



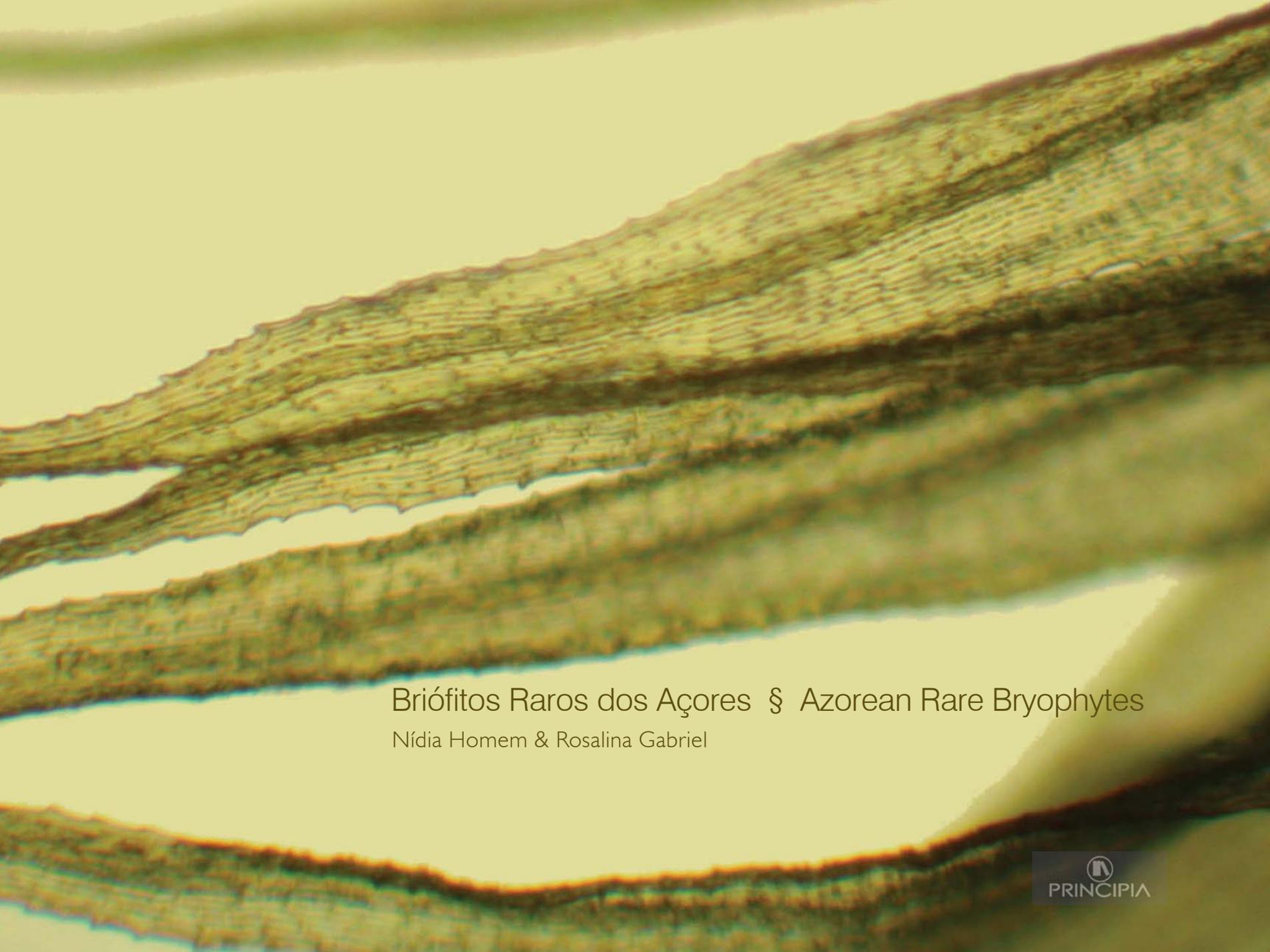
# Briófitos Raros dos Açores § Azorean Rare Bryophytes

Nídia Homem & Rosalina Gabriel





Imagem microscópica / Microscopic image: *Breutelia azorica*



Briófitos Raros dos Açores § Azorean Rare Bryophytes

Nídia Homem & Rosalina Gabriel

Título / Title:

Briófitos Raros dos Açores / Azorean Rare Bryophytes

Autores / Authors:

Nídia Homem & Rosalina Gabriel

Edição e copyright / Edition and copyright:

Princípa, Estoril

1.ª edição - Setembro de 2008

© Princípa Editora, Lda.

Design Gráfico / Graphic Design:

Sónia Matos

Revisão científica do texto / Scientific revision of the text:

Erik Sjögren & René Schumacker

Revisão do texto da versão inglesa / English revision of the text:

Regina Meneses

Revisão do texto da versão portuguesa / Portuguese revision of the text:

Princípa Editora

Fotografias / Photographs:

Nídia Homem

outros / others: Enésima Mendonça (EM), Fernando Pereira (FP), Paulo Borges (PB), Pedro Cardoso (PC), Rosalina Gabriel (RG)

Execução gráfica / Printing:

Tipografia Peres

Financiamento / Financial support:

DRCT - Direcção Regional de Ciência e Tecnologia, Governo Regional dos Açores

CITAA - Centro de Investigação em Tecnologias Agrárias dos Açores, Universidade dos Açores

ISBN: 978 - 989 - 8131 - 08 - 9

DL 268012 / 07

Gostaríamos de agradecer à Direcção Regional de Ciência e Tecnologia do Governo Regional dos Açores, na pessoa do seu director, Doutor João Luís Gaspar e ao CITAA – Centro de Investigação em Tecnologias Agrárias dos Açores, da Universidade dos Açores na pessoa do seu director, Doutor João da Silva Madruga, pela confiança demonstrada e pelo apoio financeiro concedido a este projecto.

Agradecemos reconhecidamente os ensinamentos e a inspiração dos briólogos Cecília Sérgio, Erik Sjögren, Jeffrey W. Bates e René Schumacker, que com o seu trabalho têm contribuído para o conhecimento dos briófitos dos Açores.

We would like to thank the “Direcção Regional de Ciência e Tecnologia, Governo Regional dos Açores”, especially its director Doctor João Luís Gaspar and the “CITAA – Centro de Investigação em Tecnologias Agrárias dos Açores, Universidade dos Açores”, and also its director, Doctor João da Silva Madruga, for their confidence in the authors and for the financial support granted to this project.

We are deeply grateful to the teachings and the inspiration of the bryologists Cecília Sérgio, Erik Sjögren, Jeffrey W. Bates and René Schumacker whose research has significantly contributed to the assessment of the bryophytes of the Azores.

Nídia e / and Rosalina

Introdução | Introduction

Os briófitos são pequenas plantas fascinantes, de grande delicadeza de formas e diversidade de tons, que formam um microcosmos único e muito belo.

Contudo, são muitas vezes esquecidos, talvez por serem pequenos, viverem em comunidades complexas (o que significa que não é fácil estudá-los individualmente), e a sua identificação, resultando em longos nomes latinos, ser geralmente considerada difícil. Um dos sinais deste esquecimento é a ausência de nomes portugueses comuns para as diferentes espécies, sendo todas elas popularmente conhecidas pela designação redutora de “musgos”. No entanto, qualquer pessoa pode iniciar-se no reconhecimento destas plantas, que surgem abundantemente em habitats naturais ou humanizados, colonizando todos os tipos de substratos, rochas, solos e outras plantas e ocorrendo em todas as latitudes desde a beira-mar até às altitudes mais elevadas.

Os briófitos desempenham papéis ecológicos essenciais na natureza, muito mais do que o seu pequeno tamanho poderia fazer supor. Por exemplo, estão envolvidos na captação e na retenção de água e nutrientes, na formação de solo, na redução da erosão e na reciclagem de nutrientes. Estão igualmente envolvidos na criação de micro-habitats importantes para a germinação de sementes e, obviamente, como plantas que são, libertam oxigénio e sequestram dióxido de carbono. Dos briófitos dependem ainda muitos outros organismos, desde os pequenos artrópodes (ácaros e insectos) e moluscos que neles buscam abrigo e alimento, às aves, que os usam para isolar e suavizar o interior dos ninhos.

Tradicionalmente, o homem tem utilizado briófitos para vários fins, como por exemplo em medicina, jardinagem, horticultura,

Bryophytes are small, fascinating plants of great delicacy, which offer a diversity of shapes and colours, while creating beautiful and unique microcosms.

Many times bryophytes are overlooked due to their small size and neglected as a result of the laborious process of identification involving long Latin names. Bryophytes live in complex communities, which means that they are generally intermingled and thus not easily studied individually. The absence of common Portuguese names for the different species (they are all popularly known by a single noun, “musgos”) is a sign of this disconnection between bryophytes and people. However, any person can begin to appreciate these plants, which appear abundantly in non-marine habitats, natural or man-made, colonizing all the types of substratum, rocks, soil and even other plants, occurring in all latitudes, and from the coastal areas up to the highest altitudes!

Bryophytes play an essential ecological role in nature and are probably much more important than their small size would make us believe. For example they are involved in the interception and retention of water and nutrients, in the formation of soil, in the reduction of erosion processes and the recycling of nutrients. They are also able to colonize new habitats and are involved in the creation of micro-habitats, in the germination of seeds and like all plants they produce oxygen and bind carbon dioxide. Besides, small bugs like acari, insects, and molluscs depend on bryophytes for shelter as well as food, and birds use bryophytes to insulate their nests.

Traditionally, man has used bryophytes for many purposes, such as in medicine, gardening, horticulture, for decoration and as an

decoração e como fonte de energia (turfa). Na actualidade, muitas espécies são usadas como indicadores de poluição, atmosférica ou aquática. A ocorrência de briófitos está geralmente associada a pureza ambiental. Devido às suas características especiais (por exemplo, ausência de raízes), estas espécies estão mais directamente expostas a poluentes, gasosos ou líquidos (por exemplo, chuvas ácidas), quase desaparecendo de cidades e locais muito poluídos.

Por outro lado, os briófitos fazem parte do património biológico de cada região e contam uma história evolutiva diferente e complementar da dos outros grupos taxonómicos, já que o conjunto das suas características biológicas e fisiológicas é ímpar entre os seres vivos.

O principal objectivo deste trabalho é contribuir para aumentar o interesse por estas plantas, encorajar a sua observação e o seu estudo e partilhar a beleza microscópica e frágil que eles possuem com todos quantos se interessam pela natureza. Uma vez que, dentro deste grupo de plantas, existem algumas ameaçadas de extinção, esperamos que a sensibilização para a sua presença, em diferentes locais e habitats, possa também contribuir para melhorar as perspectivas da sua conservação. ■

energy source (peat). Presently, many species are used as indicators of pollution, either atmospheric or aquatic. A bryophyte's occurrence is generally associated with environmental pureness. Due to their special characteristics (e.g. absence of roots) they are directly dependent on rainwater, atmospheric or stream waters. This makes them vulnerable as it exposes them to pollutants, either gaseous or liquid (e.g. acid rains), as a consequence of which they almost disappeared from cities and highly polluted places.

Moreover, bryophytes are part of the biological wealth of a region. Since they are unique among living organisms, bearing exclusive biological and physiological characteristics, they tell a different evolutionary history, one that is complementary to the other taxonomic groups.

The main purpose of this work is to contribute to the general appreciation of these plants, in the Azores and elsewhere, and to encourage the continued effort to study them, as they seek to share their microscopic and fragile beauty with all nature lovers. Among bryophytes, as among other organisms, there are some species whose preservation is urgent. We hope that this work, while reminding us of their presence in the most diverse places and habitats, may contribute to improve their conservation perspectives. ■

## Características biológicas

Os briófitos são plantas essencialmente terrestres, podendo ser encontrados desde as regiões polares aos trópicos. De facto, conseguem sobreviver e prosperar em condições extremas de secura e frio, graças às suas características fisiológicas – são poiquilohídricos, ou seja, ao contrário das outras plantas, que estão em contacto directo e permanente com a água, através das raízes, os briófitos, num determinado momento, podem estar ou não hidratados, logo activos ou não, dependendo das condições ambientais. Quer dizer, tal como as sementes, podem passar por períodos de vida suspensa, quando as condições não são adequadas à fotossíntese (por exemplo, com pouca água, muito frio, pouca luz).

Tal como todas as plantas terrestres, os briófitos são seres autotróficos, tipicamente verdes (com clorofila “a” e “b”), de paredes celulares celulósicas e com amido como produto de reserva. Pelo menos algumas espécies apresentam cutícula, uma adaptação eficaz às condições de vida terrestre que ajuda a evitar a perda de água.

Todos os briófitos apresentam algumas características que os distinguem de grupos mais evoluídos de plantas:

- i) A geração gametófito (sexuada, formadora de gâmetas) é dominante, independente e persistente;
- ii) A geração esporófito (formadora de esporos) é efémera (dura menos de um ano), não ramificada, produz um único órgão com esporos e depende, ao menos parcialmente, da geração gametófito para obtenção de nutrientes e suporte;

## Biological features

Bryophytes are essentially terrestrial plants, found from the Polar Regions to the tropics. Actually, they manage to survive and prosper in extreme conditions of dryness and cold due to their physiological characteristics – they are poikilohydric, which means that in contrast to other (vascular) plants, which are permanently connected with water through their roots, bryophytes may or may not be hydrated, i.e. active, depending on the environmental conditions, thus resembling the dormant stage of seeds. Most bryophytes can survive in suspended life conditions, when the conditions are not adequate to photosynthesis (e.g. scarce water, low temperature, insufficient light).

Like all terrestrial plants, bryophytes are autotrophic, typically green organisms, with chlorophyll “a” and “b”, cellular walls with cellulose and store starch as their reserve product. At least some species present a cuticle, an efficient adaptation to the terrestrial conditions of life, which helps them to prevent water loss.

All bryophytes present characteristics that distinguish them from the more evolved plant groups:

- i) the gametophyte generation (sexual, producer of gametes) is the dominant generation; gametophytes are independent and persistent;
- ii) the sporophyte generation (producer of spores), is ephemeral (lasting less than one year), not ramified, producing a single spore-containing organ and depending, at least partially, of the gametophyte generation for obtaining nutrients and support;

iii) A ausência de um verdadeiro sistema vascular (não diferenciam xilema) e, conseqüentemente, sem verdadeiras raízes, caules ou folhas; também não apresentam flores, sementes ou frutos.

Morfologicamente, a geração persistente dos briófitos (geração gametófito) inclui organismos pequenos, variando entre alguns milímetros e meio metro de comprimento, embora a maioria tenha entre 2 a 5 cm (0,8-2 polegadas) de altura. Podem, ou não, ter rizóides, que as fixem ao substrato e auxiliem na condução de água e nutrientes, e filídios, que expandam a área fotossintética do eixo. Alternativamente, o eixo fotossintético apresenta a forma de uma roseta ou de uma fita, tendencialmente dividida dicotomicamente.■

iii) the absence of a true vascular system (not differentiating true xylem) and, consequently, without true roots, stems or leaves; besides they do not present flowers, seeds or fruits.

Morphologically, the persistent generation of the species of bryophytes (gametophyte generation) includes small organisms, varying between some millimetres and half a meter in length, although most of them are 0.8-2 inches (2-5 cm) tall. They may or may not have rhizoids, which fix them to the substratum and assist in the conduction of water and nutrients and photosynthetic expansions of the stem, currently known as leaves (although they do not have a true vascular system). When leaves are not present, the stems are similar to a rosette or to a ribbon that tends to be dichotomously divided.■

## Classificação

A partir da sua história evolutiva e das suas características morfológicas e fisiológicas, distinguem-se três grupos principais entre os briófitos: musgos, hepáticas e antocerotas. Diferentes autores têm classificado estes grupos em diferentes níveis taxonómicos. Alguns assumem que se trata de três classes de uma única divisão, mas mais recentemente têm sido classificados como três divisões do reino vegetal.

### *Musgos*

Estima-se que este grupo possa incluir cerca de 12 000 espécies, com gametófitos de simetria radiada, organizados em eixos e filídios lanceolados, não lobados, e por vezes com rizóides, multicelulares e muito ramificados. Os eixos podem ser erectos (musgos acrocárpicos) ou prostrados (musgos pleurocárpicos), com ou sem ramificações. Os filídios apresentam frequentemente uma “nervura” com várias células de espessura e margem inteira ou com vários tipos de recorte. Os gametângios estão geralmente protegidos por filídios modificados.

Na geração esporófito, destacam-se a cápsula (local onde se formam os esporos), a seda, rígida, e geralmente cutinizada, mas podendo estar ausente, e um pé, que une os tecidos das duas gerações. A cápsula diferencia um opérculo (tampa), que se destaca expondo geralmente um perístoma que, com os seus dentes higroscópicos, facilita ou retarda a saída dos esporos maduros.

## Classification

Considering their evolutionary history and morphologic and physiological characteristics three groups may be distinguished among bryophytes: Mosses, Liverworts and Hornworts. These groups have been classified differently according to different authors. Some assume that they are three classes of the same division, but more recently they have been classified as three independent divisions of the plant kingdom.

### *Mosses*

Mosses appear in a great diversity of size and form. This group includes around 12,000 species that may be recognized by the radial symmetry of the gametophytes, usually organized in slight “stems”, lanceolated “leaves”, neither segmented nor deeply lobed, and multi-cellular rhizoids (sometimes absent). “Stems” may be erect (acrocarpous mosses) or prostrate (pleurocarpous mosses), with or without ramifications; “leaves” may include a median rib (nerve), several cells thick. The gametangia are generally protected by modified leaves.

The sporophyte is formed by a capsule, which is capped by the operculum (cap, lid) that falls off when the spores inside are mature. The peristome, a ring of hygroscopic teeth, around the opening of the capsule, is generally present and helps in the discharge of spores. Generally capsules are on the top of a long(ish), cutinized stalk, the seta. A foot connects tissues from both generations.

### *Hepáticas*

Grupo com cerca de 8000 espécies, com gametófitos de simetria bilateral, assemelhando-se a musgos aplanados. Taxonomicamente, distinguem-se hepáticas folhosas (mais numerosas) e talosas. As hepáticas estão quase sempre prostradas sobre o substrato. Os caulídeos das hepáticas folhosas apresentam duas ou três filas de filídios sem nervura, geralmente orbiculares, por vezes divididos mas nunca lanceolados. Algumas espécies podem apresentar uma terceira fila de filídios (anfigastros), em posição ventral. Os gametófitos das hepáticas talosas são, na maioria, estruturas em forma de roseta ou fita com margens lobadas, ramificadas dicotomicamente, com ou sem nervura. As células das hepáticas apresentam geralmente corpos oleosos, visíveis em material fresco.

A geração esporófito apresenta uma cápsula efémera, abrindo por valvas ou segmentos e incluindo, além dos esporos, células em forma de mola, chamadas elaterídeos, que ajudam na dispersão dos esporos. A seda é muito frágil, por vezes ausente, não lenhificada, não fotossintética e sem estomas.

### *Antocerotas*

São um pequeno grupo de 100 a 200 espécies, único entre os briófitos, caracterizado por possuir apenas um cloroplasto por célula. O gametófito vegetativo é uma roseta ou um talo fino e achatado que estreita gradualmente para as margens. Ao contrário do que sucede nos outros grupos de briófitos, os gametângios estão imersos nos tecidos do gametófito, tal como sucede entre os pteridófitos.

### *Liverworts or hepatics*

This group, with circa 8000 species includes plants with bilateral symmetry, which resemble flattened mosses. Two diverse groups are found among liverworts, according to the morphology of their gametophytes: leafy (the most common) and thallose liverworts. The liverworts are almost always prostrate on the substrate. Leafy liverworts have stems with leaves which are generally orbicular, sometimes deeply incised or lobed, but never lanceolated, nor possessing nerves. Some leafy species exhibit special leaves (underleaves), which are pressed to the ventral side of the stem. Thallose liverworts include gametophytes in the form of prostrate, flattened, ribbon-like or branching structures (thallus), with lobated edges, with or without a nerve. Liverwort leaf cells generally contain oil bodies, clearly visible in fresh material.

The sporophyte generation presents an ephemeral capsule, opening with valves or segments, and including spores and elaters, special cells, which help in the dispersion of the spores. The seta is very fragile, sometimes absent, not lignified, not photosynthetic and without stomata.

### *Hornworts*

This is a unique group among bryophytes, with 100 to 200 species. The vegetative gametophyte is a thin, flattened thallus or rosette, gradually narrowing towards the edges. Each cell contains only one chloroplast. Contrary to what happens in the other bryophyte groups, the gametangia of the hornworts are immersed in the tissues of the gametophyte, as in pteridophytes.

A geração esporófitas das antocerotas é única entre os briófitos. A cápsula, de forma cilíndrica, alcançando até 5 cm, e valvas longitudinais, não está suportada por uma seta. Na sua base existe uma célula meristemática que, com a sua capacidade de divisão, lhe proporciona um crescimento indeterminado, característica ímpar entre os briófitos, mas comum entre as plantas vasculares. A dispersão dos esporos é auxiliada por células semelhantes a elaterídeos, os pseudo-elaterídeos.

Muitas antocerotas estabelecem simbiose com cianobactérias (*Cyanobacteria*), contribuindo para a fixação de azoto no solo. ■

The sporophyte generation of the hornworts is quite distinctive, differing from all other sporophytes of bryophytes. The capsule is cylindrical, reaching up to 5 cm, has two longitudinal valves, and is not supported by a seta. At the base of the capsule a meristematic cell can be found, that divides continuously, conferring to the capsules indeterminate growth; this feature is unique among bryophytes but common among vascular plants. The spores are dispersed by cells, which are similar to elaters, the pseudo-elaters.

Many hornworts establish a symbiosis with blue-green algae (*Cyanobacteria*), thus contributing to the fixation of nitrogen in the soil. ■

## Ciclo de vida e reprodução

O ciclo de vida de um briófito (ver a Figura 1) apresenta características comuns e diferentes das dos ciclos de vida das outras plantas. Tal como nas plantas vasculares, alternam-se duas gerações: uma sexuada, produtora de células sexuais, os gâmetas (gametófito); e uma geração produtora de esporos (esporófito). As duas gerações são morfologicamente distintas, sendo a gametófito dominante entre os briófitos. Assim, os briófitos que observamos no dia-a-dia correspondem sempre à geração gametófito, embora por vezes a geração esporófito, de duração mais curta, possa igualmente ser observada, sempre fisicamente ligada ao gametófito.

## Life cycle and reproduction

The life cycle of a bryophyte (see Figure 1) has both common and unique characteristics when compared with the life cycles of other plants. Like vascular plants, this life cycle has two generations, the sporophyte generation (producing spores) and the gametophyte generation (producing gametes, the sexual cells). Each generation has a different physical form and unlike any other plant group, the gametophyte generation of the bryophytes is dominant over the sporophyte. Thus, the bryophytes that we commonly observe correspond to the gametophyte generation, even if sometimes the sporophyte generation, (of shorter duration), may be observed, attached to the gametophyte.

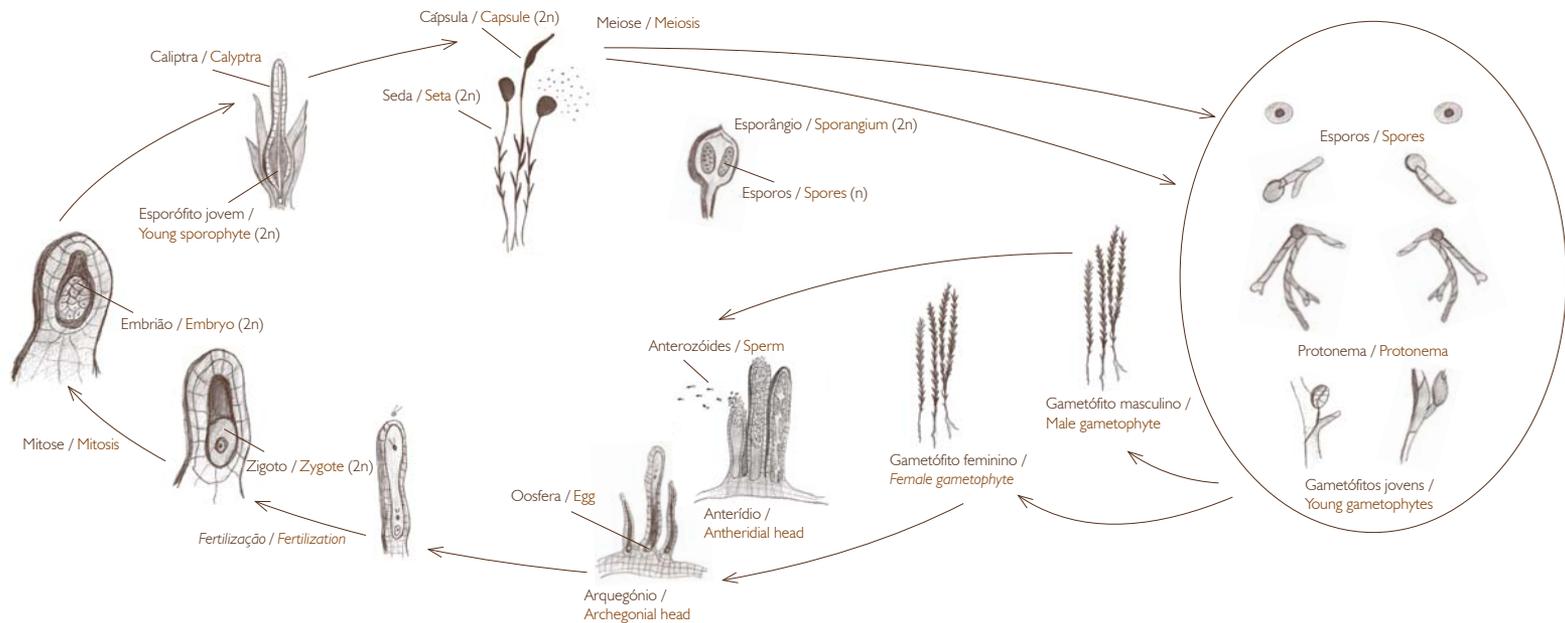


Figura / Figure 1. Representação esquemática do ciclo de vida de um briófito (musgo). Schematic representation of a bryophyte's life cycle (moss).

A geração gametófito pode ser formada por um talo fotossintético ou por caulídeo e filídios. Ambas as formas podem estar fixas ao substrato por rizóides (filamentos não fotossintéticos). Quando existem, os filídios são sempre não peciolados e pequenos, raramente excedendo 12 mm de comprimento e raramente apresentando mais de uma camada de células de espessura. Apesar da consistência compacta de alguns caulídeos e talos, estes não apresentam verdadeiros tecidos vasculares (embora algumas células possam estar especializadas nesse sentido). É de notar que esta especialização ocorre na geração gametófito e não na esporófito, como sucede nas plantas vasculares. Os gametófitos produzem gametângios, que produzem gâmetas por mitose.

Os esporófitos dos briófitos são formados por pé, seda e cápsula, ou por pé e cápsula. A seda dos musgos tem lenhina na composição das paredes celulares, mas tal não acontece nas hepáticas. As antocerotas não possuem seda. A geração esporófito produz cápsulas, onde se formam esporos por meiose. Os esporófitos nunca são ramificados e os esporos que se formam nas cápsulas são isospóricos (apresentam dimensões semelhantes e são do mesmo tipo). Os esporos, de forma tetraédrica e produzidos às centenas, uma vez maduros são libertados da cápsula, dispersando-se geralmente em dias secos e um pouco ventosos, e chegando a alcançar distâncias da ordem das centenas de quilómetros.

Os esporos são os principais vectores de dispersão dos briófitos, e é a partir deles que se faz a colonização de novos locais; por exemplo, a colonização das ilhas fez-se (e faz-se) através da dispersão de esporos.

Uma vez terminada a viagem, um esporo germina imediatamente, produzindo uma estrutura pouco elaborada (protonema), a partir da qual se desenvolve a planta gametófito adulta (gametóforo).

The gametophyte generation may be formed by a thallus or by stems and leaves. Both forms may have rhizoids (non photosynthetic filaments), which provide some anchorage to the substratum. When they exist, leaves are always non-peciolated, small (rarely exceeding 12 mm of length) and thin, many exhibiting a single layer of cells. Neither the stems nor the thallus present true water transport tissue, in spite of some cellular specialization in this direction, thus resulting in thicker stems and a thicker thallus. However this cell specialization occurs in the gametophyte generation and not in the sporophyte one, contrary to what happens in the vascular plants. Gametophytes produce gametangia, which themselves produce the gametes by mitosis.

The sporophyte generation of bryophytes generally includes a foot, a seta and a capsule; the seta may be absent. The cell walls of the moss seta have lignin in their composition; however that does not happen with the seta of liverworts. The sporophytes of hornworts do not have seta. Sporophytes produce sporangia, which produce spores by meiosis. The sporophyte generation of bryophytes is never ramified and the spores are isosporous, i.e. they present similar dimensions.

The tetrahedral spores of bryophytes are produced in large quantities inside the capsules. When they are mature, spores leave the capsule, generally in dry weather and windy conditions, reaching considerable distances (sometimes hundreds of kilometres). Spores are responsible for the colonization of new habitats and new places. For instance, the colonization of far away islands was, and probably still is, made through spores.

Spores germinate immediately after the ending of their journey. Upon germination spores produce a simple filamentous or thal-

Os gametóforos diferenciam gametângios masculinos (anterídios) e femininos (arquegónios). Dentro dos anterídios e arquegónios formam-se, por mitose, gâmetas (células sexuadas), entre os quais se contam anterozóides (gâmetas masculinos) e uma oosfera (gâmeta feminino).

Uma vez maduros, os gâmetas masculinos (anterozóides) nadam, utilizando os seus dois flagelos, em água livre, existente no ambiente exterior à planta e proveniente da chuva, da condensação de nevoeiros e do orvalho, percorrendo distâncias de 1 m, ou mais, até alcançar a oosfera (gâmeta feminino), que se forma, desenvolve e permanece no arquegónio (gametângio feminino), onde se dá a fecundação. Da fecundação resulta uma célula diplóide (ovo), que depois se divide *in situ*, dando origem a três (ou duas) estruturas: pé, ligando os novos tecidos (resultantes do ovo) aos antigos (do gametângio feminino); seda, fila-mento de tamanho e rigidez variável conforme as espécies, que pode estar ausente mas que geralmente suporta uma, e só uma, cápsula, local onde se formam, por meiose, os esporos.

Além da reprodução sexuada, muitas espécies propagam-se através da reprodução assexuada. Ou seja, utilizando gemas (aéreas ou subterrâneas) ou pequenos fragmentos dos seus eixos, dão origem a novas plantas que, não tendo sido sujeitas à recombinação genética associada à fecundação, são clones das “plantas-mãe”, contribuindo para a disseminação e a sobrevivência da espécie.

Embora evolutivamente menos interessante do que a reprodução sexuada, a reprodução assexuada também tem vantagens. De facto, trata-se de um tipo de reprodução menos exigente em termos de condições climáticas e fisiológicas, não sendo, por exemplo, necessário diferenciar gametângios e gâmetas, nem exigida água líquida exterior. Espécies para as quais não é

loid structure (protonema), from which the adult gametophyte develops (gametophore). Gametophores differentiate female and male gametangia (archegonia and antheridia), as gametes, the sexual cells, are formed by mitosis. Inside the archegonia a single fertile cell, the egg, develops, while inside the antheridia there are high numbers of sperm cells (antherozoids).

After being released from the antheridium, the sperm cells (male gametes) use their two flagella and are able to swim in the water – may it be rain drops, dew or fog condensation – for as far as a meter towards the egg (female gamete) which is inside the archegonium. The egg grows and develops inside the female gametangium, never leaving it, thus fertilization occurs inside the archegonium. Fertilization results in a diploid cell (zygote), the first cell of the sporophyte generation, that divides *in situ*, to form three (or two) different structures: the foot, binding the parental tissues of the gametophyte with the new sporophyte; the seta, a more or less rigid, more or less elongated filament, that may be absent, but that generally supports the single capsule of bryophytes, and the capsule, which is the place where spores are formed through meiosis.

Beyond the sexual reproduction, many bryophytes spread through asexual reproduction, using different propagules such as gemmae (aerial or underground), stem fragments or leaves; these separate from the gametophyte and form new plants, which are actually clones of the original plant, since they do not suffer any genetic recombination associated with fertilization; nevertheless they contribute for the dissemination and survival of the species.

Although less interesting in the evolutionary process, the asexual reproduction method also has advantages since it is less demanding in terms of climatic and physiological conditions. For instance, here it is not necessary to differentiate gametangia and gametes,

conhecida a geração esporófito subsistem deste modo. Por outro lado, habitats relativamente estáveis (por exemplo, florestas, turfeiras) podem incluir um grande número de espécies que produzem esporos muito raramente, garantindo a sua manutenção através da reprodução assexuada.

Em espécies dióicas (quando os gametas femininos e masculinos se formam em plantas diferentes), a reprodução assexuada pode assegurar a sobrevivência das populações, até ser possível reunir anterozóides e oosferas. É de notar que uma parte das espécies raras da Europa são espécies dióicas, cujas populações de plantas femininas e masculinas ficaram geograficamente isoladas, por fragmentação ou perda de habitats. Sem a possibilidade de reprodução assexuada, estas espécies já estariam extintas. ■

## Evolução

Evolutivamente, os briófitos parecem ser um grupo muito antigo, contando-se entre as mais antigas divisões de plantas terrestres. Alguns dos mais antigos fósseis de briófitos, terão cerca de 400 milhões de anos de idade!

As suas características biológicas permitiram-lhes efectuar as primeiras colonizações terrestres e permanecer no planeta até aos nossos dias. Algumas espécies conservam características semelhantes às das plantas encontradas em fósseis. Por exemplo, a espécie endémica dos Açores *Cheilolejeunea cedercreutzii* (H. Buch et Perss.) Grolle parece ser muito semelhante à sua congénere fóssil, *C. latiloba* (Caspary) Grolle, encontrada em âmbar, junto ao Báltico. ■

and exterior liquid water is not required. The survival of the species, which rarely, if ever, show a sporophyte generation, is thus assured. On the other hand, stable or nearly stable habitats (e.g. forests, bogs) may include a large number of species that seldom produce spores, surviving solely through asexual reproduction.

Bryophytes may be dioicous (when female and male gametes are formed in different plants), and sexual reproduction may ensure the survival of the populations until it may be possible to join antherozoids (sperm) with eggs (female gametes). It is noteworthy that some of the rarest species of Europe are dioicous species, whose female and male populations are geographically isolated, due to habitat fragmentation or habitat loss. Without their ability of asexual reproduction these species would probably have disappeared long ago. ■

## Evolution

Evolutionarily, bryophytes appear to be a very old group, and are among the oldest divisions of terrestrial plants. Some of the oldest fossils of bryophytes may be 400 million years old!

Their biological characteristics allowed them to be among the first organisms to colonize terrestrial habitats as well as to survive several extinction periods and to remain on Earth until now. Some species conserve characteristics that are similar to the ones of fossil plants. For example, the Azorean endemic species *Cheilolejeunea cedercreutzii* (H. Buch et Perss.) Grolle is very similar to *C. latiloba* (Caspary) Grolle, found fossilized in amber near the Baltic Sea. ■

## Briófitos dos Açores

O arquipélago dos Açores mantém uma extensão importante de áreas naturais subintactas que têm sido estudadas ao longo dos tempos. Embora a maioria dos trabalhos botânicos realizados foque as plantas vasculares, uma das características mais interessantes destas áreas é a sua riqueza extraordinária em briófitos.

Os briófitos têm um crescimento relativamente lento e podem levar muitas décadas a desenvolver uma boa cobertura e riqueza de espécies. Os briófitos são plantas cujos valores de cobertura, diversidade, taxa de ocupação de substratos e luxuriância são extraordinários nos Açores, provavelmente devido ao grau de naturalidade destas áreas, à diversidade de substratos disponíveis e às condições ambientais (humidade, luz e temperatura) favoráveis ao seu desenvolvimento.

Presentemente, estão referidas para os Açores 439 espécies e subespécies de briófitos: 285 musgos, 149 hepáticas e cinco antocerotas. A facilidade de dispersão associada aos pequenos e resistentes esporos dos briófitos permite que, ao contrário do que sucede com muitos outros grupos biológicos (mamíferos, plantas vasculares, artrópodes e outros invertebrados), o número total de espécies presente nos Açores seja semelhante ao número de briófitos citado para os arquipélagos da Madeira (529) e das Canárias (464), apesar de as ilhas açorianas estarem muito mais longe dos continentes, terem áreas menores e serem geologicamente mais recentes.

## Azorean bryophytes

The archipelago of the Azores comprises important areas of pristine natural habitats that have been studied from various perspectives over times. One of the most interesting characteristics of these areas is their extraordinary abundance of bryophytes. In spite of the astounding extent of bryophytic distribution the majority of the published botanical works concentrate their research material on the vascular plants.

It is known that bryophytes have relatively slow growth rates, and it may take many decades to develop complex communities. In fact, the diversity of bryophyte species, the number of substrata occupied, and their coverage are very high in the Azores. This is probably a result of various factors, as the good quality of the existing habitats, the diversity of available substrata and the favourable environmental conditions such as moisture, light and temperature.

Presently 439 species and sub-species, of bryophytes have been counted for the Azores: 285 mosses, 149 liverworts and five hornworts. The Azorean richness of species is similar to the ones found in the other Macaronesian archipelagos, with Madeira counting 529 and the Canary Islands 464. This similarity of numbers is probably a result of the great ability of dispersion associated with small and resistant bryophyte spores. Most of the other biological groups (vascular plants, mammals, arthropods, spiders and other invertebrates) have much lower numbers of species in the Azores than in those neighbouring archipelagos, which can probably be explained by this archipelago's greater distance to the nearest continents, the smaller area of the Azorean islands and their relatively young geological age.

Fitogeograficamente, a brioflora dos Açores inclui um grande número de espécies de tendências oceânicas, tropicais e subtropicais geralmente consideradas como relíquias do Terciário. Elementos mediterrânicos e circumboreais estão igualmente representados no arquipélago. Nove espécies são endémicas dos Açores e 18 da Macaronésia.

Em relação à conservação, estima-se que na Europa, durante o último século, se tenham extinto pelo menos quatro espécies, e um quarto da brioflora encontra-se certamente ameaçada. Esta tendência, comum a todos os organismos selvagens, está relacionada com a alteração profunda dos ecossistemas naturais, nomeadamente a perda e a fragmentação de habitats. A Comissão Europeia para a Conservação de Briófitos (ECCB) publicou uma “Lista Vermelha de Briófitos para a Europa” (ECCB, 1995), onde inclui uma extensa lista de briófitos considerados em perigo na Europa e atribuindo às espécies as categorias originais da IUCN, com algumas definições adicionais, ou seja, extinta (Ex), ameaçada (E), vulnerável (V), rara (R), regionalmente ameaçada (RT) e outras. Das 153 espécies citadas como ameaçadas ou vulneráveis na Europa, 17 encontram refúgio nos Açores; das 248 classificadas como raras 40 foram identificadas neste arquipélago.

A riqueza em espécies raras, bem como a elevada biodiversidade de algumas áreas dos Açores levou à selecção de 10 locais de interesse especial para briófitos nos Açores, incluindo seis áreas principais (60 áreas na Europa) e quatro secundárias. Os principais são: Planalto dos Graminhais (São Miguel), Pico Alto e Serra de Santa Bárbara (Terceira), Fajã dos Vimes (São Jorge), Montanha do Pico (Pico) e Rocha dos Bordões (Flores); os secundários são: Lagoa do Fogo (São Miguel), Pico da Esperança (São Jorge), Mistério da Prinha (Pico) e Caldeira Grande (Faial)■

Phytogeographically, Azorean bryophytes include a great number of oceanic species, and also a great number of species coming from tropical and subtropical areas, generally described as tertiary relics. Mediterranean and circum-boreal elements are also represented in the archipelago. Nine species are endemic to the Azores and 18 to Macaronesia.

With respect to their conservation status, it is assumed that four species have been extinguished in Europe in the past century, and a quarter of all European bryophytes are certainly threatened. This trend, common to all the wild organisms, is connected to the extensive changes of natural ecosystems. In 1995, the European Commission for the Conservation of Bryophytes (ECCB) published the Red List of Bryophytes for Europe, which includes a long list of bryophytes considered to be endangered in Europe. The IUCN categories, duly modified in order to better accommodate bryophyte idiosyncrasies, distinguish: extinguished (Ex), threatened (E), vulnerable (V), rare (R), regionally threatened (RT) and others. Of the 153 species cited as threatened or vulnerable in Europe, 17 occur in the Azores and of the 248 classified as rare 40 were identified in this archipelago, generally bearing larger populations here.

Because of the abundance of rare species as well as the astounding range of biodiversity of some Azorean habitats the Azores contribute six of the 60 main areas of Special Interest for Bryophytes in Europe, and four additional areas. The main areas are: Planalto dos Graminhais (São Miguel), Pico Alto and Serra de Santa Bárbara (Terceira), Fajã dos Vimes (São Jorge), Montanha do Pico (Pico) and Rocha dos Bordões (Flores); the other ones are: Lagoa do Fogo (São Miguel), Pico da Esperança (São Jorge), Mistério da Prinha (Pico) and Caldeira Grande (Faial)■

Apoios / Sponsors:



**Governo dos Açores**



[www.principia.pt](http://www.principia.pt)

ISBN 978-989-8131-08-9



9 789898 131089