reprodução, fatores estes que levaram alguns autores a dividi-las em quatro divisões diferentes: Psilophyta, Lycopodophyta, Arthrophyta e Pterophyta, sendo estas plantas viventes atualmente no planeta.

As Psilophyta (*psilos* (grego) = nú; *phyton* (grego) = planta) tem como características principais a ausência de raízes, ausência de folhas, caule vascularizado e fotossintetizante, esporângios terminais reunidos em sinângios, são homosporadas e portadoras de gametófito cilíndrico aclorofilado, com a presença de estelo do

tipo protostelo e pouco lignificado. Possuem ainda esporófitos de tamanho relativamente pequeno, gametófito monoico e efêmero. Existem apenas dois gêneros atuais, *Psilotum* e *Tmesipteris*: o primeiro, característico de regiões tropicais e o segundo, nativo da Nova Zelândia e Austrália.

A divisão Lycopodophyta (*lycos* (grego) = lobo; *podos* (grego) = pé; *phyton* (grego) = planta) agrega plantas que possuem caule, raízes e folhas verdadeiras, esporângios reunidos em estróbilos, homosporadas ou heterosporadas com gametófito cilíndrico clorofilado. Esta divisão apresenta apenas cinco gêneros atuais, dentre eles *Lycopodium*, *Selaginella* (Figura 2) e *Isoetes*, amplamente distribuídos em regiões tropicais e temperadas.



Figura 2. Esporófito de *Selaginella* sp. Observar o hábito rastejante
Foto: Maria Helena Alves (2019)

Arthrophyta (Sphenophyta) (*arthros* (grego) = articulado; *phyton* (grego) = planta) engloba plantas que possuem caule, raízes e folhas verdadeiras, esporângios reunidos em esporangióforos, são homosporadas, junto aos esporos há elatérios e o gametófito é membranoso e clorofilado. Esta divisão apresenta apenas um único gênero atual, *Equisetum*, com espécies ocorrendo tanto em regiões temperadas como tropicais.

A divisão Pterophyta (*pteros* (grego) = pena; *phyton* (grego) = planta), reúne plantas com caule e raízes verdadeiras, folhas macrofilas (fronde), venação circunada e conseqüentemente a presença de báculo, folha jovem, além de esporângios reunidos em soros protegidos ou não, por indúcio, espigas, sinângios ou esporocarpos.

São homosporadas ou heterosporadas, esta última ocorrendo em poucos grupos e possuindo gametófito clorofilado. Um maior grau de vascularização permite que as frondes, nesta divisão, atinjam tamanhos maiores que as demais criptógamas. Neste grupo, as folhas podem ser simples ou terem a lâmina dividida em folíolos ligados entre si pela nervura central (raque) da fronde. Folhas com esse tipo de morfologia são consideradas compostas ou pinadas. Se as divisões da lâmina chegar até à raque, a fronde é denominada pinatisecta, se a divisão for incompleta, a fronde é denominada pinatífida. O rizoma (caule) normalmente é subterrâneo, embora existam caules aéreos em alguns grupos.

Na última década Raven *et* colaboradores consideraram cinco divisões de plantas vasculares sem sementes, sendo três extintas: Rhyniophyta, Zosterophyllophyta e Trimerophyta e duas atuais, Lycophyta e Pterophyta. As petridófitas extintas consistiram de plantas vasculares sem sementes relativamente simples na estruturas e que prosperaram no período Devoniano, há cerca de 360 milhões de anos atrás, sendo que no final desse período desapareceram do planeta terra.

As pteridófitas podem ainda ser classificadas quanto à origem e ao tipo de desenvolvimento do esporângio, sendo denominadas de Leptosporangiadas ou Eusporangiadas. As Leptosporangiadas possuem seus esporângios originados a partir de uma única célula superficial, a partir da qual surge tanto o tecido esporífero quanto o envoltório de células vegetativas. Já as Eusporangiadas têm seus esporângios originados a partir de várias células superficiais surgindo da divisão das mesmas, duas camadas superficiais, das quais a célula superior dará origem a um envoltório com muitas camadas e a célula interna, ao tecido esporífero.

IMPORTÂNCIA DAS PTERIDÓFITAS

As pteridófitas possuem como principal importância o uso na ornamentação e, assim como as demais plantas ornamentais, estão sujeitas ao modismo de determinada época. As samambaias foram muito utilizadas nas décadas de 1970/1980 em ornamentação de interiores, devido às exigências que estas plantas apresentam quanto à luminosidade.

As pteridófitas nativas do território brasileiro apresentam uma grande variedade em formas, cores de frondes e estruturas, o que lhes conferem um grande valor ornamental. Assim, pode-se citar, por exemplo, as espécies de pteridófitas: *Dryopteris filiformis*, *Polypodium vacciniifolium*, *Adiantum capillusveneris* e *Lycopodium clavatum*, que também são muito utilizadas na medicina. *Aspidium*

filismas, conhecida como feto-macho (broto novo), da qual é extraído do rizoma um vermífugo e utilizado no combate à teníase.

Pode ser ressaltada ainda como importância das pteridófitas, seu uso na alimentação, como agentes invasores, na formação de parte das reservas de carvão vegetal e no controle da erosão do solo.

ATIVIDADES BIOLÓGICAS DAS PTERIDÓFITAS

O conhecimento básico do homem em sua vida cotidiana sobre as pteridófitas é muito restrito. Em alguns países, é possível visualizar que nos mercados onde se vende peixes, que estes são colocados sobre uma camada de folhas de samambaias para garantir a conservação da umidade adequada.

As pteridófitas podem ser utilizadas como alimento, tanto para o ser humano como para o gado, ainda que seu uso esteja geograficamente muito restrito. Um estudo paralelo sobre sua toxicidade põe limites à sua utilização, assim como seu uso na medicina e na elaboração de medicamentos. Muitas de suas substâncias podem ser utilizadas nas áreas de cosmética e perfumaria. Em função de sua atividade metabólica, as samambaias participam na ordenação do território, marcando papéis específicos para o desenvolvimento da vegetação. Sua capacidade para formar associações simbióticas com cianobactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, concedem-lhes um papel relevante na recuperação de solos áridos, na agricultura ecológica e na fitoremediação de solos envenenados etc.

No tocante à química das pteridófitas, pode-se encontrar compostos dos mais variados, dentre os quais compostos alifáticos, aromáticos e terpenos, tendo sido isolados vários diterpenos, sendo quimiossisticamente úteis somente os kauranos e primaranos.

TÉCNICAS PARA COLETA, HERBORIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE PTERIDÓFITAS

As plantas destinadas ao cultivo devem ser coletadas quando ainda jovens, pois apresentam maior viabilidade para adaptação a outros ambientes. Os rizomas também podem brotar e produzir outras plantas. Para fins taxonômicos, as pteridófitas, devem ser coletadas quando férteis, com esporos. Cada planta deve ser coletada inteira, pois a ausência de qualquer parte pode até impossibilitar a identificação precisa.

A preservação das pteridófitas é semelhante à das Fanerógamas: devem ser imediatamente prensadas a fim de evitar que suas frondes se enrolem. Já as espécies

mais delicadas devem ser colocadas em pastas à parte, pois merecem secagem mais gradual e menos intensa para evitar a quebra e a descoloração.

Sempre que possível deve-se coletar, no mínimo, cinco exemplares de uma planta no seu estado o mais perfeito possível e se na hora da herborização e confecção da exsicata o material ultrapassar o jornal e/ou a cartolina, este deve ser dobrado em forma de V ou N, de forma a preencher todo o jornal e/ou a cartolina. Em caso de o exemplar ultrapassar muito o limite da cartolina, recomenda-se o corte no tamanho adequado e cada segmento deve receber a indicação que representa do todo, devendo os segmentos ficarem sempre juntos e sob o mesmo número de herbário (duplicata de exsicata).

A secagem de pteridófitas pode ser realizada ao sol por 5-6 dias em posição que favoreça a penetração dos raios solares e com a troca regular de jornal e a prensa bem amarrada ou ainda podem ser secas na estufa por 10-12 horas. Uma vez seco, o material deve ser triado, para assim ser mais fácil de examinar, mais limpo e em condições de montar melhor as exsicatas. Este material é então montado e preso, usualmente costurado em uma cartolina tamanho padrão dos herbários brasileiros (42 x 29,5 cm). O rótulo (ficha) contendo os dados da coleta e a identificação da espécie é colada na cartolina.

RESUMO DO PROCEDIMENTO

1. Preparação do material necessário para campo;
2. Coleta adequada do material;
3. Herborização (tratamento do material);
4. Identificação.

A seguir, uma sugestão de modelo de ficha de campo

Família: _____
Nome científico: _____
Nome comum: _____
Local de coleta: _____

Coordenadas: E: _____ N: _____ Fuso: _____
N° do conglomerado: _____ N° da subunidade: _____ N° da árvore: _____

Coletor(es): _____
Data da coleta: _____
Determinador: _____
Formação vegetal: _____

Obs.: _____

Figura 3. Exemplo de ficha de campo para coleta de Pteridófitas

Para a herborização é necessário observar o seguinte:

- Prensa: são duas grades de madeira, utilizadas para prensar o material coletado que deve ter as seguintes dimensões: 42 x 30 cm;
- Jornal: para absorver a umidade do material botânico;
- Papelão: coloca-se entre os jornais para reter a umidade;
- Folha de alumínio enrugada (desejável): utilizada entre os papelões no intuito de permitir a passagem do ar quente, acelerando a secagem, são de dimensões iguais à prensa;
- Excesso de material botânico dobrar em V ou N, quando o material for uma fronde grande, por exemplo;
- Corda ou barbante: utilizado para amarrar as duas grades da prensa.

Etapas a serem seguidas para montagem da prensa: herborização

Folha de papelão > folha de alumínio enrugada > folha de papelão > folha de jornal contendo o material botânico > folha de papelão > folha de alumínio enrugada > folha de papelão, como se fosse um sanduíche para colocar entre as grades da prensa.

Procedimento para montagem das exsiccatas

- Cartolina (29,5 x 42 cm): A planta deverá ser costurada por pontos, com linha e agulha, numa cartolina branca de tamanho padrão e boa textura, permitindo um manuseio mais seguro do material. O tamanho é padronizado.
- Etiqueta ou rótulo da exsicata (12 x 10 cm): A etiqueta é colocada no canto inferior direito da cartolina de montagem, contendo as informações sobre o espécime.
- Capa (42 x 59 cm): Geralmente de papel *Kraft*, ou mais conhecido como papel madeira, envolve a cartolina com o material já costurado.
- Duplicatas: Ficam acondicionadas em jornais, contendo etiquetas de identificação.



Figura 4. Modelo de exsicata contendo material preparado e identificado. Observar a posição da etiqueta de identificação. Fonte: HDELTA

A seguir são trazidos Roteiros de aulas práticas para cada uma das divisões de pteridófitas. Após os Roteiros, é apresentada uma sequência de figuras morfoanatômicas com o intuito de facilitar a associação entre o material observado em laboratório e a literatura especializada. Observação: a vestimenta deve ser adequada para o ambiente de laboratório (jaleco).

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA - DIVISÃO LICOPHYTA – *Selaginella* sp.

OBJETIVOS

Reconhecer, diferenciar e identificar as principais estruturas que compõem a estrutura morfológica das selaginelas: raízes adventícias, rizoma (caule), fronde (microfilos), estróbilo (microsporófilos e megasporófilos, megasporângio, microsporângio e seus esporos: megásporos e micrósoros, respectivamente).

MATERIAL

- Material de *Selaginella* sp.;
- Lâmina e lamínula;
- Agulha/seringa;
- Água;
- Microscópio estereoscópico (lupa);
- Microscópio óptico.

METODOLOGIA

1. Análise macroscópica

- Manipular o material de *Selaginella* sp., reidratar (se for material seco) e colocar sob a lupa;
- Observar os detalhes da morfologia externa: rizoma (caule), raiz (raízes adventícias), fronde (folha) e estróbilo. Ilustrá-los;
- Observar cuidadosamente o material para visualizar todas as estruturas mencionadas e fazer suas anotações.

2. Análise microscópica: procedimento para estruturas de reprodução

- Com o auxílio da lupa e agulha retire e analise cuidadosamente os microfilos. Faça também com o estróbilo, identificando e ilustrando: microsporófilos e megasporófilos, com suas respectivas estruturas;
- Com a agulha retire o microsporófilo e seu microsporângio ou megasporângio. Coloque-os sobre a lâmina, e tente separá-los, adicione água e cubra com a lamínula;
- Leve ao microscópio óptico a fim de observar, ilustrar e denominar as microestruturas (megasporângio, megásporos, microsporângio e micrósporos).

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA - DIVISÃO PTEROPHYTA – POLYPODIACEAE

OBJETIVOS

Reconhecer, diferenciar e identificar as principais estruturas que compõem a estrutura morfológica das pteridófitas: megafilos (fronde), rizoma (caule), tipo de estelo, raízes adventícias (se presente) soro, indúcio, esporângio pedicelado e não pedicelado. No esporângio, identificar: ânulo, estômio e os esporos, se monolete ou trilete (uma ou três aberturas).

MATERIAL

- Material pteridofítico;
- Lâmina e lamínula;
- Agulha/seringa;
- Água;
- Microscópio estereoscópico (lupa);
- Microscópio óptico.

METODOLOGIA

1. Observação da fronde e rizoma

- Manipular o material pteridofítico, reidratar (se o mesmo for seco) e colocar sob a lupa;
- Observar os detalhes da morfologia externa e interna do rizoma (caule), raiz (raízes adventícias), fronde (folha) e distribuição dos soros, esporângio e esporos;
- Observar cuidadosamente o material, ilustrar e fazer as anotações devidas.

2. Observação de soros e esporângios

- Com o auxílio de uma agulha retire e analise cuidadosamente: soro, com ou sem indúcio, esporângio pedicelado e/ou não pedicelado. No esporângio, identifique: ânulo, estômio e se o esporo é monolete ou trilete;
- Com a agulha retire esporângios, coloque-os sobre a lâmina, adicione água e cubra com a lamínula;

- Leve a montagem ao microscópio óptico a fim de observar, ilustrar e denominar as microestruturas, mencionadas acima.

A SEGUIR, VÁRIOS ESQUEMAS TRAZENDO ESTRUTURAS DAS PTERIDÓFITAS

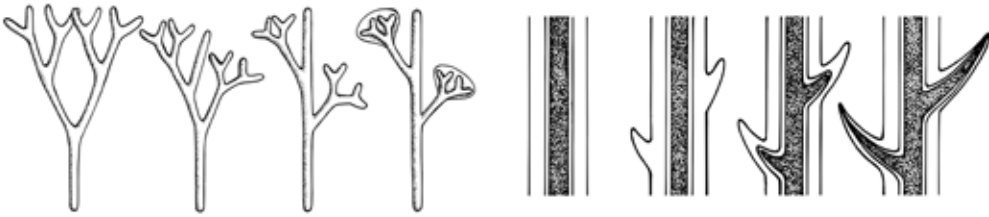


Figura 5. De acordo com uma teoria amplamente aceita, os microfilos (à direita) evoluíram como projeções laterais do eixo principal da planta. Os megafilos (à esquerda) evoluíram a partir da fusão de sistemas de ramos

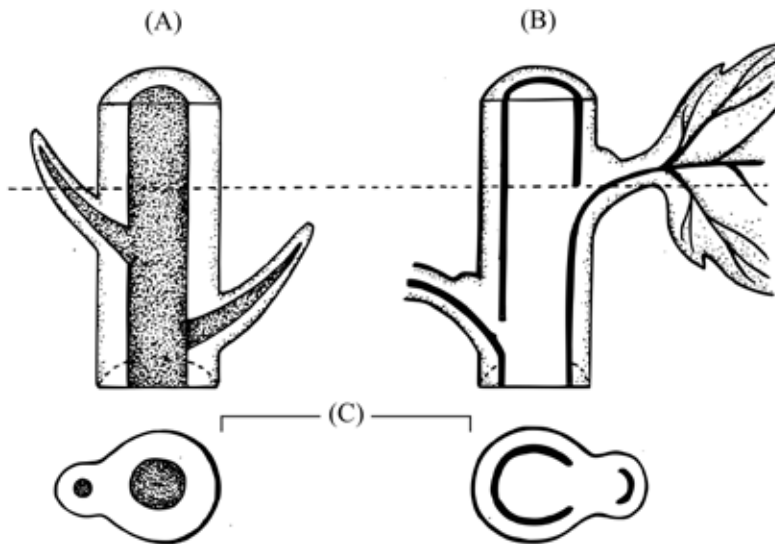


Figura 6. Seção longitudinal: A) caule do tipo protostelo e microfilo; B) caule do tipo sifonostelo e megafilo, ressaltando os nós ou regiões onde as frondes são aderidas; C) Seções transversais dos nós. Note a presença da medula e lacuna foliar no caule com sifonostelo e sua ausência no caule com protostelo. Microfilos característicos de *Lycophyta*, enquanto megafilos são encontrados em todas as plantas vasculares

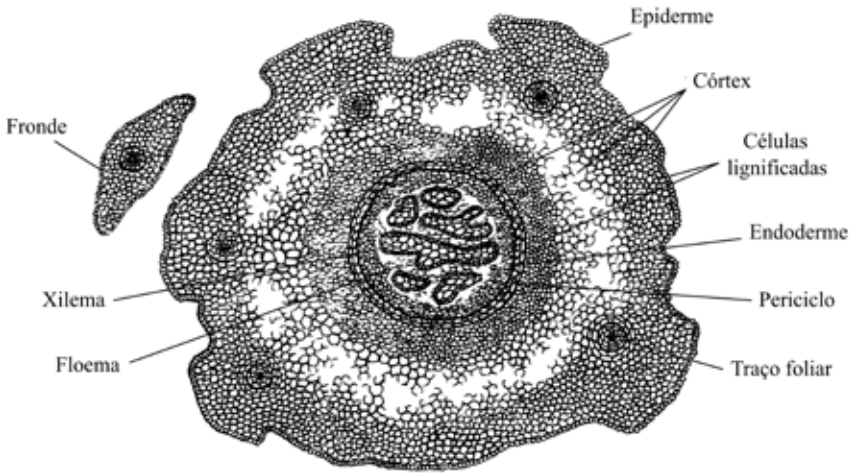


Figura 7. *Lycopodium* sp. em corte transversal

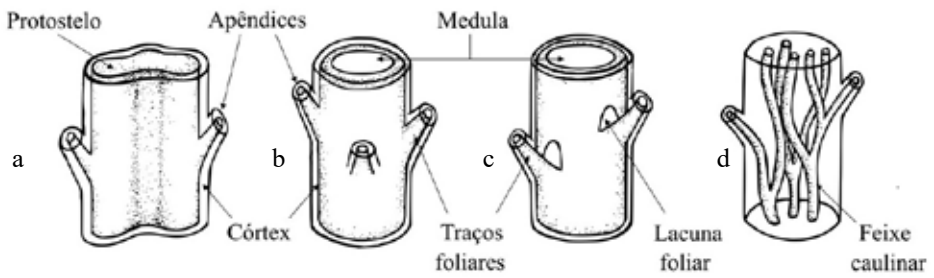


Figura 8. A) Protostelo do qual divergem apêndices, os precursores evolutivos de folhas. B) Sifonostelo sem lacunas foliares; os traços vasculares saindo para as folhas simplesmente divergem do cilindro sólido. Este tipo de sifonostelo é encontrado em *Selaginella* sp., entre outras plantas vasculares. C) Sifonostelo com lacunas foliares, comumente encontrados nas plantas vasculares sem sementes. C-D) Sifonostelo e Eustelo parecem ter evoluído independente a partir de protostelos

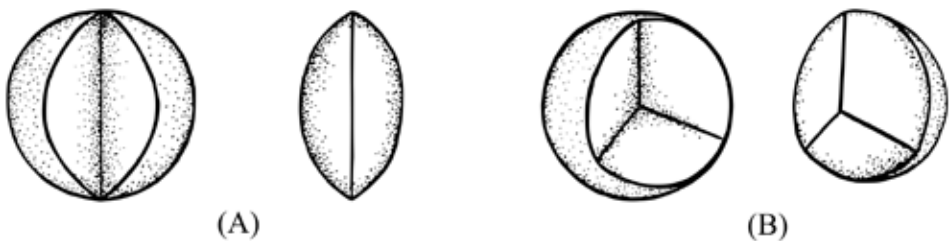


Figura 9. Representação de esporos da maneira como vemos na formação A) Monolete e B) Trilete

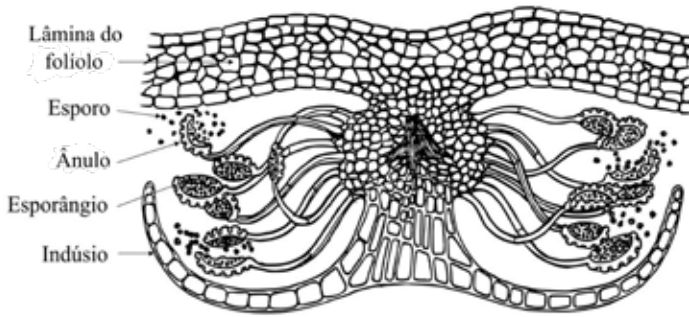


Figura 10. Corte longitudinal de um sorófito mostrando seus detalhes

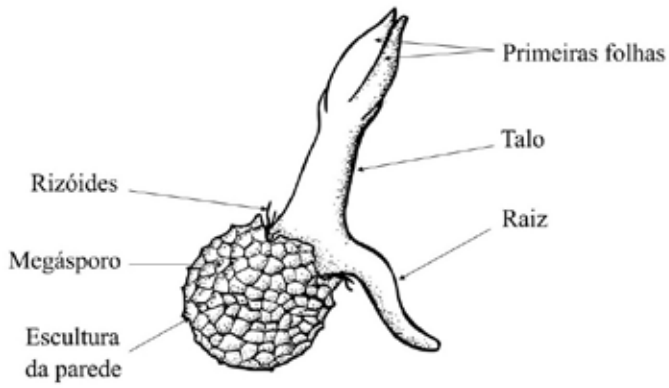


Figura 11. Esporófito de *Selaginella* sp. emergindo do gametófito

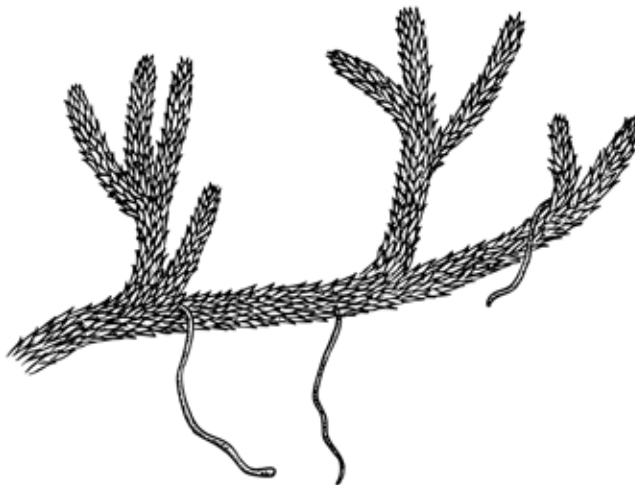


Figura 12. Esporófito de *Selaginella* sp.

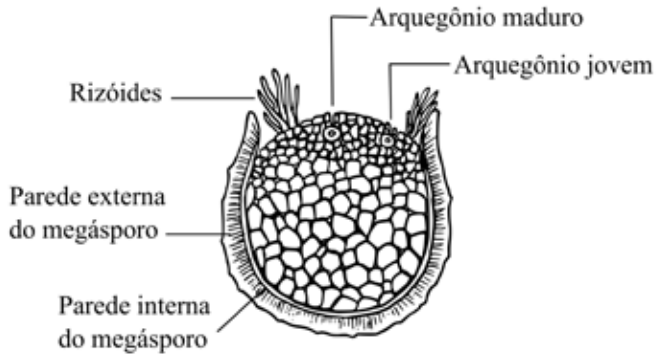


Figura 13. Megásporo germinando originando gametófitos



Figura 14. Esporófito de uma Pteridófita, *Dioon* sp.

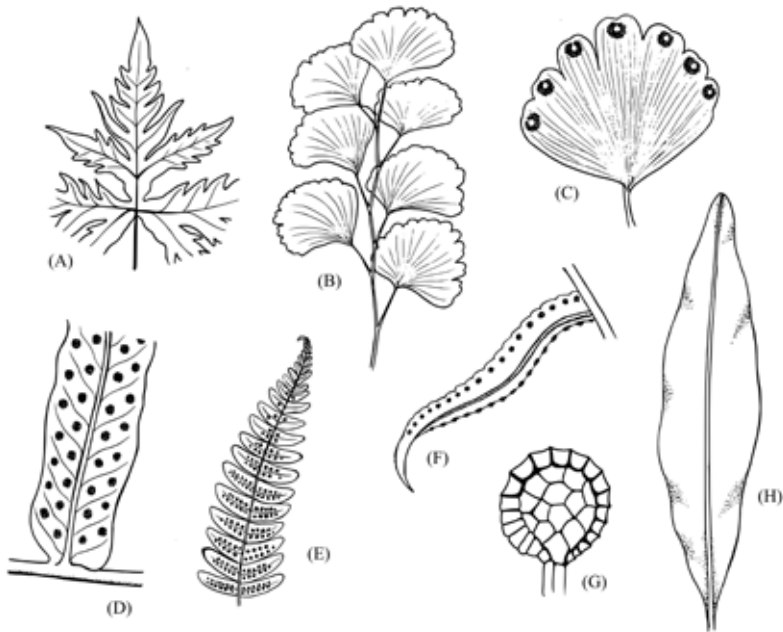


Figura 15. Polipodiófitas. A) *Doryopteris* sp., trecho de folha com soro marginal contínuo; B-C) *Adiantum* sp., folíolos férteis e detalhe dos soros; D-F) Diferentes gêneros mostrando folíolos férteis; G) Esporângio; H) *Elaphoglossum* sp.

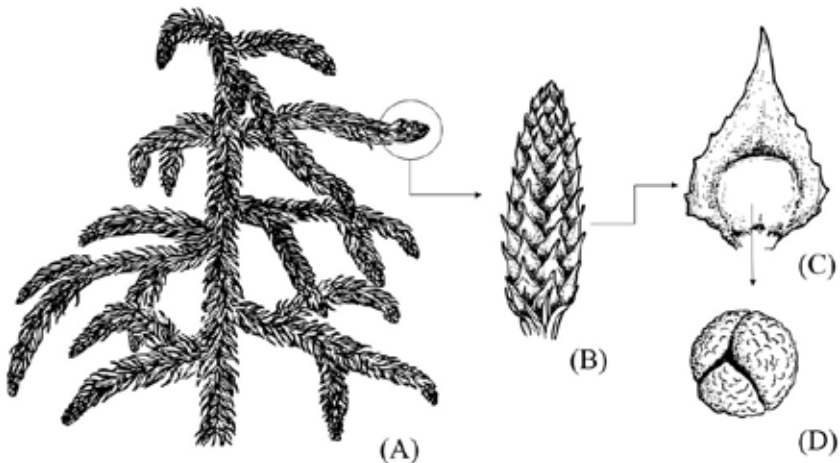


Figura 16. *Selaginella* sp. A) Aspecto geral do ápice da planta; B) Estróbilo; C) Representação do megasporófilo, megasporângio e megásporo (D), mas por ser um ciclo dioico carece de microsporófilo, microsporângio e micrósperos (não representados na figura)

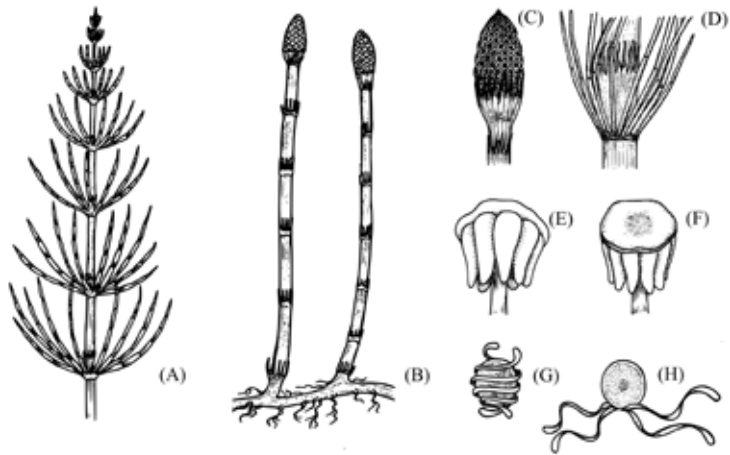


Figura 17. *Equisetum* sp. A) Aspecto geral de um ramo vegetativo; B) Aspecto do rizoma, nós, folhas e estróbilos; C) Detalhe do estróbilo, ramo fértil; D) Detalhe do nó; E-F) Esporangióforos com esporângios; G) Esporo envolvido pelos elatérios; H) Esporo com elatérios distendidos

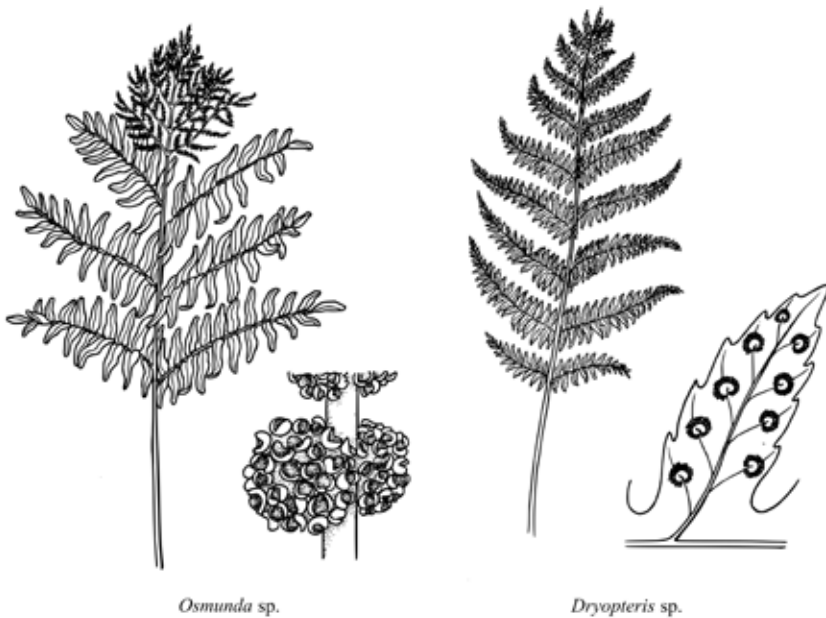


Figura 18. Comparação de frondes de pteridófitas com detalhe das frondes compostas e dos esporângios



Figura 19. Exemplos de pteridófitas e formação de estruturas reprodutivas assexuadas

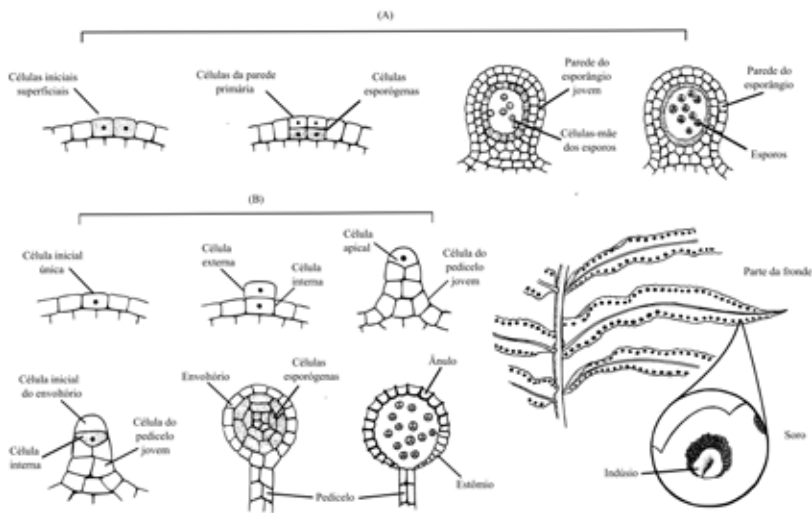


Figura 20. Passos ilustrativos sobre a formação de dois tipos principais de esporângios de samambaias. A) o eusporângio desenvolve-se a partir de uma série de células superficiais iniciais. Estas desenvolvem uma parede com duas ou mais camadas de espessura e um grande número de esporos; B) o leptosporângio origina-se de uma única célula inicial, que primeiro produz um pedicelo e então uma cápsula. Os leptosporângios dão origem a um número relativamente pequeno de esporos

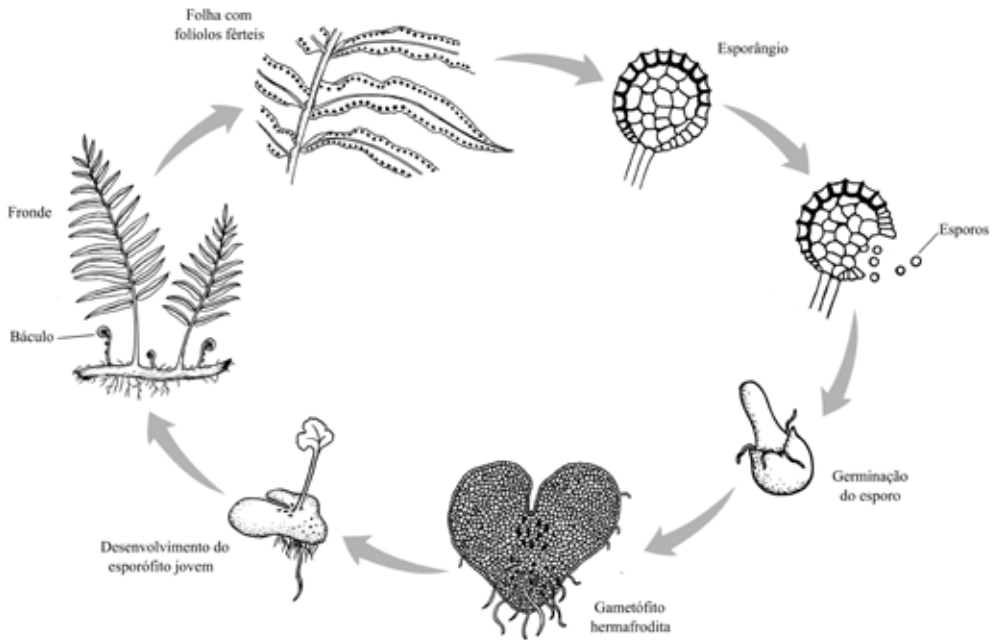


Figura 21. Esquema do ciclo de vida de uma pteridófita

CHAVE PARA AS FAMÍLIAS DE PTERIDÓFITAS NA AMÉRICA

TRYON; TRYON (1982)

Traduzida por: IVA CARNEIRO LEÃO BARROS e GERALDO MARIZ

- a. Dois ou mais esporângios reunidos num sinângio.....b
- a. Muitos sinângios na face abaxial da lâmina foliar, caule grosso a sólido, subterrâneo.....Marattiaceae
- a. Sinângio único numa enação axial bífida, caule aéreo, delgado, verde, dicotomicamente bifurcado.....Psilotaceae
- a. Dois sinângios alongados no ápice de uma espiga, caule pequeno, subterrâneo.....Ophioglossaceae
- a. Eusporângios isolados.....c
- c. Esporângios nascidos na face interna de esporangióforos peltados, num estróbilo apical, lâminas foliares muito reduzidas (microfilas), formando uma bainha no ápice de cada interno, alongado, rígido, do caule.....Equisetaceae

- c. Esporângios isolados dentro ou próximos da axila da lâmina foliar, ou em um lobo de uma lâmina foliar bilobada, ou diversos a muitos esporângios nascidos na lâmina foliar; na margem, na face abaxial, de uma especializada porção ou de uma lâmina foliar especializada.....d
- d. Um único esporângio nascido dentro ou próximo da axila de uma lâmina foliar.....e
- e. Plantas homosporadas (esporos de um mesmo tamanho); lâminas foliares sem lígula, nascidas ao longo de um caule alongado.....Lycopogiaceae
- e. Plantas heterosporadas (esporos de dois tamanhos diferentes), com megasporângios e microsporângios, lâminas foliares com lígula.....f
- f. Lâminas com menos de 1 cm de comprimento, nascidas ao longo de um caule alongado; lâminas foliares férteis, em estróbilos apicais.....Selaginellaceae
- f. Lâminas foliares com 2 cm de comprimento ou usualmente mais longas, agrupadas no ápice de um caule compacto a ligeiramente alongado, todas as folhas usualmente férteis.....Isoetaceae
- d. Vários esporângios nascidos na lâmina foliar, ou um único esporângio nascido de um lobo de uma lâmina foliar bilobada.....g
- g. Plantas heterosporadas (esporos de dois tamanhos diferentes); as lâminas foliares portando megasporângios e/ou microsporângios fechados em pequenas estruturas especializadas.....h
- h. Plantas com caules enraizados em solos úmidos ou debaixo d'água, lâminas foliares filiformes, com 2 a 4 folíolos no ápice do pecíolo.....Marsileaceae
- h. Plantas flutuantes aquáticas, lâminas foliares flutuantes, inteiras, oblongas, a suborbiculares, desigualmente bilobadas com um lobo submerso.....Salviniaceae
- g. Plantas homosporadas (esporos de um mesmo tamanho); esporângios isomórficos expostos na margem ou na face abaxial da lâmina foliar, ou em porções especializadas ou em lâminas foliares especializadas, algumas vezes inclusas, antes da maturidade, recobertos pelo indúcio ou em pinas enroladas ou segmentos enrolados.....i
- i. Esporângio com 1 a 3 filas de células no pé; o anel vertical ou quase vertical, interrompido pelo pé.....j
- j. Pecíolo articulado ou contínuo com o caule e então, os esporos esferoidais-triletes e verdes e se elipsoidais-monoletes, então as lâminas foliares são sésseis e espaçadas no caule.....Polypodiaceae

- j. Pecíolo contínuo com o caule, os esporos esferoidais-triletes e não verdes, ou se elipsoidais-monoletes, então, as lâminas foliares são pecioladas, ou sesésses, então, agrupadas.....k
- k. Escamas do caule clatradas; se o pecíolo tem dois feixes de xilema curvos em direção à base então estes estão virados para fora.....l
 - l. Indúcio ausente; lâmina foliar inteira à bifurcada.....Vittariaceae
 - l. Indúcio presente; ou se ausente, então a lâmina foliar, pinada.....Aspleniaceae
- k. Escamas do caule não clatradas, ou se assim, então o pecíolo tem dois feixes curvados de xilema, em direção da base, e estes, voltados para dentro.....m
- m. Esporos triletes, ou, se monoletes, então os soros são marginais.....n
 - n. Caule só com tricomas e soros com indúsios externos, ou caule com escamas e indúsios ausentes na face abaxial.....Pteridaceae
 - n. Caule só com tricomas e soros indusiados, ou com escamas e indúsios presentes na face abaxial.....Dennstaedtiaceae
- m. Esporos monoletes e soros abaxiais.....o
 - o. Soros alongados adjacentes e paralelos à costa.....Blechnaceae
 - o. Soros arredondados, ou se alongados, então, a maioria de todos nem é adjacente, nem paralelos à costa, ou, os soros são marginais.....p
 - p. Pecíolo com dois feixes vasculares, lâminas foliares com pelos unicelulares aciculares ou variadamente ramificados.....Thelypteridaceae
 - p. Pecíolo com três ou mais feixes vasculares, e apenas pelos em lâminas foliares pequenas, simples e curtas.....q

- q. Pecíolo e pinas contínuas com a raque, ou se articulados, então, ou os soros são exindusiados, ou as pinas são aurícula basal ampla no lado basioscópicoDryopteridaceae
- q. Pinas articuladas, soros indusiados, pinas cordadas na base, ou menos desenvolvidas no lado basioscópico; lâmina foliar unipinada.....Davalliaceae
- i. Esporângio sésseis ou subsésseis, ou com o pedicelo com 4-8 ou mais camadas de células; anel do esporângio ausente, ou se presente, então lateral.....r
- r. Esporângio sem anel ou com anel usualmente pouco diferenciado.....s
- s. Esporângios sem anel, nascidos em uma ramificação especializada fértil da folha; esporos sem clorofila.....s
- s. Esporângios com anel lateral pobremente diferenciado, nascido em pina parcialmente ou inteiramente fértil; esporos com clorofila (verdes).....Osmundaceae
- r. Esporângios com um anel bem diferenciado, oblíquo e apical.....t
- t. Esporângios na face abaxial de porção fértil da lâmina foliar, remotamente agregados em cachos ou isolados numa só vênula, ou em panículas inteiramente férteis.....Schizaeaceae
- t. Esporângios contíguos em receptáculos de soros marginais ou abaxiais.....u
- u. Esporângios em soros marginais.....v
- v. Caule com escamas; sifonostélicoHymenophylopsidaceae
- v. Caule com pelos.....w
- w. Lâminas foliares muito delgadas, uma a poucas camadas de células de espessura, translúcidas, sem estômatos, caule protostélico.....Hymenophyllaceae
- w. Lâminas foliares espessas, com estômatos, caule sifonostélico ou dictiostélico.....x

- x. Caule longo-rastejante, com pelos curtos, esparsos e rígidos, receptáculo alongadoLoxomataceae
- x. Caule compacto, arborescente e decumbente, com uma grande quantidade de pelos bem longos e macios; receptáculo curto e globosoDicksoniaceae
- u. Esporângios em soros abaxiais.....y
 - y. Caule e lâminas foliares sem indumentos evidentes, secreção mucilagínosa que se torna em flocos flocosa quando seca, algumas vezes presentes; lâminas foliares fortemente dimórficas.....Plagiogyriaceae
 - y. Caule e lâminas foliares usualmente com pelos evidentes e/ou escamas; lâminas foliares monomórficas a um tanto dimórficas.....z
 - z. Caule delgado, longo rastejante, subterrâneo, livremente ramificado, lâminas foliares em geral parcialmente pseudodicotomicamente ramificadas, com gemas axilares inibidas ou dormentes.....Gleicheniaceae
 - z. Caule grosso a maciço, mais ou menos aflorado à superfície, epígeo a arborescentes, se todo ramificado, lâminas foliares todas ramificadas pinatífidamente.....a.
 - a.a. Caule e pecíolos com escamas; tricomas presentes ou ausentes.....Cyatheaceae
 - a.a. Caule com pecíolos cobertos apenas com tricomas.....b.b.
 - b.b. Lâmina foliar bi-pinado-pinatificada a tri-pinado-pinatisecta.....Lophosoriaceae
 - b.b. Lâmina foliar pinada uma só vezMetaxyaceae

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- BLANCH, M. *et al.* **Atividades Biológicas das Pteridófitas**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2010. 11p.
- COELHO, S. J.; CARVALHO, E. M. A. F.; MAIA, L. G. S. Resgate de Pteridófitas na área diretamente afetada do Aproveitamento Hidrelétrico do Funil-MG. **Revista Brasileira de Biociências**, [Porto Alegre], v. 5, p. 489-491, 2007.
- COTA, A. P.; SOUSA, A. L. **Técnicas de coletas, herborização e inventário florístico arbóreas. 7-9p.** Disponível em: ftp://www.ufv.br/def/disciplinas/ENF448/aula_8_9_fitossociologia/Apostila-ManFlo.pdf. Acesso em: 15 fev. 2014.
- FERNÁNDEZ, E. G.; SERRANO, A. M. V. **Atividades Biológicas das Briófitas**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2009. 21p.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Governo do estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, – Instituto de Botânica – Série Documentos, 1989.
- PAULA, E. J.; PLASTINO, E. M.; OLIVEIRA, E. C.; BERCHEZ, F.; CHOW, F.; OLIVEIRA, M. C. **Introdução à biologia das Criptógamas**. São Paulo, 2007. Organizado: por CHOW, F. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 184p.
- PETER, R. B.; HEMSLEY, A. R. **Green plants their origin and diversity**. 2. ed, Cambridge University Press, [New York], 2004.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHOORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 856p.
- SCAGEL, R. F.; BANDONI, R. J.; ROUSE, G. E.; SCHOFIELD, W. B.; SIEIN, T. R.; TAYLOR, T. M. C. **An evolutionary survey of the plant kingdom**. Wadsworth Publishing Co., Inc., California, 1965.
- TRYON, R. M.; TRYON, A. F. **Ferns and allied plants, with special reference to Tropical America**. Springer-Verlag., New York, 1982, 857p.

GLOSSÁRIO

ACROCÁRPICO: planta cujo eixo principal é ereto, de crescimento limitado numa inflorescência.

ANFIGASTRO: fileira ventral de filídios, geralmente de forma diferente e menor que as outras duas fileiras.

ANTERÍDIO: órgão de reprodução masculino, no qual se formam os anterozoides.

ANTEROZOIDE: gameta masculino.

ÂNULO: fileira de células especializadas e espessada no esporângio que auxilia na dispersão dos esporos.

ÁPICE: ponta estreita e comprida que se estreita gradualmente.

APICULADO: ponta aguda.

ARQUEGÔNIO: órgão de reprodução feminino, no qual se formam as oosferas.

ARQUEGONIÓFORO: em algumas hepáticas, a haste que sustenta o arquegônio.

BÁCULO: folha jovem de pteridófito.

BASIOSCÓPICO: lado contrário ao lado acroscópico, região inferior do folíolo partindo da nervura principal.

CALIPTRA: estrutura desenvolvida a partir da formação do embrião que protege as cápsulas jovens.

CÁPSULA: estrutura que se desenvolve na parte terminal da seta, na qual se formam os esporos, esporângio das briófitas.

CAULE: parte do eixo das plantas vasculares que está acima do solo, bem como as porções anatomicamente similares que ficam abaixo do solo, tais como rizomas.

CAULOIDE: pequeno caule em que o sistema condutor, se existe é pouco desenvolvido.

CIRCINADA: crescimento foliar semelhante à cauda do escorpião, escorpioide.

CLATRADA: escama com parede espessada semelhante a um vitral.

COMPLANAR: achatado num plano.

COMPOSTO ALIFÁTICO: hidrocarboneto que pode ser com cadeias cíclicas (fechadas) ou acíclicas (abertas), que não possui anéis benzênicos em sua composição.

COMPOSTO AROMÁTICO: composto orgânico que contém um anel de benzeno nas suas moléculas ou que possui propriedades químicas idênticas às do benzeno.

CORTE TRANSVERSAL: corte perpendicular ou em ângulo reto com o eixo longitudinal de uma parte da planta.

CRIPTOGAMA: termo antigo que engloba todos os organismos exceto as plantas com sementes, animais e protistas heterotróficos.

CUCULADO: em forma de capuz.

CUTÍCULA: camada lipídica ou com cera na parede externa das células epidérmicas. É formada por cutina e cera.

DEISCÊNCIA: abertura de uma estrutura que permite a eliminação de unidades reprodutivas.

DENTREFORME: que tem a forma semelhante a uma árvore.

DICOTÔMICO: talo que se bifurca no desenvolvimento, divisão dicotômica.

DORSAL: lado que não está em contato com o substrato.

DORSIVENTRAL: quando há simetria da forma achatada, em que à parte superior se dá o nome de face dorsal, enquanto que a parte inferior se designa face ventral.

ELATÉRIO: célula alongada fusiforme, estéril no esporângio (cápsula) do esporófito de hepáticas (auxilia na dispersão dos esporos).

EPÍFITA: organismo que cresce sobre outro, mas não o parasita.

ESPORÂNGIO: estrutura unicelular ou pluricelular na qual os esporos são produzidos.

ESPORANGIÓFORO: ramo que carrega um ou mais esporângios.

ESPORO: corpo esférico muito pequeno que se diferencia em um gametófito, por meiose ou uma célula reprodutora usualmente unicelular capaz de desenvolver-se em um indivíduo adulto sem fundir-se com outra célula.

ESPORÓFILO: folha modificada ou órgão semelhante à folha que porta esporângio. É aplicado às frondes férteis de samambaias e a outras estruturas similares.

ESTELO: cilindro central situado dentro do córtex de raízes e caules de plantas vasculares. Rodeando a medula temos vários feixes de xilema e floema. Formado pelo desmembramento em cordões de um sifonostelo ectofloico – típico em angiospermas e monocotiledôneas.

ESTIPE: pecíolo de uma fronde de samambaias (compreendido entre o caule e a primeira pina da base).

ESTOLÃO: caule que cresce horizontalmente ao longo da superfície do solo e que pode formar raízes adventícias, tal como ocorre, por exemplo, no morango.

ESTRÓBILO: também chamado de cone. Agrupamento de numerosas folhas (microfilos) modificadas (esporófilos) ou escamas que portam óvulos e/ou micrósporos na porção terminal do ramo caulinar.

EUSPORÂNGIO: esporo que se origina de várias células iniciais e, antes da maturação, forma uma parede com mais de uma camada de células.

EUSTELO: estelo no qual o tecido vascular primário está organizado em feixes discretos em torno da medula.

FILÍDIO HOMÔMALO: filídio curvado uniformemente para um lado.

FLOEMA: tecido condutor de seiva elaborada das plantas vasculares, no qual é composto por elementos clivados, vários tipos de células de parênquima, fibras.

FOLÍOLO: uma parte de uma folha composta, que também é denominada de pina.

FRONDE: A folha (megafilo) de uma samambaia.

HAPLOSTELO: igual ao protostelo, porém o xilema tem forma estrelada (*Psilotum*).

GAMETA: célula reprodutora haploide. Os gametas fundem-se aos pares, formando os zigotos (2n).

GAMETÓFITO: em plantas que apresentam alternância de gerações, a fase haploide (n), produtor de gametas.

GAMETÓFORO: nas briófitas, haste que sustenta os gametângios.

GEMA: pequena massa de tecido vegetativo. Crescimento do talo, por exemplo, em hepáticas, onde também é chamado de propágulo.

INDÚSIO: apêndice membranáceo da epiderme da folha que cobre o soro de samambaia.

LEPTOIDE: célula condutora de alimento, equivalente ao floema das plantas vasculares.

LEPTOMA: tecido que conduz alimento.

LEPTOSPORÂNGIO: esporângio que se origina de uma única célula inicial e cuja parede é composta de uma única camada de células.

LIGNINA: um dos constituintes mais importantes da parede secundária das plantas vasculares, embora nem todas as paredes secundárias contenham.

LÍGULA: projeção ou apêndice diminuto na base dos microfilos modificados que compõe o estróbilos de algumas licófitas e também presente em folhas de gramíneas.

LIMBÍDIA: Agrupamento de células alongadas hialinas situadas na borda do filídio.

MEDULA: tecido fundamental que ocupa o centro do caule e da raiz, internamente ao cilindro vascular; geralmente consiste em parênquima.

MEGAFILO: uma folha geralmente grande, com muitas nervuras; seu traço foliar está associado com uma lacuna foliar; o contrário de microfilo.

MEGAGAMETÓFITO: gametófito feminino em plantas heterosporadas, exemplo em *Selaginella* sp. Também presente no óvulo das plantas com sementes.

MEGASPORÂNGIO: esporângio no qual desenvolve o megásporo.

MEGÁSPORO: esporo haploide que se desenvolve em um gametófito feminino em plantas heterosporadas.

MESOFILO: tecido fundamental de parênquima, em uma folha, localizado entre as células; as células do mesofilo geralmente contêm cloroplasto.

MICROFILO: pequena folha sem traço foliar não associado com uma lacuna foliar.

MICROGAMETÓFITO: gametófito masculino nas plantas heterosporadas.

PEDICELO: pequena haste.

PROTOSTELO: tipo mais simples de estelo constituído de uma coluna sólida de tecido vascular em que o xilema forma um cilindro maciço situado no centro do talo rodeado por floema ou inverso.

SIFONOSTELO: tipo mais evoluído com feixes no centro do talo. Podendo ser: **ectofloico**, se formam cilindros contínuos concêntricos limitados pelo córtex e medula, respectivamente e **anfifloico**: medula + floema + xilema.



SOBRE OS AUTORES

MARIA HELENA ALVES



Doutora em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo. Professora aposentada pela Universidade Federal do Piauí/*Campus* Ministro Reis Velloso-CMRV e Colaboradora na Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar. Autora dos livros “O PIBID e o Ensino de Ciências: Possibilidades criativas de aprendizagem” e “Fungos do ar e do solo: do isolamento à detecção enzimática”.

JESUS RODRIGUES LEMOS



Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo e Pós-Doutorado no Royal Botanic Gardens, Kew, Londres. Professor Associado IV do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar. Autor de vários artigos científicos e livros sendo “Morfoanatomia de plantas do semiárido” e “Guia ilustrado de plantas da região do Delta do Parnaíba (NE do Brasil)”, também publicados por esta Editora.

DANIELE DA SILVA NASCIMENTO



Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí – UFPI, Especialista em Biodiversidade e conservação pela Universidade Estadual do Piauí-UESPI, Especialista em ensino de Ciências pelo Instituto Federal do Piauí-IFPI, Professora de Ciências no Ensino Básico. Foi monitora da disciplina Botânica Criptogâmica da UFPI, *Campus* Ministro Reis Velloso – CMRV, no semestre 2011.1.

JOSÉ CLAUDIO VERAS DOS SANTOS



Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí-UFPI. Atua na Prefeitura Municipal de Bom Princípio do Piauí-PI como Agente Comunitário de Saúde; Supervisor técnico de Sistema Solar, na empresa Internacional Energias Renováveis. Foi monitor da disciplina Botânica Criptogâmica no semestre de 2013.1.



Este livro é resultado da experiência de vários anos de trabalho na área de Botânica Criptogâmica e pretende colaborar com o preenchimento de uma carência de material didático e instrucional que aborde estes organismos. Os capítulos estão apresentados de forma clara e objetiva, ricamente ilustrado com esquemas feitos à mão, facilita a compreensão do conhecimento não somente pelo aluno universitário mas também pelos alunos da Educação Básica - principalmente do Ensino Médio - estimulando, já precocemente, o interesse no estudante em aproximar-se mais destes grupos antecessores (Briófitas e Pteridófitas) às Angiospermas, plantas mais evoluídas encontradas no planeta. Assim, espera-se que este material contribua, em última instância, com a ampliação do conhecimento desta flora, em geral relegada, e com o despertar de valores de conservação da diversidade vegetal como um todo, em diferentes escalas.



openaccess.blucher.com.br



Blucher Open Access