

Vanessa Poletto Borges

**UMA REVISITA À TAXONOMIA DE ALGAS CALCÁRIAS  
CROSTOSAS EPÍFITAS (CORALLINOPHYCIDAE,  
RHODOPHYTA) – UMA IMPORTANTE LACUNA NO  
CONHECIMENTO DA FLORA MARINHA BRASILEIRA.**

Dissertação submetida ao Programa de  
Pós Graduação em Biologia Vegetal da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
para a obtenção do Grau de Mestre em  
Biologia Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antunes  
Horta

Florianópolis  
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária  
da UFSC.

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor  
Maiores informações em:  
<http://portalbu.ufsc.br/ficha>

Vanessa Poletto Borges

**UMA REVISITA À TAXONOMIA DE ALGAS CALCÁRIAS  
CROSTOSAS EPÍFITAS (CORALLINOPHYCIDAE,  
RHODOPHYTA) – UMA IMPORTANTE LACUNA NO  
CONHECIMENTO DA FLORA MARINHA BRASILEIRA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Biologia Vegetal”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Biologia Vegetal

Local, 25 de abril de 2014.

Banca Avaliadora



Este trabalho é dedicado aos meus  
amados pais.



## AGRADECIMENTOS

Parecia que esta jornada não teria fim! Foram tantas e tantas grandes e pequenas coisas que cismaram em atrapalhar, tantos cortes que ficaram oblíquos, tantos corantes que não coraram e tantas dúvidas. Mas, chegou!

Primeiramente, agradeço imensamente, e para sempre, meus pais. Por serem os melhores pais, amigos, orientadores e professores do mundo. Cada palavra dita, cada viagem para Floripa, cada real depositado, cada sonho apoiado...as palavras não mensuram o quanto sou grata por ter a chance de ser a sua filha! Amo muito, são minha razão de viver.

Meu muito obrigada ao Orientador Paulo Horta, que me recebeu naquela tarde chuvosa, e me aceitou como aluna. Nunca havia trabalhado com algas, nunca havia pensado em estudá-las, e hoje percebo que encontrei meu caminho. Obrigada por todas as correções, todas as reuniões, por tudo.

Nesses dois anos conheci muita gente. Mas algumas, foi um presente da vida. Minhas queridas companheiras de apto, festas, desabafos, pizzas, lágrimas, sushis, cafés, rizadas, filmes e muito mais: Maísa, Fabíola, Charline, Bibiane e Priscila. Cada uma tem um pedaço do meu coração. Obrigada por tudo! Provaram mais uma vez o quanto a amizade é valiosa!

Dentro do curso também, pessoas que me ouviram, me aconselharam, me ensinaram metodologias, e como dar a volta por cima quanto tudo parece dar errado. As amadas Fernanda e Tauana, cada uma numa área da ciência, mas com tanto em comum, valeu pela companhia sempre! A querida Cintia, que é tão pequena por fora e leva no peito um coração tão grande. E o muito especial é Éder, sem ele, a jornada seria muito mais árdua, e as fotos muito mais embaçadas. Agradeço a amizade, o carinho e a força.

Galera do LAFIC, firme e forte, muitos de domingo a domingo, a cada um, meu muito obrigada. Manuela, Marina, Eduardo, Janaína, Lidiane, Rafael, João, Letícia, Talita, Cintia, Vanessa, Allan e Professor Zé. Vou sentir saudades. Vou mesmo.

Estendo meus agradecimentos à Professora Zenilda Bouzom, que sempre com um sorriso me recebeu, auxiliou, aconselhou e me mostrou que as algas são ainda mais lindas vistas através de um bom microscópio. E também à Professora Leila Hayashi, que acompanhou meu

desenvolvimento desde o início; Objetiva, clara e afiada, você me ensinou muito, e sua ajuda dentro e fora da Universidade foi muito importante. Obrigada.

Nada seria feito sem os maravilhosos técnicos de Laboratório, que afiaram, limparam, ajudaram, escutaram... Elise, Chirle, Demétrio, Eliane e Renata. Cada foto linda graças a vocês!

Muito obrigada aos Professores que aceitaram fazer parte desta conquista como membros da Banca Examinadora, e que com certeza irão complementar e muito minha dissertação.

Agradeço a agência de fomento CNPq pela bolsa de estudos, dentro do Projeto PROTAX. À querida e sempre solícita secretária da Pós Graduação, Priscila, obrigada por cada e-mail respondido, cada folha impressa, e claro, pela paciência.

Por fim, mas não menos importante, aos meus avós Hilda e Lourenço, e Solange; padrinhos Jeferson e Linice; meus tios César e Marisa, Marco e Deise, e Everton. Pelo abrigo, pela amizade, pela força, pelos churrasquinhos, e por me mostrar do que realmente uma família é feita. Meu imenso obrigada.

Pai, agora sim, terminei!!!



“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando a beira mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

(Issac Newton)



## RESUMO

As algas calcárias apresentam características que tornam o grupo um dos mais difíceis de realizar um estudo taxonômico dentre as algas vermelhas. Devido sua ampla plasticidade fenotípica decorrente de suas adaptações aos diferentes ambientes em que vivem, a sua morfologia externa não pode ser utilizada como caractere taxonômico. As referências sobre algas calcárias epífitas em macroalgas não calcárias são extremamente raras. Diante da escassez de estudos com essas algas, o presente estudo teve como objetivo avaliar a biodiversidade ficológica das coralíneas crostosas epifíticas em diferentes algas hospedeiras através de técnicas apropriadas e avançadas para a descrição e identificação dos taxa. As coletas foram realizadas na região entre marés e no infralitoral superior, utilizando mergulho livre. Os táxons identificados contabilizam quatro no nível de espécie, e uma unidade taxonômica pertencente ao gênero *Hidrolithon* (Foslie) Foslie, do qual não foi possível a determinação de táxon específico por conta da ausência das características diagnósticas. Dentre os identificados destacaram-se as espécies epífitas em *Sargassum* sp., *Vidalia* sp. e *Padina* sp.: *Pneophyllum fragile* Kützing; Em *Pterocliadiella capilacea* (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand; *Titanoderma pustulatum* (J.V.Lamouroux) e *Melobesia membranacea* (Esper) Lamouroux; e sobre *Laurencia* sp., *M. rosanoffi* (Foslie) Lemoine, sendo esta uma adição para a flora do Oceano Atlântico. Considerando a importância dessas algas no contexto atual de mudanças ambientais e acidificação dos oceanos, as adições para a flora local e para a biodiversidade marinha do Atlântico sul, preenche a lacuna que este referido grupo representava. Destaca-se ainda a necessidade de se intensificar os esforços de estudos taxonômicos do grupo utilizando ferramentas morfoanatômicas e moleculares em diferentes regiões e ambientes para que estas algas sejam finalmente descritas de maneira ampla e sistemática para o nosso litoral.

**Palavras-chave:** Taxonomia. Calcárias crostosas. Calcárias epífitas.



## ABSTRACT

Among the red algae, the calcareous algae have characteristics that make the group one of the most difficult on which to conduct a taxonomic study. Due to its wide phenotypic plasticity, a result of their adaptation to different environments in which they live, their external morphology cannot be used as a taxonomic character. The data for epiphytic coralline algae in non-calcareous macroalgae are extremely rare. Given the scarcity of studies with these group, this research aimed to assess the phycological biodiversity of crusty epiphytic coralline algae in different hosts through appropriate and advanced techniques for the description and identification of the taxa. The collections were made in the intertidal and upper subtidal using free diving. The taxa identified account four species, and one taxonomic unit belonging to the genus *Hidrolithon* (Foslie) Foslie, for which it was not possible to determine species due to the absence of diagnostic features. Among the taxa growing on *Sargassum* sp., *Vidalia* sp. and *Padina* sp were *Pneophyllum fragile* Kützing ; on *Pterocliadiella capilacea* (SGGmelin) Santelices & Hommersand: *Titanoderma pustulatum* (JVLamouroux) and *Melobesia membranacea* (Esper) Lamouroux , and on *Laurencia* sp , the epiphytic *M. rosanoffi* (Foslie) Lemoine, being this last one an addition to the flora of the Atlantic Ocean. Considering the importance of these algae in the current context of environmental change and ocean acidification, the additions to the local flora and marine biodiversity of the Southern Atlantic fills the gap that this group represented. The importance reinforces the gap that this group represented. Another highlight is the need to intensify research efforts involving taxonomic group studies using morphological, anatomic and molecular tools in different regions and environments, and so this group can be finally describe along our coast.

**Keywords:** Taxonomy. Crusty coralline. Calcareous epiphytes.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diferença entre talo articulado e crostoso das algas calcárias. ....	21
Figura 2. Fusão celular. ....	23
Figura 3. Talo reprodutivo de Corallinales. ....	24
Figura 4. Esquema dos caracteres taxonômicos a serem medidos .....	25
Figura 5. Sinopse da classificação das algas calcárias. ....	30
Figura 6. Imagens de satélite dos principais pontos de coleta.....	41
Figura 7. Imagens dos locais de coleta em Santa Catarina. ....	44
Figura 8. Imagens de algumas coletas no Nordeste.. ....	45
Figura 9. Fluxograma da metodologia adotada para análise em Microscopia de Luz. ....	48
Figura 10. Fluxograma da melhor metodologia adotada para análise de algas calcárias crostosas epífitas em Microscopia Eletrônica de Varredura. ....	51
Figura 11. Diferentes formas morfológicas externas de algas calcárias epífitas	57
Figura 12. Aspectos vegetativos de <i>T. pustulatum</i> (J.V.Lamouroux) .....	58
Figura 13. Aspectos reprodutivos de <i>T. pustulatum</i> (J.V.Lamouroux) .....	59
Figura 14. Imagem de microscopia eletrônica de varredura evidenciando detalhe dos tetrásporos (T) zonados. ....	60
Figura 15. Aspectos reprodutivos de <i>T. pustulatum</i> (J.V.Lamouroux) .....	61
Figura 16. Aspectos vegetativos e reprodutivos de <i>Pneophyllum fragile</i> Kützting .....	71
Figura 17. Aspectos vegetativos e reprodutivos de <i>Pneophyllum fragile</i> Kützting .....	72
Figura 18. Aspectos reprodutivos de <i>Pneophyllum fragile</i> Kützting por imagens de microscopia de luz .....	73





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracteres diagnósticos para a taxonomia de algas calcárias, adaptado de Harvey et al. (2003). .....	28
Tabela 2. Novo esquema taxonômico das algas calcárias, segundo a proposta de Le Gall et al 2010. ....	29
Tabela 3. Caracteres diagnósticos para as famílias e subfamílias das Ordens Corallinales e Sporolithales. ....	31
Tabela 4 Lista de espécies de algas calcárias crostosas já identificadas para o litoral brasileiro.....	34
Tabela 5. Lista dos locais de coleta em ordem cronológica.....	43
Tabela 6. Tabela comparativa entre espécies de <i>Titanoderma</i> e <i>Lithophyllum</i> ..	65
Tabela 7. Tabela comparativa entre espécies de <i>Fosliella</i> e <i>Pneophyllum</i> . .....	76



## SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	21
INTRODUÇÃO GERAL.....	21
1.1 Características das algas calcárias.....	21
1.2 Histórico.....	26
1.3 Classificação.....	29
1.4 Algas calcárias crostosas e as mudanças climáticas .....	32
1.5 Distribuição .....	33
2. OBJETIVOS.....	37
2.1 Objetivo Geral .....	37
2.2 OBJETIVOS Específicos .....	37
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1 Área de Estudo .....	39
3.2 Amostragem.....	40
3.3 Processamento .....	45
3.3.1 Microscopia de luz .....	46
3.3.2 Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).....	49
3.4 Identificação Taxonômica .....	52
a) Análise Morfológica .....	52
b) Características Reprodutivas.....	52
3.5 Herborização.....	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
4.1 Titanoderma pustulatum (J.V.Lamouroux) Nägeli .....	55
4.2 Fosliella M.A.Howe.....	68
4.3 Pneophyllum fragile Kützing .....	69
4. CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS.....	81
CAPÍTULO II .....	93



## CAPÍTULO I

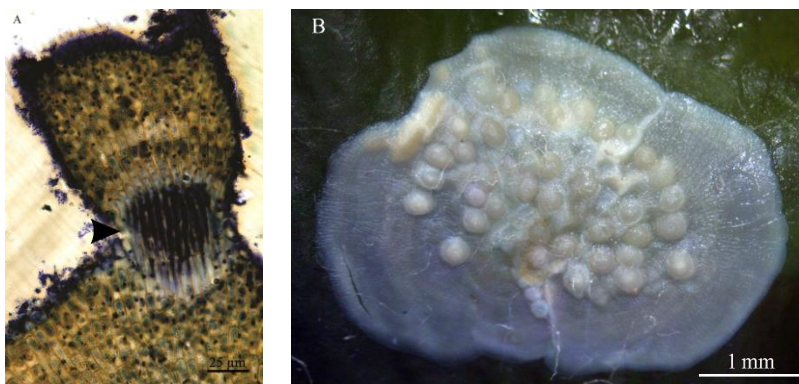
### INTRODUÇÃO GERAL

#### 1.1 CARACTERÍSTICAS DAS ALGAS CALCÁRIAS

As algas calcárias podem ser divididas artificialmente de acordo com sua morfologia: articuladas, não possuem calcificação em todo o talo, mas em segmentos intercalados por porções não calcificadas, as quais conferem flexibilidade ao talo; e não articuladas, também conhecidas como crostosas, as quais possuem calcificação ao longo de todo talo (figura 1), podem ter hábito arborescente ou crostoso (Nunes et al. 2008; Amancio, 2007).

O depósito de carbonato de cálcio na parede celular, particulatividade das algas calcárias, é um resultado dos processos metabólicos e químicos, apresentando predominantemente cristais sob a forma de calcita na composição da parede celular. Os carbonatos correspondem cerca de 90% do peso seco dessas algas o que lhes confere características especiais, como maior suporte mecânico e proteção contra herbivoria. (Wray 1977; Silva & Johansen, 1986; Somers et al. 1990; Bailey & Chapman 1998).

Figura 1. Diferença entre talo articulado e crostoso das algas calcárias. 1A: Exemplo de talo articulado (seta indica porção do talo sem calcificação), *Jania adhaerens* J.V. Lamouroux. 1B: Exemplo de talo crostoso, *Pneophyllum* sp., epífita em *Ulva* sp.

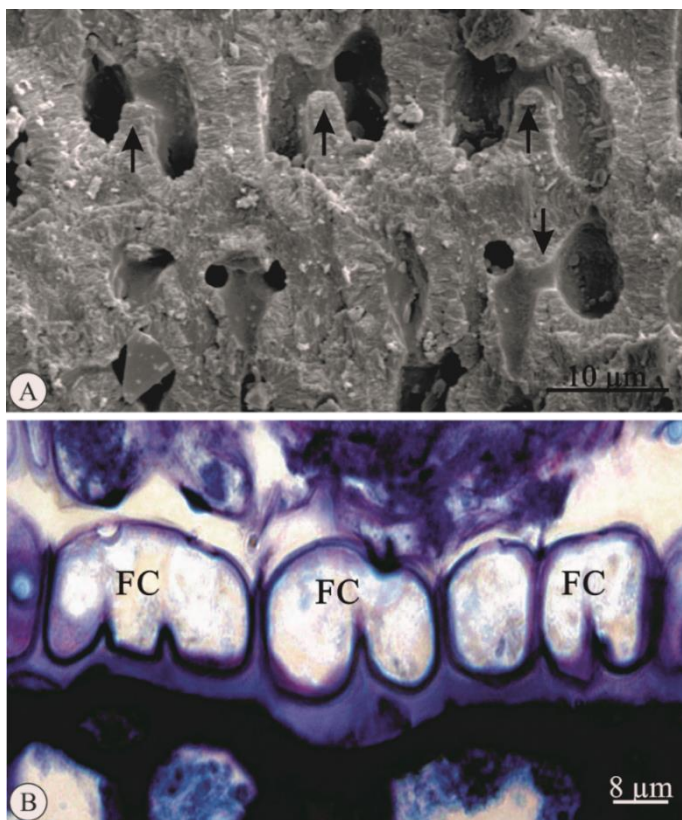


Neste trabalho foram estudadas exclusivamente as algas calcárias crostosas que vivem como epífitas sobre outras espécies de macroalgas não

calcárias. Como na maioria das algas vermelhas, as calcárias crostosas são pseudoparenquimatosas, formadas basicamente de três tipos de filamentos: os mais basais, resultado da segmentação do esporo, chamados hipotálicos; filamentos intermediários chamados peritálicos; e filamentos que estão dispostos na superfície, chamados epitálicos. Tanto o hipotalo quanto o peritalo frequentemente apresentam grande concentração de amido das florídeas (Chamberlain, 1983).

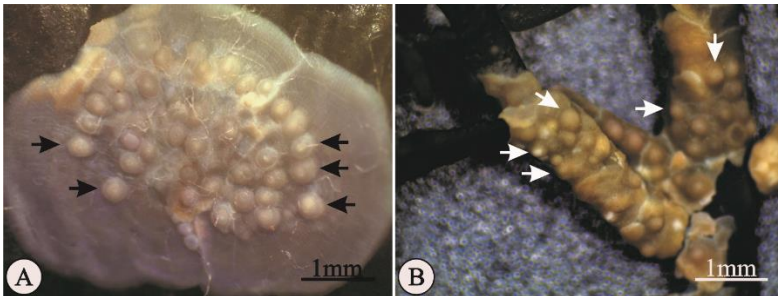
Os representantes crostosos possuem ainda dois tipos de construção de seus talos: monômeros (hipotalo cresce paralelo à superfície do substrato) ou dímeros (hipotalo cresce perpendicular à superfície do substrato). Durante seu desenvolvimento, para a maioria das espécies, foi documentado um processo onde as células do epitalo são descartadas, enquanto novas células se desenvolvem (Chamberlain, 1983). As células de filamentos adjacentes, independente da região do talo, podem ser ligadas por conexões celulares, as “pit-connections”, uma característica peculiar das algas vermelhas (figura 2), que desenvolvem essa ligação contínua entre as células vizinhas (Pueschel & Cole, 1982; Chamberlain, 1983). Essas ligações podem ser conexões primárias e secundárias. Destaca-se ainda a presença de fusões celulares que ligam células de filamentos adjacentes nas Hapalidiaceae (Cabiocch, 1972).

Figura 2. Fusão celular. Fig. 2A. Imagem de microscopia eletrônica de varredura, onde as setas indicam fusões celulares. Gênero *Pneophyllum*. Fig. 2B. Imagem de microscopia de luz, evidenciando as fusões celulares (FC).



O histórico de vida das calcárias crostosas apresenta uma fase haplóide e duas diploides. Na fase haplóide, os gametófitos produzem gametas por mitose. Estes gametas, assim como nas demais algas vermelhas são conhecidos como espermácios -gametas masculinos-, e carpogônio -gameta feminino. Após a fecundação e cariogamia, no interior do conceptáculo gametangial feminino, se desenvolve o carposporófito, fase diploide que produz esporos, os carpóporos, por mitose. Após liberados destes conceptáculos carposporangiais, que assim como os demais tipos de conceptáculos gametangiais, são uniporados, os carposporos encontram o substrato e germinam dando origem a um talo diploide, que após desenvolvimento produz conceptáculos (figura 3), que podem ser multi ou uniporados, e produzirão tetrasporângios, que dependendo do grupo podem ser zonados ou cruciados. No grupo é observada também a reprodução vegetativa através da fragmentação do talo vegetativo ou ainda pela formação de propágulos (bisporos) (Chamberlain, 1983; Irvine & Chamberlain 1994; Womersley, 1996; Horta, 2002; Johansen, 1981; Chamberlain, 1978, 1983).

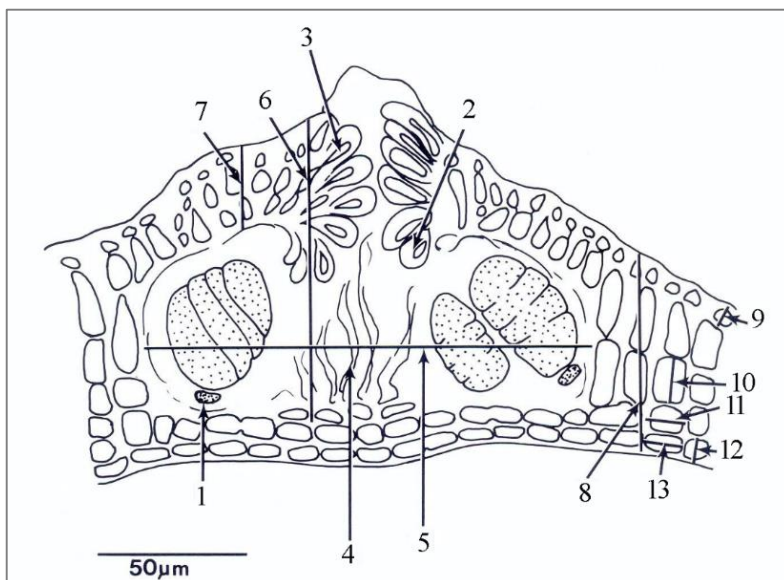
Figura 3. Talo reprodutivo de Corallinales. Fig. 2A e 2B. Conceptáculos (setas).



Dixon, em 1970 escreveu sobre a grande dificuldade de realizar um estudo taxonômico em algas calcárias graças a peculiaridade do material e a ampla plasticidade fenotípica destas. Em 1982, Chamberlain compilou em um desenho esquemático (fig. 4) as medidas que pesquisadores diziam ser relevantes para a caracterização taxonômica, e estas são seguidas até hoje, acrescidas de outras quando necessário.



Figura 4. Esquema dos caracteres taxonômicos a serem medidos, ou verificar ausência presença em algas calcárias. Imagem adaptada de Chamberlain, p. 334, 1983. 1. Filamento ostiolar baixo. 2. Filamento ostiolar alto. 3. Filamentos ostiolar do centro. 4. Columela central. 5. Diâmetro interno do conceptáculo. 6. Altura. 7. Altura do teto do conceptáculo. 8. Espessura do talo. 9. Altura da célula epitelial. 10. Altura da célula subepitelial. 11. Diâmetro da célula subepitelial. 12. Altura da célula do hipotalo. 13. Diâmetro da célula do hipotalo



As formas, margens e tamanhos das células epiteliais são utilizados na delimitação dos taxa (HORTA, 2002). Outra característica diagnóstica é a presença de tricocitos, células responsáveis pelo crescimento de um pêlo, o qual a presença e ausência podem delimitar gêneros, porém estes sofrem influência da temperatura e da intensidade de luz (Chamberlain, 1985b). Assim, todas essas características devem ser levadas em consideração para o estudo taxonômico, além das medidas de comprimento e diâmetro das células do peritolo, da câmara dos conceptáculos, dos tetrasporângios ou bisporângios; número de células do teto dos conceptáculos e o tipo de conexão celular.

As algas calcárias crostosas epífitas possuem além destas características, a adesão a um hospedeiro, podendo ele ser rochas, conchas, ou ainda outras algas calcárias ou não calcárias, como as analisadas nesta pesquisa.

## 1.2 HISTÓRICO

A história dos estudos com o grupo de algas calcárias revela grandes alterações nomenclaturais propostas ao longo dos últimos séculos. No início do século XVIII as algas calcárias crostosas era classificadas como estalactites inorgânicas, porém, pesquisadores como Tournefort (1719) e Ray (1724) acreditavam que eram plantas, fixas a um substrato. A família Corallinaceae foi criada em 1812 por Lamouroux, mas seguia tendo como base a classificação proposta por Linneaus, o qual as classificava como animais. Horta (2002) sintetiza o histórico deste grupo.

A primeira publicação sobre uma alga calcária crostosa epífita foi a do pesquisador Esper em 1806, contendo um desenho de uma alga crescendo sobre *Calliblepharis ciliata* (Huds.) Kuts. Não havia uma descrição, apenas diagnose, mas isso era o que bastava para uma publicação na época. Ele se referiu a esta alga como pertencente ao Reino Animalia, incluída no gênero *Corallina* como *C. membranaceae*. Isso foi contestado por Kylin (1956) que reposicionou a espécie ao gênero *Dermatolithon*.

Entretanto, Lamouroux, em 1812, revisita o grupo, descrevendo o novo gênero *Melobesia*, o qual atribuiu mais duas espécies além de *M. membranaceae*: *M. orbiculata* e *M. verrucata*. Seguindo o preconizado para o período, nenhuma espécie foi descrita, apenas o gênero, e de maneira reduzida. Em 1816, o próprio autor realizou correções sobre o gênero;

alocando todas as espécies previamente descritas junto aos animais (hoje Animalia), em uma nova Ordem (Corallinés), a qual incluía algas não calcárias, calcárias articuladas e crostosas.

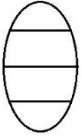
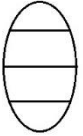
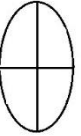
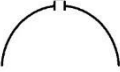

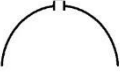
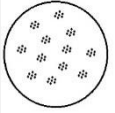
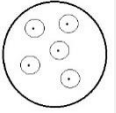
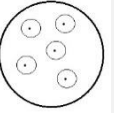
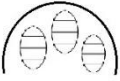
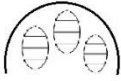
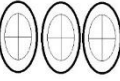
Um terceiro pesquisador, Kützing (1841), foi fundamental para o desenvolvimento da classificação das algas calcárias crostosas, Ele revisou as publicações de Lamouroux, onde rearranjou a Ordem, considerando apenas as plantas, e movendo o gênero *Melobesia* para a Ordem “Die Nulliporen”, nome dado por Lamarck para o grupo de algas calcárias crostosas. Ele descreveu a espécie *M. membranaceae*. Porém, hoje fica claro, graças a novos estudos que analisaram este material e as características descritas, que a planta descrita era *Dermatolithon*. Em 1843 a revisão estava completa, e todas as não calcárias foram separadas das calcárias, que foram realocadas em duas famílias: Spongitae – a qual incluía os gêneros crostosos; e Corallinae – com os gêneros articulados.

O pesquisador Rosanoff (1866) contribuiu com inúmeras descrições e excelentes ilustrações sobre algas calcárias crostosas epífitas, com análise de sua morfologia, produzindo uma base de dados fundamentais para auxiliar nas futuras pesquisas; como a dificuldade de realizar um trabalho taxonômico com o material, pela falta de caracteres, pela polimorfia, e pela ligação da epífita com o hospedeiro. O autor cita ainda que seria necessário adentrar nos detalhes de suas estruturas e sistemas de reprodução para chegar a uma conclusão taxonômica.

A Ordem Corallinales proposta originalmente por Funk (1927) e Hylander (1928) não traziam as informações necessárias para justificar o novo táxon. Então Silva e Johansen (1986), com resultados de estudos bioquímicos, estruturais, ultraestruturais e anatômicos, conseguiram estabelecer a nova Ordem. Para ser posicionada dentro de Corallinales as seguintes características devem ser contempladas: impregnação da maioria das células por calcita, meristema intercalar recoberto por uma camada de células, conexões células primárias com *pit-plug* e estruturas reprodutivas produzidas em conceptáculos fechados. Todas as algas calcárias estavam posicionadas nesta Ordem até 2010.

Graças a estudos morfológicos, os caracteres diagnósticos utilizados para realizar estudo taxonômico das algas calcárias foram reunidos por Harvey & Woelkerling (2003). Estes autores propõem que estas algas sejam agrupadas em uma só ordem (Corallinales) representada por três famílias - Hapalidiaceae, Corallinaceae e Sporolithaceae- e sete subfamílias (tabela 2) pertencentes a Hapalidiaceae e Corallinaceae. A compilação destes caracteres são observados na tabela 1.

Tabela 1. Caracteres diagnósticos para a taxonomia de algas calcárias, adaptado de Harvey et al. (2003).

CARACTERE	Hapalidiaceae	Corallinaceae	Sporolithaceae
Arranjo dos esporos dentro do tetrasporângio	Zonado 	Zonado 	Cruciado 
Tetra/bisporângio produz plugue apical	Sim 	Não 	Sim 
Tetra/bisporângio produzidos embaixo de placas multiporadas	Sim 	Não 	Não 
Estrutura de desenvolvimento de tetra/bisporângios	Conceptáculos 	Conceptáculos 	Compartimentos calcificados 

Recentemente, Le Gall et al. (2010), com base em um estudo filogenético fundamentados na biologia molecular, observou que as Sporolithaceae estão mais próximas das Rhodogorgonales que das Hapalidiaceae e Corallinaceae, propondo então uma mudança no status taxonômico da família Sporolithaceae, elevando-a à uma nova ordem para as

algas calcárias. Isso é corroborado pelo padrão de divisão dos esporos (a qual em Sporolithales é cruciada e em Corallinales, zonada), e na presença de câmaras calcificadas ao redor de cada esporo (Sporolithales) ou presença de conceptáculos (Corallinales) já descritos por Farr et al. (2009).

Portanto, atualmente as algas calcárias estão segregadas nas ordens Sporolithales e Corallinales (Tabela 2). Por sua vez, a ordem Corallinales é dividida em duas famílias: Hapalidiaceae e Corallinaceae (Le Gall *et al.* 2010).

Tabela 2. Novo esquema taxonômico das algas calcárias, segundo a proposta de Le Gall et al 2010.

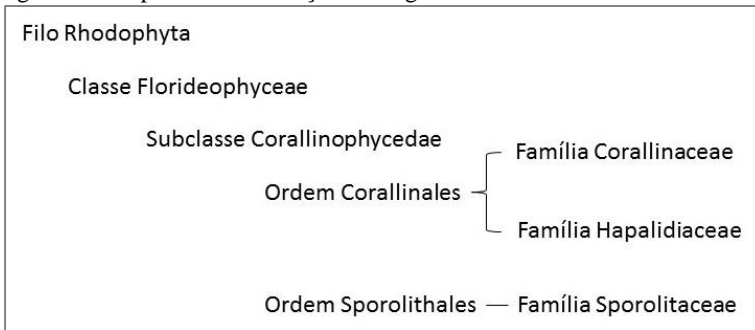
<b>ORDEM</b>	<b>FAMÍLIAS</b>	<b>SUBFAMÍLIAS</b>
<b>CORALLINALES</b>	Corallinaceae	Metagoniolithoideae Corallinoideae Mastophoroideae Lithophylloideae
	Hapalidiaceae	Austrolithoideae Choreonematoideae Melobesioideae.
<b>SPOROLITHALES</b>	Sporolithaceae	-

### 1.3 CLASSIFICAÇÃO

As algas vermelhas pertencentes ao filo Rhodophyta, formam uma linhagem distinta, de eucariontes fotossintetizantes que inclui cerca de 6.000 espécies, desde seres unicelulares até grandes exemplares multicelulares. São predominantemente marinhas e de domínio bêntico. O filo possui algumas características marcantes como: a presença de ficobilinas, pigmentos que dão a coloração avermelhada ao grupo, não apresentam células flageladas em nenhum momento do ciclo de vida e a maioria apresenta uma alternância trifásica de gerações entre carposporófito, tetrasporófito e gametófitos. (Wray 1977, Gabrielson et al. 1990; Graham et al. 2009, Guiry & Guiry 2013)

Este filo forma uma das principais linhagens monofiléticas dentro dos eucariotos, e segundo Yoon et al. (2006), atualmente está dividido graças aos resultados de testes de máxima verossimilhança (ML) das algas combinando sequências de proteína do plastídio *psaA* e *rbcL*. em seis classes: Bangiophyceae, Compsopogonophyceae, Stylonematophyceae, Porphyridiophyceae, Rhodellophyceae, e Florideophyceae. Esta última classe é a de maior sucesso evolutivo dentre os representantes do grupo de algas marinhas, devido ao ciclo de vida especializado e o sucesso de reprodução (Yoon et al. 2006). Dentro da classe Florideophyceae a subclasse Corallinophycidae forma um grupo polifilético, na qual uma linhagem é a ordem Corallinales (Le Gall & Saunders, 2007; Le Gall 2010; Figura 4).

Figura 5. Sinopse da classificação das algas calcárias.



A família Corallinaceae é restrita aos táxons que produzem tetrasporângio com arranjo zonados dos esporos, e aqueles com tetrasporângios ou bisporângios que surgem em conceptáculos uniporados, sem plug apical, sem produção de placa multiporada, não surgem a partir de câmaras calcificadas (Harvey, 2003). Ela é composta de quatro subfamílias, que se diferenciam pelo tipo de conexão celular (fusão ou *pit-connection*) e pelo geniculo quando presente (Harvey, 2006). A diferença para a família Hapalidiaceae é que esta agloba táxons que possuem plug apical, com produção de placas multiporadas (Harvey, 2003) (Tabela 3).

Tabela 3. Caracteres diagnósticos para as famílias e subfamílias das Ordens Corallinales e Sporolithales.

	Familia	Estrutura de desenvolvimento de tetra/bisporângios	Arranjo dos esporos	Presença de plug apical	Subfamílias	Genículo	Tipo de conexão entre filamentos	Composição do teto do conceptáculo tetra/bisporangial
Corallinales	Corallinaceae	Conceptáculos uniporados	Zonado	Ausente	Corallinoideae	Presente	Fusão celular	-
					Metagoniolithoideae	Presente	Fusão celular	-
					Lithophyloideae	Ausente (exceto <i>Amphiroa</i> )	pit-conections secundárias	-
					Mastophoroideae	Ausente	Fusão celular	-
	Hapalidicaceae	Conceptáculos multiporados	Zonado	Presente	Austrolithoideae	Ausente	Sem conexão	Mais de uma camada de células
					Chreonematoideae	Ausente	Sem conexão	Uma camada de células
					Melobesoideae	Ausente	Fusão celular	Mais de uma camada de células
Sporolithales	Sporolithaceae	Câmaras calcificadas	Cruciado	Presente	Não possui	-	Fusão celular e pit-conections secundárias	-

## 1.4 ALGAS CALCÁRIAS CROSTOSAS E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

McCoy & Pfister (2014) levantam dados sobre outras características de extrema relevância das algas calcárias crostosas, e criam uma ligação entre sua morfologia, sua importância e as mudanças climáticas. Eles compararam espécies competitivas de algas calcárias crostosas do Pacífico para avaliar se a dinâmica de competição havia mudado com o decorrer do tempo, e chegaram à conclusão de que a hierarquia competitiva foi enfraquecida, e a intransitividade quanto a interações competitivas decresceu consideravelmente entre 1980 e 2010.

Como o clima oceânico mudou ao longo do tempo, podemos esperar as respostas de importantes produtores primários. Especificamente, as mudanças nos estressores climáticos globais, como a temperatura da superfície do mar, a acidificação dos oceanos ou mesmo a dinâmica populacional de espécies (incluindo herbívoros) pode ter alterado a dinâmica competitiva. A intransitividade é um importante mecanismo de manutenção da biodiversidade, podendo prevenir ou retardar o estabelecimento de uma espécie dominante competitivamente (Buss & Jackson 1979; Kerr et al. 2002). O grau em que a intransitividade mudou pode ter grandes consequências para o funcionamento das comunidades, estabilidade e riqueza de espécies (Rojas-Echenique & Allesina 2011).

Nas algas calcárias incrustantes, as interações competitivas são geralmente hierárquicas, com reversões mediada por herbívoros que aumentam o nível de intransitividade competitiva (Dethier 1994; Paine 1984; Steneck et al. 1991; Dethier & Steneck 2001). Tradicionalmente, as espécies dominantes competitivas crescem lentamente com talos grossos e elevadas bordas crescimento, que lhes permitam crescer sobre as outras, as chamadas subordinadas. Por outro lado, as subordinadas crescem mais rápido e mais facilmente, podendo ocupar os espaços livres do hospedeiro (Dethier 1994).

Estudos recentes têm mostrado evidências de resposta fisiológica a acidificação dos oceanos que podem explicar interações competitivas alteradas (Martin & Gattuso 2009; Ragazzola et al. 2012; McCoy 2013; Noisette et al. 2013). Com a acidificação, aumenta o custo da produção de tecido calcificado e, portanto, a favor de uma redução na deposição de tecido em calcificação dos organismos (McCoy 2013). Vale ressaltar que



a espessura da borda é uma característica que confere uma vantagem competitiva importante dentro desta aliança (Steneck et al. 1991).

A expectativa é que as mudanças no clima mundial com tempo alterem as interações entre organismos e meio ambiente, incluindo a oferta de nutrientes, e também as relações ecológicas (Voigt et al. 2003). As comunidades naturais são compostas por várias fases de competição entre espécies e indivíduos, e pode esconder mudanças ecológicas rápidas (McCoy 2013), assim é de extrema necessidade a continuidade de pesquisas com esse enfoque, para que se estabeleça uma rede de conhecimento real das alterações que estamos passando.

## 1.5 DISTRIBUIÇÃO

A distribuição das algas calcárias crostosas é conhecida em todos os oceanos, dos trópicos aos pólos (Littler et al. 1991; Foster 2001;), desde a zona entremares até ambientes profundos, no limite da zona fótica (Leukart, 1994), como um constituinte conspícuo, ou mesmo dominante, particularmente em locais de alta herbivoria (Steneck & Paine 1986; Woelkerling 1988). Tâmega & Figueiredo, em 2005, realizaram estudo onde mostram que as algas calcárias incrustantes ocupam grande variedade de habitats nos substratos duros, e ainda no mesmo estudo, trazem as características morfológicas destas algas em relação à influência de fatores ambientais. Para o Brasil, já foram registradas 30 espécies de algas calcárias crostosas pertencentes a Ordem Corallinales (tabela 4), algumas possuem forma de vida livre (rodolitos) e outras são epífitas em outras espécies de algas, ou ainda animais e conchas.

Tabela 4 Lista de espécies de algas calcárias crostosas já identificadas para o litoral brasileiro. \* Indica espécies que ainda precisam ser verificadas quanto a nomenclatura moderna. <sup>1</sup> Indica espécies já identificadas como epífitas, tanto em conchas, outras algas calcárias ou não calcárias.

## CORALLINALES

### Coralinaceae

- Hydrolithon onkodes* (Heydrich) D.Penrose & Woelkerling<sup>1</sup>  
*Hydrolithon rupestre* (Foslie) Penros<sup>1</sup>  
*Hydrolithon farinosum* (J.V.Lamouroux) D.Penrose & Y.M.Chamberlain<sup>1</sup>  
*Hydrolithon boergesenii* (Foslie) Foslie<sup>1</sup>  
*Hydrolithon pachydermum* (Foslie) J.C.Bailey, J.E.Gabel, & D.W.Freshwater<sup>1</sup>  
*Lithophyllum congestum* (Foslie) Foslie  
*Lithophyllum margaritae* (Hariot) Heydrich  
*Lithophyllum atlanticum* Vieira-Pinto, Oliveira & Horta  
*Lithophyllum stictaeforme* (Areschoug) Hauck  
*Lithophyllum corallinae* (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Heydrich  
*Lithophyllum johansenii* Woelkerling & Campbell  
*Lithophyllum depressum* Villas-Boas, Figueiredo & Riosmena-Rodriguez in Villas-Boas  
*Neogoniolithon accretum* (Foslie & Howe) Setch & Mason  
*Neogoniolithon brassica-florida* (Harvey) Setchell et Mason  
*Neogoniolithon fosliei* (Heydrich) Setchell & L.R.Mason\*  
*Neogoniolithon mamillare* (Harvey) Setchell & L.R.Mason\*  
*Pneophyllum conicum* (Dawson) Keats, Chamberlain and Baba<sup>1</sup>  
*Pneophyllum fragile* Kützing\* <sup>1</sup>  
*Spongites fruticulosa* Kützing  
*Titanoderma pustulatum* (J.V.Lamouroux) Nägeli <sup>1</sup>  
Hapalidiaceae  
*Lithothamnion steneckii* Mariath and Figueiredo

*Lithothamnion crispatum* Hauck  
*Lithothamnion brasiliense* Foslie  
*Lithothamnion occidentale* (Foslie) Foslie  
*Lithothamnion sejunctum* Foslie  
*Mesophyllum engelhartii* (Foslie) Adey  
*Mesophyllum erubescens* (Foslie) Me. Lemoine  
*Phymatolithon masonianum* Wilks & Woelkerling  
*Phymatolithon calcareum* (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin

Os trabalhos de pesquisa que envolvem as calcárias crostosas epífitas são ainda raros, mas há registros de casos no norte de Nova Zelândia, com os táxons *Hydrolithon improcerum* (Foslie & M.A.Howe) Foslie, *Pneophyllum curonatum* (Rosanoff) Penrose, *P. fragile* Kützing e *Melobesia membranace* (Esper) J.V. Lamouroux, (Farr, 2009); e no sul da África (Maneveldt *et al.* 2008), que realizou um levantamento de dados que deu origem a um catálogo de algas coralíneas não articuladas, onde foram identificados alguns gêneros epifíticos como *Titanoderma* Nägeli in Nägeli & Cramer, *Hydrolithon* Foslie, *Pneophyllum* Kützing, e *Melobesia* J.V. Lamouroux. Nestes estudos, os autores mostraram a distribuição, porém não registraram os hospedeiros destes gêneros. No Oceano Pacífico tropical Mexicano, Fragoso & Rodrigues (2002) descreveram, para esta região, o gênero *Hydrolithon*. Para o sul da Noruega, Kjosterud *et al.*, (1997) fizeram uma descrição dos gêneros *Titanoderma*, *Hydrolithon*, *Pneophyllum* e *Melobesia*, além de identificar o hospedeiro.

Apesar da histórica negligência, estas algas estão entre os grupos com adaptações importantes que favorecem a vida em organismos ou estruturas, que têm facilidade de dispersão, e conectam ambientes distintos a organismos com diferentes afinidades ecológicas. Antigos estudos de Johansen (1981), já relatam que muitas algas calcárias são capazes de se reproduzir vegetativamente, através de pequenos fragmentos do talo que se fixam em um substrato ou hospedeiro, e se regeneram. Apesar de raro, há registros de propágulos em diversas espécies de algas calcárias, como em *Fosliella farinosa* (J.V.Lamouroux) M.A. Howe (hoje *Hydrolithon farinosum* (J.V.Lamouroux) D.Penrose & Y.M.Chamberlain), e também para o gênero *Melobesia*. Segundo Van den Hoek (1987), a dispersão de longa distância em algas existe, só que é

uma exceção, e está intrinsecamente relacionada com o tempo de duração dos esporos. Transpor grandes distâncias e até mesmo barreiras pode estar relacionado à deriva, seja através de substratos naturais ou artificiais. Entre as algas calcárias, algumas espécies apresentam forma de dispersão como epífitas de outras macroalgas flutuantes. Assim, considerando a potencial facilidade de dispersão destes organismos, é plausível supor que a diversidade desse grupo esteja subdimensionada em nosso litoral.

No Brasil, um trabalho realizado por Tâmega & Figueiredo, (2005) traz a distribuição das algas nos diferentes habitats na Praia do Forno – RJ, descreveram os hospedeiros da calcária incrustante epífita *Hydrolithon samoëense* (Foslie) Keats & Y.M.Chamberlain, em *Codium spongiosum* Harvey, e *Lithophyllum* sp. Philippi, em *Codium* sp. J. Stackhouse, e *Sargassum* sp. C. Agardh. Apesar disto, desde os trabalhos pioneiros de Yamagushi-Tomita (1976), os estudos sobre a taxonomia das algas calcárias ficaram em boa parte restritos aos grupos geniculados. Uma retomada dos trabalhos sobre o grupo das algas calcárias no cenário nacional teve início com a publicação de Horta (2002), que serviu de estímulo para trabalhos subsequentes, tanto para a caracterização dos bancos de rodolitos (Figueiredo & Steneck, 2000; Riul et al., 2009; Pascelli et al., 2013), para o mapeamento de habitats (Moura et al., 2013), ou ainda sobre influência dos impactos antrópicos (Riul et al., 2008), e estudo taxonômicos (Farias, 2009; Nunes et al., 2008; Horta et al., 2011; Vieira-Pinto, 2011).

Para o estado de Santa Catarina, Cordeiro-Marino (1978) realizou levantamento das rodofíceas bentônicas marinhas, incluindo algumas espécies da ordem Coralinalles, entretanto, não foram citados táxons de coralíneas crostosas epifíticas.

Apesar do aprimoramento recente na caracterização morfoanatômica do referido grupo, através da utilização de técnicas e equipamentos de microscopia convencional e eletrônica, a grande plasticidade morfológica e a dependência de características diagnósticas vinculadas à estruturas delicadas relacionadas à reprodução, reforçam a demanda por metodologias alternativas para se subsidiar a taxonomia do grupo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem por objetivo contribuir para o conhecimento da diversidade das algas calcárias crostosas epífitas de diferentes regiões brasileiras, baseados em caracteres morfológicos e anatômicos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Descrever e analisar as algas calcárias crostosas epífitas da região entre marés do litoral catarinense;
- b) Avaliar a biodiversidade ficológica das coralíneas crostosas epifíticas em diferentes algas hospedeiras;
- c) Utilizar técnicas apropriadas e avançadas como microscopia eletrônica de varredura para a descrição e identificação dos taxa;
- d) Confeccionar uma coleção de referência das espécies coletadas e identificadas.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Costa Sul do Brasil está caracterizada por apresentar substratos gerados por costões rochosos, habitats de uma grande diversidade de macroalgas e outros organismos (Brito et al. 2002).

A variação sazonal da hidrografia da plataforma continental sul brasileira é ampla; durante o inverno com águas frias e menos salinas, e no verão, como esperado, há um aumento progressivo da temperatura, sendo também observado para o mês de dezembro sinais de ressurgências. O encontro de correntes subtropicais de contorno oeste e correntes de domínio subpolar resulta em grande contraste da estratificação (Rossi-Wongtschowski, 2006).

O Estado de Santa Catarina está situado entre os paralelos 25°57'41" e 29°23'55" de latitude Sul e entre os meridianos 48°19'37" e 53°50'00" de longitude Oeste, representando com seus 538 Km de extensão, cerca de 7% do litoral do Brasil na sua costa sudeste (Diehl & Horn, 1996). A área caracteriza-se pela grande disponibilidade de substrato rochoso, inúmeras enseadas, praias, ilhas e ilhotas (Bouzon et al., 2008).

No nordeste brasileiro, coletas também foram realizadas com mergulho livre, no Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRM), que é uma das poucas áreas protegidas totalmente submersas no Atlântico Sudoeste Tropical, e está localizado a 18,5 km da cidade de Fortaleza (Soares et al., 2011). Foram coletadas formas incrustantes epífitas sobre outras espécies de macroalgas.

O Arquipélago Oceânico Fernando de Noronha está localizado a 545 km da cidade de Recife e é formado por 21 ilhas e ilhotas que representam o topo emerso de uma cadeia de montanhas situadas na zona de fratura E-W do assoalho oceânico. O Arquipélago faz parte do Parque Nacional Marinho Fernando de Noronha (Amado-Filho et al., 2012b; Burgos, 2010), e as coletas das macroalgas epífitas ocorreram através de mergulho livre.

O litoral do Espírito Santo (ES) está situado em uma região de transição, cuja flora ficológica possui características tanto da costa nordeste quanto da costa sul do Brasil, possui uma costa com cerca de 430km de extensão (Fraga e Peixoto, 2004) e está localizado entre os

pontos 21°18'S e 40°57'W. É diretamente influenciada pela corrente brasileira proveniente do Oceano Atlântico Sul, com temperatura da superfície marinha variando entre 21 e 27°C (Lavrado, 2006). A abundância de substratos consolidados proporcionam condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da rica flora ficológica encontrada (Horta et al., 2001).

### 3.2 AMOSTRAGEM

Para este estudo, foram amostrados dezenove pontos no total. Nove ao longo do Estado de Santa Catarina (figura 5), durante os anos de 2012 e 2013, outros nove pontos no nordeste brasileiro (figura 5) e um no Espírito Santo, durante 2011 e 2013. Uma lista cronológica dos locais de coleta são apontados na tabela 5.

Na região entre marés o material foi coletado durante as marés baixas, seguindo a Tábua de Marés publicadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha ([www.dhn.mar.mil.br](http://www.dhn.mar.mil.br)). Já na região de infralitoral as coletas aconteceram por meio de mergulho autônomo com equipamento SCUBA (figuras 6 e 7).



Figura 6. Imagens de satélite dos principais pontos de coleta. Fig. 5A. Estado de Santa Catarina. Fig. 5B. Ceará. Fig. 5C. Arquipélago Fernando de Noronha.



A escolha do material coletado se deu após as primeiras coletas, onde se verificou predominância de algas calcárias epífitas em espécies de macroalgas específicas como por exemplo a *Pterocladia capillacea*. Como as análises foram realizadas com as epífitas e não com as macroalgas, coletar apenas espécies que apresentavam calcárias epífitas resultaram em menos desperdício.

As algas foram coletadas de forma manual, com auxílio de espátula, para desprendimento das algas fortemente aderidas ao substrato, ou com mergulho livre, nas regiões entre marés e infralitoral. Quando a predominância do local era de outra macroalga epífitada, as mesmas foram coletadas.

Os exemplares foram devidamente alocados em sacos plásticos, identificados, etiquetados, transportados até o Laboratório de Ficologia da Universidade Federal de Santa Catarina, onde foram processados.

As coletas realizadas no Nordeste não foram realizadas exclusivamente para esta pesquisa. O material foi trazido para o laboratório com outros fins, e durante a triagem algumas amostras foram retiradas para estudo taxonômico. Dessa forma, muitas se quebraram, outras sofreram com o tipo de fixação realizada em campo. Algumas outras já se encontravam fixadas em formaldeído no Herbário Úmido da Universidade Federal de Santa Catarina (FLOR), e pela falta de informações sobre elas, é difícil saber como foram realizadas as coletas, e como foram fixadas num primeiro momento.

Tabela 5. Lista dos locais de coleta em ordem cronológica. \* Material fixado em formaldeído, depositado no herbário úmido da Universidade Federal de Santa Catarina (FLOR) antes do início desta pesquisa. Ceará (CE), Santa Catarina (SC), Espírito Santo (ES), e Fernando de Noronha (PE).

<b>Local</b>	<b>Estado</b>	<b>Data</b>
Taibá*	CE	08/2011
Cambucá*	CE	08/2011
Praia Central*	CE	08/2011
Iracema*	CE	08/2011
Risco do Meio	CE	04/2012
Cabeça do Arrastado	CE	04/2012
Pedra do Paraiso	CE	04/2012
Governador Celso Ramos	SC	05/2012
Ilha Deserta	SC	08/2012
Barra da Lagoa	SC	09/2012
Farol de Santa Marta	SC	01/2013
Praia da Armação	SC	02/2013
Ponta do Sambaqui	SC	2013
Praia do Ribeiro	SC	03/2013
Ilha Moleques do Sul	SC	04/2013
Ponta do Sambaqui	SC	05/2013
Coqueiral Aracruz	ES	08/2013
Praia do Atalaia	PE	08/2013
Praia da Conceição	PE	08/2013

Figura 7. Imagens dos locais de coleta em Santa Catarina. Fig. 6A. Praia Grande, Governador Celso Ramos. Foto: Eduardo Bastos. Fig. 6B. Ilha Deserta, ReBio Arvoredo; Fig. 6C. Barra da Lagoa, Florianópolis. Fotos: Vanessa Poletto Borges; Fig. 6D. Praia do Cardoso, Farol de Santa Marta. Foto: Manuela Bernardes Batista. Fig. 6E. Praia da Armação, Florianópolis. Foto: Fernanda Kokowicz; Fig. 6F. Ponta do Sambaqui, Florianópolis. Foto: Vanessa Poletto Borges; Fig. 6G. Praia do Ribeiro, Bombas – Bombinhas. Foto: Priscila Eskelsen Marqueti; Fig. 6H. Ilha Moleques do Sul. Foto: Eduardo Bastos.

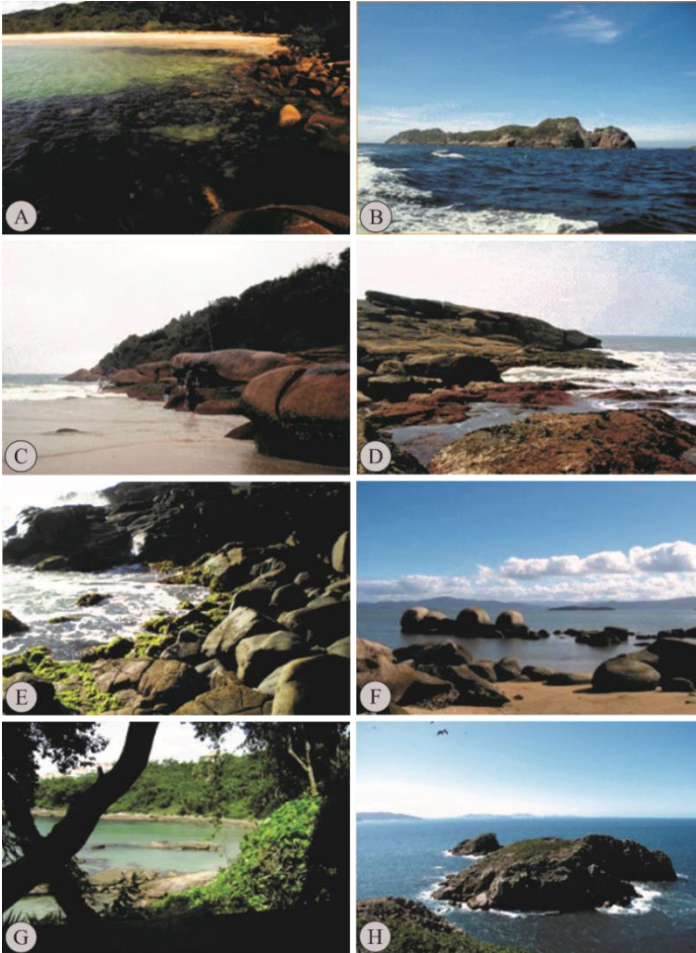
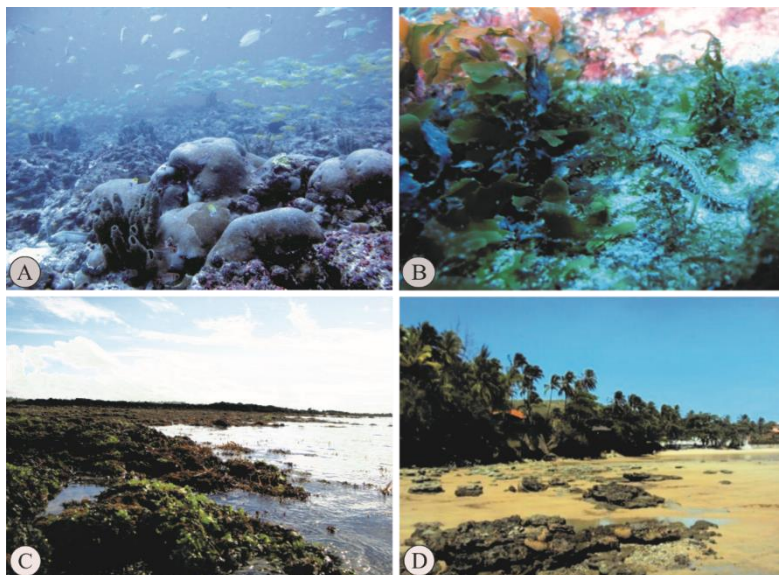


Figura 8. Imagens de algumas coletas no Nordeste. Fig. 7A e 7B. Imagens subaquáticas, Marina Sissini. Fig. 7A. Cabeça do Arrastado, Ceará. Fig. 7B. Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, Ceará. Fig. 7C. Praia do Coqueiral, Espírito Santo. Foto: Vanessa Freire. Fig. 7D. Taibá, Ceará. Foto: site oficial da cidade, <http://www.praiadataiba.com>, acesso em 14/12/2013.



### 3.3 PROCESSAMENTO

No laboratório, as amostras foram fixadas em formaldeído a 4% e água do mar, após 24 horas foram transferidas para uma solução de etanol a 70% e glicerol a 10% para melhor preservação do material frágil. Posteriormente, as algas hospedeiras foram identificadas em nível de gênero e/ou espécie, bem como as próprias algas epífitas, graças as confecção de lâminas permanentes para estudos morfológicos.

Para a confecção dos cortes histológicos foi utilizada metodologia específica para algas calcárias, com algumas adaptações dos

métodos já propostos por Woelkerling (1988), Riosmena-Rodriguez (1993), Moura et al. (1997) e Horta (2002). As algas foram selecionadas quanto ao grau de epifitismo, cortadas pequenas partes das hospedeiras contendo as epífitas, e os mesmos foram separados para a confecção de blocos de historesina, para análise no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), e para fotografia em lupa.

### **3.3.1 Microscopia de luz**

Após feita a seleção do material para a confecção de blocos, foram realizados cortes a mão livre com auxílio de lâmina de barbear, sempre com o material embebido em água para evitar o ressecamento e a possível quebra da alga epífita. O corte deve abranger a área de interesse mais uma margem de segurança livre de epífitas para facilitar o manuseio com as pinças.

O material seccionado foi descalcificado em HCl 5% por cerca de 20 minutos, ou até que não se observasse a liberação de bolhas de ar, o que difere da metodologia utilizada para outras algas calcárias, que necessitam de muito mais tempo para a descalcificação, evidenciando a delicadeza de sua estrutura.

As secções individuais de algas já descalcificadas foram então desidratadas gradualmente em pequenas placas de Petri em soluções de 30, 50, 70, 90 e 100% de etanol, em 4 intervalos de 20 minutos em cada concentração.

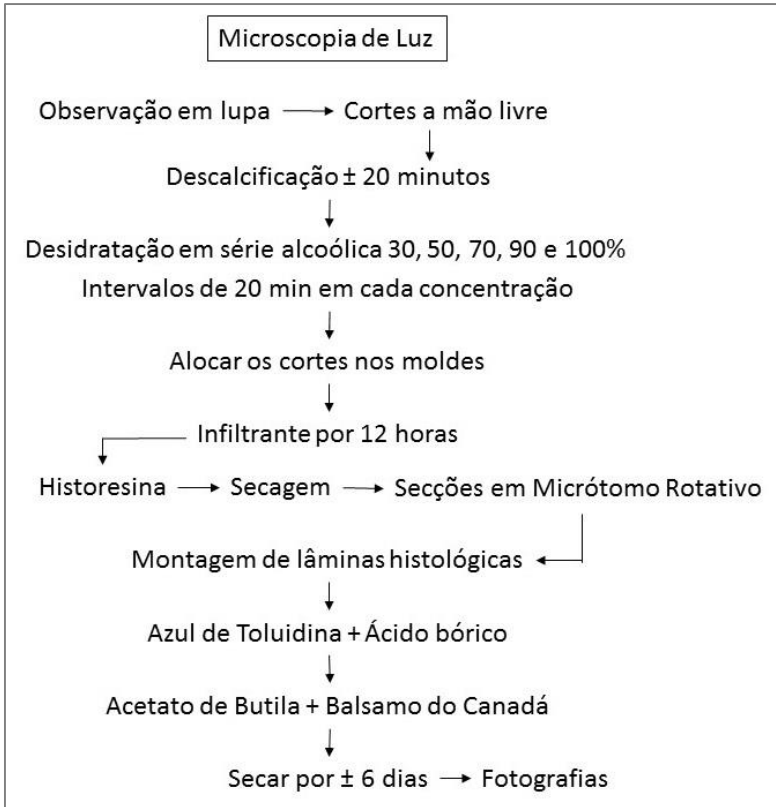
O material foi pré infiltrado por pelo menos 12 horas em solução de metacrilatoglicol (“Historesin embedding Kit” Leica Microsystems Nussloch GmbH) e mantida na geladeira. Após esse período foi observada se ocorreu a total imersão da secção no líquido, o que demonstra que ela conseguiu absorver a solução, caso contrário, os cortes permaneceram na geladeira por mais 6 horas. Para a inclusão em historesina, as amostras foram posicionadas em moldes de polietileno, segundo as instruções fornecidas pelo referido fabricante. A polimerização dos blocos foi realizada primeiramente ao ar livre por cerca de 6 horas, e quando necessário, transferidas para uma estufa a 40°C que acelera este processo, exigindo menor manuseio dos cortes, e assim, maior proteção contra possíveis quebras.

O posicionamento das secções dentro dos moldes variou de acordo com a área da alga trabalhada. Em alguns casos não foi possível o posicionamento vertical dentro dos moldes como costume, principalmente em algas com talos foliosos como *Ulva*. Neste caso, a tentativa de posicionamento na vertical destrói a alga calcária epífita, mesmo manuseando pelas bordas de segurança, e portanto, o material foi posicionado horizontalmente nos moldes; após a polimerização destes, o bloco foi cortado com alicates e as secções foram coladas em blocos de madeira ajustados de tal forma que os cortes fossem transversais.

Todos os blocos foram seccionados em micrótomo rotativo (5 – 7  $\mu\text{m}$ ), com navalha de aço as lâminas permanentes foram montadas. Essas lâminas foram secas em uma placa aquecedora e coradas com azul de toluidina acidificado com ácido bórico. Em seguida, quando já completamente secas, as mesmas foram mergulhadas rapidamente em Acetato de Butila para que as ranhuras da resina fossem minimizadas, em seguida uma pequena quantidade de Bálsamo do Canadá foi aplicada em cada lâmina e aplicada a lamínula. Por fim, foram analisadas e fotografadas.

A observação das lâminas com cortes histológicos foi realizada através de microscópio binocular óptico de captura (Leica) equipado com câmera acoplada. Segue fluxograma dos passos seguidos (Figura 8).

Figura 9. Fluxograma da metodologia adotada para análise em Microscopia de Luz.





### 3.3.2 Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

A metodologia tradicional utilizada para algas calcárias consiste em transferir o material previamente armazenado em álcool e glicerol para uma solução alcoólica a 70%, o qual permanente embebido por cerca de 12 horas, e após, seco em estufa com 50°C por 48 horas, e então, efetuada a montagem do *stub*. Seguindo estes passos foram observados uma série de problemas resultantes da fragilidade da alga calcária epífita, aliado as particularidades das algas hospedeiras.

A alga hospedeira não pode conter vestígios de umidade para análise em MEV, para isto, elas precisam passar por desidratação alcoólica e secas em estufa, e então fraturadas. Por sua vez, a alga epífita não pode se desprender do hospedeiro, caso contrário perde sua forma original, e frequentemente ocorre fratura do material impossibilitando a visualização dos caracteres taxonômicos. Porém, quando a alga hospedeira se encontra ideal, na maioria das vezes, há a soltura da epífita. Quando a epífita está ideal, a hospedeira geralmente acumula água, que é transportada para a epífita gradualmente, impossibilitando uma boa visualização. Este ciclo é provavelmente a maior dificuldade encontrada se tratando de análise eletrônica de varredura com algas calcárias epífitas.

As primeiras tentativas foram através da metodologia tradicional para algas calcárias armazenadas em álcool e glicerol, e como resultado, a alga calcária epífita se desprende da hospedeira, o que impossibilitou seu manuseio, e qualquer tipo de observação.

Numa primeira alteração de metodologia, o processo foi praticamente o mesmo, porém, ao invés do uso da estufa, as secções foram secas ao ar livre por 48 horas em ambiente com umidade controlada. Uma tentativa para solucionar o problema de ressecamento extremo da alga epífita e conseqüente desprendimento da hospedeira. Como resultado, as imagens mostraram claramente um problema de desidratação, onde as células aparecem cortadas e não fraturadas, presença de inúmeros artefatos de imagem, e os conceptáculos parecem ser sem forma definida. Comprovando que há necessidade de ambos, epífita e hospedeiro, estarem completamente secos para a análise.

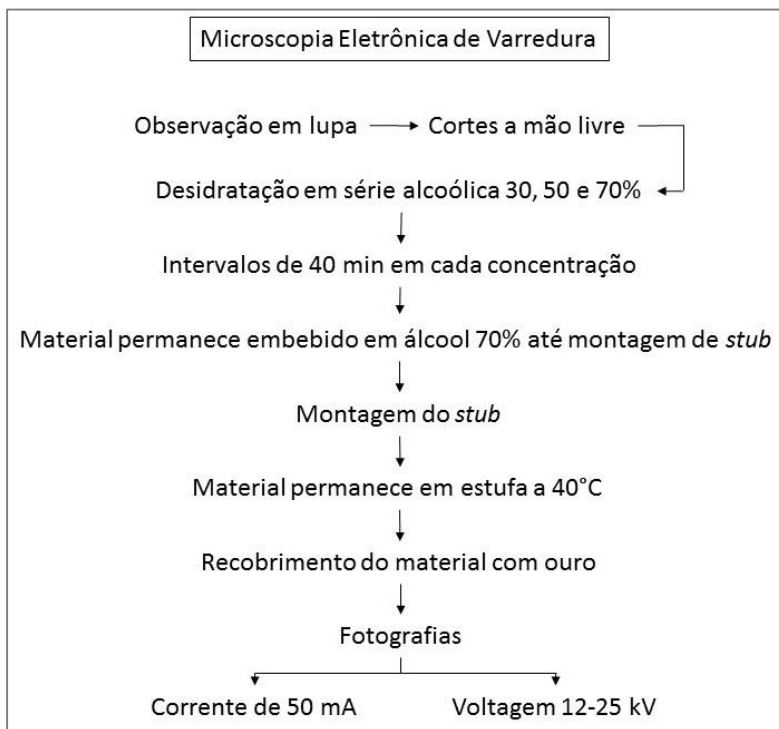
Em uma segunda tentativa, a técnica utilizada foi a de HDMS, a qual consiste em retirar o excesso de glicerol com uma seqüência etílica crescente em concentrações de 70%, 90% e 100% em intervalo de 15

minutos cada concentração e repetindo uma vez a concentração máxima. Após, as amostras foram imersas na solução de HDMS dentro de uma capela onde permaneceram por 24 horas. Em seguida, alocadas em estufa com 40°C até o faturamento do material e a confecção de *stubs*. Como resultados, as imagens revelam que o HDMS é muito agressivo sobre a alga hospedeira, a qual perde quase que totalmente as características das células epiteliais (que são caracteres diagnósticos), inviabilizando o uso da técnica para este fim.

Por fim, a metodologia testada e adotada foi a seguinte (figura 9): os materiais destinados a confecção de *stubs* para análise no MEV, precisaram ser desidratados gradualmente de 30 a 70%, em intervalos de 40 minutos em cada solução, e mantidos na solução 70% até algumas horas antes da confecção do mesmo, evitando o rápido ressecamento da epífita e o desprendimento dela da alga hospedeira. Como a epífita se liga fortemente a alga hospedeira, a desidratação gradual permite que a hospedeira desidrate o bastante para o corte, mas não o suficiente para que se desprenda da epífita.

As fraturas do material foram realizadas com auxílio do estereomicroscópio e lâmina de barbear, procurando contemplar todas as estruturas necessárias para identificação taxonômica (epitélio, margem de crescimento e conceptáculos), e posicionadas sobre uma fita adesiva dupla face de carbono sobre um *stub* metálico. A montagem do *stub* foi realizada em sala com controle de umidade (não permitindo uma reidratação de nenhuma alga), e permaneciam no vácuo até seu recobrimento. Estes foram então metalizados em ouro, e em seguida analisados com uma corrente de 50 mA, com voltagem de 12-25 kV, para uma melhor resolução. Como resultado, foi a observação da grande maioria das amostras submetidas a esta metodologia, os caracteres taxonômicos como a forma celular, diferenciação dos filamentos do talo e caracteres reprodutivos foram examinados.

Figura 10. Fluxograma da melhor metodologia adotada para análise de algas calcárias crostosas epífitas em Microscopia Eletrônica de Varredura.



Depois de identificado, todo material será depositado no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina (FLOR).

### 3.4 IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA

Para as algas calcárias crostosas epífitas foram observados caracteres morfológicos (vegetativos) internos e externos, e reprodutivos, como:

#### a) Análise Morfológica

- Forma, comprimento e diâmetro das células epiteliais, subepiteliais, do peritalo e do hipotalo;
- Presença de conexões secundárias entre as células com o filamento adjacente;
- Ausência ou presença de fusões celulares.

A altura das células será 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 (dividir a parte superior da inferior) sagitais (dividir o lado direito do esquerdo). Como altura de um conceptáculo, foi considerada a distância entre seu assoalho e o teto da câmara, já o diâmetro a distância das paredes internas laterais, conforme descrito por Chamberlain (1983).

#### b) Características Reprodutivas

- Forma, comprimento e diâmetro dos conceptáculos tetrasporangiais;
- Número de células do filamento do teto do conceptáculo;
- Profundidade do conceptáculo em número de células, da base do conceptáculo até a célula epitelial.

### 3.5 HERBORIZAÇÃO

Devido à natureza delicada das algas crostosas epífitas, e da floculação do carbonato de cálcio de suas paredes quando secas e/ou

prensadas, não permitem a herborização tradicional, e as amostras seguiram um protocolo piloto no Herbário FLOR.

Todas as amostras foram armazenadas em formaldeído 40%; além de exemplares secos naturalmente e sem prensa, armazenados em envelopes identificados, juntamente com lâminas permanentes com cortes histológicos também identificadas.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados cinco táxons, um a nível de gênero e quatro em nível específico, conforme a sinopse das espécies identificadas:

Rhodophyta

Florideophyceae

Corallinales

Corallinophycidae

Corallinaceae

Lithophylloideae

*Titanoderma pustulatum* (J.V.Lamouroux) Nägeli

Mastophoroideae

*Fosliella* M.A. Howe

*Pneophyllum fragile* Kützing

Melobesoideae

*Melobesia membranacea* (Esper) Lamouroux

*Melobesia rosanoffii* (Foslie) Lemoine

4.1 *Titanoderma pustulatum* (J.V.Lamouroux) Nägeli in Nägeli & Cramer

**Basionimo:** *Melobesia pustulata* J.V.Lamouroux

**Localidade Tipo:** França (Silva, Basson & Moe 1996: 274). Lectotype: CN (Herb. Lamouroux) sem número (Womersley 1996: 229).

**Homotipos:** *Melobesia pustulata* J.V.Lamouroux 1816;  
*Dermatolithon pustulatum* (J.V.Lamouroux) Foslie 1898;  
*Lithophyllum pustulatum* (J.V.Lamouroux) Foslie 1904;  
*Epilithon pustulatum* (J.V.Lamouroux) M.Lemoine 1921;  
*Tenarea pustulata* (J.V.Lamouroux) Shameel 1983.

**Referências para o Brasil:** como *Demartolithon pustulatum*, Taylor em 1930, e Oliveira Filho 1977; como *Lithophyllum pustulatum*, Taylor em 1960, e Creed *et al.* 2010. Como *Melobesia pustulata*, Creed *et al.* 2010.

**Material examinado:** Praia da Armação, Praia Barra da Lagoa, Praia do Ribeiro, Farol de Santa Marta, Ilha Deserta, Ilha Moleques do Sul.

**Algas hospedeiras:** *Pterocliadiella capillacea* (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand; *Gelidium floridanum* W.R.Taylor. *Ulva* Linnaeus, *Enteromorpha* Link in Nees.

### **Descrição:**

#### *Estrutura Vegetativa*

Plantas crostosas, com superfície lisa ou formando protuberâncias, podendo chegar a fruticoso. Na região de protuberâncias há construção dímica, com células basais do hipotalo alongadas na forma de paliçada. As células epiteliais de 5-8 µm de altura e 5-9 µm de diâmetro, possuem células achatadas ou côncavas, nunca em forma de taça. Tricocitos não foram observados. Filamentos do peritalo são relativamente perpendiculares ao hipotalo com células de 9-12 µm de altura e 20-24 µm de diâmetro. Estes filamentos, assim como os demais constituintes do talo, são ligados por conexões celulares secundárias.

#### *Estrutura Reprodutiva*

Os filamentos espermatangiais surgem do chão da câmara em direção ao poro. Conceptáculos masculinos elevados da superfície do talo, teto da câmara do conceptáculo com 28-50 µm de espessura. Câmara do conceptáculo com 204-390 de diâmetro e 80-125 µm de altura.

Conceptáculos tetrasporangiais uniporados, elevados da superfície do talo, com teto apresentando 4-6 camadas de células. A câmara do conceptáculo apresenta 50-360 µm de diâmetro e 48-90 µm de altura. Tetrásporos zonados com 22-50 µm de altura e 12-30 µm de diâmetro. No presente estudo formas femininas não foram observadas.

**Figuras:** 10 – 14.



Figura 11. Diferentes formas morfológicas externas de algas calcárias epífitas sobre *Pterocliadiella capilacea* da espécie *T. pustulatum*, 10A. Material coletado na Praia do Ribeiro, 10B. Ilha Moleques do Sul, e 10C. Praia da Armação, com alguns poros de conceptáculos visíveis (setas). Fig. 10D. Material coletado na Praia da Armação, com uma morfologia mais lisa, crescendo epífitando *Ulva* sp., também com conceptáculos visíveis (setas).

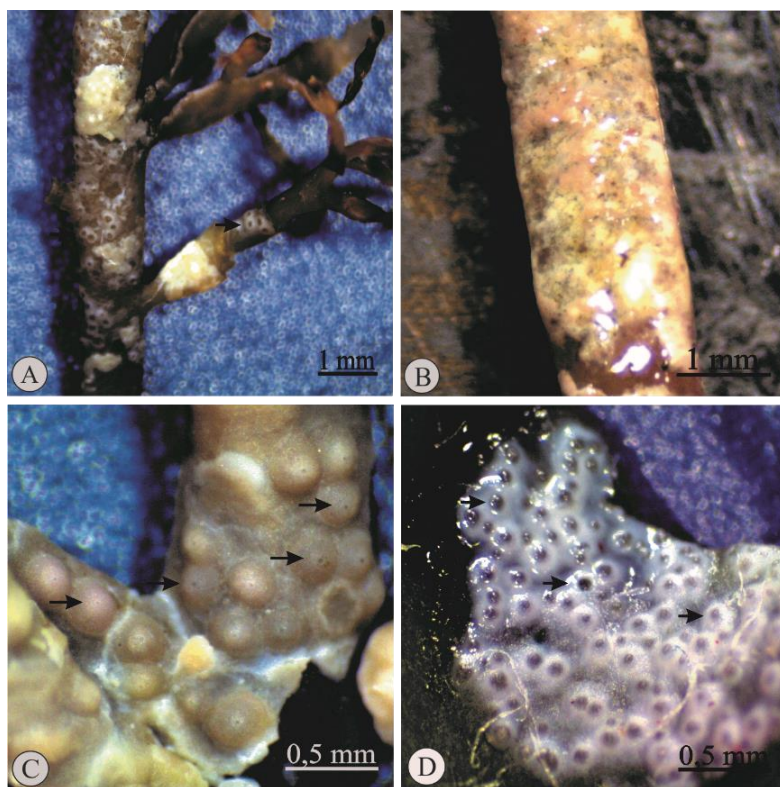


Figura 12. Aspectos vegetativos de *T. pustulatum* (J.V.Lamouroux) destacando 11A. Fratura transversal da margem do talo visto em microscopia eletrônica de varredura, 11B. Corte transversal da margem do talo observada em microscopia de luz, destacando-se a presença de conexões celulares secundárias (setas), 11C. Corte transversal de porção intermediária da crosta, evidenciando a construção dímica e células do hipotalo em paliçada.

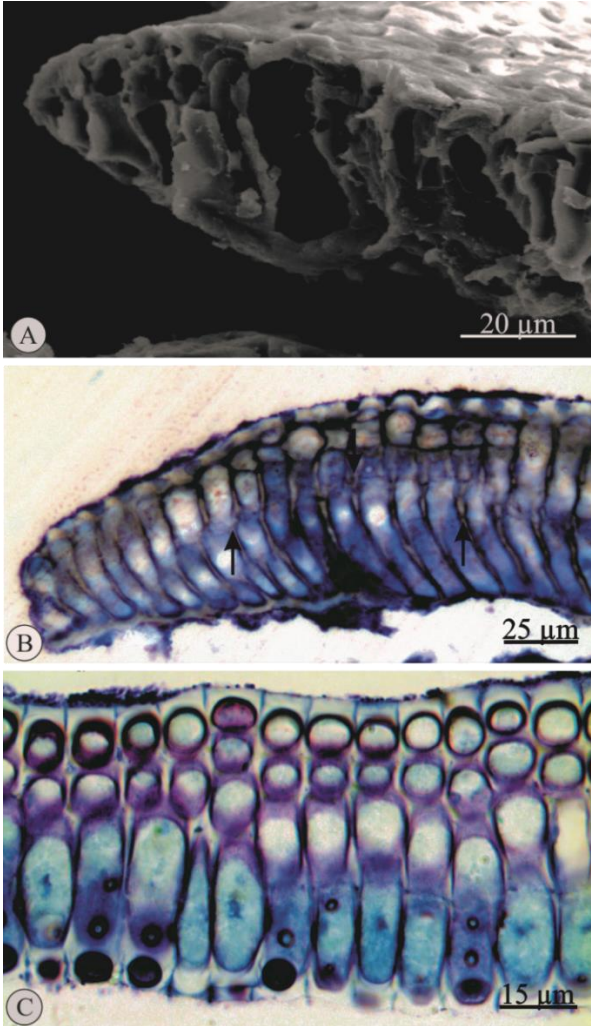


Figura 13. Aspectos reprodutivos de *T. pustulatum* (J.V.Lamouroux) observados em microscopia eletrônica de varredura, evidenciando 12A. Vista superior do talo reprodutivo com conceptáculos uniporados elevados da superfície, 12B. Detalhe do poro com plug apical (seta), 12C. Corte longitudinal de um conceptáculo, com tetrásporos jovens. Note as células em paliçada (P), que se estendem pelo hipotalo.

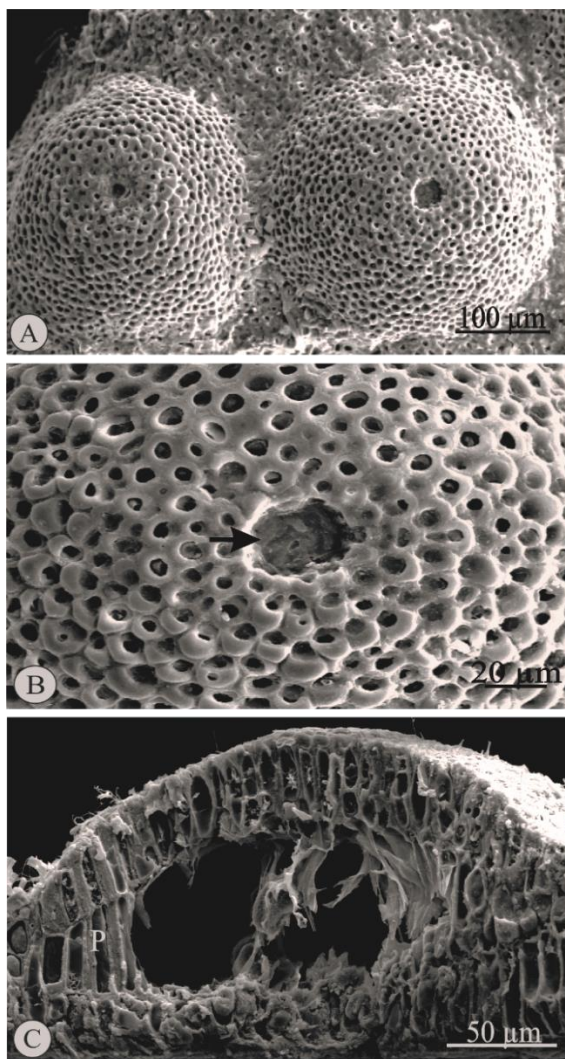


Figura 14. Imagem de microscopia eletrônica de varredura evidenciando detalhe dos tetrásporos (T) zonados.

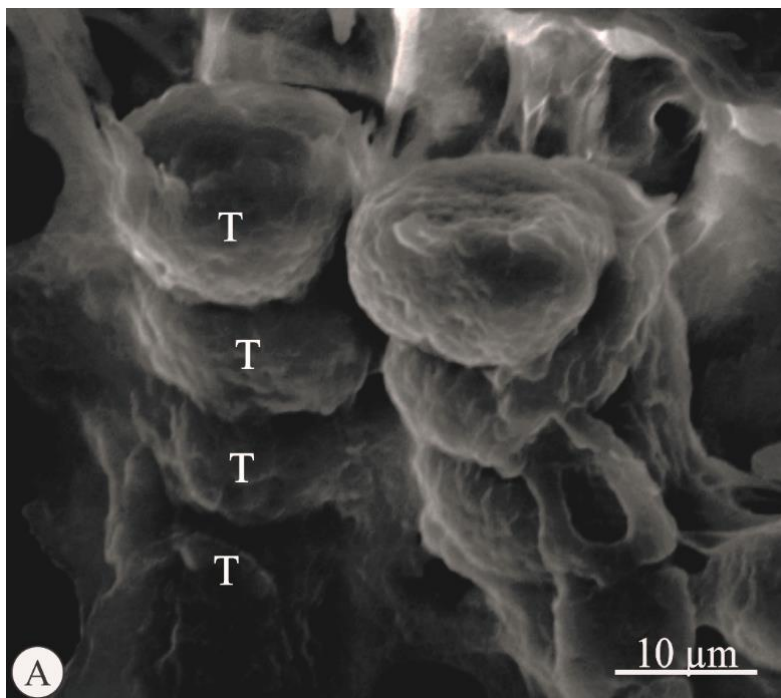
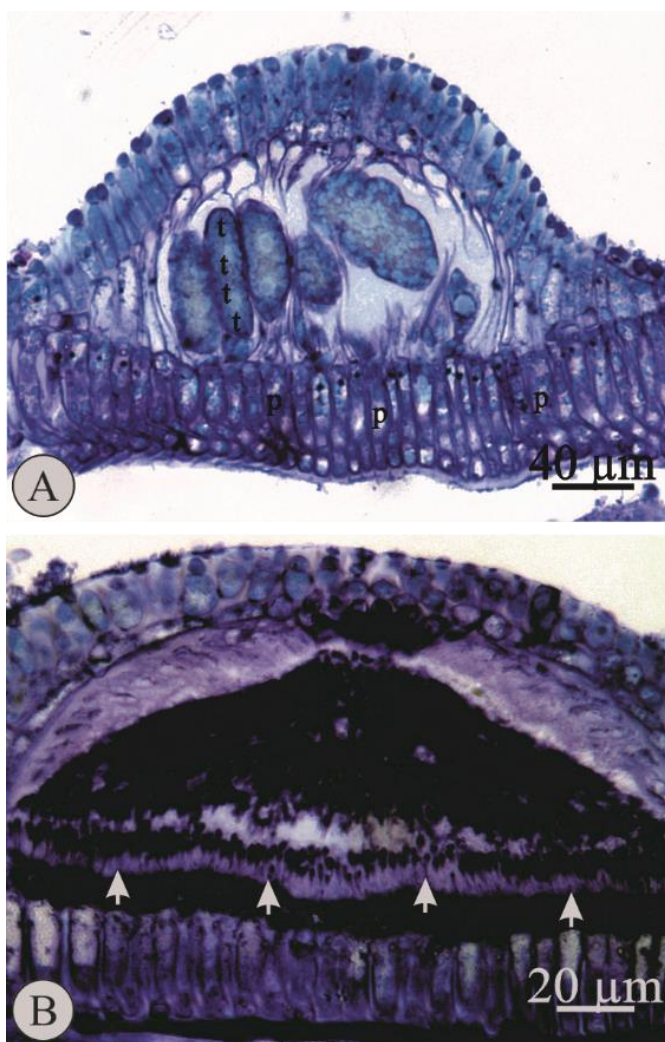


Figura 15. Aspectos reprodutivos de *T. pustulatum* (J.V.Lamouroux) observados em microscopia de luz, evidenciando 14A. Conceptáculo tetraspórico com tetrasporângios zonados (t), nota-se a presença de células paliçadas (p) no assoalho da câmara. Fig. 14B. Conceptáculo masculino, com espermácios surgindo do assoalho da câmara (setas).



Esta subfamília é caracterizada por apresentar células epiteliais arredondadas ou achatadas, com células subepiteliais maiores e alongadas. Há presença de *pit-connections* secundárias, conceptáculos tetrasporangiais uniporados, com tetrásporos zonados. Presença de plug apical nos conceptáculos, composto por uma camada de células não calcificadas.

Os maiores representantes desta subfamília pertencem ao gênero *Lithophyllum* R.A.Philippi com 111 espécies, seguido por *Amphiroa* J.V.Lamouroux com 49, e o gênero *Titanoderma* Nägeli, que possui hoje nove espécies cadastradas. (Guiry & Guiry, 2013). Este, é amplamente distribuído pelo mundo e geralmente reportado como *Dermatolithon*, ou *Lithophyllum*; devido a isso, seu estudo quanto táxon, e sua distribuição ainda não é clara. Atualmente, das 35 espécies já descritas como pertencendo ao gênero, apenas nove são aceitos taxonomicamente.

Em 1950 na Europa, Suneson o descreveu como *Lithophyllum*, defendendo que a presença de bisporângios era o que diferenciava este da *Titanoderma*. Os gêneros são realmente bastante similares em vários aspectos, como a falta de haustoria, e ambos apresentam organização dorsiventral ou radial; As células alongadas do tipo paliçada também são alvo para discussões (Woelkerling et al 1985).

Campbell & Woelkerling em 1990 realizaram um estudo com populações de algas calcárias crostosas do Sul da Austrália, e alguns tipos da coleção de herbário de Foslie (TRH), que revelou variabilidade na ocorrência de células paliçadas, ou seja, células paliçadas e não paliçadas podem ocorrer junto, na mesma planta, gerando assim dúvida se *Lithophyllum* e *Titanoderma* deveria ser mantido como gêneros distintos. Keats (1997), mostra que o plano de divisão das células basais do talo em *Lithophyllum* pode variar no decorrer do desenvolvimento do talo, assim a observação da forma destas células está também associada ao plano de corte adotado. Este último autor, juntamente com Chamberlain et al (1991), consideram válidas as características diagnósticas adotadas para separar os dois gêneros.

No Brasil, espécies de *Lithophyllum* vêm sendo citadas desde 1960, quando Taylor (1960) cita a ocorrência da espécie *Lithophyllum pustulatum* (Lamouroux) Foslie em costões rochosos do Estado de São Paulo. Posteriormente, trabalhos de Rocha et al. (2006), Figueiredo & Steneck (2002) e Tâmega & Figueiredo (2005) citam o gênero em bancos de rodólitos; além dos trabalhos de Figueiredo & Steneck (2002), Tâmega

& Figueiredo (2005) e Nunes et al. (2008), em recifes de corais. Porém a maioria dos trabalhos sem foco taxonômico.

Quanto a morfologia, o reconhecimento de *Lithophyllum* Philippi (1837) e *Titanoderma* Nageli (1858) como gêneros distintos tem sido baseado em apenas uma característica taxonômica diferente: a composição exclusiva por células paliçadas (*Titanoderma*), ou não (*Lithophyllum*) ao longo do hipotalo. Graças a esta particularidade morfológica, este estudo classifica a espécie como sendo *T. pustulatum*.

A dúvida sobre manter ou não gêneros distintos foi suprimida com a pesquisa de Baylei (1999), o qual realizou estudos moleculares entre as espécies de *Lithophyllum incrustans* Philippi and *Titanoderma pustulatum* (Lamouroux) Nägeli, e demonstrou com testes de máxima semelhança como sendo distintos, e por isso devem ser mantidos separadamente. Para fins de comprovação, uma tabela comparativa com os dados da espécie encontrada e dados de espécies homotípicas e heterotípicas foi gerada. (Tabela 6).





Tabela 6. Tabela comparativa entre espécies de *Titanoderma* e *Lithophyllum*. Onde: \*valor em milímetro, o restante segue valor em micrômetros; \*\* t = tetrasporângio e b = bisporângio.

Caractere / Espécie	<i>T. pustulatum</i> , Presente estudo	<i>L. pustulatum</i> , Taylor 1960	<i>L. pustulatum</i> , Womersley 1996	<i>L. stictaeforme</i> Areschoug, Nunes et al 2008	<i>L. stictaeforme</i> Areschoug, Villas-Boas et al 2009	<i>T. bermudense</i> , Woelkerling, Horta 2000	<i>T. pustulatum</i> var. <i>macrocarpum</i> , Chamberlain, Horta 2000
Espessura do talo	60-280	350	0,05-2,5*	-	-	10*	-
Altura da célula epitelial	5 - 8	-	2 - 8	2 - 3	8 - 12	1 - 2	3 - 5
Diâmetro da célula epitelial	5 - 9	-	3 - 12	5 - 8	5 - 8	6 - 13	7 - 14
Altura das células peritalo	20-24	-	16-55	-	20-22	9 - 12	20 - 45
Diâmetro das células peritalo	9 - 12	-	5 - 14	-	8 - 13	8 - 13	10 - 25
Diametro da câmara do conceptáculo (t / b)**	50-360 (t)	300-500 (t)	390-500 (t)	202-262 (t)	220-230 (t)	175-350 (t)	280-450 (b)
Altura da câmara do conceptáculo (t / b)	48-90 (t)	-	110-180 (t)	105-180	125-135	50-110 (t)	80-150 (b)
Espessura do teto da câmara tetrasporangial	10 - 25	-	-	-	-	-	-

Número de células do teto da câmara tetrasporangial	4 - 6	-	2 - 7	5 - 7	3 - 7	3 - 5	3 - 5
Altura do tetrasporângio	22 - 50	80 - 130	95 - 140	-	-	50 - 80	50 - 70 (b)
Diâmetro do tetrásporo	12 - 30	30 - 70	35 - 85	-	-	15 - 40	20 - 45 (b)
Expressura do teto do conceptáculo masculino	28 - 50	-	40 - 65	-	-	-	-
Diâmetro do conceptáculo masculino	204 - 390	-	220 - 450	-	-	-	-
Altura do conceptáculo masculino	80 - 125	-	50 - 90	-	-	-	-
Diâmetro do conceptáculo masculino	204 - 390	-	220 - 300	-	-	-	-
Altura do conceptáculo carposporangial	-	-	85-110	-	-	-	-
Expressura do teto do conceptáculo carposporangial	-	-	60-100	-	-	-	-
Número de células no teto do	-	-	06/ago	-	-	-	-

conceptáculo carposporangial							
Diâmetro do carposporófito	-	-	30 - 75	-	-	-	-
Altura do carposporófito	-	-	-	-	-	-	-

4.2 *Fosliella* M.A.Howe

**Basionimo:** *Melobesia farinosa* J.V.Lamouroux

**Localidade Tipo:** *Fosliella farinosa* (J.V.Lamouroux) M.A.Howe, aceito hoje como *Hydrolithon farinosum* (J.V.Lamouroux) D.Penrose & Y.M.Chamberlain. Localidade do lectotipo: Mediterrâneo (Chamberlain 1994: 123). Lectotipo: Sobre *Sargassum linifolium*. CN Herb. Lamouroux (Chamberlain 1994: 123).

**Sinônimos homótipos:** *Melobesia farinosa* J.V.Lamouroux 1816

*Fosliella farinosa* (J.V.Lamouroux)  
M.A.Howe 1920

**Sinônimos heterotipos:** *Melobesia granulata* (Meneghini)  
Zanardini 1843

**Referências para o Brasil:** Como *Melobesia farinosa* J.V.Lamouroux, Taylor 1930. Como *Melobesia granulata* (Meneghini) Zanardini, Taylor 1960 e Oliveira Filho 1977. Como *Hydrolithon farinosum* (J.V.Lamouroux) D.Penrose & Y.M.Chamberlain, Creed *et al.* 2010.

**Material examinado:** Iracema, Taibá, Praia da Conceição, Praia da Armação.

**Algas hospedeiras:** *Sargassum C. Agardh*, *Padina Adanson*, *Cryptonemia* J.Agardh, *Gelidium floridanum* W.R.Taylor.

**Descrição:***Estrutura vegetativa*

Talo crostoso, epifítico, fortemente aderido ao substrato mas com ausência de haustéria. Parte vegetativa do talo consistindo em dois filamentos, crescimento dímero. Hipotalo cresce rente ao substrato, e o

epitalo surge após o hipotalo, verticalmente. Devido a essa característica muitas vezes o talo vegetativo consiste apenas em duas camadas de células, mas podem ter até cinco células. Células epiteliais arredondadas ou achatadas. Células subepiteliais ou do hipotalo unidas por fusão celular. *Pit-connections* são desconhecidas. Talo reprodutivo em forma de conceptáculos uniporados, podendo apresentar bisporângios.

Womersley (1996) descreve o gênero como cosmopolita, sendo comum crescendo sobre grama marinha e também em diferentes gêneros de algas, principalmente sobre *Sargassum* e *Padina*.

Graças à similaridade entre o material analisado e as características previamente descritas, fica claro o gênero a qual pertence. Porém, a falta de imagens, principalmente de caracteres reprodutivos, fica impossível distinguir a que espécie pertence. Fica a necessidade de realizar outros cortes e lâminas histológicas para a classificação taxonômica definitiva.

#### 4.3 *Pneophyllum fragile* Kützing

**Localidade Tipo:** Mar Mediterrâneo (Silva, Basson & Moe 1996: 268). Holotipo: *Sphaerococcus coronopifolius*. L 941.241.152 (Chamberlain & Irvine 1994: 141).

**Sinônimos heterotipos:** *Melobesia pruinosa* Kützing 1845

*Melobesia lejolisii* Rosanoff 1866

*Dermatolithon lejolisii* (Rosanoff) Foslie 1898

*Heteroderma lejolisii* (Rosanoff) Foslie 1909

*Melobesia microspora* Rosenvinge 1917

*Fosliella lejolisii* (Rosanoff) M.A.Howe 1920

*Pneophyllum lejolisii* (Rosanoff) Y.M.Chamberlain 1983

*Pneophyllum microsporum* (Rosenvinge) Y.M.Chamberlain 1983

**Referências para o Brasil:** Como *Melobesia lejolisii* Rosanoff, Taylor 1930. Como *Fosliella lejolisii* (Rosanoff) M.A.Howe, Joly 1957; Taylor 1960; Joly 1965; e Oliveira Filho 1977. Como *Pneophyllum fragile* Kützing, Villaca, R. et al 2010 (Atol das Rocas); Creed, M., et al 2010.

**Material examinado:** Ponta do Paraíso, Risca do Meio, Cabeça do Arrastado, Praia do Coqueiral Aracruz.

**Algas hospedeiras:** *Gracilaria cervicornis* (Turner) J.Agardh, *Gracilaria domingensis* (Kützinger) Sonder ex Dickie, *Gelidiopsis variabilis* (Greville ex J.Agardh) F.Schmitz, Palisada K.W.Nam, *Bryothamnion seaforthii* (Turner) Kützinger, *Osmundaria obtusiloba* (C.Agardh) R.E.Norris.

### **Descrição:**

#### *Estrutura Vegetativa*

Talo crostoso, epifítico e fixado ao hospedeiro por adesão celular. Construção do talo é dímera, consistindo apenas em uma camada ventral de filamentos composto por células não paliçadas. Células de filamentos adjacentes conectados por fusão celular. As células epiteliais possuem células arredondadas ou levemente achatadas, com 6-9 µm de diâmetro e 5-8 µm de altura. Células subepiteliais com 4-5 µm de diâmetro e 5-7 µm de altura.

#### *Estrutura Reprodutiva*

Carposporogângios, tetra e bisporângios produzidos em conceptáculos uniporados separados. Teto dos conceptáculos carposporangiais na mesma altura, ou levemente para cima do talo, com 2 camadas de células e 11-15 µm de espessura; poro sem plug apical e enterrado em relação ao talo. Câmara do conceptáculo com 29-40 µm de diâmetro e 14-20 µm de altura. Carposporófitos produzidos através de uma grande fusão celular no centro do conceptáculo, com 8-11 µm de diâmetro e 8-12 µm de comprimento. Conceptáculos masculinos com 7-10 µm de diâmetro e 8-15 µm de altura. Os filamentos espermatangiais surgem do assoalho do conceptáculo masculino.

Teto dos conceptáculos tetrasporangiais ou bisporangiais pouco protuberante ou na mesma altura que o talo, com 2 camadas de células. Canal do poro é alinhado com o talo; poro sem plug apical. Câmara do conceptáculo com 70-97 µm de diâmetro, e 50-70 µm de altura. Tetrasporófitos com 18-27 µm de diâmetro e 25-45 µm de comprimento, bisporângio com 15 µm de diâmetro e 20 µm de comprimento, ambos geralmente ao lado de uma columela central.

**Figuras:** 15 – 17.

Figura 16. Aspectos vegetativos e reprodutivos de *Pneophyllum fragile* Kützing em imagem de microscopia eletrônica de varredura, evidenciando 15A. Vista superficial do epitélio, note margem de crescimento, 15B. Imagem superficial de dois conceptáculos jovens, ambos levemente elevados do nível do talo, com a presença de tricocitos (setas).

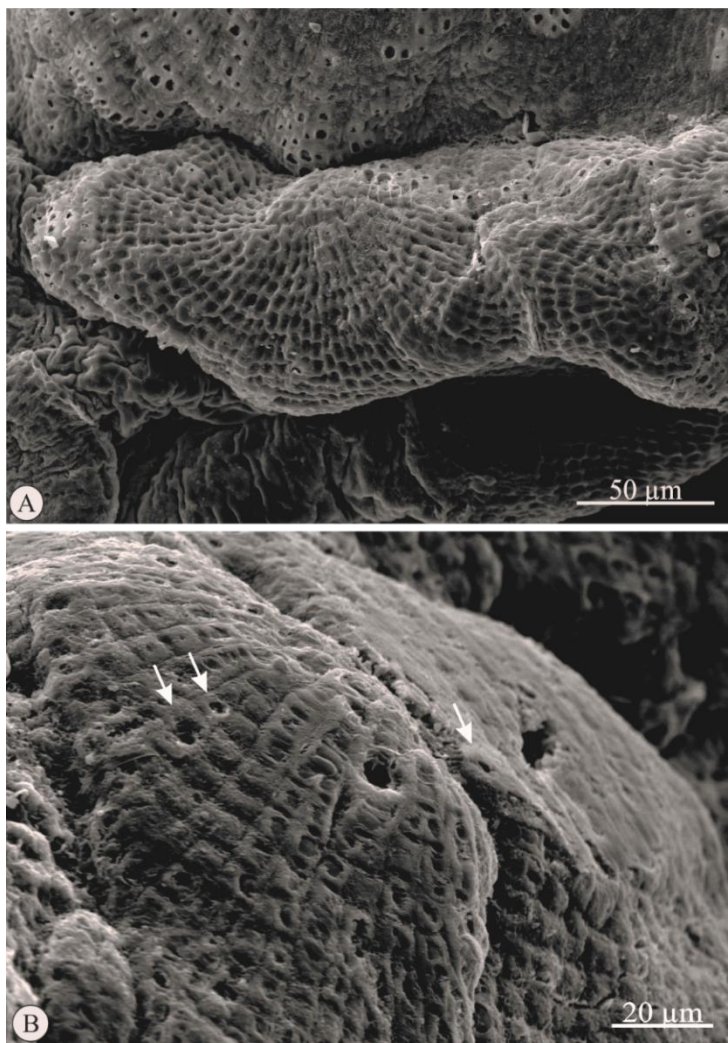


Figura 17. Aspectos vegetativos e reprodutivos de *Pneophyllum fragile* Kützing em imagens de microscopia de luz, onde 16A. Corte transversal de parte do talo vegetativo, evidenciando suas células epiteliais (E) arredondadas ou levemente achatadas, e a presença de fusões celulares (F), 16B. Corte transversal de um conceptáculo feminino, com a presença de carposporófitos (C), filamentos gonimoblásticos no teto do conceptáculo (G), e células de fusão no assoalho (F), e o alongamento mucilaginoso no teto (seta), 16C. Conceptáculo masculino, com filamentos espermatangiais saindo do assoalho do conceptáculo (E), e alongamento mucilaginoso no teto (seta), 16D. Corte transversal de conceptáculo tetrasporangial, com tetrásporos (T), uniporado (P), com células ostiolares (setas).

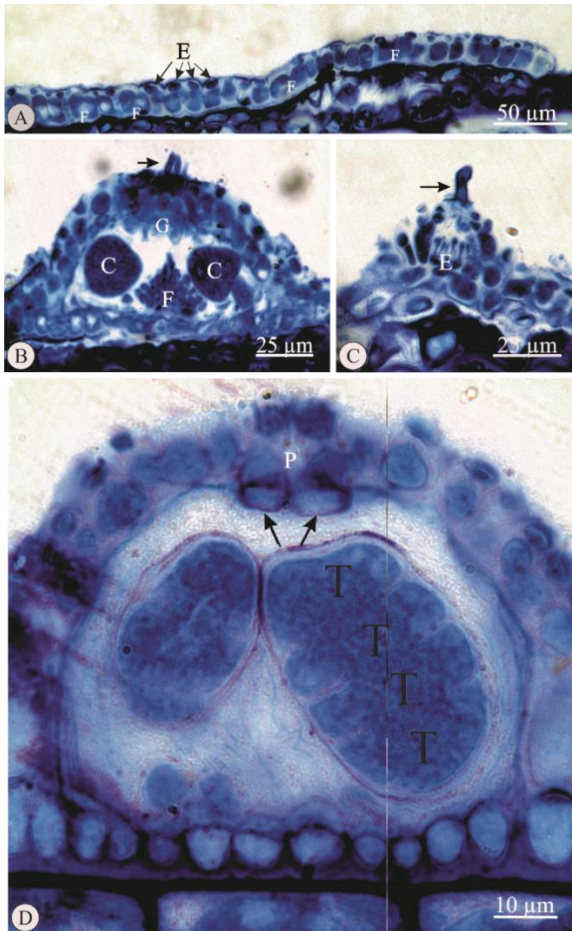
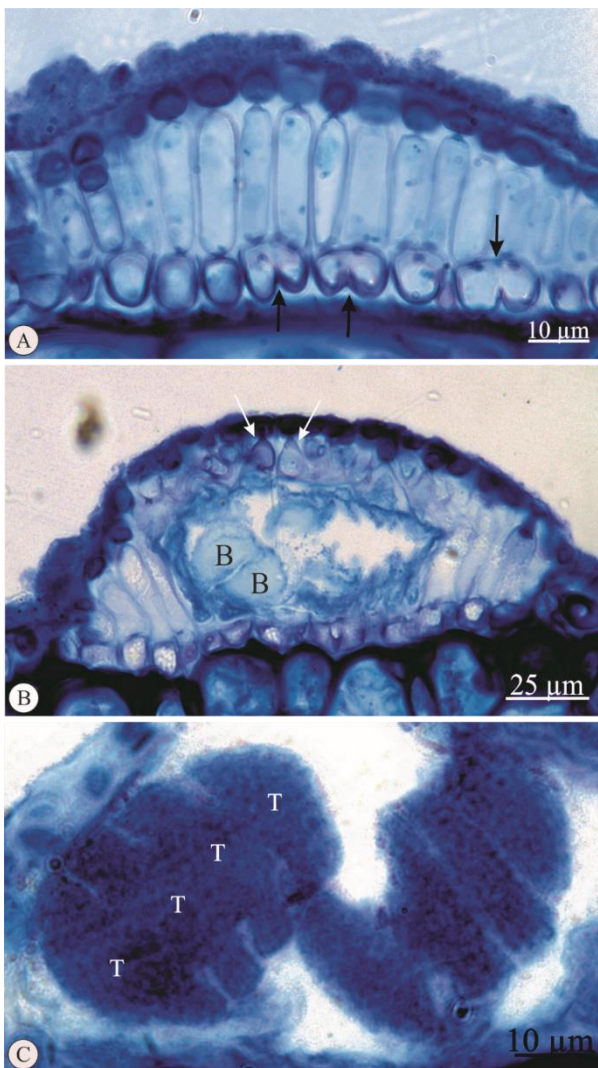




Figura 18. Aspectos reprodutivos de *Pneophyllum fragile* Kützing por imagens de microscopia de luz, evidenciando 17A. Células alongadas para a formação de um conceptáculo jovem. Setas indicam fusões celulares, 17B. Corte transversal de um conceptáculo com bisporângio (B), e células em formato típico do gênero no teto (setas), 17C. Detalhe de tetrasporângios (T) encontrados em conceptáculos tetrasporngiais.



Esta subfamília abrange táxons caracterizados por células epiteliais arredondadas ou achatadas; células dos filamentos adjacentes conectadas por fusões celulares, sendo que ligações do tipo “pit-connection” estão presente apenas em *Metamasphora*; Possuem conceptáculos tetrasporangiais uniporados com tetrásporos ou bisporosos zonados (Harvey et al., 2003; Kato et al., 2011).

Seus principais representantes pertencem ao gênero *Pneophyllum* Kützing, com 18 espécies, seguido do gênero *Spongites* Kützing, com 12 espécies. Além dos gêneros *Lithoporella* (Foslie) Foslie e *Mastophora* Decaisne, cada um com cinco espécies. (Guiry & Guiry, 2013).

Como principais características do gênero *Pneophyllum*, estão: Talo fino calcificado, crostoso, podendo ser epífita em algas ou angiospermas marinhas, pedras, vidros, ou ainda em conchas. Apresentam grande aderência ao hospedeiro graças a adesão celular, sem haustoria. Talo vegetativo composto apenas de hipotalo e epitalo, ou com um peritalo com doze ou mais células; frequentes fusões celulares e ausência de conexões celulares secundárias; as vezes apresenta tricocito nas células do hipotalo, e ocasionalmente há um grande tricocito terminal. Não há células paliçadas. Células epiteliais arredondadas ou achatadas. Plantas gametangiais são monóicas, com conceptáculos carpogoniais e espermatangiais de salientes a enterrados. Conceptáculos tetrasporangiais uniporados. Bisporangia as vezes presente em vez de tetrasporangia. Columela presente ou ausente. Gametangia pouco conhecida. (Kützing 1843; Chamberlain, 1983; Womersley, 1996).

Quando o gênero *Pneophyllum* foi proposto por Kützing em 1843, ele foi alocado na família Spongitae, apenas com a espécie *P. fragile*, o qual tinha um talo com apenas duas camadas de células. O epitalo com células muito menores que as células do hipotalo, de forma arredondada. Esse conjunto de caracteres era diferente de tudo conhecido antes (*Hapalidium* e *Melobesia*). Após, muitas espécies que foram descritas como pertencendo ao gênero foram analisadas, e muitas delas são na verdade dos gêneros *Melobesia*, *Hapalidium* e *Fosliella*. (Chamberlain, 1983).

A espécie é comumente encontrada sobre *Acrocarpia* spp., *Laurencia* spp., e sobre a grama marinha *Amphibolis antarctica* (Penrose in Womersley 1996). No Brasil, Guimarães (2006) considera que a distribuição da espécie seja nativa, ocorrendo no Nordeste (CE, PB e PE), Sudeste (ES, SP e RJ) e Sul (PR e RS).

O gênero *Pneophyllum* é segregado de *Fosliella* e *Spongites*, e graças a muitas similaridades, surgem dúvidas quanto a sua classificação taxonômica por muitos pesquisadores, sendo necessários estudos para verificar a singularidade desses gêneros, e dados adicionais podem ser provenientes de estudos de características reprodutivas.

**Tabela 7.** Tabela comparativa entre espécies de *Fosliella* e *Pneophyllum*. Onde: – Sem dados; \* valor em milímetro, o restante segue padrão de medida em micrômetro.

Caractere / Espécie	<i>P. fragile</i> , presente estudo	<i>Fosliella farinosa</i> (Lamouroux) M. Howe, Chamberlain 1983	<i>P. fragile</i> Kützing, Chamberlain 1983	<i>P. fragile</i> , Womersley 1996	<i>Fosliella lejolisii</i> (Rosanoff) Howe, Taylor (1960)
Espessura do talo	06 – 12	5*	1 – 5*	3 - 11	15-30
Altura da célula epitelial	5 - 8	9 – 12	1 – 5	-	6 – 10
Diâmetro da célula epitelial	6 - 8	3 – 10	5 - 10	-	6 – 7
Diâmetro da câmara do conceptáculo	70-97	65-94	95-100	80-265	150-250
Altura da câmara do conceptáculo	50-70	52-78	45	55-195	-
Número de células do teto da câmara tetrasporangial	2	1	1 – 2	2 – 10	-
Altura do tetrásporo	25-45	36-65	30-39	20-85	50-80
Diâmetro do tetrásporo	18-27	23-39	18-25	15-45	30-50
Diâmetro do conceptáculo masculino	7 - 10	33-91	28	82-109	75-100
Altura do conceptáculo masculino	8 - 15	26-44	20	49-91	-
Altura do conceptáculo carposporangial	14-20	52-83	45	49-150	-
Diâmetro do conceptáculo carposporangial	29-40	62-110	85	196-218	-
Expessura do teto do conceptáculo carposporangial	11 - 15	13-18	-	-	-

<b>Número de células no teto do conceptáculo carposporangial</b>	2	-	-	4 - 6	-
<b>Diâmetro do carposporófito</b>	8 - 11	-	-	-	-
<b>Altura do carposporófito</b>	14-20	-	-	-	-



#### 4. CONCLUSÃO

A partir do presente estudo taxonômico das algas coralináceas crostosas epífitas do Estado de Santa Catarina e Nordeste brasileiro, foi possível reconhecer e delimitar quatro espécies: *Melobesia rosanoffii*, *Melobesia membranacea*, *Titanoderma pustulatum* e *Pneophyllum fragile*. Sendo a primeira espécie, o primeiro registro para o Atlântico Sul. As seguintes, foram descritas anteriormente para São Paulo e Rio de Janeiro, sendo esta a primeira descrição para o Estado de Santa Catarina, nordeste brasileiro e Espírito Santo.

Estudando o histórico das algas vermelhas, principalmente das Corallinaceae, é visível o quanto a pesquisa foi retomada, especialmente nos últimos anos, sobretudo graças a análise molecular. Porém essa ainda não é a realidade quando tratamos de algas calcárias crostosas, e vários problemas quanto a nomenclatura e taxonomia ainda estão para serem resolvidos.

Há uma grande dificuldade em analisar esse tipo de material, não apenas por sua notável fragilidade, mas em crescimento junto com outras espécies em um mesmo hospedeiro. As epífitas muitas vezes competem por espaço, e acabam crescendo uma sobre a outra; como estão intimamente ligadas ao hospedeiro, a separação das mesmas não é aplicável. Assim, as características anatômicas que demonstraram relevância na delimitação dos táxons foram: formato e tamanho das células epiteliais; o tipo de conexões celulares existente entre os filamentos adjacentes; tipo e tamanho das células subepiteliais; tipo, forma e tamanho dos conceptáculos tetrasporangiais; tamanho e divisão do tetrasporângio.

Esta pesquisa apresenta uma importante contribuição para o conhecimento da distribuição das algas calcárias crostosas no litoral de Santa Catarina e Nordeste brasileiro, mostrando as diferenças morfológicas de algas calcárias epífitas entre estas localidades, além das diferentes algas hospedeiras, fornecendo assim, informações taxonômicas que podem servir de base para futuros estudos.

Através do levantamento de dados, e a formulação de tabelas, fica evidente que os números das medidas dos caracteres diagnósticos são bastante diferentes em certos aspectos, levantando mais dúvidas quanto a delimitação de gêneros e espécies das calcárias crostosas. Já que, a delimitação de espécies é dada graças a pequenos detalhes, é possível que

estas diferenças mostrem não somente diferenças de tamanhos de uma mesma espécie, e sim, espécies diferentes umas das outras.

Desta forma, faz-se necessário um estudo detalhado dos táxons de algas calcárias crostosas, ampliando a nível nacional, e enfatizando grupos ainda pouco investigados. Além disso, a utilização de novas tecnologias como o DNA Barcoding, aliado ao estudo taxonômico tradicional, com certeza identificará um número muito maior de espécies, e poderá responder muitas questões existentes acerca das algas calcárias crostosas epífitas.



## REFERÊNCIAS

- AMADO-FILHO, G.M.; PEREIRA-FILHO, G.H.; BAHIA, R.G.; ABRANTES, D.P.; VERAS, P.C. & MATHEUS, Z. 2012 b. Occurrence and distribution of rhodolith beds on the Fernando de Noronha Archipelago of Brazil. *Aquatic Botany* 101: 41-45.
- AMANCIO, C. E. 2007. Precipitação de CaCO<sub>3</sub> em algas marinhas calcárias e balanço de CO<sub>2</sub> atmosférico: os depósitos calcários marinhos podem atuar como reservas planetárias de carbono? Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo (USP). Dissertação de Mestrado.
- BAYLEY, J.C.; CHAPMAN, R.L. 1998. A phylogenetic study of the Corallinales (Rhodophyta) based on nuclear small-subunit rRNA gene sequences. *Journal of Phycology*. 34:692-705.
- BAYLEY, J.C. 1999. Phylogenetic positions of *Lithophyllum incrustans* and *Titanoderma pustulatum* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on 18S rRNA gene sequence analyses, with a revised classification of the Lithophylloideae. *Phycologia*. 38:208-216.
- BAILEY, J.C., GABEL, J.E. & FRESHWATER, D.W. 2004. Nuclear 18S rRNA gene sequence analyses indicate that the Mastophoroideae (Corallinaceae, Rhodophyta) is a polyphyletic taxon. *Phycologia*. 43:3-12.
- BOUZON, J. L.; SALLES, J. P. ; HORTA, P. A.; 2008. Aspectos florísticos e ficogeográficos das macroalgas marinhas das baías da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Ínsula* (Florianópolis), 36:69-84.
- BRITO, L.V.R., SZÉCHY, M.T.M., CASSANO, V. 2002. Levantamento taxonômico das macroalgas da zona das marés de costões rochosos adjacentes ao Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca, Baía da Ilha Grande, RJ. *Atlântica*, Rio Grande 24:17-26.
- BURGOS, D.B. 2011. Composição e estrutura das comunidades de macroalgas do infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco – Brasil, com ênfase nas calcárias incrustantes. Tese de

Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.

- BUSS, L.W. & JACKSON, J.B.C. 1979. Competitive networks: nontransitive competitive relationships in cryptic coral reef environments. *Am. Nat.*, 113:223–234.
- CABIOCH J. 1972. Etude sur les Corallinacees. II. La morphogenese; consequences systematiques et phylogenetiques. *Cahiers de Biologie Marine* 13:137-288.
- CABIOCH J. 1988. Morphogenesis and generic concepts in coralline algae – a reappraisal. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*. 42:493-509.
- CAMPBELL, S.J. & WOELKERLING W.J. 1990. Are *Titanoderma* and *Lithophyllum* (Corallinaceae, Rhodophyta) distinct genera? *Phycologia* 29:114-125.
- CHAMBERLAIN Y.M. 1977B. Observations on *Fosliella farinosa* (Lamour) Howe (Rhodophyta, Corallinaceae) in the British Isles. *British Phycological Journal* 12: 343-358.
- CHAMBERLAIN Y.M. 1978B. *Dermatolithon litorale* (Suneson) Hamel and Lemoine (Rhodophyta, Corallinaceae) in the British Isles. *Phycologia* 17: 396-402.
- CHAMBERLAIN Y.M. 1982. The Genus *Heteroderma* (now *Fosliella* Howe and *Pneophyllum* Kützing) (Rhodophyta, Corallinaceae) in the British Isles. Department of Biological Sciences, Portsmouth Polytechnic, Portsmouth, England. v.546.
- CHAMBERLAIN, Y.M. 1983. Studies in the Corallinaceae with special reference to *Fosliella* and *Pneophyllum* in the British Isles. *Bulletin of British Museum (Natural History) Botany Series*, 11: 291-463.
- CHAMBERLAIN Y.M. 1985B. Trichocyte occurrence and phenology in four species of *Pneophyllum* (Rhodophyta, Corallinaceae) from the British Isles. *British Phycological Journal* 20: 375-379.

- CHAMBERLAIN Y.M. 1986. A reassessment of the type specimens of *Titanoderma verrucatum* and *T. macrocarpum* (Rhodophyta, Corallinaceae). *Cryptogamie Algologie* 7: 193-213.
- CHAMBERLAIN Y.M. 1987. Conceptacle production and life history in four species of *Pneophyllum* (Rhodophyta, Corallinaceae) from the British Isles. *British Phycological Journal* 22: 43-48.
- CHAMBERLAIN Y.M. 1991B. Historical and taxonomic studies in the genus *Titanoderma* (Rhodophyta, Corallinales) in the British Isles. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Botany Series*, 21: 1-80.
- CHAMBERLAIN Y.M. 1996. Lithophylloid Corallinaceae (Rhodophyta) of the genera *Lithophyllum* and *Titanoderma* from southern Africa. *Phycologia* 35: 204-221.
- CORDEIRO MARINHO, M. 1978. Rodofíceas Bentônicas do Estado de Santa Catarina. *Rickia*, 7: 1-243.
- DETHIER, M.N. 1994. The ecology of intertidal algal crusts: variation within a functional group. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 177:37-71.
- DETHIER, M.N. 1994. Disturbance and recovery in intertidal pools: maintenance of mosaic patterns. *Ecol. Monogr.*, 54:99-118.
- DETHIER, M.N.; STENECK, R.S. 2001. Growth and persistence of diverse intertidal crusts: survival of the slow in a fast-paced world. *Mar. Ecol. Prog. Series*, 223:89-100.
- DIEHL, F.L. & HORN FILHO, N.O. 1996. Compartimentação geológico-geomorfológica da zona litorânea e planície costeira do Estado de Santa Catarina. *Notas Técnicas*, 9:39-50.
- DIXON PS. 1970. The Rhodophyta: Some aspects of their biology ii. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Reviews* 8:307-325.

- FARIAS, J. 2009. Aspectos taxonômicos de *Lithothamnion superpositum* e *Mesophyllum engelhartii* (Corallinales; Rhodophyta) do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- FARR, T. BROOM, J.; HART, D.; NEIL, K.; NELSON, W. 1997. Common coralline algae of northern New Zealand: an identification guide. NIWA A Information Series. 1:689-693.
- FARR, T.; BROOM, J.; HART, D.; NEILL, K.; NELSON, W. 2009. Common coralline algae of northern of New Zealand. An identification guide. NIWA Information. Ser. No. 70. Wellington, New Zealand. 125p.
- FIGUEIREDO, M.A.O.; STENECK, R.S. 2002 Floristic and ecological studies of crustose coralline algae on Brazil's Abrolhos reefs. In Proceedings of the 9<sup>th</sup> Internacional Coral Reefs Symposium, Bali, 493:498 p.
- FOSTER, M.S. 2001. Rhodoliths: Between rocks and soft places. *Journal of Phycology* 37: 659-667.
- FRAGA, C.N.; PEIXOTO, A.L. 2004. Florística e ecologia das Orchidaceae das restingas do Estado do Espírito Santo. *Rodriguésia*, 84: 5–20.
- FRAGOSO, D. AND D. RODRÍGUEZ. 2002. Algas coralinas no geniculadas (Corallinales, Rhodophyta) en el Pacífico tropical mexicano. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Botánica* 73(2): 97-136.
- FUNK, G. 1927. Die Algenvegetation des Golfes von Neapel. *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 7:1-507.
- GABRIELSON, P.W., GARBARY, D.J., SOMMERFELD, M.R., TOWNSEND, R.A. AND TYLER, P.L. 1990. Phylum Rhodophyta, In: L. Margulis, J.O. Corliss, M. Melkonian and D.J. Chapman (eds.) *Handbook of Protozoa: The Structure, Cultivation, Habitats and Life Histories of the Eukaryotic Microorganisms and Their*

Descendants Exclusive of Animals, Plants and Fungi. Jones & Bartlett, Boston, MA, pp. 914.

- GUIMARÃES, S.M.P.B. Bol. 2006. Inst. Bot. (São Paulo) 17: 143-194.
- GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. 2013. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 15 June 2013.
- HARVEY, A.S., BROADWATER, S.T., WOELKERLING, W.J. & MITROVSKI, P.J. 2003. Choreonema (Corallinales, Rhodophyta): 18S rDNA phylogeny and resurrection of the Hapalidiaceae for the subfamilies Choreonematoideae, Austrolithoideae and Melobesioideae. *Journal of Phycology* 39: 988-998.
- HARVEY, A.S.; WOELKERLING, W.; FARR, T.; NEIL, K.; NELSON, W. 2005. Coralline algae of central New Zealand, and identification guide to common crustose species. NIWA Information series. 57:145
- HARVEY A. S., PHILLIPS L. E., WOELKERLING W. J. AND MILLAR A. J. K. 2006. The Corallinaceae, subfamily Mastophoroideae (Corallinales, Rhodophyta) in south-eastern Australia. *Australian Systematic Botany*, 19:387 – 429.
- HAYLANDER, C. J. 1928. Gathe algae of Connecticut. *Bull. Conn. Geol. Nat. Hist. Surv.*, 42: 1-245.
- HORTA, P.A. 2000. Macroalgas do infralitoral sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 301p.
- HORTA, P. A.; AMANCIO, C. E.; COIMBRA, C. S.; OLIVEIRA, E. C. 2001. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas brasileiras. *Hoehnea* 28: 243-265.
- 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.; SCHERNER, F.; BOUZOUN, Z.L.; ROSMENA-RODRIGUES, R.; OLIVEIRA, E.C. 2011. Morphology and reproduction of *Mesophyllum erubenses* (Foslie) Me. Lenoime (Corallinales, Rhodophyta) of Southern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 34: 125-134.
- JOHANSEN, H. W. 1976. Current status of generic concepts in coralline algae. *Phycologia*, 15: 221.
- JOHANSEN, H.W.; CHAMBERLAIN, Y.M. 1976. Family Corallinaceae. *In*: I.A. ABBOTT & HOLLENBERG, G.J. eds. Marine algae of California. California Stanfors University Press. 379-419p.
- JOHANSEN, H.W. 1981. Coralline algae, a first synthesis. CRC Press, Boca Raton, Florida, 239 p.
- KATO, A., BABA, M. & SUDA, S. 2011. Revision of the Mastophoroideae (Corallinales, Rhodophyta) and polyphyly in nongeniculate species widely distributed on Pacific coral reefs. *Journal of Phycology*. 3: 662-672.
- KEATS, D.W. 1997. *Lithophyllum insipidum* Adey, Townsend et Boykins and *L. flavescens* sp. nov.: two flat lithophylloid coralline algae (Corallinales, Rhodophyta) abundant in shallow reef environments in Fiji. *Phycologia* 36: 351-365.
- KERR, B., RILEY, M.A., FELDMAN, M.W. & BOHANNAN, B.J.M. 2002. Local dispersal promotes biodiversity in a real-life game of rock-paper-scissors. *Nature*, 418: 171-174.
- KJOSTERUD, A. B. 1997. Epiphytic coralline crust (Corallinales, Rhodophyta) from South Norway. *Sarsia*, 82:23.
- KÜTZING, F.T. 1841. Über die "Polypieres calcifères" des Lamouroux. *In*: Zu der öffentlichen Prüfung sämtlicher Classen der Realschule zu Nordhausen. (Kützing, F.T. Eds), Nordhausen: Realschule. 3-34 pp.

- KÜTZING, F.T. 1843. *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange...* Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser. pp. [part 1]: [i]-xxxii, [1]-142, [part 2:] 143-458, 1, err.], pls 1-80. Leipzig: F.A. Brockhaus.
- KYLIN, H. 1956. *Die Gattungen der Rhodophyceen*. CWK Gleerups, Lund. 673 pp.
- LAMOUREUX, J.V.F. 1812. Sur la classification des Polypiers coralligènes non entièrement pierreux. *Nouveau Bulletin des Sciences par la Société Philomathique de Paris* 3: 181-188.
- LAVRADO, H.P. 2006. Caracterização do ambiente e da comunidade bentônica, in: Lavrado, H.P., Ignácio, B.L. (Eds.), *Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 19–64.
- LE GALL, L.; SAUNDERS, G.W. 2007. A nuclear phylogeny of the Florideophyceae (Rhodophyta) inferred from combined EF2, small subunit and large subunit ribosomal DNA: establishing the new red algal subclass Corallinophycidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 43: 1118-1130.
- LE GALL, L., PAYRI, C., BITTNER, L. & SAUNDERS, G.W. 2010. Multigene phylogenetic analyses support recognition of the Sporolithales ord. nov. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54: 302-305.
- LEUKART, P. 1994. Field and laboratory studies on depth dependence, seasonality and light requirement of growth in three species of crustose coralline algae (Corallinales, Rhodophyta). *Phycologia*, 4:281-290.
- LITTLER, M.M., Littler, D.S. & Hanisak, M.D. 1991. Deep-water rhodolith distribution, productivity, and growth history at sites of formation and subsequent degradation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 150:163–182.

- MANEVELDT, G. W.; CHAMBERLAIN, Y. M.; KEATS, D. W. A. 2008. Catalogue with keys to the non-geniculate coralline algae (Corallinales, Rhodophyta) of South Africa. *Journal of Botany*, 74: 555–5667.
- MARTIN, S. & GATTUSO, J.-P. 2009. Response of Mediterranean coralline algae to ocean acidification and elevated temperature. *Glob. Change Biol.*, 15:2089–2100.
- MCCOY, S.J. 2013. Morphology of the crustose coralline alga *Pseudolithophyllum muricatum* (Rhodophyta Corallinaceae) responds to 30 years of ocean acidification in the northeast Pacific. *J. Phycol.*, 49:830–837.
- MCCOY, S. J.; PFISTER, C. A. 2014. Historical comparisons reveal altered competitive interactions in a guild of crustose coralline algae. *Ecology Letters*, doi:10.1111/ele.12247
- MORCOM, N.F., WOELKERLING, W.J. & WARD, S.A. 2005. Epiphytic nongeniculate corallines found on *Laurencia filiformis* f. *heteroclada* (Rhodomelaceae, Ceramiales). *Phycologia* 44: 202-211.
- MOURA, C.W.do N, KRAUS J.E., CORDEIRO-MARINO, M. 1997. Metodologia para obtenção de cortes histológicos com historresina e coloração com azul de toluidina para algas coralináceas (Rhodophyta, Corellinales). *Hoemea* 24: 17-27.
- MOURA, R.L.; SECCHIN, N.A.; AMADO-FILHO, G.M.; FRANCINI-FILHO, R.B.; FREITAS, M.O.; MINTE-VERA, C.V.; TEIXEIRA, J.B.; THOMPSON, F.L.; DUTRA, G.F.; SUMIDA, P.Y.G.; GUTH, A.Z.; LOPES, R.M.; BASTOS, A.C. 2013. Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank. *Continental Shelf Research*, In press.
- NUNES, J. M. C., GUIMARÃES, S. M. P. B.; DONNANGELO, A.; FARIAS, J. N.; HORTA, P. A. 2008. Aspectos taxonômicos de



três espécies de Coralináceas não geniculadas do litoral do Estado da Bahia, Brasil. *Rodriguesia*, 59:75-86.

- PAINÉ, R.T. 1984. Ecological determinism in the competition for space: the Robert H. MacArthur Award Lecture. *Ecology*, 65:1339–1348.
- PASCELLI, C.; RIUL, P.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R.; SCHERNER, F.; NUNES, M. HALL-SPENCER, J.M.; OLIVERIA, E.C.; HORTA, P.A. 2013. Seasonal and depth-driven changes in rhodolith bed structure and associated macroalgae off Arvoredo island (southeastern Brazil). *Aquatic Botany*, In Press.
- PENROSE, D. & WOELKERLING, W.J. 1991. *Pneophyllum fragile* in southern Australia: implications for generic concepts in the Mastophoroideae (Corallinaceae, Rhodophyta). *Phycologia*. 30:495-506.
- PENROSE, D. 1996. Genus *Pneophyllum* Kützing . In: The Marine Benthic Flora of South Australia. Rhodophyta. Part IIIB, Gracilariales, Rhodymeniales, Corallinales and Bonnemaisoniales. (Womersley, H.B.S. Eds), Canberra: Australian Biological Resources Study. 266-272p.
- PENROSE, D. 1996. Subfamily Mastophoroideae. In: Womersley HBSW (ed) The marine benthic flora of Southern Australia. Part III. Australian Biological Resources Study, Canberra. 237-283p.
- PUESCHEL, C.M. & COLE, K.M. 1982. Rhodophycean pit plugs: an ultrastructural survey with taxonomic implications. *Amer. J. Bot.* 69:703–720.
- RAGAZZOLA, F., FOSTER, L.C., FORM, A., ANDERSON, P.S.L., HANSTEEN, T.H. & FIETZKE, J. 2012. Ocean acidification weakens the structural integrity of coralline algae. *Glob. Change Biol.*, 18:2804–2812.
- RAY, J. 1724. *Synopsis Methodica Stirpium Britannicarum*. III. G. & J. Innys (eds), London, 482 pp.

- RIOSMENA-RODRIGUEZ, R. 1993. Una Propuesta de tecnica histológica para el estudio de algas coralinas (Corallinales: Rhodophyta). *Revista Investigativa Científica*. 4:65-73.
- 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 Marine Biological Association of the United Kingdom* 88: 17-19.
- RIUL, P.; LACOUTH, P.; PAGLIOSA, P. R.; CHRISTORFFERSEN, 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.
- ROCHA, R. M.; METRI, R.; MURO, J. Y. 2006. Spatial distribution and abundance of ascidians in a bank of coralline algae at Porto Norte, Arvoredo Island, Santa Catarina. *Journal of Coastal Research, Special Issue* 39:1676–1679.
- ROJAS-ECHENIQUE, J. & ALLESINA, S. 2011. Interaction rules affect species coexistence in intransitive networks. *Ecology*, 92, 1174–1180.
- ROSANOFF, S. 1866. Recherches anatomiques sur les *Mélobésiées* (*Hapalidium*, *Melobesia*, *Lithophyllum* et *Lithothamnion*). *Mémoires de la Société Impériale des Sciences Naturelles de Cherbourg* 12: 5-112, pls I-VII.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.B.; MADUREIRA, L.S-P. 2006. O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- SILVA, P. C.; JOHANSEN, H. W. 1986. A reappraisal of the order Corallinaceae (Rhodophyceae). *Br. Phycol. J.*, 21: 245-254.
- SOARES, M.O.; PAIVA, C.C.; FREITAS, J.E.P.; LOTUFO, T.M.C. 2011. Gestão de unidades de conservação marinhas: o caso do

Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, NE-Brasil.  
Revista da Gestão Costeira Integrada 11: 257-268.

- SOMERS, J. A.; TAIT, M. I.; LONG, W. F.; WILLIAMSON, F. B. 1990. Activities of *Corallina* (Corallinales) and other Rhodophyta polymers in the modulation of calcification. *Hidrobiologia* 204/205: 491-497.
- STENECK, R.S.; PAINE, R.T. 1986. Ecological and taxonomic studies of shallow-water encrusting Corallinaceae (Rhodophyta) of the boreal northeastern Pacific. *Phycologia* 25: 221-240.
- STENECK, R.S., HACKER, S.D. & DETHIER, M.D. 1991. Mechanisms of competitive dominance between crustose coralline algae: an herbivore-mediated competitive reversal. *Ecology*, 72:938-950.
- TÂMEGA, F. T.; FIGUEIREDO, M. A. O. 2005. Distribuição das algas calcárias incrustantes (Corallinales, Rhodophyta) em diferentes habitats na Praia do Forno, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro. *Rodriguesia* 56:123-132.
- TÂMEGA, F. T.; FIGUEIREDO, M. A. O. 2007. Distribution of crustose coralline algae (Corallinales, Rhodophyta) in the Abrolhos reefs, Bahia, Brazil. *Rodriguesia*, 58:941-947.
- TAYLOR, W.R. 1960. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- TOUNEFORT, J. P. 1719. Corallarium Institution Rei Herbarbariae. *Histoire Plantae*, 1: 570-571.
- TOWNSEND, R.A. 1981. Tetrasporangial conceptacle development as a taxonomic character in the Mastophoroideae and Lithophylloideae (Rhodophyta). *Phycologia* 20: 407-414.

- VAN DEN HOEK, C. 1987. The possible significance of long-range dispersal for the biogeography of seaweeds. *Helgoländer Meeresunters* 41: 261-272.
- VIERA-PINTO, T. 2011. Aspectos morfoanatómicos, reprodutivos e moleculares do gênero *Lithophyllum* (Lithophylloideae, Corallinales, Rhodophyta) do sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- VILLAS-BOAS, A.B., RIOSMENA-RODRIGUEZ, R., AMADO-FILHO, G.M., MANEVELDT, G.W. & DE O. FIGUEIREDO, M.A. 2009. Rhodolith-forming species of *Lithophyllum* (Corallinales; Rhodophyta) from Espírito Santo State, Brazil, including the description of *L. depressum* sp. nov.. *Phycologia* 48(4): 237-248.
- VOIGT, W., PERNER, J., DAVIS, A.J., EGGERS, T., SCHUMACHER, J., BÄHRMANN. 2003. Trophic levels are differentially sensitive to climate. *Ecology*, 84, 2444–2453.
- WOELKERLING WM J. 1996. Subfamily Melobesioideae. In: The Marine Benthic Flora of Southern Australia \_ Part IIIB. Gracilariales, Rhodymeniales, Corallinales and Bonnemaisoniales (Ed. by H. B. S. W. Womersley), Australian Biological Resources Study, Canberra, 164-210p.
- WOELKERLING WM J., CHAMBERLAIN Y.M. AND SILVA P.C. 1985. A taxonomic and nomenclatural reassessment of *Tenarea*, *Titanoderma* and *Dermatolithon* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on studies of type and other critical specimens. *Phycologia*. 24: 317-337.
- WOELKERLING, W.J.; IRVINE, L.M.; HARVEY, A. 1993. Growth-forms in non-geniculate coralline red algae (Corallinalesm Rhodophyta). *Australian Systematic Botany*.
- WOELKERLING, W.J. 1996. Family Corallinaceae. In: HBS, Womersley (ed.). *The Marine Benthic Flora of Southern Australia Part IIIB*. Australian Biological Resources Study, Canberra. 1996.

- WOELKERLING, W.J. 1988. The Coralline red algae: An analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate corallinaceae. Oxford University Press, Oxford. 268 p.
- WRAY, J. L. 1977. Calcareous algae. Elsevier. Amsterdam, Oxford, New York.
- WYNNE, M.J. 2011. A checklist of benthic marine algae of tropical and subtropical Western Atlantic: third revision. Nova Hedwigia. v. 140.
- YAMAGUISHI-TOMITA, N. 1976. Contribuição ao conhecimento do gênero *Sporolithon* (Corallinaceae, Cryptonemiales) no Brasil. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 138 pp.
- YOON, H. S.; MÜLLER, K. M.; SHEATH, R. G.; OTT, F. D.; BHATTACHARYA, D. 2006. Defining the major lineages of red algae (Rhodophyta). *Journal of Phycology* 42:482-492.

## CAPÍTULO II

### **The genus *Melobesia* (Corallinales, Rhodophyta) from the subtropical South Atlantic, with the addition of *M. rosanoffii* (Foslie) Lemoine**

BORGES, V.P<sup>1</sup>; BASTOS, E<sup>1</sup>.; BATISTA, M.B<sup>1</sup>; BOUZON, Z. <sup>2</sup>;  
LHULLIER, C<sup>1</sup>.; SCHMIDT, E.C<sup>2</sup>; SISSINI, M.N<sup>1</sup>.; HORTA, P.A<sup>1\*</sup>

1. Federal University of Santa Catarina, Botany Department, 88010-970, Florianópolis, Brazil. E-mail: [nessa\\_pb@yahoo.com.br](mailto:nessa_pb@yahoo.com.br)
  2. Program in Cell Biology and Development, Department of Cell Biology, Embryology and Genetics, Federal University of Santa Catarina 88049-900, CP 476, Florianópolis, SC, Brazil.
- Corresponding author

**Abstract:** The calcareous crusted epiphytic algae are a group of extremely delicate, fragile and poorly studied algae. The Melobesioideae subfamily (Corallinophycidae, Rhodophyta) includes genus *Melobesia*, which there is no record of molecular analyzes, but thanks to measurement, data can find enough similarity to taxonomic identification for two species: *Melobesia rosanoffii* (Foslie) Lemoine, described the first time in South Atlantic Ocean, and *Melobesia membranacea* (Esper) Lamouroux, first described in southern Brazil. The group has undergone several changes of classification from animals to plants, today crusty coralline algae has great importance due the possibility of easy spore dispersal between oceans.

**Key words:** Calcareous algae; Epiphytic calcareous algae; *Melobesia*

Revista Phytotaxa, Edição Especial Rhodophyta.  
A ser publicado, submetido e aceito a publicação em 2014.