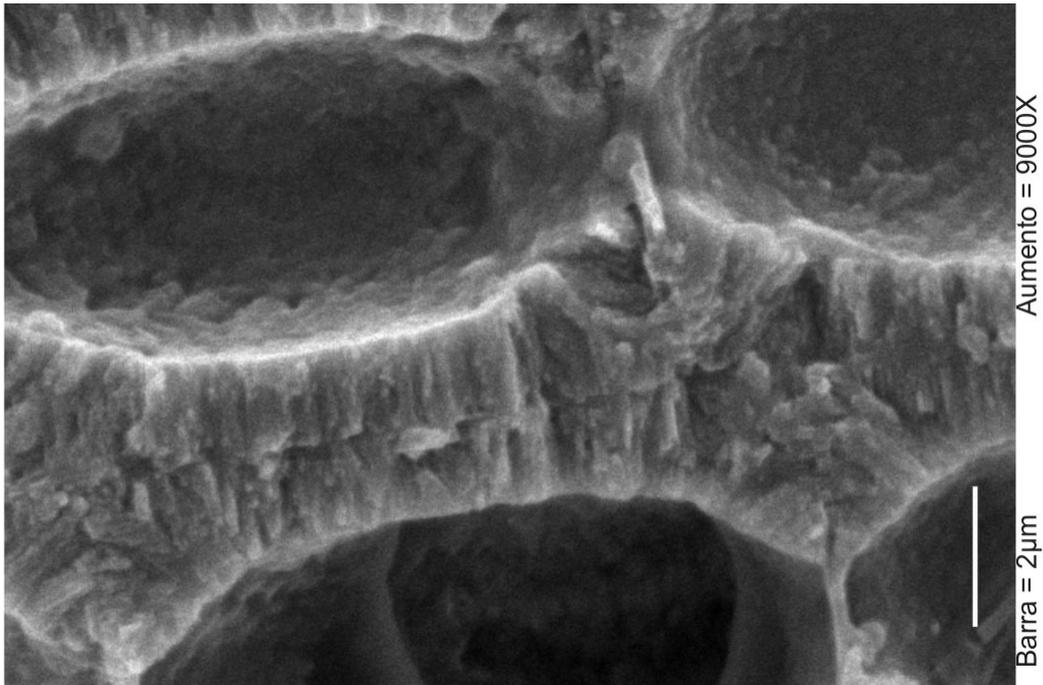




Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Biológicas
Departamento de Botânica
Pós-Graduação em Biologia Vegetal



Aspectos taxonômicos de *Lithothamnion superpositum* e *Mesophyllum engelhartii*
(Corallinales; Rhodophyta) do Brasil



Julyana da Nóbrega Farias

**Florianópolis
2009**

Julyana da Nóbrega Farias

Aspectos taxonômicos de *Lithothamnion
superpositum* e *Mesophyllum engelhartii*
(Corallinales; Rhodophyta) do Brasil

Dissertação apresentada ao Departamento de
Botânica da Universidade Federal de Santa
Catarina, para a obtenção de Título de Mestre
em Biologia Vegetal
Orientador: Dr. Paulo Antunes Horta

Florianópolis

2009

Julyana da Nóbrega Farias

Aspectos taxonômicos de *Lithothamnion
superpositum* e *Mesophyllum engelhartii*
(Corallinales; Rhodophyta) do Brasil

Banca examinadora:

Dr. Paulo Antune Horta
Orientador - UFSC

Dra. Macia Figueiredo Creed
Examinador Externo – IPJB/RJ

Dra. Zenilda Laurita Bouzon
Examinador Interno – UFSC

Dra Roselane Laudaes Silva
Suplente - UFSC

Farias, Julyana da Nóbrega

Aspectos taxonômicos de *Lithothamnion superpositum* e *Mesophyllum engelhartii* (Corallinales; Rhodophyta) do Brasil

f. 61, figs.

Orientador: Dr. Paulo Antunes Horta Júnior

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.

Bibliografia: f. 61

1. Corallinales; 2. *Lithothamnion*; 3. *Mesophyllum*

À minha família, em especial aos meus
pais e irmãos, dedico este trabalho.

No meio do caminho tinha uma pedra
tinha uma pedra no meio do caminho
tinha uma pedra
no meio do caminho tinha uma pedra.

Nunca me esquecerei desse acontecimento
na vida de minhas retinas tão fatigadas.
Nunca me esquecerei que no meio do caminho
tinha uma pedra
Tinha uma pedra no meio do caminho
no meio do caminho tinha uma pedra.

Carlos Drummond de Andrade

Agradecimentos

Aos meus pais e irmãos, pois antes de definir os objetivos deste trabalho eu já sabia que teria o amor, apoio e incentivo incondicional e irrestrito deles. Antes de me perguntarem qual método eu usaria, eles já acreditavam nos resultados. Nunca terei palavras para agradecê-los como eles merecem.

Ao meu orientador e grande amigo Paulo Horta que me ajudou a descobrir o mundo fascinante das algas calcárias e da taxonomia. Profe, obrigada pela paciência (que não foi pouca), idéias, acervo bibliográfico, material coletado e a imensa dedicação, seja na lupa, microscópio de luz, MEV ou durante as horas e horas de discussões e revisões de textos. Estendo meu agradecimento a toda família Horta: Ana, Isabel, Iara e João Paulo pelo carinho e acolhimento em terras catarinenses;

Ao Dr. Rafael Riosmena Rodríguez da Universidad Autónoma de Baja California Sur que mesmo à distância, foi um grande incentivador deste trabalho e sempre muito solícito, agradeço pela preciosa bibliografia disponibilizada, esclarecimentos, revisões dos textos, críticas e inúmeras sugestões;

Ao Laboratório Central de Microscopia Eletrônica da UFSC, especialmente a Américo pelas horas operando o MEV;

A PETROBRAS, especialmente a prof. Dra. Adilma Cocentino (UFPE) pelas amostras do RN;

A Tommy Presto, curador do Foslíe Herbarium em Trondheim, pelo empréstimo do holótipo.

À Dra. Roselane Laudares e toda equipe do Laboratório de Ficologia: Marietou e Paola que participaram mais diretamente; Marina, Patrícia, Cecília, Fernando, Josilene e minhas amigas-irmãs Bianca, Dávia e Débora. “Como pode um peixe vivo viver fora da água fria? Como poderei viver, como poderei viver, sem a sua sem a sua sem a sua companhia?”

A todos os freqüentadores do cafezinho do Laboratório de Ficologia;

À Dra Marisa Santos e Dra. Ana Cláudia Rodrigues pela utilização do Laboratório de Anatomia. Estendo o agradecimento a toda sua equipe, sempre amiga: Carol, Rafaella e em especial minhas amigas de toda hora Morgana e Roberta pela ajuda nas técnicas de anatomia...

À Dra Clarice Leite pelo auxílio na interpretação do Código de Nomenclatura Botânica;

Dra. Zenilda Bouzon, pelo empréstimo de materiais, bibliografia e sugestões;

À coordenadora do curso de pós-graduação Terezinha Paulilo e nossa querida secretária Vera;

Ao inesquecível parceiro e amigo querido Pablo Riul pelo incentivo, discussões, críticas e inúmeras sugestões;

A todos os familiares e amigos pelo incentivo de todas as horas, citar o nome de todos mereceria um outro volume;

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado;

A todos os não mencionados, mas que participaram de alguma forma e cuja ajuda jamais esquecerei.

Resumo

Apesar da enorme importância das algas calcárias não-geniculadas, elas são pouco conhecidas no Brasil, onde se acredita que se localizem os maiores bancos naturais. Em nossa tentativa de identificar este grupo na costa do Brasil, coletamos alguns espécimes que concordam com o conceito de *Lithothamnion* Heydrich. Dentro deste gênero, os espécimes foram identificados como *L. heteromorphum* (Foslie) Foslie, espécie originalmente descrita para o Brasil. No entanto, foram feitas análises detalhadas do material tipo e da literatura de *L. superpositum* Foslie descrito para a África do Sul e Austrália, os resultados indicam que se trata do mesmo táxon. Portanto, este trabalho estende a distribuição de *L. superpositum* para costa oeste do Atlântico e propõe que *L. heteromorphum* (Foslie) Foslie seja considerado seu sinônimo heterotípico. Além disso, o presente trabalho também reporta *Mesophyllum engelhartii* (Foslie) Adey pela primeira vez na costa oeste do Atlântico. As amostras foram coletadas no Espírito Santo e Santa Catarina e incluíam crostas tetraspóricas ou não férteis. Alguns espécimes não férteis foram mantidos em cultura e desenvolveram conceptáculos masculinos. O material foi analisado utilizando microscopia eletrônica de varredura e de luz. Questões relativas ao conceito de *Mesophyllum* também são discutidas.

Palavras-chave: Corallinales, *Lithothamnion*, *Mesophyllum*

Abstract

Despite the high importance of non-articulate coralline algae, they are poorly known in Brazil, where is assumed to occur the most extensive natural bed. In our endeavor to identify this group of seaweeds along the Brazilian coast we came across some specimens that fit well into the accepted circumscription of *Lithothamnion* Heydrich. Within this genus they could be identified as *L. heteromorphum* (Foslie) Foslie, a species originally described for Brazil. However, a closer look and the study of the type material and literature of *L. superpositum* Foslie from South Africa and Australia indicated we were dealing with the same taxon. Therefore we are extending the distribution of *L. superpositum* to the Western Atlantic and proposing to consider *L. heteromorphum* (Foslie) Foslie as a heterotypic synonym of the first. We also report *Mesophyllum engelhartii* (Foslie) Adey for the first time to the Western Atlantic. The samples were collected in Espírito Santo and Santa Catarina States, Brazil. Only non-fertile crusts or with tetrasporangial conceptacles were available during the sampling period. However, non-fertile specimens were maintained in culture and developed male conceptacles. The material was analyzed using scanning electron and light microscopy. In addition, a brief account of *Mesophyllum* generic concept is provided.

Keywords: Corallinales, *Lithothamnion*, *Mesophyllum*

Lista de figuras

Capítulo 1

Figura 1. Aspecto geral de <i>Lithothamnion superpositum</i>	25
Figura 2. Fratura longitudinal evidenciando a organização monômera	25
Figura 3. Vista superficial das células epiteliais	25
Figura 4. Secção transversal mostrando as células epiteliais em forma de taça	25
Figura 5. Vista superficial de conceptáculos tetrasporangiais	27
Figura 6. Câmara do conceptáculo multiporado com tetrasporângios.....	27
Figura 7. Detalhe dos conceptáculos com poros em depressão	27
Figura 8. Detalhe dos poros dos conceptáculos	27
Figura 9. Aspecto geral do holótipo <i>Lithothamnion heteromorphum</i>	29
Figura 10. Vista superficial do talo vegetativo do holótipo	29
Figura 11. Células epiteliais em forma de taça do holótipo	29
Figura 12. Superfície do conceptáculo do holótipo	29
Figura 13. Fratura do conceptáculo multiporado	29
Figura 14. Detalhe do poro, delimitado por três filamentos celulares	29

Capítulo 2

Figura 1. Aspecto geral de <i>Mesophyllum engelhartii</i>	46
Figura 2 Fratura transversal do hipotalo coaxial	46
Figura 3 Vista superficial das células epiteliais	46
Figura 4 Secção transversal das células epiteliais e subepiteliais	46
Figura 5 Células epiteliais e subepiteliais em MEV	46
Figura 6 Vista superficial do conceptáculo multiporado	48
Figura 7 Detalhe do poro em vista superficial	48
Figura 8 Células que delimitam o poro formando roseta	48
Figura 9 Secção transversal do conceptáculo multiporado	48
Figura 10 Detalhe do teto do conceptáculo	48
Figura 11 Secção transversal do conceptáculo masculino	49
Figura 12 Detalhe dos filamentos espermatangiais	49
Figura 13 Detalhe do assoalho da câmara	49
Figura 14 Detalhe do teto com e os filamentos espermatangiais	49

Sumário

Introdução geral	12
Capítulo 1: <i>Lithothamnion superpositum</i> (Corallinales; Rhodophyta) – primeira ocorrência para o Brasil ou a redescoberta de uma velha conhecida?	
Resumo	18
Abstract	18
Introdução	19
Material e método	20
Resultados	22
Discussão	30
Referências	33
Capítulo 2: Morfologia e reprodução de <i>Mesophyllum engelhartii</i> (Corallinales; Rhodophyta) – novo registro de para a costa oeste do Atlântico	
Resumo	38
Abstract	38
Introdução	39
Material e método	41
Resultados	44
Discussão	50
Referências	57

Introdução Geral

A ordem Corallinales compreende cerca de 1000 espécies que estão distribuídas em todos os oceanos. Seus representantes, mais conhecidos por as algas calcárias, são encontrados sob o dossel de macroalgas frondosas desde a zona das entre-marés até altas profundidades (Woelkering 1988; Foster 2001). Littler *et al.* (1985) encontraram representantes desse grupo há 268 metros de profundidade nas Bahamas.

A principal característica da ordem é a impregnação de carbonato nas paredes celulares. Este mineral está presente em diversas algas, como *Halimeda* Lamour., *Udotea* Lamour. e *Padina* Adans., porém na ordem Corallinales ocorre na forma de calcita, o que torna esta ordem como uma das mais facilmente reconhecíveis.

O carbonato corresponde a cerca de 90% do peso seco destas algas. A grande presença deste mineral confere características especiais às algas, como por exemplo, a extraordinária morfologia plástica. Além disso, são consideradas organismos-chave em vários ambientes. Em áreas tropicais, por exemplo, fazem parte da construção dos recifes de corais, agindo como cimentantes, protegendo esse ecossistema contra a ação erosiva das ondas e possibilitando a manutenção e crescimento desses ecossistemas (Steneck e Testa 1997), um dos mais importantes do ambiente marinho (Prates 2003).

Seus bancos naturais, conhecidos por *maërl* ou bancos de rodolitos (nódulos calcários), são uma das maiores reservas de carbonato do mundo (Oliveira 1996). Estão presentes em todos os mares, especialmente na plataforma continental brasileira. Estes bancos são verdadeiros oásis por apresentarem grande biodiversidade associada: algas, invertebrados e vertebrados (Steller *et al.* 2003; Riul *et al.* 2009).

Provavelmente, há uma relação estreita entre estas algas e o ciclo do carbono e, por consequência, com o aquecimento global (Oliveira 1996, 1997). De fato, a produção da maior parte do CaCO_3 do ambiente marinho é de origem biogênica ou associada a alguma atividade biológica (Kleypas e Langdon 2006).

Se por um lado, a presença do carbonato confere vantagens evolutivas e ecológicas, por outro, faz dos rodolitos alvo de interesse econômico para extração de carbonato de cálcio e micronutrientes. No entanto, muita precaução se faz necessária. Embora ainda não haja dados de crescimento das espécies do Brasil, sabe-se que em águas temperadas a taxa de crescimento dessas algas é de apenas 1% ao ano, aproximadamente (Blake e Maggs 2003). A ausência de conhecimentos a cerca desses importantes organismos põe em risco a comunidade associada a esses ecossistemas (Riul *et al.* 2009).

Na Europa a exploração iniciou nos anos 70, porém devido a sua importância ecológica e baixíssima taxa de crescimento, alguns países (por ex. a Inglaterra) classificam estas algas como recurso não renovável e a atividade extrativista proibida (Hall-Spencer 2005).

No Brasil, são exploradas entre 96.000 e 120.000 ton métricas por ano (Riul *et al.* 2008). A atividade possui legislação própria, a Instrução Normativa IBAMA Nº 89 de 02/02/06 que, em linhas gerais, determina que a produção do pescador deve ser destinada a empresas licenciadas e somente na área abrangida por sua licença ambiental. Cada empresa tem a cota máxima de 18.000 kg/empresa/ano, que deve ser coletada respeitando o limite mínimo de profundidade de 1,5 m e a menos de cem metros da baixa-mar. Apesar do amparo legal, a exploração vem acontecendo antes mesmo de que biodiversidade e biologia do grupo seja conhecida.

Apesar de sua ampla distribuição geográfica, são pobremente conhecidas no mundo, e especialmente no Brasil (Horta 2002). A ficologia brasileira é uma das mais

desenvolvidas, iniciou em 1957, todavia a ordem Corallinales é uma grande lacuna. Um dos motivos desta negligência está relacionada às técnicas diferenciadas necessárias para um estudo anatômico detalhado, indispensável para um posicionamento taxonômico de acordo com a nomenclatura moderna do grupo (Horta 2000). Embora esteja em segundo plano na maioria dos centros formadores de profissionais, a ordem Corallinales vem atraindo atenção de diversos pesquisadores do país.

A ausência de trabalhos de taxonomia representa um grande empecilho no conhecimento de fenômenos em nível de comunidade, portanto taxonomia é fundamental para os estudos de biodiversidade e conservação (Wheeler *et al.* 2004). O presente trabalho é parte de um projeto iniciado por Horta (2000) com o objetivo de descrever os representantes não geniculados da ordem Corallinales do litoral brasileiro. Aqui, são descritas *Lithothamnion superpositum* Foslie e *Mesophyllum engelhartii* (Foslie) Adey, como indica o mapa abaixo.

Mapa da distribuição das espécies estudadas.

- *Lithothamnion superpositum*
- ▼ *Mesophyllum engelhartii*



Referências

- Blake C. e Maggs C.A. 2003. Comparative growth rates and internal banding periodicity of maerl species (Corallinales, Rhodophyta) from Northern Europe. *Phycologia* 42: 606-612.
- Foster M.S. 2001. Rhodoliths: Between rocks and soft places. *Journal of Phycology* 37: 659-667.
- Hall-Spencer J. 2005. Ban on maerl extraction. *Marine Pollution Bulletin* 50: 121.
- Horta P.A. 2002. Bases para a identificação das coralináceas não articuladas do litoral brasileiro – uma síntese do conhecimento. *Biotemas* 15: 7-44.
- Horta P.A. 2000. Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 301 pp.
- Kleypas J e Langdon C. 2006. Coral Reefs and Changing Seawater Carbonate Chemistry. *In: Coral Reefs and Climate Change: Science and Management.* Jonathan T. Phinney J.T., Strong A., Skrving W., Kleypas J., Ove Hoegh-Guldberg O. Eds. 61. 244p.
- Littler M.M., Littler D.S., Blair S.M. Norris J.N., 1985. Deepest known plant life discovered on an uncharted seamount. *Science* 227: 57-59.
- Oliveira E.C. 1996. Is there a relation among the global warming the missing carbon and the calcareous algae? *An. Acad. Brasil. Ciênc.* 68(supl. 1): 18-21.
- Oliveira E.C. 1997. Letters. *Science* 277: 1991.
- Prates A.P.L. 2003. Recifes de Coral e Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas no Brasil: uma análise da representatividade e eficiência na conservação da biodiversidade. *Tese de Doutorado.* Universidade Federal de Brasília.

- Riul P., Targino C.H., Farias J.N. ; Visscher, P.T., Horta, P.A. 2008. Decrease in *Lithothamnion* sp. (Rhodophyta) primary production due to the deposition of a thin sediment layer. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88: 17-19.
- Riul P., Lacouth P., Pagliosa P. R., Christoffersen M. L., Horta P. A. 2009. Rhodolith beds at the easternmost extreme of South America: Community structure of an endangered environment. *Aquatic Botany* 90: 315-320.
- Steller D.L., Riosmena-Rodriguez R., Foster M.S., Roberts C.A. 2003. Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. *Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystems* 13: S5-S20.
- Steneck R.S. & V. Testa. 1997. Are calcareous algae important to reefs today on in the past? Symposium summary. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, 1: 685-688.
- Wheeler Q.D., Raven P.H. & Wilson E.O. 2004. Taxonomy: Impediment or expediment? *Science* 303: 285.
- Woelkerling W.J. 1988. *The Coralline red algae: An analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate corallinaceae*. Oxford University Press, Oxford. 268 pp.

Capítulo 1

***Lithothamnion superpositum* Foslie (Corallinales; Rhodophyta) – primeira ocorrência para o oeste do Atlântico ou a redescoberta de uma velha conhecida?**

Resumo

Algas calcárias não-geniculadas são pouco conhecidas no Brasil. Em nossa tentativa de identificar este grupo na costa do Brasil, coletamos alguns espécimes que concordam com o conceito de *Lithothamnion* Heydrich. Dentro deste gênero, os espécimes foram identificados como *L. heteromorphum* (Foslie) Foslie, espécie originalmente descrita para o Brasil. No entanto, foram feitas análises detalhadas do material tipo e da literatura de *L. superpositum* Foslie descrito para a África do Sul e Austrália, os resultados indicam que se trata do mesmo táxon. Portanto, este trabalho estende a distribuição de *L. superpositum* para costa oeste do Atlântico e propõe que *L. heteromorphum* (Foslie) Foslie seja considerado seu sinônimo heterotípico.

Abstract

Non-articulate coralline algae are poorly known in Brazil. In our endeavor to identify this group of seaweeds along the Brazilian coast we came across some specimens that fit well into the accepted circumscription of *Lithothamnion* Heydrich. Within this genus they could be identified as *L. heteromorphum* (Foslie) Foslie, a species originally described for Brazil. However, a closer look and the study of the type material and literature of *L. superpositum* Foslie from South Africa and Australia indicated we were dealing with the same taxon. Therefore we are extending the distribution of *L. superpositum* to the Western Atlantic and proposing to consider *L. heteromorphum* (Foslie) Foslie as a heterotypic synonym of the first.

1 - Introdução

O gênero *Lithothamnion* Heydrich *nom. cons.* (*Lithothamnium* Philippi, *nom. rejic.*) foi o primeiro estabelecido a ordem Corallinales. Segundo Woelkerling (1988), a evolução das técnicas e dos critérios diagnósticos, que delimitam o referido táxon, foram os responsáveis pelas mudanças observadas ao longo do tempo. Em meados do século XIX, Philippi (1837) propõem o estabelecimento do gênero, tendo por base uma análise bastante superficial. Algumas décadas depois Heydrich (1897), a partir de um estudo mais aprofundado, estabelece a base conceitual para a delimitação do referido táxon propondo, como características diagnósticas, a presença de medula multiestratificada e conceptáculos multiporados com tetrasporângios zonados. Com todos os avanços observados nas últimas décadas do século XX, com ao advento da microscopia eletrônica de varredura (MEV) e de técnicas refinadas relacionadas a microscopia de luz, Wilks e Workeling (1995) ainda destacaram a necessidade e a importância de estudos sobre *Lithothamnion*. Segundo os autores, a base conceitual utilizada na delimitação das espécies do gênero precisa ser aprimorada e os caracteres que as delimitam re-avaliados.

Estudos moleculares recentes (Harvey *et al.* 2003a; Broom *et al.* 2008) corroboram os dados morfológicos tradicionais e colocam o referido gênero na família Hapalidiaceae, subfamília Melobesioideae. Atualmente, este se distingue dos demais gêneros do grupo por apresentar, além das características já citadas, talo monômero e células epiteliais em forma de taça (Woelkerling 1988).

De acordo com Wynne (2005), são listadas seis espécies de *Lithothamnion* para a costa oeste do oceano Atlântico: *L. brasiliense* Foslie, *L. heteromorphum* (Foslie) Foslie; *L.*

occidentale var. *occidentale* Foslie e *L. occidentale* var. *effusa* (Foslie) Foslie; *L. ruptile* (Foslie) Foslie; *L. scabiosum* (Harv.) Foslie e *L. sejunctum* Foslie, porém nenhuma delas foi estudada utilizando metodologia e conceitos nomenclaturais modernos.

Após a descrição original das espécies cujos tipos foram coletados no Brasil, *L. brasiliense* e *L. heteromorphum* foram re-avaliados por Taylor (1960), mas sem um detalhamento de sua morfo-anatomia e respectivas características reprodutivas. *Lithothamnion heteromorphum* foi originalmente descrito como *Lithothamnion brasiliense* f. *heteromorpha* (Foslie 1900) e, posteriormente, o próprio autor (Foslie 1908) elevou o táxon ao nível de espécie, passando a denominá-lo *Lithothamnion heteromorphum* Foslie (Foslie) (Woelkerling *et al.* 2005).

Como parte de um projeto maior relacionado à taxonomia de Corallinales iniciado no final dos anos 90 (Horta 2000), amostras de espécies identificadas como *Lithothamnion superpositum* Foslie foram coletadas ao longo do infralitoral da costa nordeste e sul do Brasil. No presente trabalho foi reavaliada sua taxonomia com base em análises comparativas de coletas atuais, material tipo e literatura recente.

2 Material e método

Os dados foram obtidos a partir de espécimes coletados em bancos de rodolitos dos Estados do Rio Grande do Norte (5,053198° S; 36,345625° W), Bahia (13,116088° S; 38,728298° W) e Santa Catarina (27,275056° S; 48,377160° W), utilizando mergulho autônomo. O material moderno foi fixado em campo com formalina 4% diluída em água do mar e transportado para o laboratório. Todo material coletado foi incorporado ao Herbário

FLOR do Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina e o holótipo de *Ltithothamnium heteromorphum*, depositado no *Foslie Herbarium* (TRH).

Lâminas permanentes utilizadas para observação em microscopia de luz e suportes de alumínio (*stubs*) para a microscopia eletônica de varredura (MEV) foram preparados seguindo os procedimentos de Horta (2002).

Em linhas gerais, o material utilizado no MEV foi desidratado ao ar livre e observado na lupa para a seleção de espécimes contendo conceptáculos e/ou margem de crescimento. Em seguida foram feitas fraturas do material selecionado, tentando obter a orientação perpendicular à superfície. As fraturas foram então colocadas sobre um suporte mecânico de alumínio cuja superfície estava coberta por uma fita de carbono. Estas amostras foram metalizadas com ouro, no metalizador BALTEC CED 030, e analisadas no MEV JEOL 6390LV.

Para a confecção de cortes histológicos, também foi feita a seleção e fratura do material que, em seguida, sofreu descalcificação em HCl 5%. As fraturas já descalcificadas foram então desidratadas gradualmente em soluções de 30, 50, 70, 90 e 100% de etanol, a intervalos de 20 minutos. O material foi infiltrado por pelo menos 12 horas em solução de metacrilatoglicol (“Historesin embedding Kit” Leica, marca Reichert-Jung) e embocado segundo as instruções fornecidas pelo referido fabricante. Os blocos foram seccionados em micrótomo rotativo Leica RM 2125 RT, com navalha de aço e montadas as lâminas permanentes, que foram analisadas e fotografadas no microscópio Olympus BX 50.

A altura das células foi considerada como a distância entre as conexões celulares primárias, enquanto o diâmetro a distância perpendicular das mesmas. As medidas dos conceptáculos foram verificadas a partir de secções transversais sagitais. A altura de um

conceptáculo foi considerada como a distância entre seu assoalho e o teto da câmara, já o diâmetro a distância das paredes internas laterais, conforme descrito por Chamberlain (1983).

A terminologia morfológica e anatômica empregada está de acordo com Woelkerling *et al.* (1993a) e Woelkerling (1988), respectivamente. Os termos “medula” e “córTEX”, empregados para se referir as regiões centrais e periféricas das ramificações das algas calcárias geniculadas, não foram empregados. Como observado por Dixon (1973), não há nenhuma diferença fundamental entre medula e córtex quando empregados para algas vermelhas pseudoparenquimatosas. Os termos medula e córtex são aplicados na descrição de tecidos parenquimatosos.

3 Resultados

Lithothamnion superpositum Foslie 1900: 8

Figs. 1-14 e Tab. 1

MAIORES DETALHES: Printz 1929: 12, fig. 10. Adey e Lebednik 1967: 82; Woelkerling 1993b: 218, Keats *et al.* 2000: 381 figs 1-39, Harvey *et al.* 2003b: 655-658, figs. 3 - 7; Woelkerling *et al.* 2005: 460.

HOLÓTIPO: **TRH**, C16-3294 (Woelkerling 1993: 218; Woelkerling *et al.* 2005: 460).

LOCALIDADE DO TIPO: Grahamstown, South Africa coletado por H. Becker, 1899 (Woelkerling 1993: 218; Woelkerling *et al.* 2005: 460).

SINÔNIMOS HOMOTÍPICOS:

Mesophyllum superpositum (Foslie) Adey 1970: 26; Keats *et al.* 2000: 383.

SINONIMOS HETEROTIPICOS:

Lithothamnion brasiliense f. *heteromorpha* Foslie 1900: 4. Adey e Lebednik 1967: 81; Adey 1970: 20; Woelkerling 1993b: 117; Woelkerling *et al.* 2005: 455.

Lithothamnion fruticosum f. *confinis* Foslie 1904:4. Pritnz 1929: 13, fig. 24; Adey e Lebednik 1967: 58; Woelkerling 1993b: 58; Wilks e Woelkerling 1995: 558; Keats *et al.* 2000: 383; Harvey *et al.* 2003b: 654; Woelkerling *et al.* 2005:

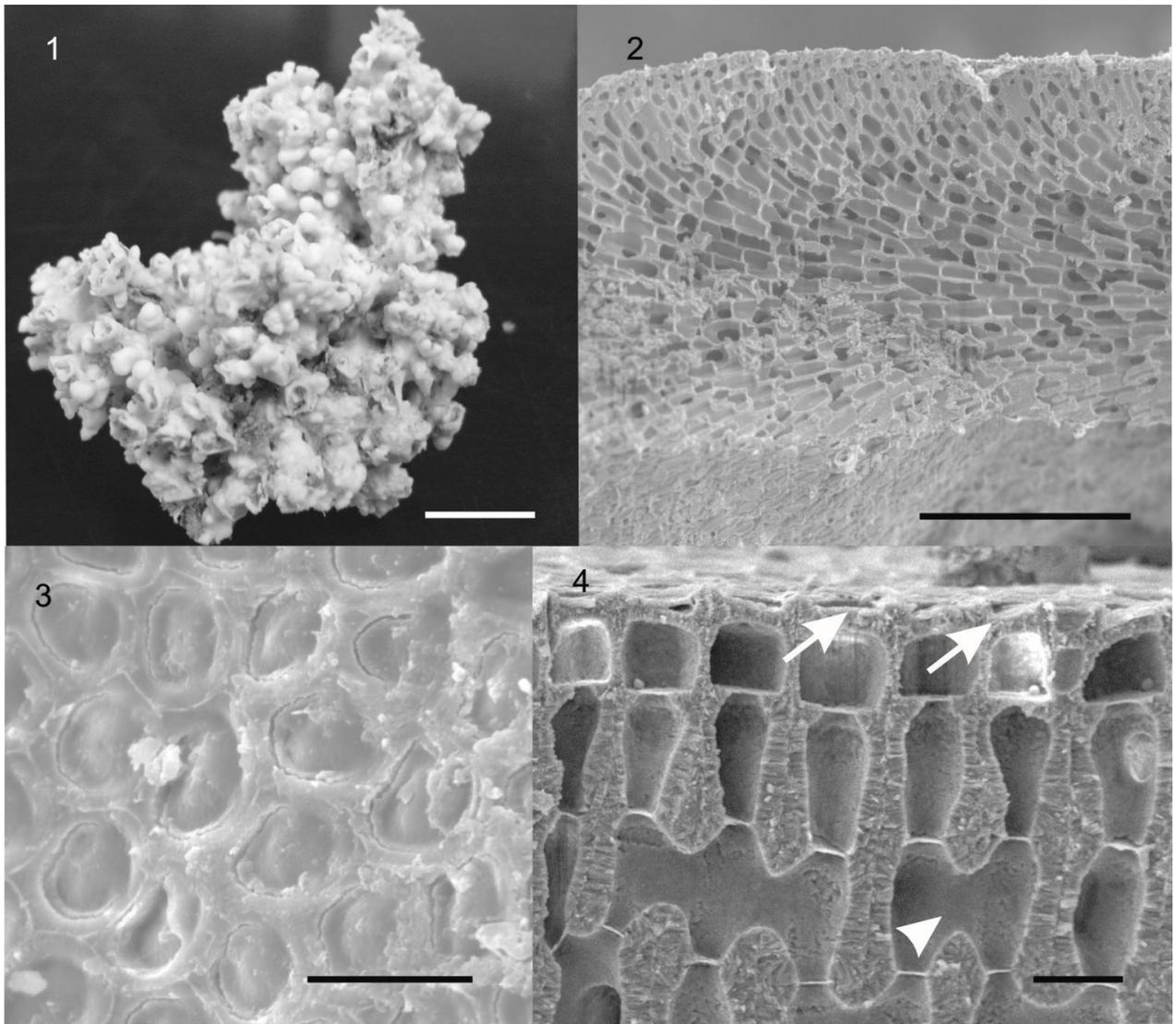
Lithothamnion indicum Foslie 1907a: 7(as *L. indicum* f. *typica*), 1907b: 20; 1907c: 99, 1907d: 183, 1909: 15; de Toni 1924: 640; Pritnz 1929: 42, pl. 13, figs 20-25 (f. *typica*); Lemoine 1930: 42, pl. 3; Taylor 1945: 173; Dawson 1946: 65, 1960: 13; Lemoine 1965: 9; Adey & Lebednik 1967: 58-59; Woelkerling 1993b: 125; Wilks & Woelkerling 1995: 558, figs. 7 – 12; Woelkerling 1996: 179, fig. 75, Woelkerling *et al.* 2005: 278.

Lithothamnion heteromorphum (Foslie) Foslie 1900: 4; Adey e Lebednik 1967: 81; Adey 1970: 20 Woelkerling 1993b: 117; Woelkerling *et al.* 2005: 455

HÁBITO E ESTRUTURA VEGETATIVA

Plantas calcárias não geniculadas, formadoras de rodolitos com aparência fruticosa (Fig. 1). Normalmente as protuberâncias apresentaram-se ramificadas subdicotomicamente, inicialmente cilíndricas tornando-se mais arredondadas, aproximadamente 2mm de diâmetro e 15 mm de altura, aparentemente se entrelaçando culminando em um ápice em forma de taça (Fig. 1). Talo pseudoparenquimatoso com organização monomérica nas regiões crostosas, porém radial nas protuberâncias, formando eixo não-coaxial nestas regiões (Fig. 2); células epiteliais em vista frontal tipo-Lithothamnion (Fig. 3), ou seja, apresentando o teto afundado; em corte transversal achatadas ou em forma de taça, com 6-12 µm de diâmetro e 2-5 µm de altura (Fig. 4); células subepiteliais cilíndricas, 5-13 µm de diâmetro. Células do peritalo com 7-13 µm de diâmetro e 13-24 µm de altura; células do hipotalo com 2-10 µm de diâmetro e 10-

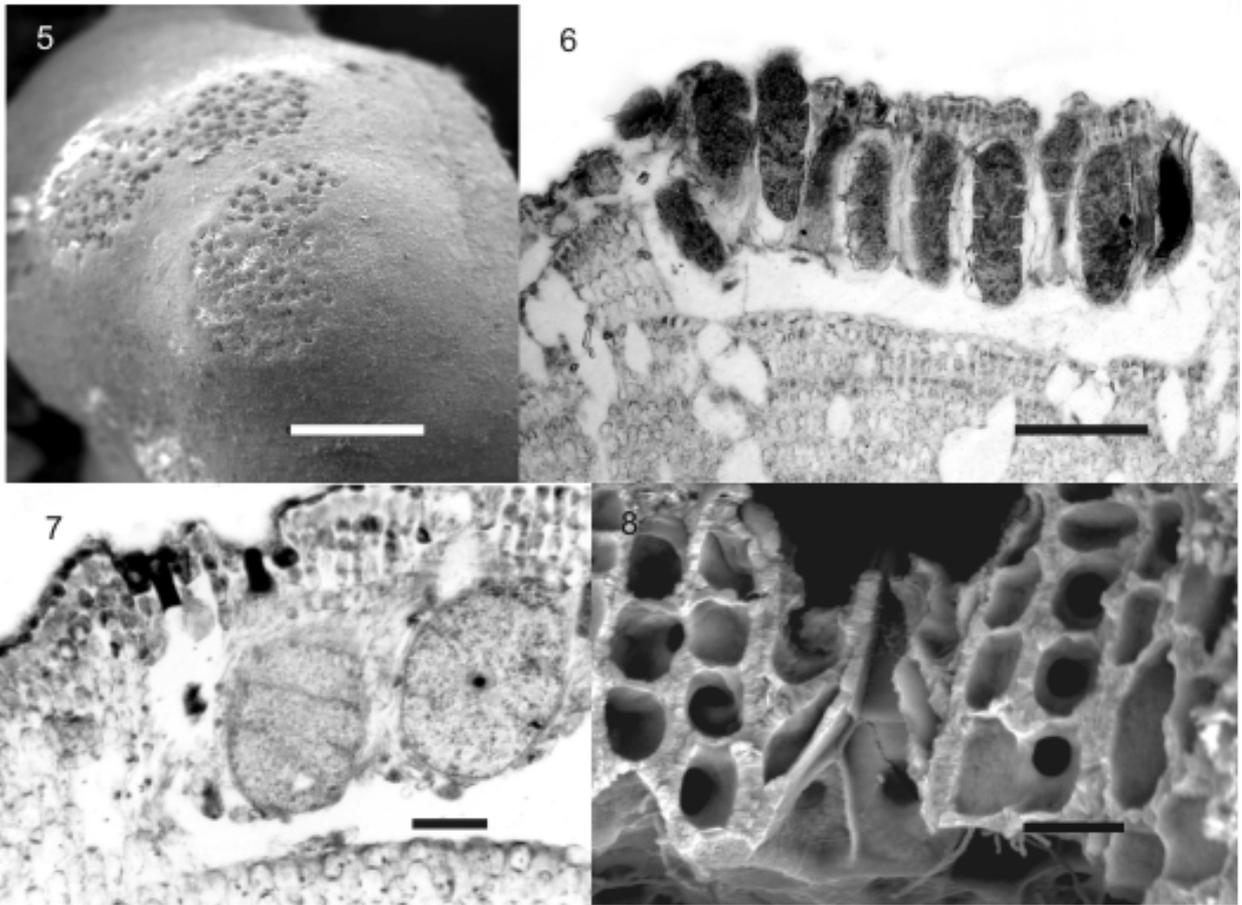
30 μm de altura. Células de filamentos adjacentes ligadas por fusões celulares; conexões celulares secundárias, tricocitos e haustórios ausentes.



Figuras 1-4. Estrutura vegetativa de *Lithothamnion superpositum* do presente estudo em MEV. Fig. 1. Talo da coleta moderna. Barra = 1 cm. Fig. 2. Fratura longitudinal do ápice de uma protuberância evidenciando organização do tipo monômero. Barra = 110 µm. Fig. 3. Vista frontal das células epiteliais. Barra = 15 µm. Fig. 4. Secção transversal mostrando as células epiteliais achatadas ligeiramente em forma de taça (setas) e filamentos adjacentes ligados por fusões celulares (cabeça de seta). Barra = 10 µm.

ESTRUTURA REPRODUTIVA

Talos tetraspóricos com conceptáculos tetrasporangiais multiporados com teto elevado em relação à superfície adjacente (Fig. 5); câmaras com assoalho plano, com 250-525 μm de diâmetro e 150–230 μm de altura; teto constituído de filamentos com 4-5 células, com 27-50 μm de espessura (Fig. 6-7); assoalho situado 9-11 camadas de células abaixo da superfície do talo. Em corte transversal, tetrasporângios dispersos no interior da câmara, perpendiculares a superfície do talo; esporângios maduros com 35- 45 μm de diâmetro e 85-115 μm de altura, contendo quatro tetrásporos arranjados de forma zonada (Fig. 6). Poros em depressão resultado da degeneração das células superficiais adjacentes, resultando em filamentos com apenas três células, sendo a basal alongada longitudinalmente (Fig. 7, 8). Plantas gametofíticas não foram encontradas.



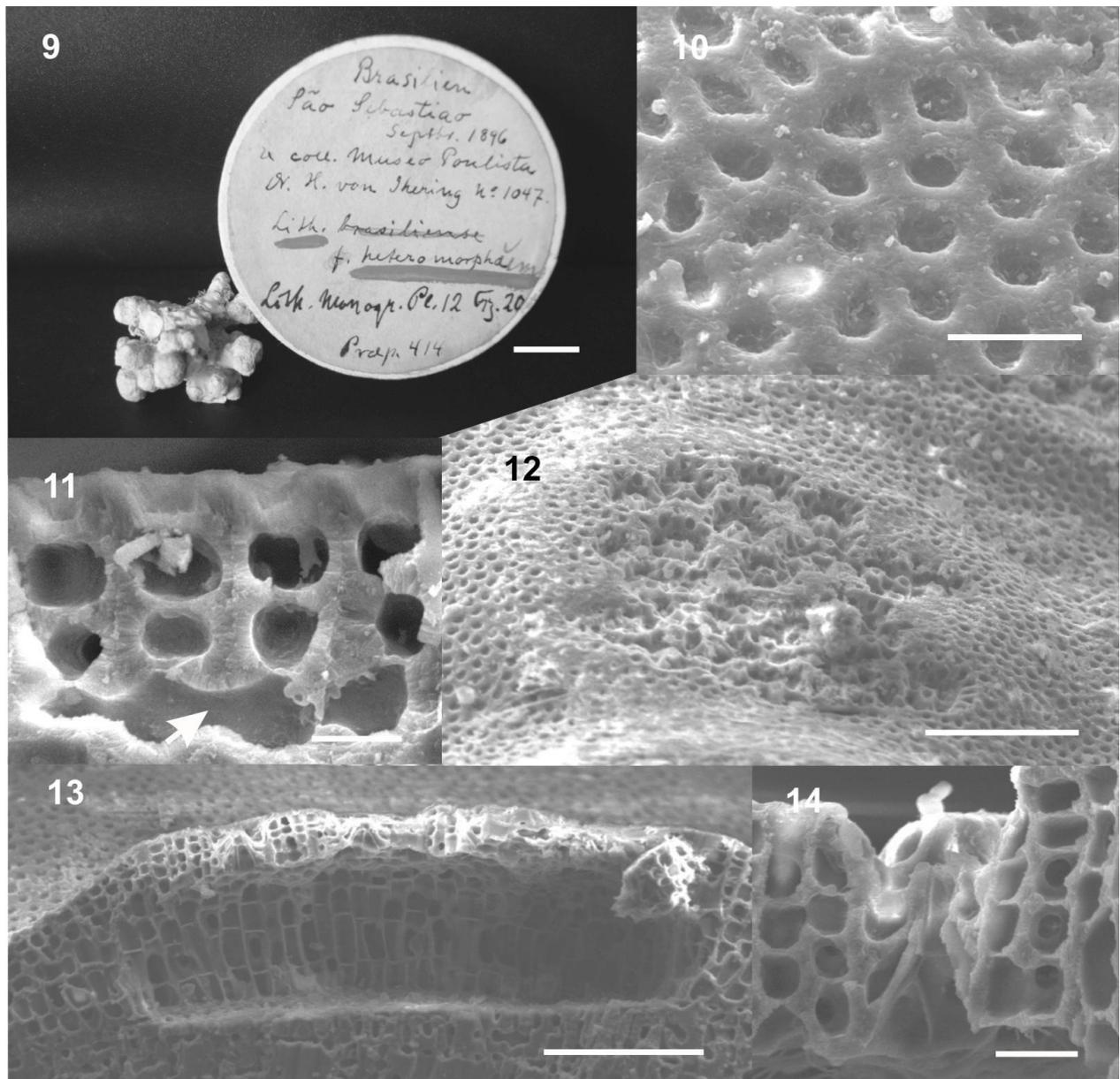
Figuras 5-8: Aspectos reprodutivos de *Lithothamnion superpositum* das coletas modernas no Brasil. Fig. 5. Vista frontal de conceptáculos tetrasporangiais multiporados com o teto em depressão em MEV. Barra = 200 μ m. Fig. 6. Fotomicrografia da câmara do conceptáculo multiporado com tetrasporangios zonados em corte transversal. Barra = 100 μ m. Fig. 7. Detalhe do conceptáculo evidenciando os poros em depressão (M.O.). Barra = 20 μ m. Fig. 8. Eletromicrografia da secção transversal evidenciando os poros delimitados por três filamentos de células. Barra = 10 μ m.

MATERIAL TIPO

Lithothamnion heteromorphum Foslie 1900: 4

Figs. 9-14

Rodólito com morfologia fruticosa. Protuberâncias eventualmente anastomosadas, com 5-7 mm de altura e 3-5 mm de diâmetro (Fig. 9). Talo pseudoparenquimatoso, organização interna do tipo monômera nas porções crostosas; células epiteliais em vista transversal, em forma de taça, com 7- 11 μm de diâmetro e 3-4 μm de altura, em vista superficial tipo-Lithothamnion (Fig. 10 e 11). Células subepiteliais cilíndricas tão longas quanto largas, 7-9 μm de diâmetro e 6-9 μm de altura (Fig. 11). Células de filamentos adjacentes unidos por fusões celulares (Fig. 11). Conceptáculo tetrasporangial multiporado (fig. 12) com câmaras com assoalho plano, com 270-525 μm de diâmetro e 112 – 162 μm de altura (Fig. 13). Teto da câmara formado por filamentos com 4-5 camadas de células, com 36- 44 μm de espessura. Poros em depressão com cerca de 9 μm de diâmetro e 13 μm de altura, delimitado por filamentos com apenas três células, sendo a basal alongada longitudinalmente (Fig. 14). Esporângios não foram observados. Talos gametófitos não foram observados.



Figuras 9-14 *Lithothamnion heteromorphum*: holótipo [TRH, C16-3262]. Fig. 9. Morfologia externa dos espécimens da coleção tipo. Barra = 1cm. Fig. 10. Vista superficial do talo vegetativo. Barra = 20 μ m. Fig. 11. Fratura do material holótipo mostrando as células epiteliais em forma de taça e filamentos adjacentes ligados por fusão celular (seta). Barra = 20 μ m. Fig. 12. Aparência externa do conceptáculo multiporado com poros em depressão. Barra = 100 μ m. Fig. 13. Câmara do conceptáculo multiporado evidenciando os poros em depressão. Barra = 100 μ m. Fig. 14. Detalhe do poro. Poro delimitado por 3 filamentos celulares. Barra = 20 μ m.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Lithothamnion superpositum é descrito para o leste e sudeste da Austrália (Woelkerling 1996; Harvey *et al.* 2003) e África do Sul (Keats *et al.* 2000). Neste trabalho, são descritas as populações de três Estados brasileiros: Rio Grande do Norte, Bahia, São Paulo (Material tipo) e Santa Catarina (na Ilha do Arvoredo).

MATERIAL EXAMINADO

BRASIL, Rio Grande do Norte. Guamaré, Março de 2007, Horta, FLOR; **BRASIL, Bahia.** Itamaracá, Março 2005, Horta, FLOR; **BRASIL, Santa Catarina,** Florianópolis, Horta, Janeiro e julho de 2002, Dezembro de 2007, FLOR; **Holótipo: BRASIL, São Paulo.** São Sebastião, 1896, Von Ihering No. 1047, Museu Paulista. TRH, C16-3262

4. Discussão

Os resultados apresentados conferem com os conceitos de Hapalidiaceae e da subfamília Melobesioideae (Harvey *et al.* 2003b). Dentre os gêneros desta subfamília, a presença da organização do talo monomérica, filamentos adjacentes ligados por fusões celulares, células epiteliais achatadas ou em forma de taça e conceptáculos tetrasporangiais multiporados com os tetrasporângios zonados, observados nos espécimes em questão, corroboram a determinação do gênero *Lithothamnion* (Woelkerling 1988; Woelkerling 1996; Harvey *et al.* 2003a e 2003b).

A morfologia e anatomia dos espécimes coletados no Brasil, tanto o holótipo de *L. heteromorphum* quanto o material coletado recentemente, conferem com a descrição de *L. superpositum*. Esta espécie tem como característica diagnóstica os poros em depressão, resultado, provavelmente, em decorrência da apoptose das células mais externas dos filamentos que delimitam o canal do poro (Foslie 1900; Wilks e Woelkerling 1995; Woelkerling 1996; Keats *et al.* 2000; Harvey *et al.* 2003b).

Diferenças morfológicas apresentadas pelos espécimes coletados durante o presente estudo e os analisados por Woelkerling (1996) e Keats *et al.* (2000), como por exemplo os ápices das protuberâncias em forma de taça, encontrados nos talos coletados durante o presente estudo, não representam características diagnóstica, visto que eventuais diferenças observadas nos aspectos morfológicos podem ser atribuídas à plasticidade fenotípica, comum em Corallinales (Woelkerling *et al.* 1993a).

Analisando os aspectos reprodutivos e vegetativos das diferentes populações da supracitada espécie, as dimensões das células epiteliais e conceptáculos tetrasporangiais, das populações do Brasil são mais semelhantes a população da Austrália do que da África do Sul, apesar da maior proximidade espacial entre as populações da África do Sul e América do Sul (Tab. 1).

A descrição original de *Lithothamnion heteromorphum*, ainda como *L. brasiliense* f. *heteromorpha* (Foslie, 1900: 4) não menciona os poros do conceptáculo tetrasporangial em depressão, apesar da presente análise ter observado esta característica no respectivo material tipo. Sendo assim, *Lithothamnion heteromorphum* deve ser considerado como sinônimo heterotípico de *Lithothamnion superpositum* Foslie.

Tabela 1. Resumo das características diagnósticas de *Lithothamnion superimpositum* encontradas no material brasileiro e em outras populações.

	<i>Brasil</i> ¹ Coleta atual	<i>Brasil</i> ¹ Holótipo (<i>L. eteromorphum</i>)	Austrália ^{2,3} (<i>L. indicum</i>)	Sudeste da Austrália ⁴	África do Sul ⁵
Depressões no teto do conceptáculo	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Aparência do teto do conceptáculo bi/tetrasporangial	Poros em depressão	Poros em depressão	Poros em depressão	Poros em depressão	Poros em depressão
Diâmetro do conceptáculo bi/tetrasporangial	250-525 µm	270-525 µm	450 – 600µm	390 – 440 µm	125-370µm
Altura do conceptáculo bi/tetrasporangial	150-230 µm	112-162 µm	150 - 170 µm	125 – 170 µm	105 - 187 µm
Número de células do filamento do teto do conceptáculo bi/tetrasporangial	3 – 5	3 – 5	3 - 8	4 – 5	3 – 8
Espessura do teto do conceptáculo bi/tetrasporangial	27 – 50 µm	36 – 44 µm	25 – 60 µm	-	40 – 75 µm

¹ Presente estudo, ²Wilks e Woelkerling 1995; ³Woelkerling 1996; ⁴Harvey *et al.* 2003b, ⁵Keats *et al.* 2000.

5 Referências

- Adey WH. 1970. A revision of the Foslie crustose coralline herbarium. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* (1): 1-46.
- Adey W.H. & Lebednik P.A.. 1967. Catalog of the Foslie Herbarium. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab Museet*; Trondheim, Norway.
- Broom J.E.S., Hart. D.R., Farr T.J., Nelson W.A., Neill K.F., Harvey A.S. & Woelkerling W.J. 2008. Utility of *psbA* and nSSU for phylogenetic reconstruction in the Corallinales based on New Zealand taxa. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 46: 958-973.
- Chamberlain Y.M. 1983. Studies in the Corallinaceae with special reference to *Fosliella* and *Pneophyllum* in the British Isles. *Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.), Bot.*, 11: 291-463.
- De Toni, G.B. 1924. *Sylloge Algarum Omnium Hucusque Cognitarum*. Vol. 6. *Sylloge Floridearum*, Sect. 5. Additamenta. (Privately published: Padova.).
- Dawson E.Y. 1946. Lista de las algas marinas de la costa Pacifica de Mexico. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 7: 167-215.
- Dawson E.Y. 1960. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 3. Cryptonemiales, Corallinaceae, subf. Melobesioideae. *Pacific Naturalist* 2(1): 3-125.
- Dixon P.S. 1973. *Biology of the Rhodophyta*. Hafner Press, New York
- Foslie M. 1900. New or critical calcareous algae. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1899 (5): 1-34.
- Foslie M. 1904. Algologiske notiser. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1906 (8): 1-9.
- Foslie M. 1907a. Algologiske notiser. III. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs*

- Skrifter* 1906 (8): 1-34.
- Foslie M. 1907b. Algologiske notiser. IV. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1907 (6): 1-30.
- Foslie M. 1907c. The Lithothamnia of the Percy Slaten Trust Expedition, in H.M.S. Sealark. *Transactions of the Linnean Society of London (Botany)* 7, 93-108, pls.15-16.
- Foslie M. 1907d. The lithothamnia. – *Transactions of the Linnean Society of London (Zoology)*, Ser.2, 12:177-192.
- Foslie M. 1908. Algologiske notiser. V. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1908(7): 1-20.
- Foslie M. 1909. Algologiske notiser. VI. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1909 (2): 1-63.
- Heydrich F. 1897. Melobesieae. *Ber. dt. Bot. Ges.* 15: 403-420.
- Harvey A.S., Broadwater, S.T., Woelkerling W.J. e Mitrovski P.J. 2003a. *Choreonema* (Corallinales, Rhodophyta): 18S rDNA phylogeny and resurrection of the Hapaladiaceae for the subfamilies Choreonematoideae, Austrolithoideae and Melobesioideae. *Journal of Phycology* 39: 988–998.
- Harvey A.S., Woelkerling W.J. & Millar A.J.K. 2003b. An account of Hapaladiaceae (Corallinales, Rhodophyta) in south-eastern Australia. *Australian Systematic Botany* 16: 647-698.
- Horta P.A. 2000. Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 301 pp.
- Horta P.A. 2002. Bases para a identificação das coralináceas não articuladas do litoral brasileiro – uma síntese do conhecimento. *Biotemas* 15:7-44.
- Keats D.W., Maneveldt G. & Chamberlain Y.M. 2000. *Lithothamnion superpositum* Foslie: a

- common crustose red alga (Corallinaceae) in South Africa. *Cryptogamie Algologie* 21: 381-400.
- Keats D.W., Steneck R.S., Townsend R.A. & Borowitzka M.A. 1996. *Lithothamnion prolifer* Foslie: A common non-geniculate coralline alga (Rhodophyta: Corallinaceae) from the tropical and subtropical Indo-Pacific. *Botanica Marina* 39: 187-200.
- Lemoine M. 1930. Les Corallinacées de l'archipel des Galapagos et du Golfe de Panama. *Archives du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris*. Ser. 6. 4: 37-88.
- Lemoine M. 1965. Algues calcaires (mélobésiées) recueillies par le Professeur P. Drach. *Bulletin de l'Institut Océanographique* 64: 1-20.
- Philippi R. 1837. Beweis dass die Nulliporen Pflanzen sind. *Arch. Naturgesch.* 3: 387: 393.
- Printz H. 1929. 'M. Foslie - 'Contributions to a Monograph of the Lithothamnia'. Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab Museet, Trodhjem.
- Taylor W.R. 1960. *Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas*. U. Michigan press, Michigan. 870 pp.
- Taylor W.R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 12: 1-528.
- Wilks K.M. e Woelkerling, W.J. 1995. An account of Southern Australian species of *Lithothamnion* (Corallinaceae, Rhodophyta). *Australian Systematic Botany* 8: 549-583.
- Woelkerling W.J. 1988. *The Coralline red algae: An analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate corallinaceae*. Oxford University Press, Oxford. 268 pp.
- Woelkerling W.J. 1993a. Growth-forms in non-geniculate coralline red algae (Corallinales, Rhodophyta). *Australian Systematic Botany* 6: 277-293.
- Woelkerling W.J. 1993b. Type collections of Corallinales (Rhodophyta) in the Foslie

- Herbarium (TRH). *Gunneria* 67: 1-289.
- Woelkerling W.J. 1996. The order Corallinales. In: *The Marine Benthic Flora of Southern Australia, Part IIIB*. (Ed. by H.B.S. Womersley), pp. 146-323. Graphic Print Group, Adelaide.
- Woelkerling W.J., Irvine L.M. & Harvey A.S. 1993. Growth-forms in non-geniculate coralline red algae (Corallinales, Rhodophyta). *Australian Systematic Botany* 6: 277-293.
- Woelkerling W.J., Gustavsen G., Myklebost H.E., Tommy P. & Sasted S.M. 2005. The Coralline Red Algae Herbarium of Mikael Foslie: revised catalogue with analyses. *Gunneria* 77: 1-625.
- Wynne M.J. 2005. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision, *Nova Hedwigia* 129: 1-152.

Capítulo 2

Morfologia e reprodução de *Mesophyllum engelhartii* (Foslie) Adey (Corallinales; Rhodophyta) – novo registro para a costa oeste do Atlântico.

Resumo

Apesar da enorme importância das algas calcária não-geniculadas, elas são pouco conhecidas no Brasil, onde se acredita que se localizem os maiores bancos naturais. Em nossa tentativa de identificar este grupo na costa brasileira, coletamos alguns espécimes que concordam com o conceito de *Mesophyllum engelhartii* (Foslie) Adey. Portanto, o presente trabalho reporta *M. engelhartii* pela primeira vez na costa oeste do Atlântico. As amostras foram coletadas no Espírito Santo e Santa Catarina e incluíam crostas tetraspóricas ou não férteis. Alguns espécimes não férteis foram mantidos em cultura e desenvolveram conceptáculos masculinos. O material foi analisado utilizando microscopia eletrônica de varredura e microscopia de luz. Questões relativas ao conceito de *Mesophyllum* também são discutidas.

Abstract

Although the high importance of non-articulate coralline algae, they are poorly known in Brazil, where is assumed to have the most extensive natural bed. In our endeavor to identify this group of seaweeds along the Brazilian coast, we found some crusts attributed to be *Mesophyllum engelhartii* (Foslie) Adey. So, this work reports *M. engelhartii* for the first time to Atlantic Western, since samples collected in Brazil, Espírito Santo and Santa Catarina. Within the material collected, there were only crusts non-fertile or with tetrasporangial conceptacles. Some non-fertile specimens were maintained in culture and developed male conceptacles. The material was analyzed using scanning electron and light microscopy. In addition, a brief account of *Mesophyllum* generic concept is also provided.

1 Introdução

O gênero *Mesophyllum* Me. Lemoine (Corallinales, Rhodophyta) é composto por 147 táxons infragenéricos, incluindo espécies fósseis e não fósseis (Woelkerling 1988). Juntamente com mais sete gêneros, formam a subfamília Melobesioideae que, de acordo com Harvey *et al.* (2003a), é o único táxon supra-genérico dentre os representantes das Hapalidiaceae cujas células dos filamentos adjacentes estão ligadas por fusões celulares.

A história da taxonomia do referido gênero foi marcada por grandes mudanças e até os dias atuais é palco para discussões acirradas. Ellis (1768) descreveu a espécie tipo do grupo como *Corallium lichenoides* Ellis, considerado na época como um animal, representante dos corais. A proposição do gênero só ocorreu cerca de dois séculos depois por Lemoine (1928). Este trabalho foi seguido por discussões da taxonomia e diversidade do referido táxon, representadas pelos esforços de Ishijima (1942), Adey (1970) e Woelkerling e Irvine (1986). Baseados no último Código Internacional de Nomenclatura Botânica (McNeill *et al.* 2006), Woelkerling e Irvine (2007) validam o Lectotipo e os trabalhos originais de Ellis, estabelecendo *Mesophyllum lichenoides* (J. Ellis) Me. Lemoine como a espécie tipo do gênero.

Na proposta original de Lemoine (1928) *Mesophyllum* seria diferenciado dos demais representantes da subfamília por apresentar organização coaxial do hipotalo. Essa característica foi aceita por vários anos até que Woelkerling (1988), questionou sua validade na diagnose do referido táxon em relação a *Clathromorphum* Foslie e *Synarthrophyton* Townsend. Woelkerling e Harvey (1993) concluíram que as diferenças ontogenéticas e morfológicas dos filamentos espermatangiais seriam características mais informativas para se utilizar na delimitação de *Mesophyllum* em relação aos demais representantes do grupo.

No entanto, segundo Athanasiades (1999) esta característica está baseada na análise moderna de cerca de uma dezena de espécies, sendo que, para o restante do grupo, não existe a descrição de talos masculinos. Athanasiades *et al.* (2004) e Athanasiades e Adey (2006) destacam ainda a necessidade de se descrever e valorizar as demais características dos conceptáculos gametofíticos, principalmente as estruturas que ocorrem no assoalho, parede e teto de suas câmaras. Os referidos autores consideram a separação dos gêneros *Synarthrophython*, *Leptophytum* Adey e *Mesophyllum* problemática, e os denominam como representantes de um complexo, que ainda necessita de maiores estudos, principalmente com representantes do hemisfério sul, para que suas relações sejam esclarecidas.

De acordo com Wynne (2005), são registradas sete espécies de *Mesophyllum* para a costa oeste do oceano Atlântico, das quais apenas *M. ornatum* (Foslie & Howe) Athanasiadis, *M. mesomorphum* (Foslie) Adey e *M. erubescens* foram descritas segundo uma análise detalhada de sua morfologia e anatomia (Athanasiadis 1999; Nunes *et al.* 2008).

O presente trabalho representa parte dos esforços em se descrever os representantes não geniculados da ordem Corallinales, iniciado no litoral Brasileiro no final dos anos 90 (Horta 2000), utilizando-se para tanto amostras oriundas da costa sul e sudeste do referido litoral. Neste manuscrito, descreve-se pela primeira vez para a costa oeste do Atlântico a espécie *Mesophyllum engelhartii* (Foslie) Adey, baseando-se em uma análise detalhada de aspectos vegetativos e reprodutivos de materiais vindos do campo e cultivados em laboratório.

2 Material e método

2.1 Estudo taxonômico

Dados foram obtidos de espécimes coletados Espírito Santo (19,978933°S e 40,128386°W) e Santa Catarina (27,443283°S e 48,387426°W), utilizando mergulho autônomo. O material foi fixado em campo com formalina 4% diluída em água do mar e transportado para o laboratório. Parte do material triado foi mantida seca, enquanto outra parte foi mantida na formalina. Todo material coletado foi depositado ao Herbário FLOR do Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

Lâminas permanentes utilizadas para observação em microscopia de luz e suportes de alumínio (*stubs*) para a microscopia eletônica de varredura (MEV) foram preparados seguindo os procedimentos de Horta (2002).

Em linhas gerais, o material utilizado no MEV foi desidratado ao ar livre e observado na lupa para a seleção de espécimes contendo conceptáculos e/ou margem de crescimento. Em seguida foram feitas fraturas do material selecionado, tentando obter a orientação perpendicular à superfície. As fraturas foram então colocadas sobre um suporte mecânico de alumínio cuja superfície estava coberta por uma fita de carbono. Estas amostras foram metalizadas com ouro, no metalizador BALTEC CED 030, e analisadas no MEV JEOL 6390LV.

Para a confecção de cortes histológicos, também foi feita a seleção e fratura do material que, em seguida, sofreu descalcificação em HCl 5%. As fraturas já descalcificadas foram então desidratadas gradualmente em soluções de 30, 50, 70, 90 e 100% de etanol, a

intervalos de 20 minutos. O material foi infiltrado por pelo menos 12 horas em solução de metacrilatoglicol (“Historesin embedding Kit” Leica, marca Reichert-Jung) e emblocado segundo as instruções fornecidas pelo referido fabricante. Os blocos foram seccionados em micrótomo rotativo Leica RM 2125 RT, com navalha de aço e montadas as lâminas permanentes, que foram analisadas e fotografadas no microscópio Olympus BX 50.

A altura das células foi considerada como a distância entre as conexões celulares primárias, enquanto o diâmetro a distância perpendicular das mesmas. As medidas dos conceptáculos foram verificadas a partir de secções transversais sagitais. A altura de um conceptáculo foi considerada como a distância entre seu assoalho e o teto da câmara, já o diâmetro a distância das paredes internas laterais, conforme descrito por Chamberlain (1983).

A terminologia morfológica e anatômica empregada está de acordo com Woelkerling *et al.* (1993a) e Woelkerling (1988), respectivamente. Os termos “medula” e “córtex”, empregados para se referir as regiões centrais e periféricas das ramificações das algas calcárias geniculadas, não foram empregados. Como observado por Dixon (1973), não há nenhuma diferença fundamental entre medula e córtex quando empregados para algas vermelhas pseudoparenquimatosas. Os termos medula e córtex são aplicados na descrição de tecidos parenquimatosos.

2.2 Cultivo em laboratório

Crostras não férteis, com 1 a 7 cm de diâmetro foram coletadas com o auxílio de ponteiras, limpas na embarcação e transferidas par recipientes plásticos para seu transporte em caixas térmicas. Em laboratório, foram novamente limpas com o auxílio de pinças e pincéis de cerdas macias, e mantidas em câmaras de cultivo sob temperatura de 23°C (± 2) e fotoperíodo

12h, intensidade de $50 \mu\text{mol de f\u00f3tons.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, em Erlenmeyers de 500ml com \u00e1gua do mar filtrada, esterilizada com UV e fervida em banho-maria por 1 h. Semanalmente a \u00e1gua foi trocada e o material limpo e analisado sob microsc\u00f3pio estereosc\u00f3pico para a detec\u00e7\u00e3o de eventuais estruturas reprodutivas. Ap\u00f3s 28 dias, as crostas foram transferidas para Erlenmeyers contendo 500ml de \u00e1gua do mar esterilizada segundo os m\u00e9todos supracitados, e acrescida de meio de cultura, P.E.S 20%. O material foi mantido em cultura por mais 28 dias, sendo feita sua manuten\u00e7\u00e3o e acompanhamento da presen\u00e7a de estruturas reprodutivas semanalmente. Concept\u00e1culos uniporados foram observados apenas em duas crostas nos primeiros 15 dias do experimento. Este material foi coletado, fixado e preparado para an\u00e1lise conforme procedimentos supracitados. Todos os demais exemplares apresentaram branqueamento do talo ao final dos 54 dias.

3 Resultados

Mesophyllum engelhartii (Foslie) Adey 1970: 23

(Fig 1-14 e tab. 1)

Basinomio: *Lithothamnion engelhartii* Foslie, 1900b: 18

REFERÊNCIAS: Printz 1929: 7, fig. 14; Woelkerling 1993: 84, Woelkerling & Harvey 1993: 583; Chamberlain & Keats 1995: 134; Woelkerling *et al.* 2005: 349.

HOLÓTIPO: **TRH**, B18-2595 (Woelkerling 1993: 84; Woelkerling *et al.* 2005: 349)

LOCALIDADE DO TIPO: Cape Jaffa, Sul da Australia. Coletado por Dr August Engelhartii (Woelkerling 1993: 84; Woelkerling *et al.* 2005: 349).

SINÔNIMOS HOMOTÍPICOS:

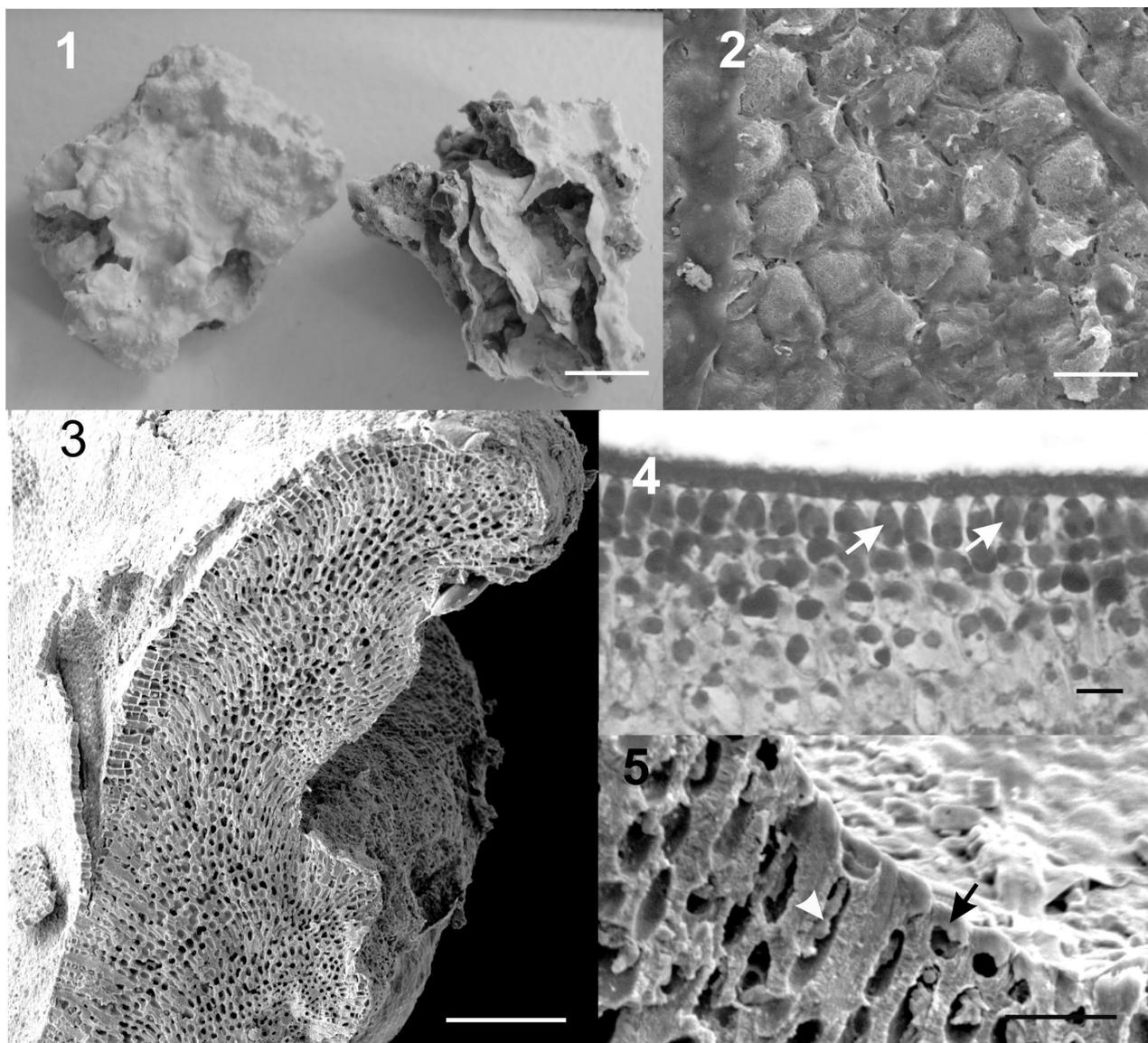
Lithothamnion engelhartii f. *imbricata* Foslie, 1900b: 18
Lithothamnion patenta f. *engelhartii* (Foslie) Heydrich, 1907: 223

SINÔNIMOS HETEROTÍPICOS:

Lithothamnion synanablastum f. *speciosa* Foslie, 1900b: 11
Lithothamnion engelhartii f. *umbornata* Foslie, 1900b: 18
Goniolithon elatocarpum Foslie, 1900b: 23
Lithothamnion fumigatum Foslie, 1901: 7
Lithothamnion fumigatum f. *aucklandica* Foslie, 1905: 16
Lithothamnion versicolor Foslie, 1907a: 3
Lithothamnion discrepans Foslie, 1907b: 8
Lithothamnion lemniscatum Foslie, 1907b: 11
Lithothamnion speciosum (Foslie) Foslie, 1907b: 16
Lithothamnion aucklandicum (Foslie) Foslie, 1907b: 18
Mesophyllum discrepans (Foslie) Lemoine, 1928: 252
Mesophyllum aucklandicum (Foslie) Adey, 1970: 22
Mesophyllum fumigatum (Foslie) Adey, 1970:24
Mesophyllum lemniscatum (Foslie) Adey, 1970: 25
Mesophyllum speciosum (Foslie) Adey, 1970: 26
Mesophyllum versicolor (Foslie) Adey, 1970: 26

HÁBITO E ESTRUTURA VEGETATIVA

Plantas calcárias, não geniculadas, formando crostas com superfície irregular, com até 2 mm de espessura, frouxamente aderidas ao substrato. Normalmente encontradas na face lateral de pedras, formando várias camadas de sobreposição (Fig. 1). Em vista frontal, apresentam a parede externa das células epiteliais levemente projetadas para o exterior (Fig. 2). Talo pseudoparenquimatoso com organização monômera; hipotalo coaxial (Fig. 3). Células do hipotalo com 5-7 μm de diâmetro e 12-30 μm de altura. Peritalo formado por células com 5-7 μm de diâmetro e 10-22 μm de altura.; em corte transversal, apresentam uma única camada de células epiteliais cilíndricas ou ligeiramente achatadas, porém nunca em forma de taça, com 3-7 μm de diâmetro e 3-7 μm de altura (Fig. 4-5). Células subepiteliais alongadas em relação às células adjacentes, com 3-7 μm de diâmetro e 7-13 μm em altura (Fig. 4-5). Células de filamentos adjacentes ligada por fusões celulares; conexões celulares secundárias e haustórios ausentes, tricocitos não foram observados.

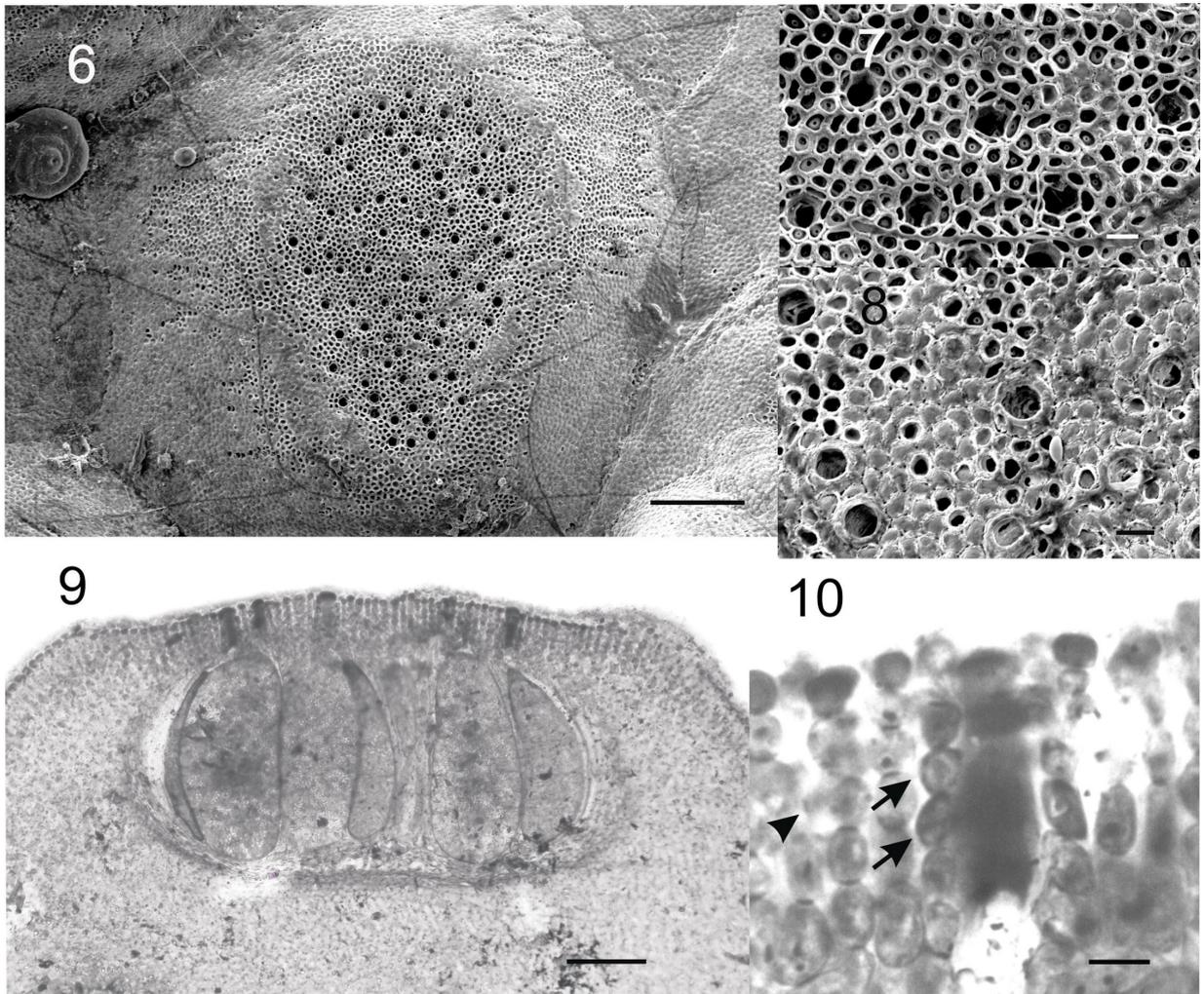


Figuras 1 – 5 Aspectos vegetativos de *Mesophyllum engelhartii*. Fig. 1 Aspecto geral das crostas sobrepostas. Barra = 1cm. Fig 2. Eletromicrografia da vista superficial das células epiteliais. Barra = 10 μ m. Fig. 3 Fratura transversal da margem de crescimento mostrando o hipotalo coaxial (MEV). Barra = 100 μ m. Fig 4. Fotomicrografia da secção transversal mostrando células epiteliais cilíndricas e células subepiteliais bastante alongadas (setas). Barra = 10 μ m. Fig 5 Em MEV, células epiteliais cilíndricas (seta) e subepiteliais bastante alongadas (cabeça de seta). Barra = 20 μ m

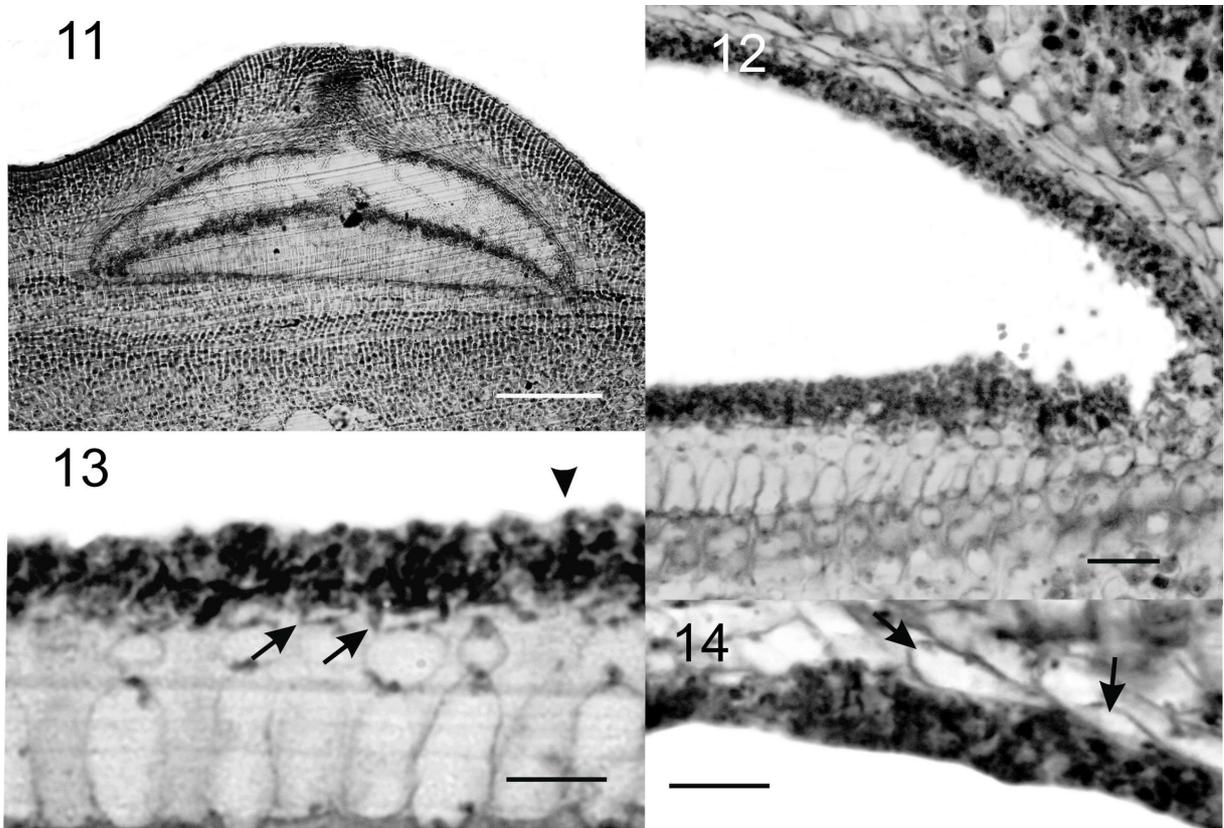
ESTRUTURA REPRODUTIVA

Conceptáculos tetrasporofíticos multiporados com 450-860 μm de diâmetro externo, levemente elevados em relação a superfície do talo; quando maduros, são observado enterrados em meio ao peritalo (Fig. 6). Poro circundado por 5-7 células, as vezes formando roseta (Fig. 7-8). Câmara do conceptáculo com assoalho plano, com 186-510 μm de diâmetro e 122-271 de altura (Fig. 9); teto composto por filamentos com 5-8 células, com 22-67 μm de espessura (Fig. 10); poro delimitado por filamento com 5-7 células iguais as demais células dos demais filamentos do teto (Fig. 10). Tetrasporângio maduro com 60-95 μm de diâmetro e 125-192 μm de altura, formado por quatro tetrasporos zonados (Fig. 9).

Conceptáculos espermatangiais uniporados originados na cultura. Câmara com cerca de 240 μm de diâmetro e 160 μm de altura; teto formado centripetamente por filamentos adjacentes, 39-80 μm de espessura e assoalho distando 98-125 μm da superfície (Fig. 11). Poro com células projetadas para o interior do canal; Filamentos espermatangiais simples, não ramificados presentes tanto nas paredes e no teto, com 5-8 μm de comprimento, quanto no assoalho do conceptáculo, com 7-20 μm de comprimento (Fig. 12-14); originados do assoalho da câmara a partir de células poliédricas com 5-7 μm de diâmetro e 2-3 μm de altura (Fig. 13) ou de células mais alongadas, quando localizados no teto e nas paredes, com 2-4 μm em diâmetro e 7-20 μm de altura (Fig. 14). Espermácios com cerca de 2 μm de diâmetro. Em campo não foram observados exemplares gametofíticos, sendo que gametófitos femininos não foram observados no material mantido em laboratório.



Figuras 6-10 Aspectos reprodutivos do talo tetrasporofítico de *Mesophyllum engelhartii*. Fig. 6 Eletromicrografia do conceptáculo multiporado em vista frontal. Barra = 100 μm . Fig. 7 Eletromicrografia do poro em vista frontal, mostrando as células que delimitam seu canal formando roseta. Barra = 10 μm . Fig. 8 Células que delimitam o canal do poro em vista frontal (MEV). Barra = 10 μm . Fig. 9 Secção transversal do conceptáculo multiporado (M.O.). Barra = 50 μm . Fig. 10 Fotomicrografia do detalhe do teto do conceptáculo, evidenciando as células que delimitam o canal do poro (seta), semelhantes em forma e tamanho as demais células (cabeça de seta). Barra = 10 μm



Figuras 11-14 Fotomicrografias de secções transversais ilustrando aspectos reprodutivos de *Mesophyllum engelhartii*. Fig. 11 Aspecto geral do conceptáculo gametangial espermatangial uniporado. Barra = 50 µm. Fig. 12 Detalhe do conceptáculo, mostrando filamentos espermatangiais no assoalho e teto da câmara, sendo os filamentos do teto menores que os filamentos da base. Barra = 10 µm. Fig. 13 Detalhe do assoalho da câmara mostrando células poligonais (setas) e filamentos espermatangiais não ramificados (cabeça de seta). Barra = 15 µm. Fig. 14 Detalhe do teto mostrando filamentos espermatangiais, menores que os do assoalho, originados a partir de células alongadas (setas). Barra = 15 µm

ASPECTOS ECOLÓGICOS E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

No litoral do Espírito Santo, Sudeste do Brasil, *Mesophyllum engelhartii* representou a espécie dominante de alga calcária de formações recifais coralígenas costeiras, ocorrendo de 6 a 12 metros de profundidade, formando camadas espessas resultado da sobreposição de crostas. No litoral de Santa Catarina, a espécie se limitou a ocorrer em ambientes que variaram de 9 a 28 metros de profundidade, localizada preferencialmente na parede lateral do substrato, com crostas frouxamente aderidas ao substrato, com pouca sobreposição de crostas, ao contrário do observado no litoral do Espírito Santo. A referida espécie é um dos táxons do grupo das inscrustantes mais comuns sobre rochas e conchas da região inferior da faixa de entre-marés da África do Sul (Chamberlain e Keats 1995). Woerkerling (1996) também registra a espécie para a Namíbia, Austrália e Nova Zelândia, porém, Harvey *et al.* (2003a) alerta que sua ocorrência no sudeste da Austrália ainda carece de confirmação.

MATERIAL EXAMINADO:

BRASIL, Espírito Santo. Aracruz, recifes costeiros, Janeiro de 2001, Horta, FLOR;
BRASIL, Santa Catarina, Florianópolis. Ilha de Xavier, Dezembro de 2008 e Janeiro de 2009, Horta, FLOR;

4. Discussão

Para Woelkerling e Harvey (1993) *Mesophyllum* é delimitado pelas seguintes características: (1) talo monômero; (2) ausência de haustório; (3) células epiteliais esféricas ou ligeiramente achatadas, nunca em forma de taça; (4) células subepteliais alongadas; (5)

células-mãe dos filamentos espermatangiais formadas diretamente por células meristemáticas; (6) células-mãe do filamentos espermatangiais sob células protetoras; (7) teto dos conceptáculos espermatangiais formados centripetamente pelos filamentos periféricos; (8) filamentos espermatangiais simples, não ramificados.

Athanasiadis *et al.* (2004) consideram inequívoca a distinção entre *Mesophyllum* e boa parte dos demais gêneros de Melobesoideae. Porém, entre *Mesophyllum*, *Synartrophyton* e *Leptophyton* os limites se sobrepõem em muitos aspectos: (1) manchas de hipotalo coaxial (presente em algumas espécies de *Synartrophyton* e *Mesophyllum*); (2) predominância de hipotalo coaxial (presente em várias espécies de *Mesophyllum*); (3) células subepteliais alongadas (presente em algumas espécies de *Synartrophyton* e na grande maioria de *Mesophyllum*); (4) células especializadas delimitando o poro de conceptáculos multiporados (presente da maioria das espécies de *Mesophyllum* e *Leptophytum*) e (5) filamentos espermatangiais ramificados (presente apenas em *Synarthrophyton* e *Leptophytum*).

A espécie descrita no presente trabalho concorda com os limites propostos por Woelkerling e Harvey (2003) e Athanasiadis *et al.* (2004). Os exemplares avaliados no presente estudo possuem todas as características apresentadas por Woelkerling e Harvey (1993), exceto a células-mãe dos filamentos espermatangiais sob células protetoras, que) não foi observada. Todos os espécimes apresentaram hipotalo coaxial e conferem com a definição de Athanasiadis *et al.* (2004), com exceção de células especializadas delimitando o poro de conceptáculos multiporados que não foram observadas.

Athanasiadis *et al.* (2004) também aponta uma possível característica diagnóstica do gênero: células mãe dos filamentos espermatangiais em forma lunar, encontradas pelos autores para todas as espécies no nordeste do Pacífico (*M. aleuticum* Lebednik, *M. vancouveriense*

(Foslie) Steneck e Paine, *M. conchatum* (Setchell e Foslie) Adey, *M. lamellatum* (Setchell e Foslie) Adey, *M. crassiusculum* (Foslie) Lebednik). Estas células não foram descritas nos demais trabalhos relativos ao gênero (ver Woelkerling e Harvey 1993). Na espécie presentemente analisada, essa morfologia não foi observada. As células-mãe dos filamentos espermatangiais da base são em sua maioria poliédricas enquanto as das paredes e do teto, alongadas. As diferenças observadas podem ser derivadas das diferentes metodologias utilizadas nos trabalhos em questão. Athanasiais *et al.* (2004) utilizaram material descalcificado e seccionado em micrótomo de congelamento, enquanto que no presente trabalho o material foi desidratado e infiltrado em historresina. O processo de congelamento ou mesmo o de desidratação e infiltração, podem ter levado a alteração da forma da célula resultando nas variações observadas.

A falta de padronização das técnicas utilizadas nos trabalhos listados acima dificulta a comparação entre os espécimes e a definição de possíveis novos caracteres diagnósticos, tornando a elucidação do complexo *Mesophyllum-Synarthrophyton-Leptophyton/Phymatolithon* ainda mais tardia..

Embora plantas masculinas não tenham sido encontradas durante as coletas, a manutenção de crostas não férteis em laboratório possibilitou a distinção entre *Mesophyllum* e *Synarthrophyton*, considerando como importante característica diagnóstica a ausência ou presença de ramificação dos filamentos espermatangiais em cada um dos respectivos táxons. Considerando que a presença de plantas gametofíticas são raras em material de campo, como reportam Wilks e Woelkerling (1995) para espécies de *Lithothamnion*, alternativas metodológicas como a manutenção ou o cultivo de espécimes em laboratório devem ser valorizadas nos estudos da taxonomia do grupo.

Apesar da morfologia dos conceptáculos gametofíticos, obtidos em laboratório, terem correspondido ao descrito na literatura, as dimensões encontradas foram maiores. Essa diferença pode ser atribuída às condições distintas do laboratório em relação ao material de campo, ou mesmo a diferenças fenotípicas das populações brasileiras e das demais regiões do planeta para onde a referida espécie já foi descrita.

O potencial diagnóstico de várias características de *Mesophyllum* foi avaliado por Woelkerling e Harvey (1993) utilizando 190 populações do gênero da Austrália. Nenhum caráter relacionado a morfologia externa e gametângio carposporofítico foi considerado adequado. Porém, características dos conceptáculos tetrasporangiais / bisporangial foram fundamentais para delimitar as espécies.

Os conceptáculos tetrasporangiais dos espécimes analisados no presente trabalho, apresentaram-se mais elevados em relação a superfície adjacente, o assoalho da câmara plano e filamentos que delimitam o canal do poro formados por células iguais em forma e dimensão das demais células do teto. A tabela 1 compara os dados do material analisado e os resultados de outros estudos taxonômicos de *Mesophyllum*, percebe-se que o conjunto de características diagnóstica corrobora a determinação da espécie *M. engelhartii* (Woelkerling e Harvey 1993; Chamberlain e Keats 1995).

Mesophyllum erubescens era, até então, a única espécie do gênero até então descrita para o litoral brasileiro (Nunes *et al.* 2008, Woelkerling *et al.* 2005, Figueiredo e Steneck 2002), tendo por base métodos e nomenclatura moderna, apresenta o canal do poro dos conceptáculos tetrasporangiais delimitados por filamentos com apenas três células, o que o diferente da espécie discutida no presente estudo.

Das demais espécies descritas para o Atlântico (Wynne 2005) que apresentam aspecto crostoso, *M. ornatum* (Foslie e M. Howe) Athanas. e *M. mesomorphum* (Foslie) Adey apresentam células do hipotalo maiores que as observadas nos espécimes presentemente analisados. Esta última espécie apresenta adicionalmente diâmetro do conceptáculo tetrasporangial menor que o observado nos espécimes brasileiros. *M. incertum* (Foslie) Lemoine, espécie fruticosa, apresenta conceptáculos nos ápices das protuberâncias, com diâmetro igualmente inferior que o observado em *M. engelhartii*. (Taylor 1960).

Mesophyllum syntrophicum possui conceptáculo tetrasporangial com dimensões e forma semelhantes das observadas nos espécimes Brasileiros (Taylor 1960). Entretanto, a ausência de uma descrição detalhada, acompanhadas de ilustrações representativas impossibilita uma discussão aprofundada das relações das duas espécies. A análise do material tipo se faz necessária para se verificar as características anatômicas das plantas tetraspóricas ou mesmo gametofíticas, para se avaliar as relações taxonômicas entre os referidos táxons.

As espécies de *Mesophyllum* que foram descritas nos últimos anos e compartilham características do conceptáculo tetraspórico com a espécie descrita são comparadas na tabela 1. Todas as espécies apresentam conceptáculo tetrasporangial elevado em relação a superfície e células que delimitam o canal do poro semelhantes em forma e dimensão as demais células do teto. As dimensões da câmara do conceptáculo da espécie descrita são semelhantes descritas para *M. engelhartii* na Austrália (Woelkerling e Harvey 1993), África do Sul (Chamberlain e Keats 1995) e *M. brachiata* no Golfo do México, considerado sinônimo de *M. engelhartii* (Riosmena-Rodríguez e Vásquez-Elizondo dados não publicados). No entanto, *M. funafutiense* e *M. syrphetodes* sobrepõe várias características com *M. engelhartii*,

divergindo apenas nas dimensões da câmara do conceptáculo tetrasporangial e dos tetrasporângios (Riosmena-Rodríguez e Vásquez-Elizondo dados não publicados).

As características do canal do poro e do teto da câmara dos conceptáculos esporangiais foram consideradas estáveis por Woelkerling e Harvey (1993) e Keats e Chamberlain (1994). No entanto, para boa parte das 147 espécies de *Mesophyllum* descritas, estes caracteres não estão detalhados (Keats e Chamberlains 1994).

Considerando a taxonomia como o primeiro passo para a conservação das espécies (Ennos *et al.* 2005), e que o referido grupo vem sofrendo com os impactos crescentes nas regiões costeiras assim como sua exploração direta (Riul *et al.* 2009) é importante a realização de novas pesquisas e consultas as coleções originais, para que o gênero *Mesophyllum* tenha sua delimitação aprimorada, assim como das espécies que o representam.

Tabela 1. Espécies de *Mesophyllum* que compartilham as características dos conceptáculos tetrasporangiais.

	<i>M. engelhartii</i> ⁶ (Brasil)	<i>M. brachiata</i> ² (Golfo da Califórnia)	<i>M. engelhartii</i> ³ (Sudeste da Austrália)	<i>M. engelhartii</i> ⁴ (África do Sul)	<i>M. funafutiense</i> ⁵ (África do Sul)	<i>M. funafutiense</i> ⁶ (Indonésia)	<i>M. syrphetodes</i> ⁶ (Indonésia)
Aparência do teto do conceptáculo	Elevado ou achatado	Elevado ou achatado	Elevado ou achatado	Elevado ou achatado	Elevado ou achatado	Elevado ou achatado	Elevado ou achatado
Número de poros na câmara	50-90	-	-	>70	>100	35-70	20-40
Diâmetro da câmara do conceptáculo tetrasporangial	186 a 407 µm	179-319 µm	160-500 µm	182-238 µm	500-575 µm	450-600 µm	250-350 µm
Altura da câmara do concp. tetra-bisporangial	122 a 271µm	74 - 159µm	65 - 260 µm	104-208 µm	186-225 µm	-	-
Espessura do teto (número de células)	5-7	3-5	3-10	4-6	7-10	8-10	4- 6
Células dos filamentos que delimitam o canal do poro	Similar em tamanho e forma as demais células do teto	Similar em tamanho e forma as demais células do teto	Similar em tamanho e forma as demais células do teto	Similar em tamanho e forma as demais células do teto	Similar em tamanho e forma as demais células do teto	Similar em tamanho e forma as demais células do teto	Similar em tamanho e forma as demais células do teto
Número de células de delimitam o canal do poro	5-7	4- 6	3-10	-	8-10	8-10	4- 6
Filamentos espermatangiais	Simples	Simples	Simples	Simples	-	-	-

1 Presente estudo; 2 Riosmena-Rodríguez e Vásquez-Elizondo 2009 (dados não publicados); 3 Woelkerling e Harvey (1993); 4 Chamberlain e Keats (1995); 5 Keats e Chamberlain (1994); 6 Verheij (1993);

5 Referências

- Adey WH. 1970. A revision of the Foslie crustose coralline herbarium. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* (1): 1-46.
- Athanasiadis A. 1999. *Mesophyllum macedonis*, nov. sp. Rhodophyta, Corallinales), a putative Tethyan relic in the North Aegean Sea. *European Journal of Phycology* 34: 239-252.
- Athanasiadis A., Lebednik P.A. & Adey W.H. 2004. The genus *Mesophyllum* (Melobesioideae, Corallinales, Rhodophyta) on the northern Pacific of North America. *Phycologia* 43: 126-165.
- Athanasiadis A. e Adey W.H. 2006. The genus *Leptophytum* (Melobesioideae, Corallinales, Rhodophyta) on the Pacific coas of North America. *Phycologia* 45: 71-115
- Chamberlain Y.M & Keats, D.W. 1995. The melobesooid alga *Mesophyllum engelhartii* (Rhodophyta, Corallinaceae) in South Africa. *South African Journal of Botany* 61(3): 134-146.
- Chamberlain Y.M. 1983. Studies in the Corallinaceae with special reference to *Fosliella* and *Pneophyllum* in the British Isles. *Bulletin of British Museum (Nat. Hist.) Botany* 11: 291-463.
- Dixon P.S. 1973. *Biology of the Rhodophyta*. Hafner Press: New York.
- Ellis J. 1768. Extract from a letter from Jonh Ellis Esquire, F.R.S. to Dr. Linnaeus of Upsala, F.R.S. on the animal nature of the genus of zoophyte, called Corallina. *Philosophycal Transactions of the Royal Society of London*. 57(1): 404-427.
- Ennos R.A., French G.C., Hollingsworth P.M. 2005. Conserving taxonomic complexity. *Trends in Ecology and Evolution*. 20: 164-168.

- Figueiredo, M. A. O., Steneck, R. S. 2002. Floristic and ecological studies of crustose coralline algae on Brazil's Abrolhos reefs. *9th International Coral Reef Symposium 1*: 493-498.
- Foslie M. 1900a. Revised systematical survey of the Melobesia. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 5*: 1-22.
- Foslie M. 1900b. New or critical calcareous algae. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1899 (5)*: 1-34.
- Foslie M. 1901. New melobesieae. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1900 (6)*: 1-24.
- Foslie M. 1905. Den botaniske Sampling. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Aarsberet 1904*: 15-18 .
- Foslie M. 1907a. Algologiske notiser. III. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1906 (8)*: 1-34.
- Foslie M. 1907b. Algologiske notiser. IV. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1907 (6)*: 1-30.
- Harvey A.S., Woelkerling W.J. & Millar, A.J.K. 2003a. An account of Hapalidiaceae (Corallinales, Rhodophyta) in south-eastern Australia. *Australian Systematic Botany 16*: 647-698.
- Harvey A.S., Broadwater, S.T., Woelkerling W.J. & Mitrovski, P.J. 2003b. *Choreonema* (Corallinales, Rhodophyta): 18S rDNA phylogeny and resurrection of the Hapaladiaceae for the subfamilies Choreonematoideae, Austrolithoideae and Melobesioideae. *Journal of Phycology 39*: 988-998.
- Heydrich F. 1907. Uber *Sphaerantha lichenoides* (Ell. et Sol.) Heydr. Mscr. *Beih. Bot. Cent.*

- 22: 234-238.
- Horta P.A. 2002. Bases para a identificação das coralináceas não articuladas do litoral brasileiro – uma síntese do conhecimento. *Biotemas*. 15:7-44.
- Horta P.A.. 2000. Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 301 pp.
- Keats, D.W., Chamberlain, Y.M. 1994. Two melobesoid coralline algae (Rhodophyta, Corallinales): *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Lemoine and *Mesophyllum funafutiense* (Foslie) Verheij from Sodwana Bay, South Africa. *South African Journal of Botany* 60: 175-190
- Ishijima W. 1942. The first find of *Mesophyllum* from the Tertiary of Japan. *Journal of Geological Society of Japan* 49:174-176.
- Lemoine Mme. P. 1928. Un nouveau genre de Mélobésiées : *Mesophyllum*. *Bulletin de la Societe Botanique de France* 75: 251-254.
- McNeill, J., Barrie, F.R., Burdet, H.M., Demoulin, V., Hawksworth, D.L., Marhold, K., Nicolson, D.H., Prado, J., Silva, P.C., Skog, J.E., Wiersema, J.H., Turland, N.J. 2006. International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code) adopted by the Seventeenth International Botanical Congress Vienna, Austria, July 2005. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell, Liechtenstein [Regnum Veg.146].
- Nunes J. M. C.; Guimaraes, S. M. P. B. ; Donnangelo, A. ; Farias, J. N. e Horta, P. A. 2008. Aspectos Taxonômicos de três espécies de coralináceas não geniculadas do litoral do estado da Bahia, Brasil. *Rodriguesia* 59: 75-86.
- Printz H. 1929. 'M. Foslie - 'Contributions to a Monograph of the Lithothamnia'. Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab Museet, Trodhjem.

- Riul P., Lacouth P., Pagliosa P. R., Christoffersen M. L., Horta P. A. 2009. Rhodolith beds at the easternmost extreme of South America: Community structure of an endangered environment. *Aquatic Botany* 90: 315-320.
- Taylor W.R. 1960. *Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas*. U. Michigan press, Michigan. 870 pp.
- Verheij E. 1993. *Marine plants on the reefs on the Spermonde Archipiélago, SW Sulawesi, Indonesia*. Rijksherbarium-Hortus Botanicus, Leiden, Holand.
- Wilks K.M. e Woelkerling, W.J. 1995. An account of Southern Australian species of *Lithothamnion* (Corallinaceae, Rhodophyta). *Australian Systematic Botany* 8: 549-583.
- Woelkerling W.J. 1988. *The Coralline red algae: An analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate corallinaceae*. Oxford University Press, Oxford. 268 pp.
- Woelkerling W.J. 1993. Type collections of Corallinales (Rhodophyta) in the Foslie Herbarium (TRH). *Gunneria* 67: 1-289.
- Woelkerling W.J. 1996. The order Corallinales. In: *The Marine Benthic Flora of Sothern Australia, Part IIIB*. (Ed. by H.B.S. Womersley), pp. 146-323. Graphic Print Group, Adelaide.
- Woelkerling W.J. e Harvey A. 1993. An account of southern Australian species of *Mesophyllum* (Corallinaceae, Rhodophyta). *Australian Systematic Botany* 6: 517-637.
- Woelkerling W.J. & Irvine L.M. 1986. The neotypification end status of *Mesophyllum* (Corallinaceae, Rhodophyta). *Phycology* 25(3): 379-396.
- Woelkerling W.J., Gustavsen G., Myklebost H.E., Tommy P. & Sasted S.M. 2005. The Coraralline Red Algae Herbarium of Mikael Foslie: revised catalogue with analyses. *Gunneria* 77: 1-625.

- Woelkerling W.J. e Irvine L.M. 2007. The genus *Mesophyllum* (Hapalidiaceae, Corallinales, Rhodophyta): typification update. *Phycologia* 46 (2): 230 – 231.
- Woelkerling W.J., Irvine L.M. & Harvey A.S. 1993. Growth-forms in non-geniculate coralline red algae (Corallinales, Rhodophyta). *Australian Systematic Botany*. 6:277-93.
- Wynne M.J. 2005. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision, *Nova Hedwigia* 129: 1-152.