

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE MACROALGAS DO  
INFRALITORAL DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA,  
PERNAMBUCO – BRASIL, COM ÊNFASE NAS CALCÁRIAS INCRUSTANTES**

Recife  
2011

**DOUGLAS CORREIA BURGOS**

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE MACROALGAS DO  
INFRALITORAL DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA,  
PERNAMBUCO – BRASIL, COM ÊNFASE NAS CALCÁRIAS INCRUSTANTES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisitos para obtenção do título de Doutor em Botânica.

Recife  
2011

**DOUGLAS CORREIA BURGOS**

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE MACROALGAS DO  
INFRALITORAL DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA,  
PERNAMBUCO – BRASIL, COM ÊNFASE NAS CALCÁRIAS INCRUSTANTES**

**Orientadora:**

Dr<sup>a</sup> Sonia Maria Barreto Pereira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

**Conselheiro:**

Dr. Paulo Antunes Horta Junior

Universidade Federal de Santa Catarina

Recife  
2011

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE MACROALGAS DO  
INFRALITORAL DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA,  
PERNAMBUCO – BRASIL, COM ÊNFASE NAS CALCÁRIAS INCRUSTANTES**

**Douglas Correia Burgos**

Tese aprovada pela Banca examinadora:

**Orientadora:** \_\_\_\_\_

Dra. Sonia Maria Barreto Pereira - UFRPE  
Presidente

**Examinadores:** \_\_\_\_\_

Dr. George Emmanuel Cavalcanti de Miranda - UFPB  
Titular

\_\_\_\_\_  
Dra Mariana Alves de Guimaraens – UPE  
Titular

\_\_\_\_\_  
Dr. Miguel da Costa Accioly – UFBA  
Titular

\_\_\_\_\_  
Dra. Maria Elizabeth Bandeira-Pedrosa - UFRPE  
Titular

**Data da Aprovação: 28/02/2011**

Recife  
2011

## AGRADECIMENTOS

---

“A tese é uma obra que não se faz só, pois além da coragem e da persistência em querer concretizá-la, é necessário que haja incentivo e contribuição de várias pessoas que acreditam no seu objetivo. As dificuldades e obstáculos enfrentados foram muitos e às vezes pareciam intransponíveis, mas durante esta minha caminhada, pude contar com ajuda direta e indireta de diversas pessoas e isto foi o suficiente para seguir em frente e não desistir jamais. A estas pessoas, gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos.”

Primeiro de tudo, agradeço a DEUS por permitir que eu alcance mais um degrau na minha escalada acadêmica, sempre me guiando e me confortando nas horas mais difíceis.

Aos meus pais pela paciência e força, por ter suportado toda minha impaciência e a minha ausência por longos períodos afastados e dedicados ao desenvolvimento da tese em Santa Catarina.

Aos meus familiares pelo apoio, carinho e compreensão durante a realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela oportunidade na realização do Curso de Doutorado.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pelo apoio logístico e laboratorial para o desenvolvimento da parte de Microscopia Eletrônica de Varredura da minha Tese.

À professora Sonia Pereira, na qualidade de orientadora pelo aprendizado e conselhos durante os longos anos de convivência (desde a graduação), na qualidade de amiga pelas diferenças de opiniões sempre extremamente produtivas, pelos momentos de descontração na hora de nosso cafezinho, invadindo sua sala na hora do almoço, pelas viagens científicas (ótima companhia para viagens), por me apoiar principalmente nas dificuldades e percalços que apareceram no decorrer da elaboração dessa tese, pelos puxões de orelhas, pela amizade incondicional, pela confiança e respeito conquistado durante todos estes anos.

Ao Professor Paulo Antunes Horta Junior, na qualidade de conselheiro, pela paciência, competência, apoio logístico e apoio durante todo o trabalho de campo, sem sua ajuda não conseguiríamos realizar esta etapa do trabalho. Na qualidade de amigo, pelos momentos de descontração durante minha permanência em Florianópolis.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da Bolsa de Doutorado.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), via “AMD”, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), via “Projeto Universal”, pelo suporte financeiro na coleta e obtenção de dados no Arquipélago de Fernando de Noronha e minha estadia em Florianópolis.

A atual Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), na pessoa da Dra. Carmen Silvia Zickel e Vice-Coordenadora, Dra Cibele Cardoso de Castro, pelo respeito e incentivo aos alunos deste Programa.

Ao ex-Coordenador do PPGB, Dr. Ulysses Paulino Albuquerque no período em que esteve a frente da Coordenação deste Programa.

À Dra. Ariadne do Nascimento Moura, pelo apoio e amizade recebidos durante a realização deste trabalho e toda minha carreira acadêmica.

Aos professores que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) pelos incentivos e ensinamentos durante o período de estudo.

À Dra. Enide Eskinazi-Leça por estar sempre ao nosso lado e sempre clarear nossas idéias.

À Dra. Maria Elizabeth Bandeira Pedrosa, pelo convívio e amizade.

À Dra. Zenilda Bouzon, pela simpatia e concessão na utilização do microscópio eletrônico de Varredura para obtenção das imagens de parte de minha tese.

À Dra. Josi pelo carinho e palavras amigas durante as minhas visitas ao LABFIC e pela agradável companhia nos horários do almoço em Florianópolis.

À minha turma de doutorado, pela amizade e respeito mútuo.

Aos amigos do LABOFIC (PPGB), Maria de Fátima de Oliveira Carvalho, Suellen Brayner Barros, Khey Albert de Azevedo Fontes, Fernando Scherner, Andrea Freitas, Vanessa Freire pela força, amizade e agradáveis momentos de descontração e altas gargalhadas nos horários do almoço.

Aos amigos que já fizeram parte do LABOFIC (PPGB): Paula Regina Fortunado do Nascimento, Nádja Maia Batista de Oliveira, Gisele Maria Pereira Dias, Maria das Dores dos Santos, Danielle Gomes Pereira de Lima, Fernanda Alves Ribeiro, Talita Oliveira Junior, Leonardo R. Chaves Coelho, Roberta Sampaio Pinho, Silvana Nascimento Dias, Janson Job, Nahum, Alfredo Moura, Natalia Guimarães e Karine Magalhães.

Aos novos amigos do Laboratório de Ficologia (UFSC): Fernando Scherner, Eduardo, Talita, Marina, Dávia, Julyana Farias , Débora Cabral, Cintia, João, Manuela, Josi, Thaisy, Caio, Rafaela e em especial a Julyana Farias pela força e também ensinamentos.

Aos funcionários da secretaria do Programa de Pós-Graduação Kênia Muniz e Manasses Araújo pela atenção presteza e respeito que sempre dispensaram aos alunos deste programa.

A ex-funcionária da secretaria do Programa de Pós-Graduação Margarida Clara.

Enfim, a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram e me apoiaram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
1 - INTRODUÇÃO.....	01
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	04
2.1 - Estudos Ficológicos nas Ilhas Oceânicas Brasileiras.....	04
2.2 - Estudo das Comunidades Infralitorâneas de Macroalgas Utilizando Mergulho Autônomo .....	06
2.3 - Estudo taxonômico das algas calcárias incrustantes na costa do Brasil.....	07
3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	09
4- RESULTADOS.....	21
4.1 – <b>Manuscrito a ser enviado para a Revista Botanica Marina</b> .....	21
Artigo 1 – Algas Calcárias Não Geniculadas do Arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, Brasil. ....	23
Resumo.....	22
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	28
Referências Bibliográficas.....	36
Anexo do Manuscrito I.....	43
4.2 – <b>Manuscrito a ser enviado para a Revista Journal of Phycology</b> .....	50
Artigo 2 – Estrutura e Composição das macroalgas do infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha – PE – Brasil.....	51
Resumo.....	52
Introdução.....	53
Material e Método.....	56
Resultado e Discussão.....	61
Referências Bibliográficas.....	67
Anexos do Manuscrito II.....	79
5- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94

## RESUMO

Para uma melhor interpretação sobre os componentes e a origem da flora brasileira, é de fundamental importância que este conhecimento esteja baseado, também, no inventário das algas das ilhas oceânicas e da região de infralitoral. A pouca informação sobre a flora das ilhas oceânicas brasileiras é um fato preocupante tendo em vista a fragilidade das comunidades algais nesses ecossistemas, devido à área restrita desses ambientes e a distância entre a ilha e o continente. Outro aspecto a ser conhecido em relação ao infralitoral diz respeito à análise qualitativa das algas calcárias incrustantes. Foram realizadas duas excursões para coleta de material e delimitados 19 pontos de coletas no infralitoral, com base nos mapas de mergulho do arquipélago, dos quais 13 pontos no mar de dentro e 6 pontos no mar de fora. Para cada ponto foram realizadas coletas em diferentes isóbatas (0 a 28 metros). O primeiro manuscrito trata do levantamento da diversidade das algas calcárias não articuladas que colonizam o infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha onde são apresentadas descrições de três espécies: *Sporolithon episporum* (M. Howe) E.Y. Dawson (Sporolithaceae), *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Me Lemoine (Hapalidiaceae) e *Lithophyllum stictaeforme* (Areschoung in J. Agardh) Hauck (Corallinaceae). O segundo manuscrito apresenta uma avaliação da estrutura e composição das comunidades do infralitoral, onde são registradas 48 espécies, sendo dez novas adições para as ilhas oceânicas brasileira. A categoria Phaeophyceae teve a maior cobertura visual e as Rhodophyta a menor com 44% e 0,4% respectivamente. A área estudada pode estar alterada devido a distúrbios naturais apresentados provavelmente pela herbivoria.

Palavras Chave: Macroalgas, Corallinales, Sporolithales, Taxonomia, Diversidade, Foto quadrado, Ilhas Oceânicas.

## ABSTRACT

A good interpretation about the components and the origin of the Brazilian flora requires fundamentally that this knowledge is also based on the survey of algae from oceanic islands and subtidal zone. The little information about the flora from oceanic islands is an issue of concern considering the fragility of algal communities on these ecosystems due to their limited area and distance from the continent. Another aspect still to be understood about the subtidal zone is related to the qualitative analyses of the encrusting coralline algae. Two expeditions were made and 19 sampling sites on the subtidal zone were selected based on the diving maps of the archipelago, among which 13 sites on the protected side and 6 sites on the exposed side. At each site, sampling was performed at different isobaths (0 to 28 meters). The first manuscript describes the survey on the encrusting coralline algae diversity that colonises the subtidal region of the Fernando de Noronha Archipelago, presenting descriptions of three species: *Sporolithon episporum* (M. Howe) E.Y. Dawson (Sporolithaceae), *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Me Lemoine (Hapalidiaceae) and *Lithophyllum stictaeforme* (Areschoung in J. Agardh) Hauck (Corallinaceae). The second presents an evaluation of the structure and composition of the subtidal communities, where 48 species are registered, including ten new additions for the Brazilian oceanic islands. Phaeophyceae presented the highest visual cover while Rhodophyta presented the smallest, 44% and 0.4% respectively. The studied area may be altered due to natural disturbance, probably caused by herbivory.

Keywords: Macroalgae, Corallinales, Sporolithales, Taxonomy, Diversity, Photoquadrats, Oceanic Islands.

## 1. INTRODUÇÃO

---

Atualmente o conhecimento da flora ficológica brasileira está baseado, principalmente, no material coletado na zona entre-marés em períodos de baixa mar, o que limita a definição de padrões florísticos e biogeográficos (PEREIRA et al. 2002). Para uma melhor interpretação sobre os componentes e a origem da flora brasileira, sua distribuição e conservação é de fundamental importância que este conhecimento esteja baseado, também, no inventário das algas das ilhas oceânicas e da região de infralitoral. O pouco conhecimento sobre a flora das ilhas oceânicas é um fato preocupante tendo em vista a fragilidade das comunidades algais em ecossistemas insulares, devido à área restrita desses ambientes e a distância entre a ilha e o continente (BURGOS et al., 2009).

As ilhas oceânicas de uma forma geral têm como principal característica à topografia submarina, consistindo na presença de ilhas e rochedos, tais como o Atol das Rocas, Arquipélagos de Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo, bem como de bancos submersos em frente à costa nordeste brasileira, fazendo parte da Zona Econômica Exclusiva (ZEE). Do ponto de vista biológico a ZEE da região Nordeste pode ser considerada como oligotrófica, com baixos níveis de nutrientes, biomassa fitoplanctônica e zooplanctônica (BECKER, 2001; MEDEIROS et al., 1999; NEUMANN-LEITÃO et al., 1999), demonstrando dessa forma, o papel relevante das macroalgas como a principal base da cadeia trófica dessa região.

O infralitoral tem sido estudado historicamente com base em material proveniente de dragagens realizadas na sua grande maioria, pelos navios oceanográficos como Almirante Saldanha, Canopus e Akaroa. Estudos como os de Joly & Oliveira Filho (1968), Joly & Sazima (1971a, 1971b), Joly & Semir (1973), Joly & Braga (1974), Joly et al. (1974), Pereira (1974, 1977), Ugadim & Pereira (1978), Pereira et al. (1981), Cordeiro-Marino & Guimarães (1981), Pereira (1983) e Ugadim et al. (1986) foram baseados em material de dragagem. Apesar da grande importância desses estudos para o conhecimento da flora ficológica do infralitoral brasileiro, o método utilizando draga não é eficiente quando empregado

em fundos rochosos ou em pesquisas sobre a estrutura das comunidades. Nestes casos, o mergulho autônomo é o único método eficiente a ser utilizado (NORTON & MILBURN, 1972).

No Brasil são escassos os trabalhos que usaram o mergulho autônomo para estudos das comunidades algais, destacando-se os de Maggs et al. (1979), Eston et al. (1986), Eston (1987a), Quége (1988) e Yoneshigue & Villaça (1989), Figueiredo (1997), Creed & Amado Filho (1999), Amado Filho et al. (2006), Burgos et al (2009), Riul (2007). Portanto a ausência de conhecimento é grande em relação à composição e estrutura das comunidades algais do infralitoral consolidado da costa brasileira (PEREIRA, 2006).

Outro aspecto agravante em relação ao infralitoral é a quase total ausência de conhecimento sobre a taxonomia e ecologia das coralináceas incrustantes. Neste caso merecem destaques os trabalhos de Tomita (1976) e Horta (2000).

Horta (2002) apresentou um levantamento histórico sobre os estudos taxonômicos das coralináceas não articuladas realizados no Brasil, destacando que muitos autores citaram a ocorrência de alguns gêneros de coralináceas não geniculadas, porém muitas destas citações foram baseadas em técnicas metodológicas e princípios nomenclaturais desatualizados. O referido autor aponta ainda que a grande maioria dos trabalhos enfocaram sobre tudo aspectos da importância geológica e ecológica, deixando uma lacuna com relação aos estudos taxonômicos dessas algas. No entanto este panorama vem se modificando no Brasil a partir do referido trabalho (Horta 2000), que retomou os estudos taxonômicos do grupo. Nunes et al. (2008) que descreveram 3 espécies da ordem Corallinales para o estado da Bahia, Farias *et al.* (2010) descreveram mais duas novas espécies para o litoral brasileiro. Além destes, Villas-Boas et al. (2009) descreveram 4 espécies do gênero *Lithophyllum* para o estado do Espírito Santo.

Para o estado de Pernambuco, não se tem registros de trabalhos de cunho taxonômico das Corallinales incrustantes, ocorrendo apenas citações de espécies em listas florísticas nos trabalhos de pesquisadores estrangeiros como Piccone (1886) e Möbius (1889), e os trabalhos de Pereira et al. (2002) e Pereira

(2006) que citam espécies de Corallinales incrustantes em listas florísticas para o estado de Pernambuco e Arquipélago de Fernando de Noronha.

Ainda que os estudos destas algas estejam avançando, na tentativa de melhor elucidar a taxonomia desse grupo, considerado problemático dentre as Rhodophyta, naturalmente são buscadas na utilização de novas tecnologias, dados que possam ser agregados ao conhecimento das estruturas vegetativas e reprodutivas, e que possibilitem alternativas, como por exemplo, a utilização de espécimes estéreis e até mesmo desgastados. O uso de ferramentas como a microscopia eletrônica de varredura e biologia molecular vem sendo cada vez mais utilizada, aliada a características morfo-anatômicas, para determinar a posição sistemática de gêneros, espécies e subespécies (VIDAL et al. 2003).

O presente trabalho integra a linha de pesquisa “Algas marinhas bentônicas do Nordeste brasileiro” e tem como objetivo dar continuidade ao conhecimento da biodiversidade ficológica do Arquipélago de Fernando de Noronha com enfoque na estrutura das comunidades macrofitobênticas do infralitoral, e a taxonomia das algas calcárias não geniculadas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Estudos Ficológicos nas Ilhas Oceânicas Brasileiras

A exemplo do que aconteceu com a flora ficológica do continente, as algas bentônicas de algumas ilhas oceânicas brasileiras foram referidas desde o século XIX por pesquisadores estrangeiros. Atualmente muitas dessas citações são sinonímias ou foram colocadas por Oliveira Filho (1974; 1977) como duvidosas.

Dentre as ilhas oceânicas brasileiras, o Arquipélago de Fernando de Noronha é onde se encontra o maior número de trabalhos ficológicos, iniciados através de estudos de Dickie (1875a), Hemsley (1885) e Murray (1891).

No século passado se destaca o trabalho de Williams & Blomquist (1947) que listaram 39 táxons de macroalgas, tecendo importantes comentários ecológicos para essa região. Ferreira-Correia e Pinheiro-Vieira (1969) incluíram cinco espécies de *Caulerpa* coletadas em Fernando de Noronha, ao estudarem o gênero para o litoral do nordeste brasileiro. Oliveira-Filho (1974) fez uma revisão das algas brasileiras depositadas no Herbário Dickie incluindo aquelas citadas para o Arquipélago de Fernando de Noronha. Pereira (1974, 1977) fez referências às algas de Fernando de Noronha ao discutir a distribuição das espécies no litoral brasileiro. Eston et al. (1986) fizeram referências as algas no trabalho de distribuição vertical dos organismos bentônicos marinhos no Arquipélago de Fernando de Noronha. Szechy et al. (1987; 1989) realizaram importantes trabalhos florísticos sobre as macroalgas de Fernando de Noronha. Pedrini et al. (1992), listaram 128 táxons para o Arquipélago de Fernando de Noronha, sendo 44 pertencente a divisão Chlorophyta, 22 Phaeophyta e 62 Rhodophyta. Pereira et al. (1996) citaram 21 espécies para a Baía de Sueste ao estudarem os aspectos ecológicos das comunidades das algas bentônicas. Pereira (2006) apresentou uma importante revisão sobre os trabalhos realizados em Fernando de Noronha com o registro de 45 táxons de clorofíceas, 23 táxons de feofíceas e 60 táxons de rodofíceas. A referida autora comentou que o número de táxons para o

arquipélago, só não é mais expressivo pela falta de trabalhos nos diferentes tipos de ambientes encontrados nesta localidade.

A flora ficológica do Atol das Rocas começou a ser estudada, no século passado, na década de 70, através das pesquisas de Oliveira Filho e Ugadim (1974; 1976). Guerardi (1996) num trabalho sobre a geologia do atol descreveu 5 táxons de coralináceas incrustantes. Recentemente, vários trabalhos desenvolvidos sobre a ecologia e taxonomia de macroalgas registraram novas ocorrências para o atol (VILLAÇA et al. 2002, BARBOSA et al. 2003; FUJII & VILLAÇA 2003). Villaça et al. (2006) registrou 113 táxons para o Atol das Rocas entre os quais 22 Chlorophyceae, 8 Phaeophyceae e 83 Rhodophyceae. Recentemente Villaça et al. (2010) registrou 143 táxons para o referido Atol, sendo 47 novas ocorrências.

Poucos trabalhos foram desenvolvidos na Ilha de Trindade, dentre estes merece destaque o de Richardson (1975), citando 142 táxons para local distribuídos entre 43 Chlorophyta, 24 Phaeophyta e 75 Rhodophyta. Joly (1950, 1953), encontrou um total de 34 espécies distribuídas em 17 Chlorophyta, 7 Phaeophyta e 10 Rhodophyta provenientes de dragagens nos arredores da Ilha de Trindade e Arquipélago de Martin Vaz. Pedrini et al. (1989), identificaram 63 táxons distribuídos em 17 Chlorophyta, 11 Phaeophyta e 35 Rhodophyta, com novas citações para a ilha de Trindade. Recentemente Yoneshigue-Valentin et al. (2005), citaram 31 táxons para as ilhas de Trindade e Martin Vaz. Pedrini (2006) apresentando uma revisão de trabalhos para esta localidade listando em torno de 113 espécies entre clorofíceas, feofíceas e rodofíceas.

Finalmente para o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), foram feitas poucas pesquisas devido à distância do continente e as difíceis condições para o deslocamento ao arquipélago. Dickie (1875c) com base no material coletado por Moseley citou 11 espécies, das quais 3 clorofíceas, 3 feofíceas, 4 rodofíceas e 1 cianofíceas. Esta lista foi novamente publicada por Hemsley (1885), num relatório de viagem do Challenger. Oliveira Filho (1974) analisando o material identificado por Dickie (1875b) confirmou alguns táxons e considerou outros como registros duvidosos. Somente no século passado foram feitas adições a flora

ficológica do arquipélago por Edwards & Lubbock (1983). Estes autores abordaram aspectos ecológicos citando 11 espécies entre as algas verdes (4), pardas (3) e vermelhas (4). Pereira et al. (2005), fizeram o registro de 29 representantes de algas bentônicas entre clorofíceas (4), feofíceas (6) e rodofíceas (19). Pereira (2006) apresentou uma análise sobre o conhecimento da flora ficológica do referido arquipélago citando 11 clorofíceas, 8 feofíceas e 19 rodofíceas. Recentemente Burgos et al. (2009) registraram 24 rodofíceas para o arquipélago fornecendo dados importantes sobre sua ecologia, com base em coletas realizadas em diversos locais (ilha Challenger, ilha Belmont, rocha Gago Coutinho e Cabeço Submarino).

## **2.2. Estudo das Comunidades Infralitorânea de Macroalgas Utilizando Mergulho Autônomo**

Como foi referido no capítulo da introdução, pouco se conhece da flora de infralitoral do Brasil e, mesmo assim este conhecimento está fundamentado em coletas utilizando draga o que não é recomendado para os substratos consolidados. A partir dos trabalhos de Maggs et al. (1979) foi utilizado pela primeira vez a metodologia de mergulho autônomo para avaliação das comunidades ficológicas do infralitoral brasileiro. Os referidos autores analisaram a distribuição vertical dos organismos bênticos do infralitoral de Cabo Frio (RJ) verificando o efeito da ressurgência sobre os mesmos.

Eston et al. (1986), estudaram a distribuição vertical das comunidades algais do infralitoral no arquipélago de Fernando de Noronha; Eston (1987a), analisou a dominância ecológica em uma comunidade de macroalgas do infralitoral rochoso em Ubatuba, São Paulo. Quége (1988), abordou aspecto econômico em espécies de *Laminaria* na costa do Estado do Espírito Santo. Yoneshigue & Villaça (1989), através de mergulho autônomo, referenciaram pela primeira vez a ocorrência de *Antithamnion tenuissimum* (Hauck) Schiffner para a costa do Rio de Janeiro. Trabalhos mais recentes como os de Figueiredo (1997) e

Creed & Amado Filho (1999), utilizaram a técnica de mergulho autônomo, enfocando os aspectos ecológicos em comunidades do sudeste brasileiro. Horta (2000) utilizou o mergulho autônomo ao estudar as macroalgas do infralitoral do sul e sudeste brasileiro.

Horta et al. (2008), descreveram pela primeira vez, a composição e estrutura das comunidades fitobênticas do infralitoral das ilhas da Reserva Biológica do Arvoredo utilizando mergulho autônomo. O autor, visando a caracterização e delimitação das áreas a serem amostradas quantitativamente, fez, no primeiro momento, o levantamento qualitativo prévio seguido de uma amostragem sistemática para reconhecimento taxonômico. Villaça et al. (2008) fizeram o estudo quantitativo das macroalgas do infralitoral do lado exposto da Ilha de Cabo Frio e empregaram métodos fitossociológicos pouco utilizados pelos ficólogos brasileiros. Marins et al. (2008), ao estudarem as algas marinhas bentônicas na Baía de Todos os Santos (BA), realizaram amostragem qualitativa utilizando método destrutivo e quali-quantitativa com quadrados de 20 x 20cm. Riul et al. (2009) utilizaram a metodologia de transects, em linha perpendicular a costa da Paraíba, onde foram posicionados quadrados de 50 cm x 50 cm numa área de 100m<sup>2</sup>, verificando que a menor profundidade apresentou maiores valores de biomassa, número de espécies e diversidade e com aumento da profundidade e transparência da água aumentou o número de espécie e abundância de macroalgas diminuiu.

### **2.3. Estudo taxonômico das algas calcárias incrustantes na costa do Brasil**

Nesta revisão os trabalhos desenvolvidos com as Corallinales incrustantes estão sendo divididos, em 3 fases a seguir comentadas.

A primeira fase compreende as citações feitas pelos pesquisadores estrangeiros a partir da metade do século XIX. Harvey (1947) descreveu duas novas espécies, *Melobesia mamillares* e *M. Scabiosa*, baseado no material coletado por Darwin, na Bahia. Dickie (1875 a, b), estudando o material coletado

por Moseley a bordo no navio Challenger, citou *Lithothamnion mamillare* Harv. para a Bahia. Piccone (1886) citou *Melobesia farinosa* Lamx. procedente do litoral Pernambucano. Möbius (1889), citou 5 espécies coletadas por Scheneck no litoral do Rio de Janeiro e Pernambuco sobre corais. Möbius (1890), ao identificar algas coletadas por Glaziou no litoral brasileiro, mencionou *Lithothamnion polymorphum* (L.) Aresch. Foslie (1900), ao identificar o material coletado por Dickie, constatou não ser *Lithothamnion mamillare* mas *Lithothamnion erubescens* Foslie, fazendo a descrição da mesma. Foslie (1901), referiu *Lithothamnion erubescens* para o Brasil do material coletado em São Sebastião estado de São Paulo. Lemoine (1917), numa relação de espécie citou para o Brasil *Lithophyllum brasiliense* Foslie, *L. daedaleum* Foslie & Howe e *Sporolithon mamillare* Foslie. Taylor (1931), mencionou para o Brasil os táxons *Melobesia lejolisii* Rosan., *M. farinosa* Lamour. *Lithothamnion polymorphum* (L.) Apesch., *L. mamillare* (Harv.) Dickie e *L. brasiliense* f. *heteromorpha* Foslie. Lemoine (1964), mencionou como espécie pantropical com ocorrência no Brasil *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Lemoine e *Neogoneolithon mamillare* (Harv.) Setch & Mas., Adey (1970), ao rever o material do herbário de Foslie referiu, apenas, *Lithophyllum brasiliense* Foslie.

A segunda fase se inicia no final da década de 50 com Joly e colaboradores. Após um período de quase cinquenta anos sem desenvolvimento de estudos neste grupo de algas. Então a partir de A. B. Joly e colaboradores, foram feitas citações esporádicas com destaque para os trabalhos de Joly (1957, 1965), Ugadim (1970), Kempf (1970), Câmara Neto (1971) e Baptista (1974). Destaca-se como principal trabalho nesta fase o de Tomita (1976). Esta autora estudou o gênero *Sporolithon* no qual foram descritas 8 espécies para o litoral brasileiro, sendo considerado o primeiro trabalho que aborda a taxonomia deste grupo. A autora, fez uma síntese dos trabalhos pertencentes as Corallinales, ressaltando a escassez de trabalhos na costa do Brasil tanto no século XIX como no começo do século XX. Após este trabalho, passaram-se um quarto de século sem que houvesse estudos taxonômicos para as algas calcárias incrustantes.

A terceira fase dos estudos taxonômicos das calcárias incrustantes é retomada no século XXI, porém com uma nova abordagem, aliada a taxonomia tradicional, representada pelos estudos de microscopia eletrônica de varredura (MEV). O trabalho inicial desta fase é o de Horta (2000) com o levantamento das algas do infralitoral nas regiões sul e sudeste do Brasil entre as quais fez referências a várias Corallinales, apresentando importantes descrições e ilustrações das espécies. Horta (2002) apresentou uma abordagem sobre os estudos taxonômicos das coralináceas não articuladas realizadas no Brasil, comentando que muitos autores citaram a ocorrência de alguns gêneros de coralináceas não geniculadas, com base em técnicas de coleta e princípios nomenclaturais desatualizados. Além disso, aponta que a grande maioria dos trabalhos enfocaram sobretudo aspectos da importância geológica e ecológica, deixando uma lacuna em relação aos estudos taxonômicos. Nunes et al. (2008), descreveram 3 espécies da Ordem Corallinales para o estado da Bahia, *Sporolithon episporum* (M. Howe) E.Y. Dawson, *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Me Lemoine e *Lithophyllum stictaeforme* (Areschoung in J. Agardh) Hauck. Villas-Boas (2009), descreveu 4 espécies do gênero *Lithophyllum* para o estado do Espírito Santo, *Lithophyllum corallinae* (Crouan & Crouan) Heydrich, *L. johansenii* Woelkerling & Campbell, *L. stictaeforme* (Areschoung in J. Agardh) Hauck e *Lithophyllum depressum* Villas-Boas, Figueiredo & Riosmena-Rodriguez está última uma nova espécie para a ciência. Farias et al. (2010) descreveram duas novas ocorrências *Lithothamnion superpositum* Foslie *Lithothamnion heteromorphum* para Bahia, Espírito Santo e Santa Catarina.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ADEY, W. H. 1970. A revision of the Foslie Crustose Coraline Herbarium. K. norske Vidensk Selsk, skr, **Trhondhjem** 1: 1-46.

AMADO FILHO, G. M. ; HORTA, P. ; BRASILEIRO, P. S. ; FUJII, Mutue T ; BARRETO, M. B. B. 2006.. Subtidal benthic marine algae of the Marine State Park of Laje de Santos (São Paulo, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, 54, p. 225-234.

BAPTISTA, L. R. M. 1974. **Flora Marinha de Torres (Rio Grande do Sul)**. (Tese de Livre Docência em Botânica), Universidade de Rio Grande do Sul. 277p.

BARBOSA, J. P.; TEIXEIRA, V.VL.; VILLAÇA, R.; PEREIRA, R. C.; ABRANTES, J. L. & FRUGULHETTI, I. C. P. P. 2003. A dolabellane diterpene from the brazilian brown alga *Dictyota paffii*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 31, p. 1451-1453.

BECKER, 2001. Hidrologia dos Bancos e ilhas oceânicas do Nordeste Brasileiro, uma contribuição ao Programa REVIZEE. Universidade Federal de São Paulo, Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. 151p.

BURGOS, D. C.; PEREIRA, S. M. B. & BANDEIRA- PEDROSA, M. E. 2009. Levantamento florístico das rodofíceas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) – Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 24 (4): 1110-1118.

CÂMARA NETO, C. 1971. Primeira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do litoral do Rio Grande do Norte. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, **Bolm. Inst. Biol. Mar.** 5: 137-154.

CORDEIRO-MARINO, M. & GUIMARÃES, S. M. P. B. 1981. Novas referências para a flora marinha de profundidade do Brasil. *Rickia* 9: 61-70.

CREED, J.C. & AMADO FILHO, G. A. 1999. Disturbance and recovery of the macroflora of the seagrass (*Halodule wrightii* Ascherson) meadow in Abrolhos Marine National Park, Brazil: na experimental evaluation of anchor damage. *J. Exp. mar. Biol. Ecol.* 235: 285-306.

DICKIE, G. 1875a. Enumeration of algae from Fernando de Noronha Collected by H. N. Moseley, M. A., naturalist to H. M. S. Challenger. *J. Linn. Soc. Bot.*, 14(77):355-359.

DICKIE, G. 1875b. Enumeration of algae from Bahia Collected by H. N. Moseley, M. A., naturalist to H. M. S. Challenger. *J. Linn. Soc. Bot.*, 14(77):355-359.

DICKIE, G. 1875c. Enumeration of algae Collected at St. Paul's Rock by H. N. Moseley, M. A., naturalist to H. M. S. Challenger. *J. Linn. Soc. Bot.*, 14(77):355-359.

EDWARDS, A. J.; LUBBOCK, H. R. 1983. **The ecology of Saint Paul's Rocks (Equatorial Atlantic)**. 200: 51-69.

ESTON, V.R. 1987. Avaliação experimental da dominância ecológica em uma comunidade de macroalgas do infralitoral rochoso (Ubatuba, SP, Brasil). *Inst. Oceanográfico, Univ. S. Paulo*, 129p. (Tese de Doutorado).

ESTON, V.R. de; MIGOTTO, A.E.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; RODRIGUES, S. A. & FREITAS, J.C. 1986. Vertical distribution of benthic marine organisms on rocky coasts of the Fernando de Noronha archipelago (Brazil). *Bolm. Inst. Oceanogr. S. Paulo*. 37: 37-53.

FARIAS, J. N.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R.; BOUZON, Z.; C. OLIVEIRA, E. C.; & HORTA, P. A. 2010. *Lithothamnion superpositum* (Corallinales; Rhodophyta): First description for the Western Atlantic or rediscovery of a species? *Phycological Research*. 58: 210–216.

FERREIRA-CORREIA, M. M & PINHEIRO-VIEIRA, F. 1969. Estudos taxonômicos sobre o gênero *Caulerpa* Lamourox, no Nordeste brasileiro (Chlorophyta: Caulerpáceae). **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, 9(2):147-161.

FIGUEIREDO, M.A. de O. 1997. Colonization and growth of crustose coralline algae in Abrolhos, Brazil. Proc. 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp., 689-693 p.

FOSLIE, M. 1900. New on critical calcareous algae. K. norske Vidensk. Selsk. Skr., **Trondhjem** 1899 (5): 1-34.

FOSLIE, M. 1901. New Melobesieae. K. Norske Vidensk. Selk. Skr., **Trondhjem** 1900 (6): 2-24.

FUJI, M. T. & VILLAÇA, R. 2003. On the occurrence of *Laurencia caraiuba* (Ceramiales, Rhodophyta) in Atol das Rocas, Brazil. **Hidrobiologica**, 13 (1): 33-38.

GUERARDI, D. F. M. 1996. **Recent Carbonate Sedimentation on the Coralline Algal Atol das Rocas, Equatorial South Atlantic, Brasil**. Geology Tese PhD, University of London.

HARVEY, W. H. 1847. Corallineae. *Neris australis*. 1-124.

HEMSLEY, W. B. 1885. Algae. *In* Report on the botany of Bermudas and various other islands of the Atlantic and Southern Oceans. Rep. Sc. Rec. Exploring Voyage of H. M. S. challenger 1873-1876. **Botany** 1-2: 1-135; *ibid.*, 3: 1-299.

HORTA, P. A. **Macroalgas do infralitoral do Sul e Sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia**. 2000. 301 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo. São Paulo.

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.; SALLES, J. P.; BOUZON, J. L.; SCHERNER, F.; CABRAL, D. Q. & BOUZON, Z. L. 2008. Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da reserva biológica marinha do arvoredo, Santa Catarina, Brasil – Implicações para a Conservação. **Oecologia Brasiliensis** 12(2): 243-257.

JOLY, A. B. & OLIVEIRA FILHO, E.C. 1968. Notes on brazilian algae. II. A new *Anadyomene* of the deep water flora. **Phykos** 7(1-2): 27-31.

JOLY, A. B. & M. SAZIMA 1971a. Brazilian deep water algae. Additions to the marine flora II. *Ciência e Cultura* 23(3): 329-332.

JOLY, A. B. & M. SAZIMA. 1971b. Brazilian deep-water marine algae. Addition to the marine flora III. *Ciência e Cultura* 23(3): 333-336.

JOLY, A. B. & SEMIR, J. 1973. Notes on *Caulerpa*. **Rickia** 6: 119-125.

JOLY, A. B. & BRAGA, Y. Y. 1974. *Microdictyon vanbosseae* in the South Atlantic. **Rickia** 6: 81-87.

JOLY, A. B.; SAZIMA, M.; SEMIR, J. 1974. Notes on *Caulerpa*. **Rickia**. 6:119-125.

JOLY, A. B. 1950. Resultados científicos do cruzeiro do “Baependi” e do “Veja a Ilha da trindade – Nota Preliminar sobre algumas algas. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, 1/2 : 73-75

JOLY, A.B. 1953. Scientific results of the "Baependi" and "Veja" Cruise to the Trindade Island. **Bol. Inst. Oceanogr.** Univ. São Paulo 4: 147-156.

JOLY, A. B. 1957. Contribuição ao conhecimento da Flora Ficológica marinha da Bahia de Santos e arredores, Tese de livre docência da Universidade de São Paulo. 196 pp.

JOLY, A. B. 1965. Flora marinha do litoral norte do estado de São Paulo e regiões circunvizinhas, **Bolm. Fac. filos. Universidade de São Paulo** 21: 11-393.

KEATS D. 1994. Practical taxonomy of nongeniculate coralline algae. Univ. S. Paulo, S. Paulo, Brasil. 19 p.

KEMPF. M. 1970. Notes on the benthic bionomy of the N-NE Brazilian shelf. Intern. Jour. Life in Oceans an Coastal Waters. New York, 5 (3): 213-224.

LEMOINE, M. 1917. Kés Mélobésiées den Antilles daoires recoltees por M. Borgesen. Bull. Mus. Hist. nat paris 2:1-4.

LEMOINE, M. 1964. Contribution a l'étude des mélobésiées de L'archipel Du Cap Vert. Proc. 4th International Seaweed Symposion, Oxford, 234-239.

MAGGS, C.A.; MILNER, A. A.; WATTS, W. & WHITTLE, M. R. 1979. The Oxford diving expedition to Cabo Frio, Brazil. Bull. Oxf. Univ. Explor. Club. **New Ser.** 4:13-40.

MARINS, B. V.; BRASILEIRO, P. S.; BARRETO, M. B. B.; NUNES, J. M. C; YONESHIGUE-VALENTIM, Y. & AMADO FILHO, G.M. 2008. Subtidal Benthic Marine Algae of the Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil. **Ecologia Brasiliensis** 12(2): 229-242.

MEDEIROS, C.; MACEDO, S. J.; FEITOSA, F. A. N. & KOENING, M. L. 1999. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of north-east Brazilian waters. **Archive of Fishery and Marine Research**, 47 (2/3): 133-151.

MÖBIUS, M. 1889. Bearbeitung der von H. Schenk in Brasilien gesammelten Algen, Hedwigia, **Dresden** 28(5): 309-347.

MÖBIUS, M. 1890. Algae Brasiliensis a cl. Dr. Glaziou collectae. Nuova Notarisa, **Padova** 5 (20): 1065-1090.

MURRAY, G. 1891. Algae in H. N. Ridley: Notes on the botany of Fernando de Noronha. **J. Linn. Soc. Bot.** v.27, p75-80.

NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, T. A.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. & SILVA, A. P. 1999. Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic waters off north-eastern Brazil. **Archive of Fishery and Marine Research**, 47(2/3), pp. 155-165.

NORTON, T.A. & J.A. MILBURN 1972. Direct observations on the sublittoral marine algae of Argyll, Scotland. **Hydrobiologia**, 40:55-68.

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. **Rodruiguesia**. 59(1): 75-86.

OLIVEIRA-FILHO, E. C. 1974. An annotated list of the Brazilian seaweeds in Dickie's herbarium. **Bot. J. Linn. Soc.** 69(3):229-238.

OLIVEIRA FILHO, E. C. 1977. **Algas marinhas bentônicas do Brasil**. Universidade de São Paulo (Tese). 407 p.

OLIVEIRA-FILHO, E. C. UGADIM, Y. 1974. New References of Benthic Marine Algae to Brazilian Flora. **Bolm. Bot. Univ. São Paulo**. 2:71-91.

OLIVEIRA-FILHO, E. C. & UGADIM, Y. 1976. A survey of the marine algae of Atol das Rocas (Brazil). **Phycologia**, v.15, n.1, pp.41-44.

PEDRINI, A. G. 2006. *In* VILLAÇA, R.; PEDRINI, A. G.; PEREIRA, S. M. B.; FIGUEREDO, M. A. O. 2006 Flora marinha bentônica das Ilhas oceânicas brasileiras. *In*: Alves, R. J. V.; Castro, J. W. A. (Orgs.). Ilhas oceânicas brasileiras da pesquisa ao manejo. Ministério do Meio Ambiente, p.105-146.

PEDRINI, A. G.; GONÇALVES, E. A.; FONSECA, M. C. S.; ZAÚ, A. S. & LACORTE, C. C. 1989. A survey of the marine algae of Trindade Island, Brazil. **Botânica Marina**, 32:97-99.

PEDRINI, A. G.; UGADIM, Y.; BRAGA, M. R.; PEREIRA, S. M. B. 1992. Algas marinhas bentônicas do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**. 13:93-101.

PEREIRA, S. M. B.; MANSILLA, A. O. M.; COCENTINO, A. L. M. 1996. Ecological aspects of a benthic marine algal community in southeast bay, Arquipélago of Fernando de Noronha, Brazil. **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**. 24:157-163.

PEREIRA, S. M. B.; OLIVEIRA-CARVALHO, M.F.; ANGEIRAS, J. A. P.; BANDEIRA-PEDROSA, M. E.; OLIVEIRA, N. M. B.; TORRES, J.; GESTINARI, L. M. S.; COCENTINO, A. L. M.; SANTOS, M. D.; NASCIMENTO, P. R. F.; CAVALCANTI, D. R. 2002. Algas marinhas bentônicas do Estado de Pernambuco. *In*: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds) **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife, SECTMA/Editora Massangana, p. 97 – 124.

PEREIRA, S.M.B. 1974. **Clorofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e arredores (Estado de Pernambuco- Brasil)**. Depto. de Botânica da Univ. S. Paulo, 184pp. (Dissertação de Mestrado).

PEREIRA, S.M.B. 1977. **Rodofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e arredores (Estado de Pernambuco- Brasil)**. São Paulo Depto. de Botânica da USP, 184pp. (Tese de Doutorado).

PEREIRA, S. M. B. 1983. Algas Marinhas Bentônicas do infralitoral do Estado da Paraíba. Recife. Univ. Federal Rural de Pernambuco. 115 pp. (Prof. Titular).

PEREIRA, S. M. B. 2006. *In* VILLAÇA, R.; PEDRINI, A. G.; PEREIRA, S. M. B.; FIGUEREDO, M. A. O. 2006 **Flora marinha bentônica das Ilhas oceânicas brasileiras**. *In*: Alves, R. J. V.; Castro, J. W. A. (Orgs.). Ilhas oceânicas brasileiras da pesquisa ao manejo. Ministério do Meio Ambiente, p.105-146.

PEREIRA, S.M.B.; E.C. OLIVEIRA FILHO; M.S.V.B. ARAUJO *et al.* 1981. Prospecção dos bancos de algas marinhas do Estado do Rio Grande do Norte. II parte: Profundidade de 10-45 metros. Série Brasil SUDENE. Proj. Algas: Estado do Rio Grande do Norte. Recife, 1981. Cap. 2, 27-81 pp.. (Estudos de Pesca, 9).

PEREIRA, S.M.B.; BANDEIRA-PEDROSA, M.E. & BURGOS, D.C. 2005. Macroalgae from the Saint Peter's and Saint Paul's Archipelago (Brazil). **Phycologia** 36(4): Supplement. p. 80.

PICCONE, A. 1886. Nota Sulle raccolte algologiche fatte durante il viaggio dei circumnavigazione compiuto dalla P Corvetta Vettor Pisani. Notarisa, **Genova** 2:150-151.

QUÉGE, N. 1988. **Laminaria (Phaeophyta) no Brasil, Uma perspectiva econômica**. Depto. de Botânica da Univ. de S. Paulo. 230 pp. (Dissertação de Mestrado).

RICHARDSON, W. D. 1975. The marine algae of Trindade, West Indies. **Bulletin of the British Museum (Natural History) Botany**, Londres, **5** (3): 96-107.

RIUL, P. **Estrutura da comunidade de macrobentos associada a rodolitos do infralitoral de cabedelo e João Pessoa, Paraíba**. 2007. (Dissertação Mestrado em Ciências Biológicas Zoologia) - Universidade Federal da Paraíba.

RIUL, P.; LACOUTH, P.; PAGLIOSA, P. R.; CHRISTOFFERSEN, M. L. & HORTA, P. A. 2009. Rhodolith Beds at the easternmost extreme of South America: Community structure of an endangered environment. **Aquatic Botany** **90**: 315-320.

SZECHY, M. T. M.; MAURAT, M. C. S.; NASSAR, C. A. G. & FALCÃO, C. 1987. Adições a flora marinha bentônica do Arquipélago de Fernando de Noronha. **Nerítica**, **2**: 135-146.

SZECHY, M. T. M.; NASSAR, C. A. G.; FALCÃO, C. & MAURAT, M. C. S. 1989. Contribuição ao inventário das algas marinha bentônicas de Fernando de Noronha. **Rodriguesia**, **67** (41): 53-61.

TAYLOR, W. R. 1931. A synopsis of the marine algae of Brazil. *Revue algol*. Paris **5** (3-4): 279-213.

TOMITA, N. 1976. **Contribuição ao conhecimento do gênero *Sporolithon* (Corallinaceae, Cryptonemiales) no Brasil**. Univ. Est. de Campinas. 138 pp. (Tese de Doutorado).

UGADIM, Y.; GUIMARÃES, S. M. P. B. & KANAGAWA, A. I. 1986. Estudos em *Acrothamnion*, *Anthithamnion* e *Antithamnionella* (Rhodophyta, Ceramiales) do Brasil. **Rickia**. v.13, p. 35-47.

UGADIM, Y. 1970. **Algas marinhas bentônicas do litoral sul do Estado de São Paulo e do litoral do Estado do Paraná**. (Tese de Doutorado em Ciências, Universidade de São Paulo) 362pp.

UGADIM., Y. & PEREIRA, S. M. B. 1978. Deep-Water marine algae from Brazil collected by the Recife Commission. I. Chlorophyta. **Ciência e Cultura**, v.30, n.7, pp.839-842.

VIDAL, R., MENESES, I. & SMITH, M. 2003. Molecular genetic identification of crustose representatives of the order Corallinales (Rhodophyta) in Chile. **Mol. Phylogenet. Evol.** 23:125–34.

VILLAS-BOAS, A. B. ; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R. ; AMADO FILHO, G. M. ; MANEVELDT, G. ; 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**, 48:237-248.

VILLAÇA, R.; FONSECA, A. C.; ALMEIDA, A. F.; MARQUES, L.; JENSEN, V. & ANDRADE, V. 2002. Distribuição e aspectos ecológicos das macroalgas da Reserva Biológica do Atol das Rocas. Relatório Final, IBAMA-Processo 02001, 007737/99-55.

VILLAÇA, R.; PEDRINI, A. G.; PEREIRA, S. M. B.; FIGUEREDO, M. A. O. 2006. Flora marinha bentônica das Ilhas oceânicas brasileiras. *In*: Alves, R. J. V.; Castro, J. W. A. (Orgs.). Ilhas oceânicas brasileiras da pesquisa ao manejo. Ministério do Meio Ambiente, p.105-146.

VILLAÇA, R.; YONESHIGUE, Y. & BOUDOURESQUE, C. F. 2008. Estrutura da comunidade de macroalgas do infralitoral do lado exposto da Ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ). **Oecologia Brasiliensis** 12(2): 206-221.

VILLAÇA, R.; FONSECA, A. C.; JENSEN, V. K. & KNOPPERS, B. 2010. Species composition and distribution of macroalgae on Atol das Rocas, Brazil, SW Atlantic. **Botânica Marina** 53: 113-122.

WILLIAMS, L. G. & BLOMQUIST, H. L. 1947. A collection of marine algae from Brazil. Bulletin of the Torrey **Bot. Club**, 5: 383-397.

WOELKERLING, W. J. 1988. The Coralline red algae: An analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate corallinaceae. Oxford University Press. 268 p.

YONESHIGUE, Y & VALENTIN, J. L. 1988. Comunidades algais fotófilas de infralitoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. **Gayana, Botânica** 45 (1-4): 61-75.

YONESHIGUE, Y. & R.C. VILLAÇA 1989. *Antithamnion tenuissimum* (Ceramiaceae, Rhodophyta) dans la région de Cabo Frio (État de Rio de Janeiro, Brésil). Première citation pour l'Atlantique Sud. **Cryptogamie, Algol.**10: 325-335.

YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; FERNANDES, D. R. P.; PEREIRA, C. B & RIBEIRO, S. M. 2005. Macroalgas da Plataforma Continental da Ilha de Trindade e do Arquipélago de Martin Vaz (Espírito Santos – Brasil) In: Reunião Brasileira de Ficologia, 10., 2004. Salvador. Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos: anais... Rio de Janeiro: Museu Nacional. P. 361-372. Org. Sociedade Brasileira de Ficologia (série libros);10).

## **4. RESULTADOS**

---

Manuscrito a ser enviado para a Revista *Botanica Marina*

### **4.1 - Artigo 1 – ALGAS CALCÁRIAS NÃO GENICULADAS DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA, PERNAMBUCO, BRASIL.**

Algas Calcárias Não Geniculadas do Arquipélago de Fernando de Noronha,  
Pernambuco, Brasil.

Douglas Correia Burgos<sup>1\*</sup>; Paulo Antunes Horta<sup>2</sup>; Julyana da Nóbrega Farias<sup>2</sup> & Sonia Maria Barreto  
Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua D. Manoel de Medeiros, 52171-900, Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas,  
88010-970, Florianópolis, SC, Brasil

\*burgosdc@yahoo.com.br

### Resumo

(Corallinales não geniculadas do Arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, Brasil) As algas calcárias não articuladas, representadas pela ordem Corallinales são amplamente distribuídas pelos oceanos, ocorrem desde a zona das marés até regiões profundas e apresentam extrema importância ecológica e econômica. Apesar destes aspectos, as algas calcárias não articuladas ainda são pouco conhecidas no Brasil. Apresenta-se neste trabalho o levantamento florístico das Corallinales não articuladas que ocorrem no infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha. Foram identificadas as espécies *Sporolithon episporum* (M. Howe) E.Y. Dawson, *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Me Lemoine e *Lithophyllum stictaeforme* (Areschoung in J. Agardh) Hauck. *Sporolithon episporum* e *Lithophyllum stictaeforme* constituem-se novas adições para o Arquipélago e para as ilhas oceânicas brasileiras.

**Palavras-chave:** algas calcárias, levantamento florístico, Ilhas oceânicas, Arquipélago de Fernando de Noronha, Atlântico Sul.

## INTRODUÇÃO

As algas calcárias são algas vermelhas e que, até recentemente, eram agrupadas na ordem Corallinales, divididas em três famílias Hapalidiaceae, Corallinaceae e Sporolithaceae (Harvey et al. 2003). Todavia, Gall et al. (2010), baseados em dados moleculares, propõem que Sporolithaceae, por ser um táxon monofilético, seja transferida da ordem Corallinales para a ordem Rhodogorgonales, ou expandido a ordem Corallinales incluindo dentro desta a ordem Rhodogorgonales ou, ainda, transferindo a família Sporolithaceae para uma nova ordem Sporolithales.

As algas calcárias incrustantes apresentam como principal característica o depósito de carbonato de cálcio sob a forma calcita em suas paredes celulares (Bailey e Chapman 1998). O carbonato corresponde a cerca de 90% do peso seco destas algas e a presença deste mineral lhes confere características especiais, como por exemplo, a comum ocorrência de plasticidade fenotípica (Woelkerling e Harvey, 1993), um maior suporte mecânico, e a potencial redução de epífitas através de processo conhecido por “*sloughing*” ou descamação das células epiteliais.

São reconhecidos dois grupos morfológicos: as formas articuladas (geniculadas) e as não articuladas (não geniculadas ou crostosas). As algas calcárias geniculadas se caracterizam por apresentar regiões de talo sem impregnação de carbonato de cálcio, constituindo a genicula ou articulação. Esta característica confere considerável flexibilidade ao talo, sem sofrer danos físicos pelo hidrodinamismo. Enquanto os representantes não geniculados apresentam todo o talo impregnado por carbonato de cálcio, podendo estar preso a um substrato ou livre, quando são chamados de rodolitos ou nódulos

calcários e cujos bancos naturais são conhecidos por bancos de rodolitos (Woelkerling 1988, Foster 2001)

Atualmente são reconhecidos para estas ordens, aproximadamente, 39 gêneros, dos quais 24 são representantes não geniculados e 15 são geniculados (Graham e Wilcox, 2000), totalizando cerca de 1000 representantes distribuídas em todos os oceanos. Geralmente são encontradas sob o dossel de macroalgas frondosas entre o meso litoral e profundidades de até 290 metros (Littler et al. 1985; Woelkerling 1988; Foster 2001).

Existe uma enorme flora e fauna associados a rodolitos (Steller et al. 2003; Riul et al. 2009; Amado-Filho et al. 2010). Em vários locais as espécies formadoras de rodolitos são consideradas estruturadoras de ambiente (Amado-Filho et al. 2007; Steller et al. 2003). Os bancos de rodolitos representam uma das maiores reservas de carbonato, além de estarem intimamente relacionadas aos processos globais de controle climático (Oliveira 1996, 1997).

A taxonomia deste grupo é considerada como uma das mais difíceis e problemáticas entre as Rhodophyta (Chamberlain, 1983) sendo necessário o emprego de técnicas diferenciadas dos demais grupos de algas para que seja possível a realização de estudos anatômicos mais detalhados (Horta, 2002) e um posicionamento taxonômico seguro de acordo com a nomenclatura atualizada do grupo.

Horta (2002) numa abordagem sobre os estudos taxonômicos das coralináceas não articuladas realizados no Brasil, comentou que muitos autores citaram a ocorrência de alguns gêneros de coralináceas não geniculadas, com base em metodologias de estudo, técnicas e princípios nomenclaturais desatualizados. O referido autor apontou ainda que a maioria dos trabalhos

enfocou sobretudo aspectos da importância geológica e ecológica, deixando uma lacuna com relação aos estudos taxonômicos. No entanto este panorama vem se modificando no Brasil a partir do trabalho de Horta (2000), que retomou os estudos taxonômicos do grupo, e participou de outros estudos como o de Nunes et al. (2008) que descreveram três espécies da ordem Corallinales para o estado da Bahia. Vários estudos vem sendo publicados aumentando nosso conhecimento sobre a flora algal brasileira.

Farias et al. (2010) descreveram mais duas novas referências para o litoral brasileiro. Além destes, Villas-Boas (2009) e descreveu quatro espécies do gênero *Lithophyllum* para o estado do Espírito Santo. Também para o Espírito Santo há adição à flora através dos trabalhos de Amado-Filho et al. (2010). Mais recente, Bahia et al. (2010) descreve algas calcárias para o litoral baiano.

Este trabalho, considerado pioneiro para as ilhas oceânicas brasileiras, apresenta o levantamento florístico e descrição taxonômica dos representantes das algas calcárias incrustantes do infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **- Descrição da Área Estudada**

O Arquipélago de Fernando de Noronha é composto pela Ilha de Fernando de Noronha juntamente com 20 ilhas, ilhotas e rochedos com área total de 26 Km<sup>2</sup>, das quais destacam-se as de Rata, Sela Gineta, Cabeluda, São José e os morros do Leão e da Viúva. Constituí-se de rochas vulcânicas que formam um expressivo cone vulcânico, cuja base situa-se a 4.000 metros

de profundidade e sua estrutura rochosa possui 60 km de diâmetro. Localiza-se no Atlântico Sul equatorial a  $03^{\circ}50'10''S$  e  $32^{\circ}25'30''W$ , distando aproximadamente 345 km do Cabo de São Roque no Estado do Rio Grande do Norte e 545 km da cidade do Recife, pertencendo, politicamente, ao Estado de Pernambuco (Pereira et al. 2002; Pereira, 2006) (Fig 1). A Ilha principal, Fernando de Noronha, apresenta uma forma alongada na direção Nordeste-Sudoeste, possuindo uma área de  $18,4 \text{ km}^2$  cujo maior eixo tem cerca de 10 km, largura máxima de 3,5 km e perímetro de 60 km.

#### ETAPA DE CAMPO

Com base em mapas de mergulho do arquipélago, foram escolhidos 13 pontos de coleta no mar de dentro e 6 no mar de fora (Figura 02). A coleta do material foi realizada em duas expedições ao arquipélago, utilizando mergulho autônomo. Em cada ponto foram realizadas coletas entre as isóbatas de 0 a 28 metros, tendo-se o cuidado de se realizar detalhada exploração qualitativa.

O material foi fixado em campo com solução de formalina 4% diluída em água do mar e transportado para o laboratório. Parte deste material foi mantida seca. Todo material coletado e identificado está no Herbário PEUFR do Departamento de Biologia, Área de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Lâminas permanentes utilizadas para observação em microscopia de luz e suportes de alumínio (*stubs*) para a microscopia eletônica de varredura (MEV) foram preparados seguindo os procedimentos de Horta (2002).

#### ETAPA DE LABORATÓRIO

Para as observações na microscopia eletrônica de varredura, o material foi desidratado ao ar livre e observado na lupa para a seleção de espécimes

contendo conceptáculos e/ou margem de crescimento. Em seguida foram feitas fraturas do material selecionado, tentando obter a orientação perpendicular à superfície. As fraturas foram então montadas sobre um suporte mecânico de alumínio cuja superfície foi coberta por uma fita de carbono de dupla fase. Estas amostras foram metalizadas com ouro, no metalizador BALTEC CED 030, e analisadas no microscópio eletrônico de varredura (JEOL 6390LV). A voltagem utilizada durante as observações variou de 15-25 kV.

Para a confecção de cortes histológicos, também foi feita a seleção e fratura do material que, em seguida, foi descalcificado em HCl 5%. As fraturas já descalcificadas foram então desidratadas gradualmente em soluções de 30, 50, 70, 90 e 100% de etanol, a 4 intervalos de 20 minutos. O material foi infiltrado por pelo menos 12 horas em solução de metacrilatoglicol ("Historesin embedding Kit" Leica, marca Reichert-Jung) e embocado segundo as instruções fornecidas pelo referido fabricante. Os blocos foram seccionados em micrótopo rotativo Leica RM 2125 RT, com navalha de aço e montadas as lâminas permanentes, que foram analisadas e fotografadas no microscópio Olympus BX 50. A altura das células foi considerada como a distância entre as conexões celulares primárias, enquanto o diâmetro a distância perpendicular das mesmas. As medidas dos conceptáculos foram verificadas a partir de secções transversais (dividir a parte superior da inferior) sagitais (dividir o lado direito do esquerdo). A altura de um conceptáculo foi considerada como a distância entre seu assoalho e o teto da câmara, já o diâmetro a distância das paredes internas laterais, conforme descrito por Chamberlain (1983).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área estudada foram identificadas as espécies *Sporolithon episporum* (M. Howe) E.Y. Dawson (Sporolithaceae), *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Me Lemoine (Hapalidiaceae) e *Lithophyllum stictaeforme* (Areschoung in J. Agardh) Hauck (Corallinaceae).

### Ordem Sporolithales

**Família Sporolithaceae** Verheij 1993: 195.

*Sporolithon* Heydrich 1897: 66.

***Sporolithon episporum*** (M. Howe) E.Y. Dawson. Pacif. Nat. 1: 40. 1960.

*Archeolithothamnion episporum* Howe. US Nat. Mus. Bull.: 2. 1918.

Fig. 3 A-H

### Estrutura Vegetativa

Talo calcário, não articulado, formador de rodolitos, praticamente sem protuberâncias, pseudoparenquimatoso, de organização monômera. Células epiteliais em forma de taça 2,5 – 3,0 µm de altura e 4,5 – 5,0 µm de diâmetro (Figura 3D). Células subepiteliais alongadas, 7,5 – 9,0 µm de altura e 4,0 – 5,0 µm de diâmetro (Figura 3 D). Presença de conexões plasmáticas secundárias (Figura 3 D).

### Estrutura Reprodutiva

Soros ligeiramente elevados em relação a superfície (figura 3A). Poro dos soros com 5 – 15 µm de diâmetro, circundado por roseta de 12 células alongadas (figura 3C e 3D). Soros em vista transversal , 54 – 80 µm de altura e 20 – 29 µm de diâmetro, com assoalho 3 – 4 células abaixo da superfície do talo, nunca enterrados ou embebidos no talo (figura 3E, 3G e 3H do artigo). Tetrásporangios cruciados, 45 - 50 µm de altura e 27 – 30 µm de diâmetro (Figura 3F).

**Material examinado:** BRASIL. PERNAMBUCO: Arquipélago de Fernando de Noronha (Morro de Fora e Salagineto), 02.VI.2007, D. C. Burgos e P. A. Horta (PEUFR, FLOR).

**Distribuição no litoral brasileiro:** Ceará (Tomita 1976), Bahia (Nunes et al. 2008 e Bahia et al. 2011) Paraíba (Riul et al. 2009) e Arquipélago de Fernando de Noronha (presente estudo).

**Comentários:**

Até 2010 o gênero *Sporolithon* era considerado único dentro da família Sporolithaceae, pertencente a ordem Corallinales. Baseado em dados moleculares Gall et al. (2010), elevaram a família Sporolithaceae ao nível de ordem.

O referido gênero foi o primeiro, dentre as algas calcáreas, a ser estudado no Brasil, através do trabalho de Tomita (1976). Esta autora descreveu oito espécies, a partir de material coletado através de dragagens entre as isóbatas de 16 a 116m, ao longo do litoral brasileiro.

A definição das espécies de *Sporolithon* representa um dos grandes desafios da taxonomia de algas calcáreas. Corroboraram para esta identificação os dados de Verheijj (1993), Keats e Chamberlain (1993), Nunes et al. (2008) e Bahia et al. (2010). Para a identificação de *Sporolithon episporum* foi considerado principalmente os seguintes caracteres: tetrasporângios dispostos em soros, nunca embebidos no talo, o número de células entre o assoalho do soro e a superfície do talo, o diâmetro do poro relativamente grande e presença de conexões celulares secundárias.

### **Ordem Corallinales**

Familia Hapalidiaceae J. E. Gray 1864:22.

Mesophyllum Lemoine 1928:251.

Mesophyllum erubescens (Foslie) Me Lemoine Bull. Soc

**Mesophyllum erubescens** (Foslie) Me Lemoine Bull. Soc. Bot. Fr. 75: 252.  
1928.

*Lithothamnion erubescens* Foslie Norsk Vid. Selsk. Skr. 5: 9–10. 1900.

Fig. 4 A-H

### Estrutura Vegetativa

Talo calcário, não articulado, formador de rodolitos de cor rósea, fruticoso. Produberâncias arredondas, apresentado ramificação subdicotômica. Talo pseudoparenquimatoso de organização monômera (Figura 4 A). Células adjacentes formando fusões celulares, conexões celulares secundárias e haustórios ausente; tricocisto medindo 14-16µm de altura e 3,2-7,2µm de diâmetro (Figura 4 B). Células epiteliais em vista frontal do tipo-Lithothamnion

(Figura 4 C); em vista transversal, apresenta uma única camada de células epiteliais achatadas, nunca em forma de taça, 3,5 – 5,4  $\mu\text{m}$  de altura e 8,1 -8,5  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Células subepiteliais alongadas, 8,8 – 9,2  $\mu\text{m}$  de altura 4,6 – 6,9  $\mu\text{m}$  de diâmetro (Figura 4 D).

#### Estrutura Reprodutiva

Conceptáculo tetrasporofítico, multiporado e elevado em relação a superfície (Figura 4 E), câmeras em vista transversal medindo 143-150  $\mu\text{m}$  de altura e 214 -354  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Teto com 25,5 - 42  $\mu\text{m}$  de altura com 4 – 6 células. Canais dos poros formados por 3 células, sendo a basal mais alongada em relação as demais (Figura 4 F). Tetrasporângios zonados com 81 – 100  $\mu\text{m}$  de altura e 37,5 – 88  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Conceptáculos espermantagiais uniporados (Figura 4 G), com câmara de 510 – 600  $\mu\text{m}$  de altura e 250 – 322  $\mu\text{m}$  de diâmetro (Figura 4 H) e teto com 25,5 – 42  $\mu\text{m}$  de espessura.

**Material examinado:** BRASIL. PERNAMBUCO. Arquipélago de Fernando de Noronha: Laje Dois Irmãos, Buraco do Inferno, Morro de Fora, Atalaia e Salaginetto, 02.VI.2006, 03.VI.2007 D. C. Burgos e P. A. Horta (PEUFR, FLOR).

**Distribuição no litoral brasileiro:** Santa Catarina (Horta *et al.* 2008), Bahia (Figueiredo & Steneck 2002; Figueiredo *et al.* 2007; Nunes *et al.* 2008) e Fernando de Noronha (material tipo: Foslie 1900; presente estudo).

#### Comentários:

*Mesophyllum erubescens* foi inicialmente descrito como *Lithothamnium erubescens* por Foslie (1900), a partir de exemplares de do Arquipélago Fernando de Noronha (Woelkerling et al. 2005).

A presença de conceptáculos tetrasporangiais multiporados, tetrasporângios zonados e ausência de conexões celulares secundárias nos espécimes examinados permitiram a identificação da família Hapalidiaceae (Harvey et al. 2003). Os espécimens descritos no presente trabalho correspondem com a descrição do gênero *Mesophyllum* de Woelkerling e Harvey (1993) e Athanasiadis et al. (2004). Muito embora não tenha sido possível observar os filamentos espermatangiais, que distingue *Mesophyllum* de *Synarthrophyton* Townsend, foi possível a identificação utilizando a chave dicotômica suplementar de Woelkerling e Harvey (1993).

Um dos caracteres diagnósticos de *Mesophyllum erubescens* pode ser observado nas células que formam o canal dos poros dos conceptáculos multiporados. Estas células são alongadas em relação as demais do teto do conceptáculo, principalmente as mais basais (figura 4F).

**Família Corallinaceae** Lamouroux 1812: 185.

***Lithophyllum*** Phil. 1837: 387.

***Lithophyllum stictaeforme*** (Areschoug in J. Agardh) Hauk. Oesterr. Bot. Zeitschr 27: 292. 1877.

*Melobesia stictaeformis* Areschoug in J. Agardh. Sp. Gen. Ord. Algar. II: 517. 1852.

Fig. 5 A-F

## Estrutura Vegetativa

Talo calcário, não articulado, formando rodolitos de cor rósea. Produberâncias apresentando ramificações subdicotômicas. Talo pseudoparenquimatoso de organização monômera (Figura 5 A). Células epiteliais achatadas, nunca formando taça, medindo 1,11 – 1,66  $\mu\text{m}$  de altura e 7,22 – 8,23  $\mu\text{m}$  de diâmetro (Figura 5 D). Células subepiteliais cilíndricas, levemente quadráticas, medindo 8,33 – 11,11  $\mu\text{m}$  de altura e 8,33 – 9,44  $\mu\text{m}$  de diâmetro (Figura 5 E). Células de filamentos adjacentes ligadas por fusão celular e conexão plasmática secundária (Figura 5 B).

## Estrutura Reprodutiva

Conceptáculo tetrasporofítico uniporado (Figura 5 F), câmara medindo 79,5 – 91,30  $\mu\text{m}$  de altura e 205 – 247  $\mu\text{m}$  de diâmetro, apresentando columela na porção central. Assoalho situado 13-14 células abaixo da superfície. Teto formado por 3-5 filamentos celulares com 31 – 34  $\mu\text{m}$  de espessura. Células que delimitam o canal do poro projetadas para o interior sem obstruí-lo (Figura 5 C). Tetrasporângio não observados. Talos gametofíticos não observados.

**Material examinado:** BRASIL. PERNAMBUCO. Arquipélago de Fernando de Noronha: Laje Dois Irmãos, Buraco do Inferno, Morro de Fora, Atalaia e Salagineto, 02.VI.2006, 03.VI.2007 D. C. *Burgos* & P. A. *Horta* (PEUFR, FLOR).

**Distribuição no litoral brasileiro:** Santa Catarina (Horta et al. 2007), Bahia (Figueiredo e Steneck, 2002; Nunes et al., 2008), Espírito Santo (Villas-Boas et al 2009; Amado-Filho et al., 2010) e Fernando de Noronha (Foslie 1900 e presente estudo).

### **Comentários:**

Os representantes da família Corallinaceae apresentam conceptáculos tetrasporangiais uniporados com espermatângios zonados e presença de conexões plasmáticas secundárias (Harvey et al. 2003).

Por apresentar conceptáculos tetrasporangiais uniporados, células de filamentos adjacentes unidas por conexões celulares secundárias e margem de crescimento polistromática de organização monômera, os espécimes analisados no presente trabalho estão dentro da delimitação de *Lithophyllum* (Woelkerling 1996).

A delimitação da espécie está de acordo com das descrições de *L. stictaeforme* registradas para o Brasil (Nunes et al. 2008 e Villas-Boas et al 2009).

Avaliando o número de espécies de algas calcárias incrustantes encontrado e levando em consideração que as ilhas oceânicas são regiões insulares de baixa diversidade (Mac Arthur e Wilson 1967, Burgos et al. 2009), o número de espécie é bastante expressivo quando relacionados ao baixo número de táxons encontrados nos trabalhos realizados no Brasil. Nunes et al. (2008) encontraram 3 espécies para o estado da Bahia, Villas-Boas (2009),

assinalou 4 espécies para o Espírito Santo e Farias et al. (2010) duas espécies para as costas da Bahia, Espírito Santo e Santa Catarina. O baixo número de espécies encontrado parece ser uma tendência natural nos estudos das calcárias incrustantes, devido talvez a dificuldade de diagnóstico das espécies, que mesmo aliado a técnicas mais avançadas, como a microscopia eletrônica de varredura, ainda não se tem delimitação segura das características diagnósticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amado-Filho GM, Maneveldt G, Manso RCC, Marins-Rosa BV, Pacheco MR, Guimarães SMPB. 2007. Structure of rhodolith beds from 4 to 55 meters deep along the southern coast of Espírito Santo State, [Brazil](#). *Cienc. Mar.* 33: 399–410.
- Amado-Filho, G. M., G. W. Meneveldt, G. H. Pereira-Filho, R. C. C. Manso, R. G. Bahia, M. B. Barros-Barreto e S. M. P. B. Guimarães. 2010. Seaweed diversity associated with a Brazilian tropical rhodolith bed. *Ciências Marinas*. 36(4): 371-391.
- Athanasiadis, A., P. Lebednik e W. H. Adey. 2004. The genus *Mesophyllum* (Melobesioideae, Corallinales, Rhodophyta) on the northern Pacific coast of North America. *Phycologia* 43: 126-165.
- Bahia, R. G., D. P. Abrantes, P. S. Brasileiro, G. H. P. Filho e G. M. Amado-Filho. 2010. Rhodolith bed structure along a depth gradient on the Northern Coast of Bahia State, Brasil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 58(4): 323-337.
- Bailey, J.C. e R.L. Chapman. 1998. A phylogenetic study of the Corallinales (Rhodophyta based on nuclear small-subunit rRNA gene sequences. *J. Phycol.*, 34: 692-705.

- Burgos, D. C., S. M. B. Pereira e M. E. Bandeira- Pedrosa. 2009. Levantamento florístico das rodófitas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) – Brasil. *Acta Botânica Brasílica*. 24 (4): 1110-1118.
- 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.
- Farias, J. N., R. Riosmena-Rodriguez, Z. Bouzon, E. C. Oliveira, e P. A. Horta. 2010. *Lithothamnion superpositum* (Corallinales; Rhodophyta): First description for the Western Atlantic or rediscovery of a species? *Phycological Research*. 58: 210–216.
- Figueiredo, M. A. O., K. Santos de Menezes, E. M.osta-Paiva, P. C. Paiva, C. R. R. Ventura,. 2007. Experimental evaluation of rhodoliths as living substrata for infauna at the Abrolhos Bank, Brazil. **Cienc. Mar.** 33: 427–440.
- Figueiredo, M. A. O. e Steneck, R. S. 2002. Floristic and ecological studies of crustose coralline algae on Brazil's Abrolhos reefs. 9th International Coral Reef Symposium 1: 493-498.
- Foslie, M. 1900. Revised systematical survey of the Melobesia. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 5: 1-22.

Foster, M. S., 2001: Rhodoliths: between rocks and soft places. *J. Phycol.*, 37: 659–667.

Gall, L. L., C. E. Payri, L. Bittner e G. W. Saunders. 2010. Multinege phylogenetic analyses support recognition of the Sporolithales ord. nov. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 54: 302-305.

Grahan, L. E. e L. W. Wilcox. 2000. *Algae*. Rio de Janeiro: Ed. Prentice-Hall do Brasil, Ltda, 640 p.

Harvey, A. S., S. T. Broadwater, W. J. Woelkerling e P. J. Mitrovski. 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.; S.T. Broadwater, W.J. Woelkerling e P.J. Mitrovski. 2003. *Choreonema* (CORALLINALES, RHODOPHYTA): 18S rDNA phylogeny and resurrection of the Hapaladiaceae for the subfamilies Choreonematoideae, Austrolithoideae and Melobesioideae. *Journal of Phycology* 39: 988–998.

Horta, P. A. 2000. *Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 301p.

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., Salles, J. P., Bouzon, J. L., Scherner, F., Cabral, D. Q. & Bouzon, Z. L. 2008. Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da reserva biológica marinha do arvoredos, Santa Catarina, Brasil – Implicações para a Conservação. *Oecologia Brasiliensis* 12(2): 243-257.

Keats, D. W. e Y. M. Chamberlain. 1993. *Sporolithon ptychoides* Heydrich and *S. episporum* (Howe) Dawson: two crustose coralline red algae (Corallinales, Sporolithaceae) in South Africa. *South African Journal of Botany* 59: 541-550.

Littler M.M., D.S. Littler., B. S.M. Norris J.N., 1985. Deepest known plant life discovered on an uncharted seamount. *Science* 227: 57-59.

MacArthur, R. H. Y e E. O, Wilson. 1967. *The theory of Island Biogeography*. Princeton University Press Princeton.

Nunes, J. M. C., S. M. P. B. Guimarães, A. Donnangelo, J. N. Farias e P. A. Horta. 2008. Aspectos taxonômicos de três espécies de Coralináceas não geniculadas do litoral do Estado da Bahia, Brasil. *Rodriguesia*. 59(1): 75-86.

Oliveira E.C. 1996. Is there a relation among the global warming the missing carbon and the calcareous algae? *An. Acad. Brasil. Ciênc.* 68(supl. 1): 18-21.

Oliveira E.C. 1997. Letters. *Science* 277: 1991.

Pereira, S. M. B.; M.F. Oliveira-Carvalho, J. A. P. Angeiras, M. E. Bandeira-Pedrosa, N. M. B. Oliveira, J. Torres, L. M. S. Gestinari, A. L. M. Cocentino, M. D. Santos, P. R. F. Nascimento, D. R. Cavalcanti. 2002. Algas marinhas bentônicas do Estado de Pernambuco. In: Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. (Eds) **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife, SECTMA/Editora Massangana, p. 97 – 124,

Pereira, S.M.B. 2006. In Villaça, R.; Pedrini, A. G.; Pereira, S. M. B.; Figueredo, M. A. O. 2006 Flora marinha bentônica das Ilhas oceânicas brasileiras. *In*: Alves, R. J. V.; Castro, J. W. A. (Orgs.). Ilhas oceânicas brasileiras da pesquisa ao manejo. Ministério do Meio Ambiente, p.105-146.

Riul, P., Lacouth, P., Pagliosa, P. R.;Christoffersen, M. L. & HORTA, P. A. 2009. Rhodolith Beds at the easternmost extreme of South America: Community structure of an endangered environment. *Aquatic Botany* 90: 315-320

- Steller D.L., R. Riosmena-Rodriguez, M.S. Foster e C. A. Roberts. 2003. Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. *Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystems* 13: S5-S20.
- Tomita, N. Y. 1976. Contribuição ao conhecimento do gênero *Sporolithon* (Corallinaceae, Cryptonemiales) no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 138p.
- Verheij, E. 1993. The genus *Sporolithon* (Sporolithaceae, *fam. nov.*, Corallinales, Rhodophyta) from the Spermond Archipelago, Indonesia. *Phycologia* 32: 184-196.
- Villas-Boas, A. B. , R.Riosmena-Rodriguez, G. M. Amado Filho, G. Maneveldt e M. A. Figueiredo. 2009. Rhodolith-forming species of *Lithophyllum* (Corallinales; Rhodophyta) from Espírito Santo State, Brazil, including the description of *L. depressum* sp. nov.. *Phycologia*. 48 : 237-248.
- Woelkerling, W. J. e A. Harvey,. 1993. An account of southern Australia species *Mesophyllum* (Corallinaceae, Rhodophyta). *Australian Journal of Systematic Botany* 6: 571-637.

Woelkerling, W. J. 1996. The order Corallinales. *In*: Womersley, H. B. S. (ed.).  
The Marine Benthic Flora of Southern Australia, Part IIIB. Graphic Print Group,  
Adelaide, Pp. 146-323.

Woelkerling, W. J. 1988. The Coralline red algae: An analysis of the genera and  
subfamilies of nongeniculate corallinaceae. Oxford University Press, Oxford.

Woelkerling W. J., G. Gustavsen, H. E. Myklebost., T. Prestø e S. M. Sa ° Stad.  
2005. The coralline red algal herbarium of Mikael Foslie: revised catalogue  
with analyses. Museum of Natural History and Archaeology, Norwegian  
University of Science and Technology, Trondheim. *Gunneria* 77: 1–625.

## **ANEXOS DO MANUSCRITO I**

## **FIGURAS**

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Mapa de localização do Arquipélago de Fernando de Noronha (Burgosdc et. al 2009).
- Figura 2 – Mapa do Arquipélago de Fernando de Noronha mostrando a localização dos pontos de coleta.
- Figura 3 – *Sporolithon episorum* (M. Howe) E.Y. Dawson (A) Vista superficial de soros tetrasporangiais. (B,C) Detalhe da vista superficial dos soros evidenciando a disposição em roseta das células que delimitam os poros. (D) Fratura transversal da crosta evidenciando célula epitelial em forma de taças (seta branca) e conexões plasmáticas secundárias (seta preta). (E) Fratura transversal de soros evidenciando sua presença na superfície do rodolito. (F) Corte transversal de soro evidenciando um tetrasporângio. (G, H) Detalhes das câmaras esporangiais.
- Figura 4 - *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Me Lemoine (A) Corte transversal da margem de crescimento com organização monômera. (B) Fratura transversão do tricocisto (seta). (C) células epiteliais em vista frontal do tipo-Lithothaminion (seta). (D) Fratura transversal de células epiteliais achatadas (seta), células subepiteliais alongadas (seta). (E) Vista frontal de um conceptáculo tetrasporangial multiporado. (F) Corte transversal de canais dos poros evidenciando a célula basal alongada (seta). (G) Vista frontal de conceptáculo espermatangial uniporado. (H) Corte transversal de um conceptáculo espermatangial uniporado.
- Figura 5 – *Lithophyllum stictaeforme* (Areschoung in J. Agardh) Hauck (A) Fratura transversal da margem do talo evidenciando a organização monômera. (B) Fratura tranversão da região medular apresentando fusão celular e conexão plasmática secundária (seta). (C) Fratura transversal do conceptáculo uniporado. (D) Fratura transversal de células epiteliais achatadas (seta). (E) Fratura transversal de células subepiteliais cilíndrias, levemente quadráticas (seta). (F) Vista frontal de um conceptáculo tetrasporofítico uniporado.

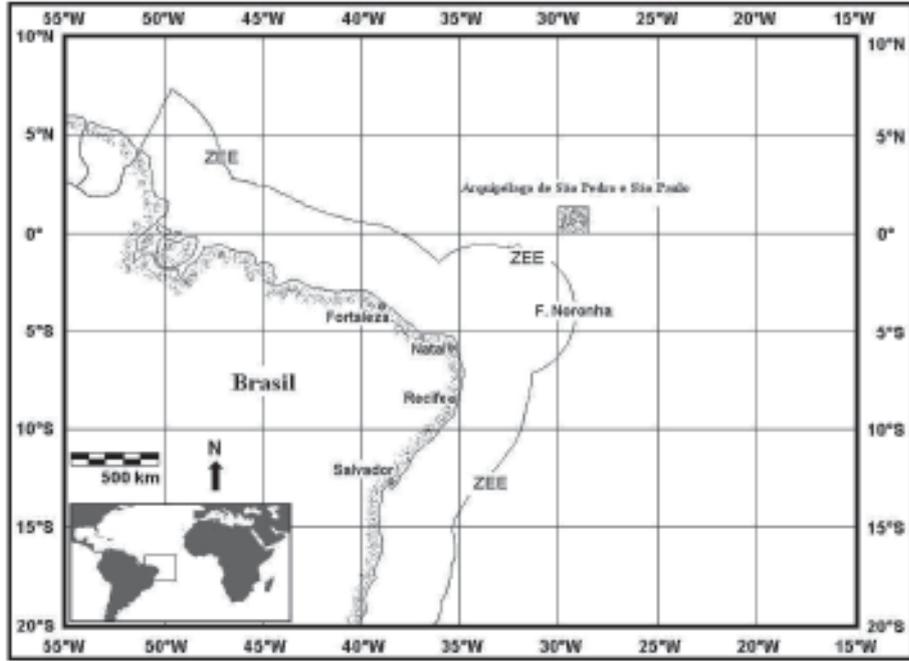


Figura 01

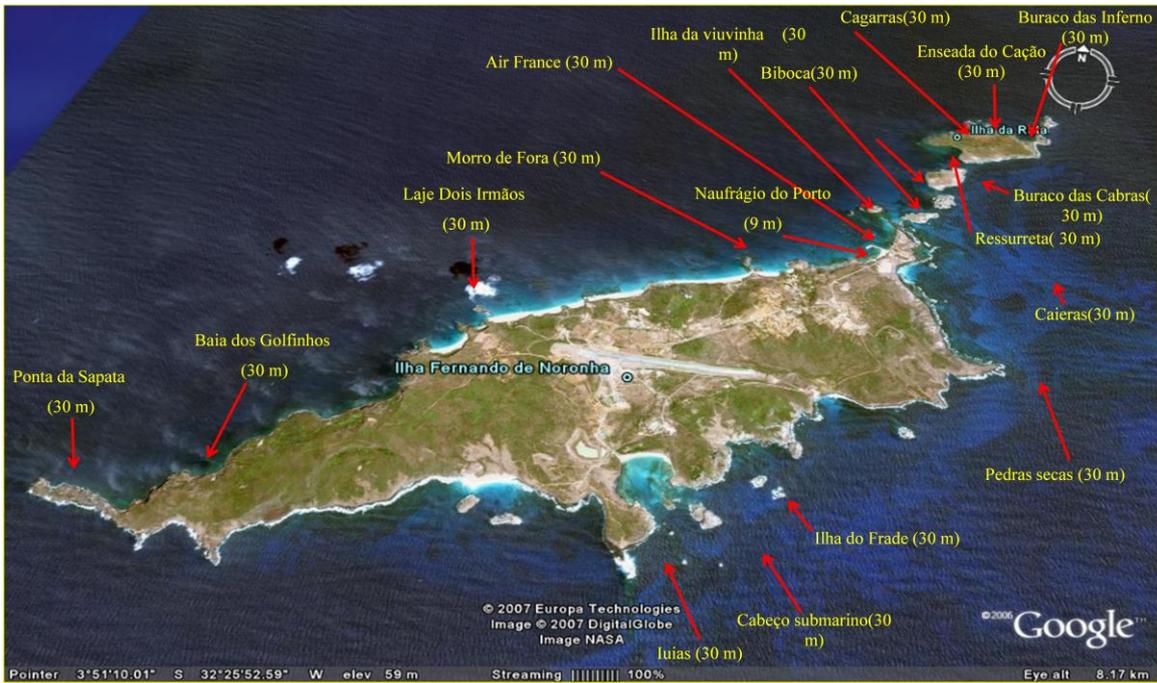


Figura 02

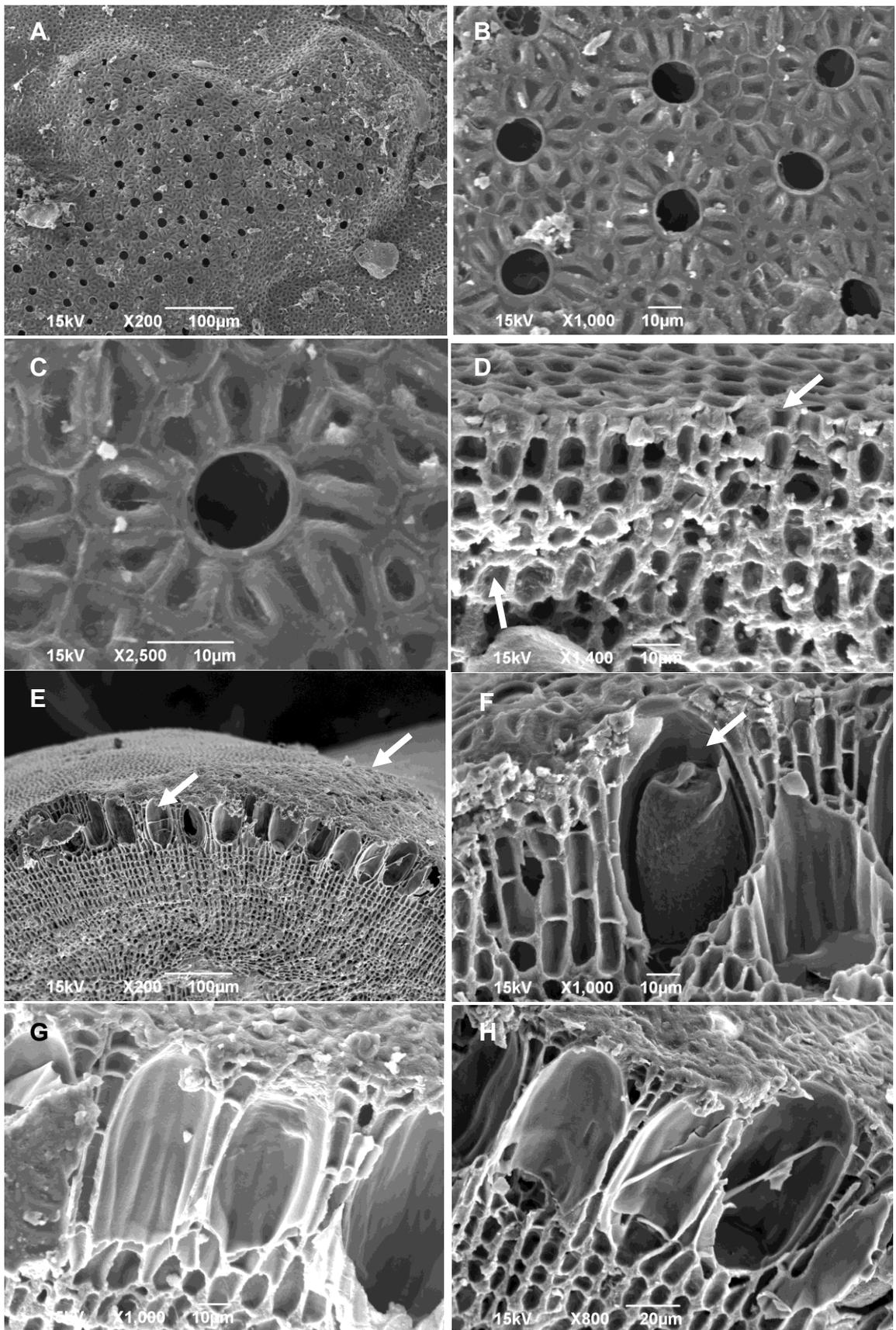


Figura 3

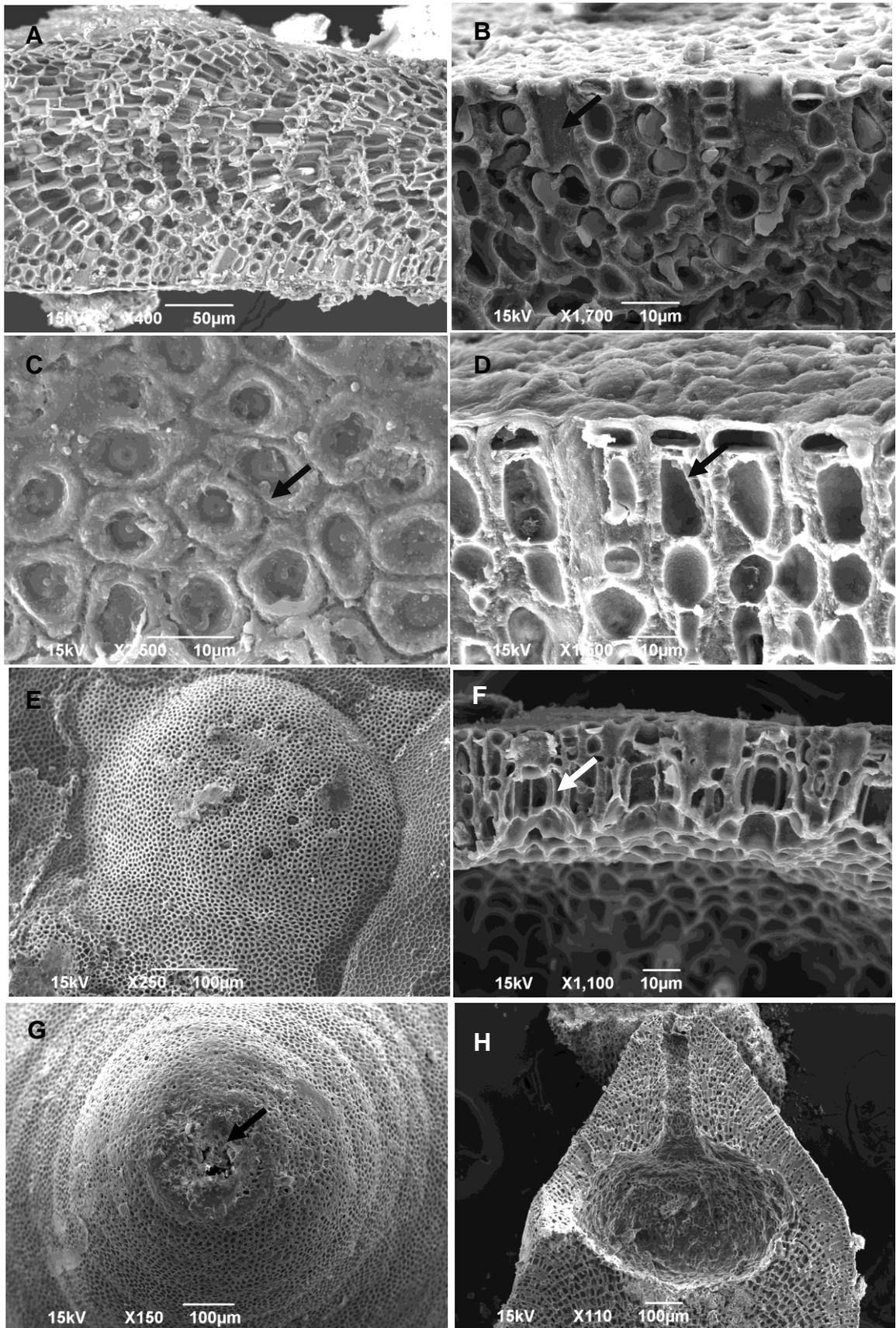


Figura 4

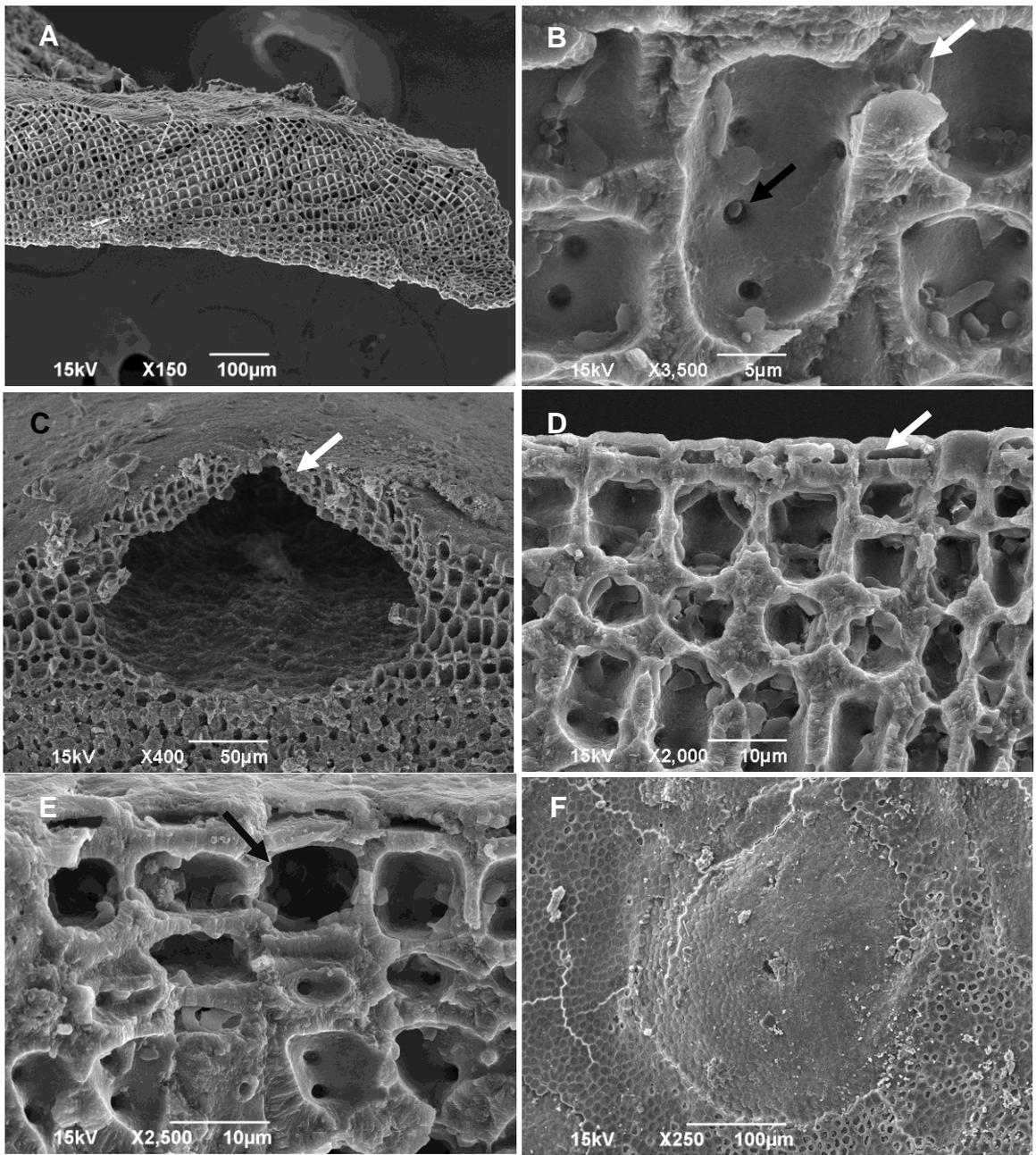


Figura 5

Manuscrito a ser enviado pra a Revista Journal of Phycology

4.2 – Manuscrito a ser enviado pra a Revista Journal of Phycology

## **Composição e Estrutura da Comunidade Fitobêntica do arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil (Atlântico Sul)**

*Douglas Correia Burgos*<sup>1\*</sup>;

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua D. Manoel de Medeiros, 52171-900,  
Recife, PE, Brasil

*Sonia Maria Barreto Pereira*<sup>1</sup> &

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua D. Manoel de Medeiros, 52171-900,  
Recife, PE, Brasil

*Paulo Antunes Horta*<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Botânica, Centro de Ciências  
Biológicas, 88010-970, Florianópolis, SC, Brasil

\*burgosdc@yahoo.com.br

## RESUMO

Para uma melhor interpretação sobre os componentes e a origem da flora brasileira, é de fundamental importância que este conhecimento esteja baseado, também, no inventário das algas das ilhas oceânicas e da região de infralitoral. A pouca informação sobre a flora das ilhas oceânicas brasileiras é um fato preocupante tendo em vista a fragilidade das comunidades algais nesses ecossistemas, devido à área restrita desses ambientes e a distância entre a ilha e o continente. Foram delimitados 19 pontos de coletas no infralitoral, com base nos mapas de mergulho do arquipélago. Dos quais 13 pontos no mar de dentro e 6 pontos no mar de fora. Para cada ponto foram realizadas coletas em diferentes isóbatas (0 a 28 metros). Os resultados deste trabalho apresentam uma avaliação da estrutura e composição das comunidades do infralitoral, onde são registradas 48 espécies, sendo dez novas adições para as ilhas oceânicas. A categoria Phaeophyceae teve a maior cobertura visual e a Rhodophyta a menor com , 44% e 0,4% respectivamente. A área estudada pode está alterada devido a distúrbios naturais apresentados provavelmente pela intensidade de herbivoria.

## INTRODUÇÃO

Atualmente o conhecimento da flora ficológica brasileira está baseado, principalmente, no material coletado na zona entre-marés em períodos de baixa mar, o que limita a definição de padrões florísticos e biogeográficos (Pereira et al. 2002). Para uma melhor interpretação sobre os componentes e a origem da flora brasileira, sua distribuição e conservação são de fundamental importância que este conhecimento esteja baseado, também, no inventário das algas das ilhas oceânicas e da região de infralitoral. O pouco conhecimento sobre a flora das ilhas oceânicas é um fato preocupante tendo em vista a fragilidade das comunidades algais em ecossistemas insulares, devido à área restrita desses ambientes e a distância entre a ilha e o continente (Pereira 2006, Burgos et al. 2009).

As ilhas oceânicas de uma forma geral têm como principal característica a topografia submarina, consistindo na presença de ilhas e rochedos, tais como o Atol das Rocas, Arquipélagos de Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo, bem como de bancos submersos em frente à costa nordeste brasileira, fazendo parte da Zona Econômica Exclusiva (ZEE). Do ponto de vista biológico a ZEE da região Nordeste pode ser considerada como oligotrófica, com baixos níveis de nutrientes, biomassa fitoplanctônica e zooplanctônica (Becker 2001, Medeiros et al. 1999, Neumann-Leitão et al. 1999), demonstrando dessa forma, o papel relevante das macroalgas como a principal base da cadeia trófica dessa região.

O infralitoral, região das algas fotófilas delimitada acima pela região entre-marés e abaixo pelo circalitoral (Pérès 1961), tem sido estudado historicamente com base em material proveniente de dragagens realizadas na sua grande maioria, pelos navios

oceanográficos como Almirante Saldanha, Canopus e Akaroa. Estudos como os de Joly e Oliveira Filho (1968), Joly e Sazima (1971a, 1971b), Joly e Semir (1973), Joly e Braga (1974), Joly et al. (1974), Pereira (1974, 1977), Ugadim e Pereira (1978), Pereira et al. (1981), Cordeiro-Marino e Guimarães (1981), Pereira (1983) e Ugadim et al. (1986) foram baseados em material de dragagem. Apesar da grande importância desses estudos para o conhecimento da flora ficológica do infralitoral brasileiro, a utilização de draga não é eficiente quando empregada em fundos consolidados, principalmente, em pesquisas sobre a estrutura das comunidades. Nestes casos, se recomenda o mergulho autônomo por ser um dos métodos mais eficientes a ser utilizado (Norton e Milburn 1972).

No Brasil são escassos os trabalhos que utilizaram o mergulho autônomo para estudos das comunidades algais, destacando-se os de Maggs et al. (1979), Eston et al. (1986), Eston (1987a), Quége (1988) e Yoneshigue e Villaça (1989), Figueiredo (1997), Creed e Amado Filho (1999), Amado Filho et al. (2006), Riul (2007), Targino (2007) e Burgos et al. (2009). A partir dos trabalhos de Maggs et al. (1979) é que foi utilizado o mergulho autônomo para avaliação das comunidades ficológicas do infralitoral brasileiro. Os referidos autores analisaram a distribuição vertical dos organismos bênticos do infralitoral de Cabo Frio (RJ) verificando o efeito da ressurgência sobre os mesmos. Eston et al. (1986) estudaram a distribuição vertical das comunidades algais do infralitoral no arquipélago de Fernando de Noronha; Eston (1987a) analisou a dominância ecológica em uma comunidade de macroalgas do infralitoral rochoso em Ubatuba, São Paulo; Quége (1988) abordou sobre espécies de *Laminaria* na costa do Estado do Espírito Santo e Yoneshigue e Villaça (1989) relataram a ocorrência de *Antithamnion tenuissimum* (Hauck) Schiffner utilizando mergulho autônomo no Estado do Rio de Janeiro.

Figueiredo (1997) e Creed e Amado Filho (1999) utilizaram mergulho autônomo, e enfocaram os aspectos ecológicos em comunidades do sudeste brasileiro. Horta (2000) utilizou o mergulho autônomo ao estudar as macroalgas do infralitoral do sul e sudeste brasileiro. Horta et al. (2008) descreveram, pela primeira vez, a composição e estrutura das comunidades fitobênticas do infralitoral das ilhas da Reserva Biológica do Arvoredo utilizando mergulho autônomo. Os autores, visando a caracterização e delimitação das áreas a serem amostradas quantitativamente, fizeram, no primeiro momento, o levantamento qualitativo prévio seguido de uma amostragem sistemática para reconhecimento taxonômico.

Villaça et al. (2008) fizeram um estudo quantitativo do infralitoral do lado exposto da Ilha de Cabo Frio e empregaram métodos fitossociológicos pouco utilizados pelos ficólogos brasileiros. Marins et al. (2008) estudaram as algas marinhas bentônicas na Baía de Todos os Santos. Para isto realizaram amostragem qualitativa utilizando método destrutivo e quali-quantitativo com quadrados de 20 x 20 cm. Riul et al. (2009) utilizaram a metodologia de transectos, em linha perpendicular a costa do Estado da Paraíba, onde foram posicionados quadrados de 50 cm x 50 cm numa área de 100 m<sup>2</sup>.

A exemplo do que aconteceu com a flora ficológica do continente, as algas bentônicas de algumas ilhas oceânicas brasileiras vêm sendo citadas desde o século XIX por pesquisadores estrangeiros. Atualmente muitas dessas citações são sinonímias ou são consideradas como táxons de ocorrência duvidosa (Oliveira Filho 1974, 1977). Dentre as ilhas oceânicas brasileiras, o Arquipélago de Fernando de Noronha é onde se encontra o maior número de trabalhos ficológicos, iniciados a partir dos estudos de Dickie (1875), Hemsley (1885) e Murray (1891).

O objetivo deste trabalho é descrever, através do método de foto quadrado, a composição e a estrutura das comunidades de macroalgas do infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA**

O Arquipélago de Fernando de Noronha é composto pela Ilha de Fernando de Noronha juntamente com 20 ilhas, ilhotas e rochedos com área total de 26 Km<sup>2</sup>, das quais se destacam as de Rata, Salaginetto, Cabeluda, São José e os morros do Leão e da Viúva. Constituí-se de rochas vulcânicas que formam um expressivo cone vulcânico, cuja base situa-se a 4.000 metros de profundidade e sua estrutura rochosa possui 60 km de diâmetro. Localiza-se no Atlântico Sul equatorial a 03<sup>o</sup> 50'10" S e 32<sup>o</sup> 25' 30" W, distando aproximadamente 345 km do Cabo de São Roque no Estado do Rio Grande do Norte e 545 km da cidade do Recife, pertencendo, politicamente, ao Estado de Pernambuco (Figura 1) (Pereira et al. 2002; Pereira 2006). A Ilha principal, Fernando de Noronha, apresenta uma forma alongada na direção Nordeste-Sudoeste, possuindo uma área de 18,4 km<sup>2</sup> cujo maior eixo tem cerca de 10 km, largura máxima de 3,5 km e perímetro de 60 km.

Na área estudada predominam os ventos sudeste, variando para o nordeste com intensidade média de 4,8 m/s desde a superfície até o nível 750 mb. Entre abril e outubro predominam ventos dos quadrantes leste a sudeste que atingem o lado sudeste do Arquipélago conhecido como mar de fora, gerando ondas com forte arrebentação e condições de mar agitadas e, na fase nordeste do arquipélago chamada de mar de dentro, as condições do mar permanecem calmas. Entre novembro e março passam a predominar

ventos dos quadrantes oeste a sudoeste que provocam fortes ondulações no mar de dentro e de calmaria no mar de fora. A temperatura média da água é de 27<sup>0</sup> C e a salinidade de 35.5‰ (Tchernia, 1980; Linsker, 2003). A corrente sul equatorial domina nesta área com sentido E – W.

## **ETAPA DE CAMPO**

### **Coleta de material botânico**

Foram realizadas duas excursões ao arquipélago para a coleta do material botânico, em junho de 2006, com duração de 5 dias, e maio/junho de 2007, com duração de 5 dias onde também foram coletados os dados para análise da ficoflora na segunda excursão. As coletas foram realizadas através de mergulho autônomo durante as marés de quadratura, período que o deslocamento das massas de água é menor no infralitoral e a transparência maior. Foram delimitados 19 pontos de coletas no infralitoral, com base nos mapas de mergulho do arquipélago (Figura 02). Dos quais foram escolhidos 13 pontos de coletas no mar de dentro e 6 pontos no mar de fora listados a seguir: Ponta da Sapata, Baía dos Golfinhos, Laje Dois Irmãos, Morro de Fora, Naufrágio do Porto, Ressurreta, Cagarras Rasa, Buraco do Inferno, Salaginetto, Ilha do Meio, Baía do Sancho, Air France e atrás do porto (mar de dentro); Buraco das Cabras, Caieiras, Pedras Secas, Buraco da Raquel, Atalaia e Baía do Sueste (mar de fora). Para cada ponto foram realizadas coletas em 3 diferentes isóbatas de acordo com a batimetria de cada estação, deste a isóbata 01 até a isóbata 28. Em cada uma das estações de coleta foi realizada detalhada exploração qualitativa para o refinamento das análises quantitativas.

Para uma melhor caracterização das diferentes espécies, no campo, foram feitas observações ecológicas: distribuição nos substratos e associações entre as espécies, e biológicas: estágio reprodutivo. Após a coleta, as algas foram fixadas em solução de formol 4%, neutralizadas com bórax a 1%, etiquetadas e devidamente acondicionadas em bombonas plásticas para o transporte.

### **Estudos ecológicos por amostragem utilizando fotoquadrado**

Para a caracterização da estrutura da comunidade algal, foi utilizado como descritor o percentual de cobertura método não destrutivo, a partir da análise de fotoquadrados de 50x50 cm e 20x20 cm seguindo a metodologia proposta por Kohler e Gill (2006). A variação no tamanho do elemento amostral se faz necessária em virtude da variação no tamanho dos organismos estruturadores dos diferentes ambientes e em função de limitações metodológicas durante a amostragem, pois a amostragem utilizando elementos menores devido à menor distância focal é praticável em ambientes turbulentos. Para a obtenção da imagem, não foi utilizado zoom visando não distorcer ou perder qualidade da foto, a distância aproximada da câmera e o objeto foi de 80 cm para o quadrado de 50 x 50cm e de 50 cm para o quadrado de 20x20 cm. Os elementos amostrais foram distribuídos aleatoriamente de acordo com a batimetria de cada estação de coleta de modo a cobrir a maior área possível do substrato. Para maiores detalhes referentes à metodologia consultar Clarke (1993) e Clarke e Warwick (1994). Devido a dificuldade na identificação específica de algas filamentosas, que muitas vezes formam tapetes recobrimo os substratos, foram reconhecidas, na análise quantitativa, como categoria “turf”.

### *Percentual de cobertura*

Foram fotografados com equipamento (Sony Cybershot DSC-N1) de 10 a 15 amostradores (20x20 cm). Sobre as imagens geradas foram distribuídos pontos aleatórios (30) por meio do programa CPCe 3.6 (*Coral Point Count with Excel extensions*, Kohler e Gill 2006), sendo cada táxon e/ou substrato sob os pontos identificados. O programa em questão foi criado originalmente para a determinação da cobertura do substrato por corais, utilizando a contagem de pontos aleatórios. Desta forma, o banco de dados original foi alterado englobando as espécies de algas e grupos de organismos presentes nas áreas amostradas. Foi considerado um total de 11 grandes grupos. Quatro para organismos zoobentônicos – agrupando-os em suas respectivas classes; e três para macroalgas – agrupadas em classes baseadas na classificação tradicional (Wynne, 2005) e dois grupo morfofuncional, adicionada da classe Macroalga (Turf) que agrupou algas densamente emaranhadas (algas filamentosas) e Alga coralina (cálcarias incrustantes) de acordo com Steneck e Dethier (1994). Os demais grandes grupos considerados destinaram-se aos pontos aleatórios sobre areia, cascalho, rochas, organismos/objetos desconhecidos e áreas de sombra que tornassem a identificação duvidosa.

### **Estudos taxonômicos**

No laboratório foi feita a triagem inicial do material coletado para a posterior identificação taxonômica. Para esta identificação foi analisada a morfologia externa e interna das espécies, com auxílio de microscópios estereoscópio óptico. Para a morfologia externa, foram observadas, entre outros aspectos, altura, consistência, forma de fixação, tipo de ramificação. Para o estudo da morfologia interna, quando necessário, foram feitos dissociação do material, com auxílio de estiletos, e/ou cortes anatômicos, com auxílio de

lâminas de aço. Estes cortes foram montados em lâminas semi-permanentes em solução de glicerina a 50%. Para os representantes impregnados por carbonato de cálcio foi feita a descalcificação do talo com ácido clorídrico a 20%. Para a identificação das coralináceas não geniculadas foi utilizada uma metodologia específica, adaptada dos trabalhos de Keats (1994) e Woelkerling (1988).

### **Análise dos dados Ecológicos**

O percentual de cobertura e riqueza de espécies foi determinado usando o programa CPCe e análises qualitativas. Estes descritores foram usados para descrever e comparar os diferentes intervalos de profundidade e localidades (Krebs 1989, Legendre e Legendre 1998).

Análises multivariadas (dados não transformados) foram usadas para descrever diferenças significativas dos valores dos diferentes descritores. Matrizes de similaridade de Distância Euclidiana foram calculadas e utilizadas para gerar um gráfico bidimensional com a técnica da escala multidimensional métrica (MDS). Análises de similaridade (ANOSIM), teste de permutação, foram empregadas para testar a hipótese de que há diferenças entre as isóbatas e entre as localidades (exposição mar de dentro e mar de fora). As análises foram feitas usando o programa PRIMER 6 (programa estatístico do Plymouth Marine Laboratory, UK). Os dados das diferentes isóbatas, foram agrupadas em 6 faixas de profundidade: 0-5 m (isóbata 1), 6-10 m (isóbata 2), 11-15 m (isóbata 3), 16-20 m (isóbata 4), 21-25 m (isóbata 5) e 26-28 m (isóbata 6).

## RESULTADOS e DISCUSSÃO

### -Composição Florística

A flora do infralitoral do arquipélago está representada por 48 táxons infragenéricos ( Tabela 1 ) distribuídos entre Rhodophyta (33%), Phaeophyceae (31%) e Chlorophyta (36%). Do ponto de vista quantitativo ficou evidenciada a dominância de táxons pertencentes a Classe Phaeophyceae em termos de média de cobertura para a maioria dos locais amostrados (Tabela 2). Os gêneros com maior cobertura visual foram: *Dictyota* (16,89%), *Dictyopteris* (14,45%), *Sargassum* (7,40%) e *Caulerpa* (8,82%). Nesse trabalho foram registradas 10 novas adições para o arquipélago *Derbesia marina* (Lyngb.) Solier, *Dictyota cervicornis* Kütz., *Padina boergesenii* Allender e Kraf, *Sargassum cymosum* C. Agardh, *Ceramium* sp., *Heterodasya mucronata* (Harv.) M. J. Wynne, *Champia parvula* (C. Agardh) Harv., *Laurencia caraibica* P. C. Silva, *Lithophyllum stictaerforme* (Areschoung in J. Agardh) Houck e *Sporolithon episporum* (M. Howe) E. Y. Dawson (Tab. 1 e 2). Sendo assim, com base no trabalho de Pereira (2006) e o presente trabalho, a flora do Arquipélago de Fernando de Noronha está representada por 177 táxons infragenéricos. O maior número de táxons está registrado para a região de mesolitoral (161 spp.) e o menor número no infralitoral (48 spp.). As algas vermelhas (89 spp.) foram dominantes, representando 50% dos táxons registrados considerando as duas regiões (meso e infralitoral), seguida das Chlorophyta (59 spp.) 33% dos táxons identificados e as Phaeophyceae (31 spp.) representou 17% dos táxos identificados. Entre as rodofíceas, Ceramiales e Corallinales foram as ordens mais representativas, entre as feofíceas foram as Ectocarpales e Dictyotales e entre as clorofíceas a ordem Bryopsidales. A maior

representação qualitativa das macroalgas no Arquipélago de Fernando de Noronha está representada pelas rodofíceas. Este dado é corroborado pelos trabalhos de Pedrini et al. (1992), Pereira et al. (2002) e Pereira (2006) para Fernando de Noronha, Pedrini et al. (1989) para a Ilha de Trindade, Oliveira Filho e Ugadim (1976) para o Atol das Rocas e Burgos et al. (2009) para o Arquipélago de São Pedro e São Paulo, mostrando que este grupo é o mais representativo em regiões tropicais.

Alguns autores como Eston et al. (1986), Szechy et al. (1982, 1989), Pedrini et al. (1992), Pereira et al. (1996) e Pereira (2006) que trabalharam no arquipélago, comentaram que o número de táxons, só não é mais expressivo pela falta de trabalhos em diferentes ambientes encontrados. No entanto, esses autores não levaram em consideração em seus comentários, trabalhos de biogeografias de ilhas como o de (Mac Arthur e Wilson 1967), escalas de conectividade ecológicas ou influência negativa de herbívoros desenvolvidas por (Carpenter 1986, Hay et al. 1983, Morrison 1988), uma vez que estão tratando de ilhas oceânicas, onde muitos fatores interferem na diversidade e baixa riqueza de espécie (Mac Arthur e Wilson 1967, Burgos et al. 2009).

#### *- Análise da Composição e Estrutura da Comunidade do Infralitoral (Cobertura Visual)*

Analisando o infralitoral do Arquipélago, foi observada a composição dos organismos bentônicos representados pelos grandes grupos taxonômicos (Cnidaria, Porífera, Echinodermata, Chlorophyta, Rhodophyta e Phaeophyceae) e outras categorias que compõem o substrato marinho (Coral morto, Areia, Cascalho, Rocha, Desconhecido e “turf”). A categoria Phaeophyceae apresentou o maior índice de cobertura visual com 43,90% da cobertura total seguido das Chlorophyta 9,13%, Macroalga (turf) 7,93%, o Filo Porifera com 5,88%, Coral 5%, a categoria Alga coralina com 2,98%, os Echinodermatas com 1,32%, a categoria

Desconhecido correspondeu a 0,44% do recobrimento, Corais mortos (sem pigmentação) 0,41% e finalmente as rodofíceas apresentaram o menor recobrimento com apenas 0,38% da cobertura total para a região de infralitoral (Figura 01 e Tabela 02). Embora a categoria Alga coralina tenha sido separada da categoria Rhodophyta por questões metodológicas do programa utilizado, a contabilização final da cobertura da Rhodophyta é 3,36%. Cerca de 22,64% do substrato encontrava-se descoberto sem a presença de organismos, sendo representado pela categoria Areia, Rocha e Cascalho.

Embora a categoria Rhodophyta se compare qualitativamente às categorias Chlorophyta e Phaeophyceae, em termos quantitativos obteve a menor representatividade entre as divisões de macroalgas. Observa-se que a categoria Phaeophyceae, dominou o ambiente, tendo sido o gênero *Dictyota* responsável pela quase totalidade da cobertura algal desta categoria, seguida pelo gênero *Dictyopteris*. Os representantes das Dictyotales, apresentam uma química tipicamente terpenóidica, podendo ser dividida em três grupos de gêneros “*Dictyopteris*”, “*Dictyota*” e “*Taonia*” (Teixeira et al. 1991) Esta característica pode tornar essas algas impalatáveis a ictiofauna, o que pode explicar a presença dos prados unialgais dos gêneros *Dictyota* e *Dictyopteris*.

A categoria “alga Coralina” engloba as algas de crescimento lento, típicas de ambientes preservados, como as calcárias articuladas *Amphiroa* sp., *Jania* sp, e incrustantes como *Lithophyllum* sp., *Mesophyllum* sp. (Orfanidis et al. 2001). Esta categoria apresentou percentual de 2,98% de cobertura para o infralitoral do arquipélago com maior representatividade entre as isóbatas de 1 a 10 metros nas estações de coleta Air France e Morro de Fora (Figuras 02, 04 e 08). Enquanto a categoria Macroalgas (turf) engloba as algas de crescimento rápido típicas de ambientes alterados, como as espécies filamentosas das famílias Ceramiaceae e Ectocarpaceae (Orfanidis et al. 2001). Esta categoria apresentou 7,93% de

cobertura algal, resultado bastante expressivo podendo indicar alteração no ambiente, principalmente nos pontos de coleta Atalaia (até 3m), Baía dos Golfinho (profundidade de 18 metros), Buraco do Inferno (profundidade de 6 metros), Baía dos porcos e Morro de Fora (ambas na profundidade de 18 metros) Foram observados menores percentuais no restante do arquipélago em variadas isóbatas (Figuras 08).

O aumento da herbivoria no interior do Parque Nacional Marinho de Noronha (PNMN) é reflexo da pesca industrial de larga escala, que mesmo não ocorrendo dentro dos limites da PNMN, seus efeitos são manifestados em toda a região (Halpern et al. 2008). A diminuição de grandes carnívoros (tubarões) também interfere no controle “top-down” (interação trófica) (Chapman et al. 2006) favorecendo o aumento da abundância de herbívoros. Esses grandes predadores (tubarões) foram explorados comercialmente por uma empresa de pesca local, entre 1992 e 1997. Como estes se reproduzem lentamente e produzem poucos filhotes, suas populações podem demorar até 20 anos para se recuperar (Garla, 2003). Segundo Cheroske et al. (2000) e Steneck e Dethier (1994) o aumento na intensidade de herbivoria muda a comunidade de algas, sendo substituídas de macroalgas frondosas por tufo de filamentos de rápido crescimento, seguido de um desenvolvimento sucessional por outras formas de algas, como calcárias e foliáceas. Esta observação corresponde ao que foi encontrado para Fernando de Noronha, com a dominância de prados unialgais de quatro gêneros de macroalgas (*Dictyota*, *Dictyopteris*, *Sargassum* e *Caulerpa*), aparentemente impalatáveis aos herbívoros e a presença significativa de algas filamentosas e calcárias.

Em termos numéricos, o aumento da cobertura algal da categoria “Phaeophyceae” entre as isóbatas 21 a 28 metros é proporcional ao aumento das áreas sem cobertura vegetal (ARC) e ao aumento da categoria “Macroalga (turf)”. As categorias “Rhodophyta” e “Alga coralina”

tiveram o percentual abaixo de 1% o que contribuiu também para o aumento da categoria “Phaeophyceae” (Figura 08). Mudanças da estrutura de comunidades dominadas por macroalgas podem provocar efeitos negativos diversos que vão além da perda de alternativas alimentares e produção de oxigênio. A pouca ocorrência do gênero *Sargassum* e rodofíceas nas áreas do PNMN, representa além a diminuição da disponibilidade deste recurso como fonte alimentar, a diminuição da complexidade do habitat (Fonseca 1998). *Sargassum* e em geral as rodofíceas são importantes formadores de habitats em costões rochosos e substratos consolidados e sua exclusão pode afetar outros organismos da biota costeira seja bentônica ou vágil (Wikström 2007).

*- Análise batimétrica da comunidade de macroalgas*

Comparando a flora do infralitoral do mar de dentro (lado da ilha protegido das correntes voltado para o continente) com a do mar de fora (lado da ilha exposto às correntes, voltado para o continente africano), não existe diferenças significativas entre as áreas, tendo o nível de significância estatística de 64.5%,  $p \leq 5\%$  (Fig. 09).

Com relação à similaridade florística entre as profundidades do arquipélago, houve diferença significativa. O nível de significância foi determinado pelo ANOSIM (1,7%;  $p \leq 5\%$ ) sendo a isóbata 1 (0-5m) diferindo estatisticamente das isóbatas 2, 3, e 6 apresentando percentual de significância de 1.1%, 4.7%, 0.1% e 0.2% respectivamente. (Fig. 10).

A região do mar de fora apresentou diferença significativa, MDS separou dois grupos, a isóbata 3 com as isóbatas 1 e 2 com percentual de significância de 2.4% e 0.1%,  $p \leq 5\%$  respectivamente (Fig.11). No entanto considerando todo o conjunto, não apresenta diferença significativa (19.2%,  $p \leq 5\%$  ). A região de mar de dentro apresenta diferença

significativa (2.7%,  $p \leq 5\%$ ) sendo a isóbata 1 a que mais difere das outras isóbatas (2, 1%; 3, 2% e 6, 0.4%,  $p \leq 5\%$ ) (Fig. 12).

As diferenças entre as isóbatas podem ser explicadas, principalmente, pela diferença na composição da flora, influenciada pelos fatores “top down” (interação trófica) e bottom up” (nutrientes) Estes fatores são responsáveis por controlar as comunidades, determinado tanto pela variação dos fatores abióticos (luz, temperatura e hidrodinamismo), como por fatores bióticos (herbivoria) (Menge, 1992).

Considerando a distribuição dos organismos em comunidades maduras, um importante fator que pode influenciar a abundância e a forma de algas, é conseqüente a ação dos ventos e das ondas (Kain e Norton, 1990; Norton 1991; Hurd 2000). Apesar de uma mudança gradual no grau da exposição as ondas conforme maiores batimetrias, todos os locais do estudo foram dominados por feofíceas e algas filamentosas, contrastando com a baixa cobertura de algas calcárias crostosas e outras macroalgas. O crescimento mais rápido de algas oportunistas (algas filamentosas) são geralmente mais abundantes que as outras algas para ser capaz de construir rapidamente biomassa que foi perdida após perturbações ambiental como herbivoria (Steneck e Dethier 1994).

O arquipélago, apresentou em seu infralitoral uma baixa riqueza de espécies, se comparada a flora do continente (Pereira, 2006) assim como as demais ilhas oceânicas (Villaça et al 2006). Isso provavelmente se deve ao fato do ambiente além de está longe de outras comunidades fonte e fora da escala de conectividade ecológica de ilhas oceânicas, possuírem tamanho reduzido e sofrerem intensa herbivoria. Sendo assim, talvez a pressão exercida pela predação tenha sido um dos fatores responsáveis pela comunidade de macroalgas do arquipélago, se apresentar dominada por prados unialgais, uma vez que foi

observada a ocorrência de herbivoria, por peixes, o que pode ter influenciado na atual paisagem apresentada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amado Filho, G. M. , Horta, P. A., Brasileiro, P. S., Fujii, Mutue T., Barreto, M. B. B. 2006. Subtidal benthic marine algae of the Marine State Park of Laje de Santos (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*. 54:225-234.

Becker, 2001. *Hidrologia dos Bancos e ilhas oceânicas do Nordeste Brasileiro, uma contribuição ao Programa REVIZEE*. Universidade Federal de São Paulo, Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. 151p.

Burgos, D. C., Pereira, S. M. B. & Bandeira- Pedrosa, M. E. 2009. Levantamento florístico das rodófitas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPPSP) – Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 24 (4): 1110-1118.

Carpenter, R. C. 1986. Partitioning herbivory and Its effects on coral reef algal communities. *Ecological Monographs* 56 (4): 345-363.

Chapman, D.D.F., Pikitch, E.K., Babcock, E.A., 2006. Marine parks need sharks? *Science Letters* 312: 526-527.

Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of change in community structure. *Aust. Jour. Ecol.* 18: 117–143.

Clarke, K.R. & Warwick, R.M., 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environment Research Council, UK.

Cheroske, A.G.; Williams, S.L. & Carpenter, R.C. 2000. Effects of physical and biological disturbances on algal turfs in Kaneohe Bay, Hawaii. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 248 (1): 1-34.

Cordeiro-Marino, M. & Guimarães, S. M. P. B. 1981. Novas referências para a flora marinha de profundidade do Brasil. *Rickia* 9: 61-70.

Creed, J.C. & Amado Filho, G. A. 1999. Disturbance and recovery of the macroflora of the seagrass (*Halodule wrightii* Ascherson) meadow in Abrolhos Marine National Park, Brazil: na experimental evaluation of anchor damage. *J. Exp. mar. Biol. Ecol.* 235: 285-306.

Dickie, G. 1875. Enumeration of algae from Fernando de Noronha Collected by H. N. Moseley, M. A., naturalist to H. M. S. Challenger. *J. Linn. Soc. Bot.*, 14(77):355-359.

Burgos, D.C. Composição e Estrutura das Comunidades de Macroalgas do Infralitoral...

Eston, V.R. 1987a. *Avaliação experimental da dominância ecológica em uma comunidade de macroalgas do infralitoral rochoso (Ubatuba, SP, Brasil)*. Inst. Oceanográfico, Univ. S. Paulo, 129p. (Tese de Doutorado).

Eston, V.R. de, Migotto, A.E., Oliveira Filho, E. C., Rodrigues, S. A. & Freitas, J.C. 1986. Vertical distribution of benthic marine organisms on rocky coasts of the Fernando de Noronha archipelago (Brazil). *Bolm. Inst. Oceanogr. S. Paulo.* 37: 37-53.

Figueiredo, M. A. de O. 1997. Colonization and growth of crustose coralline algae in Abrolhos, Brazil. Proc. 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp. 689-693 p.

Fonseca, A.C. 1998. Estudos sucessionais em uma comunidade dominada por *Sargassum furcatum* Kutzing, na região de Búzios, RJ. Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha). Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Garla, R. C. 2003. Ecologia e Conservação dos Tubarões do Arquipélago de Fernando de Noronha, com ênfase no tubarão-cabeça-de-cesto *Carcharhinus perezi* (Poey, 1876) (Carcharhiniformes, Carcharhinidae). Tese de Doutorado do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista. 170pp.

Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R., Watson, R., 2008. A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science* 319(5865):948-952.

Hay, M. E., Colburn, T & Downing, D. 1983. Spatial and temporal patterns in herbivory on a Caribbean fringing reef: the effects on plant distribution. *Oecologia* 58 (3): 299-308.

Hemsley, W. B. 1885. Algae. *In* Report on the botany of Bermudas and various other islands of the Atlantic and Southern Oceans. Rep. Sc. Rec. Exploring Voyage of H. M. S. Challenger 1873-1876. Botany 1-2: 1-135; *ibid.*, 3: 1-299.

Horta, P. A. *Macroalgas do infralitoral do Sul e Sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia*. 2000. 301 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo. São Paulo.

Horta, P. A., Salles, J. P., Bouzon, J. L., Scherner, F., Cabral, D. Q. & Bouzon, Z. L. 2008. Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da reserva biológica marinha do arvoredo, Santa Catarina, Brasil – Implicações para a Conservação. *Oecologia Brasiliensis* 12(2): 243-257.

Hurd, C. L. 2000. Water motion, marine macroalgal physiology, and production. *Journal of Phycology* 36: 453-472.

Joly, A. B. & Oliveira Filho, E. C. 1968. Notes on brazilian algae. II. A new *Anadyomene* of the deep water flora. *Phykos* 7(1-2): 27-31.

Burgos, D.C. Composição e Estrutura das Comunidades de Macroalgas do Infralitoral...

Joly, A.B. & M. Sazima 1971a. Brazilian deep water algae. Additions to the marine flora II. *Ciência e Cultura* 23(3): 329-332.

Joly, A.B. & M. Sazima. 1971b. Brazilian deep-water marine algae. Addition to the marine flora III. *Ciência e Cultura* 23(3): 333-336.

Joly, A.B. & Braga, Y.Y. 1974. *Microdictyon vanbosseae* in the South Atlantic. *Rickia* 6: 81-87.

Joly, A. B.; Sazima, M. & Semir, J. 1974. Notes on *Caulerpa*. *Rickia*. 6:119-125.

Joly, A.B.. & Semir, J. 1973. Notes on *Caulerpa*. *Rickia* 6: 119-125.

Kain, J. M. & Norton, T. A. 1990. Marine ecology. *In*: Cole, K. M. & Sheath, R. (eds.). *The Biology of the Red Algae*. Cambridge University Press, Cambridge, Pp. 377-422.

Keats D. 1994. *Practical taxonomy of nongeniculate coralline algae*. Univ. S. Paulo, S. Paulo, Brasil. 19 p.

Kohler, K. E. & Gill, S. M. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination for coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences*. 32: 1259-1269.

Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. New York, Harper & Hall, 654p.

Legendre, P. & Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2. ed. Elsevier, Amsterdam.

Linsker, R. 2003 *Arquipélago de Fernando de Noronha o Paraíso do Vulcão*. São Paulo: Terra Virgem Editora. 167 p.

MacArthur, R. H. Y & Wilson, E. O. 1967. *The theory of Island Biogeography*. Princenton University Press Princeton.

Maggs, C.A., Milner, A. A., Watts, W. & Whittle, M. R. 1979. The Oxford diving expedition to Cabo Frio, Brazil. *Bull. Oxf. Univ. Explor. Club. New Ser.* 4:13-40.

Marins, B. V.; Brasileiro, P. S.; Barreto, M. B. B.; Nunes, J. M. C; Yoneshigue-Valentim, Y. & Amado Filho, G.M. 2008. Subtidal Benthic Marine Algae of the Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil. *Ecologia Brasiliensis* 12(2): 229-242.

Medeiros, C.; Macedo, S. J.; Feitosa, F. A. N. & Koenig, M. L. 1999. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of north-east brazilina waters. *Archive of Fishery and Marine Research*. 47(2/3):133-151.

Menge, B. A. 1992. Community Regulation: Under What Conditions Are Bottom-Up Factors Important on Rocky Shores? *Ecology* 73 (3): 755-765.

Burgos, D.C. Composição e Estrutura das Comunidades de Macroalgas do Infralitoral...

Morrison, D. 1988. Comparing fish and urchin grazing in shallow and deeper coral reef algal communities. *Ecology* 69 (5): 1367-1382.

Murray, G. 1891. Algae in H. N. Riddley: Notes on the botany of Fernando de Noronha. **J. Linn. Soc. Bot.** 27: 75-80.

Neumann-Leitão, S.; Gusmão, L. M. O.; Silva, T. A.; Nascimento-Vieira, D. A. & Silva, A. P. 1999. Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic waters off north-eastern Brasil. *Archive of Fishery and Marine Research*. 47(2/3): 155-165.

Norton, T. A. 1991. Conflicting constraints on the form of intertidal algae. *British Phycological Journal* 26: 203-218.

Norton, T.A. & J.A. Milburn 1972. Direct observations on the sublittoral marine algae of Argyll, Scotland. *Hydrobiologia*. 40: 55-68.

Oliveira-Filho, E. C 1974. An annotated list of the Brazilian seaweeds in Dickie's herbarium. *Bot. J. Linn. Soc.* 69(3): 229-238.

Oliveira-Filho, E. C. 1977. *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. Tese Universidade de São Paulo. 407 p.

Oliveira-Filho, E. C. & Ugadim, Y. 1976. A survey of the marine algae of Atol das Rocas (Brazil). *Phycologia*. 15(1):41-44.

Orfanidis, S., Panayotidis, P. & Stamatis, N. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Mediterranean Marine Science* 2(2):45-65.

Pedrini, A. G., Gonçalves, E. A., Fonseca, M. C. S., Zaú, A. S. & Lacorte, C. C. 1989. A survey of the marine algae of Trindade Island, Brazil. *Botânica Marina*. 32:97-99.

Pedrini, A. G., Ugadim, Y., Braga, M. R., Pereira, S. M. B. 1992. Algas marinhas bentônicas do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. *Bol. Bot. Univ. São Paulo*. 13:93-101.

Pereira, S. M. B., Mansilla, A. O. M., Cocentino, A. L. M. 1996. Ecological aspects of a benthic marine algal community in southeast bay, Arquipélago of Fernando de Noronha, Brazil. *Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE*. 24:157-163.

Pereira, S. M. B.; Oliveira-Carvalho, M. F.; Angeiras, J. A. P.; Bandeira-Pedrosa, M. E.; Oliveira, N. M. B.; Torres, J.; Gestinari, L. M. S.; Cocentino, A. L. M.; Santos, M. D.; Nascimento, P. R. F.; Cavalcanti, D. R. 2002. Algas marinhas bentônicas do Estado de Pernambuco. In: Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. (Eds) *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. Recife, SECTMA/Editora Massangana, p. 97 – 124.

Burgos, D.C. Composição e Estrutura das Comunidades de Macroalgas do Infralitoral...

Pereira, S.M.B. 1974. *Clorofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e arredores (Estado de Pernambuco- Brasil)*. Depto. de Botânica da Univ. S. Paulo, 184pp. (Dissertação de Mestrado).

Pereira, S. M. B. 1977. *Rodofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e arredores (Estado de Pernambuco- Brasil)*. São Paulo Depto. de Botânica da USP, 184pp. (Tese de Doutorado).

Pereira, S. M. B. 1983. *Algas Marinhas Bentônicas do infralitoral do Estado da Paraíba*. Recife. Univ. Federal Rural de Pernambuco. 115 pp. (Prof. Titular).

Pereira, S. M. B., E. C. Oliveira Filho, M. S. V. B. Araujo *et al.* 1981. Prospecção dos bancos de algas marinhas do Estado do Rio Grande do Norte. II parte: Profundidade de 10-45 metros. Série Brasil SUDENE. Proj. Algas: Estado do Rio Grande do Norte. Recife, 1981. Cap. 2, 27-81 pp.. (Estudos de Pesca, 9).

Pereira, S. M. B. 2006. In Villaça, R.; Pedrini, A. G.; Pereira, S. M. B.; Figueredo, M. A. O. 2006. Flora marinha bentônica das Ilhas oceânicas brasileiras. *In*: Alves, R. J. V.; Castro, J. W. A. (Orgs.). *Ilhas oceânicas brasileiras da pesquisa ao manejo*. Ministério do Meio Ambiente, p.105-146.

Pérès, J. M. 1961. *Océanographie biologique et biologie marine*. Tome I: La vie benthique. Paris: Press Universitaires de France, 541 pp.

Burgos, D.C. Composição e Estrutura das Comunidades de Macroalgas do Infralitoral...

Quége, N. 1988. Laminaria (Phaeophyta) no Brasil, Uma perspectiva econômica. Depto. de Botânica da Univ. de S. Paulo. 230 pp. (Dissertação de Mestrado).

Riul, P. *Estrutura da comunidade de macrobentos associada a rodolitos do infralitoral de Cabedelo e João Pessoa, Paraíba*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia) - Universidade Federal da Paraíba.

Riul, P., Lacouth, P., Pagliosa, P. R.; Christoffersen, M. L. & HORTA, P. A. 2009. Rhodolith Beds at the easternmost extreme of South America: Community structure of an endangered environment. *Aquatic Botany* 90: 315-320.

Steneck & Dethier, M. N. 1994. A functional group approach to the structure of algaldominated communities. *Oikos* 69:476-498.

Szechy, M. T. M.; Maurat, M. C. S.; Nassar, C. A. G. & Falcão, C. 1987. Adições a flora marinha bentônica do Arquipélago de Fernando de Noronha. *Nerítica*. 2: 135-146.

Szechy, M. T. M.; Nassar, C. A. G.; Falcão, C. & Maurat, M. C. S. 1989. Contribuição ao inventário das algas marinha bentônicas de Fernando de Noronha. *Rodriguesia*. 67 (41): 53-61.

Targino, C. H. *Composição e estrutura do macrobentos da região entre marés do litoral Paraibano - subsídios para a avaliação do impacto da urbanização*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas Zoologia) - Universidade Federal da Paraíba.

Burgos, D.C. Composição e Estrutura das Comunidades de Macroalgas do Infralitoral...

Teixeira, V. L. & Kelecom, A. 1991. Produtos Naturais de Algas Marinhas. *Química Nova* 14 (2): 83-90.

Tchernia, P. 1980 *Descriptive Regional Oceanography*. Vol 03. Pergamon Press. 253p.

Ugadim, Y., Guimarães, S. M. P. B. & Kanagawa, A. I. 1986. Estudos em *Acrothamnion*, *Anthithamnion* e *Antithamnionella* (Rhodophyta, Ceramiales) do Brasil. *Rickia*. 13: 35-47.

Ugadim., Y. & Pereira, S. M. B. 1978. Deep-Water marine algae from Brazil collected by the Recife Commission. I. Chlorophyta. *Ciência e Cultura*. 30 (7):839-842.

Villaça, R.; Pedrini, A. G.; Pereira, S. M. B.; Figueredo, M. A. O. 2006 Flora marinha bentônica das Ilhas oceânicas brasileiras. *In*: Alves, R. J. V.; Castro, J. W. A. (Orgs.). Ilhas oceânicas brasileiras da pesquisa ao manejo. Ministério do Meio Ambiente, p.105-146.

Villaça, R.; Yoneshigue, Y. & Boudouresque, C. F. 2008. Estrutura da comunidade de macroalgas do infralitoral do lado exposto da Ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ). *Oecologia Brasiliensis* 12(2): 206-221.

Wikström, S.A., Kautsky, L., 2007. Structure and diversity of invertebrate communities in the presence and absence of canopy-forming *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72(1-2):168-176.

Burgos, D.C. Composição e Estrutura das Comunidades de Macroalgas do Infralitoral...

Woelkerling, W. J. 1988. The Coralline red algae: An analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate corallinaceae. Oxford University Press. 268 p.

Wynne, M.J. 2005. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western atlantic: second revision. *Nova Hedwigia* 129: 1-152.

Yoneshigue, Y & Valentin, J. L. 1988. Comunidades algais fotófilas de infralitoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Gayana, Botânica*. 45 (1-4): 61-75.

Yoneshigue, Y. & R.C. Villaça 1989. *Antithamnion tenuissimum* (Ceramiaceae, Rhodophyta) dans la région de Cabo Frio (État de Rio de Janeiro, Brésil). Première citation pour l'Atlantique Sud. *Cryptogamie, Algol.*10: 325-335.

## ANEXOS DO MANUSCRITO II

## TABELAS

## Legenda das tabelas

Tabela 1 – Sinopse das espécies de macroalgas ocorrentes no infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha durante o período de junho de 2006 e maio/junho 2007.

Tabela 2 – Percentual de cobertura dos organismos bentônicos do infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha durante o período de maio/junho de 2007.

## Tabela 01

---

### CHLOROPHYTA

#### *Cladophorales*

*Dictyosphaeria versluysii* Weber Bosse

*Ventricaria ventricosa* (J. Agardh) Olsen & J. West

#### *Bryopsidales*

*Bryopsis pennata* J.V. Lamour.

*B. plumosa* (Huds.) C. Agardh

*Caulerpa ambigua* Okamura

*C. cupressoides* (H. West in Vahl) C. Agardh var. *cupressoides*

*C. cupressoides* (H. West in Vahl) C. Agardh var. *lycopodium* Weber Bosse

*C. kempfii* A. B. Joly & S. Pereira

*C. mexicana* Sonder ex Kütz.

*C. prolifera* (Förssk.) J. V. Lamour.

*C. pusilla* (Kütz.) J. Agardh

*C. racemosa* (Försskal) C. Agardh var. *racemosa*

*C. sertularioides* (S. G Gmelin) M Howe

*C. verticillata* J. Agardh

\**Derbesia marina* (Lyngb.) Solier (58b)

*Halimeda discoidea* Decaisne

*Halimeda gracilis* Harv. ex J. Agardh

### OCHROPHYTA

#### *Phaeophyceae*

##### *Dictyotales*

*Dictyopteris delicatula* J. V. Lamour

*D. justii* J. V. Lamour.

*D. plagiogramma* (Mont.) Vickers

*Dictyota menstrualis* (Hoyt) Schnetter, Hornig & Weber- Peukert

\**D. cervicornis* Kützing

*D. pulchella* Hörnig & Schnetter

\**Padina boergesenii* Allender & Kraf

*P. gymnospora* (Kütz.) Sond.

*Spatoglossum schroederi* (C. Agardh) Kütz.

*Styopodium zonale* (J. V. Lamour.) Papenf.

#### *Fucales*

\**Sargassum cymosum* C. Agardh

*S. filipendula* C. Agardh

*S. vulgare* C. Agardh

*Turbinaria turbinata* (L.) Kuntze

### RHODOPHYTA

#### *Erythropeltidales*

*Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh

#### *Corallinales*

*Amphiroa beauvoisii* J. V. Lamour.

*Jania capillacea* Harv

\**Lithophyllum stictaeforme* (Areschoung in J. Agardh) Hauck

#### *Sporolithales*

\**Sporolithon episorum* (M. Howe) E.Y. Dawson

#### *Nemaliales*

*Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Sol.) J. V. Lamour.

#### *Ceramiales*

\**Ceramium affine* Setchell & N. L. Gardner

*C. dawsonii* A. B. Joly

*C. luetzelburgii* O. C. Schmidt

*Chondrophyucus papillous* (C. Agardh) Grev.

\**Heterodasya mucronata* (Harv.) M. J. Wynne comb. nov.

\**Laurencia caraibica* P. C. Silva

#### *Gracilariales*

*Geliopsis variabilis* (Grev. ex J. Agardh) F.

Schmitz

\**Champia parvula* (C. Agardh) Harvey

#### *Rhodymeniales*

*Botryocladia pyriformis* (Börgeesen) Kylin

*Chrysymenia enteromorpha* Harv.

---

\*Novas adições

Tabela 02

<b>TABELA DE RESUMO DOS RESULTADOS</b>		
<b>CATEGORIAS</b>	<b>Pontos</b>	<b>%</b>
CORAL (CN)	367	5,00
PORIFERA (P)	432	5,88
ECHINODERMATA (E)	97	1,32
CORAL MORTO (CM)	30	0,41
MACROALGA “turf” (M)	582	7,93
RHODOPHYTA (RO)	28	0,38
PHAEOPHYCEAE (FE)	3223	43,90
CHLOROPHYTA (CH)	670	9,13
ALGA CORALINA (AC)	219	2,98
AREIA, ROCHA, CASCALHO (ARC)	1662	22,64
DESCONHECIDO (D)	32	0,44
TAPE (TAP)	0	0,00
<b>TOTAIS</b>	<b>7342</b>	<b>100,00</b>

## FIGURAS

#### Legenda das figuras

Figura 1 – Mapa de localização do Arquipélago de Fernando de Noronha (Burgos et al. 2009).

Figura 2 – Mapa do Arquipélago de Fernando de Noronha mostrando a localização dos pontos de coleta.

Figura 3 – Percentual de cobertura dos organismos bentônicos no infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha em maio/junho de 2007.

Figura 4 – Percentual de cobertura das macroalgas no infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha em maio/junho de 2007.

Figura 5 – Percentual de cobertura do Filo Chlorophyta no infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha em junho/julho de 2007.

Figura 6 – Percentual de cobertura da Classe Phaeophyceae no infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha em junho/julho de 2007.

Figura 7 – Percentual de cobertura do Filo Rhodophyta no infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha em junho/julho de 2007.

Figura 8 – Percentual cobertura das macroalgas do infralitoral do Arquipélago de Fernando de Noronha em relação a batimetria em junho/julho de 2007.

Figura 9 – Análise Multivariada (MDS) da exposição mar de fora e mar de dentro. Representação dos símbolos: ▲, Mar de fora; ▼, Mar de dentro.

Figura 10 – Análise Multivariada (MDS) da distribuição das algas por faixa de profundidade. Isóbata1 (0-5m), isóbata2 (6-10m), isóbata3 (11-15m), isóbata4 (16-20m), isóbata5 (21-25m) e isóbata6 (26-28m).

Figura 11 – Análise Multivariada (MDS) da distribuição das algas por faixa de profundidade da exposição mar de fora. Isóbata1 (0-5m), isóbata2 (6-10m), isóbata3 (11-15m)

Figura 12 – Análise Multivariada (MDS) da distribuição das algas por faixa de profundidade da exposição mar de dentro. Isóbata1 (0-5m), isóbata2 (6-10m), isóbata3 (11-15m), isóbata4 (16-20m), isóbata5 (21-25m) e isóbata6 (26-28m).

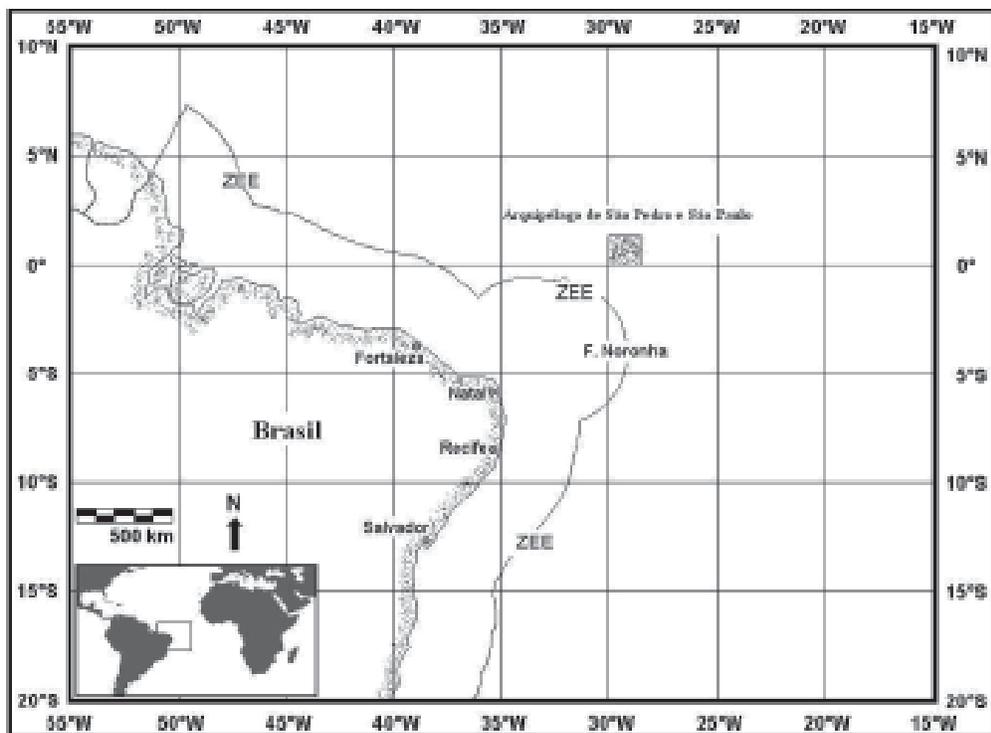


Figura 01

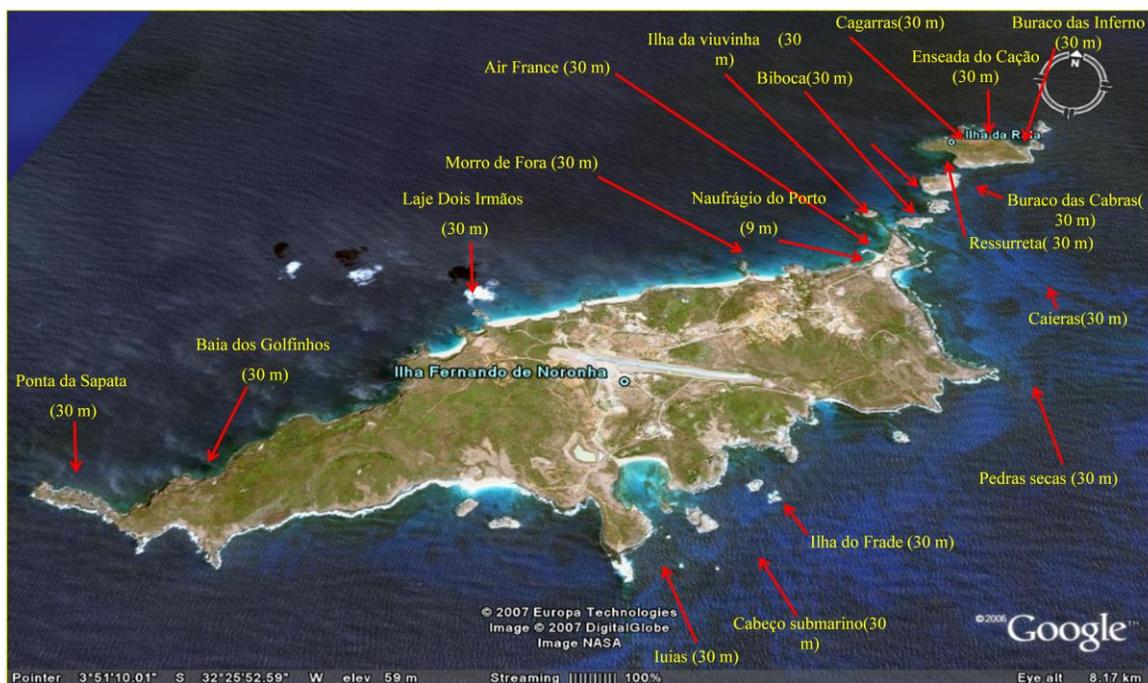


Figura 02

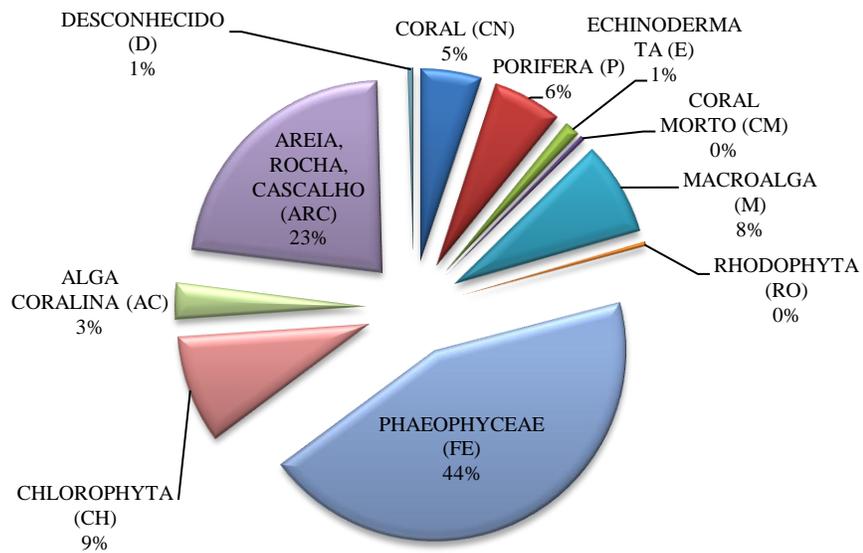


Figura 03

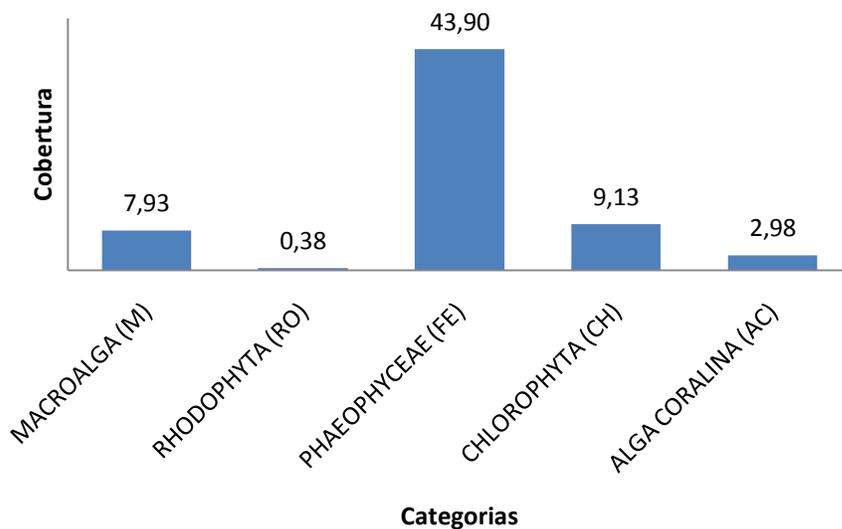


Figura 04

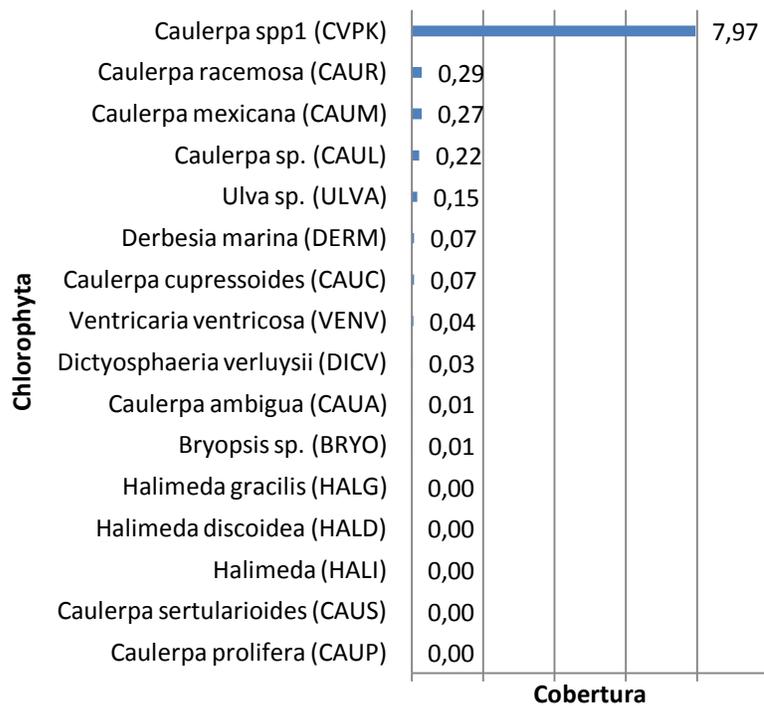


Figura 05

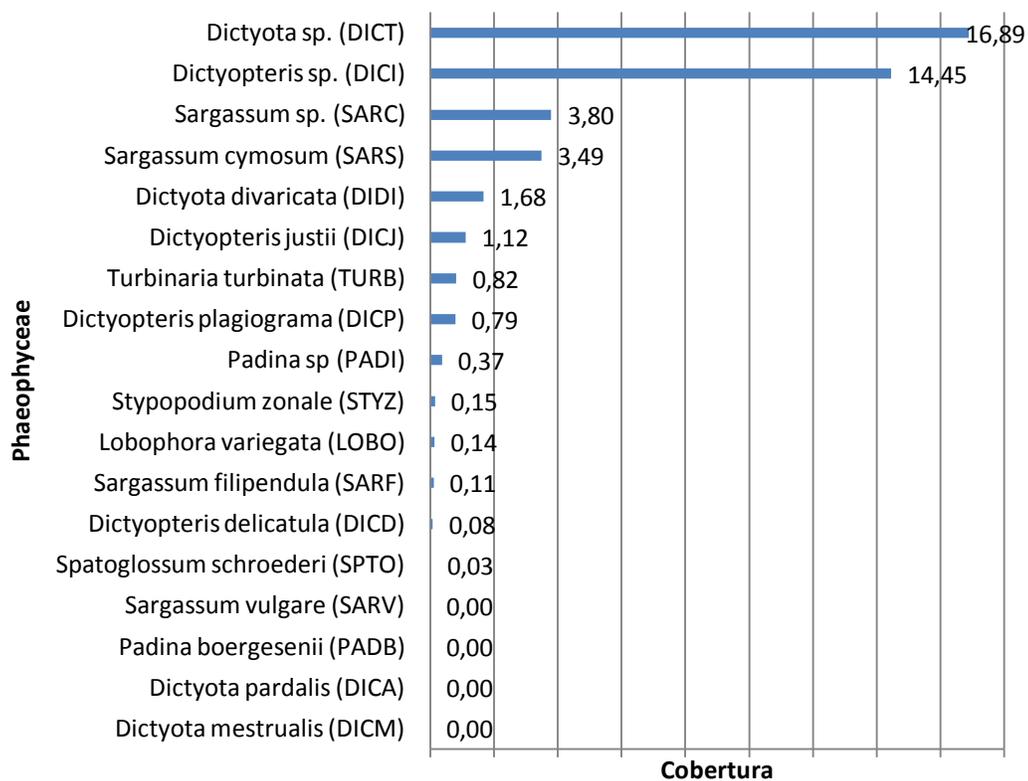


Figura 06

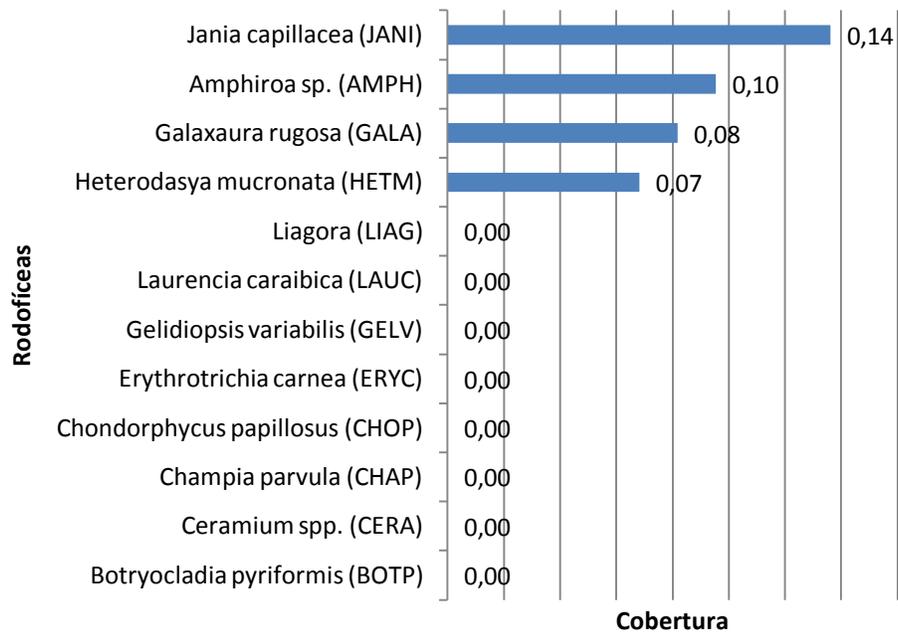


Figura 07

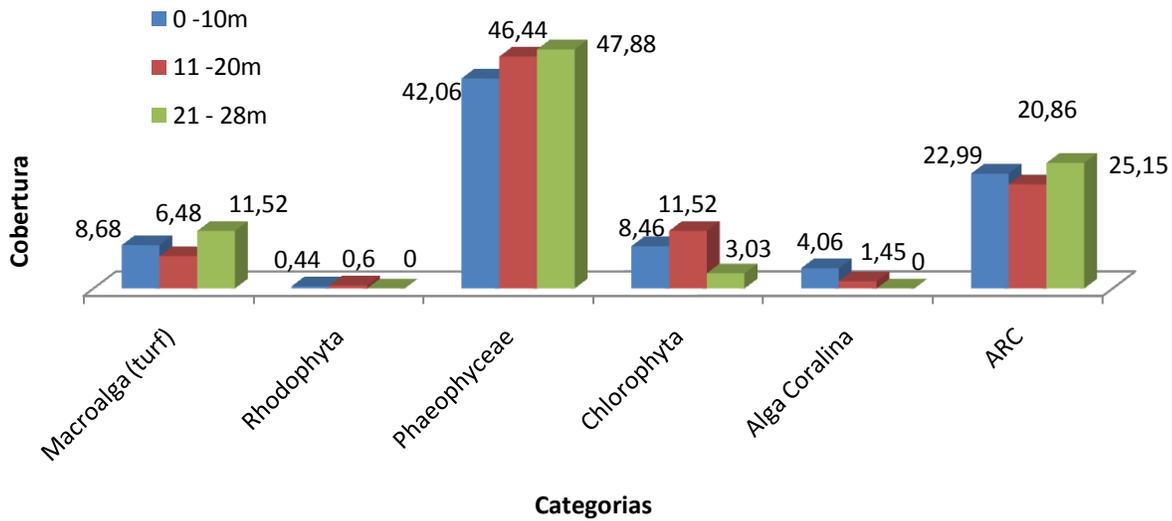


Figura 08

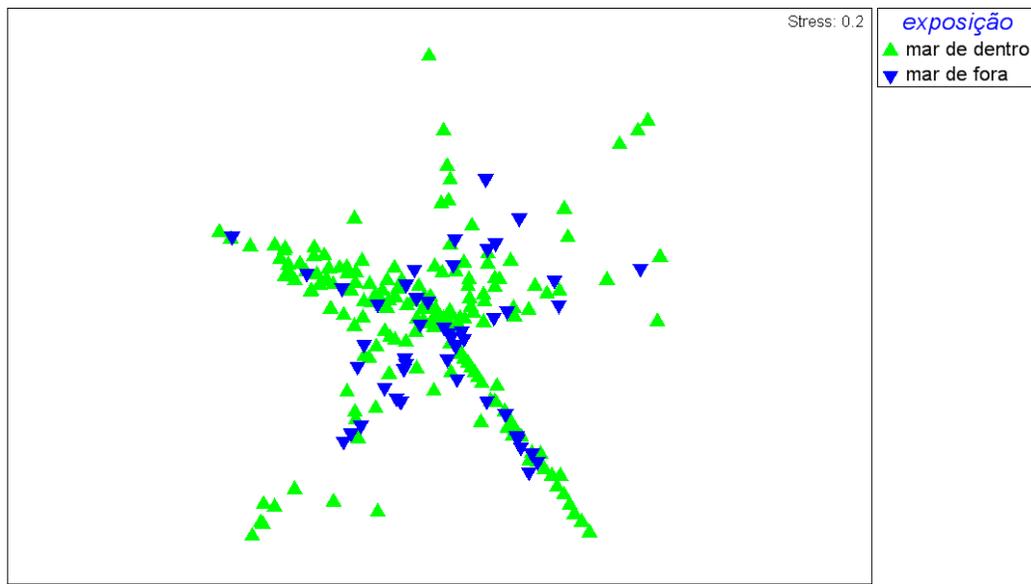


Figura 09

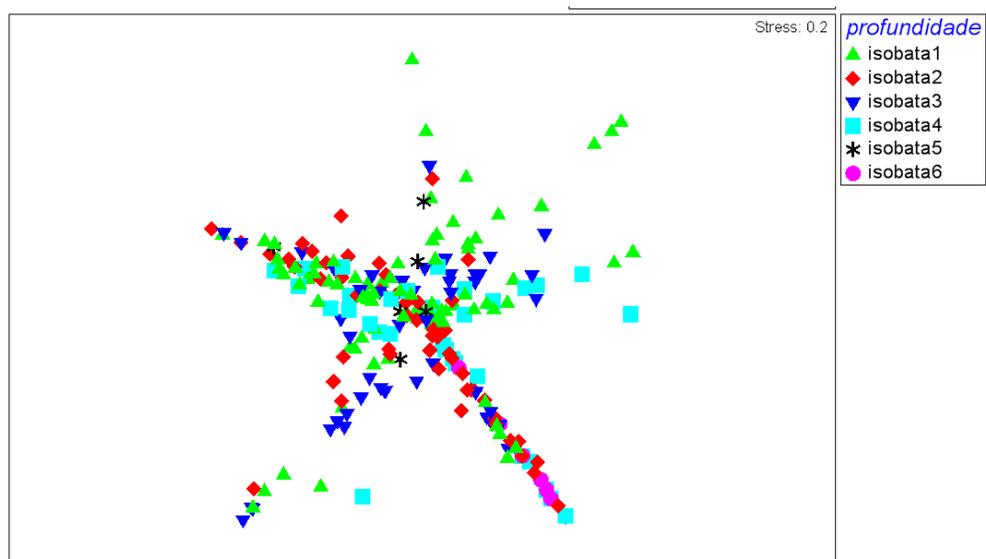


Figura 10

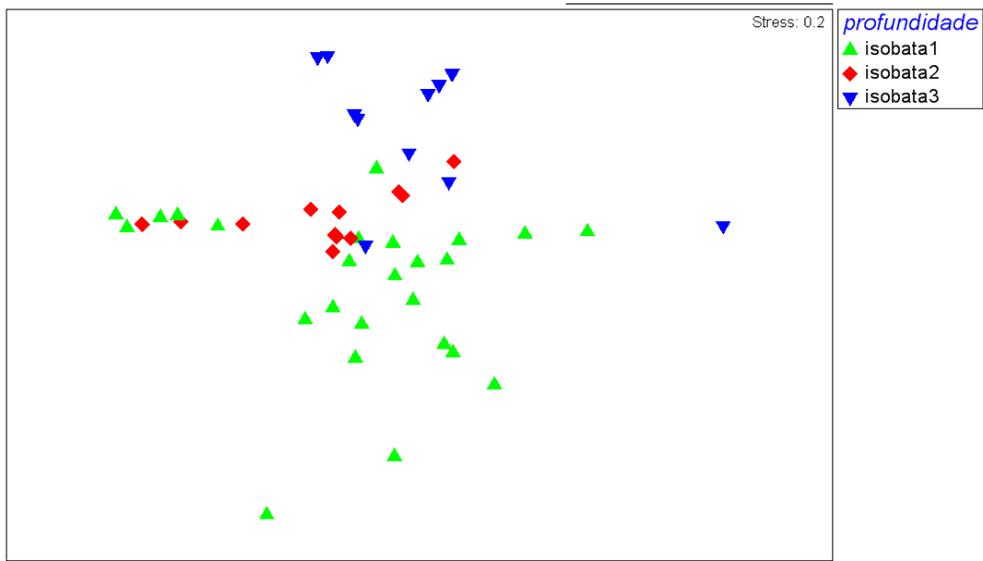


Figura 11

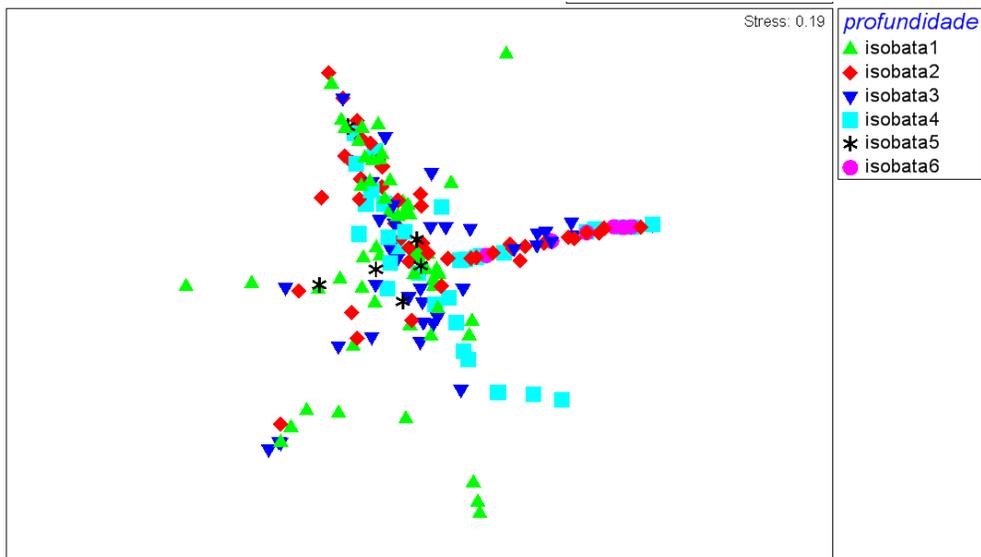


Figura 12

## 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Este estudo fez uma abordagem ecológica sobre a ficoflora do Arquipélago de Fernando de Noronha, verificando sua estrutura e composição, bem como o levantamento taxonômico das algas calcárias incrustantes.

Avaliando o número de espécies de algas calcárias incrustantes encontradas e levando em consideração que as ilhas oceânicas são regiões insulares de baixa diversidade (Mac Arthur & Wilson 1967, Burgos et al. 2009), o número de espécie é bastante expressivo quando relacionados ao baixo número de táxons encontrados nos trabalhos realizados no Brasil por Nunes et al. (2008) que encontraram 3 espécies para o estado da Bahia; Villas-Boas (2009), encontraram 4 espécies para Espírito Santo e Farias et al. (2010) duas espécies analisando o material coletado no litoral da Bahia, Espírito Santo e Santa Catarina. O baixo número de espécies encontrado parece ser uma tendência natural nos estudos das calcárias incrustantes, devido talvez a dificuldade de diagnóstico das espécies, que mesmo aliado a técnicas mais avançadas como a microscopia eletrônica de varredura, ainda não se tem delimitação segura de características diagnósticas.

O gênero *Mesophyllum*, melhor representado neste estudo é um dos mais bem estudados, porém a sua delimitação precisa ser aprimorada, assim como das espécies que o representam. Embora as características diagnósticas do canal do poro e do teto da câmara dos conceptáculos esporangiais foram consideradas estáveis por Woelkerling e Harvey (1993) e Keats e Chamberlain (1994). No entanto, para boa parte das 147 espécies de *Mesophyllum* descritas, estes caracteres não estão detalhados (Keats e Chamberlains 1994). Além disso, o referido grupo vem sofrendo com os impactos crescentes nas regiões

costeiras, assim como sua exploração direta (Riul et al 2009) O Arquipélago além de ser o local da espécie tipo, representa um sítio do gênero onde podemos encontrá-lo distribuído em diferentes localidades e protegidos da exploração dentro da área do Parque Nacional Marinho.

O uso de novas ferramentas para estudo de comunidades bentônicas, como o foto quadrado tem se mostrado valioso aliado no estudo de áreas protegidas, uma vez que diferente das técnicas usuais, não usam método destrutivos. Além de se tornar registros fotográficos permanentes, que poderão ser usados no futuro em novas abordagens, comparado a evolução das comunidades.

A análise da vegetação do infralitoral do arquipélago forneceu evidências que a flora subtidal de ilha oceânica, apresenta-se diferente do que vem sendo estudado para o continente, relatados em poucos trabalhos que abordam estrutura de comunidades (Martins et al., 2008; Horta et al. 2008 e Riul et al. 2009). O arquipélago, apresentou em seu infralitoral uma baixa riqueza de espécies, se comparada a flora do continente (Pereira et al 2002) assim como as demais ilhas oceânicas (Villaza et al 2006). Isso provavelmente se deve ao fato do ambiente além de está longe de outras áreas contaminantes e fora da escala de conectividade ecológica de ilhas oceânicas, possuir tamanho reduzido e sofrerem intensa herbivoria. Sendo assim, talvez a pressão exercida pela predação tenha sido um dos fatores responsáveis por a comunidade de macroalgas do arquipélago, se apresentar dominada por prados unialgais, uma vez que foi observada a ocorrência de herbivoria, por peixes, o que pode ter influenciado na atual paisagem apresentada.

O arquipélago apresenta grande diversidade marinha de organismos bentônicos sobretudo relacionada a ficoflora como abordado acima. A distância do continente e

controle turístico na ilha, são os fatores que contribuem para a maior diversidade. No entanto as perdas de diversidade marinha são maiores na região costeira em função dos usos conflitantes destas áreas (Gray 1997).

# Botanica Marina: Information for authors

## Scope of *Botanica Marina*

The journal publishes contributions from all of the disciplines of marine botany at all levels of biological organisation from subcellular to ecosystem. Subject areas are: marine algal and marine angiosperm systematics, floristics, biogeography, ecology, biochemistry, molecular biology, genetics, chemistry, industrial processes and utilisation; marine mycology and marine microbiology. Original knowledge is disseminated to provide synopses of global or interdisciplinary interest, and to stress aspects of utilisation.

Applied science papers are especially welcome, when they illustrate the application of emerging conceptual issues or promote developing technologies.

Checklists or equivalent manuscripts may be considered for publication only if they contribute new information on taxonomy (e.g., new combinations), ecology or biogeography of more than just local relevance. Checklists should be focused to highlight original information.

## Editorial policy

*Botanica Marina* publishes full-length contributions, short communications, reviews and book reviews in English only. Manuscripts submitted are read critically by at least two referees. The Editor-in-Chief is responsible for all decisions regarding publication. In most cases, a decision will be made in consultation with an Associate Editor.

*Botanica Marina* is accredited with the International Association for Plant Taxonomy for the registration of new names of algae and fungi (including fossils).

Submissions must be original in that the information is not copyrighted, published or submitted elsewhere, except in abstract form. Scientific originality should be demonstrated by a contribution to knowledge beyond the confirmation state. Originality should relate to more than a particular year, place, taxon or chemical compound.

Contributors must conform to standards of responsible authorship in the following ways:

1. All of the authors must accept responsibility for the entire content of submitted manuscripts. Multi-authored submissions must provide cover letters signed by all co-authors (may be provided by e-mail or fax), plus forms "Responsible authorship" (see below).
2. Authorship is restricted to those who have made a significant contribution to the conceptual design of the work, the execution of the study, data analysis or writing of the manuscript. "Honorary" authorship is strongly discouraged. The cover letter with each submission should show how authors have contributed significantly.
3. The authors must describe safeguards to meet standards of ethical conduct of research (e.g. approval of research protocols by institutional committees).
4. All manuscripts must be free of any kind of prejudice, including gender and racial stereotyping.
5. Excessive "splitting" of work to produce more publications is strongly discouraged.

The journal has a "Forum" section. Authors are invited to write letters to the editor expressing their opinions on hot/difficult scientific issues pertinent to the biology and/or utilisation of marine algae, fungi, other microorganisms and marine angiosperms (e.g., introduction of commercial algal species for farming in exotic locations; or genetic engineering of farmed seaweeds).

There are no special instructions for formatting letters to the editor, except that they must be prepared in MS Word for online submission.

When there is more than one author, each must sign accepting responsibility for the entire content of the letter. Letters may or may not be externally reviewed.

## Submission of manuscripts

Manuscripts must be submitted online at:

<http://botmar.edmgr.com>

At this web site, you will find detailed information on allowable document types and file formats. Check carefully before proceeding with submissions. Each manuscript should be accompanied by

a cover letter containing a brief statement by the authors as to the element of novelty upon which they base their request for publication in *Botanica Marina*. Each submission must be accompanied by the journal-specific "Checklist" and form "Responsible authorship" (see below). The authors may indicate the names, full postal addresses, telephone and fax numbers, and e-mail addresses of four impartial potential peer reviewers.

Please note: Authors without access to high speed internet, please contact the Editorial Office for immediate assistance.

## Preparation of manuscripts

### General format and length

Before submitting a manuscript, authors should check to ensure that the following instructions have been rigorously followed. Manuscripts that differ from the specifications will be returned for correction before review.

The text must be carefully checked for grammatical and typing errors to avoid correction in the proof. All tables and calculations should also be carefully checked. Non-English speakers are strongly encouraged to have their manuscripts checked by a native speaker before submission.

Manuscripts must be prepared in 12-point font size, double-spaced throughout, with a left-hand margin of 4 cm and a right-hand margin of 2 cm for A4 or American letter-sized paper. Do not right justify the text. Full-length papers and reviews should not exceed 30 manuscript pages. Short communications should not exceed 10 manuscript pages.

Use upper and lower case for headings and names. Do not use the ampersand (&) between names (with the exception of company names). References within the text body are quoted by the author name and year system and, if necessary, by page number(s). If the reference consists of three or more author names, the first name is followed by et al.

### Font marking/Dimensions and units

*italics* are used for Latin (though not for standard abbreviations like et al., i.e., ca., vs.), names of periodicals and volume, titles of books in references and certain parts of chemical formulas.

SMALL CAPITALS are used for M (molar) or N (normal).

The metric system must be used (with the exception of nautical mile = one minute of latitude). SI units are required. Compound units are given with the proper exponent without a point (period), e.g., gO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup>dw h<sup>-1</sup>.

### Nomenclature

Authors are asked to follow the recommendations of the CBE Style Manual (Council of Biological Editors, Committee on Form and Style, American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C., U.S.A.).

The recommendations of the

- International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC),
  - International Union of Biochemistry (IUB),
  - International Code of Botanical Nomenclature,
  - Système International d'Unités (SI),
  - American National Standard for the Abbreviation of Titles of Periodicals,
  - World List of Scientific Periodicals
- are binding.

### Structure of the text body

**General.** Full-length papers should be organised into Title page, Abstract, Keywords, list of non-standard Abbreviations, Introduction, Materials and methods, Results, Discussion and Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, and Figure legends.

Short communications should be subdivided into Abstract, Keywords, list of non-standard Abbreviations, and a single section of main text without headings. Experimental procedures should be described in legends to figures or footnotes to tables. Acknowledgements and References should be presented as in full-length papers.

# Botanica Marina: Information for authors

**Title page.** The title page should contain a concise title, the name(s) of author(s), the complete postal address(es), e-mail addresses and/or fax numbers, and a running title of maximum 50 characters. Footnotes may be added on this page only.

**Abstract/Keywords/Abbreviations.** A concise abstract of maximum 200 words for full-length papers and reviews, or maximum 100 words for short communications should be on the second page. The content of the title must not be repeated. Do not give authorities for species/genus names in the abstract. Begin the abstract by stating the scientific question of concern. Explain the methods used to tackle the question. The results should be outlined briefly and put into a concise broad perspective.

Up to 5 keywords, specific of the article, are to be listed after the abstract.

The journal accepts standard *Journal of Biological Chemistry* abbreviations. All non-standard abbreviations should be listed alphabetically (e.g.: DIN, dissolved inorganic nitrogen;) after the keywords. In the text body, the abbreviation is spelled out at first mention. Thereafter, only these abbreviations are to be used.

**Introduction.** The introduction must define the problem within the context of existing knowledge. Ensure that those not working in your particular field are able to understand the objectives of the work.

**Materials and methods.** Be as concise as possible, but with sufficient detail to enable others to repeat your work. All Latin binomials should have the correct authorities quoted at their first citation (but not in the abstract) or at some convenient point such as a list of species.

**Results.** Only material pertinent to the subject may be included. Data must not be repeated in figures and tables.

**Discussion and Conclusion.** This part should interpret the results in relation to the problem outlined in the introduction. The discussion should place the results within the context of the broad scientific discipline of the study. A conclusion should be added if results and discussion are combined.

**Acknowledgements.** Acknowledgements may be used to credit support.

**References.** The reference section must contain an alphabetical list of all published works cited in the text body, tables or in figure legends. Only the initials of the first author's name are placed behind the surname (family name). Repeated names in consecutive references are typed out in full. All works in the list of references must have author, date, title, full details of publication and page numbers. When referring to a thesis, the name of the institution from where it is available must be given. Titles of theses should not be italicised. Abbreviate journal titles according to the World List of Scientific Periodicals. If a journal is not within the World List, use the same abbreviation procedure. In case of uncertainty, write out a journal title in full. The number of a fascicle in brackets after the volume number should be given only if the volume is not paginated consecutively. National origin of a journal is to be provided only in cases of possible confusion. Citation of transliterated or translated titles must include an indication of the original language, e.g. (in Russian).

Please note the following bibliographical examples:

\* Articles in journals:

Thake, B., L. Herfort, M. Randone and G. Hill. 2003. Susceptibility of the invasive seaweed *Caulerpa taxifolia* to ionic aluminium. *Bot. Mar.* 46: 17–23.

\* Books:

Sze, P. 1998. *A biology of the algae*. 3rd edition. WCB/McGraw-Hill, Boston. pp. 278.

\* Articles/Chapters in books:

Uden, N. van and J.W. Fell. 1968. Marine yeasts. In: (M.R. Droop and E.F. Ferguson Wood, eds) *Advances in microbiology of the sea*. Academic Press, London. pp. 167–201.

**Figures.** Figures must be numbered in Arabic numerals consecutively as they are mentioned in the text. Legends of figures must be typed together as a list on a separate page. The size of the figure, its lettering and its lines, must be carefully considered. Figures will be reduced as far as possible, preferably either to the width of one column (80 mm) or two columns (165 mm). The length of a column is 252 mm. The size of a letter in a reduced figure should be about 2 mm high. For a figure that is to be re-

duced to 1/4 of its size, lines of 0.5 to 0.8 mm and 12 to 16 point bold or medium bold letters are recommended.

Magnifications should be given as bar lines in the figure and defined in the legend. Photographic illustrations may be mounted as plates, but must be clearly marked with the figure number and divided by white lines not more than 2 mm wide.

When drawing bar graphs, use patterning instead of grey scales. Lettering of all figures should be uniform in style.

Do not embed figures within the text body of submitted manuscripts. Submit figures separately.

Photographs must be of good contrast as there is a loss of contrast in printing. The printing of coloured photographs is possible on request. To partially offset the cost of production, colour figures will be printed with the following charges to the author: € 350.00 for the first illustration and € 250.00 for each subsequent illustration in one article.

Electronically submitted figures should be provided in a generic graphics format as pointed out at <http://botmar.edmgr.com> (link "Supported file formats"). For reproduction, high resolution images (minimum 600 d.p.i) are required

**Tables.** Tables are numbered in Arabic numerals followed by the title. Additional explanations should go underneath the table. Footnotes are referenced by superscript numbers. No vertical lines will be printed. The maximum width of a printed table is 60 characters in 1 column, 125 characters in two columns, and 190 characters in broadside.

Each table should be printed on a separate manuscript page with its legend.

## Processing of manuscripts

### Reviewing/Revised manuscripts

Submitted papers will be reviewed independently by at least two peers selected either by the Editor-in-Chief, or by an Associate Editor. The corresponding author will be informed directly by the Editor-in-Chief when a decision has been made on manuscript acceptability. Papers subject to revision must be returned within three months (two months if a Short Communication) after the author has been notified of the decision. Revised manuscripts must also be submitted online at <http://botmar.edmgr.com> Please note: Authors without access to high speed internet, please contact the Editorial Office for immediate assistance.

### Manuscripts accepted for publication

For typesetting of accepted manuscripts, a Microsoft Word document containing the final text must be submitted. In this final version, adherence to the guidelines given above is a strict requirement. For reproduction, figures must be saved as separate files; only TIFF or EPS formats are acceptable. Please check the final file of the article carefully because spelling mistakes, inconsistencies and errors will be faithfully translated into the typeset version.

### Proofs/Copyright Transfer Statement

After typesetting, the corresponding authors will receive proofs of their manuscripts. The proofs should be carefully checked for printer's errors. Changes other than printer's errors will be charged at cost. With the proof, the author receives a copyright transfer statement to be signed by the author. The proofs and the copyright transfer statement should be returned immediately.

### Offprints

The electronic files of typeset articles in Adobe Acrobat PDF format are provided free of charge and are sent to the e-mail address of corresponding authors upon publication. Paper offprints can be purchased at a minimum of 100 copies; an offprint order form will accompany the proofs and should be completed and returned immediately.

### Please contact the Editorial Office if you have any further questions:

Phone: +49-30-26005-279, Fax: +49-30-26005-325  
E-mail: [bot.mar.editorial@degruyter.com](mailto:bot.mar.editorial@degruyter.com)  
[www.degruyter.com/journals/bm](http://www.degruyter.com/journals/bm)

## Journal of Phycology

### Author Guidelines

**SUBMISSION OF MANUSCRIPTS** Submission of manuscripts to the *Journal of Phycology* is through our online manuscript submission and review system, ScholarOne Manuscripts, a ScholarOne product that is provided by Wiley-Blackwell.

To submit your manuscript, please go to <http://mc.manuscriptcentral.com/jpy>.

The online submission is a step-by-step process; full instructions are provided, and additional support is available online. Authors will be able to track the progress of their manuscripts and will be notified when referee and editor comments are available online. Use of ScholarOne Manuscripts will facilitate the transfer of manuscripts between associate editors and reviewers.

**EDITORIAL POLICY** The *Journal of Phycology* publishes all aspects of basic and applied research on algae to provide a common medium for the ecologist, physiologist, cell biologist, molecular biologist, morphologist, taxonomist, geneticist, and biochemist, among others. Papers are accepted on the basis of their original and meritorious data and ideas and potential impact on the field. Preliminary notes and progress papers are unacceptable. Manuscripts may be submitted in the form of research articles or research notes. Manuscripts describing new techniques are welcome; they should include data that illustrate the usefulness of the technique. Reviews and minireviews are generally solicited, but interested authors are encouraged to contact the editor. Comments may be submitted that describe methods or equipment, that discuss papers previously published in the Journal, or that discuss other topics of interest to our readers. Comments will be reviewed. Manuscripts submitted must not have been published, accepted for publication, or be under consideration elsewhere. Authors should make appropriate depositions of materials to accession services (e.g., culture collections, herbaria, GenBank, etc.) to permit future work by the scientific community.

All manuscripts must be typed in a 12-point font and must be DOUBLE-SPACED THROUGHOUT, including the literature list, tables, table headings, figure legends, and so forth. Times New Roman font is preferred; do not use a *sans serif* font such as Arial, Helvetica, or Geneva. Each page of the manuscript should be **numbered**, including the title page. It is also suggested that you number the lines of your manuscript to facilitate the review/editing process. **Do not justify right margins** or use boldface for headings. Type all headings flush left; italicize subheadings. The Abstract and Results should be written in past tense, except in the case of descriptions of new species. For those species specifically studied in the research, Latin names of algal species should have the taxonomic author(s) of the name listed when first used. To find the taxonomic author(s), check the Algaebase Web site (<http://www.algaebase.org>); the accepted form of the author's name should be used by accessing the International Plant Names Index (<http://www.ipni.org/index.html>). New taxa must be established in accordance with the latest International Code of Botanical Nomenclature.

Authors must mail a signed Copyright Agreement Form (CAF) to the editorial office (Journal of Phycology Editorial Office, Department of Biological Sciences, Science Hall 2, Room 129, California State University San Marcos, 333 South Twin Oaks

Valley Road, San Marcos, CA 92096-0001, USA) at the time of manuscript submission. (The editorial office must have the original signed hard copy on file for legal purposes.) The CAF can be downloaded from ScholarOne Manuscripts or by contacting the editorial office ([jphycol@csusm.edu](mailto:jphycol@csusm.edu)). Permission to cite another scientist's unpublished work must be verified by e-mail/letter communication by that individual to the editorial office at the time the manuscript is submitted.

RESEARCH ARTICLES—The following sequence should be used.

1. **Title page**—This page gives the concise title, including class or division (phylum) designation when a genus or species name is included. Do not include taxonomic authors of scientific names in the title. Use full name (including first name for aid in bibliographic work) of the author(s) and complete address with ZIP or postal code. Place a superscripted number one (<sup>1</sup>) after the last word of the title to correspond to a footnote that will indicate date of submission and acceptance. Also indicate the author to contact regarding correspondence by a superscripted number two (<sup>2</sup>); include an e-mail address, phone, and fax number for the corresponding author. Please ensure that the e-mail address is valid, as this will be the address to which article proofs are sent, as well as reader communication after publication of the article. Include a condensed running title of no more than 35 letters and spaces.

2. **Abstract**—This is a concise abstract (no more than 250 words) of the investigation with the objectives, results, and conclusions included. Include scientific names of key organisms (with taxonomic authors for those species studied in the research). New taxa described in the manuscript must be mentioned. Do not repeat information in the title or make reference to the literature. At the end of the Abstract, list 5 to 10 Key index words (arranged alphabetically) for aid in indexing. Include a section of Abbreviations after the Key index words. List the abbreviation, followed by what it means written out in full (e.g., GFP, green fluorescent protein). Common abbreviations (e.g., DNA) do not need to be listed; a list of abbreviations that do not need to be spelled out appears at the end of these instructions. The Abstract, Key index words, and Abbreviations should be in roman type (not italicized), except for scientific names.

3. **Introduction**—This is a brief description of the purpose of the investigation and of pertinent background literature specific to the research project. It should not be a general review of the field. It should take into consideration those who are not experts in the particular area.

4. **Materials and Methods**—Describe the methodology used in the study in sufficient detail to permit the study to be replicated by another scientist. Whenever possible, give sources of materials in detail. If cultures are used, indicate the strain or clone number and the availability. If study sites are mentioned, provide the latitudes/longitudes. For materials and supplies (including software), indicate the source (company name, city, state, country) on first reference. This manufacturer and location information should be provided for all brand-name products. For example, DAPI (Sigma Inc., St. Louis, MO, USA). In addition, list the model number for equipment used, as appropriate. Use metric units (*Système International d'Unités*, SI) and SI style (e.g.,  $\text{mmol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ).

5. **Results**—Only results of the study should be included here. Rationale for undertaking certain aspects of the investigation, methods, techniques, and so forth, must be excluded. Cite each figure and table in the text in order of presentation (e.g., Fig. 1 before Fig. 2, Table 9 before Table 10). When tables or figures are presented, cite only the significant results in the text. Do not duplicate the presentation of data in both a figure and a table. Tables of specimens studied should be placed in supplementary

materials. Photographs should only be included if necessary to illustrate results. Include statistical analyses or other indicators to enable assessment of the variance of replicates of the experiments.

6. **Discussion**—The significant results and their importance to the study and to the discipline in general should be discussed. Reference to illustrative material should be minimal and should be provided only when necessary to emphasize a specific interpretation. Repetition of the Introduction should be minimized. The Results and Discussion may be combined, in which case a Conclusions section might be advantageous.

7. **Acknowledgments**—This section is to be used as necessary to acknowledge an institutional paper number and financial and other assistance.

8. **References**—Citations in the text are in chronological, then alphabetical order (e.g., Scott and Fischer 1992, Mannos et al. 2006, Mowbray 2008). References in the reference list must be arranged alphabetically. Arrange multiple references by the same author(s) chronologically. The author is responsible for verifying the accuracy of unpublished citations. Double-space all references and check them against the originals for accuracy. Type references flush left (i.e., without hanging indents) with an extra space between citations; they will be formatted properly at the press. Journal titles should be abbreviated following the BIOSIS SERIAL SOURCES, which is published each December and is available in most libraries (or go to <http://www.library.uq.edu.au/faqs/endnote/biosciences.txt>). If in doubt about any journal abbreviation, include the full title. The style to be used for references is as follows:

Journal articles:

Harrison, W. G. 1973. Nitrate reductase activity during a dinoflagellate bloom. *Limnol. Oceanogr.* 18:457–65.

Mann, H., Mann, S. & Fyfe, W. S. 1987. Aragonite crystals in *Spirogyra* sp. (Chlorophyta). *J. Phycol.* 23:506–9.

Contribution to a book:

Droop, M. R. 1974. Heterotrophy of carbon. In Stewart, W. D. P. & Pierce, C. E. [Eds.] *Algal Physiology and Biochemistry*. Blackwell, Oxford, UK, pp. 530–59.

Book:

Smith, G. M. 1950. *The Fresh-Water Algae of the United States*. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., New York, 719 pp.

Thesis:

Sanderson, B. L. 1998. Factors regulating water clarity in northern Wisconsin lakes. Ph.D. dissertation, University of Wisconsin, Madison, 227 pp.

Online sources/software:

Verbruggen, H. 2008. *TreeGradients*. Available at: <http://www.phycoweb.net> (last accessed 12 October 2008).

Swofford, D. L. 2003. *PAUP\*: Phylogenetic Analysis Using Parsimony (\*and Other Methods)*, Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

References that pertain only to supplementary materials are not included in the manuscript References section but should be submitted with the supplementary material to which they correspond.

9. **Tables**—Tables should be created using the Table function in Word (rather than using tabs). Place a descriptive title at the top of each table. Start each table on a new page. The title and table contents must be typed double-spaced throughout in 12-point font. Number tables with Arabic numerals (e.g., Table 2). Keep footnotes to a minimum, and use superscripted letters (<sup>a, b, c</sup>) for footnotes rather than symbols or numbers. As vertical lines cannot be typeset, any table requiring such is considered a figure. Complex tables will be set at the author's expense, unless they are submitted as a camera-ready figure that can be treated as a line drawing.

10. **Figures**—For submission of your final manuscript, we must receive your artwork in digital format. Each figure should be submitted as a separate TIFF, PDF, or EPS file created at a resolution of 300 dpi or higher at final size. (Combination images, or images that contain both vector and bitmap graphics, could be supplied at a higher resolution to prevent image quality loss in the bitmap graphics, such as in the symbol keys. The recommended figure size for combination images is 600 dpi at final size.) Images must be provided as either one column (3¼" or 8.2 cm) or two column (6¾" or 17.5 cm) width and no more than 8 inches (18–20 cm) in height.

A note on resampling: If your image size is less than 300 dpi at final size, you must re-create the figure. You cannot increase the resolution of a lower resolution figure by simply resaving it at 300 dpi—this will not result in a higher-quality image, and the result may be pixilated or grainy images and poor text quality. More details on submitting artwork can be found on the Web site at:

[http://authorservices.wiley.com/prep\\_illust.asp](http://authorservices.wiley.com/prep_illust.asp).

All terms, abbreviations, and symbols should correspond to those used in the text of the paper. It is preferable to include a symbol key on line drawings. Component figures (panels) within a plate should be labeled with letters, not numbers (e.g., a, b, c, not 1, 2, 3).

a. *Drawings, graphs*—Labeling on line drawings must be large enough to be read easily after reduction; many line drawings are reduced to one-column width. Use the reducing function on a photocopy machine to check that the labeling is of sufficient size. The outer line on bars or boxes should be adequately sized for reduction (at least 1-point font). Italicize names of species in line art. For drawings, place a measured mark (scale line) on the drawing to facilitate determination of magnification. Do not use two shades of grays in histograms. Line art will be reproduced from electronic files. Axis labels should be of uniform font and size and should not be bolded. Use an initial capital letter for the first word of each label (e.g., Relative carbon content). If units are included in the label, use SI style (e.g., mg·L<sup>-1</sup>). Numerals should include a comma in the thousands place (e.g., 1,200).

b. *Photographs*—Individual photographs forming a plate should be of equal contrast to facilitate printing. Each photograph must be squared accurately, and a thin white line should be inserted between them. A measured mark for scale determination must be included. Scale length may be indicated directly above the scale or in the legend.

c. *Color*—The charge for color in print is \$700 per figure. Authors who do not have funding for color may apply to the editor for a waiver, which will only be granted should there be a scientific need for color, as established during peer review.

d. *Legends*—Legends must be *typed double-spaced in paragraph form* and placed together on a separate sheet in the manuscript document you submit. Do not

repeat details included in the text, but give enough explanation for adequate interpretation. See recent issues of the Journal for format.

**11. *Supplementary Tables and Figures***—Wiley-Blackwell is able to host online approved supplementary material that authors submit with their paper. Supplementary material must be important, ancillary information that is relevant to the parent article but which does not or cannot appear in the printed edition of the journal. More information about guidelines for supplementary material can be found at the Web site: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/suppmat.asp>. Supplementary materials should be submitted as files separate from the main manuscript document. Each supplementary item should be submitted as a separate file. Tables, figures, or data appendices should be numbered S1, S2, etc. (i.e., Table S1, S2, etc.; Figure S1, S2, etc.; Appendix S1, S2, etc.). For supplementary figures, unlike the main manuscript figures, the figure and legend should appear together. The editorial office may suggest that additional figures or tables be moved to supplementary materials (e.g., list of specimens analyzed). References that pertain only to supplementary materials are not included in the main manuscript References section but should be submitted with the supplementary material to which they correspond.

**RESEARCH NOTES AND REVIEWS**—Research notes occupying one to three printed pages are acceptable. Use the same general format as that of research articles, except for the headings, which must be removed (with the exception of the Abstract). Minireviews occupy three to eight printed pages and are in commentary style; use only one set of headings (i.e., no subheadings) and include a brief abstract. Reviews occupy up to 20 printed pages and can include several levels of headings. *Note: estimate three typed pages of text for every printed journal page.*

**COVER SUBMISSIONS** Particularly good photographs that pertain to a paper being submitted will be considered for use on the cover. Submit the image file(s) at 300 dpi or better resolution, in either TIFF or EPS format, with the final copy of the manuscript—preferably scalable to a 12.7 × 17.8 cm (5 × 7 inch) format. Include a brief legend for the inside front cover (sent as a separate Word document).

## **REVIEW OF MANUSCRIPTS AND SUBMISSION OF REVISED**

**MANUSCRIPTS** Every article submitted is reviewed by the editor and an associate editor for scientific merit and potential impact on the field, plus conformity to the editorial policy and to the style of the Journal. Papers meeting these requirements are then anonymously peer-reviewed by at least two referees and an associate editor, the editor, or a member of the editorial board. The decision regarding acceptance or rejection of a manuscript is the responsibility of the associate editors and the editor, with the editor assuming final responsibility. The associate editor will usually correspond with the designated author during the review process. It is the corresponding author's responsibility to communicate to the other authors any changes made to the manuscript in revision and to ensure that all authors are aware of the contents of the paper. A manuscript that has been rejected may be resubmitted in six months only if the author(s) are able to present new data that address the concerns of the reviewers. Manuscripts returned to authors for revision following review must be resubmitted within six months of the date the revision was requested. Most manuscripts are published within four months of acceptance. Please go to ScholarOne Manuscripts (<http://mc.manuscriptcentral.com/jpy>) for instructions on submitting your revised paper

online (only papers that were originally submitted online may be submitted online as revised manuscripts).

### **AUTHOR SERVICES**

Online production tracking is now available for your article through Wiley-Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article—once it has been accepted—through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. It is important to ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/default.asp> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission, and more.

### **OPEN ACCESS**

**Wiley-Blackwell provides an open access** option called OnlineOpen. OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see [http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen\\_Terms](http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms). Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: <https://onlinelibrary.wiley.com/onlineOpenOrder>

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

**PROOFS AND OFFPRINTS** Instructions for electronically downloading page proofs will be sent to the corresponding author directly by Wiley-Blackwell, along with supporting documents, including instructions for reviewing your proofs, a page and color charge form, and information about ordering hard copy offprints. Please note: If you wish to order hardcopy offprints, you must place an order before the article has gone to press. Hardcopy offprints are only available for purchase prepublication of an article. The page proof corrections must be returned to the editorial office immediately (within 48 hours, excluding weekends and holidays), and the page charge form should be returned to the publisher (as indicated on the form).