

Instituto de Botânica – IBt
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente
Programa de capacitação de monitores e educadores

FUNGOS LIQUENIZADOS (LIQUENS)

Doutorando: Adriano Afonso Spielmann
Orientador: Dr. Marcelo Pinto Marcelli
Seção de Micologia e Liquenologia
Supervisão de Estágio: PqC Tania Maria Cerati

São Paulo, outubro de 2006.

http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/estagio_docencia/estagio_docencia.htm

INTRODUÇÃO

Os líquens são **associações simbióticas entre algas e fungos que resultam em um talo** (Ahmadjian 1993, modificado). Este conceito, talvez por curto e simples, acaba não podendo ser aplicado a toda a imensa diversidade de formas, tamanhos e tipos de relação que ocorrem nas cerca de 20 mil espécies de líquens conhecidas. As algas podem pertencer ao Reino *Monera*, no caso das cianobactérias (antigamente chamadas algas azuis), ou ao Reino *Protista*, no caso das algas verdes. Já os fungos (Reino *Fungi*) pertencem, em sua grande maioria, ao Filo *Ascomycota* (98% dos líquens), com poucos representantes no filo *Basidiomycota* (que engloba os cogumelos, por exemplo).

Os componentes da simbiose líquênica recebem seus próprios nomes. As algas verdes e cianobactérias, por realizarem a fotossíntese, são chamadas de **fotobiontes** (*foto* = luz; *bionte* = ser vivo), enquanto os fungos constituem os **micobiontes** (*mico* = fungo). Assim, pode-se dizer também que **líquen é a união de um micobionte com um fotobionte** (Fig. 1).

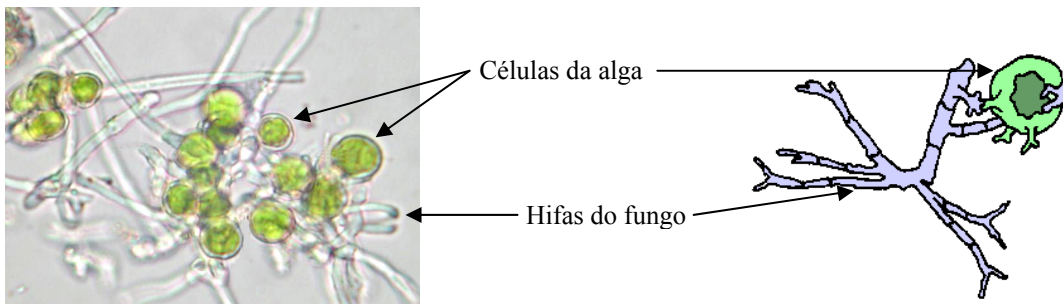


Figura 1. Filamentos do micobionte (*Parmotrema tinctorum*) envolvendo células do fotobionte (*Trebouxia*), visto ao microscópio.

Figura 2. Fungo e alga na visão do mutualismo (Lichen Land 2004).

Ainda é um assunto bastante polêmico se a simbiose líquênica é um tipo de **mutualismo** (em que ambos os componentes se beneficiam da associação) ou um **parasitismo controlado** (em que o fungo usa o fotobionte para produzir alimento). A visão de mutualismo é a mais difundida (Fig. 2). Contudo, geralmente o micobionte e o fotobionte estão bem organizados no talo (Fig. 3), de modo que alguns especialistas sugeriram que o fungo “escraviza” o fotobionte, mantendo-o aprisionado em seu talo (Fig. 4). Experimentos sobre esse tema são difíceis de realizar, de modo que ainda não se tem uma resposta conclusiva sobre o assunto. Mas uma idéia simples para expressar o que é um líquen seria **um fungo que cultiva fotobiontes entre as hifas de seu micélio** (Goward *et al.* 1994, Marcelli 2006).

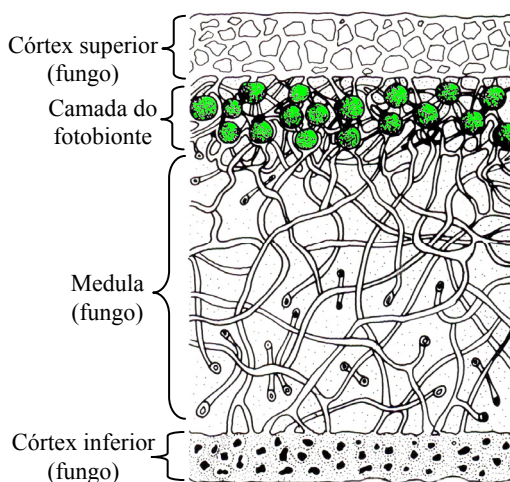


Figura 3. Estrutura geral de um líquen, mostrando a organização em camadas (Redón 1985, mod.).

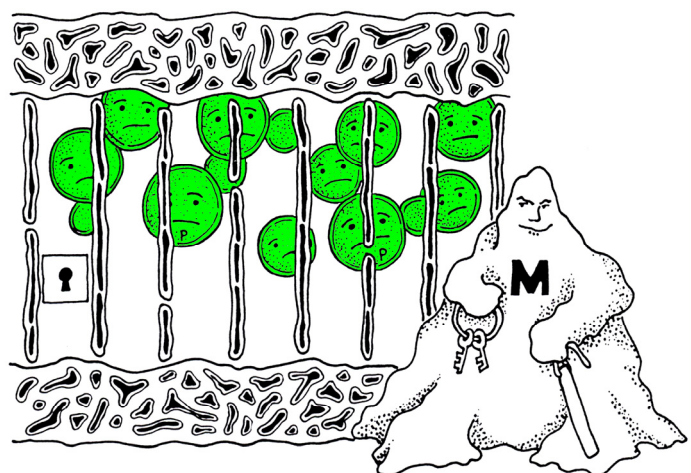


Figura 4. Uma visão da relação de parasitismo controlado entre micobionte e fotobionte (Ahmadjian 1993, mod.).

O talo de um líquen pode ter milhões de fotobiontes vivendo em simbiose com um micobionte e, portanto, pode até ser encarado como uma minicomunidade, onde vivem indivíduos de espécies e até reinos diferentes. O interessante é que o talo líquênico é uma estrutura autônoma, que normalmente

apresenta morfologia e química característicos de determinada espécie, de modo que a identificação dos líquens é feita com base no talo.

Nomenclaturalmente, **o nome do líquen refere-se ao fungo**, sendo, portanto, mais correto falar em **fungos liquenizados** e **algas liquenizadas**. O fotobionte (alga ou cianobactéria) tem seu próprio nome. O termo “líquen” refere-se à estrutura **resultante** de um processo biológico de associação entre espécies.

Os fungos são conhecidos na natureza como decompositores, isto é, eles degradam a matéria orgânica sobre a qual vivem para obter seu alimento. Assim, geralmente a maior parte de um fungo está dentro do substrato, como se pode ver facilmente em um tronco podre, por exemplo. Por outro lado, os fungos liquenizados não precisam decompor a matéria, já que o fotobionte fornece o alimento. Esse fotobionte precisa de luz, de modo que os líquens são encontrados geralmente crescendo **sobre** o substrato, e não dentro dele. Por essa razão é que encontramos líquens nas cascas das árvores, sobre folhas, rochas, telhados, muros e paredes e até sobre vidro. Tudo isto também mostra que **líquens não são parasitas**, uma crença bastante difundida entre os leigos.

O tipo de substrato em que um fungo liquenizado cresce pode ser importante na identificação, já que, muitas vezes, determinadas espécies são bastante seletivas. Como exemplos temos os líquens que crescem:

- sobre o córtex das árvores → **corticólas** ou **corticícolas**;
- sobre rochas → **saxícolas** (*saxon* = rocha);
- sobre o solo → **terrícolas**;
- junto com musgos → **muscícolas**;
- sobre folhas → **foliícolas**.

IMPORTÂNCIA DOS LIQUENS

Juntamente com cianobactérias e musgos, os líquens desempenham um grande papel de **pioneiros** na colonização dos substratos desprovidos de seres vivos, “preparando o terreno” para que outras plantas e animais possam se instalar e formar comunidades bem estabelecidas.

Tradicionalmente os líquens têm sido negligenciados por biólogos e leigos. Em parte isto se deve à falta de conhecimento sobre suas “aplicações práticas”. Alguns povos, como os japoneses, por exemplo, utilizam determinados líquens para alimentação, mas isso raramente ocorre nos demais países. No Uruguai, uma espécie de líquen fruticoso, *Usnea densirostra* Taylor, chamada popularmente de “yerba de la piedra”, tem sido usada medicinalmente (Osorio 1982). Inclusive pôde-se constatar, no interior do Rio Grande do Sul, que um líquen chamado de “erva-da-pedra” (também pertencente ao gênero *Usnea*) era utilizado por uma família para curar pedras nos rins (A.A. Spielmann 2001, observação de campo).

Os líquens têm diversos outros usos, especialmente na indústria de cosméticos (principalmente perfumes), em atividades antibióticas e antitumorais, na datação de determinados substratos (liquenometria) e também recentemente no monitoramento do aquecimento global (van Herk *et al.* 2002).

Contudo, provavelmente, a maior aplicação ocorre no **biomonitoramento da qualidade do ar**. Desde a Revolução Industrial, o declínio de diversas populações liquênicas chamou a atenção de liquenólogos europeus. Sabe-se que diversas espécies são sensíveis a vários poluentes, especialmente dióxido de enxofre (SO₂), e acabam cedendo espaço para espécies mais competitivas, que se tornam dominantes em muitas paisagens urbanas. É o que ocorre, no Brasil, com *Canoparmelia texana* (Fig. 5). Esta espécie está sendo utilizada no mapeamento de metais pesados e de outros elementos químicos (Saiki *et al.* 2007). Em casos de níveis de poluição muito elevados, os líquens desaparecem totalmente, fenômeno conhecido como “deserto liquênico”.

Deve-se notar que, no Brasil, *Cryptothecia rubrocincta* (Fig. 6), uma espécie bastante comum nos ambientes meio sombreados, tem uma fama recente como bioindicadora. Mas não há, até o momento, dados que comprovem essa idéia.



Figura 5. *Canoparmelia texana*, SP, Brasil.



Figura 6. *Cryptothecia rubrocincta*, SP, Brasil.

PRINCIPAIS TIPOS DE TALO NOS LIQUENS

TALO FILAMENTOSO

Este é um dos tipos mais simples de talo, formado por filamentos frouxos e entrelaçados. Um gênero bastante representativo é *Coenogonium* (Fig. 5), geralmente corticícola e comum nos locais mais sombreados. É formado por filamentos da alga verde *Trentepohlia* envoltos por hifas do fungo (Figs. 7-9). Outro gênero que tem espécies filamentosas é *Dictyonema* (Fig. 10). Ao contrário do que muitos pensam as algas não crescem somente em meio aquático (Fig. 11).

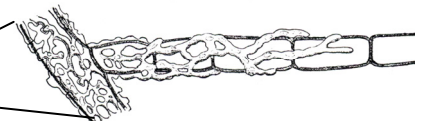


Figura 7 (esquerda). Talo de *Coenogonium*, RS, Brasil. **Figura 8** (centro). Detalhe mostrando os filamentos e apotécios. **Figura 9** (direita). Filamento de *Trebouxia* envolto por hifas do fungo *Coenogonium*, visto ao microscópio (Zahlbruckner 1926).



Figura 10. *Dictyonema sericeum*, visto de baixo, SP, Brasil.



Figura 11. *Trentepohlia* não liquenizada, alaranjada, SP, Brasil.

TALO CROSTOSO

Os líquens de talo crostoso apresentam uma estrutura dorsiventral, isto é, são geralmente bastante achatados (Fig. 12). Em geral, é bastante aderido ao substrato, formando “crostas”, como o próprio nome diz. A razão disso é que os líquens de talo crostoso não apresentam **córtex** inferior, e as hifas da **medula** é que prendem o líquen. Essa diferenciação anatômica precisa ser vista ao microscópio (Fig. 13) e diferencia o talo crostoso do talo folioso. Alguns gêneros de líquens crostosos são mostrados abaixo (Figs. 14-17).



Figura 12. Talo crostoso (*Caloplaca*) com vários apotécios, RS, Brasil.

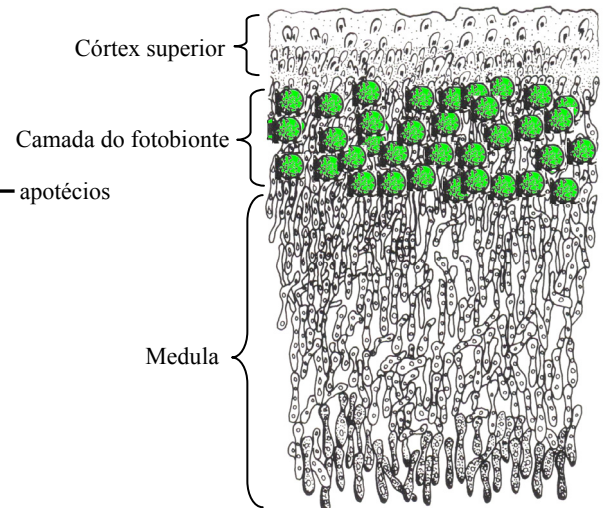


Figura 13. Estrutura geral de um líquen crostoso (Redón 1985, mod.).



Figura 14. *Diploschistes*, crescendo no solo, MG, Brasil.



Figura 15. *Haematomma*, sobre tronco de árvore, SC, Brasil.



Figura 16. *Ochrolechia parella*, Ilha Rei George, Antártica.



Figura 17. *Rhizocarpon geographicum*, espécie bastante utilizada em liquenometria, crescendo sobre rocha, Ilha Rei George, Antártica. .

TALO FOLIOSO

Este tipo de talo também apresenta estrutura dorsiventral, porém diferencia-se do talo crostoso por ser geralmente menos aderido ao substrato e por poder apresentar um córtex inferior. Normalmente o talo é preso por estruturas próprias, como **rizinas** ou **tomento**. Líquens com talo folioso apresentam **lobos** (divisões mais ou menos arredondadas) ou **lacínias** (divisões mais alongadas) bem definidas.



Figura 18. Talo folioso (*Parmotrema tinctorum*), mostrando os lobos bem definidos, SC, Brasil.

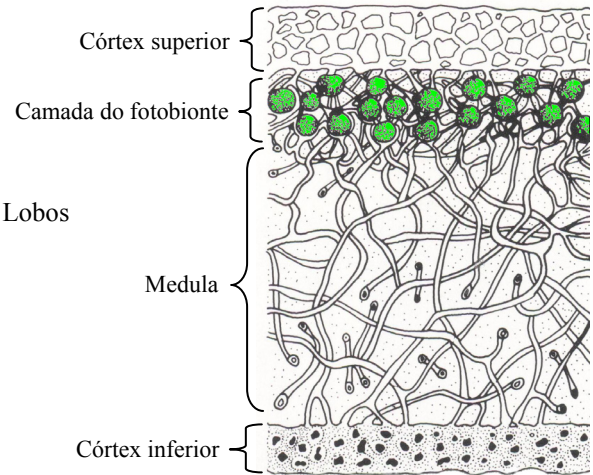


Figura 19. Estrutura geral de um líquen folioso (Redón 1985, mod.).

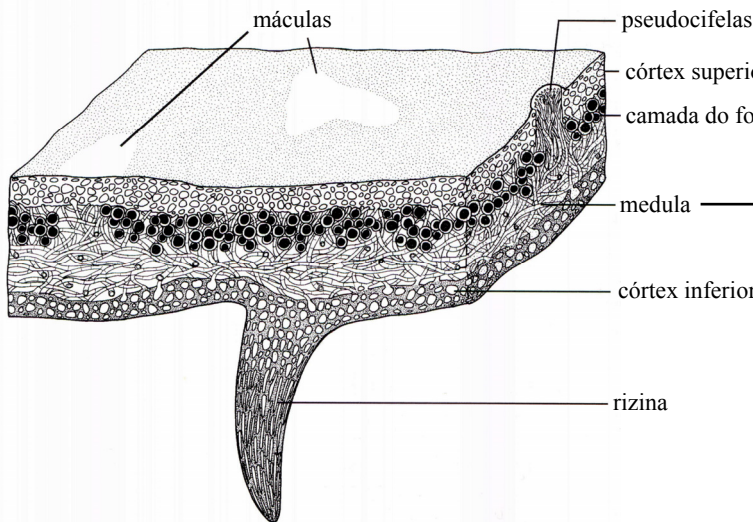


Figura 20. Estrutura geral de um líquen folioso heterômero, mostrando diversas características (Brodo *et al.* 2001).

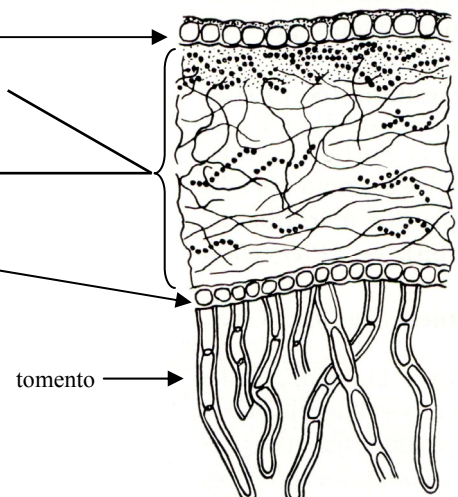


Figura 21. Estrutura geral de um líquen folioso homômero (*Leptogium*) (Zahlbruckner 1926).



Figura 22. *Hypotrachyna* sp., com talo laciniado, MG, Brasil.



Figura 23. *Leptogium* sp., um exemplo de talo homômero, SP, Brasil.

TALO FRUTICOSO

Os líquens de talo fruticoso são formados por ramos, que podem ser simples, divididos, cilíndricos ou achatados. O talo pode ser ereto, pendente ou prostrado e apresenta uma estrutura radial ou isolateral. Além disso, prendem-se ao substrato por um ou poucos pontos.

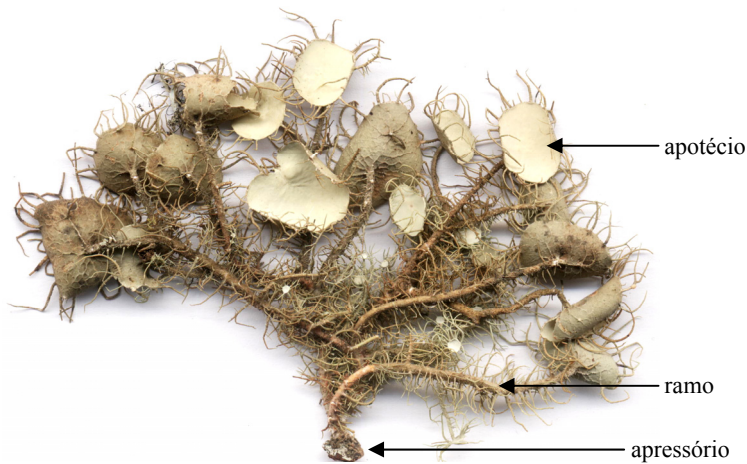


Figura 24. Líquen fruticoso (*Usnea*), mostrando ramos com apotécios e um disco basal, SP, Brasil.

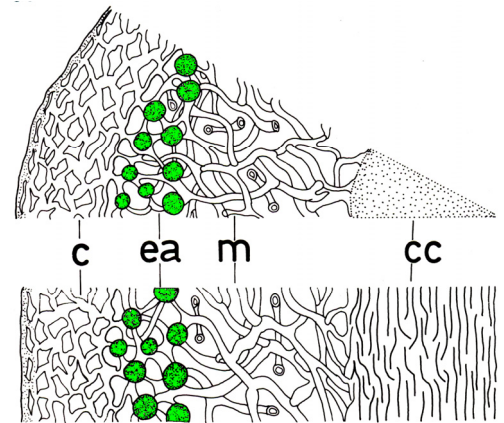


Figura 25. Estrutura geral de um líquen fruticoso (*Usnea*) visto ao microscópio, mostrando c = córtex, ea = extrato com algas, m = medula e cc = cilindro central (Redón 1985, mod.).



Figura 26. Talo fruticoso de *Neuropogon*, Ilha Rei George, Antártica.



Figura 27. Talo fruticoso de *Teloschistes*, RS, Brasil.



Figura 28. Algumas *Usnea* são chamadas "barba-de-velho", RS, Brasil.



Figura 29. *Ramalina*, RS, Brasil (Foto Nadir Hermes).

TALOS ESQUAMULOSO E DIMÓRFICO

O talo esquamuloso, como o próprio nome diz, é formado por pequenas escamas agregadas (Fig. 30). Já o talo dimórfico é a combinação crostoso-fruticoso ou escamoso-fruticoso (Figs. 31-32). A parte fruticosa recebe o nome de talo secundário, pois nasce a partir da parte escamosa (talo primário).



Figura 30. Líquen esquamuloso (*Normandina*), com diversas escamas arredondadas (Lücking *et al.* 2004).

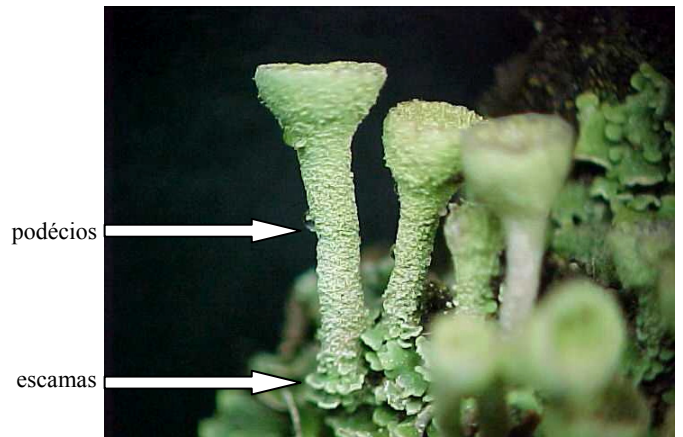


Figura 31. Líquen dimórfico (*Cladonia*), visto sob lupa, RS, Brasil.



Figura 32. Uma pequena “floresta” de *Cladonia borealis*, crescendo junto com *Neuropogon*, Ilha Rei George, Antártica.

REPRODUÇÃO DOS LIQUENS

Os líquens, por não constituírem um ser único e sim uma combinação de diferentes seres, podem se reproduzir de várias maneiras. Uma delas é “em separado” (**reprodução indireta**), isto é, o micobionte e o fotobionte têm sua própria reprodução e posteriormente se liquenizam. No caso do micobionte, a maioria dos fungos que se liqueniza pertence aos *Ascomycota*, e a reprodução pode ocorrer por apotécios (Figs. 33-34) ou peritécios. Veja sobre os *Basidiomycota* liquenizados adiante.

Outro modo de reprodução dos líquens é “em conjunto” (**reprodução direta**), quando micobionte e fotobionte formam órgãos especializados de reprodução, como sorédios e isídios. Os sorédios são aglomerados de células do fotobionte com hifas do micobionte (Figs. 35-36), e não apresentam córtex. Os isídios, por sua vez, são dotados de córtex distinto (Figs. 37-38).

As estruturas de reprodução são importantes na determinação das espécies de líquens.



Figura 33. Apotécios de *Punctelia* vistos sob lupa, RS, Brasil.

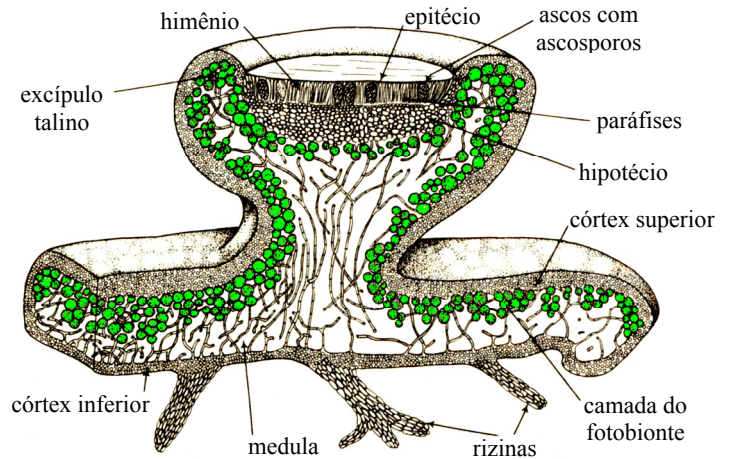


Figura 34. Esquema de um apotécio com suas partes (Thomson 1962, mod.).



Figura 35. Sorédios de *Cryptothecia rubrocineta*, SP, Brasil.

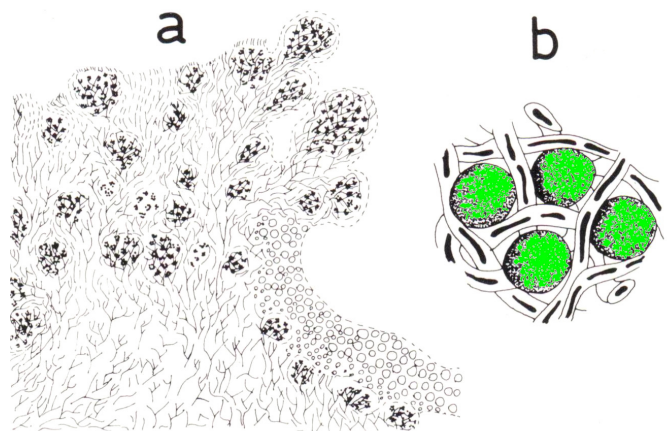


Figura 36. Esquema de sorédios vistos ao microscópio: a = soral, b = células do fotobionte e micobionte agrupadas (Redón 1985, mod.).



Figura 37. Isídios de *Parmotrema tinctorum*, SP, Brasil.

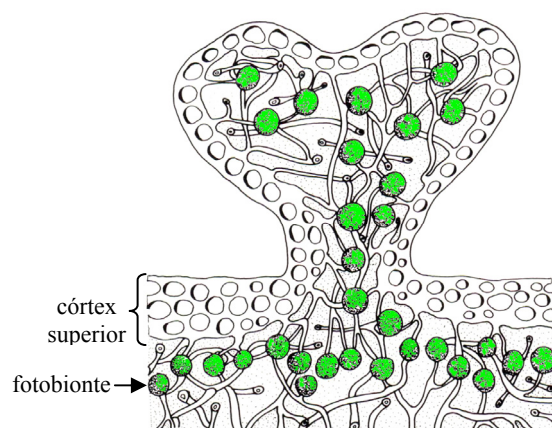


Figura 38. Esquema de um isídio visto ao microscópio (Redón 1985, mod.).

BASIDIOMYCOTA LIQUENIZADOS

Poucos gêneros de fungos do filo *Basidiomycota* se liquenizam. Contudo, algumas espécies são bastante comuns no Brasil e provavelmente várias serão descobertas quando este grupo for melhor estudado.



Figura 39. *Multiclavula*, crescendo sobre o solo. A coloração esverdeada indica a presença do fotobionte, MG, Brasil.



Figura 40. Um cogumelo (ordem *Agaricales*) liquenizado. A seta indica o fotobionte, provavelmente uma cianobactéria, SP, Brasil.



Figura 41. *Dictyonema glabratum*, um basidiolíquen bastante comum em barrancos úmidos, MG, Brasil.

NO MUNDO DOS PEQUENINOS

A nossa noção sobre o tamanho das coisas e dos seres vivos é baseada no nosso próprio tamanho, e mais ainda na distância que muitas vezes mantemos dos seres que nos rodeiam. Apesar de alguns líquens atingirem 5 metros de comprimento, como algumas *Usnea* e *Ramalina*, a grande maioria vive num mundo medido em centímetros e milímetros. E diversos seres compartilham este mundo com os líquens. Abaixo são mostrados alguns dos habitantes desse fantástico micro mundo liquenzado, que vale a pena ser pesquisado.



Figura 42. Um grande observador de líquens, RS, Brasil.



Figura 43. No seu trajeto diário, a saúva passa por muitos líquens. SP, Brasil.



Figura 44. Descansando sobre um líquen antes de voar, MG, Brasil.



Figura 45. O gafanhoto se prepara para o próximo salto, MG, Brasil.



Figura 46. Esta formiga tem vários obstáculos pela frente, MG, Brasil.



Figura 47. *Parmotrema tinctorum* brigando por espaço, SC, Brasil.

ESCLARECIMENTOS E AGRADECIMENTOS

O propósito destas páginas é fornecer algumas noções básicas sobre líquens para estudantes e leigos, por isto, muitos assuntos não puderam ser tratados com todo o detalhe que mereceriam. Esperamos contar com a benevolência dos leitores, quanto a este aspecto, e desde já agradecemos as críticas construtivas que nos enviarem, para que futuras edições desta apostila possam ser melhores.

Nossos sinceros agradecimentos à PqC Tania Maria Cerati, Coordenadora das Atividades do Estágio de Docência do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, e às pessoas e instituições que nos autorizaram a utilizar determinadas ilustrações: ao Sr. Reiner Canales, do Instituto Antártico Chileno (INACH), aos Drs. Irwin Brodo e Richard Martin, do *Canadian Museum of Nature* (Canadá), ao Dr. Robert Lücking, do *Field Museum* (EUA), e ao amigo Dr. Nadir Hermes.

Um agradecimento especial ao Pe. Lauro Palú, C.M., pela oportunidade de estudar e fotografar os líquens do Santuário do Caraça, MG, e pelas sugestões e correções do texto.

Adriano Afonso Spielmann
adrianospielmann@yahoo.com.br

Marcelo Pinto Marcelli
mpmarcelli@msn.com

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMADJIAN, V. 1993. *The Lichen Symbiosis*. John Wiley & Sons, New York. 250 p.
- BRODO, I.M., SHARNOFF, S.D. & SHARNOFF, S. 2001. *Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven & London. 795 pp.
- GOWARD, T., McCUNE, B. & MEIDINGER, D. 1994. The lichens of British Columbia. Illustrated Keys. Part 1 – Foliose and Squamulose Species. Victoria: Ministry of Forests Research Program. 181 p.
- LICHEN LAND 2006. <http://ocid.nacse.org/lichenland/>. Acessado em outubro de 2006.
- LÜCKING, R., SIPMAN, H.J.M. & TENORIO, L.U. 2004. Guia para géneros de líquenes tropicales. Ticolichen – The Costa Rican Lichen Biodiversity Inventory. Field Museum.
- MARCELLI, M.P. 2006. Fungos Liquenizados. In: XAVIER FILHO, L., LEGAZ, M.E., CORDOBA, C.V. & PEREIRA, E.C. (Eds.). *Biologia de líquens*. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda, p. 23-74.
- OSORIO, H.S. 1982. Contribution to the lichen flora of Uruguai XVII. The scientific name of the “Yerba de la Piedra”. *Phytologia* **52** (4): 217-220.
- PURVIS, O.W., COPPINS, B.J., HAWKSWORTH, D.L., JAMES, P.W. & MOORE, D.M. (Eds.) 1992. *The Lichen Flora of Great Britain and Ireland*. London: Natural History Museum. 710 p.
- REDÓN, J. 1985. *Líquenes Antárticos*. Santiago de Chile: INACH (Instituto Antártico Chileno). 123 p, 21 lám.
- SAIKI, M., FUGA, A., ALVES, E.R., VASCONCELLOS, M.B.A. & MARCELLI, M.P. 2007. Biomonitoring of the atmospheric pollution using lichens in the metropolitan area of São Paulo city, Brazil. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **127** (1): 213-219.

THOMSON, J.W. 1962. Lichens. Londres: *Encyclopaedia Britannica*.

VAN HERK, C.M., APTROOT, A. & VAN DOBBEN, H.F. 2002. Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. *The Lichenologist* **34(2)**: 141-154.

ZAHLBRUCKNER, A. 1926. Lichenes (Flechten). Spezieller Teil, p. 61-270. In: Engler, A. & Prantl, K. (eds.). *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. 2. ed., Vol. 8. Leipzig.



Instituto de Botânica

