



Estudo taxonômico e anatômico em espécies de *Canoparmelia* s.l. (*Parmeliaceae*, *Ascomycota* liquenizados)

CAMILA APARECIDA ZANETTI

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), AC: Morfologia e Diversidade de Plantas.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DE BOTUCATU

**Estudo taxonômico e anatômico em espécies de *Canoparmelia*
s.l. (*Parmeliaceae*, *Ascomycota* liquenizados)**

CAMILA APARECIDA ZANETTI

**MARCELO PINTO MARCELLI
ORIENTADOR**

**PATRÍCIA JUNGBLUTH
CO-ORIENTADORA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), AC: Morfologia e Diversidade de Plantas.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA
INFORM.
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – CAMPUS DE BOTUCATU –
UNESP BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE – CRB 8/5651

Zanetti, Camila Aparecida.

Estudo taxonômico e anatômico em espécies de Canoparmelia s.l.
(Parmeliaceae, Ascomycota liquenizados) / Camila Aparecida Zanetti. -
Botucatu,
2014

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Botucatu

Orientador: Marcelo Pinto

Marcelli Coorientador: Patrícia

Jungbluth

Capes: 20304013

1. Fungos - Morfologia. 2. Liquens - Morfologia. 3. Taxonomia vegetal.
4. Anatomia comparada.

Palavras-chave: Anatomia comparada; Fungos liquenizados; Liquens;
Taxonomia; Título.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP nº processo 2012/16150-9) pela bolsa de mestrado concedida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida nos últimos meses do mestrado.

Ao Programa de Pós-graduação em Botânica, por disponibilizar infraestrutura, equipamentos e materiais de consumo para a realização do projeto.

Ao Instituto Florestal de São Paulo, pela concessão de autorização de coletas nas áreas: Estação Ecológica de Itirapina (Itirapina – SP), Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio – SP), Parque Estadual do Morro do Diabo (Teodoro Sampaio - SP) e Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Picinguaba (Ubatuba – SP).

Aos curadores e funcionários dos herbários, pelo material emprestado para estudo, principalmente a Silvia Rodrigues Machado (BOTU), Adriana de Mello Gugliotta (SP), Ulf Arup (LD), Roland Skytén e Leena Myllys (H), Anders Tehler e Arle Anderberg (S) e Dr. Anton Igersheim (W).

Ao meu orientador Dr. Marcelo Marcelli, que aceitou me orientar no momento mais difícil do mestrado e por acreditar em mim. Obrigada, de coração, por tudo que me ensinou.

À minha co-orientadora Dra Patrícia Jungbluth, que além de minha mãe liquenológica, se tornou uma grande amiga. Muito obrigada por tudo, nunca vou esquecer o que você fez por mim!

Aos professores do Departamento de Botânica, Dra. Carmen Boaro, Dra. Carmen Marcati, Dra. Elza Guimarães, Dra. Gisela Ferreira, Dra. Giuseppina Lima (Fina), Dr. João Domingos (Mingo), Dra. Elizabeth Ono (Beth), Dr. Luiz Fernando, Dra. Sílvia Machado e Dra. Tatiane Rodrigues por contribuírem com a minha formação nestes dois anos.

Agradeço à Prof. Tatiane também pela autorização para o uso do Laboratório de Morfologia Vegetal.

Aos funcionários do Departamento de Botânica: Maria Helena, José Eduardo (Zé Dú), Kléber, Inara, Nice e Hilde, pela amizade. Ao Kléber, agradeço pela ajuda com a anatomia e à Inara, agradeço pela paciência, pela ajuda com os protocolos e pelas dicas para melhorar meu trabalho.

À todos meus colegas da pós graduação, em especial à Yve, Clívia, Ju Iassia e Thunder, pela ajuda com a dissertação e pela amizade. ii

Ao Prof. Adriano Spielmann, por sempre atender prontamente aos meus pedidos de bibliografias desde a época da graduação. Ao Dr. Michel Benatti, por informações de material-tipo.

À Valéria, que foi a responsável pelo meu amor pela Botânica. Muito obrigada por sua amizade e pela torcida.

Ao meu pai Mário, que mesmo estando longe, me ajudou como podia para que eu pudesse concluir esta etapa.

Ao meu noivo Lucas, agradeço por tudo! Não tenho como descrever tudo o que você fez por mim, especialmente nestes dois anos. Eu te amo.

Ao meu irmão Victor, à minha mãe Alessandra e ao meu pai de coração Kido, que são meu porto seguro. Sei que vocês fizeram o possível e o impossível para que eu estivesse aqui. Obrigada por acreditarem em mim e não me deixarem desanimar, mesmo diante de todos os problemas ocorridos.

Camila

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
Fungos Liqueenizados: Aspectos Gerais	3
Sistemática e taxonomia	4
Aspectos morfológicos, anatômicos e químicos	5
1. Morfologia	5
2. Anatomia dos talos foliosos	7
3. Quimiotaxonomia	10
A família <i>Parmeliaceae</i>	11
O gênero <i>Canoparmelia</i> s.l.	12
CAPÍTULO 1 - <u>Estudo taxonômico em seis espécies de <i>Canoparmelia</i> s.l. (<i>Parmeliaceae</i>, <i>Ascomycota</i> liquenizados)</u> comuns no sudeste brasileiro	15
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
CONCLUSÕES	42
AGRADECIMENTOS	44
LITERATURA CITADA	44
CAPÍTULO 2 - Anatomia comparada em espécies de <i>Canoparmelia</i> e <i>Crespoa</i> (<i>Parmeliaceae</i> , fungos liquenizados)	49
INTRODUÇÃO	50
MATERIAL E MÉTODOS	51
RESULTADOS	54
DISCUSSÃO	64
CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

ZANETTI, C.A. Estudo taxonômico e anatômico em espécies de *Canoparmelia* s.l. (*Parmeliaceae*, *Ascomycota* liquenizados). 2014. 95p. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

RESUMO - *Canoparmelia* s.l. (*Canoparmelia* e *Crespoa*) é representativa nas áreas abertas nos cerrados e sua capacidade de tolerar ambientes secos e ensolarados contribui para que várias espécies se instalem em áreas urbanizadas. Os objetivos deste trabalho foram realizar a descrição morfológica minuciosa de seis espécies de *Canoparmelia* s.l., incluindo o estudo de espécimes-tipo, a verificação da variabilidade química dos grupos de táxons estudados e um estudo anatômico comparado do talo, procurando características que sirvam como subsídio para os estudos taxonômicos neste grupo. As espécies estudadas foram *Canoparmelia caroliniana*, *C. cryptochlorophaea*, *C. texana*, *Crespoa carneopruinata*, *C. crozalsiana* e *C. scrobicularis*. Para os estudos anatômicos, foram utilizadas amostras de material fresco, fixado em FAA 50 e infiltradas em resina metacrilato, seccionadas em micrótomo rotativo, coradas com azul de toluidina e as lâminas montadas em resina sintética Entellan®. Para as descrições das lâminas seguiu-se o protocolo de descrição anatômica desenvolvido pelo Grupo de Estudos Liquenológicos (GEL). Os espécimes foram descritos baseados no protocolo de descrição morfológica também desenvolvido pelo GEL e, para as análises químicas, foram feitos testes de spot, teste de fluorescência aos raios UV e cromatografia em camada delgada. Os espécimes-tipo referentes aos táxons escolhidos para este estudo foram solicitados aos herbários LD, H, S, W e SP. Os estudos anatômicos se mostraram eficientes frente aos objetivos propostos e, por meio das secções transversais das espécies estudadas, foram encontradas diferenças significativas nos córtices e na camada de algas que sustentam a distinção entre *Canoparmelia* e *Crespoa*. Algumas estruturas necessitarão de estudos adicionais, como é o caso das pseudocifelas encontradas em *Crespoa scrobicularis* e dos hápteros visualizados em *Canoparmelia cryptochlorophaea*. A cromatografia revelou que três espécimes de *C. texana* possuem um perfil químico diferente do tipo e provavelmente pertencem a um novo táxon. Este trabalho mostrou que a anatomia tem grande importância na compreensão do desenvolvimento de diferentes estruturas talinas e grande potencial para a taxonomia, apesar de ser um campo ainda pouco explorado na Liquenologia.

Palavras-chave: Líquens, fungos liquenizados, anatomia comparada, taxonomia, cerrado

ZANETTI, C.A. Taxonomic and anatomical study of *Canoparmelia* s.l. species (*Parmeliaceae*, lichenized *Ascomycota*). 2014. 95p. DISSERTATION (MASTER'S DEGREE) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

ABSTRACT - *Canoparmelia* s.l. (*Canoparmelia* and *Crespoa*) is representative in open areas in cerrados and its ability to tolerate dry sunny environments contributes to the settlement of several species in urbanized areas. This work intended to describe the morphology of six species of *Canoparmelia* s.l., including the study of type specimens, the verification of chemical variability and a comparative study of thallus anatomy, looking for characteristics that can be used to support taxonomic studies in this group. The selected species were *Canoparmelia caroliniana*, *C. cryptochlorophaea*, *C. texana*, *Crespoa carneopruinata*, *C. crozalsiana* and *C. scrobicularis*. To perform the anatomical studies, samples of the material were fixed in FAA 50 and included in resin methacrylate, cut in rotary microtome, stained with toluidine blue and mounted on microscope slides with synthetic resin Entellan®. The protocol of anatomic description developed by the Lichenological Group of Studies (GEL) was used to describe the microscope slides. The protocol of morphological description also developed by the GEL was used to describe the specimens. Spot tests, UV fluorescence tests and thin layer chromatography were conducted to perform the chemical analysis. The type specimens were requested to LD, H, S, W and SP herbaria. The anatomical studies were efficient to reach the proposed objectives and revealed significant differences in the cortex and algal layer in the transversal sectioning of the studied species; these differences support the distinction between *Canoparmelia* and *Crespoa*. Some structures, such as the pseudocyphellae found in *Crespoa scrobicularis* and the haptera observed in *Canoparmelia cryptochlorophaea* require further studies. Chromatography showed that three specimens of *C. texana* have a chemical profile that differs from the type and probably belong to a new taxon. This work has shown that anatomy has an important role to the understanding of the development of different thallus structures and a high taxonomic potential, yet it is a little explored field in Lichenology.

Keywords: Lichens, lichenized fungi, compared anatomy, taxonomy, cerrado

INTRODUÇÃO

Os líquens produzem estruturas vegetativas e reprodutivas de importância taxonômica que são fundamentais para identificação de gêneros e espécies (Hale 1983) e, assim como a morfologia externa, vários aspectos anatômicos mostram grande necessidade de detalhamento na descrição de estruturas para que as mesmas sejam avaliadas, analisadas e comparadas (Marcelli 2012).

A partir de estudos de gêneros distintos de *Parmeliaceae*, Barbosa & Marcelli (2009a, b; 2010a, b) mostraram o potencial de aplicação taxonômica dos caracteres anatômicos nesta família e, fazendo uso de secções transversais analisadas em microscópio de luz, detectou diferenças no córtex superior e no padrão de organização das hifas nos diferentes estratos do talo dessas espécies.

A família *Parmeliaceae* compõe um dos maiores e mais dispersos grupos de ascomicetes liquenizados foliosos do mundo, ocorrendo em quase todos os biomas ao redor do globo (Marcelli 1998a, Benatti 2005), o que fez com que os liquenólogos brasileiros concentrassem a maioria de seus estudos nesta família (Marcelli 1998b). No entanto, o conceito de *Parmeliaceae* ainda é discutido, principalmente pela falta de informação anatômica (Feuerer 1998, Jungbluth 2006).

Canoparmelia é representativo em áreas abertas nos cerrados e, sua capacidade de tolerar ambientes secos e ensolarados contribui para que várias espécies do gênero se instalem em áreas urbanizadas (Jungbluth 2006). Sua dispersão é predominantemente tropical e subtropical, em florestas temperadas e florestas tropicais (Nash & Elix 2002).

Das mais de 45 espécies de *Canoparmelia* conhecidas no mundo (Nash & Elix 2002), cerca de 20 ocorrem no Brasil, sendo que seis delas foram descritas nos últimos cinco anos (Marcelli & Ribeiro 2002, Spielmann 2006, Benatti *et al.* 2008, Canêz *et al.* 2009, Marcelli *et al.* 2011), o que mostra a diversidade deste gênero em nossos biomas, principalmente os de fisionomia mais aberta.

Quando o gênero *Canoparmelia* foi descrito, as características consideradas eram as morfológicas e químicas (Elix & Hale 1986). No entanto, a partir dos trabalhos de Crespo *et al.* (2010), *Canoparmelia* s.l. foi segregado em dois gêneros: *Canoparmelia* s.s. e *Crespoa*, sendo consideradas apenas características moleculares e biogeográficas.

Por este motivo, um dos objetivos deste trabalho é realizar o estudo comparado dos talos de *Canoparmelia* e *Crespoa*, procurando características anatômicas que sustentem a distinção entre estes dois gêneros e, além disso, realizar a descrição morfológica minuciosa das seis espécies estudadas, incluindo o estudo de espécimes-tipo e descrevendo a variedade química dos grupos de táxons estudados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Fungos Liquenizados: Aspectos Gerais

Fungos liquenizados são aqueles que obrigatoriamente se associam a fotobiontes, formando estruturas conhecidas pela Botânica como líquens (Marcelli 1998a). Eles não constituem uma unidade taxonômica, mas sim um grupo biológico com estrutura formada por um fotobionte (alga ou cianobactéria) e um micobionte (fungo) (Nash III 2008).

Segundo Marcelli (2006), “a melhor e mais simples ideia que se pode apresentar para um líquen é simplesmente a de um fungo que cultiva fotobiontes entre as hifas de seu micélio”. Mais de 95% do volume do líquen é constituído pelo fungo, que abriga os fotobiontes entre suas hifas (Hale 1973a). Estes fotobiontes sintetizam açúcares que são aproveitados pelo micobionte (Hale 1961, Marcelli 2006).

Cerca de 20% das espécies de fungos conhecidas são encontradas na natureza em associação com algas e cianobactérias (Marcelli 2006). Por tratar-se de fungos que dependem da fotossíntese realizada pelo fotobionte da associação, os líquens apresentam uma ecologia totalmente vegetal, dependendo de luz, água e gás carbônico, atuando no ecossistema como produtores e não como decompositores, como os demais fungos (Marcelli 1998a).

De acordo com o Código Internacional de Nomenclatura de Algas, Fungos e Plantas, o nome dado ao líquen é referente ao seu micobionte. Cerca de 98% dos fungos liquenizados pertencem ao grupo dos ascomicetos, sendo que 45% dos ascomicetos são liquenizados (Marcelli 1996, Nash III 2008). Há também poucas espécies de basidiomicetos liquenizados (Marcelli 2006).

Vários livros didáticos tratam os líquens como um exemplo de simbiose mutualista, mas, na verdade, os especialistas concordam que a associação varia de parasitismo ao mutualismo estrito, dependendo do grupo taxonômico (Ahmadjian 1993, Marcelli 2006). O micobionte parece obter mais benefícios da associação, enquanto o fotobionte cresce e se reproduz relativamente menos quando liquenizado do que quando em vida livre (Ahmadjian 1993).

Acredita-se que os ascomicetos sejam os fungos melhor equipados para o processo de liquenização, já que espécies liquenizadas estão presentes em quase a metade de suas ordens, sendo que há cinco grandes ordens onde todas as espécies são encontradas na natureza exclusivamente formando líquens. Isso faz com que a mais importante estratégia nutricional dos ascomicetos seja a liquenização (Marcelli 2006).

A maioria dos líquens é terrestre e nesse ambiente apenas as bactérias tem maior dispersão. Eles podem ser encontrados em quase todos os substratos, climas, altitudes e latitudes, estando ausente somente em locais constantemente úmidos e sombreados ou regiões com o ar poluído (Marcelli 2006).

Sistemática e taxonomia

No século 18, em sua obra *Species Plantarum*, Lineu distribuiu os líquens entre algas e briófitas. Por viverem expostos a luz e alguns possuírem coloração em tonalidades de verde, foram por muito tempo considerados vegetais. Os autores que consideravam os líquens como fungos, colocavam-nos em um grupo taxonômico especialmente criado para eles (Hale 1984, Marcelli 2006).

Já no século 19, Nylander publicou seu próprio sistema de classificação, rejeitando o uso de esporos para classificação de gêneros e usando estrutura interna do talo e o tipo de “gonidia” que se acreditava serem estruturas de reprodução e que mais tarde, descobriu-se serem as algas (Hale 1984).

Naquele mesmo século, Edvard August Vainio (Pai da Liquenologia Brasileira) defendeu a ideia de que não havia motivos para considerar os líquens separados dos outros fungos nos sistemas de classificação, pois a única diferença visível era a presença de fotobiontes. As ideias de Vainio não tiveram muita aceitação na época. Apesar de seus conceitos genéricos serem amplos e artificiais, eram mais apropriados que os demais sistemas propostos na época (Marcelli 1998b).

Durante a primeira metade do século 20, período de entre a Grande Depressão e o pós Segunda Guerra, Zahlbruckner compilou, em 10 volumes, todas as espécies de fungos liquenizados, baseado nas ideias de Nylander. O único problema era que Nylander não acreditava na teoria da evolução e, por isso, considerava os líquens um grupo independente, em um sistema de classificação totalmente artificial (Hale 1984, Marcelli 2006)

O *Catalogus Lichenus Universalis* foi uma grande obra de compilação e serviu como base para as pesquisas, e os liquenólogos, apesar de descontentes, seguiram essa linha que também foi adotada nos livros e meios universitários (Hale 1984, Marcelli 2006).

Foi em 1950 que o Código Internacional de Nomenclatura Botânica (CINB), que regia a taxonomia dos fungos, declarou que “o nome dado ao líquen deve ser entendido como aquele aplicado ao fungo”. Em 1981, o CINB eliminou oficialmente o grupo taxonômico *Lichenes* (Marcelli 2006).

Quando se trata de uma abordagem taxonômica (quando o fungo é o foco principal) é correto que se use o termo fungo liquenizado. O termo líquen deve ser usado quando se refere à associação como um todo, ou seja, envolvendo o fungo e a alga (Marcelli 2006).

Aspectos morfológicos, anatômicos e químicos

1. Morfologia

Existem várias morfologias básicas (tipos) para a apresentação e constituição dos talos dos líquens.

Os líquens aqui estudados são do tipo folioso e, conseqüentemente, apresentam córtex inferior e superior distintos. São normalmente aderidos ao substrato por rizinas ou hápteros (Marcelli 2006). O talo normalmente se apresenta dividido em ramos de vários tipos. São chamados lobados quando possuem recortes arredondados (Hale 1979), ou laciniados, quando as ramificações possuem formato de fita (Marcelli 2006).

Na família *Parmeliaceae*, os talos são na maioria foliosos e podem variar quanto a sua forma, dimensão e contato com o substrato, mas sua estrutura anatômica apresenta certa unidade (Ozenda 1963).

Os líquens produzem estruturas vegetativas e reprodutivas de importância taxonômica que são fundamentais para identificação de gêneros e espécies (Hale 1983). Entre essas estruturas estão os lobos, lacínios, cílios, rizinas, pseudocifelas (Hale 1983, Barbosa 2004, Jungbluth 2006).

Os lobos são projeções vegetativas arredondadas nas margens do talo (Hale 1961, 1979). Quando apresentam forma de fita, são comumente chamadas de lacínios (Barbosa 2004, Jungbluth 2006).

Cílios são projeções talinas formadas por hifas aglutinadas. Podem ter base bulbada e esta característica é importante na separação de gêneros, sendo mais comuns em talos foliosos (Hale 1961, 1979).

As rizinas são feixes de hifas aglutinadas paralelas com função de fixação, localizadas no córtex inferior (Hale 1961, 1979). Sua presença, cor, tamanho, padrão de ramificação devem ser analisadas (Marcelli 2006).

Os hápteros são estruturas de fixação que funcionam como “botões de pressão”. São formados por rizinas densamente agregadas ou pelo conjunto de hifas rizoidais, crescendo em alguns locais no córtex ou em regiões bem delimitadas (Marcelli 2006).

Alguns gêneros possuem estruturas chamadas pseudocifelas, que são falhas na continuidade do córtex causando exposição na medula (Barbosa 2004).

Os líquens apresentam dois tipos de reprodução, a direta e a indireta.

Na direta, os dois organismos da associação estão envolvidos e são dispersos conjuntamente. Ela pode ocorrer por fragmentação de alguma parte do talo ou por estruturas de reprodução especializadas (por exemplo, os isídios e os sorédios), que variam em sua forma e tamanho, sendo estruturas de grande importância para a separação de espécies (Marcelli 2006).

Os isídios são pequenas projeções que possuem a mesma organização anatômica do talo (córtex, camada de alga e medula) (Hale 1961).

Os sorédios não são corticados e não apresentam formação de tecidos. São formados por hifas envolvendo células do fotobionte, e têm formato de uma pequena massa granular. Podem ser produzidos em todo o talo, restritos a algumas regiões ou em áreas bem delimitadas chamadas sorais (Marcelli 2006).

Na reprodução indireta, o fungo produz esporos que precisarão ser dispersos pelo ambiente para encontrar o fotobionte ideal e as condições ambientais adequadas para que haja a liquenização. Eles produzem dois tipos de esporos: conídios (produzidos nos conidióforos dentro dos picnídios) e os ascósporos (produzidos em células chamadas de ascos, que em *Parmeliaceae* estão localizadas no tecido himenial dos apotécios) (Hale 1961, Hale 1983).

2. Anatomia dos talos foliosos

Anatomicamente, os talos liquênicos foliosos podem ser separados em dois tipos distintos: os talos homômeros, que são aqueles que não apresentam diferenciação nas suas camadas internas e os heterômeros, que possuem pelos menos dois estratos internos distintos, a medula e a camada de algas (Hale 1961, Marcelli 2006).

A estrutura dos líquens foliosos heterômeros normalmente possui córtex superior, camada de algas, medula e córtex inferior, que pode estar ausente em alguns gêneros (Hale 1979).

O córtex pode ser formado por uma ou várias camadas de células, com diferentes espessuras da parede e padrões de orientação celular distintos, variando de acordo com gêneros e espécies. A anatomia do córtex inferior pode diferir do córtex superior em uma mesma espécie (Barbosa 2009).

A camada de algas, na maioria dos casos, está localizada logo abaixo do córtex superior, onde as células das algas unicelulares são frouxamente entrelaçadas por hifas (Hale 1961, Marcelli 2006). Quando a camada de algas não estiver arranjada num estrato contínuo, mas sim em locais destinados especialmente para elas, irá conferir ao talo um padrão de manchas (máculas) cuja morfologia é de grande importância taxonômica (Barbosa & Marcelli 2010a).

A medula é composta por hifas mais compactamente entrelaçadas (Hale 1961, 1979), localizada logo abaixo da camada de algas. É o local de armazenamento de água e reservas, além de outras substâncias produzidas pelo líquen e constitui a maior parte do talo liquênico (Marcelli 2006).

Os tecidos no talo liquênico são plectênquimas (ou falso parênquima) compostos de hifas que se orientam em várias direções e em diferentes níveis de compactação (Hale 1961, 1983, Barbosa 2004, Barbosa & Marcelli 2009).

A terminologia aplicada aos tipos e subtipos de plectênquima não é padronizada e varia de autor para autor. Por este motivo, Barbosa & Marcelli (2009), publicaram um trabalho sobre os conceitos e tipos de plectênquima, para que as divergências entre as definições dos autores deixassem de interferir na descrição técnica das diferentes camadas anatômicas existentes nos líquens.

Embora muitos tipos de plectênquima ocorram nos fungos liquenizados, em *Parmeliaceae* é importante distinguir especificamente o plectênquima paliçádico (Hale

1976), com arranjo anticlinal de hifas, que constitui o córtex superior e cuja estrutura é importante na diferenciação de gêneros e espécies (Barbosa & Marcelli 2009, 2010a/b, Barbosa *et al.* 2009a/b, 2010).

Utilizando microscopia eletrônica de varredura (MEV), Hale (1973b) encontrou dois tipos gerais de córtex superior, um com hifas expostas e outro com hifas cobertas por uma fina camada amorfa de polissacarídeos, denominada de epicórtex.

Embora considerada uma característica homoplásica, os gêneros em *Parmeliaceae* são divididos em dois grandes grupos em relação às características do epicórtex. Um grupo de gêneros apresenta epicórtex porado, ou seja, é dotado de pequenos poros responsáveis pela aeração do talo. Segundo Hale (1981), o epicórtex poderia ser visualizado apenas em MEV, no entanto, com o protocolo desenvolvido por Barbosa (Barbosa *et al.* 2009b) foi possível sua visualização em microscopia de luz.

No outro grupo de gêneros, o epicórtex não possui poros, mas a aeração pode ser obtida por falhas na continuidade do próprio córtex, expondo as hifas da medula em estruturas chamadas de pseudocifelas (Elix 1993). Em *Parmeliaceae*, pseudocifelas são características dos gêneros *Parmelia*, *Punctelia* (estes dois presentes no Brasil), *Cetrelia*, *Flavopunctelia*, *Melanohalea* e *Nipponoparmelia* (Crespo *et al.* 2010a, 2010b). Todos os outros gêneros, incluindo *Parmotrema* e *Canoparmelia*, apresentam epicórtex porado (Elix 1993).

Hoje, o epicórtex é uma característica morfológica aceita para separação de gêneros em *Parmeliaceae* (Crespo *et al.* 2010a) e, pela sua importância taxonômica, Barbosa & Marcelli (2010b) fizeram um estudo minucioso na literatura sobre as definições os conceitos de epicórtex, um conceito que foi mudando ao longo do tempo, de acordo com as opiniões dos especialistas na área.

Em 1981, Hale, comparando a origem e desenvolvimento do epicórtex e das pseudocifelas, mostrou que ambas estruturas servem para trocas gasosas, mas podem representar duas linhagens distintas. A maior parte dos estudos anatômicos dos líquens eram feitos com cortes a mão com auxílio de laminas de aço, meios de inclusão não eram usados e, por isso, os cortes não eram finos e padronizados o suficiente para a análise de determinadas estruturas no talo líquênico (Barbosa *et al.* 2009b).

Assim como a morfologia externa, vários aspectos anatômicos mostraram necessidade de maior detalhamento na descrição de estruturas para que fossem avaliadas, analisadas e comparadas (Marcelli 2012). Foi somente em 2004 que Barbosa

et al. preencheram essa lacuna e desenvolveram um protocolo para descrição anatômica para a família *Parmeliaceae* (Barbosa *et al.* 2009b, Marcelli 2012).

Com este protocolo, foi possível a visualização do epicórtex na microscopia de luz, visualização de cristais e sua relação com as hifas da medula e a ontogenia de estruturas de grande importância taxonômica (Barbosa *et al.* 2009b).

Em 2009, um trabalho sobre a estrutura do talo e desenvolvimento dos isídios em *Parmotrema tinctorum* (Nylander) Hale e *Parmelinopsis minarum* (Vainio) Elix & Hale esclareceu uma dúvida quanto a origem e desenvolvimento de tecidos e destas estruturas de reprodução (Barbosa *et al.* 2009). Um resultado importante desse trabalho se refere ao tipo de córtex superior em *Parmelinopsis*. Alguns autores o consideravam como plectênquima paliçádico, porém ele é caracterizado por um arranjo de hifas descontínuas com grandes passagens através do córtex superior, expondo a células de algas (Barbosa e Marcelli 2009).

Em 2010, Barbosa publicou vários trabalhos com resultados inéditos no estudo anatômico dos fungos liquenizados (Barbosa & Marcelli 2010a, 2010b, Barbosa *et al.* 2010).

Também foi descrito um tipo inédito de córtex superior em *Canoparmelia texana* (Tuckerman) Elix & Hale (Barbosa *et al.* 2010), o líquen com maior distribuição em áreas de cerrado e urbanas do Brasil. Esta espécie apresenta córtex lacunar, com grande quantidade de espaços intercelulares (lacunas).

Estudando duas espécies com máculas reticulares, *Parmotrema cetratum* (Acharius) Hale e *Parmotrema clavuliferum* (Räsänen) Streimann, os mesmos autores (Barbosa & Marcelli 2010a) constataram que as máculas, normalmente descritas simplesmente como manchas brancas resultante da ausência de algas em certas partes da camada de algas (Marcelli 2006) são, na verdade, estruturas mais complexas. Anatomicamente, elas são uma consequência da ramificação de hifas que partem da medula para formar o córtex superior em paliçada. Atravessando a camada de algas, as hifas se ramificam para organizar o córtex, mas permanecem agregadas em feixes compactos, separando as células do fotobionte em grupos. Deste modo, os espaços entre os grupos de células de algas, ocupada pela as hifas do fungo, aparecem morfológicamente como máculas sobre a superfície do talo.

3. Quimiotaxonomia

Além de sua complexidade morfológica e anatômica, os líquens produzem uma grande quantidade de metabólitos alifáticos e fenólicos. Como o talo liquênico é uma estrutura composta, alguns produtos são sintetizados pelo fungo, outros pela alga (Hale 1979, 1983). Estas substâncias produzidas são agrupadas, de acordo com a localização no talo, em produtos intracelulares e extracelulares (Hale 1983, Nash III 2008).

Os produtos intracelulares, chamados metabólitos primários, (carboidratos, carotenoides e vitaminas, aminoácidos e proteínas) estão ligados na parede celular e ao protoplasto. São frequentemente solúveis em água e podem ser extraídos com água quente. Esses compostos ocorrem não somente em líquens, mas em fungos e algas de vida livre e em plantas superiores (Hale 1983).

Os produtos extracelulares (chamados de metabólitos secundários) estão localizados no córtex ou na medula, depositados sobre a superfície das hifas (Hale 1979). Substâncias que apresentam cor, como a maior parte das antraquinonas (derivados do ácido pulvínico e ácido úsnico), outras incolores como atranorina e liquexantona, são exemplos de substâncias presentes no córtex (Honda & Vilegas 1998).

São conhecidos aproximadamente 700 compostos provenientes do metabolismo secundário de líquens (Marcelli 2006). São ácidos alifáticos, meta e para-depsídeos, depsidonas, ésteres benzílicos, dibenzofuranos, xantonas, antraquinonas, ácidos úsnicos, terpenos e derivados do ácido pulvínico (Hale 1983, Honda & Vilegas 1998, Honda 2006, Micheletti 2008, Nash III 2008).

Ainda que esses compostos sejam produzidos por fungos de vida livre e por plantas superiores, a maior parte é considerada exclusiva de líquens (Honda & Vilegas 1998, Honda 2006).

O estudo químico é fundamental na identificação de espécies de *Parmeliaceae* (Jungbluth 2006) e as análises químicas são iniciadas logo nos primeiros passos da identificação, gerando informações que complementam os dados morfológicos e anatômicos, resultam em uma identificação segura (Honda & Vilegas 1998, Jungbluth 2006).

As análises químicas mais comuns para fins de taxonomia são as reações de coloração no talo (testes de “spot”), microcristalização, cromatografia em camada

delgada (CCD) e análise por fluorescência (Hale 1979, Honda & Vilegas 1998, Orange *et al.* 2001, Canêz 2005, Jungbluth 2006).

Canoparmelia geralmente apresenta talo cor cinza claro ou cinza esverdeado (atranorina presente no córtex superior) ou raramente amarelo esverdeado (ácido úsnico presente no córtex superior). Os principais ácidos medulares encontrados neste grupo são: protocetrárico, complexo stictico, perlatólico, salazínico, divaricático e nordivaricático (Jungbluth 2006).

A família *Parmeliaceae*

O gênero *Parmelia* foi proposto por Acharius em 1803. Sua circunscrição era ampla e abrangia um grande número de espécies com apotécio lecanorino, como os gêneros *Cetraria*, *Heterodermia*, *Hypogymnia*, *Lobaria*, *Pannaria*, *Parmelia* sensu lato, *Parmeliella*, *Parmeliopsis*, *Physcia*, *Physconia* e *Xanthoria* (Hale 1987). Vários autores usaram este conceito até o começo do século 19.

Em 1890, Vainio dividiu o gênero *Parmelia* em 3 seções: Seção *Amphigymnia* (subseção *Subglaucescens* e subseção *Subflavescens*), Seção *Hypotrachyna* (subseção *Irregularis*, subseção *Cyclocheila*, subseção *Sublineares*) e Seção *Xanthoparmelia*. Estas seções serviram como base para o reconhecimento posterior dos gêneros *Amphigymnia* (Vainio) Dodge, *Hypotrachyna* (Vainio) Hale e *Xanthoparmelia* (Vainio) Hale.

Lynge (1914) criou o gênero *Pseudoparmelia* Lynge e o separou nas seções *Bicornutae* e *Everniiformes*.

Hale (1961) publicou o *Lichen Handbook*, apresentando a família em 7 gêneros: *Anzia*, *Cetraria*, *Omphalodium*, *Parmelia* e *Parmeliopsis*. O mesmo autor (Hale 1974) criou *Parmotrema* Massalongo a partir da seção *Amphigymnia* subseção *Irregularis* Vainio.

A partir dos grupos criados por Vainio, Hale (1974) propôs os gêneros *Bulbothrix* Hale, *Relicina* (Hale & Kurokawa) Hale, *Parmelina* Hale, *Xanthoparmelia* (Vainio) Hale e *Hypotrachyna* (Vainio) Hale. Krog, em 1982, com base na presença de pseudocifelas no córtex superior e na forma dos conídios, criou o gênero *Punctelia* com os subgêneros *Punctelia* e *Flavopunctelia*, baseado na subseção *Simplices* Hale & Kurokawa. *Flavopunctelia* foi elevado a gênero por Hale em 1984.

Com base em *Parmelia* subgênero *Parmelia* seção *Cyclocheila* (Vainio) Räsänen, Elix *et al.* (1986) dividiram *Pseudoparmelia* Lynge em *Canoparmelia* Elix & Hale, *Paraparmelia* Elix & Johnson e *Relicinopsis* Elix & Verdon. A partir de *Pseudoparmelia* Lynge, Hale (1986) ainda descreveu o gênero *Flavoparmelia*.

A partir de *Parmelina* Hale, Elix & Hale (1987) criaram 5 outros gêneros em *Parmeliaceae*: *Canomaculina* Elix & Hale, *Myelochroa* (Asahina) Elix & Hale, *Parmelinella* Elix & Hale, *Parmelinopsis* Elix & Hale e *Parmotremopsis* Elix & Hale.

A partir de um grupo de espécies de *Parmotrema*, gênero *Rimelia* foi proposto por Hale & Fletcher 1990 (Feuerer 1998). Com base em estudos moleculares, *Rimelia* foi sinonimizado com *Parmotrema* em 2005 (Blanco *et al.* 2005).

Kurokawa (1991) criou o gênero *Rimeliella*, que virou sinônimo de *Canomaculina* em 1997. Em 2003, Elix sinonimizou *Paraparmelia* com *Xanthoparmelia*, com base em estudos moleculares.

Crespo *et al.* (2010b), realizaram um estudo em que separou o gênero *Canoparmelia* em dois grupos: *Canoparmelia* senso estrito e grupo de *Canoparmelia crozalsiana*. Neste estudo, foi possível perceber que o grupo de *Canoparmelia crozalsiana* era filogeneticamente mais próximo de *Parmotrema* que as demais espécies de *Canoparmelia*.

Em 2011, Hawksworth realocou o grupo de *Canoparmelia crozalsiana* em *Parmotrema* e criou o subgênero *Crespoa*. Um ano depois, *Crespoa* foi elevado a gênero por Lendemer & Hodkinson (2012).

A família *Parmeliaceae* compõe um dos maiores e mais dispersos grupos de ascomicetes liquenizados foliosos do mundo, ocorrendo em quase todos os biomas ao redor do globo (Marcelli 1998b, Benatti 2005). Ela está entre as que possuem uma das mais complexas e numerosas variedades de estruturação e composição química dentre os líquens foliosos (Marcelli 1998b).

O gênero *Canoparmelia* s.l.

O gênero *Canoparmelia* s.l caracteriza-se pelo talo folioso adnato ao substrato, com rizinas simples geralmente negras que chegam até as margens dos lobos ou lacínios. Geralmente, a superfície superior apresenta cor cinza claro ou cinza esverdeado (atranorina presente no córtex superior) ou raramente amarelo esverdeado (ácido úsnico presente no córtex superior). Os lobos ou lacínios são frequentemente

maculados, pequenos em relação à maioria dos outros gêneros de *Parmeliaceae*, sem cílios, com lado de baixo de castanho a negro (Elix *et al.* 1986, Jungbluth 2006).

Canoparmelia é representativo das áreas abertas nos cerrados, onde relativamente há maior luminosidade e menor umidade atmosférica. Sua capacidade de tolerar ambientes secos e ensolarados contribui para que várias espécies do gênero se instalem em áreas urbanizadas (Jungbluth 2006).

São conhecidas mais de 45 espécies de *Canoparmelia* no mundo. Sua dispersão é predominantemente tropical e subtropical, em florestas temperadas e florestas tropicais (Nash & Elix 2002).

No Brasil, são conhecidas cerca de 20 espécies de *Canoparmelia* s.l., sendo que seis delas foram descritas nos últimos cinco anos (Marcelli & Ribeiro 2002, Canêz 2005, Spielmann 2005, 2006, Jungbluth 2006, Benatti *et al.* 2008, Canêz *et al.* 2009, Marcelli *et al.* 2011), evidenciando que este grupo é muito diverso em nossos biomas, principalmente aqueles de fisionomia mais aberta, porém, ainda pouco conhecido.

Mais recentemente, trabalhos moleculares (Crespo *et al.* 2010a) apontaram que um grupo pequeno de espécies com superfície superior evidentemente foveolada formavam um clado próximo a *Parmotrema* s. str., não relacionado a *Canoparmelia*. Hawksworth (2011) propôs a criação de *Parmotrema* subgênero *Crespoa*, que foi elevado ao nível de gênero por Lendemer & Hodkinson (2012).

De acordo com as normas do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica) do IBB – UNESP, os capítulos deste trabalho serão apresentados na forma de Artigos, seguindo as normas da revista selecionada para publicação.

O capítulo 1 será apresentado seguindo as normas da revista *The Bryologist*, e o capítulo 2, de acordo com as normas da revista *Micron*.

CAPÍTULO 1

Estudo taxonômico em seis espécies de *Canoparmelia* s.l. (*Parmeliaceae*, *Ascomycota* liquenizados) comuns no sudeste brasileiro

Camila Aparecida Zanetti^{1,3}, Patrícia Jungbluth¹ & Marcelo Pinto Marcelli²

¹ UNESP, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Distrito de Rubião Jr., Caixa Postal 510, Botucatu - SP CEP, 18618-970, Brasil; ² Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Micologia, Av. Miguel Stéfano 3687 / Micologia, São Paulo - SP, CEP 04301-902, Brasil.

³ Autor para correspondência: camilazanetti11@yahoo.com.br

Resumo - Foram selecionadas seis espécies de *Canoparmelia* s.l. (*Canoparmelia* e *Crespoa*) de cerrados e áreas urbanas paulistas para um estudo cujo principal objetivo foi descrever a morfologia e a composição de metabólitos secundários, bem como compará-las com seus respectivos espécimes-tipo. Os espécimes foram descritos baseados no protocolo de descrição morfológica desenvolvido pelo Grupo de Estudos Liquenológicos (GEL), do Instituto de Botânica. A análise química envolveu reações de coloração (testes de “spot”), testes de fluorescência aos raios UV e cromatografia em camada delgada. Quando comparado o perfil químico dos espécimes coletados com os seus respectivos tipos, foi encontrada diferença apenas em três espécimes identificados como *Canoparmelia texana*, cujo perfil químico se mostrou bem diferente do isoeletotipo e provavelmente trata-se de uma espécie nova. Também foram coletados

espécimes com química idêntica e morfologia semelhante a *C. texana*, porém com lacínios bem maiores, que necessitam de mais estudos taxonômicos.

Palavras-chave: Líquens, fungos liquenizados, *Crespoa*, cerrado, taxonomia.

INTRODUÇÃO

O gênero *Pseudoparmelia*, tendo como espécie tipo *P. cyphellata* Lynge, foi descrito para o Brasil por Lynge (1914) com base na presença de “cifelas”, que mais tarde revelaram-se simplesmente cicatrizes de rizinas arrancadas durante a coleta (Elix & Nash 1997), razão pela qual o gênero só foi aceito definitivamente quando revisado por Hale (1976), que baseou uma nova circunscrição em outras características.

Antes de ser subdividido, este gênero era caracterizado por lobos com ápice sub-redondo, cílios sempre ausentes, presença de rizinas simples e sublineares para irregularmente alargadas e apotécio adnato a subestipitado com disco imperfurado. O córtex superior era um plectênquima paliádico com epicórtex porado (Hale 1976, Elix & Nash 1997).

Com base em *Parmelia* subgênero *Parmelia* seção *Cyclocheila* (Hale & Kurokawa 1964, Elix *et al.* (1986) segregaram de *Pseudoparmelia* Lynge três gêneros: *Canoparmelia* Elix & Hale, *Paraparmelia* Elix & Johnson e *Relicinopsis* Elix & Verdon.

Canoparmelia Elix & Hale é caracterizado por talo geralmente cinza ou raramente verde amarelado, contendo atranorina e/ou cloroatranorina no córtex superior (ou raramente ácido úsnico), lobos redondos ou sub-redondos com 3,0–5,0 mm de largura, lobos eciliados, medula branca, superfície inferior negra, com margem nua estreita, marrom, rizinas simples e concoloridas. Os ascósporos são pequenos, elipsoidais, $10\text{--}14 \times 6\text{--}8 \mu\text{m}$, e os conídios são fusiformes a bifusiformes, $7\text{--}10 \mu\text{m}$ de comprimento (Elix *et al.* 1986, Elix 1993).

Este gênero apresenta grande variedade de metabolitos secundários, produzindo principalmente os seguintes ácidos medulares: protocetrário, complexo stictico, perlatólico, salazínico, divaricático e nordivaricático (Jungbluth 2006).

Um estudo filogenético realizado por Crespo *et al.* (2010) demonstrou que o grupo *Canoparmelia crozalsiana* formava um clado próximo a *Parmotrema* s. str., não relacionado à espécie tipo de *Canoparmelia*, *C. texana*. Em 2011, Hawksworth realocou o grupo *Canoparmelia crozalsiana* em *Parmotrema*, como o subgênero *Crespoa*, que posteriormente foi elevado a gênero por Lendemer e Hodkinson (2012).

Crespoa Lendemer & Hodkinson é caracterizado por espécies de superfície superior evidentemente escrobiculada, de coloração cinza clara a cinza esverdeada, lobados ou laciniados, com máculas distintas, reticulares a irregulares, cílios raros a ausentes, superfície inferior marrom a negra, margem nua e rizinas simples.

São conhecidas mais de 45 espécies de *Canoparmelia* s.l. no mundo e sua dispersão é predominantemente tropical e subtropical, em florestas tropicais e temperadas (Nash & Elix 2002). No Brasil, são conhecidas cerca de 20 espécies de *Canoparmelia* s.l., sendo que seis delas foram descritas nos últimos cinco anos (Marcelli & Ribeiro 2002, Canêz 2005, Spielmann 2005, 2006, Jungbluth 2006, Benatti *et al.* 2008, Canêz *et al.* 2009, Marcelli *et al.* 2011), evidenciando que este grupo é diverso em nossos biomas, principalmente naqueles de fisionomias mais abertas.

Este trabalho tem como principal objetivo descrever a morfologia e os metabólitos secundários de seis espécies brasileiras de *Canoparmelia* s.l., assim como de compará-las com seus respectivos espécimes-tipo, para verificar se a identificação dos espécimes coletados corroboram com as do material-tipo estudado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas seis espécies de *Canoparmelia* s.l.: *Canoparmelia caroliniana* (Nyl.) Elix & Hale, *C. cryptochlorophaea* (Hale) Elix & Hale, *C. texana* (Tuck.) Elix & Hale, *Crespoa carneopruinata* (Zahlbr.) Lendemer & Hodgkinson, *C. crozalsiana* (B. de Lesd. ex J. Harm.) Lendemer & Hodgkinson e *C. scrobicularis* (Kremp.) Benatti & Elix.

Foram realizadas coletas na Estação Ecológica de Jataí, no Município de Luiz Antônio, na Estação Ecológica de Itirapina, no Município de Itirapina, ambos pertencentes ao Instituto Florestal de São Paulo, e em áreas urbanas e de cerrado nos municípios de Botucatu (Brasil, SP, 22°53'09"S 48°26'42"O), Pardinho (Brasil, SP, 23°04'52"S 48°22'25"O), Pratânia (Brasil, SP, 22°48'30"S 48°39'58"O) e Batatais (Brasil, SP, 20°53'28"S 47°35'06"O).

Para coleta e herborização dos espécimes, seguiu-se Hale (1979) e Fidalgo & Bononi (1989). O material estudado está depositado no Herbário “Irina Delanova de Gemtchujnicov – BOTU”, do Instituto de Biociências, IBB – UNESP, Botucatu.

Os espécimes-tipo referentes aos táxons escolhidos para este estudo foram solicitados aos herbários LD (Lund University), H (University of Helsinki), S (Swedish Museum of Natural History), W (Naturhistorisches Museum Wien) e SP (Herbário Maria Eneyda P. Kaufmann Fidalgo, do Instituto de Botânica, em São Paulo).

As análises morfológicas foram realizadas com auxílio de microscópio estereoscópico e os espécimes foram descritos baseados no protocolo de descrição morfológica desenvolvido pelo Grupo de Estudos Liquenológicos (GEL), do Instituto de Botânica de São Paulo (Canêz & Marcelli 2009).

O uso da química para fins taxonômicos envolveu reações de coloração, os chamados de testes de “spot”, testes de fluorescência aos raios UV e cromatografia em

camada delgada (Hale 1983, Honda 2006). Estas análises químicas foram feitas de acordo com a metodologia descrita em Canêz (2005) e Jungbluth (2006).

A Cromatografia em Camada Delgada (CCD) foi desenvolvida em cromatoplasas de alumínio revestidas de silicagel 60 F254, 20×20 cm, da Merck. Para este procedimento, seguiu-se Bungartz (2001), Canêz (2005) e Jungbluth (2006). A interpretação dos dados foi feita com base em Huneck & Yoshimura (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Canoparmelia caroliniana (Nyl.) Elix & Hale $\equiv$ *Parmelia caroliniana* Nyl., Flora 68:

614. 1885. **Fig. 1A.**

$\equiv$ *Pseudoparmelia caroliniana* (Nyl.) Hale, Phytologia 29(3): 189. 1974. Tipo: Carolina do Sul, Ravenel 404 (lectotipo: H; isolectotipo: FH-Tuck.).

= *Parmelia perlata* var. *subrevoluta* Müll. Arg., Flora: 267. 1880. Tipo: Brasil, Rio de Janeiro, “Prope Petropolin Brasiliae supra muscos”, Deventer 45 (G).

= *Parmelia isidiophora* Zahlbr., Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., Wien. Math.-Naturwiss. Kl.: 420. 1902. Tipo: Brasil, Rio de Janeiro, “ad cortices truncorum in horto botanico Janeirensi, sterilis”, Höhnelt 169 (lectotipo: W!).

= *Parmelia luteola* Zahlbr., Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., Wien. Math.-Naturwiss. Kl.: 170. 1909. Tipo: Brasil, Estado de São Paulo. “In silvaticis prope Barra Mansa in district Urbis Itapeirica; cca. 1000 m. s. m.”, Wettstein & Schiffner (lectotipo: W!).

= *Parmelia wainoana* Lynge, Ark. Bot. 13: 87. 1914. Tipo: Brasil, Estado do Mato Grosso, Santa Anna da Chapada, “ad corticem, 27-II-1894”, Malme 2435C (lectotipo: S!).

= *Pyxine azorea* Nyl., Bol. Soc. Brot.: 100. 1895. Tipo: Açores, Michel 66 (lectotipo: H), fide Hale 1976.

Descrição: **Talo** cinza esverdeado a esverdeado, pardo em herbário, lobado, adnato, aderido a pouco aderido, 9,0–14,0 cm de extensão; superfície superior lisa a pouco rugosa e rachada reticulada; **lobos** com ramificações dicotômico-anisotômicas a irregulares, contíguos a pouco sobrepostos lateralmente, 1,0–3,0 mm larg. na base, 1,5–4,5 (–6,0) mm larg. máxima, ápice redondo; margem lisa a crenada; linha negra discreta a ausente, superfície contínua, ocasionalmente com quebras nas partes mais velhas, borda solta, plana ou ascendente a involuta, axilas auriculadas; **lacínulos** ausentes; **máculas** distintas, principalmente próximo às margens, reticulares a irregulares, laminais; **cílios** ausentes. **Pústulas** ausentes. **Sorais** ausentes. **Isídios** concoloridos com a superfície superior, ápice marrom ou concolorido com a superfície superior, cilíndricos e lisos, simples a coraloides, 0,2–0,7 mm, eretos, firmes, laminais. **Medula** branca. **Superfície inferior** castanho claro a negra, lustrosa, rugosa, venada e papilada; **margem** castanha-clara, lustrosa, 5,0–8,0 mm., limite atenuado, lisa a venada e papilada, margem sem rizinas 0,2–4,0 mm larg.; **rizinas** negras, creme ou castanhas, simples, 0,2–0,5 mm, frequentes, distribuídas homogeneamente. **Apotécios** côncavos, 1,0–2,5 mm diâm., adnatos, laminais, margem isidiada, anfitécio isidiado; **disco** castanho, sem pruína, imperfurado; **epitécio** 7,5–10,0 µm alt.; **himênio** 60,0–100,0 µm alt.; **subhimênio** 50,0–80,0 µm alt.; **ascósporos** elipsoides a raramente ovais, 10,0–12,5

x 5,0–10,0 μm ; **epispório** 1,00–1,25 μm . **Picnídios** laminais a marginais, ostíolo negro; **conídios** baciliformes a fusiformes, 3,75–6,25 μm .

Testes de coloração: córtex superior K+ amarelo, UV–; medula K–, C–, KC+ rosa evanescente, P–, UV–.

Substâncias de importância taxonômica: atranorina no córtex superior, ácido perlatólico na medula.

Comentários: *Canoparmelia caroliniana* foi a única espécie isidiada estudada. Apresenta talo membranáceo, de coloração cinza esverdeada. É caracterizada pelos isídios laminais, por possuir máculas bastante evidentes, e apresentar ácido perlatólico na medula (K–, C–, KC+ rosa evanescente, P–).

O material tipo de *Parmelia caroliniana* Nyl., enviado pelo herbário H (número 35175), apresenta uma etiqueta escrita por Hale em 1961, nomeando este espécime como holotipo (lectotipo, segundo o Código Internacional de Nomenclatura de Algas, Fungos e Plantas). Porém, no cabeçalho de *Canoparmelia caroliniana*, Hale (1976) designou como material tipo a coleta Ravenel número 404 da Carolina do Sul, indicando que o material depositado em H é o lectotipo, sendo o isolectotipo o material em FH.

O material enviado por H, teoricamente o lectotipo, é da mesma área de coleta, porém, trata-se de Ravenel número 168. As anotações feitas por Nylander na etiqueta de Ravenel 168, como dimensões dos ascósporos e conídios, conferem com a descrição fornecida no protólogo (Nylander 1885). Estas anotações estão ausentes do espécime depositado em FH. Nenhuma outra coleta de Ravenel da mesma área foi encontrada em H (Leena Myllys, comunicação pessoal). Provavelmente, Hale (1976) cometeu algum engano com os números de coletor ao designar o lectotipo e o isolectotipo.

Foi feita a cromatografia dos tipos de *Parmelia caroliniana* Nyl. (espécime depositado em H), *Parmelia isidiophora* Zahlbr., *Parmelia luteola* Zahlbr. e *Parmelia wainoana* Lynge e não foram detectadas diferenças significativas na morfologia e no perfil cromatográfico.

Segundo Jungbluth (2006), o lado de baixo de *C. caroliniana* é motivo de confusão na literatura, o que pode ser confirmado no material aqui estudado. A coloração do centro do lado de baixo pode variar de castanho claro a negro.

Nos espécimes adicionais estudados, notou-se que a maioria dos talos com máculas distintas apresentam superfície inferior inteiramente castanha, enquanto que, em espécimes com máculas menos evidentes, a superfície inferior é negra no centro. Porém, antes de maiores conclusões, mais material de outras localidades precisa ser estudado.

Canoparmelia caroliniana pode ser morfológicamente confundida com *C. cassa* Marcelli & Ribeiro, *C. amazonica* (Nyl.) Elix & Hale, *C. sanguinea* Marcelli, Benatti & Elix e *C. roseoreagens* Marcelli, Canêz & Elix, que se diferenciam principalmente pela química.

Canoparmelia cassa (SP!) possui o talo mais delicado, isídios muito ramificados e não apresenta substâncias químicas de valor taxonômico (Marcelli & Ribeiro 2002).

Canoparmelia amazonica tem medula K⁺ fraco amarelo, C⁻, KC⁻ ou KC⁺ rosa a alaranjado evanescente, P⁺ laranja (ácido protocetrárico) e não é maculada (Jungbluth 2006).

Em *Canoparmelia sanguinea* (SP!), os isídios são mais densos, ramificados e agrupados, com ápices marrom mais escuro em comparação com *C. caroliniana*, além de apresentar testes químicos diferentes (K⁻, C⁺ vermelho, KC⁺ vermelho, P⁺ fraco amarelo) (Benatti *et al.* 2008).

Canoparmelia roseoreagens (SP!) possui isídios ramificados e maculação semelhante à *C. caroliniana*, mas é quimicamente mais parecida com *C. sanguinea* (Marcelli *et al.* 2011).

Material examinado: Estado do Rio Grande do Sul, Município de **Carazinho**, Parque Municipal. Coleta em troncos de árvores na borda do lago principal, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann* **3362**, 02-I-2013; Estado de Santa Catarina, Município de **Abelardo Luz**, coleta em árvores nas ilhotas e bordas do Rio Chapecó, no Parque das Quedas, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann* **3469**, 10-I-2013; Estado de São Paulo, Município de **Batatais** (SP), coleta em tronco de árvore na entrada do Bosque Municipal, na portaria em frente ao Lar da Infância. Local exposto ao sol constantemente, col. *C.A. Zanetti & L.G. Malimpense* **247, 244, 245**, 13-V-2013; *idem*, Município de **Botucatu** (SP), Distrito de Rubião Junior, Jardim Botânico da Unesp. Coleta feita em tronco de árvore próxima à entrada do Jardim, col. *P. Jungbluth & C.A. Zanetti* **3008**, 28-VI-2012; *idem*, col. *C.A. Zanetti & P. Jungbluth* **43**, 28-VI-2012; *idem*, Município de **Itirapina** (SP), Estação Ecológica do Instituto Florestal. Coletas em tronco de árvores nativas de cerrado dentro do bosque de *Eucalyptus* sp., col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3124, 3141, 3144, 3147**, 10-XII-2012; *idem*, em árvores de cerrado denso bem preservado, conhecido como Valério, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3172, 3171, 3173**, 10-XII-2012; *idem*, **3309, 3318**, 11-XII-2012; *idem*, em árvores de cerrado sensu stricto bem preservado, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3211, 3216, 3226, 3259**, 11-XII-2012; *idem*, em árvore de cerrado chamuscadas pelo fogo, cerrado sensu stricto, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3267**; *idem*, em cerrado denominado Graúna. Coleta em arbustos e arvoretas de cerrado sensu stricto com marcas de fogo mais ou menos recentes, porém com poucas árvores atingidas, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3281**, 11-

XII-2012; idem, em árvore na borda da trilha fechada em cerrado denso, denominado Pedregulho, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3065, 3066, 3074, 3094, 3096**, 10-XII-2012; idem, Município de **Luiz Antônio**, Estação Ecológica de Jataí, área do Instituto Florestal de SP, coleta em área de cerrado sensu stricto às margens do Córrego das Bandeiras, com luminosidade intensa durante todo o dia, col. *C.A. Zanetti, P. Jungbluth, S.A. Adachi & V.M.M. Gimenez* **205, 213**, 18-II-2013; idem, ao redor da sede da Estação Ecológica, *C.A. Zanetti, P. Jungbluth, S.A. Adachi & V.M.M. Gimenez* **226**, 18-II-2013; idem, Município de **Mogi-Guaçu**, Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, Fazenda Campininha, em árvore de cerrado denso, col. *P. Jungbluth, M.P. Marcelli & B.R. Hora* **2603**, 13-VI-2011; idem, Município de **Mogi-Mirim**, Estação Experimental do Instituto Florestal, em cerradão, tronco de árvore, col. *P. Jungbluth, M.P. Marcelli, A.A. Spielmann & M.N. Benatti* **1066**, 14-V-2004; idem, Município de **Pratânia**, Fazenda Palmeira da Serra, reserva particular de cerrado, em árvore de cerrado denso circundado por canavial, col. *P. Jungbluth & S.B. Barbosa* **2704, 2706**, 22-VI-2011.

Canoparmelia cryptochlorophaea (Hale) Elix & Hale, Mycotaxon 27: 278. 1986. **Fig.**

1B.

≡ *Parmelia cryptochlorophaea* Hale, Bryologist 62: 18. 1959

≡ *Pseudoparmelia cryptochlorophaea* (Hale) Hale, Phytologia 29: 189. 1974. Tipo: República Dominicana, Trujillo, col. Allard 15715a (holotipo: US).

Descrição: **Talo** cinza-claro a cinza esverdeado, pardo em herbário, lobado, adnato, 6,0-11,5 cm de extensão; **lobos** com ramificações dicotômico-anisotômicas a irregulares, contíguas, 0,8–2,5 mm larg. na base, 3,0–6,0 larg. máx., ápice redondo, margem de lisa a crenada; com borda solta, plana, ascendente, superfície lisa a rugosa;

axilas raramente auriculares, geralmente agudas, com tendência a ficarem elevadas; **lacínios** ausentes; **máculas** fracas, distintas próxima a região distal, irregulares, laminais; **cílios** ausentes. **Pústulas** ausentes. **Sorais** brancos, captados, marginais a submarginais principalmente nas axilas dos lobos, **sorédios** farinhosos. **Isídios** ausentes. **Medula** branca. **Superfície inferior** castanho claro a negra, opaca, rugosa e papilada; **margem de** castanho claro a negra, opaca a sublustrosa, 1,0–7,0 mm, limite atenuado, lisa a venada e de pouco a não papilada, 0,5–6,0 mm; **rizinas** concoloridas à superfície inferior, simples, 0,2–0,5 mm, poucas, agrupadas. **Apotécios** inicialmente côncavos, ficando planos a irregulares, 1,0–7,0 mm diâm., sésseis a subpedicelados, laminais, margem sorediada, irregular, anfitécio sorediado, disco castanho, sem pruína, os maiores fendidos; **epitécio** 10,00–12,5 µm alt.; **himênio** 57,5–62,5 µm alt.; **subhimênio** 50,0–62,5 µm alt.; **ascosporos** elipsoides, 12,5–20,0 × 5,0–7,5 µm, podendo ser gutulados com até 3 gútulas, epispório 1,00–1,25 µm. **Picnídios** raros, submarginais, ostíolo; **conídios** sublageniformes, 5,00–6,25 (–7,50).

Testes de coloração: córtex superior K⁺ amarelo; medula K⁺ rosa fraco, C⁻, KC⁺ rosa evanescente, P⁻, UV⁻.

Substâncias de importância taxonômica: atranorina no córtex superior, ácidos criptoclorofeico e caperático na medula.

Comentários: *Canoparmelia cryptochlorophaea* é caracterizada principalmente pela morfologia dos sorais, que são capitados e elevados, marginais a submarginais, principalmente nas axilas dos lobos. É a única espécie de *Canoparmelia* a apresentar ácido criptoclorofeico (K⁺ rosa fraco, C⁻, KC⁺ rosa evanescente) na medula (Hale 1976, Jungbluth 2006).

Canoparmelia texana (Tuck.) Elix & Hale é parecida na morfologia, mas seus sorais são orbiculares laminais e seus testes medulares são diferentes (K⁻, C⁻, KC⁺ rosa evanescente, ácido divaricático).

Material examinado: Estado de São Paulo, Município de Pratânia, Fazenda Palmeira da Serra, coleta em ramo fino, col. *C.A. Zanetti et al.* **192**, 04-IX-2012; idem, Município de **Mogi Guaçu**, Distrito de Martinho Prado, Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Fazenda Campininha, coleta em árvore de cerrado denso, col. *P. Jungbluth, M.P. Marcelli & B.R. Hora* **2644**, 14-VI-2011; idem, Município de **Itirapina**, Estação Ecológica de Itirapina, Instituto Florestal, coleta em tronco de árvore de cerrado sensu stricto bem preservado, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3302, 3215**, 10-XII-2012.

Canoparmelia texana (Tuck.) Elix & Hale, Mycotaxon 27: 279. 1986. **Fig. 1C.**

≡ *Parmelia texana* Tuck., Am. J. Sci. Arts, series 2, 25: 424. 1858.

≡ *Pseudoparmelia texana* (Tuck.) Hale, Phytologia 29: 191. 1974. Tipo: Estados Unidos da América, Texas, mata de Blanco, col. Wright (lectotipo: FH; isoelectotipos: M?, US).

= *Parmelia sublaevigata* var. *texana* (Tuck.) Nyl., Ann. Sci. Nat., Bot.: 307. 1867, fide Hale 1976.

= *Parmelia confluenscens* Nyl., Compt. Rend. Acad. Sci.: 81:725. 1875. Tipo: São Paulo (lectotipo: H!, Nyl. - 35178; isoelectotipos: BM, PC, UPS).

= *Parmelia cingalensis* Stirt., Proc. Phil. Soc. Glasgow: 159. 1876. Tipo: Galle, Ceylon (lectotipo: BM); nome ilegítimo, fide Hale 1976.

= *Parmelia leptophylla* Müll. Arg., Flora 74: 377. 1891. Tipo: Baziya, África do Sul, Baer 714 (lectotipo: BM, isoelectotipo: G), fide Hale (1976).

- = *Parmelia tenuirima* f. *sorediata* Müll. Arg., Bot. Jahrb. Syst. 20: 258. 1894. Tipo: Usambara (Tanganyika), África, Holst 787 pro parte (lectotipo: G), fide Hale (1976).
- = *Parmelia exoriens* Stirt., Trans. & Proc. New Zealand Inst. 32: 76. 1899. Tipo: Brisbane, Austrália, Bailey 215 (lectotipo: BM; isolectotipo: GLAM), fide Hale (1976).
- = *Parmelia symmiga* Hue, Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat., series 3, 1: 168. 1899. Tipo: Coonoor, montanhas Nilgherries, Índia, Gray (lectotipo: PC), fide Hale (1976).
- = *Parmelia subconfluens* Magn., Ark. Bot. 30B (3): 5. 1942. Tipo: Puu Waawaa, Norte de Hualalai, Hawaii, Selling 5669 (holotipo: S!).
- = *Parmelia mangelotii* des Abbayes, Bull. Inst. franc. d'Afrique Noire, 13(4): 969. 1951. Tipo: Mankono, Cercle of Seguéla, Costa do Marfim, des Abbayes (lectotipo: REN; isolectotipo: US), fide Hale (1976).
- = *Parmelia pseudorutidota* Asahina, J. Jap. Bot., 25: 17. 1952. Tipo: Nagachi, Shinshu, Japão, Takahashi (lectotipo: TNS!).
- = *Parmelia tanakae* Asahina, J. Jap. Bot., 29: 371. 1954. Tipo: Kuzu-Mura, Buzen, Prov. Yamato, Japão, Tanaka (lectotipo: TNS), fide Hale (1976).
- = *Parmelia albaniensis* Dodge, Ann. Missouri Bot. Gard., 46: 121. 1959. Tipo: Cabo da Boa Esperança, florestas de Albany, cortícola, Zeyher 3 (holotipo: FH-Tayl.), fide Hale (1976).

Descrição: **Talo** cinza a cinza-esverdeado, pardo em herbário, lobado, adnato, aderido a pouco aderido, 7,0–10,0 cm de extensão, superfície lisa a rugosa; **lobos** com ramificações dicotômicas-anisotômicas a irregulares, contíguos a lateralmente sobrepostos, 0,9–2,0 (–3,0) mm larg. na base, 2,0–3,5 larg. máx., ápice redondo a sub-redondo; margem lisa a crenada; borda solta, linha negra evidente ou fraca, superfície lisa a irregularmente quebrada; axilas auriculadas; **lacínulos** ausentes; **máculas** fracas a

evidentes, irregulares, laminais a marginais; **cílios** ausentes. **Pústulas** ausentes. **Sorais** brancos a amarronzados, orbiculares, confluentes em talos mais velhos, laminais; **sorédios** farinhosos. **Isídios** ausentes. **Medula** branca. **Superfície inferior** negra, opaca, lisa a rugosa e papilada; **margem** castanha-escura, lustrosa, até 2,5 mm, limite atenuado, lisa a venada e papilada, margem sem rizinas 1,0–4,0 mm; **rizinas** negras, simples, 0,3–1,0 mm, poucas a frequentes, agrupadas. **Apotécios** côncavos, 1,0–4,0 mm diâm., sésseis, laminais a submarginais, margem sorediada, anfitécio sorediado, disco castanho a castanho-claro, sem pruína, imperfurado; **epitécio** 10,0–12,5 µm alt.; **himênio** 42,5–75,0 µm alt.; **subhimênio** 25,0–70,0 µm alt.; **ascosporos** elipsoides a ovais, 7,5–12,5 × 5,0–7,5 µm, epispório 1,00–1,25 µm. **Picnídios** raros, laminais, ostíolo negro; **conídios** sublageniformes a levemente bifusiformes, 5,0–10,0 (–11,25) µm.

Testes de coloração: córtex superior K⁺ amarelo, UV[–]; medula K[–], C[–], KC⁺ rosa evanescente, P[–], UV⁺ branco azulado.

Substâncias de importância taxonômica: atranorina no córtex superior; ácidos divaricático e nordivaricático na medula.

Comentários: *Canoparmelia texana* é caracterizada pelo talo lobado com máculas fracas a evidentes, laminais a marginais, sorédios orbiculares laminais a submarginais e ácido divaricático na medula (K[–], C[–], KC⁺ rosa evanescente, P[–]).

Parmelia pseudorutidota Asahina, descrita para o Japão, apresenta relevo mais irregular com rugas sinuosas e produz sorédios granulados e grânulos que formam estruturas isidioides. Portanto, trata-se de um bom táxon, que não é sinônimo de *C. texana*.

Canoparmelia cryptochlorophaea é morfologicamente parecida. No entanto, seus sorais são captados e produz ácido criptoclorofoico na medula (K⁺ rosa fraco, C⁻, KC⁺ violeta, P⁻).

Canoparmelia texana também é semelhante à *C. consanguinea* Marcelli, Canêz & Elix (SP!), *C. subroseoreagens* Canêz, Marcelli & Elix (SP!) e *C. nashii* Jungbluth & Marcelli (SP!).

Canoparmelia consanguinea é parecida morfologicamente, mas possui sorédios granulares que muitas vezes formam grânulos corticados que podem se desenvolver em pseudoisídios irregulares ou lóbulos (Canêz *et al.* 2009). Sua química é semelhante à *C. sanguinea* (K⁻, C⁺ rosa, KC⁺ rosa, P⁺ fraco amarelo).

Canoparmelia subroseoreagens é caracterizada pela superfície superior fortemente quebrada, com a maioria dos sorédios originando quebras marginais elevadas, formando estruturas ocas que se assemelham a pústulas abertas. Esta espécie tem química única, produzindo ácido olivetol-carboxílico (K⁻, C⁺ rosa púrpura, KC⁺ rosa evanescente, P⁻) como principal substância medular (Canêz *et al.* 2009).

Canoparmelia nashii possui sorédios orbiculares submarginais que se tornam captados no ápice dos lacínulos. Presença de ácidos divaricático e nordivaricático na medula (K⁻, C⁻, KC⁺ rosa fraco). Assemelha-se com *C. lacinulata* e *C. aptata*, mas nestas espécies os sorais são verdadeiramente laminais (Marcelli *et al.* 2011).

Crespoa carneopruinata (Zahlbr.) Lendemer & Hodkinson (W!) e *Crespoa crozalsiana* (B. de Lesd. ex J. Harm.) Lendemer & Hodkinson (US!) também são espécies sorediadas, mas sua superfície superior é fortemente foveolada e maculada e há presença de ácidos do complexo stictico (K⁺ amarelo, P⁺ salmão) na medula.

Segundo Jungbluth (2006) são poucos os autores que observaram conídios em *C. texana*. Segundo Nash & Elix (2002), estes são levemente bifusiformes, 6,0–8,0 × 1,0

µm. Jungbluth (2006) encontrou conídios de dimensões semelhantes, mas segundo a autora, possuem formato sublageniforme. No material aqui estudado, os conídios também são sublageniformes a levemente bifusiformes e variam entre 5,0–10,0 (–11,25) µm.

Nas áreas estudadas, foram encontrados indivíduos semelhantes a *C. texana* na morfologia e na química, diferindo, porém, nas dimensões dos lobos. Enquanto os lobos de *C. texana* variam entre 0,9–2,0 (–3,0) mm de largura na base, nesta espécie encontrada a variação é de 2,0–3,0 (–4,0) mm de largura na base. Neste caso, optou-se por aceitar que isso seria uma variação ambiental, até que mais estudos fossem realizados. Em outro caso, há três espécimes com morfologia bem parecida com o tipo de *C. texana*, porém com perfil cromatográfico diferente. Trata-se, de um novo táxon.

Material examinado: Estado do Rio Grande do Sul, Município de **Carazinho**, Parque Municipal, coletas em troncos de árvores na borda do lago principal, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann* **3377, 3378**, 02-I-2013; Estado de Santa Catarina, Município de **Abelardo Luz**, coleta em árvores nas ilhotas e bordas do Rio Chapecó, no Parque das Quedas, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann* **3476**, 10-I-2013; idem, Município de **Riqueza**, linha Alta Riqueza, coleta em tronco de árvores em frente à igreja e Galpão de Festas, nas proximidades do cemitério da comunidade, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann* **3434**, 06-I-2013; Estado de São Paulo, Município de **Batatais**, Bosque Municipal, col. *C.A. Zanetti & L.G. Malimpense* **248, 249, 250, 251, 252** 13-V-2013; idem, Lago Artificial Municipal, em área urbana, coleta feita em tronco de árvore, col. *C.A. Zanetti, L.G. Malimpense & V.A.F. Benedini* **127, 133, 142, 151, 153**, 25--VII--2012; idem, Município de **Botucatu**, Distrito de Rubião Junior, Jardim Botânico da Unesp, coleta em troncos de árvores, col. *C.A. Zanetti & P. Jungbluth* **44, 50, 56, 64**, 28--VI--2012; idem, Sítio Rio-Sul, entrada pela rodovia SP--209 (João

Hipólito Martins, conhecida como Castelinho), coleta feita em tronco de árvore, col. *P. Jungbluth, S.A. Adachi, L.A. Garcia & H.L. Silva* **18, 19, 20, 21** 30--III--2013; idem, entre os dois blocos do Departamento de Botânica. Coleta em tronco de árvore, col. *P. Jungbluth & C.A. Zanetti* **2999, 3000**, 28--VI--2013; idem, Município de **Itirapina**, Estação Experimental de Itirapina, Instituto Florestal. Coleta em árvore nativa de cerrado denso dentro de bosque de *Eucaliptus* sp., col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3140**, 10-XII-2012; idem, coleta em árvores de cerrado sensu stricto bem preservado, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3180, 3183, 3193, 3212, 3227, 3234**, 11-XII-2012; idem, coletada em árvores na borda da trilha fechada em cerrado denso, denominado Pedregulho, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3090**, 10-XII-2012; idem, Município de **Luiz Antônio**, Estação Ecológica de Jataí (área do Instituto Florestal de SP), coleta feita em tronco de árvore, ao redor da sede da Estação Ecológica, col. *C.A. Zanetti, P. Jungbluth, S.A. Adachi & V.M.M. Gimenez* **227, 228, 229, 232**, 18-II-2013; idem, em área de cerrado s.s., às margens do Córrego das Bandeiras, com luminosidade intensa durante o dia todo, col. *C.A. Zanetti, P. Jungbluth, S.A. Adachi & V.M.M. Gimenez* **202, 215, 218**, 18-II-2013; idem, Município de **Pardinho**, Fazenda Águas de Janeiro, coleta entre o reverso e a frente da Cuesta, em árvores em borda de pasto, mata originalmente entre a transição cerrado-mata atlântica, col. *P. Jungbluth & B.R. Hora* **2420**, 24-V-2011; idem, coleta em palmeiras na via pública, próximas ao posto de combustível do Hotel Avenida, em direção contrária ao monumento do Carreirinho, col. *P. Jungbluth & B.R. Hora* **2383, 2398, 2405, 2408, 2411** 24-V-2011; idem, Município de **São José do Rio Preto**, Campus da Unesp de São José do Rio Preto, coleta feita em tronco de árvore, col. *D.F. Peralta* **2350**, 21-IV-2004.

Crespoa carneopruinata (Zahlbr.) Lendemer & Hodkinson, North American Fungi 7(2): 3. 2013. **Fig. 1D.**

≡ *Parmelia carneopruinata* Zahlbr., Sitzungs. Kaiser. Akad. Wissen. Math. Natur. Klasse 1: 419. 1902

≡ *Pseudoparmelia carneopruinata* (Zahlbr.) Hale, Phytologia 29(3): 189. 1974

≡ *Canoparmelia carneopruinata* (Zahlbr.) Elix & Hale, Mycotaxon 27: 278. 1986

Parmotrema carneopruinata subg. *Crespoa* D. Hawksw., Lichenologist 43(4): 647-648. 2011. Tipo: Brasil, Rio de Janeiro, col. Höhnelt 164 (lectotipo: W).

= *Parmelia sbarbaronis* B. de Lesd., Bull. Soc. Bot. France 23: 278. 1923. Tipo: Catalupe, Varese, Liguria, Itália, Gresino 11467 (lectotipo: F), fide Hale (1976).

Descrição: **Talo** cinza claro a cinza esverdeado, pardo em herbário, laciniado, adnato, aderido, contínuo a quebrado, 6,5–18,0 cm de extensão; **lacínios** com ramificações dicotômicas anisotômicas a irregulares, contíguos a pouco sobrepostos lateralmente, 1,0–2,0 (–2,5) mm larg. na base, 1,5–4,0 mm larg. máxima, ápice redondo a sub-redondo; **margem** crenada a crenulada, superfície contínua foveolada, com borda solta a pouco aderida, podendo haver formação de placas na superfície, axilas auriculadas; **lacínulos** ausentes; **máculas** distintas, reticulares a irregulares, laminais e marginais; **cílios** raros, negros, simples, até 0,3 mm. **Pústulas** ausentes. **Sorais** brancos a branco amarronzados, orbiculares, laminais a submarginais; **sorédios** farinhosos. **Isídios** ausentes. **Medula** branca. **Superfície inferior** negra, opaca a sublustrosa, lisa e papilada; **margem** castanha, lustrosa, 1,0–2,0 mm larg., limite atenuado, papilada, margem sem rizinas 1,0–1,5 mm larg.; **rizinas** negras, simples, 0,3–0,8 mm, abundantes, distribuição homogênea. **Apotécios** côncavos, 0,5–2,1 mm diâm., sésseis, laminais a submarginais, margem lisa, anfitécio liso, disco castanho a castanho-escuro,

sem pruína, imperfurado; **epitécio** 10,0–12,5 µm alt.; **himênio** 37,50–50,00 µm alt.; **subhimênio** 37,5–50,0 µm alt.; **ascosporos** elipsoides a ovais, 5,0–10,0 (–12,5) × 3,75–7,50 µm; **epispório** menor que 1,25 µm. **Picnídios** raros, laminais, ostíolo negro; **conídios** filiformes, 7,5–10,0 µm.

Testes de coloração: córtex superior K+ amarelo, UV–; medula K+ amarelo, C–, KC–, P+ salmão, UV–.

Substâncias de importância taxonômica: atranorina no córtex superior; ácidos do complexo stictico na medula.

Comentários: *Crespoa carneopruinata* (Zahlbr.) Lendemer & Hodkinson apresenta talo laciniado, superfície superior fortemente foveolada, com máculas evidentes e abundantes. Produz ácidos do complexo stictico na medula (K+ amarelo, C–, KC–, P+ salmão) (Jungbluth 2006).

Esta espécie apresenta morfologia semelhante e perfil cromatográfico igual à *Crespoa crozalsiana*. Segundo Nash & Elix (2002) a separação entre estas duas espécies é subjetiva. A maioria dos autores opta pela separação entre estas duas espécies pelo tamanho dos lacínios. *Crespoa carneopruinata* possui lacínios mais estreitos [1,0–2,0 (–2,5) mm de largura na base], enquanto que em *C. crozalsiana* são mais largos [1,5–4,0 (–5,0) mm de largura na base]. Neste trabalho, preferiu-se usar esta separação a considerar-se como um mesmo táxon com tão grande variação no tamanho dos lacínios.

Crespoa scrobicularis também é caracterizada pela superfície superior fortemente escrobiculada e bastante maculada, mas não produz sorédios nem isídios. Sua química é igual à *Crespoa carneopruinata* e *C. crozalsiana* (medula K+ amarelo, C–, KC–, P+ salmão), produzindo ácidos do complexo stictico na medula.

Outras espécies sorediadas aqui estudadas são *Canoparmelia texana*, que possui ácidos divaricático e nordivaricático na medula (K–, C–, KC+ rosa evanescente, P–) e *C. cryptochlorophaea* que possui sorais captados e ácido criptoclorofoico na medula (K+ rosa fraco, C, KC+ violeta, P).

Material examinado: Estado de São Paulo, Município de **Botucatu**, Distrito de Rubião Junior, Jardim Botânico da UNESP, coletada em tronco de árvore, col. C.A. Zanetti & P. Jungbluth **39, 45, 51, 57, 61, 63**, 28-VI-2012; idem, entre os dois blocos do Departamento de Botânica, UNESP Botucatu, col. P. Jungbluth & C. A. Zanetti **2996, 2997, 2998**, 28-VI-2012; idem, Sítio Rio-Sul, entrada pela rodovia SP-209 (João Hipólito Martins, conhecida como Castelinho), coleta feita em tronco de *Citrus*, col. P. Jungbluth, C.A. Zanetti, S.A. Adachi, L.A. Garcia & H.L. Silva **3022**, 30-III-2012; idem, Município de **Itirapina**, Estação Ecológica do Instituto Florestal. Coletas em tronco de árvores nativas de cerrado dentro do bosque de *Eucaliptus* sp., col. P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi **3132**, 10-XII-2013; idem, coleta em árvore de cerrado denso bem preservado, conhecido como Valério, col. P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi **3313**, 10-XII-2012; idem, em árvores de cerrado senso stricto bem preservado, col. P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi **3187**, 11-XII-2012; idem, em árvores na borda de trilha fechada em cerrado denso denominado Pedregulho, col. P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi **3071**, 10-XII-2012; idem, em arvoretas próximas ao curso d'água, em cerrado senso stricto, col. P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi **3247**, 11-XII-2012; idem, em tronco de árvore no interior do cerrado denso, col. L.S. Canêz, P. Jungbluth & A.A. Spielmann **1095**, 27-III-2004; idem, Município de **Luiz Antônio**, Estação Ecológica de Jataí, área do Instituto Florestal, coleta em tronco de árvore, em área de Cerradão, sombreada e úmida, porém os líquens crescem onde há frestas entre a copa das árvores, col. C.A. Zanetti, P. Jungbluth & S.A. Adachi **220, 223**, 18-II-2013;

idem, ao redor da sede da Estação Ecológica, col. C.A. Zanetti, P. Jungbluth & S.A. Adachi **231**, 18-II-2013; idem, Município de **Mogi-Guaçu**, Distrito de Martinho Prado, Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, Fazenda Campininha, em árvore de cerrado denso, col. P. Jungbluth, M.P. Marcelli & B.R. Hora **2671**, 14-VI-2011.

Crespoa crozalsiana (B. de Lesd. ex Harm.) Lendemer & Hodkinson, North American Fungi 7(2): 3. 2013. **Fig. 1E.**

≡ *Parmelia crozalsiana* B. de Lesd. ex J. Harm., *Lichens de France* 4: 555. 1910

≡ *Pseudoparmelia crozalsiana* (B. de Lesd.) Hale, *Phytologia* 29(3): 189. 1974

≡ *Canoparmelia crozalsiana* (B. de Lesd.) Elix & Hale, *Mycotaxon* 27: 278. 1986.

Tipo: França, Hérault, Agde, De Crozals, May 1909 (lectotipo: US).

Descrição: **Talo** cinza esverdeado, pardo em herbário, laciniado, adnato, aderido a pouco aderido, contínuo a quebrado, 5,5–10,0 cm de extensão; **lacínios** com ramificações dicotômicas anisotômicas a irregulares, contíguos a pouco sobrepostos lateralmente, 1,5–4,0 (–5,0) mm larg. na base, 4,0–6,0 mm larg. máxima, ápice redondo a sub-redondo; **margem** crenada a crenulada, plana a ascendente e involuta, superfície contínua, foveolada, formando placas com bordas soltas, margem com axilas auriculadas; **lacínulos** ausentes; **máculas** distintas, principalmente nas cristas dos foveolos, reticulares, laminais e marginais; **cílios** raros, negros, simples, até 0,3 mm de compr. **Pústulas** ausentes. **Sorais** brancos a branco amarronzados, orbiculares, laminais a submarginais; **sorédios** farinhosos. **Isídios** ausentes. **Medula** branca. **Superfície inferior** negra, opaca a sublustrosa, rugosa e papilada; **margem** castanho a castanho claro, lustrosa, 1,0–3,0 mm larg., limite atenuado, papilada, margem sem rizinas 2,0–4,0 mm larg.; **rizinas** negras, simples, 0,5–0,8 mm, abundantes, distribuição

homogênea. **Apotécios** ausentes. **Picnídios** raros, marginais, ostíolo negro, **conídios** filiformes, 12,50–17,50 µm.

Testes de coloração: córtex superior K⁺ amarelo, UV⁻; medula K⁺ amarelo, C⁻, KC⁻, P⁺ salmão, UV⁻.

Substâncias de importância taxonômica: atranorina no córtex superior, ácidos do complexo stictico na medula.

Comentários: *Crespoa crozalsiana* (B. de Lesd. ex J. Harm.) Lendemer & Hodkinson apresenta talo laciniado, superfície superior fortemente foveolada, com máculas evidentes e abundantes. Produz ácidos do complexo stictico (K⁺ amarelo, C⁻, KC⁻, P⁺ salmão) na medula. Esta espécie apresenta morfologia semelhante e química igual à *Crespoa crozalsiana* (ver comentários desta espécie).

Crespoa scrobicularis tem morfologia e química semelhantes. No entanto, não produz sorédios nem isídios.

Material examinado: Estado do Rio de Janeiro, Município de **Teresópolis**, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, área de visitação, coleta feita em tronco de árvores, col. *P. Jungbluth, L.S. Canêz & A.A. Spielmann 2977*, 09-II-2012; Estado do Rio Grande do Sul, Município de **Santa Cruz do Sul**, Cinturão Verde, coletas em tronco de árvores remanescentes, dentro de condomínio fechado, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann 3356*, 01-I-2013; Estado de Santa Catarina, Município de **Aberlardo Luz**, coleta em árvore nas ilhotas e bordas do Rio Chapecó, no Parque das Quedas, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann 3461*, 10-I-2013; idem, Município de **Mondaí**, área de lazer do município, entre os rios Antas e Uruguai. Coleta feita em tronco de árvores, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann 3448*, 08-I-2013; Estado de São Paulo, Município de **Batatais**, Lago Artificial Municipal, área urbana, coleta em tronco de coqueiro em área com sol intenso durante o dia todo, col. *C.A. Zanetti, V.A.F. Benedini & L.G.*

Malimpense **122, 157**, 25-VII-2012; idem, **123**, 20-VII-2012; idem, Bosque Municipal, coleta feita em tronco de árvores, col. *C.A. Zanetti, V.A.F. Benedini & L.G. Malimpense* **76, 101, 105**, 19-VII-2012; idem, Município de **Botucatu**, Distrito de Rubião Junior, Sítio Rio-Sul, entrada pela rodovia SP-209 (João Hipólito Martins, conhecida como Castelinho). Coleta feita em tronco de *Citrus*, col. *P. Jungbluth, C.A. Zanetti, S.A. Adachi, L.A. Garcia & H.L. Silva* **3016**, 30-III-2012; idem, Município de **Itirapina**, Estação Ecológica do Instituto Florestal. Coletas em tronco de árvores nativas de cerrado dentro do bosque de *Eucaliptus* sp., col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3134, 3146**, 10-XII-2012; idem, em borda de cerrado denso denominado Vermelhão, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3116, 3121**, 10-XII-2012; idem, em árvores na borda da trilha fechada em cerrado denso, denominado Pedregulho, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3078**, 10-XII-2012; idem, em árvores de cerrado denso bem preservado, conhecido como Valério, col. *P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi* **3311**, 11-XII-2012; idem, Município de **Luiz Antônio**, Estação Ecológica de Jataí, Instituto Florestal. Coleta feita em tronco de árvore ao redor da sede da Estação Ecológica, col. *C.A. Zanetti, P. Jungbluth, V.M.M. Gimenez & S.A. Adachi* **233, 235, 236, 238, 239, 240, 241**, 18-II-2013; idem, col. *P. Jungbluth, C.A. Zanetti, V.M.M. Gimenez & S.A. Adachi* **3528**, 18-II-2013; idem, Município de **Mogi-Guaçu**, Distrito de Martinho Prado, Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, Fazenda Campininha, em árvores no cerrado denso, col. *P. Jungbluth, M.P. Marcelli & B.R. Hora* **2660**, 14-VI-2011; idem, Município de **Pardinho**, em palmeiras na via pública, próximo ao posto de combustível do Hotel Avenida, em direção contrária ao monumento do Carreirinho. Coletada em tronco de palmeira, col. *P. Jungbluth & B.R. Hora* **2391, 2401, 2402**, 24-V-2011; idem, Fazenda Águas de Janeiro, em árvore caída em pasto, área próxima ao reverso da Cuesta. Coleta feita em tronco de árvore, col. *P. Jungbluth, M.R. Cota & S.A.*

Adachi 2834, 2839, 15-VI-2011; idem, Município de **São José do Rio Preto**, Fazenda São José. Coleta feita em tronco de mangueira, col. *D.F. Peralta* 2331.

Crespoa scrobicularis (Kremp.) Benatti & Lendemer, Brittonia. 2014. **Fig. 1F.**

≡ *Parmelia scrobicularis* Kremp., Videnskabelige Meddelelser Naturhistorik Forening Kjöbenhavn 25: 10. 1873.

≡ *Pseudoparmelia scrobicularis* (Kremp.) Hale, Phytologia 29: 191. 1974.

≡ *Canoparmelia scrobicularis* (Kremp.) Elix & Hale, Mycotaxon 27: 271. 1986. Tipo: Brasil, Minas Gerais, Lagoa Santa, col. Warming s.n. (lectotipo: M).

= *Parmelia longiconida* Lynge, Ark. Bot.: 130. 1914. Tipo: Colonia Risso pr. Rio Apa. In silvula minus densa, sine Caraguata, 21-X-1893, *Malme* 1949 (lectotipo: S!, isoelectotipos: LD!, US, W!)

Descrição: **Talo** cinza-esverdeado, laciniado, adnato, 2,0–9,5 cm de extensão, superfície fortemente escrobiculada, escrobículos profundos, irregularmente poligonais, 0,1–0,5 (–0,7) mm; **lacínios** com ramificações irregulares, contíguas a pouco sobrepostas lateralmente, 0,7–1,5 (–2,0) mm larg. na base, 1,5–3,5 larg. máx., ápice redondo a subtruncado; margem lisa a crenada e crenulada; linha negra discreta ou ausente, superfície escrobiculada, borda solta, plana, axilas auriculadas; **lacínulos** ausentes; **máculas** distintas nas cristas dos escrobículos, irregulares a reticulares, laminais e marginais; **cílios** ausentes ou raramente presentes, simples, negros, 0,1–0,3 mm (3442). **Pústulas** ausentes (exceto em 2844). **Sorais** ausentes. **Isídios** ausentes. **Medula** branca. **Superfície inferior** negra, opaca, pouco rugosa e papilada; **margem** castanho-escuro a negra, lustrosa, muito estreita, limite atenuado, lisa a papilada, margem sem rizinas muito estreita; **rizinas** negras, simples a muito raramente com

ramificações irregulares, 0,2–0,5 (–1,0) mm, frequentes, distribuição homogênea. **Apotécios** côncavos, 0,4–3,0 mm diâm., sésseis, laminais a submarginais, margem lisa, anfitécio liso, disco castanho a castanho–claro, pruína branca, imperfurado; **epitécio** 10,00–12,50 µm alt.; **himênio** 50,0–75,0 µm alt.; **subhimênio** 30,00–67,50 µm alt.; **ascosporos** elipsoides a ovais, 7,50–12,50 × 5,00–10,00 µm, episporio 1,00–1,25 µm. **Picnídios** laminais a submarginais, de ostíolo negro; **conídios** filiformes, 15,0–25,0 µm.

Testes de coloração: córtex superior K⁺ amarelo, UV[–]; medula K⁺ amarelo, C[–], KC[–], P⁺ salmão, UV[–].

Substâncias de importância taxonômica: atranorina no córtex superior; ácidos do complexo stictico na medula.

Comentários: *Crespoa scrobicularis* é caracterizada pela superfície superior fortemente escrobiculada e bastante maculada e ácidos do complexo stictico na medula (K⁺ amarelo, C[–], KC[–] P⁺ salmão; UV[–]).

Os tipos de *Parmelia longiconida* Lynge são coleções de espécimes que diferem levemente na morfologia. Um espécime da coleção depositada em S (lectotipo) e o espécime depositado em W (isolectotipo) apresentam lacínulos secundários abundantes, porém mais estudos são necessários para determinar o valor taxonômico desta característica para esta espécie.

No material adicional estudado, foi encontrado um espécime (Clivati n° 50) que também apresenta lacínulos secundários abundantes.

As características morfológicas e testes químicos medulares de *C. scrobicularis* são semelhantes aos de *Crespoa carneopruinata* (Zahlbr.) Lendemer & Hodkinson e *Crespoa crozalsiana* (B. de Lesd. ex J. Harm.) Lendemer & Hodkinson (K⁺ amarelo, C[–], KC[–], P⁺ salmão) o que mostra proximidade maior desta espécie com *Crespoa*, confirmando a recente combinação da espécie neste gênero (Benatti & Lendemer 2014).

Material examinado: Estado de Santa Catarina, Município de **Riqueza**, linha alta Riqueza, em tronco de árvores em frente à igreja e Galpão de festas, nas proximidades do cemitério da comunidade, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann* **3418, 3421, 3421, 3430, 3442**, 06-I-2013; Estado de São Paulo, Município de **Avaré**, Horto Florestal de Avaré, Instituto Florestal. Coleta no remanescente de floresta estacional, semidecidual, em substrato epifítico col. *T.M.S. Clivati* **50**; idem, Município de **Botucatu**, Distrito de Rubião Junior, Jardim Botânico da UNESP. Coleta feita em galho grosso de árvore próximo a casinha dos jardineiros e museu de zoologia, que caiu depois da tempestade do dia anterior, col. *P. Jungbluth* **2483, 2484, 2485, 2501, 2521, 2522**, 08-VI-2011; idem, Parque Ecológico Pavuna, entrada no km 259 da Rodovia Marechal Rondon. Coleta em casca de tronco de arbusto nas margens do lago da Pavuna, col. *P. Jungbluth & A.F. Spielmann* **2721**, 2-X-2011; idem, Município de **Mogi-Guaçu**, Distrito de Martinho Prado, Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, Fazenda Campininha, em árvore de cerrado denso, col. *P. Jungbluth, M.P. Marcelli & B.R. Hora* **2633**, 14-VI-2011; idem, Município de **Pardinho**, coletada em tronco de palmeiras na via pública, próximo ao posto de combustível do Hotel Avenida, em direção contrária ao monumento do Carreirinho, col. *P. Jungbluth & B.R. Hora* **2384, 2410**, 34 24-V-2011; idem, Fazenda Águas de Janeiro, coleta entre o reverso e a frente da Cuesta, em tronco de árvores em borda de pasto, mata originalmente entre a transição cerrado-mata atlântica, col. *P. Jungbluth & B.R. Hora* **2417, 2418, 2419, 2430, 2431**, 24-V-2011; idem, em árvore caída em pasto, área próxima à reverso da Cuesta, col. *P. Jungbluth, M.R. Cota & S.A. Adachi* **2844**, 15-VI-2011.

CONCLUSÕES

Ao usar a cromatografia de camada delgada para identificar as espécies de *Canoparmelia texana*, foram encontrados três espécimes com perfil bem diferente do isoelectotipo estudado e, portanto, trata-se de uma espécie nova.

Também foram coletados espécimes com química idêntica e morfologia semelhante à *C. texana*, porém com dimensões bem maiores que as desta espécie. Neste caso, mais estudos são necessários para definir o valor taxonômico desta variação para esta espécie.

A análise do material tipo de *Parmelia pseudorutidota* Asahina, comumente considerada sinônimo de *C. texana*, descrita para o Japão, apresenta relevo irregular com rugas sinuosas e produz sorédios granulados e grânulos que formam estruturas isidioides. Como a característica do córtex superior é muito importante da identificação de espécies de fungos liquenizados e, em espécies bem definidas apresenta pouca variação, foi possível concluir que esta espécie não é sinônimo de *C. texana*.

Os demais sinônimos encontrados na literatura são mantidos para as seis espécies estudadas.

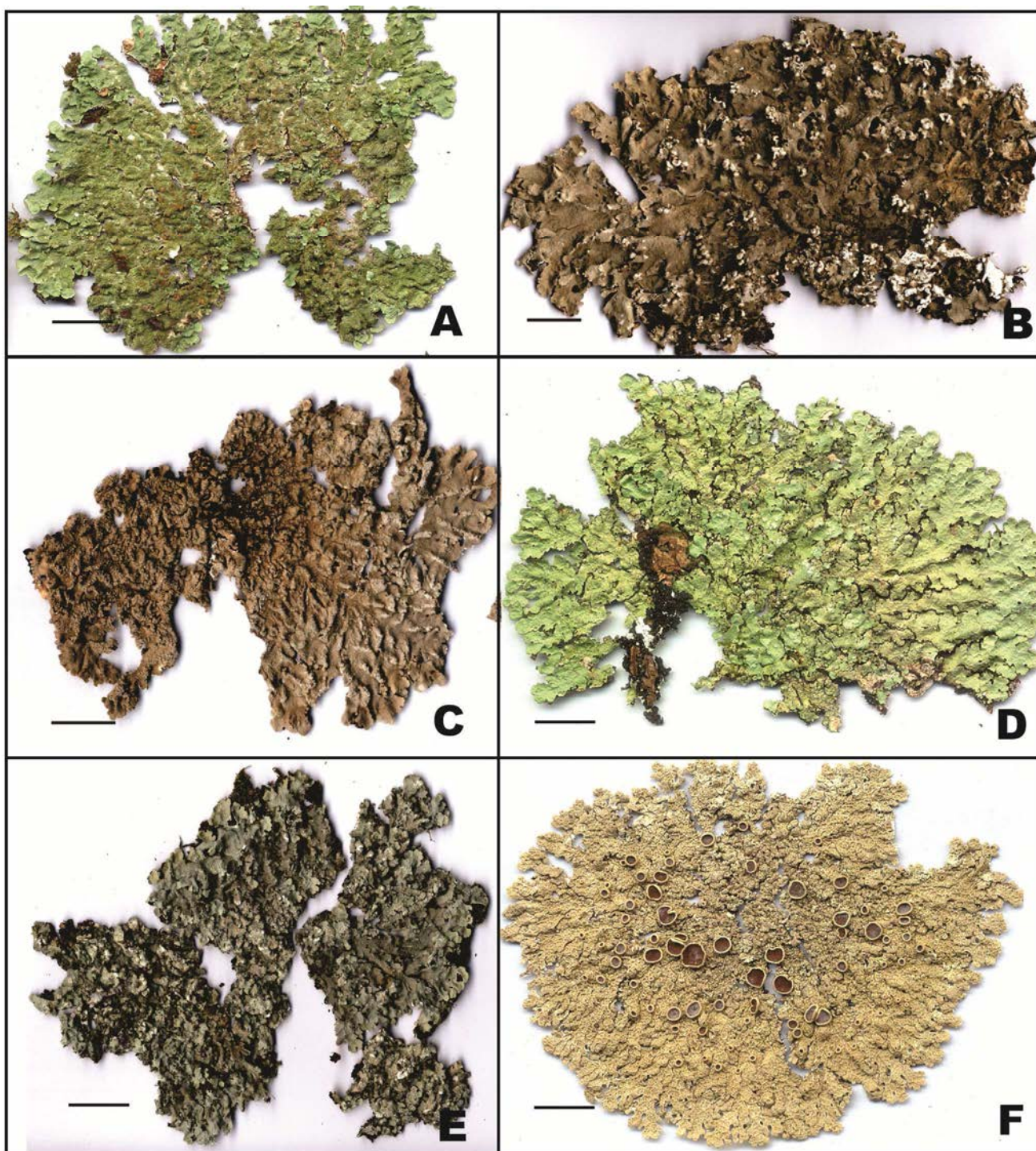


Figura 1: A. *Canoparmelia caroliniana* (P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi 3124). B. *Canoparmelia cryptochlorophaea* (P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi 3302). C. *Canoparmelia texana* (C.A. Zanetti & L.G. Malimpense 252). D. *Crespoa carneopruinata* (P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi 3132). E. *Crespoa crozalsiana* (P. Jungbluth, M.R. Cota & S.A. Adachi 2839). F. *Crespoa scrobicularis* (P. Jungbluth & B.R. da Hora 2417). Barras: 1cm.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos curadores dos herbários: Silvia Rodrigues Machado (BOTU), Adriana de Mello Gugliota (SP), Ulf Arup (LD), Leena Myllys (H), Arle Anderberg (S), Ernst Vitek (W).

À FAPESP (processo 2012/16150-9) e a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado a Camila Ap. Zanetti e à CAPES (PNPD 02749/09-2), pela bolsa de pós-doutorado a Patrícia Jungbluth. Ao CNPq por bolsa de pesquisa concedida a Marcelo P. Marcelli.

LITERATURA CITADA

- Benatti, M.N., Marcelli M. P. & Elix, J. A.** 2008. *Canoparmelia sanguinea*, a new *Parmeliaceae* from Brazil. *Mycotaxon* 106: 436-439.
- Benatti, M.N. & Lendemer, J.C.** 2014. *Canoparmelia scrobicularis* belongs to the genus *Crespoa* (*Parmeliaceae*, lichenized *Ascomycota*). *Brittonia* (no prelo).
- Berger, F. & Aptroot, A.** 2002. Further contributions to the Flora of Lichens and Lichenicolous fungi the azores. *Life and Marine Sciences* 19A: 1-12.
- Bungartz, F.** 2001. Analysis of lichen substances. In: http://nhc.asu.edu/lichens/lichen_info/tlc.jsp (Acesso em 22-10-2013).
- Canêz, L.S.** 2005. A família *Parmeliaceae* na localidade de Fazenda da Estrela, município de Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo.

- Canêz, L.S. & Marcelli, M.P.** 2009. Gêneros de *Parmeliaceae* (Ascomycetes liquenizados) na localidade de fazenda da Estrela, Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Caderno de Pesquisa*, série Biologia, 18: 38-82.
- Canêz, L., Marcelli M.P. & Elix, J.A.** 2009. New Brazilian species of *Canoparmelia* with medullary olivetoric, anziaic, and sekikaic complexes. *Mycotaxon* 110: 467-468.
- Crespo, A., Kauff, F., Divakar, P.K., del Prado, R., Pérez-Ortega, S., Amo de Paz, G., Ferencova, Z., Blanco, O., Roca-Valiente, B., Núñez-Zapata, N., J. Cubas, Argüello, A., Elix, J.A., Esslinger, T.L., Hawksworth, D.L., Millanes, A., Molina, M.C., Wedin, M., Ahti, T., Aptroot, A., Barreno, E., Bungartz, F., Calvelo, S., Candan, M., Cole, M., Ertz, D., Goffinet, B., Lindblom, L., Lücking, R., Lutzoni, F., Mattsson, J.E., Messuti, M.I., Miadlikowska, J., Piercey-Normore, M., Rico, V.J., Sipman, H.J.M., Schmitt, I., Spribille, T., Thell, A., Thor, G., Upreti, D.K. & H. Lumbsch, T.** 2010. Phylogenetic generic classification of parmelioid lichens (*Parmeliaceae*, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. *Taxon* 59: 1735–1753.
- Culberson, W.L.** 1957. *Parmelia caroliniana* Nyl. and its distribution. *Journal of the Mitchel Society* 443-446.
- Eliasaro, S.** 2001. Estudio taxonomico y floristico sobre las *Parmeliaceae* sensu stricto (Ascomycota liquenizados) del Segundo Planalto del estado do Paraná. Tese de Doutorado. Universidade de Buenos Aires, Facultad de Ciencias exactas y Naturales, Buenos Aires.
- Elix, J.A.** 1993. Progress in the Generic Delimitation of *Parmelia* Sensu Lato Lichens (Ascomycotina: *Parmeliaceae*) and a Synoptic Key to the *Parmeliaceae*. *The Bryologist* 6: 359-383.

- Elix, J.A. & Nash III, T.H.** 1997. A Monograph of the Lichen Genus *Pseudoparmelia* (Ascomycotina, *Parmeliaceae*). The Bryologist 100: 482-498.
- Elix, J.A., Johnston, J. & Verdon, D.** 1986. *Canoparmelia*, *Paraparmelia* and *Relicinopsis*, three new genera in the *Parmeliaceae* (lichenized Ascomycotina). Mycotaxon 27: 271-282.
- Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R.** 1989. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo. pp. 62.
- Fleig, M. & Riquelme, I.** 2008. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Mato Grosso do Sul (Brazil). In: http://www.biologie.uni-hamburg.de/checklists/south-america/brazil_mato-grosso-do-sul_1.htm (Acesso em 22-10-2013).
- Hale, M.E.** 1976. A Monograph of the lichen genus *Pseudoparmelia* Lynge (Parmeliaceae). Smithsonian Contributions to Botany 31: 1-62.
- Hale, M.E.** 1979. How to know the lichens. 2nd ed. Wm. C. Brown Company Publishers Dubuque, Iowa.
- Hale, M.E.** 1983. The Biology of Lichens. 3rd ed. Edward Arnold, London.
- Hale, M.E.** 1986. *Flavoparmelia*, a new genus in the lichen family *Parmeliaceae* (Ascomycotina). Mycotaxon 25: 603-605.
- Hale, M.E., Kurokawa, S.** 1964. Studies on *Parmelia* subgenus *Parmelia*. Contributions from the United States National Herbarium. 36:121-191.
- Hawksworth, D.L.** 2011. *Parmotrema* subgen. nov. for the *Canoparmelia crozalsiana* clade. Lichenologist 43: 647-648.
- Honda, N.K.** 2006. Técnicas químicas aplicadas à taxonomia de Fungos Liqueenizados. In: Xavier Filho, L., Legaz, M.E., Pereira, E.C. (eds.). Biologia de Liqueens. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro, pp. 391-398.

- Huneck, S., Yoshimura, I.** 1996. Identification of lichen substances. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany.
- Jayalal, U., Joshi, S., Oh, S.O., Park, J.S. & Hur, J.S.** 2012. Notes on species of the lichen genus *Canoparmelia* Elix & Hale in South Korea. Mycobiology 40: 159-163.
- Lai, A., Aptroot, A. & Sparrius, L.B.** 2004. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Taiwan. Version 1 April 2005. - <http://www.checklists.de> (Acesso em 22-10-2013).
- Lyngé, B.** 1914. Die Flechten der ersten Regnellschen Expedition. Die Gattungen *Pseudoparmelia* gen. nov. und *Parmelia* Ach. Arkiv för Botanik 13(13): 1-172.
- Jungbluth, P.** 2006. A família *Parmeliaceae* (fungos liquenizados) em cerrados do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- Lendemer, J.C. & Hodkinson, B.P.** 2012. Recognition of the *Parmelia crozalsiana* group genus *Crespoa*. North American Fungi. 7(2): 1-5.
- Lyngé, B.** 1914. Die Flechten der ersten Regnellschen Expedition. Die Gattungen *Pseudoparmelia* gen. nov. und *Parmelia* Ach. Arkiv för Botanik 13 (13): 1-172.
- Marcelli, M.P.** 1991. Aspects of the foliose lichen flora of the southern-central coast of São Paulo State, Brazil. In: Galloway, D.J. (ed.). Tropical Lichens: Their Systematics, Conservation and Ecology. Systematics association by Clarendon Press, Oxford, pp. 151-170.
- Marcelli, M.P. & Ribeiro, C.H.** 2002. Twenty-one new species of *Parmeliaceae* (Lichenized Fungi) from Southeastern Brazil. Mitteilungen aus dem Institut für allgemeine Botanik in Hamburg 30-32, S.125-155.

- Marcelli, M.P., Canêz, L.S., Benatti, M.N., Spielmann, A.A., Jungbluth, P. & Elix J.A.** 2011. Taxonomical novelties in *Parmeliaceae*. *Bibliotheca Lichenologica*: 106: 211-224.
- Nash III, T.H. & Elix, J.A.** 2002. *Canoparmelia*. In: Nash III, T.H., Ryan, B.D., Gries, C. & Bungartz, F. (eds.). *Lichen Flora of the greater Sonoran Desert Region*. Arizona State University, Tempe, Arizona, v. 1, pp. 122-125.
- Nylander, W.** 1885. *Parmeliae exoticae novae*. *Flora* 68: 605-615.
- Spielmann, A.A.** 2005. A família *Parmeliaceae* (fungos liquenizados) nos barrancos e peraus da encosta da Serra Geral, Vale do Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo.
- Spielmann, A.A.** 2006. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Rio Grande do Sul (Brazil). *Caderno de Pesquisa Série Biologia*. 18: 7-125.
- Tuckerman, E.** 1866. *Lichens of California, Oregon, and the Rocky mountains*. Amherst. pp. 267.
- Zahlbruckner, A.** 1902. Studien uber brasilianische Flechten. *Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaft, Math einat isch -A'a t uriu issensch aft liche Klasse*, 1 (111): 357-432.

CAPÍTULO 2

Anatomia comparada em espécies de *Canoparmelia* e *Crespoa*

(*Parmeliaceae*, fungos liquenizados)¹

Camila Aparecida Zanetti^{1,*}, Marcelo Pinto Marcelli² & Patrícia Jungbluth¹

¹ Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Distrito de Rubião Júnior s/nº, Caixa Postal 510, CEP: 18618-970, Botucatu, SP, Brasil.

² Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Micologia, Av. Miguel Stéfano 3687 / Micologia, Água Funda, CEP 04301-902, São Paulo, SP, Brasil.

*Autor para correspondência: (55) 16 98185-2127

Endereço de –email: camilazanetti11@yahoo.com.br

RESUMO - Foi realizado um estudo anatômico comparado de três espécies abundantes de *Canoparmelia* (*C. caroliniana*, *C. cryptochlorophaea* e *C. texana*) e as três espécies conhecidas de *Crespoa* (*C. carneopruinata*, *C. crozalsiana* e *C. scrobicularis*), tendo como principal objetivo estabelecer características que sirvam como subsídio para os estudos taxonômicos neste grupo, além de verificar se há características que sustentem a distinção entre estes dois gêneros. Foram utilizadas amostras de material fresco, fixado em FAA 50 e infiltradas em resina metacrilato, seccionadas em micrótomo rotativo, as lâminas foram coradas com azul de toluidina e montadas em resina sintética Entellan®. Para as descrições das lâminas seguiu-se o protocolo de descrição anatômica desenvolvido pelo Grupo de Estudos Liquenológicos (GEL). Os estudos mostraram que as características do córtex superior e do córtex inferior mostram maior similaridade de *Canoparmelia scrobicularis* com as espécies de *Crespoa*, o que confirma a recente recombinação desta espécie. Além disso, foram visualizadas pseudocifelas em *Canoparmelia scrobicularis* e hápteros em *Canoparmelia cryptochlorophaea*, estruturas

inéditas para estas espécies. As diferenças corticais observadas nestas espécies sustentam a distinção entre os gêneros *Canoparmelia* e *Crespoa*.

Palavras-chave: Líquens, microscopia de luz, córtex superior, plectênquima, *Ascomycota*

INTRODUÇÃO

O gênero *Parmelia* foi proposto por Acharius em 1803. Sua circunscrição era ampla e abrangia um grande número de espécies foliosas portadoras de algas verdes e com apotécio lecanorino, entre eles, o gênero *Parmelia* sensu lato (Hale 1987). Em 1890, Vainio dividiu o gênero *Parmelia* em 3 seções: Seção *Amphigymnia*, Seção *Hypotrachyna* e Seção *Xanthoparmelia*.

Com base em *Parmelia* subgênero *Parmelia* seção *Cyclocheila* (Vainio) Räsänen, Elix *et al.* (1986) dividiram *Pseudoparmelia* Lynge em *Canoparmelia* Elix & Hale, *Paraparmelia* Elix & Johnson e *Relicinopsis* Elix & Verdon.

Crespo *et al.* (2010), realizaram um estudo filogenético que dividiu *Canoparmelia* em dois grupos: *Canoparmelia* senso estrito e o grupo de *Canoparmelia crozalsiana*, com espécies de superfície superior evidentemente foveolada, que formou um grupo monofilético próximo a *Parmotrema* Massalongo, porém filogeneticamente distinto de *Canoparmelia*.

Em 2011, Hawksworth colocou o grupo de *Canoparmelia crozalsiana* em *Parmotrema*, criando o subgênero *Crespoa*. Um ano depois, *Crespoa* foi elevado a gênero por Lendemer e Hodkinson (2012). Entretanto, estes estudos moleculares não deram importância aos caracteres morfológicos e anatômicos dos táxons envolvidos.

O gênero *Canoparmelia* s.l. (i.e. incluindo *Canoparmelia* e *Crespoa*) caracteriza-se pelo talo folioso adnato ao substrato, com rizinas simples geralmente negras que chegam até as margens dos lobos ou lacínios. Geralmente, a superfície superior apresenta cor cinza claro ou cinza esverdeado (atranorina presente no córtex superior) ou raramente amarelo esverdeado (ácido úsnico presente no córtex superior). Os lobos ou lacínios são frequentemente maculados, pequenos em relação a outros gêneros de *Parmeliaceae*, sem cílios, com lado de baixo de castanho a negro (Elix *et al.* 1986, Jungbluth 2006).

São conhecidas mais de 45 espécies de *Canoparmelia* no mundo (Nash & Elix 2002) e sua distribuição é predominantemente tropical e subtropical, em florestas temperadas e tropicais (Nash & Elix 2002). No Brasil, seis novas espécies foram descritas nos últimos cinco anos (Benatti *et al.* 2008, Canêz *et al.* 2009, Marcelli *et al.* 2011).

Os objetivos deste trabalho é realizar um estudo anatômico comparado do talo de espécies de *Canoparmelia* e as três espécies conhecidas de *Crespoa*, procurando características que sirvam como subsídio para os estudos taxonômicos neste grupo, além de verificar se há diferenças que sustentem a distinção entre estes dois gêneros.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas seis espécies de *Canoparmelia* s.l.: *Canoparmelia caroliniana* (Nyl.) Elix & Hale, *C. cryptochlorophaea* (Hale) Elix & Hale, *C. texana* (Tuck.) Elix & Hale, *Crespoa carneopruinata* (Zahlbr.) Lendemer & Hodkinson, *C. crozalsiana* (B. de Lesd. ex J. Harm.) Lendemer & Hodkinson e *C. scrobicularis* (Kremp.) Benatti & Elix.

Foram utilizadas amostras de material fresco (três indivíduos de cada espécie) coletado em áreas de cerrado e urbanas. Abaixo, a relação dos materiais examinados.

Espécie	Material examinado	Município	Coordenadas
<i>Canoparmelia caroliniana</i>	P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi 3124	Itirapina - SP	22°15'10"S 47°49'22"O
	P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi 3147	Itirapina - SP	22°15'10"S 47°49'22"O
	C.A. Zanetti & L.G. Malimpense 247	Batatais - SP	20°53'28"S 47°35'06"O
<i>C. cryptochlorophaea</i>	P. Jungbluth, M.P. Marcelli & B.R. Hora 2644	Mogi-Guaçu - SP	22°22'15"S 46°56'38"O
	P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi 3302	Itirapina - SP	22°15'10"S 47°49'22"O
<i>C. texana</i>	P. Jungbluth & A.F. Spielmann 3377	Carazinho - RS	28°17'02"S 52°47'11"O
	C.A. Zanetti & P. Jungbluth 56	Botucatu - SP	22°53'6.68"S 48°30'0.94"O
	C.A. Zanetti & P. Jungbluth 64	Botucatu - SP	22°53'6.68"S 48°30'0.94"O
<i>Crespoa carneopruinata</i>	C.A. Zanetti, P. Jungbluth & S.A. Adachi 223	Luiz Antônio - SP	21°33'18"S 47°42'16"O
	P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi 3132	Itirapina - SP	22°15'10"S 47°49'22"O
	P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi 3313	Itirapina - SP	22°15'10"S 47°49'22"O
<i>C. crozalsiana</i>	P. Jungbluth & A.F. Spielmann 3461	Abelardo Luz - SC	26°33'53"S 52°19'42"O
	C.A. Zanetti, V.A.F. Benedini & L.G. Malimpense 157	Batatais - SP	20°53'28"S 47°35'06"O
	P. Jungbluth, M.J. Kitaura & S.A. Adachi 3146	Itirapina - SP	22°15'10"S 47°49'22"O
<i>C. scrobicularis</i>	P. Jungbluth & A.F. Spielmann 3442	Riqueza - SC	27°04'01"S 53°19'18"O
	P. Jungbluth & B.R. Hora 2384	Pardinho - SP	23°04'52"S 48°22'25"O
	P. Jungbluth & B.R. Hora 2419	Pardinho - SP	23°04'52"S 48°22'25"O

Foi retirada uma amostra da região mais jovem do talo (distal, mais próxima da margem) e uma amostra da região mais desenvolvida do talo (proximal, mais próxima ao centro) de cada indivíduo, e obtidas pelo menos três lâminas da cada amostra.

O material foi preparado de acordo com o protocolo desenvolvido por Barbosa *et al.* (2009) para estudos anatômicos de líquens da família *Parmeliaceae*, porém adaptado em relação ao tempo de fixação em FAA, utilizando uma série etílica de desidratação mais longa e maiores tempos de pré-infiltração e infiltração em resina metacrilato.

Assim, as amostras de material fresco com aproximadamente $0,5 \times 1,0$ cm foram fixadas por 48 horas em FAA 50 (Johansen 1940), desidratadas em série etanólica (70%, 80, 90%, 100%, 2 horas cada), pré-infiltradas em mistura de resina metacrilato (Leica) em álcool 95% (1/1 v/v, por 12 horas), e então infiltradas em resina pura (24 horas), preparada segundo as instruções do fabricante (Leica) e, posteriormente, polimerizadas em histomoldes em temperatura ambiente.

Os blocos foram seccionados em micrótomo rotativo *Leica* semiautomático para a obtenção de secções transversais com espessura de 3 μ m. As secções foram coradas com Azul de Toluidina (AT) (O'Brien *et al.* 1964) de 3 a 5 minutos, e montadas entre lâminas e lamínulas em resina sintética Entellan®. As medições das estruturas foram feitas com o auxílio de retículo milimétrico de medição e as lâminas foram fotografadas em microscópio Olympus BX41 com câmera digital Olympus C7070 acoplada, com e sem filtro polarizador.

Todo material foi analisado em microscopia de luz e para a descrição das lâminas, seguiu-se o protocolo desenvolvido por Barbosa (2004).

Para as descrições anatômicas das secções transversais das espécies deste trabalho, serão seguidas as seguintes definições:

Córtex: camada externa, superior e inferior, que consiste em hifas densamente compactadas (Hale 1973).

Camada de algas: a camada que contém o fotobionte, geralmente entre o córtex superior e medula (Hale 1973, Kirk *et al.* 2008).

Medula: hifas frouxamente entrelaçadas que, na maioria dos talos, ocupa a maior parte do volume total do líquen (Hale 1973, Budel & Scheidegger 2008).

Tecidos: Formado por células posicionadas lado a lado (Barbosa & Marcelli 2009).

Plectênquima: tecido formado por hifas entrelaçadas, firmemente compactadas ou conectadas por anastomoses (Jahns 1973).

Plectênquima paliçádico: plectênquima composto por hifas paralelas entre si, com organização semelhante a uma paliçada (Barbosa & Marcelli 2009).

Paraplectênquima: plectênquima formado por hifas de paredes delgadas que perdem aparência de hifas, com presença de organização celular (Kirk *et al.* 2008).

Prosoplectênquima: plectênquima com hifas de paredes espessadas e facilmente reconhecíveis (Kirk *et al.* 2008).

Escleroplectênquima: plectênquima formado por células de paredes espessas de lúmen estreito, com organização semelhante esclerênquima de plantas superiores (Kitaura & Marcelli 2013).

RESULTADOS

Canoparmelia caroliniana (Nyl.) Elix & Hale, *Mycotaxon* 27: 278. 1986

Figura 1

Epicórtex até 1,25 µm alt. **Córtex superior** prosoplectenquimático contínuo a paliçádico, roxo, 1–5 células alt. (10,00–27,50 µm), com células arredondadas de paredes espessadas (3,75–) 5,00–10,00 µm diâm., formado a partir de hifas medulares verticais, que atravessam a camada de algas e se projetam em direção ao córtex superior, fissuras estreitas abundantes, formadas da separação das células corticais. **Camada de algas** corada em azul turquesa, 1–6 células alt. (10,00–37,50 µm), com células arredondadas (2,50–)3,75–10,00 µm diâm., empilhadas, hifas 1,25–5,00 µm larg. **Pseudocifelas** ausentes. **Medula** 50,00–230,00 µm alt., hifas 1,25–2,50 µm larg., na **região distal**, formada por hifas transversais finas e curtas com arranjo predominante horizontal, na **região proximal** maior quantidade de hifas longitudinais em relação à parte distal corada de azul turquesa ou lilás. **Cristais** não visualizados. **Sorédios** ausentes. **Isídios** simples a irregularmente ramificados, 25,00–150,00 µm alt. x 50,00–125,00 µm larg., córtex 1–3 células alt. (5,00–12,50 µm) com algas espalhadas ou agrupadas de 3 a 6 células por toda medula. **Córtex inferior** escleroplectenquimático, azul a roxo escuro enegrecido, 1–3 células alt. (5,00–25,00 µm), com células arredondadas de paredes espessadas 3,75–5,00(–7,50) µm diâm. **Rizinas** simples, corticadas apenas na base, azul a verde escuro enegrecido, 25,00–60,00 µm larg., 7 a 13 hifas paralelas aglutinadas com 2,50–5,00 µm larg. cada.

Canoparmelia cryptochlorophaea (Hale) Elix & Hale, **Mycotaxon** 27: 278. 1986

Figura 2

Epicórtex até 1,25 µm alt. **Córtex superior** prosoplectenquimático paliçádico na região distal e prosoplectenquimático contínuo a paliçádico e lacunoso na região proximal, corado em roxo, 1–6 células alt. (5,00–37,50 µm), com células levemente

arredondadas de paredes espessadas com (2,50–) 3,75–7,50 μm diâm., formado a partir de hifas verticais, que se originam na medula e atravessam a camada de algas e, no caso da paliçada, se ramificam de 1 a 3 vezes em penacho, deixando entre si lacunas geralmente arredondadas a irregulares; presença de fissuras com espaçamento regular, a maioria caracterizada pelo afastamento (não rompimento) das células corticais, com ou sem a presença de uma câmara abaixo. **Camada de algas** corada em azul turquesa, 1–5 células alt. (12,50–37,50 μm), com células arredondadas, (2,50–)3,75–10,00 μm de diâm., hifas 1,25–5,00 μm larg. **Pseudocifelas** ausentes. **Medula** 37,50–250,00 μm alt., hifas 1,25–5,00 μm larg. Na **região distal**, a maioria das hifas é transversal, com arranjo predominante horizontal, algumas mais espessas, localizadas abaixo da camada de algas, atuando na formação do córtex superior. Na **região proximal**, poucas hifas, sem arranjo definido nos dois terços superiores e predominantemente transversal próximo ao córtex inferior, coloração azul turquesa ou coloração roxa. **Cristais** presentes na região mediana da medula, ausentes até 300,00–400,00 μm da borda do talo e aumentando gradualmente em densidade na região distal em direção ao centro; na região proximal são concentrados nos dois terços superiores da medula, amarelados, de formato irregular de granular a bastonete, de retilíneos a ligeiramente curvos, os bastonetes de 4,00–8,00 μm alt. $\times$ 1,25 μm larg., os granulares com 1,00–2,00 μm diâm. **Sorédios** arredondados, 7,50–12,50 μm diâm., 2–5 células de algas, sem vestígio de córtex. **Isídios** ausentes. **Córtex inferior** escleroplectenquimático, azul a roxo escuro enegrecido, 1–3 células alt. (5,00–15,00 μm), com células arredondadas de paredes espessadas 1,25–5,00 (–6,25) μm diâm.; em certos locais de sobreposição de lobos, desenvolvem-se hápteros prosoplectenquimáticos com organização vertical das hifas, que prendem o sublacínio ao córtex superior do sublacínio abaixo, atravessando-o e se

incorporando à medula abaixo. **Rizinas** simples, corticadas, azul escuro enegrecido, 25,00–75,00 µm larg., 5 a 10 hifas paralelas aglutinadas com 2,50–3,75 µm diâm.

Canoparmelia texana (Tuck.) Elix & Hale, **Mycotaxon** 27: 279. 1986.

Figura 3

Epicórtex até 1,25 µm. alt. **Córtex superior** prosoplectenquimático paliçádico muito lacunoso, lacunas 5,00–10,00 µm diâm., roxo, 1–7 células alt. (5,00–37,50 µm), com células levemente arredondadas de paredes espessadas (2,50–) 3,75–10,00 µm diâm., formado a partir de hifas medulares verticais de paredes espessas, que atravessam a camada de algas em direção ao córtex superior, fissuras frequentes, causadas pelo afastamento das células corticais. **Camada de algas** corada em azul turquesa, 1–6 células alt. (7,50–62,50 µm), células arredondadas (3,75–) 5,00–10,00 (–12,50) µm diâm., hifas 1,25–5,00 µm larg., a maior parte das células em grupos arredondados. **Pseudocifelas** ausentes. **Medula** 100,00–180,00 µm alt., hifas 1,25–5,00 µm larg., metade superior com hifas transversais de paredes espessas (2,50–3,75 µm larg.), arranjo horizontal, atuando na formação do córtex superior. Metade inferior com hifas de paredes finas (1,25–2,50 µm larg.), arranjo horizontal e grande quantidade de hifas longitudinais, coloração azul turquesa, roxas as de paredes mais espessas. **Cristais** ausentes até cerca de 500,00 µm da borda (região distal) e presentes na região mediana da medula (região proximal), amarelados, morfológicamente granulares irregulares ou semelhantes a um colar de contas externamente à parede das hifas. **Sorédios** arredondados, 10,00–25,00 µm diâm., 1–7 células de algas, parte deles com vestígio de córtex. **Isídios** ausentes. **Córtex inferior** escleroplectenquimático, verde a azul escuro enegrecido, 1–5 células alt. (7,50–25,00 µm), com células arredondadas com paredes

espassadas (2,50–)3,75–7,50 μm alt. $\times$ 2,50–5,00 (–7,50) μm larg. **Rizinas** simples, corticadas apenas na base, verde a azul escuro enegrecido, 20,00–62,50 μm larg., 7–15 hifas paralelas aglutinadas com 2,50–3,75 μm diâm.

Crespoa carneopruinata (Zahlbr.) Lendemer & Hodkinson, **North American Fungi** 7: 3.2013.

Figura 4

Epicórtex até 1,25. **Córtex superior** paraplectenquimático contínuo, roxo, 1–6 células alt. (10,00–35,00 μm), com células levemente arredondadas com paredes finas (2,50–) 3,75–5,00 μm diâm., bem delimitado da camada de algas, formado a partir de hifas medulares verticais, de paredes espessas, que atravessam a camada de algas em direção ao córtex superior, fissuras frequentes, causadas pelo afastamento das células corticais. **Camada de algas** corada em azul turquesa, 1–5 células alt. (12,50–37,50 μm), com células arredondadas (2,50–)3,75–10,00 μm diâm., hifas 2,50–3,75 μm larg., células regularmente espalhadas por toda a camada. **Pseudocifelas** ausentes. **Medula** 52,50–150,00 μm alt., hifas 1,25–5,00 μm larg., muitas hifas, sem arranjo definido, algumas hifas transversais de paredes espessas logo abaixo da camada de algas atuando na formação do córtex superior, coloração azul turquesa, roxas as de paredes mais espessas. **Cristais** poucos a abundantes, presentes na região mediana e superior da medula, amarelados, em formato de anel, geralmente ao redor de hifas longitudinais, de onde saem as hifas mais espessas que atuam na formação do córtex superior. **Sorédios** arredondados, 10,00–25,00 μm diâm., 2–6 células de algas, não raro com vestígios de córtex. **Isídios** ausentes. **Córtex inferior** paraplectenquimático com paredes um pouco espessadas, verde escuro enegrecido, 1–3 células alt. (7,50–17,50 μm), com células

arredondadas (2,50–) 3,75–7,50 μm diâm. **Rizinas** simples, corticadas, verde escuro enegrecido, 17,50–75,00 μm larg., 7–10 hifas paralelas aglutinadas com 2,50–5,00 μm larg.

Crespoa crozalsiana (B. de Lesd. ex J. Harm.) Lendemer & Hodkinson, North American Fungi 7: 3. 2013

Figura 5

Epicórtex com até 1,25 μm alt. **Córtex superior** paraplectenquimático contínuo, padrão em paliçada pouco perceptível, bem distinto da camada de algas, roxo, 2–6 células alt. (12,50–37,50 μm), com células levemente arredondadas de paredes finas (2,50–) 3,75–7,50 μm diâm., formado a partir de hifas medulares verticais, de paredes espessas, que atravessam a camada de algas, fissuras frequentes, formadas pelo afastamento das células corticais. Camada de **algas** corada em azul turquesa, 1–6 células alt. (10,00–37,50 μm), com células arredondadas (3,75–) 5,00–7,50 μm diâm.; hifas 1,25–3,75 μm larg., abundantes por toda camada, agrupadas ou espalhadas. **Pseudocifelas** ausentes. **Medula** 32,50–150,00 μm alt., hifas 1,25–5,00 μm larg., hifas com paredes finas, sem arranjo definido, poucas mais espessas logo abaixo da camada de algas, grande quantidade de hifas longitudinais, coloração azul turquesa, roxas as de paredes mais espessas. **Cristais** poucos, porém em maior quantidade na região proximal e localizados na região mediana da medula, porém mais concentrados sob os sorais e as fissuras, amarelados, morfológicamente irregulares a alongados, comumente curvos na forma de anéis ao redor de hifas longitudinais. **Sorédios** arredondados, 17,50–22,50 μm diâm., 1–5 células de algas, não raro com vestígio de córtex na região mais velha (proximal). **Isídios** ausentes. **Córtex inferior** paraplectenquimático contínuo, verde

escuro enegrecido, 1–4 células alt. (10,00–20,00 μm), com células arredondadas de paredes finas (2,50–)3,75–6,25 μm diâm. **Rizinas** simples, corticadas (?), verde escuro enegrecido, 25,00–75,00 μm larg., 6–20 hifas paralelas aglutinadas com 1,25–3,75 μm larg.

Crespoa scrobicularis (Kremp.) Benatti & Lendemer, **Brittonia**. 2014 (no prelo).

Figura 6

Epicórtex até 1,25 μm alt. **Córtex superior** paraplectenquimático contínuo (não em paliçada), roxo, 2–9 células alt. (10,00–37,50 μm), mais espesso no fundo das depressões; com células arredondadas de paredes finas (2,50–) 3,75–7,50 μm diâm., formado a partir de hifas verticais, que se originam na medula e atravessam a camada de algas; na região das cristas, o córtex normalmente se desorganiza chegando mesmo a desaparecer, colocando a camada de algas em contato direto com o epicórtex que, quando desaparece, dá lugar a pseudocifelas. **Camada de algas** corada em azul turquesa, 1–8 células alt. (7,50–50,00 μm), com células arredondadas (2,50–) 3,75–6,25 (–10,00) μm diâm., com células espalhadas pela camada, hifas 1,25–5,00 μm larg. **Medula** 50,00–150,00 μm alt., podendo chegar até a 270,00 μm alt. nas cristas, metade superior formada por hifas transversais de paredes espessas (2,50–3,75 μm larg.), em arranjo horizontal, atuando na formação do córtex superior. Metade inferior formada por hifas de paredes finas (1,25–2,50 μm larg.), sem arranjo definido. Hifas longitudinais por toda medula, coloração azul turquesa, roxas as de paredes mais espessas. **Cristais** na região mediana da medula ou onde há espessamento, amarelados, formato irregular ou em formato de anel ao redor das hifas (quando cortadas transversalmente). **Sorédios** ausentes. **Isídios** ausentes. **Córtex inferior**

paraplectenquimático, verde escuro enegrecido, 1-2 (-3) células alt. (7,50-15,00 μm), com células arredondadas de paredes finas (2,50-) 3,75-7,50 (-10,00) μm diâm.

Rizinas simples, corticadas apenas na base, verde a azul escuro enegrecido, 20,00-65,00 μm larg., 5-15 hifas paralelas aglutinadas com 1,25-5,00 μm larg.

As principais características anatômicas das espécies estudadas estão sumarizadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Principais características anatômicas encontradas nas espécies de *Canoparmelia* estudadas.

	<i>C. caroliniana</i>	<i>C. cryptochlorophaea</i>	<i>C. texana</i>
Epicórtex	Com até 1,25 μm	Com até 1,25 μm	Com até 1,25 μm
Córtex superior	Prosoplectenquimático contínuo a prosoplectenquimático paliçádico, 10,00–27,50 μm alt.	Prosoplectenquimático paliçádico (região distal) e prosoplectenquimático contínuo a prosoplectenquimático paliçádico e lacunoso (região proximal), 5,00–37,50 μm alt.	Prosoplectenquimático paliçádico muito lacunoso, 5,00–37,50 μm alt.
Camada de algas	1–6 células alt. (10,00–37,50 μm)	1–5 células alt., (12,50–37,50 μm)	1–6 células alt., (7,50–62,50 μm)
Medula	50,00–230,00 μm alt.	37,50–250,00 μm alt.	100,00–180,00 μm alt.
Orientação das hifas da medula (arranjo)	Na região distal, hifas transversais com arranjo predominante horizontal, finas e curtas. Região proximal, maior quantidade de hifas longitudinais em relação à parte jovem.	Na região distal, maioria das hifas transversais, arranjo predominante horizontal. Na região proximal, poucas hifas, sem arranjo definido nos dois terços superiores e predominantemente transversal próximo ao córtex inferior.	Metade superior com hifas transversais de arranjo horizontal. Metade inferior com arranjo horizontal e grande quantidade de hifas longitudinais. Sem diferenças entre região distal e proximal.
Cristais	Não visualizados.	Poucos, amarelados, morfologicamente granulares a bastonetes, de retilíneos a ligeiramente curvos.	Poucos, amarelados, morfologicamente granulares irregulares ou semelhantes a um colar de contas externamente à parede das hifas.
Sorédios	Ausentes	7,50–12,50 μm diâm.	10,00–25,00 μm diâm.
Isídios	Simple a irregularmente ramificados, 25,00–150,00 μm alt. x 50,00–125,00 μm larg.	Ausentes	Ausentes
Córtex inferior	Escleroplectenquimático 5,00–25,00 μm	Escleroplectenquimático 5,00–15,00 μm	Escleroplectenquimático 7,50–25,00 μm
Rizinas	Simple, corticadas apenas na base, 25,00–60,00 μm larg.	Não visualizadas	Não visualizadas

Tabela 2: Principais características anatômicas encontradas nas espécies de *Crespoa* estudadas.

	<i>C. scrobicularis</i>	<i>C. carneopruinata</i>	<i>C. crozalsiana</i>
Epicórtex	Com até 1,25 μm	Com até 1,25 μm	Com até 1,25 μm
Córtex superior	Paraplectenquimático contínuo, 10,00–37,50 μm	Paraplectenquimático contínuo, 10,00–35,00 μm	Paraplectenquimático contínuo, padrão em paliçada pouco perceptível 12,50–37,50 μm
Camada de algas	1–8 células alt. (7,50–50,00 μm)	1–5 células alt. (12,50–37,50 μm)	1–6 células alt. (10,00–37,50 μm)
Medula	50,00–150,00 μm alt., (até a 270,00 μm alt. nas cristas)	52,50–150,00 μm alt.	32,50–150,00 μm alt.
Orientação das hifas da medula (arranjo)	Metade superior com arranjo horizontal. Metade inferior sem arranjo definido. Hifas longitudinais por toda medula.	Sem arranjo definido.	Sem arranjo definido, grande quantidade de hifas longitudinais por toda medula.
Cristais	Na região mediana da medula ou onde há espessamento, amarelados, morfológicamente irregulares ou em formato de anel ao redor das hifas.	Poucos a abundantes, na região mediana e superior da medula, amarelados, morfológicamente em formato de anel, geralmente ao redor de hifas longitudinais superior.	Poucos mas em maior quantidade na região proximal, mais concentrados sob os sorais e as fissuras, amarelados, morfológicamente irregulares a alongados, comumente curvos na forma de anéis ao redor de hifas longitudinais.
Sorédios	Ausentes	10,00–25,00 μm diâm.	17,50–22,50 μm diâm.
Isídios	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Córtex inferior	Paraplectenquimático 7,50–15,00 μm	Paraplectenquimático com paredes um pouco espessadas 12,50–17,50 μm	Paraplectenquimático contínuo 10,00–20,00 μm
Rizinas	Simples, corticadas apenas na base 20,00–65,00 μm larg.	Simples, corticadas 17,50–75,00 μm larg.	Simples, corticadas 25,00–75,00 μm larg.

DISCUSSÃO

Epicórtex

Em todas as espécies, o epicórtex foi visualizado e mediu até 1,25 μm de espessura (Figs. 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A).

O epicórtex é uma fina camada amorfa de polissacarídeos que, segundo Hale (1973), só seria visível em microscopia eletrônica de varredura, no entanto, Barbosa *et al.* (2009) desenvolveram um protocolo para estudos anatômicos da família *Parmeliaceae* e conseguiu visualizar o epicórtex em microscopia de luz, como feito aqui.

Córtex superior

A análise do córtex superior das espécies de *Canoparmelia* concorda com Elix (1993), que considera este gênero caracterizado por possuir córtex superior plectenquimático-paliçádico (Figs. 1B, 2B, 3B).

De todas as espécies estudadas, apenas em *Canoparmelia cryptochlorophaea* há uma grande variação anatômica no córtex superior entre a parte jovem e a parte mais velha do talo. Na parte jovem, é prosoplectenquimático paliçádico (Fig. 2A), enquanto na parte mais velha ele varia de prosoplectenquimático contínuo a prosoplectenquimático paliçádico e lacunoso (Fig. 2B).

As lacunas visualizadas nesta espécie são parecidas com aquelas encontradas em *Canoparmelia texana* e já descritas por Barbosa *et al.* (2010). Porém, em *C. cryptochlorophaea*, elas são menos frequentes que em *C. texana* (Figs. 2B, 3B).

Em *C. texana*, Barbosa (2004) e Barbosa *et al.* (2010) descreveram um tipo inédito de tecido para o córtex superior desta espécie, que foi chamado de lacunoso,

com cavidades intercelulares grandes e frequentes, sem organização plectenquimática. No entanto, analisando uma maior quantidade de espécimes e duas regiões diferentes dos talos, constatou-se que este tecido é um tipo de prosoplectênquima paliçádico. Por este motivo, neste trabalho o córtex superior de *C. texana* é chamado de prosoplectênquima paliçádico lacunoso (diferenciado de *C. cryptochlorophaea* apenas pela quantidade e frequência das lacunas).

Canoparmelia caroliniana apresenta o córtex superior variando de prosoplectenquimático contínuo a prosoplectenquimático paliçádico (Fig. 1B).

Já em *Crespoa scrobicularis*, *C. carneopruinata* e *C. crozalsiana* o córtex superior é paraplectenquimático contínuo (Figs. 4C 5B, 6B). Porém, em alguns cortes foi possível visualizar que *C. crozalsiana* apresenta padrão em paliçada quase imperceptível. O córtex superior destas três espécies assemelha-se com o descrito para espécies de *Parmotrema* (Barbosa 2004, 2009, Barbosa *et al.* 2009a/b, Barbosa & Marcelli 2010).

Canoparmelia caroliniana, *C. cryptochlorophaea*, *C. texana* e *Crespoa crozalsiana* apresentam fissuras que variam de frequentes a abundantes e são resultado do afastamento das células corticais, sem rompimento de tecido (Figs. 1D, 2F, 3B, 5A).

Pseudocifelas

Segundo Barbosa (2009), as pseudocifelas podem se formar de duas maneiras: a partir do rompimento e desintegração das células do córtex superior, expondo as hifas da medula, ou seja, se formando do exterior para o interior do talo, como exemplo em *Punctelia colombiana*, *P. graminicola* e *P. roseola*. Em outro caso, elas podem se formar a partir de uma organização de hifas medulares em agrupamentos circulares em locais específicos do talo, afastando as células da alga, com rompimento do córtex

superior e do epicórtex, expondo as hifas da medula, se formando do interior para o exterior do talo, como ocorre em *P. constantimontium*, *P. graminicola* e *P. imbricata*.

As pseudocifelas podem ter epicórtex ausente ou persistente sobre elas. Segundo Hale (1981), apenas as espécies de *Parmelia* possuiriam epicórtex persistente. No entanto, Barbosa (2009) visualizou esta característica em *Punctelia constantimontium* e *P. graminicola*.

Em *C. scrobicularis*, há formação de cristas no córtex superior e, nestas regiões, o córtex normalmente se desorganiza chegando mesmo a desaparecer, colocando a camada de algas em contato direto com o epicórtex, com a anatomia idêntica à de pseudocifelas (Figs. 6A, 6B). Entretanto, pseudocifelas são estruturas morfológicas (visíveis a olho nu ou ao microscópio estereoscópico) e são descritas como ausentes nas análises morfológicas. Neste caso, a formação das "pseudocifelas" ocorre do interior para o exterior do talo e o epicórtex é ausente.

Como não havia relato de pseudocifelas em *C. scrobicularis*, serão necessários estudos mais detalhados para a observação da ontogenia desta estrutura e a partir disso, uma comparação com as demais espécies e gêneros pseudocifelados em *Parmeliaceae*.

Camada de algas

A camada de algas varia de 1 a 8 células de altura. Em *Canoparmelia*, há grande variação quanto à disposição das células pela camada e, por isso, não foi possível definir um padrão para esta disposição.

Nas espécies de *Crespoa*, a camada de algas é bem delimitada do córtex superior (Figs. 4A, 5B, 6B).

Medula

A espessura da medula apresenta pouca variação entre as espécies estudadas. Em *Canoparmelia texana* e nas espécies de *Crespoa* ela varia de 32,50–180,00 μm de altura (Figs. 3A, 4A, 4B, 5A, 6A). Nos talos de *Crespoa scrobicularis* há formação de cristas e, nesses locais, a medula pode chegar até 270,00 μm de altura (Figs. 6A, 6B).

Em *Canoparmelia caroliniana* e *C. cryptochlorophaea* ela é mais espessa, podendo chegar a 150,00 μm em *C. cryptochlorophaea* e 230,00 μm em *C. caroliniana* (Figs. 1A, 2A).

As diferenças mais notáveis nas espécies são quanto ao padrão de organização e orientação das hifas.

Crespoa carneopruinata e *C. crozalsiana* não possuem arranjo das hifas definido e apresentam grande quantidade de hifas longitudinais por toda medula (Figs. 4A, 4B, 5A).

Em *Canoparmelia caroliniana*, o arranjo das hifas da medula varia da região distal para a região proximal do talo. Na região distal, a maioria das hifas são transversais, finas e curtas, com arranjo predominante horizontal. Na região proximal, há predomínio de hifas longitudinais (Fig. 1A).

Canoparmelia cryptochlorophaea apresenta variação entre as regiões do talo. Na região distal, a maioria das hifas é transversal, com arranjo predominante horizontal. A região proximal apresenta hifas se arranjo definido nos dois terços superiores da medula e predomínio de hifas transversais próximo ao córtex superior (Fig. 2A).

Em *C. texana*, a medula é dividida em dois estratos: o superior, formado por hifas transversais de paredes espessas, com arranjo horizontal, e coloração diferenciada, atuando diretamente na formação do córtex superior. O estrato inferior é formado por

hifas de paredes delgadas com arranjo horizontal e grande quantidade de hifas longitudinais (Fig. 3A).

Crespoa scrobicularis também apresenta a medula com dois estratos: o superior formado por hifas transversais de paredes mais espessas, com arranjo horizontal, e o inferior, não possui arranjo definido. Os dois estratos possuem grande quantidade de hifas horizontais (Fig. 6A).

Cristais

Segundo Hawksworth & Hill (1984) e Nash (2008), muitas vezes os cristais de ácidos liquênicos aparecem como incrustações na superfície das hifas medulares. Em *Canoparmelia texana*, *Crespoa carneopruinata*, *C. crozalsiana* e *C. scrobicularis* e, ficou claro o depósito de cristais sobre as hifas da medula (Figs. 3C, 4A, 4B, 5G, 5H, 6C, 6D). Em *C. cryptochlorophaea* não foi possível visualizar esta relação dos cristais com as hifas.

Os cristais foram mais bem visualizados em microscópio com filtro polarizador. Eles não foram visualizados em *C. caroliniana*.

Em *Crespoa* os cristais provavelmente são de ácido stictico. Possuem coloração amarelada e morfologicamente eles são irregulares ou se apresentam na forma de anel ao redor das hifas transversais.

Em *C. texana*, é provável que sejam de ácido divaricático, sendo pequenos, granulares, irregulares ou podem aparecer na forma de um colar de contas externamente à parede das hifas transversais e longitudinais.

Em *C. cryptochlorophaea* é provável que sejam ácidos caperático e criptocloroico. São amarelados, de granulares a bastonetes, retilíneos a ligeiramente curvos.

Um fato interessante, é que em *C. carneopruinata* e *C. crozalsiana* a maioria dos cristais estão concentrados sob os sorais e as fissuras, sendo poucos os que se dispõem espalhados pela medula (Figs. 5D, 6D). O fato de estes cristais estarem relacionados aos sorais pode indicar que estes ácidos liquênicos atuem no metabolismo de reprodução nestas espécies.

Córtex inferior

Barbosa *et al.* (2010) descreveram o córtex inferior de *C. texana* como sendo prosoplectenquimático. No entanto, depois deste trabalho, alguns outros foram desenvolvidos (Kitaura 2012, Kitaura & Marcelli 2013) e novos tecidos foram descobertos e hoje ele é chamado de escleroplectenquimático (Kitaura & Marcelli 2013) (Fig. 3E).

Desta forma, foi possível perceber que o córtex inferior das espécies de *Canoparmelia* é escleroplectenquimático (Figs. 1C, 2C, 3E), enquanto que em *Crespoa* é paraplectenquimático (Figs. 4C, 5C, 6C).

Rizinas e Hápteros

Em todas as espécies, as rizinas são simples e formadas a partir das hifas da medula e por tecido cortical (em *C. cryptochlorophaea* elas não foram visualizadas). Em *Canoparmelia caroliniana* e *Crespoa scrobicularis* elas são corticadas apenas na base (Figs. 1E, 6F) enquanto que em *Crespoa carneopruinata* e *C. crozalsiana* elas são inteiramente corticadas (Figs. 4E, 5E). O tamanho varia entre 17,50 e 75,00 μm de espessura.

Em *C. texana*, não foram visualizadas rizinas, mas Barbosa *et al.* (2010) as descreve como sendo corticadas apenas na base e formadas por tecido cortical e hifas medulares.

Em *C. cryptochlorophaea*, há certos locais de sobreposição de lobos onde desenvolvem-se hápteros prosoplectenquimáticos com organização vertical das hifas, que prendem o lobo de cima ao lobo abaixo dele, atravessando seu córtex e se incorporando à medula abaixo (Fig. 2F). Esta estrutura foi visualizada somente nesta espécie

Estruturas de reprodução

As espécies estudadas produzem diferentes estruturas para a reprodução. *C. scrobicularis* é a única estudada que não produz qualquer tipo de estrutura de reprodução direta.

Canoparmelia caroliniana é a única isidiada. Seus isídios são simples a irregularmente ramificados e têm de 25,00 a 150,00 µm de altura por 50,00 a 125,00 µm de largura. O córtex possui 1 a 3 células de altura (5,00-12,50 µm), e as células de algas estão espalhadas ou agrupadas de 3 a 6 células por toda medula (Figs. 1A, 1F).

Canoparmelia cryptochlorophaea, *C. texana*, *Crespoa carneopruiata* e *C. crozalsiana* são sorediadas (Figs. 2E, 3F, 4D, 5H, 6F). Os sorédios são arredondados, os de *C. cryptochlorophaea* são os menores, com 7,50-12,50 µm diâmetro, enquanto nas demais espécies varia entre 7,50-25,00 µm diâmetro.

Foram encontrados picnídios (Figs. 3F, 6E) e apotécios apenas em *Canoparmelia texana* e *Crespoa scrobicularis*, que não foram descritos devido à falta de material para comparação com as demais espécies.

CONCLUSÕES

Os estudos anatômicos se mostraram eficientes frente aos objetivos propostos. Por meio das secções transversais das espécies estudadas, foram encontradas diferenças corticais que sustentam a distinção entre *Canoparmelia* e *Crespoa*.

Algumas estruturas ainda necessitam de estudos mais aprofundados para o entendimento de sua ontogenia, como é o caso das pseudocifelas em *Crespoa scrobicularis* e dos hápteros em *Canoparmelia cryptochlorophaea*. Estas estruturas foram visualizadas pela primeira vez nestes gêneros.

Além disso, foi possível perceber que, *Canoparmelia*, não é um gênero uniforme, ou seja, é formado por grupos de espécies, visto que suas características anatômicas apresentam grande variação, diferente do que ocorre com *Crespoa*, em que as características anatômicas são constantes nas três espécies conhecidas.

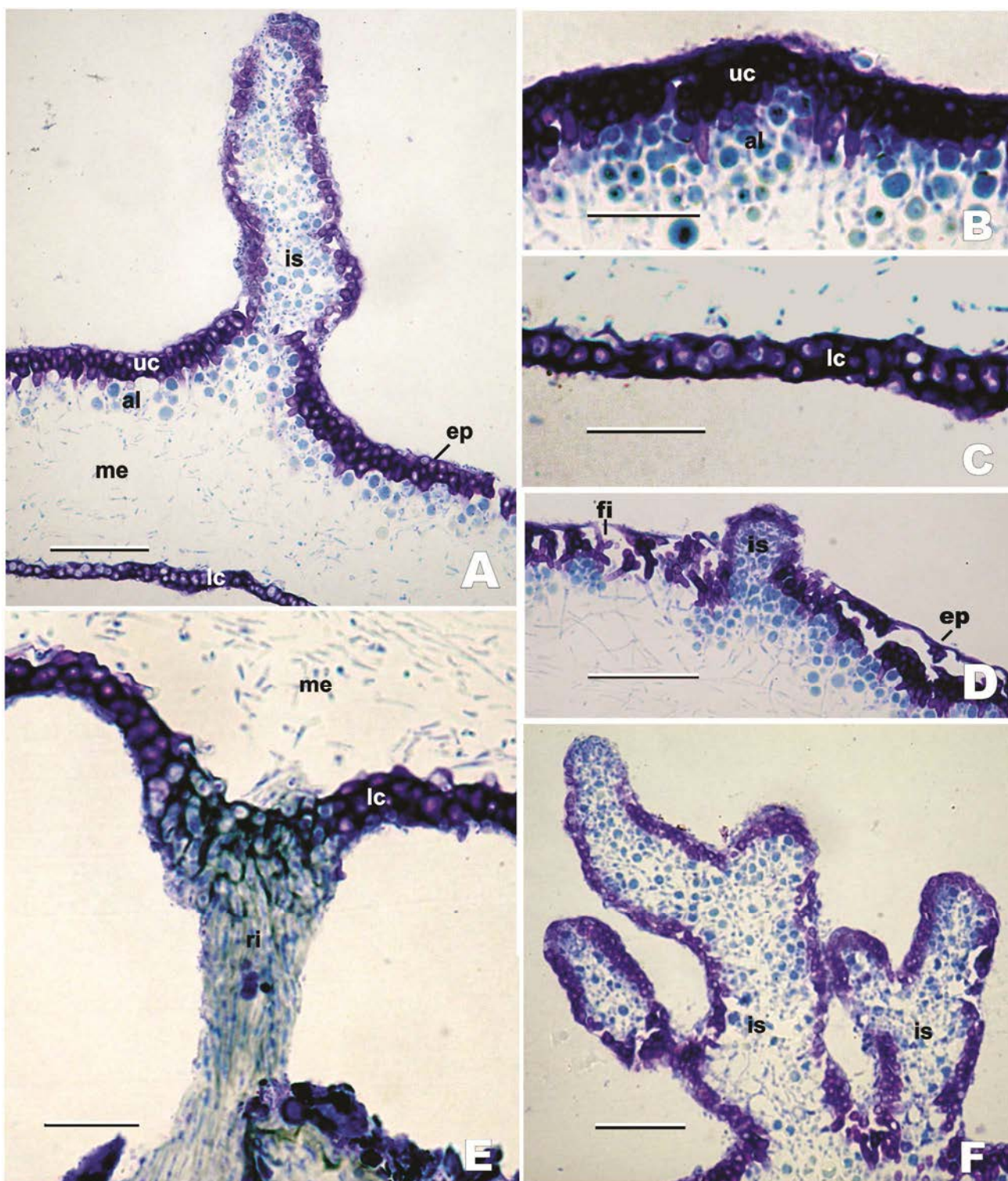


Figura 1: Secção transversal do talo de *Canoparmelia caroliniana*. A. Secção transversal mostrando o epicórtex, córtex superior, isídio, camada de algas, medula e córtex inferior. B. Detalhe mostrando o córtex superior e a camada de algas. C. Detalhe mostrando o córtex inferior. D. Detalhe do córtex superior mostrando o epicórtex, fissura e o início da formação do isídio. E. Detalhe mostrando rizina. F. Detalhe mostrando os isídios. Barra: 25µm (B, C, E), 50µm (D), 100µm (A). Legenda: epicórtex (ep), córtex superior (uc), fissura (fi), camada de algas (al), medula (me), córtex inferior (lc) e isídios (is).

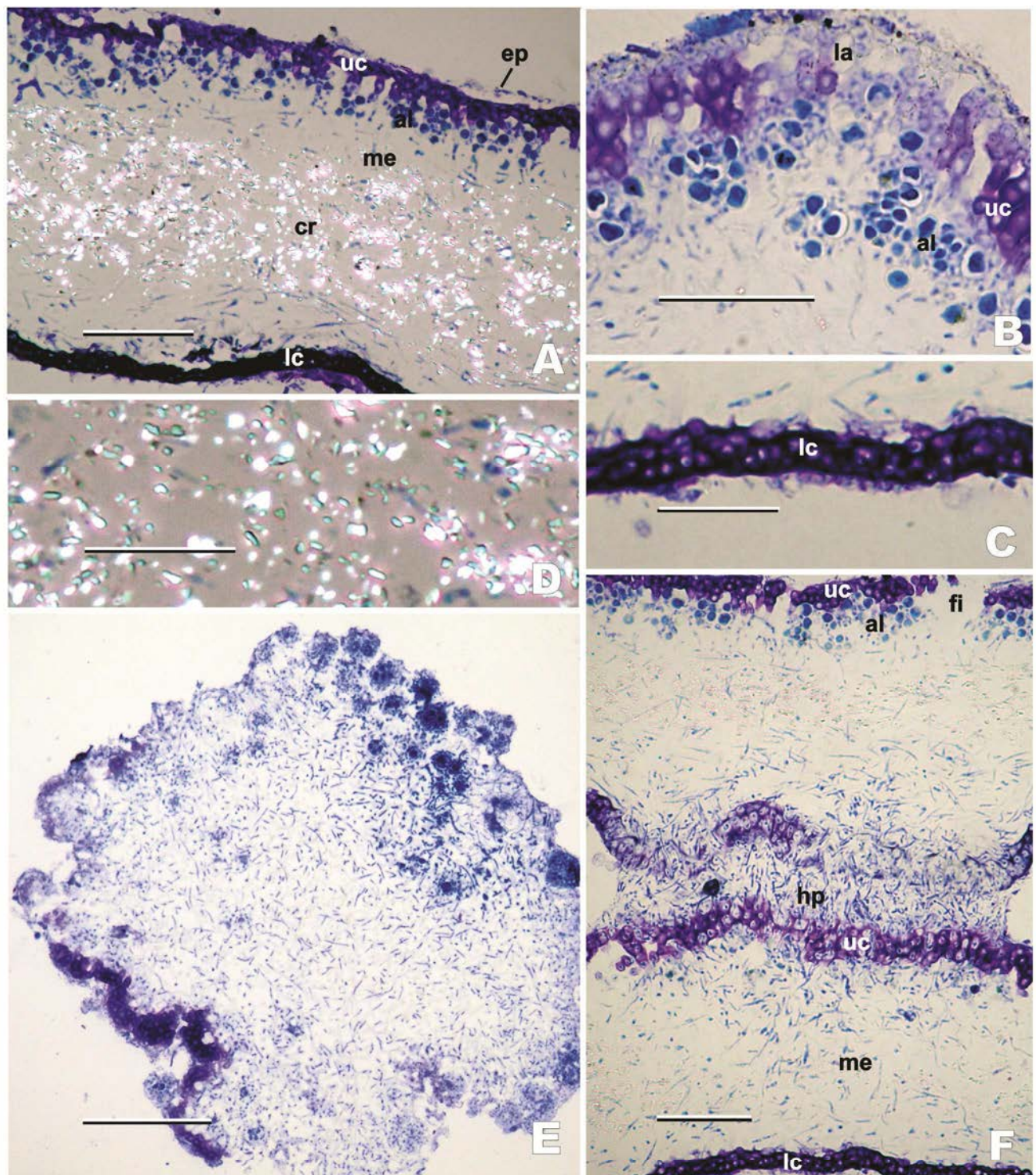


Figura 2: Secção transversal de *Canoparmelia cryptochlorophaea*. A. Secção transversal visualizada com auxílio de polarizador, mostrando o epicórtex, córtex superior, camada de algas, medula, córtex inferior e a disposição dos cristais. B. Detalhe do córtex superior, mostrando a presença de lacunas. C. Detalhe do córtex inferior. D. Detalhe visualizado com auxílio de polarizador, mostrando o formato dos cristais. E. Detalhe do soral, mostrando os sorédios. F. Detalhe do háptero unindo dois lobos. Barras: 25µm (C), 50µm (B, D, E, F), 100µm (A). Legenda: epicórtex (ep), córtex superior (uc), camada de algas (al), medula (me), córtex inferior (lc), cristais (cr), lacunas (la), sorédios (so), fissuras (fi) e hápteros (hp).

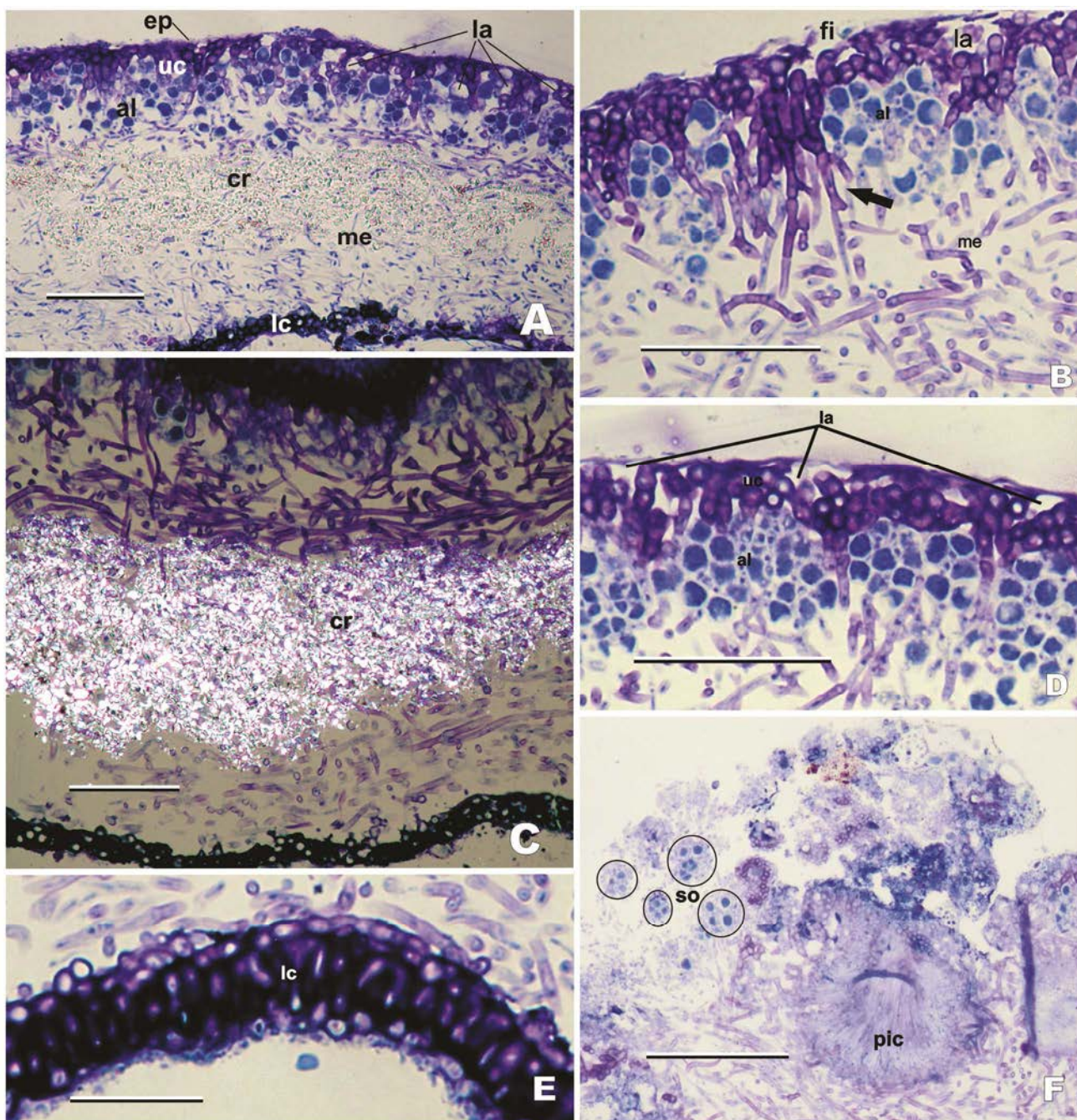


Figura 3: Secção transversal do talo de *Canoparmelia texana*. A. Secção transversal mostrando córtex superior com lacunas, epicórtex, camada de algas, medula, cristais e córtex inferior. B. Detalhe mostrando a formação do córtex superior em paliçada e fissura. C. Secção transversal visualizada com auxílio de polarizador, mostrando a disposição dos cristais na região mediana da medula. D. Detalhe do córtex superior, mostrando a presença de lacunas e a camada de algas. E. Detalhe mostrando o córtex inferior. F. Detalhe mostrando sorédios e picnídio. . Barras: 25µm (E), 50µm (A, B, C, D, F). Legenda: córtex superior (uc), camada de algas (al), medula (me), córtex inferior (lc), epicórtex (ep), fissura (fi), cristais (cr), lacunas (la), sorédios (so) e picnídios (pic).

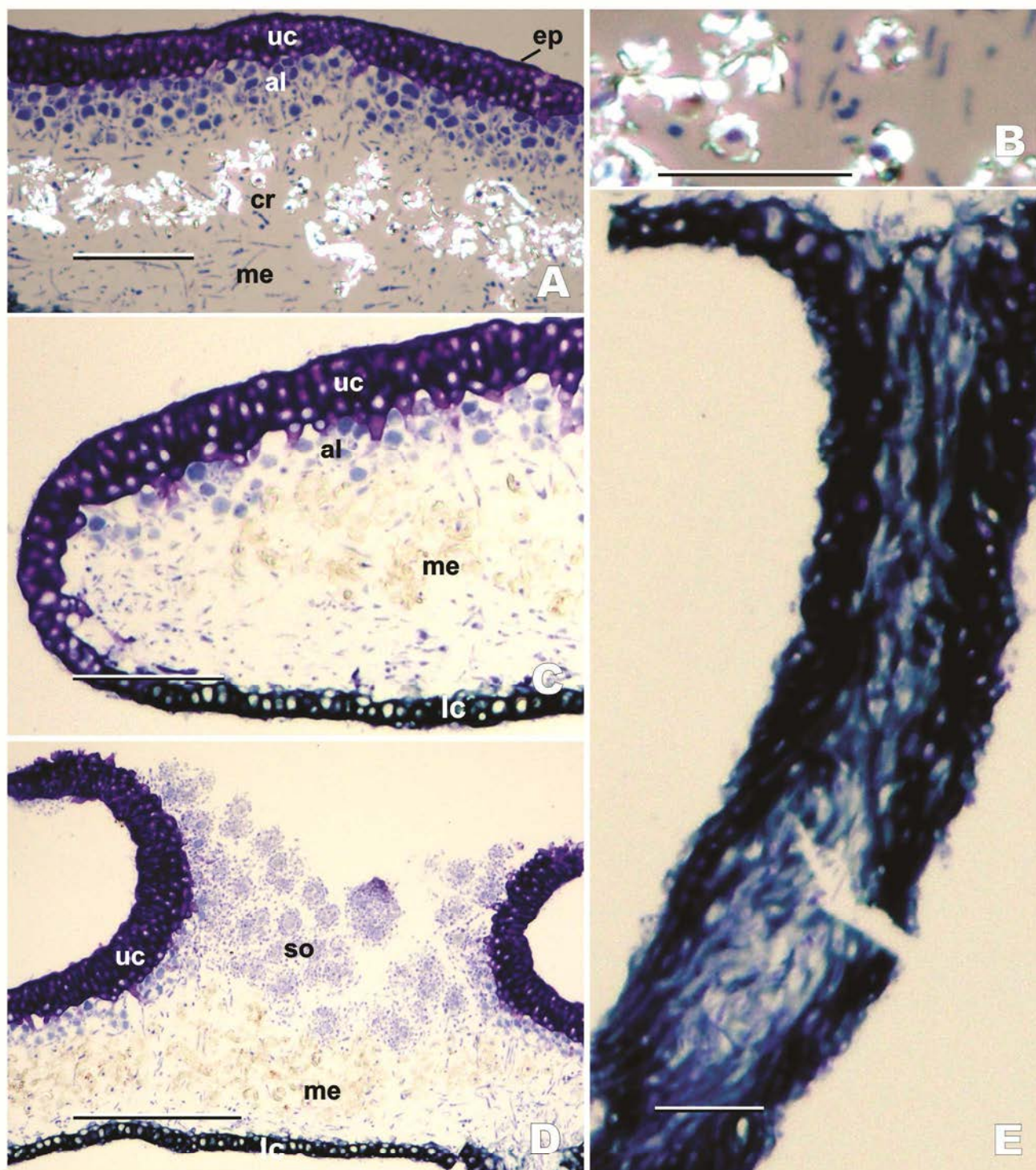


Figura 4: Secção transversal do talo de *Crespoa carneopruinata*. A. Secção transversal visualizada com auxílio de polarizador, mostrando o epicórtex, córtex superior, camada de algas, medula e a disposição dos cristais. B. Detalhe visualizado com auxílio de polarizador, mostrando os cristais em formato de anéis ao redor de hifas longitudinais. C. Secção transversal mostrando a margem do lacínio, com córtex superior, camada de algas, medula e córtex inferior. D. Detalhe mostrando o soral com sorédios. E. Detalhe da rizina. Barra: 25µm (B, C, E), 50µm (A, D). Legenda: epicórtex (ep), córtex superior (uc), camada de algas (al), medula (me), córtex inferior (lc), cristais (cr), sorédios (so) e rizinas (ri).

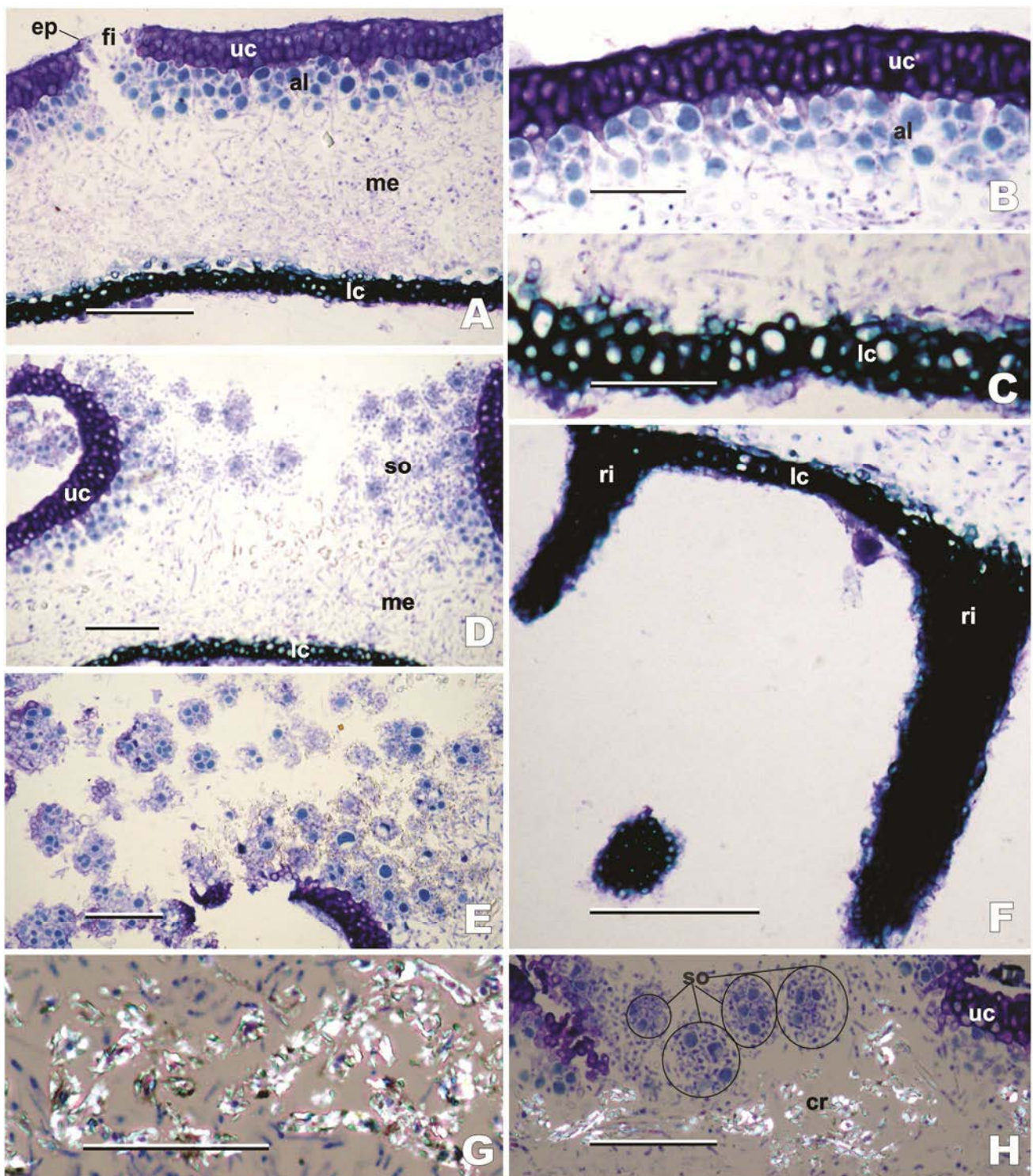


Figura 5: Secção transversal do talo de *Crespoa crozalsiana*. A. Secção transversal mostrando o córtex superior, epicórtex, fissura, camada de algas, medula e córtex inferior. B. Detalhe do córtex superior e camada de algas. C. Detalhe do córtex inferior. D. Detalhe do soral, mostrando os sorédios. E. Detalhe dos sorédios (so). F. Detalhe das rizinas. G. Detalhe visualizado com auxílio de polarizador, mostrando o formato dos cristais. H. Detalhe visualizado com auxílio de polarizador mostrando os cristais abaixo dos sorédios. Barras: 25 μ m (B, C), 50 μ m (A, D, E, F, G, H). Legenda: córtex superior (uc), camada de algas (al), medula (me), córtex inferior (lc), epicórtex (ep), fissura (fi), sorédios (so), rizinas (ri) e cristais (cr).

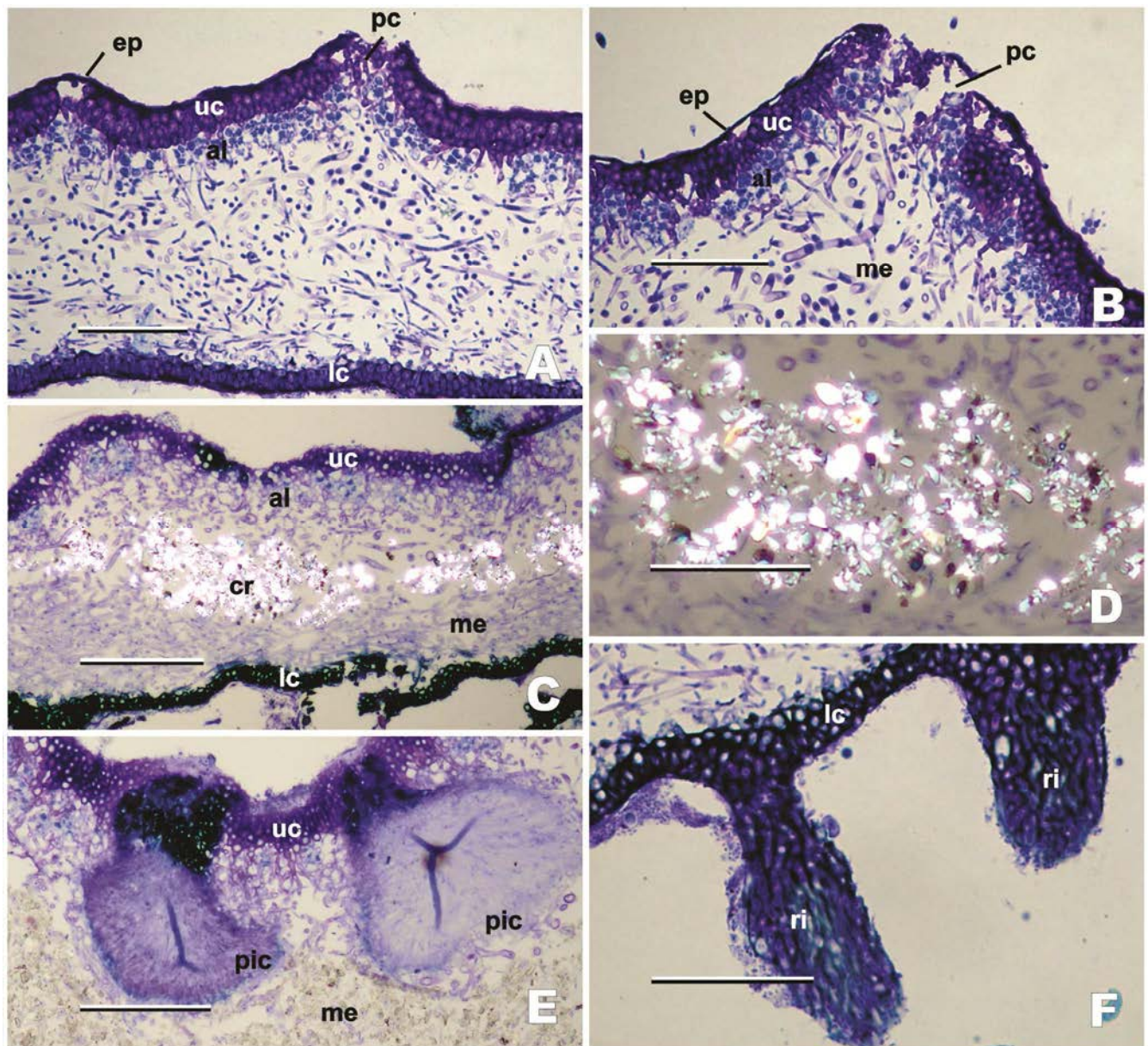


Figura 6: Secção transversal do talo de *Crespoa scrobicularis*. A. Secção transversal mostrando córtex superior, epicórtex, pseudocifela, camada de algas, medula e córtex inferior. B. Detalhe do córtex superior, mostrando pseudocifela, epicórtex e camada de algas. C. Secção transversal visualizada com auxílio de polarizador mostrando a disposição dos cristais na região mediana da medula. D. Detalhe visualizado com auxílio de polarizador mostrando o formato dos cristais. E. Detalhe dos picnídios. F. Detalhe das rizinas. Barras: 25µm (D), 50µm (A, B, E, F), 100µm (C). Legenda: córtex superior (uc), camada de algas (al), medula (me), córtex inferior (lc), pseudocifela (pc), epicórtex (ep), cristais (cr), picnídios (pic), rizinas (ri).

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (processo 2012/16150-9) pela concessão da bolsa de mestrado a Camila Ap. Zanetti e à CAPES pela bolsa de pós-doutorado a Patrícia Jungbluth (processo PNPd 02749/09-2) e auxílio financeiro para este projeto. Ao CNPq por bolsa de produtividade a Marcelo P. Marcelli.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, S.B.** 2004. Estudos anatômicos em quatro espécies de *Parmeliaceae* (*Ascomycota* liquenizados). Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu.
- Barbosa, S.B.** 2009. Aplicabilidade taxonômica de variações anatômicas em fungos liquenizados. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu.
- Barbosa, S.B. & Marcelli, M.P.** 2009. Plectênquimas – tipos e definições. *Glalia* 2: 1-9.
- Barbosa, S.B. & Marcelli, M.P.** 2010. Comparative thallus anatomy of two *Parmotrema* (*Parmeliaceae*, lichenized *Ascomycetes*) with reticulate maculae. *Acta botanica brasiliica* 24: 803-811.
- Barbosa, S.B., Marcelli, M.P. & Machado, S.R.** 2009a. Evaluation of different protocols for anatomical studies in *Parmeliaceae* (lichenized *Ascomycota*). *Micron* 40: 218–225
- Barbosa, S.B., Marcelli, M.P. & Machado, S.R.** 2009b. Thallus structure and isidium development in two *Parmeliaceae* species (lichenized *Ascomycota*). *Micron* 40: 536-542.
- Barbosa, S.B., Marcelli, M.P. & Machado, S.R.** 2010. Thallus anatomy of *Canoparmelia texana* (*Parmeliaceae*, lichenized *Ascomycota*). *Biota Neotropica*: 10: 150-154.
- Benatti, M.N., Marcelli M. P. & Elix, J. A.** 2008. *Canoparmelia sanguinea*, a new *Parmeliaceae* from Brazil. *Mycotaxon* 106: 436-439.
- Benatti, M.N. & Lendemer, J.C.** 2014. *Canoparmelia scrobicularis* belongs to the genus *Crespoa* (*Parmeliaceae*, lichenized *Ascomycota*). *Brittonia* (no prelo).

- Büdel, B. & Scheidegger, C.** 2008. Thallus morphology and anatomy. In Nash, T. H. III. (ed.), *Lichen Biology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 40-68.
- Canêz, L., Marcelli M.P. & Elix, J.A.** 2009. New Brazilian species of *Canoparmelia* with medullary olivetoric, anziaic, and sekikaic complexes. *Mycotaxon* 110: 467-468.
- Crespo, A., Kauff, F., Divakar, P.K., del Prado, R., Pérez-Ortega, S., Amo de Paz, G., Ferencova, Z., Blanco, O., Roca-Valiente, B., Núñez-Zapata, N., J. Cubas, Argüello, A., Elix, J.A., Esslinger, T.L., Hawksworth, D.L., Millanes, A., Molina, M.C., Wedin, M., Ahti, T., Aptroot, A., Barreno, E., Bungartz, F., Calvelo, S., Candan, M., Cole, M., Ertz, D., Goffinet, B., Lindblom, L., Lücking, R., Lutzoni, F., Mattsson, J.E., Messuti, M.I., Miadlikowska, J., Piercey-Normore, M., Rico, V.J., Sipman, H.J.M., Schmitt, I., Spribille, T., Thell, A., Thor, G., Upreti, D.K. & H. Lumbsch, T.** 2010. Phylogenetic generic classification of parmelioid lichens (*Parmeliaceae*, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. *Taxon* 59: 1735–1753.
- Elix, J.A.** 1993. Progress in the Generic Delimitation of *Parmelia* Sensu Lato Lichens (Ascomycotina: *Parmeliaceae*) and a Synoptic Key to the *Parmeliaceae*. *The Bryologist* 6: 359-383.
- Elix, J.A., Johnston, J. & Verdon, D.** 1986. *Canoparmelia*, *Paraparmelia* and *Relicinopsis*, three new genera in the *Parmeliaceae* (lichenized Ascomycotina). *Mycotaxon* 27: 271-282.
- Hale, M.E.** 1973. Fine structure of cortex in the family *Parmeliaceae* viewed with the scanning electron microscope. *Smithsonian Contributions to Botany* 10: 1-92.
- Hale, M.E.** 1974. New combinations in the lichen genus *Pseudoparmelia* Lynge. *Phytologia* 29: 188-191.

- Hale, M.E.** 1981. Pseudocyphellae and pored epicortex in the *Parmeliaceae*: their delimitation and evolutionary significance. *Lichenologist* 13: 1-10.
- Hale, M.E.** 1986. *Flavoparmelia*, a new genus in the lichen family *Parmeliaceae* (*Ascomycotina*). *Mycotaxon* 25: 603-605.
- Hale, M.E.** 1987. A monography of the lichen genus *Parmelia* Acharius sensu stricto (*Ascomycotina*: *Parmeliaceae*). *Smithsonian Contributions to Botany* 66: 1-55.
- Hawksworth, D.J. & Hill, D.J.** 1984. *The Lichen Forming Fungi*. 1st ed. Chapman & Hal, New York.
- Hawksworth, D.L.** 2011. *Parmotrema* subgen. nov. for the *Canoparmelia crozalsiana* clade. *Lichenologist* 43: 647-648.
- Jahns, H.M.** 1973. Anatomy, morphology and development. In: *The Lichens*. Ahmadjian, V. & Hale, M.E (eds.). Academic Press, London, pp. 3-57.
- Johansen, D.A.** 1940. *Plant microtechnique*. Mc Graw-Hill, New York.
- Jungbluth, P.** 2006. A família *Parmeliaceae* (fungos liquenizados) em cerrados do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. & Stalpers, J.A.** 2008. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi*. 10th ed. CABI Publishing, Wallingford.
- Kitaura, M.J.** 2012. Estudos taxonômicos de *Leptogium* (Ach.) S.F. Gray (*Collemataceae*, fungos liquenizados). Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu.
- Kitaura, M.J. & Marcelli, M.P.** 2013. A revision of *Leptogium* species with spherical-celled hairs (section *Mallotium* p.p.). *The Bryologist* 116: 15-27.
- Lendemer, J.C. & Hodkinson, B.P.** 2012. Recognition of the *Parmelia crozalsiana* group genus *Crespoa*. *North American Fungi*. 7(2): 1-5.

- Marcelli, M.P., Canêz, L.S., Benatti, M.N., Spielmann, A.A., Jungbluth, P. & Elix J.A.** 2011. Taxonomical novelties in *Parmeliaceae*. *Bibliotheca Lichenologica*: 106: 211-224.
- Nash III, T.H. & Elix, J.A. 2002.** *Canoparmelia*. In: Nash III, T.H., Ryan, B.D., Gries, C. & Bungartz, F. (eds.). *Lichen Flora of the greater Sonoran Desert Region*. Arizona State University, Tempe, Arizona, v. 1. pp. 122-125.
- Nash, T.H.** 2008. *Lichen Biology*. 2nd ed. University Press, Cambridge.
- O'Brien, T. P., Feder, N. & McCully, M. E.** 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 63: 443-478.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos anatômicos se mostraram eficientes frente aos objetivos propostos. Por meio das secções transversais das espécies estudadas, foram encontradas diferenças corticais que sustentam a distinção entre *Canoparmelia* e *Crespoa*.

O córtex superior de *Canoparmelia* varia de prosoplectenquimático contínuo a prosoplectenquimático paliádico e em, alguns casos, lacunoso enquanto em *Crespoa* é paraplectenquimático contínuo.

Em *Crespoa*, a camada de algas é bem delimitada do córtex superior enquanto em *Canoparmelia* é bem variável.

O córtex inferior em *Canoparmelia* é escleroplectenquimático e em *Crespoa* é paraplectenquimático.

Algumas estruturas ainda necessitam de estudos mais aprofundados para o entendimento de sua ontogenia, como é o caso das pseudocifelas. Esta estrutura foi visualizada em *Crespoa scrobicularis* e, por não haver relato de pseudocifelas nesta espécie (acreditava-se que é uma característica exclusiva de *Parmelia* e *Punctelia*), mais estudos serão necessários para que se faça uma comparação com as demais espécies e gêneros pseudocifelados em *Parmeliaceae* e seja possível elucidar as dúvidas referentes a ela. Além disso, a pseudocifela é uma estrutura morfológica e, neste caso, ela só foi visualizada anatomicamente, o que merece atenção especial.

Canoparmelia caroliniana, *C. cryptochlorophaea*, *Crespoa carneopruinata* e *C. crozalsiana*, apresentam o mesmo tipo de medula. Já em *Canoparmelia texana* e *Crespoa scrobicularis*, a medula é dividida em dois estratos.

Em *Canoparmelia texana*, o estrato superior é formado por hifas transversais de paredes espessas, com arranjo horizontal e coloração diferenciada, atuando diretamente na formação do córtex superior. O estrato inferior é formado por hifas de paredes delgadas com arranjo horizontal e grande quantidade de hifas longitudinais.

Em *Crespoa scrobicularis* o estrato superior é formado por hifas transversais de paredes mais espessas, com arranjo horizontal, e o inferior, sem arranjo definido. Os dois estratos possuem grande quantidade de hifas horizontais.

O uso do polarizador de luz no microscópio óptico permitiu a visualização da forma e disposição dos cristais no talo. Além disso, confirmou o que já havia sido

observado por Barbosa (2009): muitas vezes os cristais estão relacionados às hifas da medula que atuam na formação do córtex superior.

Nos espécimes estudados, não foi possível estabelecer o padrão das máculas através dos estudos anatômicos.

Em todas as espécies, foram comparadas as regiões distais com as proximais. Em *Canoparmelia texana*, *Crespoa carneopruinata*, *C. crozalsiana* e *C. scrobicularis*, não foram observadas diferenças entre essas regiões.

Porém, em *Canoparmelia caroliniana*, a maioria das hifas da região distal é transversal, fina e curta, com arranjo predominante horizontal, enquanto na região proximal há predomínio de hifas longitudinais.

Em *Canoparmelia cryptochlorophaea* a maioria das hifas distais é transversal com arranjo predominante horizontal, enquanto a região proximal apresenta hifas sem arranjo definido nos dois terços superiores da medula e predomínio de hifas transversais próximas ao córtex superior.

Nesta espécie, além da variação no arranjo da medula, houve uma grande variação anatômica no córtex superior. Na parte jovem, ele é prosoplectenquimático paliçádico, enquanto na parte mais velha ele varia de prosoplectenquimático contínuo a prosoplectenquimático paliçádico e lacunoso. As lacunas desta espécie são bem semelhantes às de *C. texana*.

Em *C. texana*, as lacunas são mais frequentes e abundantes e estão presentes em todas as regiões do talo.

Em todas as espécies as rizinas são simples (em *C. cryptochlorophaea* elas não foram visualizadas). Estas estruturas são formadas por hifas da medula e do córtex inferior. Em *Canoparmelia caroliniana* e *Crespoa scrobicularis*, elas são corticadas apenas na base. *Crespoa carneopruinata* e *C. crozalsiana* possuem rizinas inteiramente corticadas. Em *C. texana*, não foram visualizadas rizinas, mas Barbosa *et al.* (2010) as descreve como sendo corticadas apenas na base.

No início deste trabalho, *Crespoa scrobicularis* ainda estava em *Canoparmelia* e o estudo anatômico desta espécie já havia sugerido sua proximidade maior com *Crespoa* do que com *Canoparmelia*, o que demonstra a importância da anatomia como subsídio para taxonomia.

Nos trabalhos feitos por Barbosa (2004, 2009), Barbosa & Marcelli (2009, 2010a/b) e Barbosa *et al.* (2009a/b, 2010), hápteros não haviam sido visualizados. Esta

estrutura foi encontrada em *C. cryptochlorophaea* ligando dois lobos, porém sua ontogenia é diferente da conhecida.

Marcelli (2006) descreve os hápteros como sendo formados por rizinas densamente aglutinadas ou pelo conjunto de hifas rizoidais, que crescem em poucos locais do córtex, fixando o talo em por estes locais. Neste trabalho, o que foi visualizado é que em certos locais de sobreposição de lobos, desenvolvem-se estruturas prosoplectenquimáticas com organização vertical das hifas, que prendem o lobo ao córtex superior do lobo abaixo, atravessando-o e se incorporando à medula abaixo. Por se tratar de uma estrutura de fixação e não ter sido visualizada em outra espécie, optou-se por manter a nomenclatura de háptero.

Quando foi usada a cromatografia de camada delgada para comparar o perfil químico das dos espécimes coletados com os seus respectivos espécimes-tipo, foram encontradas diferenças apenas em *Canoparmelia texana*, em que foram visualizados três espécimes com perfil bem diferente do isoelectotipo estudado. Provavelmente, trata-se de uma espécie nova.

Também foram coletados espécimes com química idêntica e morfologia semelhante à *C. texana*, porém com dimensões bem maiores que as desta espécie. Neste caso optou-se por aceitar que isso seria uma variação ambiental, até que mais espécimes sejam estudados.

A análise do material tipo de *Parmelia pseudorutidota* Asahina (sinônimo de *C. texana*), descrita para o Japão, apresenta relevo mais irregular com rugas sinuosas e produz sorédios granulados e grânulos que formam estruturas isidioides. Portanto, trata-se de um bom táxon, que não é sinônimo de *C. texana*.

Este trabalho mostrou que a anatomia apresenta grande importância na compreensão do desenvolvimento de diferentes estruturas talinas. Porém, este campo ainda é pouco explorado na Liquenologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmadjian, V.** 1993. *The Lichen Symbiosis*. John Wiley & Sons, New York.
- Barbosa, S.B.** 2004. Estudos anatômicos em quatro espécies de *Parmeliaceae* (*Ascomycota* liquenizados). Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu.
- Barbosa, S.B.** 2009. Aplicabilidade taxonômica de variações anatômicas em fungos liquenizados. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu.
- Barbosa, S.B. & Marcelli, M.P.** 2009. Plectênquimas – tipos e definições. *Glalia* 2: 1-9.
- Barbosa, S.B. & Marcelli, M.P.** 2010a. Comparative thallus anatomy of two *Parmotrema* (*Parmeliaceae*, lichenized *Ascomycetes*) with reticulate maculae. *Acta bot. bras.* 24: 803-811.
- Barbosa, S.B. & Marcelli, M.P.** 2010b. Considerações sobre a definição de epicórtex. *Glalia* 3: 1-11.
- Barbosa, S.B., Marcelli, M.P. & Machado, S.R.** 2009a. Evaluation of different protocols for anatomical studies in *Parmeliaceae* (lichenized *Ascomycota*). *Micron* 40: 218–225.
- Barbosa, S.B., Marcelli, M.P. & Machado, S.R.** 2009b. Thallus structure and isidium development in two *Parmeliaceae* species (lichenized *Ascomycota*). *Micron* 40: 536–542.
- Barbosa, S.B., Marcelli, M.P. & Machado, S.R.** 2010. Thallus anatomy of *Canoparmelia texana* (*Parmeliaceae*, lichenized *Ascomycota*). *Biota Neotropica* 10: 150-154.
- Benatti, M.N.** 2005. Os gêneros *Canomaculina*, *Parmotrema* e *Rimelia* (*Parmeliaceae*, *Ascomycetes*) no litoral centro-sul do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- Benatti, M.N. & Lendemer, J.C.** 2014. *Canoparmelia scrobicularis* belongs to the genus *Crespoa* (*Parmeliaceae*, lichenized *Ascomycota*). *Brittonia* (no prelo).
- Benatti, M.N., Marcelli M. P. & Elix, J. A.** 2008. *Canoparmelia sanguinea*, a new *Parmeliaceae* from Brazil. *Mycotaxon* 106: 436.

- Berger, F. & Aptroot, A.** 2002. Further contributions to the Flora of Lichens and Lichenicolous fungi the azores. *Life and Marine Sciences* 19A: 1-12.
- Blanco, O., Crespo, A., Divakar, P.K., Elix, J.A. & Lumbsch, T.H.** 2005. Molecular phylogeny of parmotreoid lichens (*Ascomycota, Parmeliaceae*). *Mycologia* 97: 150-159.
- Bungartz, F.** 2001. Analysis of lichen substances. In: http://nhc.asu.edu/lichens/lichen_info/tlc.jsp (Acesso em 22-10-2013).
- Büdel, B. & Scheidegger, C.** 2008. Thallus morphology and anatomy. In Nash, T. H. III. (ed.), *Lichen Biology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 40-68.
- Canêz, L.S.** 2005. A família *Parmeliaceae* na localidade de Fazenda da Estrela, município de Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo.
- Canêz, L.S. & Marcelli, M.P.** 2009. Gêneros de *Parmeliaceae* (*Ascomycetes* liquenizados) na localidade de fazenda da Estrela, Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Caderno de Pesquisa, série Biologia*, 18: 38-82.
- Canêz, L., Marcelli M.P. & Elix, J.A.** 2009. New Brazilian species of *Canoparmelia* with medullary olivetoric, anziaic, and sekikaic complexes. *Mycotaxon* 110: 467-468.
- Crespo, A., Ferencova, Z., P'erez-Ortega, S., Elix, J.A. & Divakar, P.K.** 2010a. *Austroparmelina*, a new Australasian lineage in parmelioid lichens (*Parmeliaceae*, *Ascomycota*). *Systematics and Biodiversity* 8: 209–221.
- Crespo, A., Kauff, F., Divakar, P.K., del Prado, R., Pérez-Ortega, S., Amo de Paz, G., Ferencova, Z., Blanco, O., Roca-Valiente, B., Núñez-Zapata, N., J. Cubas, Argüello, A., Elix, J.A., Esslinger, T.L., Hawksworth, D.L., Millanes, A., Molina, M.C., Wedin, M., Ahti, T., Aptroot, A., Barreno, E., Bungartz, F., Calvelo, S., Candan, M., Cole, M., Ertz, D., Goffinet, B., Lindblom, L., Lücking, R., Lutzoni, F., Mattsson, J.E., Messuti, M.I., Miadlikowska, J., Piercey-Normore, M., Rico, V.J., Sipman, H.J.M., Schmitt, I., Spribille, T., Thell, A., Thor, G., Upreti, D.K. & H. Lumbsch, T.** 2010b. Phylogenetic generic classification of parmelioid lichens (*Parmeliaceae*, *Ascomycota*) based on molecular, morphological and chemical evidence. *Taxon* 59: 1735–1753.
- Culberson, W.L.** 1957. *Parmelia caroliniana* Nyl. and its distribution. *Journal of the Mitchel Society* 443-446.

- Eliasaro, S.** 2001. Estudio taxonomico y floristico sobre las *Parmeliaceae* sensu stricto (Ascomycota liquenizados) del Segundo Planalto del estado do Paraná. Tese de Doutorado. Universidade de Buenos Aires, Facultad de Ciencias exactas y Naturales, Buenos Aires.
- Elix, J.A.** 1993. Progress in the generic delimitation of *Parmelia* sensu lato (Lichens, Ascomycotina: *Parmeliaceae*) and a synoptic key to the *Parmeliaceae*. The Bryologist 96: 359-383.
- Elix, J.A. & Hale, M.E.** 1987. *Canomaculina*, *Myelochroa*, *Parmelinella*, *Parmelinopsis* and *Parmotremopsis*, five new genera in the *Parmeliaceae* (Lichenized Ascomycotina). Mycotaxon 29: 233-244.
- Elix, J.A. & Nash III, T.H.** 1997. A Monograph of the Lichen Genus *Pseudoparmelia* (Ascomycotina, *Parmeliaceae*). The Bryologist 100: 482-498.
- Elix, J.A., Johnston, J. & Verdon, D.** 1986. *Canoparmelia*, *Paraparmelia* and *Relicinopsis*, three new genera in the *Parmeliaceae* (lichenized Ascomycotina). Mycotaxon 27: 271-282.
- Elix, J.A.** 2003. New species and new records of *Xanthoparmelia* (lichenized Ascomycota, *Parmeliaceae*) from Western Australia. Lichenologist 35(4): 291-299.
- Feuerer, T.** 1998. E. A. Vainio's contribution to the knowledge of the *Parmeliaceae*. In: Marcelli, M.P. & Ahti, T. (eds.). Recollecting Edvard August Vainio, CETESB, São Paulo, pp. 47-60.
- Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R.** 1989. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo. pp. 62.
- Fleig, M. & Riquelme, I.** 2008. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Mato Grosso do Sul (Brazil). In: http://www.biologie.uni-hamburg.de/checklists/south-america/brazil_mato-grosso-do-sul_1.htm (Acesso em 22-10-2013).
- Hale, M.E.** 1961. Morphology and anatomy lichens. In: Hale, M.E. (ed). Lichen Handbook – A guide to the lichens of eastern North America. Smithsonian Institution, Washington, pp. 3-21.
- Hale, M.E.** 1973a. Growth. In: Ahmadjian, V. & Hale, H.E. The lichens. Academic Press, New York: pp. 473-492.
- Hale, M.E.** 1973b. Fine structure of cortex in the family *Parmeliaceae* viewed with the scanning electron microscope. Smithsonian Contributions to Botany 10:1-92.

- Hale, M.E.** 1974. New combinations in the lichen genus *Pseudoparmelia* Lynge. *Phytologia* 29: 188-191.
- Hale, M.E.** 1976. A monograph of the lichen genus *Pseudoparmelia* Lynge (*Parmeliaceae*). *Smithsonian Contributions to Botany* 31: 1-62.
- Hale, M.E.** 1979. How to know the lichens. 2rd. ed. The Picture key Nature Series, Iowa.
- Hale, M.E.** 1981. Pseudocyphellae and pored epicortex in the *Parmeliaceae*: their delimitation and evolutionary significance. *Lichenologist* 13: 1-10.
- Hale, M.E.** 1983. The Biology of Lichens. 3rd ed. Edward Arnold, London. 190 p.
- Hale, M.E.** 1984. *Flavopunctelia*, a new genus in the *Parmeliaceae* (Ascomycotina). *Mycotaxon* 20: 681-682.
- Hale, M.E.** 1986. *Flavoparmelia*, A New genus in the Lichen Family *Parmeliaceae* (Ascomycotina). *Mycotaxon* 25: 603-605
- Hale, M.E.** 1987. A Monograph of the Lichen Genus *Parmelia* Acharius sensu stricto (*Ascomycotina: Parmeliaceae*). *Smithsonian Contributions to Botany* 66: 1-55.
- Hale, M.E., Kurokawa, S.** 1964. Studies on *Parmelia* subgenus *Parmelia*. *Contributions from the United States National Herbarium*. 36:121-191.
- Hawksworth, D.L.** 2011. *Parmotrema* subgen. nov. for the *Canoparmelia crozalsiana* clade. *Lichenologist* 43: 647-648.
- Hawksworth, D.J. & Hill, D.J.** 1984. The Lichen Forming Fungi. 1st ed. Chapman & Hal, New York.
- Honda, N.K.** 2006. Técnicas químicas aplicadas à taxonomia de fungos liquenizados. *In: Xavier Filho, L. (ed.). Biologia de Líquens, João Pessoa*, pp. 391-398.
- Honda, N.K. & Vilegas, W.** 1998. A química dos líquens. *Química Nova* 21:110-125.
- Huneck, S., Yoshimura, I.** 1996. Identification of lichen substances. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany.
- Jayalal, U., Joshi, S., Oh, S.O., Park, J.S. & Hur, J.S.** 2012. Notes on species of the lichen genus *Canoparmelia* Elix & Hale in South Korea. *Mycobiology* 40: 159-163.
- Jahns, H.M.** 1973. Anatomy, morphology and development. *In: The Lichens. Ahmadjian, V. & Hale, M.E (eds.). Academic Press, London*, pp. 3-57.
- Johansen, D.A.** 1940. Plant microtechnique. Mc Graw-Hill, New York.

- Jungbluth, P.** 2006. A família *Parmeliaceae* (fungos liquenizados) em cerrados do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. & Stalpers, J.A.** 2008. Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi. 10th ed. CABI Publishing, Wallingford.
- Kitaura, M.J.** 2012. Estudos taxonômicos de *Leptogium* (Ach.) S.F. Gray (*Collemataceae*, fungos liquenizados). Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu.
- Kitaura, M.J. & Marcelli, M.P.** 2013. A revision of *Leptogium* species with spherical-celled hairs (section *Mallotium* p.p.). The Bryologist 116: 15-27.
- Krog, H.** 1982. *Punctelia*, a new lichen genus in the *Parmeliaceae*. Nordic Journal of Botany 2: 287-292.
- Kurokawa, S.** 1991. *Rimeliella*, a new lichen genus related to *Rimelia* of the *Parmeliaceae*. Annals of the Tsukuba Botanical Garden 10: 1-14.
- Lai, A., Aptroot, A. & Sparrius, L.B.** 2004. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Taiwan. Version 1 April 2005. - <http://www.checklists.de> (Acesso em 22-10-2013).
- Lendemer, J.C. & Hodkinson, B.P.** 2012. Recognition of the *Parmelia crozalsiana* group genus *Crespoa*. North American Fungi. 7: 1-5.
- Lyngbe, B.** 1914. Die Flechten der ersten Regnellschen Expedition. Die Gattungen *Pseudoparmelia* gen. nov. und *Parmelia* Ach. Arkiv för Botanik 13: 1-172.
- Marcelli, M.P.** 1991. Aspects of the foliose lichen flora of the southern-central coast of São Paulo State, Brazil. In: Galloway, D.J. (ed.). Tropical Lichens: Their Systematics, Conservation and Ecology. Systematics association by Clarendon Press, Oxford, pp. 151-170.
- Marcelli, M.P.** 1996. Biodiversity assessment in lichenized fungi: the necessary naive roll makers. In: Bicudo, C.E., Menezes, N.A. (eds.). Biodiversity in Brazil, a first approach. CNPq, São Paulo, pp. 93-107.
- Marcelli, M.P.** 1998a. Diversidade de Fungos Liquenizados no estado de São Paulo: Um diagnóstico. In: Bicudo, C.E.; Shepherd, G.J. Biodiversidade do estado de São Paulo: Síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo. pp. 27-35.

- Marcelli, M.P.** 1998b. History and current knowledge of Brazilian lichenology. *In*: Marcelli, M.P. & Ahti, T. (eds.). Recollecting Edvard August Vainio, CETESB, São Paulo, pp. 25-46.
- Marcelli, M.P.** 2006. Fungos Liquenizados. *In*: Xavier Filho, L. (ed.). Biologia de Líquens, João Pessoa, pp. 1-25.
- Marcelli, M.P.**, 2012. A diversidade oculta dos líquens foliosos no Brasil. *In*: Pereira, E.C., Mota Filho, F.O., Martins, M.C.B., Buril, M.L.L & Rodrigues, B.R.M. (eds.). A liquenologia brasileira no início do século XXI. Camaragibe, CCS Gráfica e Editora, Camaragibe, pp. 43-54.
- Marcelli, M.P. & Ribeiro, C.H.** 2002. Twenty-one new species of Parmeliaceae (Lichenized Fungi) from Southeastern Brazil. *Mitteilungen aus dem Institut für allgemeine Botanik in Hamburg* 30-32, S.125-155.
- Marcelli, M.P., Canêz, L.S., Benatti, M.N., Spielmann, A.A., Jungbluth, P. & Elix J. A.** 2011. Taxonomical novelties in *Parmeliaceae*. *Bibliotheca Lichenologica* 106: 211-224.
- Micheletti, A.C., Beatriz, A., de Lima, D.P. & Honda, N.K.** 2008. Constituintes químicos de *Parmotrema lichexanthonicum* Eliasaro & Adler – isolamento, modificações estruturais e avaliação das atividades antibiótica e citotóxica. *Química Nova* 32: 12-20.
- McNeill, J., Barrie, C.F.R., Buck, W.R., Demoulin, V., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S., Marhold, K., Prado, J., Prud'homme Van Reine, W.F., Smith, G.F. & Wiersema, J.H.** 2012. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code). Koeltz Scientific Books.
- Nash, T.H.** 2008. Lichen Biology. 2nd ed. University Press, Cambridge.
- Nash III, T.H. & Elix, J.A.** 2002. *Canoparmelia*. *In*: Nash III, T.H., Ryan, B.D., Gries, C. & Bungartz, F. (eds.). Lichen Flora of the greater Sonoran Desert Region. Arizona State University, Tempe, v. 1, pp. 122-125.
- Nylander, W.** 1885. *Parmeliae exoticae novae*. *Flora*, 68: 605-615.
- O'Brien, T. P., Feder, N. & McCully, M. E.** 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 63: 443-478.
- Orange, A., James, P.W. & White, F.J.** 2001. Microchemical methods for the identification of lichens. British Lichen Society.

- Ozenda, P.** 1963 Lichens: Traité d anatomie végétale. Gebrüder Borntraeger. Nikolassee.
- Spielmann, A.A.** 2005. A família *Parmeliaceae* (fungos liquenizados) nos barrancos e peraus da encosta da Serra Geral, Vale do Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo.
- Spielmann, A.A.** 2006. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Rio Grande do Sul (Brazil). Caderno de Pesquisa Série Biologia. 18: 7-125.
- Tuckerman, E.** 1866. Lichens of California, Oregon, and the Rocky mountains. Amherst. pp. 267.
- Vainio, E.A.** 1890. Étude sur la classification naturelle et la morphologie des Lichens du Brésil. Pars prima. Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica 7: 1-247.
- Zahlbruckner, A.** 1902. Studien uber brasilianische Flechten. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaft, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse Klasse, 1: 357-432.