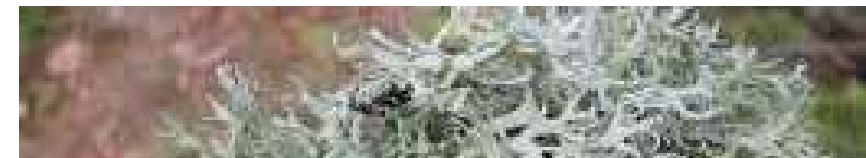


NSA EM ZOOM: APRENDER E ENSINAR LÁ FORA

Os líquenes como bioindicadores ambientais

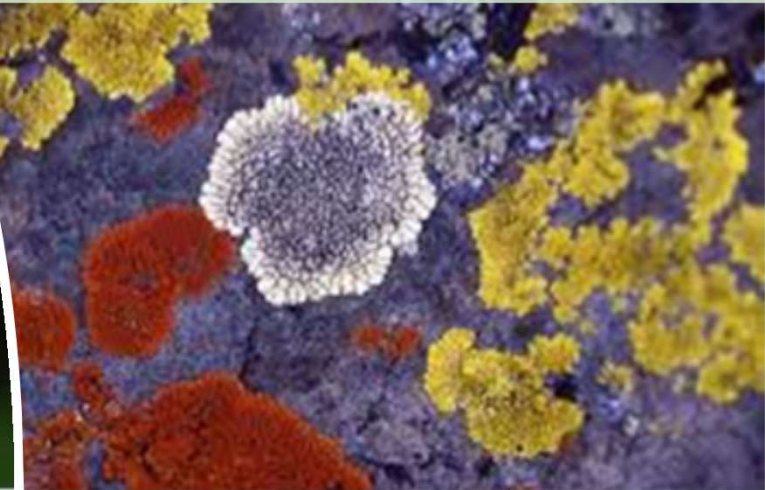
Sofia Pereira

EBS-CBQF, UCP (sapereira@ucp.pt)



Conteúdos

- O que são Líquenes
- Micobionte e Fotobionte
- Asco líquenes e Basidio líquenes
- Estrutura
- Tipos líquenes
- Reprodução
- Propagação
- Condições de crescimento
- Habitat
- Importância ecológica
- Serviços do ecossistema
- Líquenes bioindicadores
- Atividades



LÍQUENES - O que são?

- são associações simbióticas entre fungos e microrganismos fotossintéticos (algas, cianobactérias)

	Micobionte	Fotobionte
Tipo de organismo	Fungos	Algas verdes e/ou cianobactérias
Função	- Fornece estrutura e proteção (UV, desidratação) - Absorção de água e sais minerais	- Providencia hidratos de carbono resultantes da fotossíntese - Providenciam N (cianobactérias)

LÍQUENES - O que são?

- estima-se que existam 13500 – 17000 espécies de líquenes
- grande relevância ecológica - conseguem viver em locais inóspitos
- embora todos os fungos que fazem parte dos líquenes sejam ecologicamente especializados são raros em vida livre

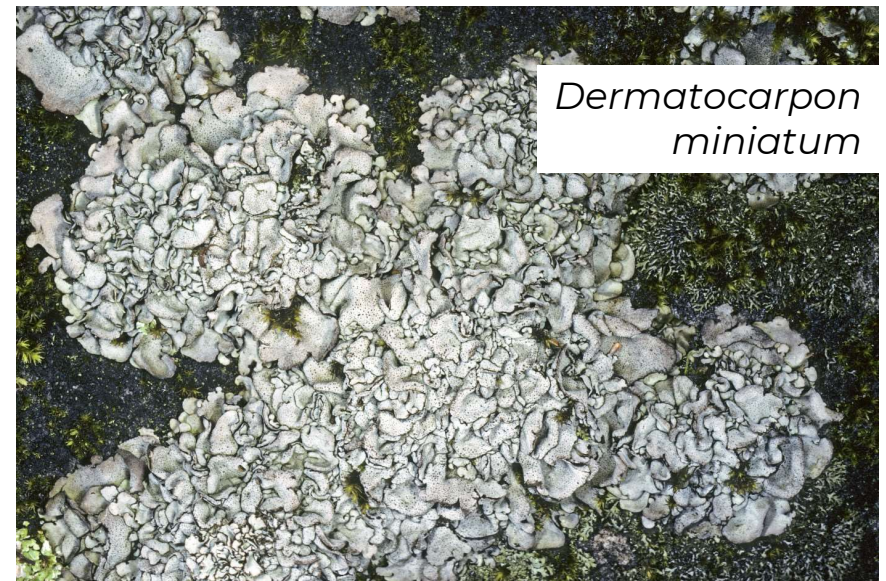


LÍQUENES - MICOBIONTE

- 17-30% das espécies de fungos são capazes de formar líquenes

Asco Líquenes – constituídos por fungos Ascomicota (98%)

- Formam 2 tipos de corpos frutíferos: apotécios (em forma de disco ou taça) e peritécios (em forma de frasco)



ASCO LÍQUENES

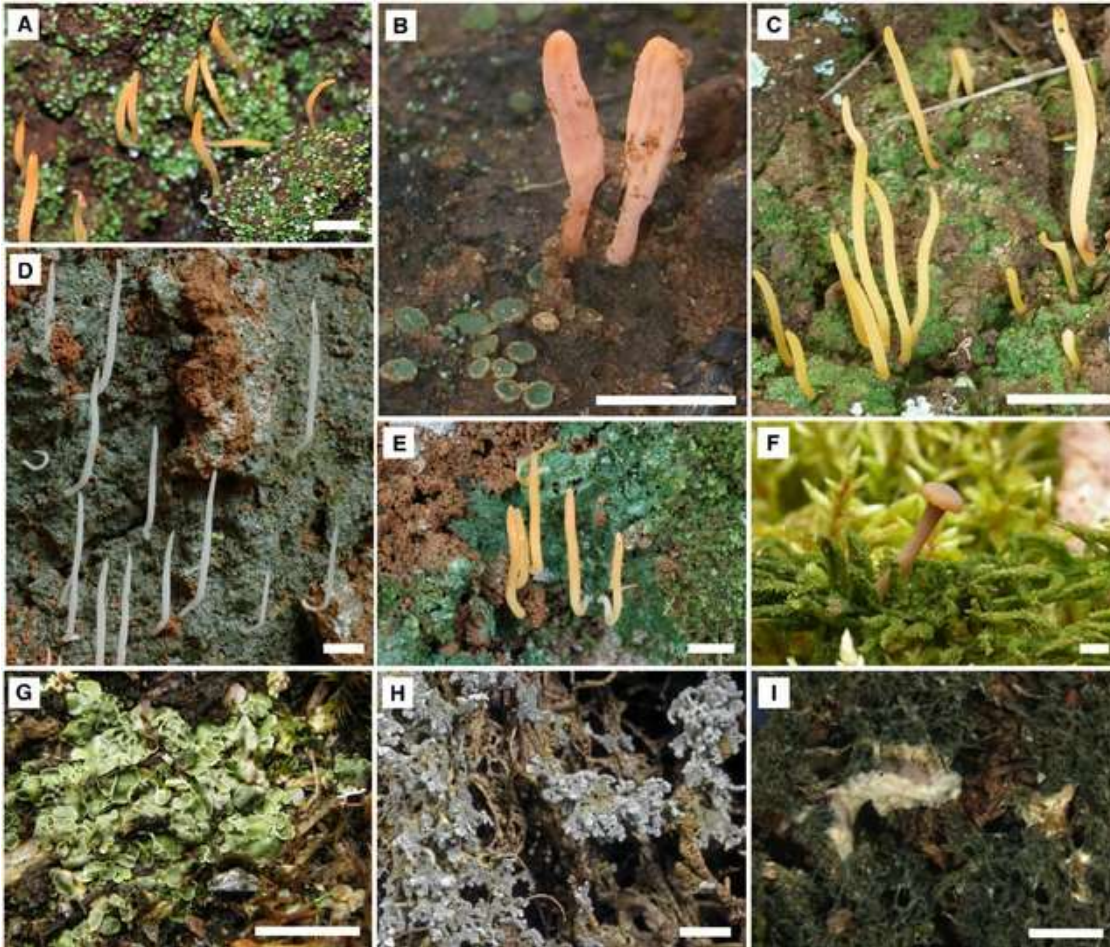


BASÍDIO LÍQUENES

- Basídio Líquenes – constituídos por fungos Basidiomicota (2%)
 - Os corpos frutíferos dos basídio líquenes apresentam-se em diversas formas



BASÍDIO LÍQUENES



- A.** *Lepidostroma calocerum*
- B.** *Lepidostroma rugaramae*
- C.** *Lepidostroma akagerae*
- D.** *Multiclavula mucida*
- E.** *Multiclavula clara*
- F.** *Lichenomphalia umbellifera*
- G.** *Coriscium*
- H.** *Acantholichen pannarioides*
- I.** *Dictyonema interruptum*

BASÍDIO LÍQUENES

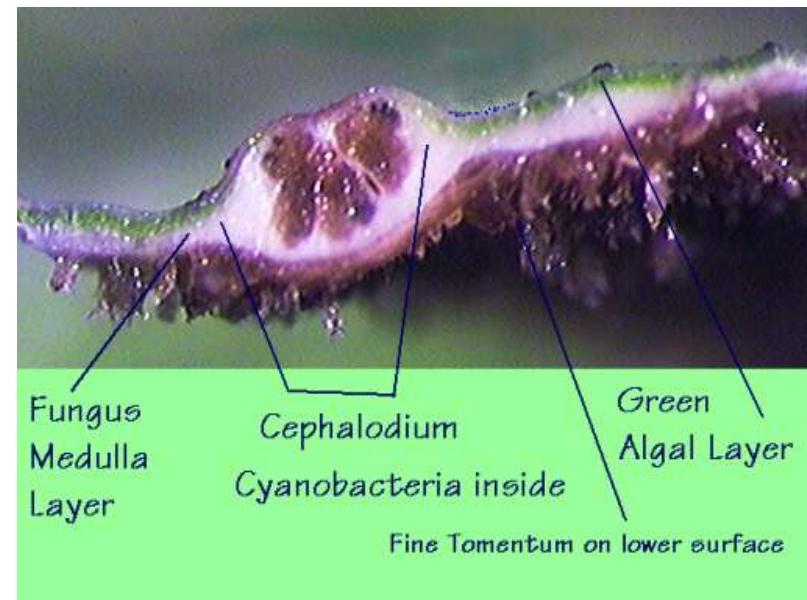
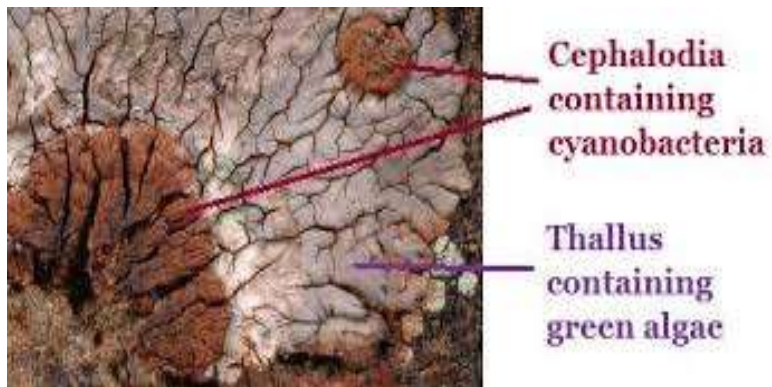


ASCO E BASÍDIO LÍQUENES

	Asco Líquenes	Basídio Líquenes
Definição	Fungos pertencentes ao filo Ascomycota	Fungos pertencentes ao filo Basidiomycota
Frequência	Muito comum; grande grupo	Pouco comum; pequeno grupo
Distribuição geográfica	Desde o ártico ao antártico; concentrados nas regiões temperadas	Ártico e regiões alpinas, temperadas, tropicais e florestas
Exemplos	<i>Parmela</i> sp.; <i>Lobaria</i> sp.; <i>Xanthoria</i> sp.	<i>Dictyonema</i> sp.; <i>Cora</i> sp.

LÍQUENES - FOTOBIONTE

- ≈ 50 espécies de algas (ex. *Trebouxia*, *Asterochloris*, *Elliptochloris*, *Coccomyxa*, *Apatococcus*, *Trentepohlia*) associadas a líquenes
- 10% líquenes tem cianobactérias (ex. *Nostoc*) como organismo fotossintético
- alguns líquenes possuem cianobactérias organizadas em estruturas designadas por **cefalódios**



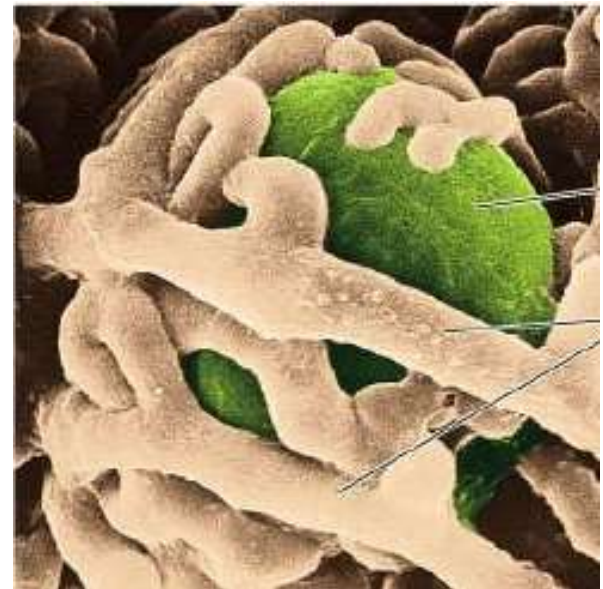
LÍQUENES - FOTOBIONTE



- As "verrugas" escuras na superfície do talo são chamadas de cefalódios e abrigam cianobactérias (geralmente *Nostoc*).
 - A cianobactéria utiliza o azoto atmosférico e converte-o em amónia, que pode então ser usado pelo líquene
-
- Os líquenes deste tipo são uma simbiose de três organismos de três reinos – uma bactéria, uma alga e um fungo.

LÍQUENES - MORFOGÊNESE

- a forma dos líquenes é determinada pelo material genético do fungo mas a associação com o fotobionte é essencial para o desenvolvimento do mesmo
- em laboratório na ausência do fotobionte, o fungo desenvolve uma massa indiferenciada de hifas
- quando combinado com o fotobionte em condições ótimas as suas características emergem - **morfogênese**



LÍQUENES - ESTRUTURA

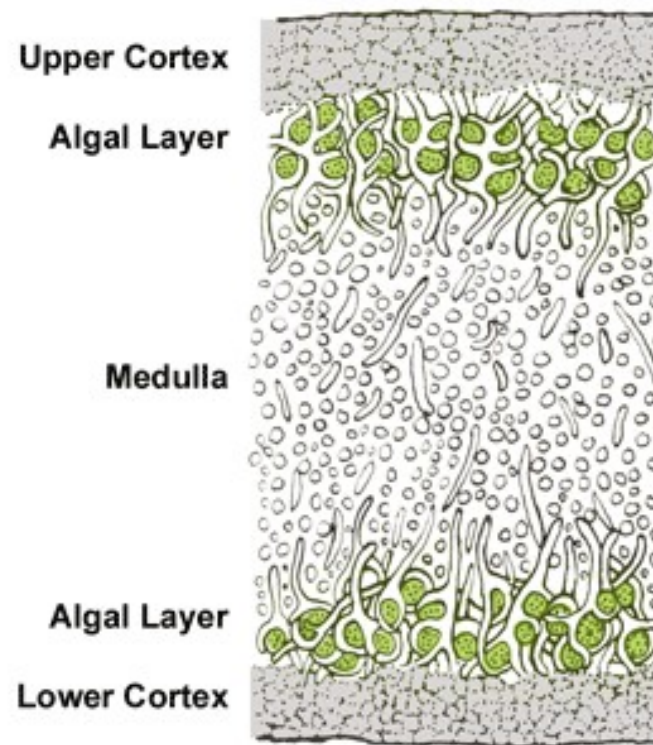
Córtex superior – aglomerado denso de **hifas** - camada externa protetora; quando molhado o córtex torna-se transparente, sobressaindo a cor da algas

Epicortex – existe apenas nalguns grupos e fica por cima do cortex (*Parmeliaceae*)

Camada gonidial - camada composta por algas com hifas do fungo entrelaçadas;

Medula – camada frouxa de hifas sem algas

Córtex inferior - semelhante ao superior, mas com algumas hifas especializadas (rizinas) com funções de fixação do talo ao substrato



LÍQUENES - ESTRUTURA

- **Cianobactérias** – estão numa camada ou em pequenas bolsas sob o córtex superior; conferem ao líquene uma cor verde escura, marrom ou preta
- Nalguns líquenes não há camadas de fungos e algas; os componentes individuais são misturados numa grande camada uniforme e a forma de crescimento resultante é gelatinosa – **líquenes gelatinosos**



- cor verde resultante das algas verdes



- cor escura deve-se à camada de cianobactérias sob o córtex



- líquene gelatinoso sem camadas específicas de fungos ou algas.

LÍQUENES - TIPOS

De acordo com o tipo de aderência ao substrato:



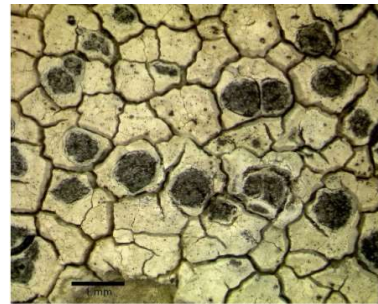
crustose



foliose

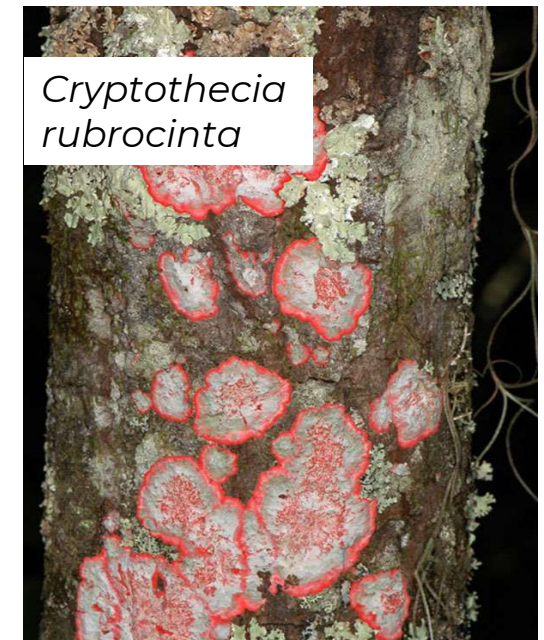
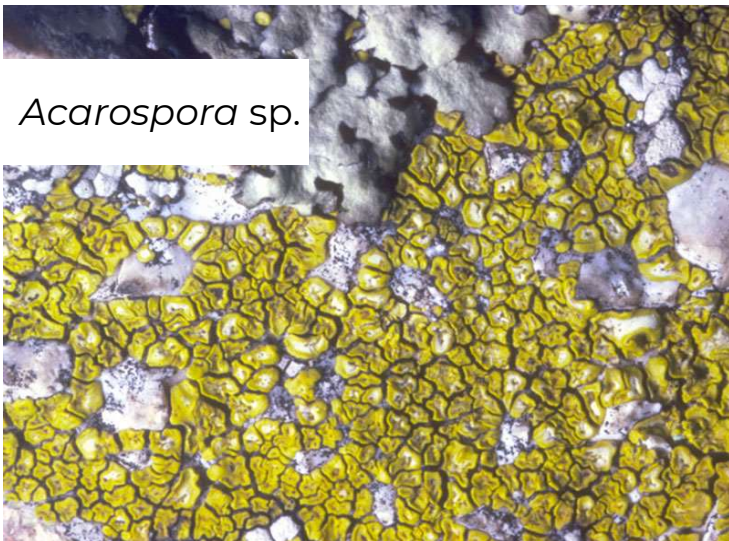
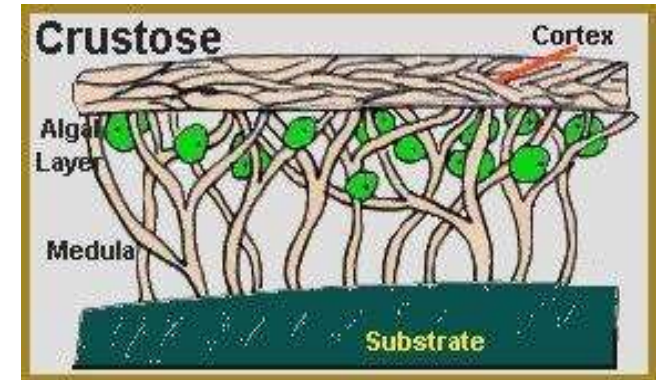


fruticose



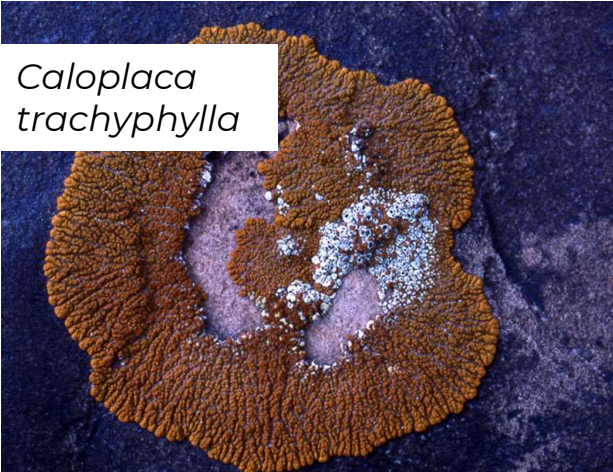
LÍQUENES CROSTOSOS

- formam crostas nas rochas, solo ou superfícies das árvores
- estrutura laminar e dorsiventral desprovida de córtex inferior, aderindo-se ao substrato por toda a medula
- **grande adesão ao substrato**



LÍQUENES CROSTOSOS

Caloplaca trachyphylla



Caloplaca saxicola



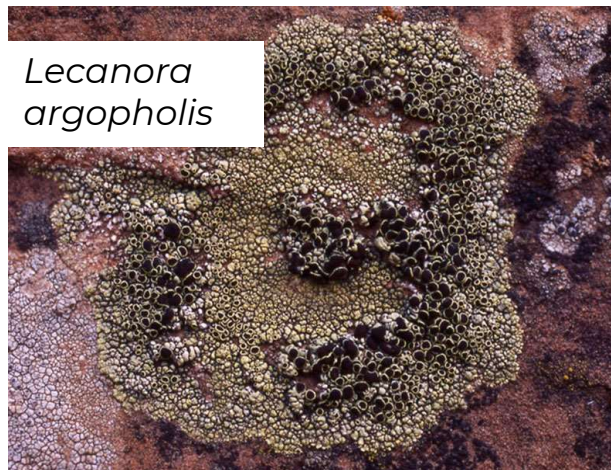
Lecidea atrobrunnea



Lecanora polytropa



Lecanora argopholis

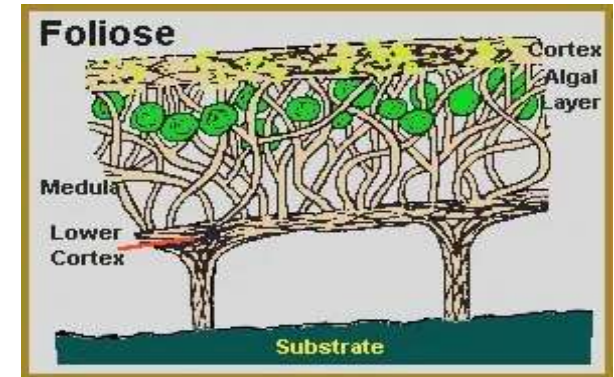


Pleopsidium chlorophanum



LÍQUENES FOLIOSOS ou FOLIÁCEOS

- estrutura laminar é dorsiventral e não se prende ao substrato por toda a superfície – **ponto de contacto**
- é comum terem projeções especializadas no córtex inferior
- **estrutura laminar lembra pequenas folhas**

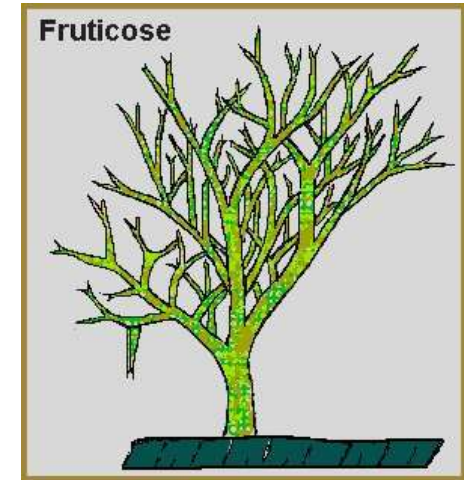


LÍQUENES FOLIOSOS ou FOLIÁCEOS



LÍQUENES FRUTICOSOS ou FRUTICOLOSOS

- são ramificados, cilíndricos ou achatados
- **estrutura laminar lembra arbustos**



LÍQUENES FRUTICOSOS ou FRUTICOLOSOS

Cladonia bellidiflora



Cladonia cervicornis



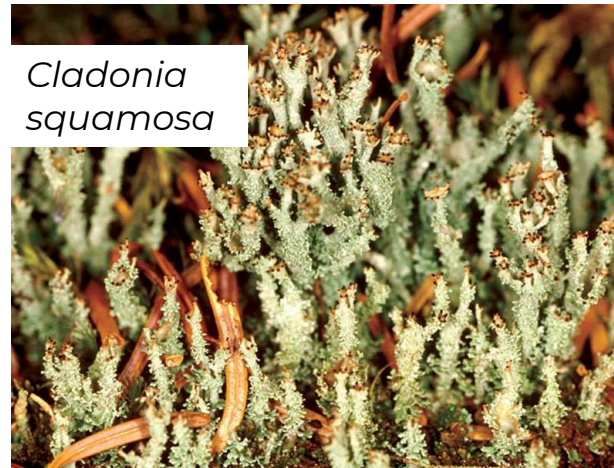
Cladonia chlorophaea



Cladonia cristatella



Cladonia squamosa



Letharia columbiana



LÍQUENES FRUTICOSOS ou FRUTICOLOSOS

*Pilophorus
acicularis*



*Ramalina
menziesii*



*Usnea
hirta*



*Usnea
longissima*



*Siphula
ceratites*

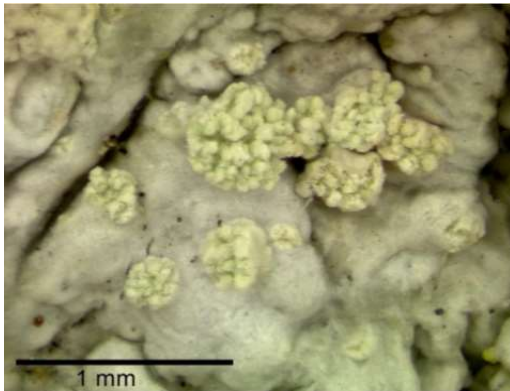


LÍQUENES - REPRODUÇÃO

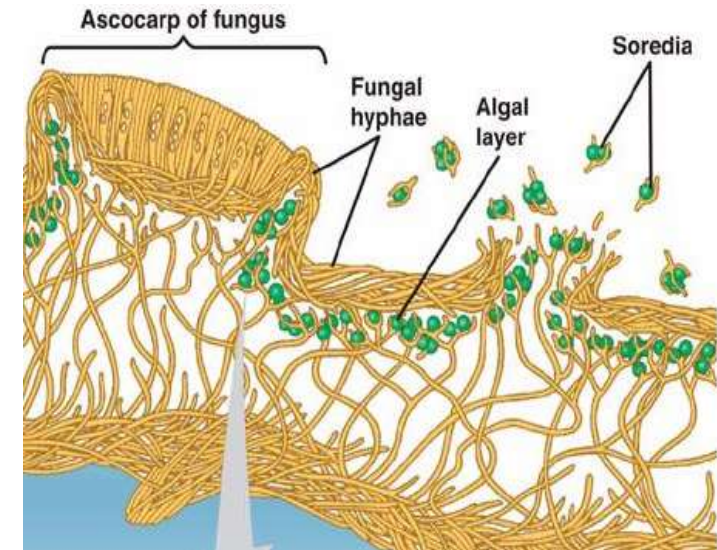
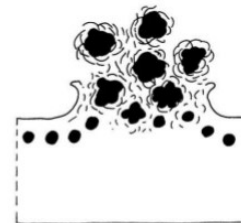
Assexuada

- **fragmentação do talo** – o talo do líquene fica seco e quebradiço podendo ser dispersado pelo vento
- **sorédios** – propágulos que contêm células de algas e hifas do fungo geralmente produzidos na medula

SORÉDIOS



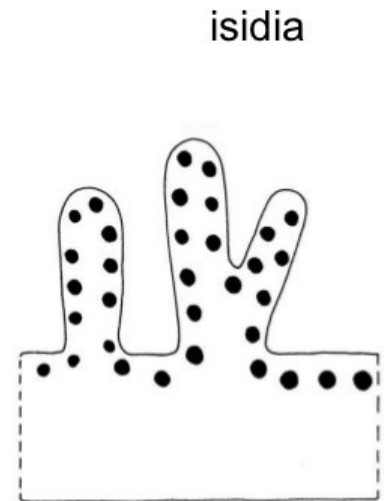
soredia
(in a soralium)



LÍQUENES - REPRODUÇÃO

Assexuada

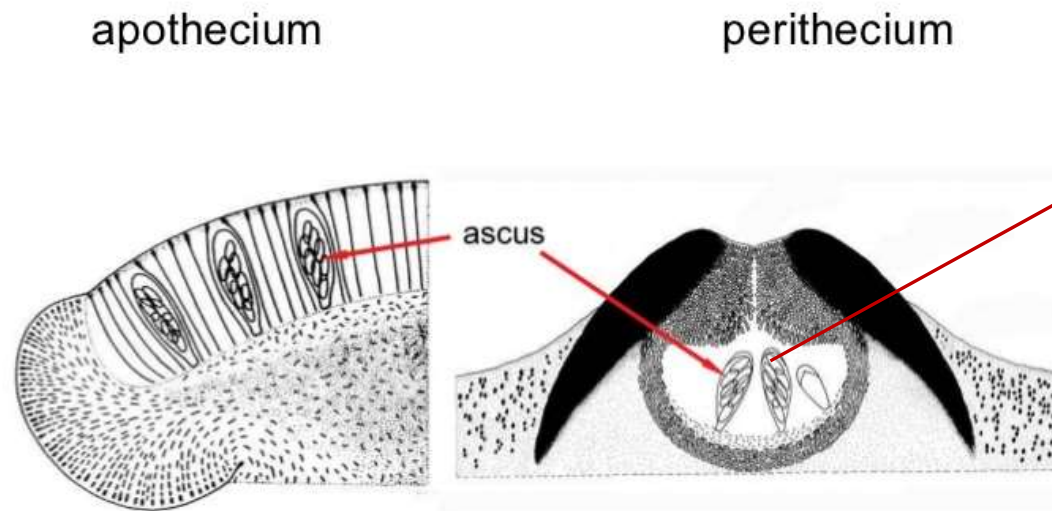
- **isídios** – projeções do talo em forma de dedos que contêm células de algas e hifas do fungo geralmente presentes na zona laminal que podem ser facilmente dispersadas



LÍQUENES - REPRODUÇÃO

Sexuada

- líquenes produzem apotécios ou peritécios para dispersar os esporos sexuais (ascósporos)



LÍQUENES - REPRODUÇÃO

Sexuada

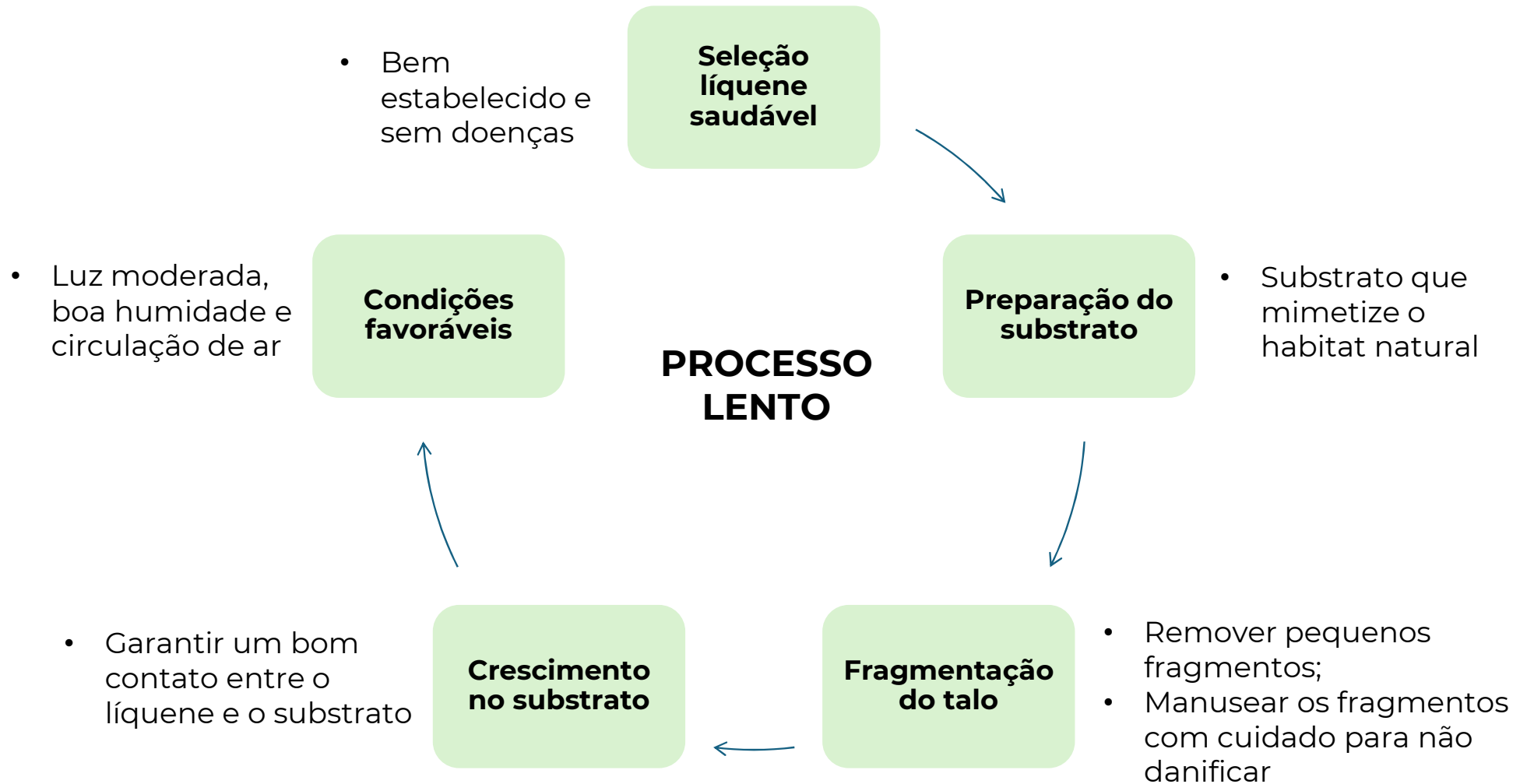
APOTÉCIO



PERITÉCIO



LÍQUENES - PROPAGAÇÃO



CONDIÇÕES DE CRESCIMENTO

Água

- Não possuem cutícula cerosa como as plantas, não conseguem conservar água durante os períodos de seca.
- Absorvem água e vapor de água através do córtex
- Maior Abundância em locais com humidade
 - Na presença de humidade - fotossíntese
 - Na ausência de humidade - tornam-se quebradiços - dormentes

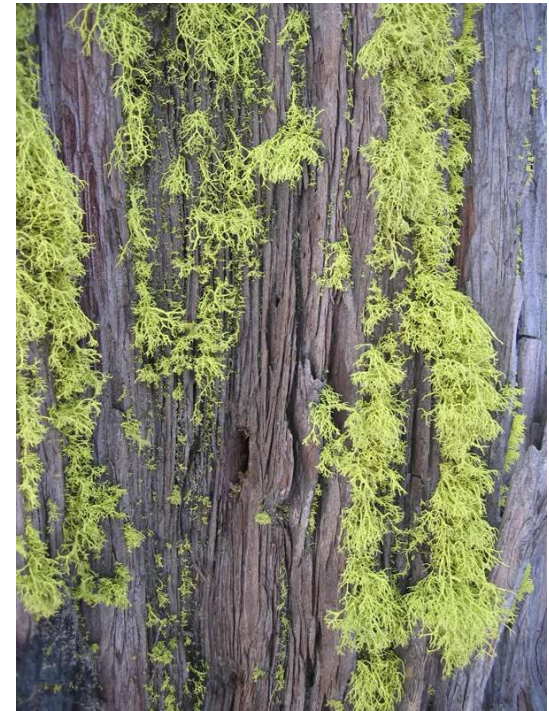
Luz

- Necessitam de luz solar para a fotossíntese
- A cor depende da quantidade de luz que recebem
 - Lobaria pulmonaria* – quando em ambientes mais exposto à luz solar apresenta uma cor mais escura e marrom.
- As espécies que adaptadas a ambientes com mais luz e temperatura mais elevada são geralmente mais pigmentadas - mecanismo de proteção das algas

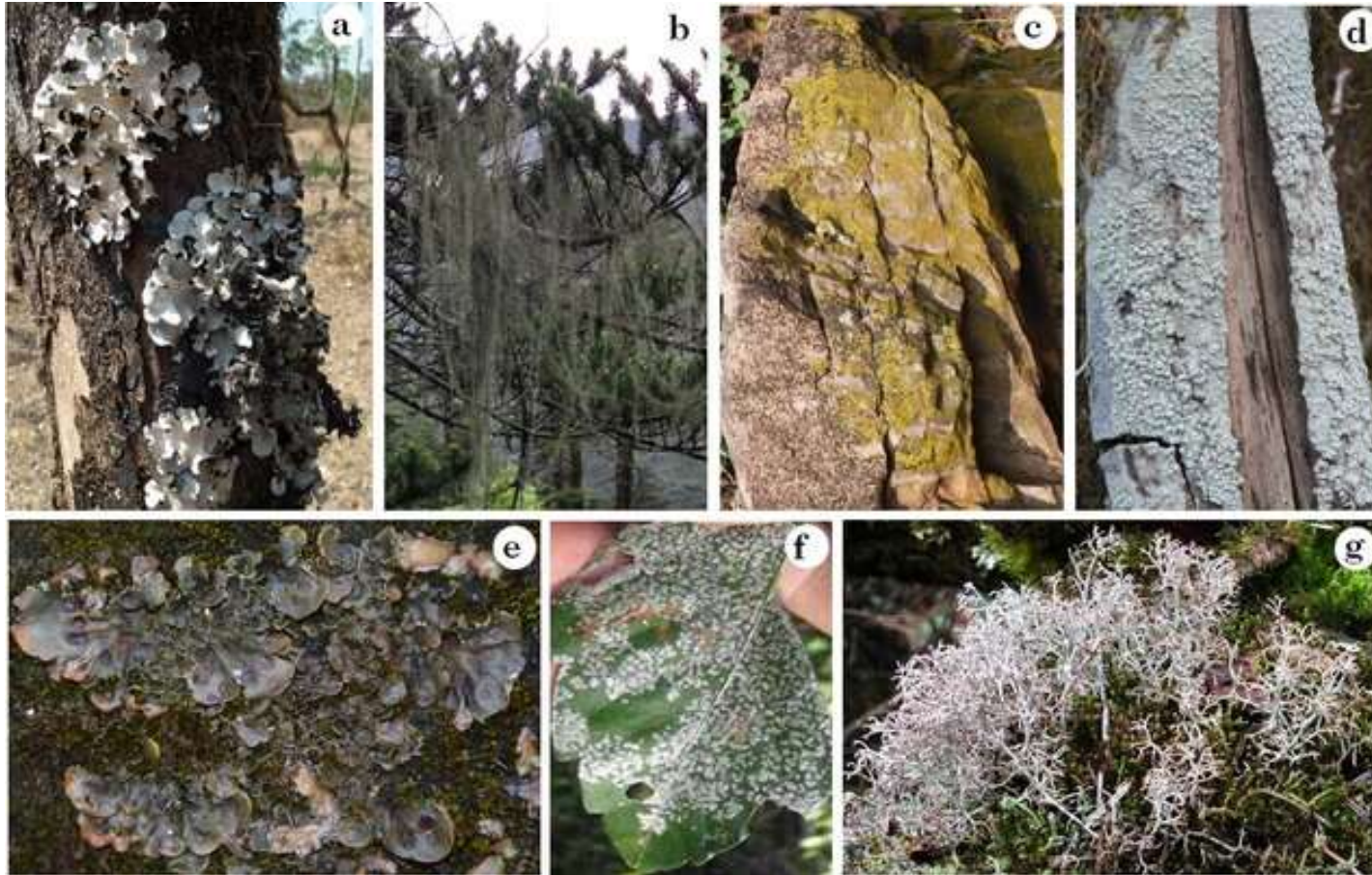
HABITAT

Substratos

- Substratos naturais: árvores, rochas e solo
- Outros substratos: edifícios, lápides, carros, equipamentos agrícolas antigos



HABITAT



- A. no tronco da árvore - **Cortícolos**
- B. em galhos - Ramícolos
- C. na rocha – **Saxícolos**
- D. em madeira morta - Linícolos
- E. no solo - **Terrícolos**
- F. na folha - Folícolos
- G. em musgo - Muscícolos

IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA

Formação do solo: Os líquenes contribuem para a formação do solo, fragmentando as rochas através das atividades físico-químicas

Espécies pioneiras: Os líquenes são frequentemente espécies pioneiras, colonizando ambientes hostis → sucessão primária

Fixação de azoto: Os líquenes com cianobactérias podem fixar o azoto atmosférico, convertendo-o numa forma que as plantas possam utilizar, aumentando a fertilidade do solo.

Habitat para microrganismos: O talo dos líquenes fornece um habitat para vários microrganismos, contribuindo para a diversidade microbiana nos ecossistemas.

Fonte alimentar: Os líquenes podem ser fonte de alimento para certos animais (e.g. insetos)

Bioindicadores: Os líquenes são sensíveis às mudanças ambientais, o que os torna bioindicadores úteis para a qualidade do ar e os níveis de poluição.

SERVIÇOS DO ECOSSISTEMA

“Os benefícios que o ser humano obtêm dos ecossistemas (MEA)”

SUPORTE

- Formação do solo
- Fotossíntese
- Ciclo de nutrientes
- Retenção água e humidade

PROVISIONAMENTO

- Alimento (herbívoros invertebrados)
- Alimentação animal
- Habitat
- Medicina

REGULAÇÃO

- Microclima
- Fluxo água
- Bioacumulador e bioindicador de poluentes

CULTURAL

- Corantes
- Beleza paisagística

SERVIÇOS DO ECOSSISTEMA

Habitat/alimento



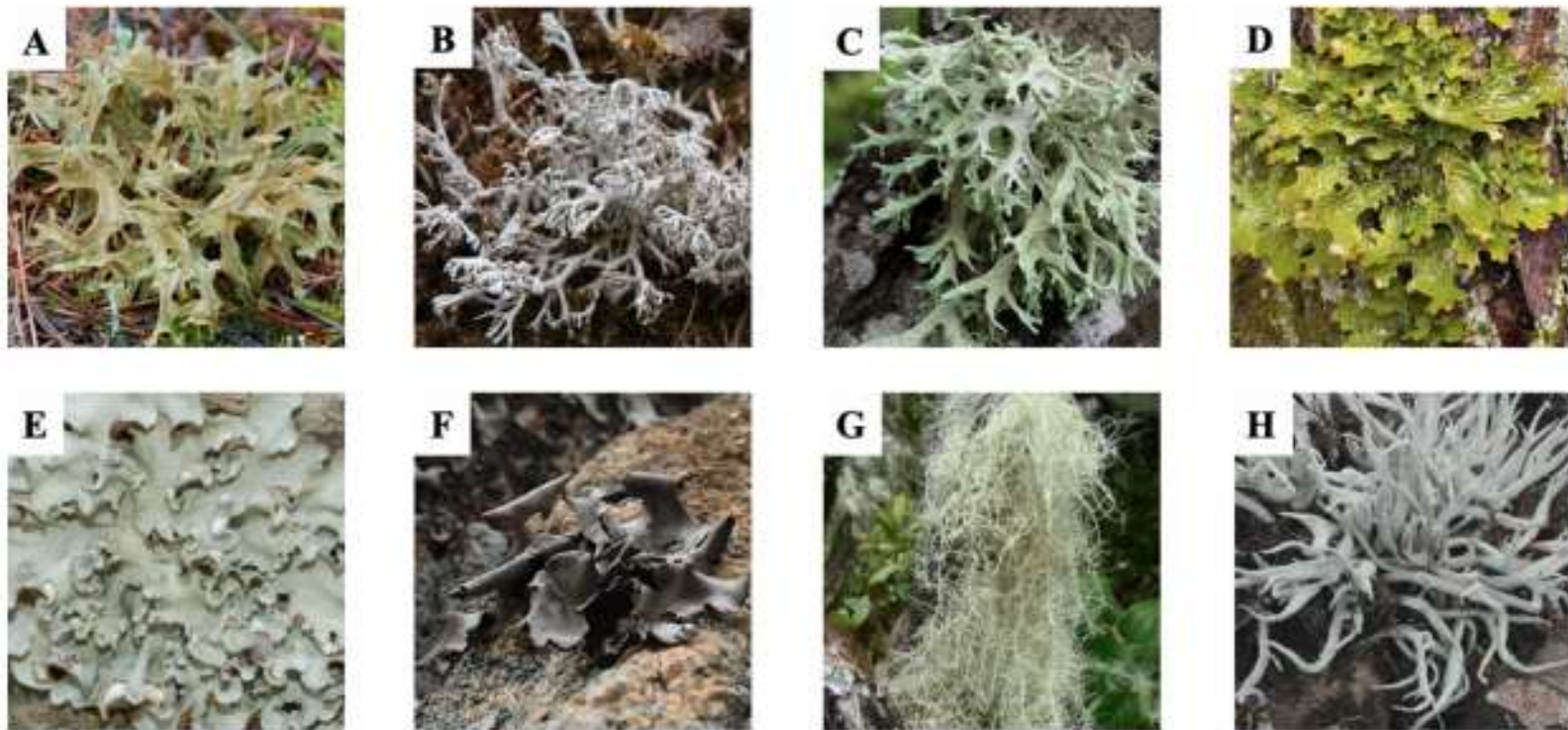


Fig. 1. Pictures of some species of lichen (A: *Cetraria islandica*; B: *Cladonia rangiferina*; C: *Evernia prunastri*; D: *Lobaria pulmonaria*; E: *Parmotrema tinctorum*; F: *Umbilicaria esculenta*; G: *Thamnolia vermicularis*; H: *Usnea longissima*).

SERVIÇOS DO ECOSSISTEMA

Alimento

- **COSMÉTICA** - produzem óleos essenciais usados em perfumes e sabonetes
- **INDÚSTRIA** - corantes para sedas e lãs



LÍQUENES - BIOINDICADORES

Poluição atmosférica – causada por diversas atividades antropogénicas, em particular a indústria e a urbanização.

Poluentes libertados para a atmosfera incluem gases como **dióxido de enxofre (SO₂)**, **dióxido de azoto NO₂**, **monóxido de carbono (CO)**, **metais pesados**, material particulado, etc

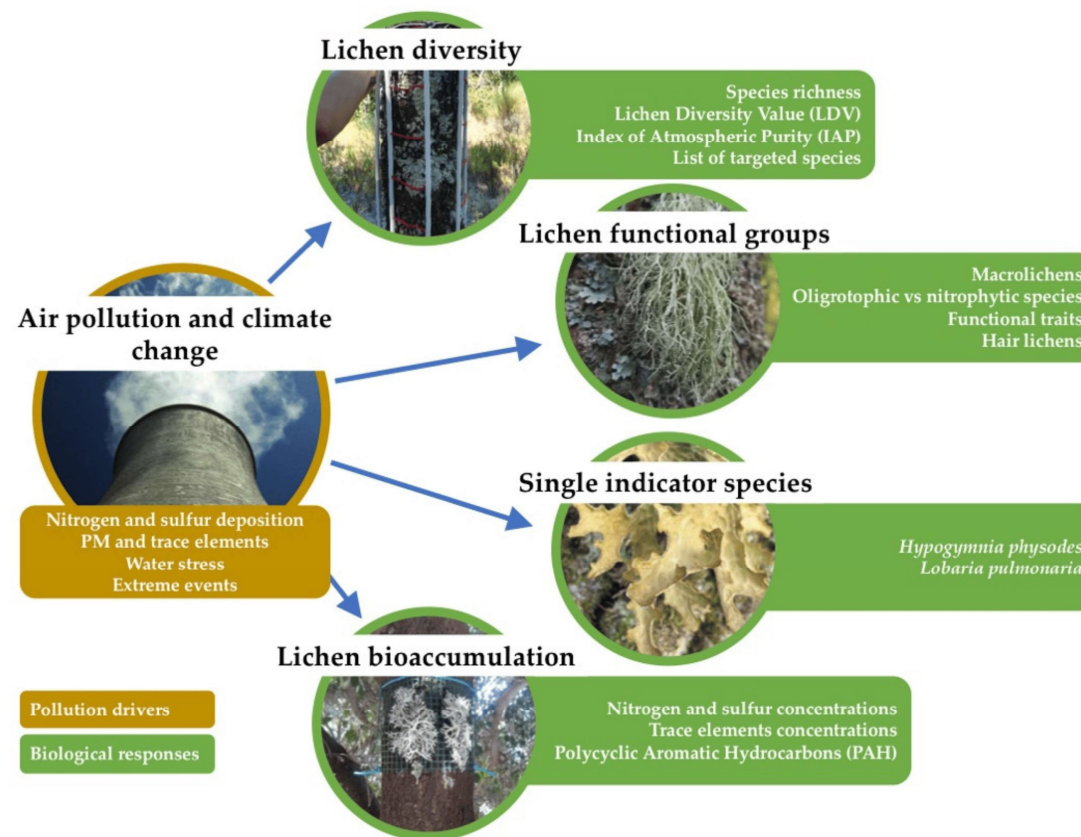
Os líquenes são sensíveis às alterações na qualidade do ar, porque obtêm os nutrientes diretamente da atmosfera, absorvendo água e minerais através dos seus talos

Toxicidade direta: poluentes como dióxido de enxofre e azoto podem danificar diretamente os tecidos dos líquenes, levando ao seu declínio ou morte; interferir com fotossíntese e absorção de nutrientes → danos celulares

Toxicidade indireta: poluentes atmosféricos podem alterar as condições ambientais, como aumentar a acidez (chuva ácida), afetando o substrato, a disponibilidade de água ou a ciclagem de nutrientes

LÍQUENES - BIOINDICADORES

Os líquenes são **indicadores da poluição**: presença/ausência, abundância, diversidade e morfologia e acumulação de poluentes.

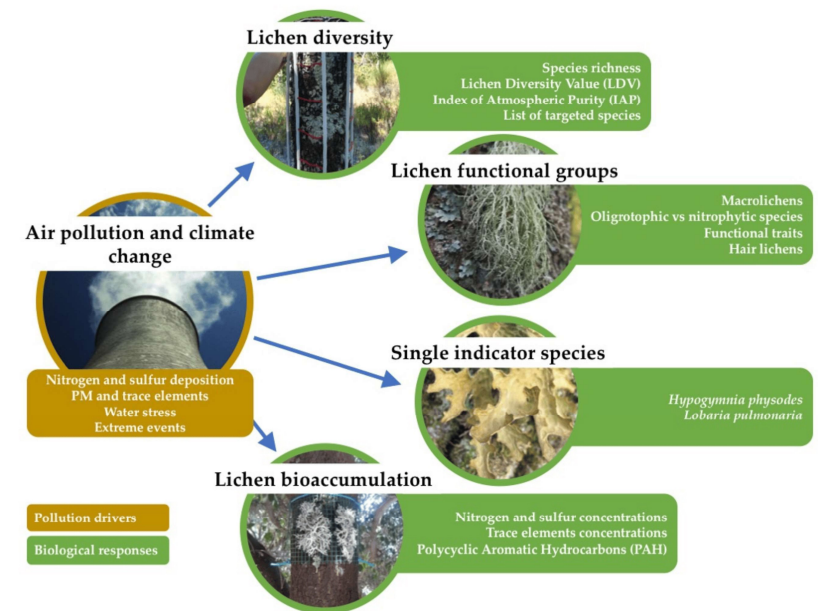


LÍQUENES - BIOINDICADORES

Presença ausência: algumas espécies de líquenes são sensíveis à poluição enquanto que outras são mais tolerantes. Assim, a presença ou ausência de espécies sensíveis pode dar indicação do nível de poluição na área

Diversidade de espécies:

- **elevada diversidade de espécies de líquenes:** ambiente mais saudável e com níveis de poluição mais baixos
- **baixa diversidade ou dominância de espécies tolerantes** - níveis de poluição mais elevados



LÍQUENES - BIOINDICADORES

Bioacumulação: Os líquenes podem acumular os poluentes ao longo do tempo. Ao analisar as concentrações de poluentes nos líquenes podemos estimar o nível de poluição no ambiente circundante

Monitorização a longo prazo: os líquenes têm vida longa e podem persistir em ambientes poluídos por longos períodos; especialmente importante em áreas remotas ou inacessíveis onde outros métodos de monitorização podem ser impraticáveis

Transplante: Os líquenes são expostos a diferentes ambientes para avaliar sua tolerância à poluição. Isso ajuda a identificar espécies sensíveis e **espécies indicadoras** e a compreender os gradientes de poluição

LÍQUENES - BIOINDICADORES

Espécies indicadoras – NO₂

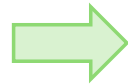
Espécies sensíveis:

- *Usnea* sp
- *Evernia* sp
- *Hypogymnia* sp.



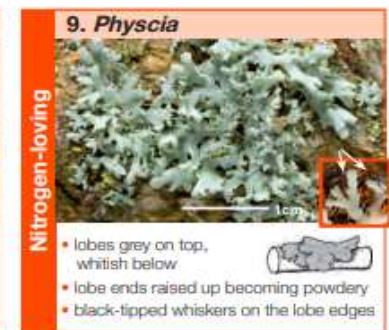
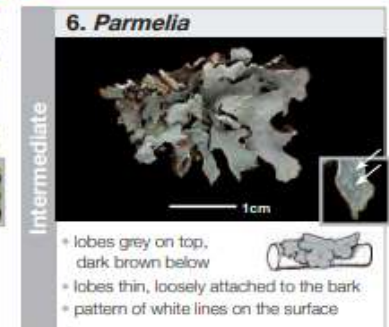
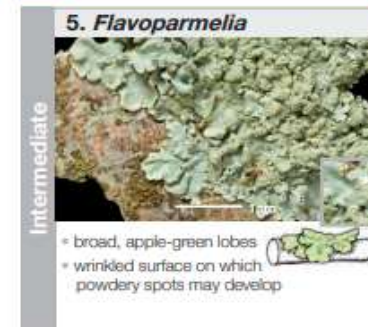
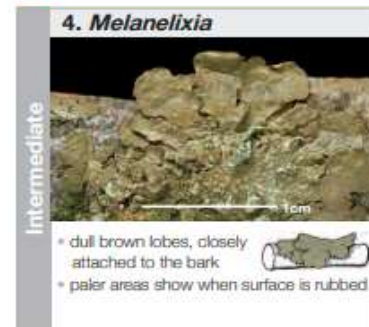
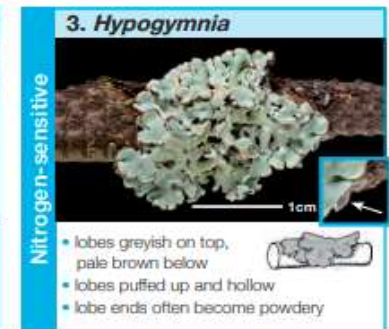
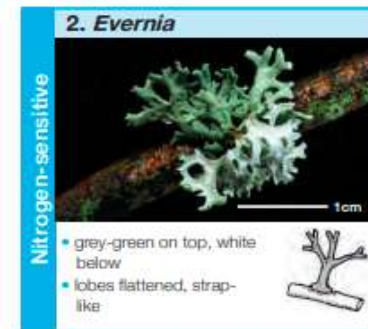
Espécies tolerância intermédia:

- *Flavoparmelia* sp
- *Parmelia* sp
- *Melanelixia* sp.



Espécies tolerantes:

- *Xanthoria* sp
- *Physcia* sp.



ATIVIDADES

A observação da presença/ausência de líquenes em áreas com diferentes condições ambientais (exemplo):

- Árvores num jardim público
- Árvores junto a uma estrada com muito tráfego, ou perto alguma unidade industrial

Material

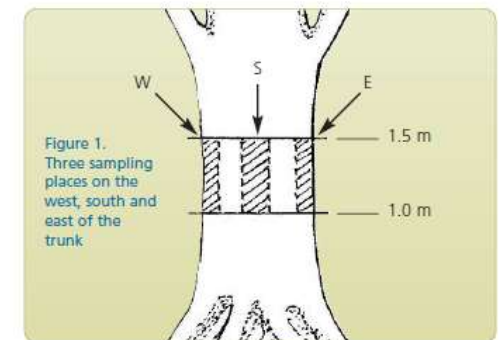
Folha de registro

Fita métrica

Lápis ou caneta

Procedimento

- Identificar 4 árvores da mesma espécie, com dimensão e diâmetro semelhantes - 2 zonas
- Marcar 3 transectos verticais em cada tronco a uma altura de 1,5 m do chão
- Registrar a presença e abundância de líquenes em cada transecto e tronco
- Comparar os resultados obtidos entre as 2 zonas em estudo



ATIVIDADES



COMO USAR ESTE GUIA

Neste guia apresentamos 12 espécies de líquenes que crescem nas árvores, divididas de acordo com a sua sensibilidade à poluição: **sensíveis**, **intermédias** e **tolerantes**. Observe os líquenes com ajuda de uma lupa de mão e identifique com a ajuda do guia. No final siga o esquema ao lado para aferir a qualidade do ar.

sensíveis	intermédias	tolerantes	QUALIDADE DO AR
■	■	■	BOA estão presentes espécies dos 3 grupos.
■	■	■	MODERADA observam-se espécies intermédias e tolerantes.
■	■	■	POBRE só se observam espécies tolerantes.

https://echanges.fc.ul.pt/docs/2015/guia_campo_PT.pdf

ATIVIDADES

SENSÍVEIS

Hypogymnia forma de folha, recortada, inchada e oca, muitas vezes com as pontas pulverulentas. Verde/acinzentado na parte superior.



Pseudocyphellaria forma de folha, com pó amarelo nas pontas. Face superior verde e face inferior creme com pintas amarelas.



Lobaria forma de folha. De cor verde viva quando molhado e verde/acinzentado quando seco. Superfície do talo semelhante à de um pulmão.



Usnea forma de barba ou arbusto. Verde acinzentado ao longo da sua estrutura filamentosa, às vezes pintalgado de vermelho.



INTERMÉDIAS

Evernia forma de arbusto. Verde/acinzentado numa das faces, branco na face oposta.



Flavoparmelia forma de folha. Face superior verde amarelada, enrugada, por vezes com manchas/pústulas pulverulentas.



Parmelia forma de folha. Verde/acinzentado em cima e preto por baixo. Levemente agrado ao substrato e com um padrão de linhas brancas na superfície.



Ramalina forma de arbusto de cor verde/acinzentada. Frequentemente com corpos frutíferos esbranquiçados nas pontas.



TOLERANTES

Candelaria forma de folha pequena, muito recortada. De amarela (sol) a esverdeada (sombra), com as pontas muitas vezes pulverulentas.



Physcia forma de folha estreita cinzenta em cima e mais clara em baixo. Pontas levantadas que terminam em bigodes pretos, às vezes pulverulentas.



Phaeophyscia forma de folha pequena, recortada. Verde com manchas pulverulentas mais claras de forma circular.



Xanthoria forma de folha, laranja (sol), amarela ou esverdeada (sombra). Com corpos frutíferos laranja, semelhantes a cogumelos.



