

**SUELLEN GOMES BRAYNER**



**TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO DOS  
REPRESENTANTES DA ORDEM NEMALIALES NA  
COSTA DO NORDESTE BRASILEIRO**

**RECIFE**

**2011**

**SUELLEN GOMES BRAYNER**

**TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO DOS  
REPRESENTANTES DA ORDEM NEMATOIDES NA  
COSTA DO NORDESTE BRASILEIRO**

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

**RECIFE**

**2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA –  
PPGB**

**TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO DOS  
REPRESENTANTES DA ORDEM NEMATOIDES NA  
COSTA DO NORDESTE BRASILEIRO**

Orientador(a):

Dra. Sonia Maria Barreto Pereira

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Conselheira:

Dra. Mariana Cabral de Oliveira

Universidade de São Paulo (USP).

**RECIFE**

**2011**

### Ficha catalográfica

C331t Brayner, Suellen Gomes  
Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemaliales  
na Costa do Nordeste Brasileiro / Suellen Gomes Brayner – 2010.  
160f.: Il.

Orientadora : Sonia Maria Barreto Pereira  
Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal  
Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia.  
Inclui anexo e bibliografia.

CDD 582

1. Taxonomia
2. Rodofíceas
3. Nemaliales
4. Morfologia \*
5. Filogenia molecular
6. *rbcL* e UPA
7. Atlântico Americano
8. Litoral nordestino
- I. Pereira, Sonia Maria Barreto
- II. Título

**TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO DOS  
REPRESENTANTES DA ORDEM NEMATÓIDES NA  
COSTA DO NORDESTE BRASILEIRO**

**Suellen Gomes Brayner**

Tese aprovada pela Banca examinadora:

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

Dra. Sonia Maria Barreto Pereira - UFRPE  
Presidente

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

Dra. Ariadne do Nascimento Moura - UFRPE  
Titular

\_\_\_\_\_  
Dra. Enide Eskinazi-Leça – UFPE  
Titular

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

\_\_\_\_\_  
Dra. Silvia Maria Pita de Beauclair Guimarães - USP  
Titular

\_\_\_\_\_  
Dra. Iva Caneiro Leão - UFPE  
Suplente

\_\_\_\_\_  
Dra. Adilma de Lourdes Montenegro Cocentino - UFPE  
Suplente

**Data da Aprovação:**    /    /

**Recife**

**2011**

Dedico às quatro pessoas mais importantes da minha vida: José Luiz Brayner (*"in memoriam"* - Pai), Arleide Brayner (Mãe), Heitor Barros (Marido) e Sarah Barros (Filha).

## Agradecimentos

À Deus por seu imenso amor, infinita misericórdia e graça por ser um amigo fiel sempre me sustentando nos momentos mais difíceis e me conduzindo a grandes vitórias.

Aos meus pais, José Luiz Brayner (in memoriam) por todo amor e carinho que me dedicou enquanto estava ao meu lado, motivo de muito orgulho para mim e Arleide Gomes Brayner que tanto me apoiou e incentivou em todos os momentos, sejam de vitórias, sejam de lágrimas, a qual serve de espelho para a minha vida.

Ao meu marido, Heitor Barros, presente de Deus, por todo amor, carinho, apoio e compreensão nos momentos que mais precisei, além de todo incentivo, luta e esforço para a concretização deste sonho.

A minha filha, Sarah Brayner Barros, presente de Deus, pelo amor incondicional, momentos de alegria e pela grande realização como mulher.

As minhas irmãs e cunhados Rosângela e Carlos Eduardo, Ana Elizabeth e Idalmir que tanto amo, por estarem sempre ao meu lado me apoiando, sustentando e crescendo junto comigo.

Aos meus sobrinhos Ana Elise, Luiz Henrique, Luiz Eduardo e Caio Lorenzo, os quais amo, por não reclamarem de uma tia cansada e estressada, geralmente sem tempo.

À Sonia Maria Barreto Pereira pela orientação, incentivo. Além de me proporcionar um amadurecimento e apoio na minha vida acadêmica.

À Mariana Cabral de Oliveira pela orientação nas questões relacionadas a biologia molecular, além da dedicação e incentivo a aprendizagem.

À Maria Elizabeth Bandeira Pedrosa e a Profa. Enide Eskinazi Leça por todo carinho, dedicação e incentivo à pesquisa.

Aos amigos Paula Fortunato, Douglas Burgos, Khey Albert, Maria de Fátima Carvalho e Fernando Scherner pelo apoio e aprendizagem.

Aos amigos do LABOFIC, Leonardo Xavier, Talita Oliveira, Vanessa Carvalho, Nahum Castro, Janson Job pela aprendizagem.

Aos amigos que já fizeram parte do LABOFIC (PPGB): Nádja Maia Batista de Oliveira, Gisele Maria Pereira Dias, Maria das Dores dos Santos, Danielle Gomes Pereira de Lima e Fernanda Alves Ribeiro.

À Iêda Ferreira e Carolina Franco pelas orientações e ensinamentos nos protocolos de biologia molecular.

Aos amigos de São Paulo, Rose e Cláudio, Clarissa e Renan, por tudo que fizeram por mim, pelo apoio, incentivo, carinho e por se tornarem, amigos mais chegados que irmãos.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Botânica pelo apoio com as coletas na pessoa da Profa. Carmen Zíckel. Além do respeito e incentivo aos alunos deste Programa.

À Universidade de São Paulo (USP) pelo apoio logístico e laboratorial para o desenvolvimento da parte de Biologia Molecular da minha Tese.

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

À Professora Ariadne Moura pela doação de substâncias muito importantes na execução dos protocolos de biologia molecular.

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

À ex-Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), o Coordenador Dr. Ulysses Paulino Albuquerque e Vice-Coordenadora, Dra. Cibele Cardoso de Castro, pelo respeito e incentivo aos alunos deste Programa.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação Margarida Clara, Kênia Azevedo, Ericka Soares, Marileide Santana e Manasses Araújo pela atenção, presteza e respeito que sempre dispensaram aos alunos deste programa.

À Professora Suênia Lyra e à Professora Mariana Guimarães pelas importantes orientações na construção dos abstracts.

Aos amigos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização de mais uma etapa.



## Sumário

Resumo	
Abstract	
1.Introdução .....	12
2.Revisão dos estudos taxonômicos da ordem Nemiales .....	15
3.Referências Bibliográficas .....	23
Anexos	
4.Resultados .....	43
4.1.Manuscrito a ser enviado para a Revista Nova Hedwigia .....	44
Artigo I: Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemiales (Rhodophyta) nas formações recifais do Nordeste Brasileiro.....	44
Resumo	
Abstract	
Introdução .....	47
Material e métodos .....	48
Resultados .....	50
Chave de identificação das espécies analisadas .....	50
Descrição das espécies .....	52
Aspectos taxonômicos e de distribuição da ordem Nemiales no Nordeste do Brasil .....	73
Referências Bibliográficas .....	76
Anexos do Manuscrito I	
4.2.Manuscrito a ser enviado para a Revista Journal of Phycology .....	101
Artigo II: Análises filogenéticas dos representantes da Ordem Nemiales do nordeste brasileiro (Rhodophyta) baseadas nas sequências dos marcadores moleculares UPA e <i>rbcL</i> .....	101
Resumo	
Abstract	
Introdução .....	104
Material e métodos .....	106
Resultados .....	112
Discussão .....	115
Agradecimentos .....	119
Referências Bibliográficas .....	120
Anexos do Manuscrito II	
5. Cosiderações finais .....	143

## Resumo

A Ordem Nemaliales possui representantes com talos cilíndricos ou ligeiramente achatados, ramificados, e com organização multiaxial. Esses organismos estão distribuídos, principalmente, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico). O maior registro para o litoral brasileiro encontra-se no Nordeste (19 espécies), seguido pelo Sudeste (16 espécies) e sul (3 espécies). Com o objetivo de validar as espécies incluídas nesta ordem, o presente estudo enfocou os caracteres morfológicos aliados à biologia molecular. O material foi coletado na região entre-marés, durante as marés baixas diurnas, no período de outubro de 2007 a dezembro de 2009. As coletas foram complementadas com exame de exsiccatas de herbários nacionais, auxiliando na compreensão da variabilidade morfológica e distribuição fitogeográfica das espécies no litoral do nordeste brasileiro. Foram identificadas 12 espécies da ordem Nemaliales para a costa do nordeste brasileiro: *Ganonema farinosum* (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang, *Liagora ceranoides* J.V. Lamour., *Nemalion helminthoides* (Vellay) Batters, *Titanophycus validus* (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood e *Trichogloea requienii* (Mont.) Kütz. (Liagoraceae); *Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour, *D. obtusata* (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour, *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Sol.) Lamour, *Tricleocarpa cylindrica* (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow., *T. fragilis* (L.) Huisman & R.A. Townsed. e *Galaxaura* sp. (Galaxauraceae) e *S. furcellata* (Turner) J. Agardh (Scinaiaceae). Destas 12 espécies, foram feitas extrações de DNA para 40 amostras, entretanto foi possível obter produto de PCR para 27. Foram geradas sequências de Universal Plastid Amplicon (UPA) para 27 amostras e do gene que codifica a subunidade grande (*rbcL*) da enzima ribulose - 1,5 - bifosfato carboxilase-oxigenase (rubisco) para 11 amostras. Dentre as amostras selecionadas para amplificação do *rbcL*, apenas para o táxon *Galaxaura* sp. coletado na Praia de Carne de Vaca, Pernambuco, não foi possível amplificar. Para as demais amostras amplificadas e seqüenciadas o tamanho do gene UPA e *rbcL*, incluindo os primers de PCR foi de 411 nucleotídeos e 1.362, respectivamente. A partir da morfologia aliada a biologia molecular, o presente estudo sugere três novas espécies, além da correta delimitação das demais.

Palavras-chave: Liagoraceae, Galaxauraceae, Scinaiaceae, biologia molecular e morfologia.

## Abstract

The Order is represented by Nemaliales cylindrical or slightly flattened, branched, and multiaxial organization. These organisms are distributed mainly between the Tropics of Cancer and Capricorn (Atlantic, Indian and Pacific Oceans). The highest number for species the Brazilian coast is located in the Northeast (19 species), followed by the Southeast (16 species) and southern (3 species). Aiming to validate the species included in this order, this study focused on the morphological characters combined with molecular biology. The material was collected in the intertidal area during daytime low tides, from October 2007 to December 2009. The collections were supplemented by examination of herbarium collections of national, assisting in the understanding of morphological variability and phytogeographical distribution of species on the coast of northeastern Brazil. Were identified 12 species of the order Nemaliales to the coast of northeastern Brazil: *Ganonema farinosum* (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang, *Liagora ceranoides* J.V. Lamour., *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters, *Titanophycus validus* (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & R.A. Sherwood and *Trichogloea requienii* (Dub.) Kütz. (Liagoraceae); *Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour, *D. obtusata* (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour, *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour, *Tricleocarpa cylindrica* (J. Ellis & Sol) Huisman & Borow., *T. fragilis* (L.) Huisman & A. R. Townsed. and *Galaxaura* sp. (Galaxauraceae) and *S. furcellata* (Turner) J. Agardh (Scinaiaceae). Of these 12 species, DNA extractions were performed for 40 samples, however it was possible to obtain PCR product to 27. We generated sequences of plastid Universal Amplicon (UPA) for 27 samples and the gene that encodes the large subunit (*rbcL*) of the enzyme ribulose - 1,5 - bisphosphate carboxylase-oxygenase (Rubisco) for 11 samples. Among the samples selected for amplification of *rbcL*, just for the taxon *Galaxaura* sp. collected on the beach of Beef, Pernambuco, it was not possible to amplify. For the other samples amplified and sequenced the size of the UPA and *rbcL* gene, including the PCR primers was 411 nucleotides and 1362, respectively. From the morphology combined with molecular biology, this study suggests three new species, besides the delimitation of the others.

Key-words: Liagoraceae, Galaxauraceae, Scinaiaceae, biology molecular and morphology.

## 1. Introdução

A Ordem Nemaliales integra a Classe Florideophyceae e se caracteriza por representantes de hábito ereto, com ou sem impregnação de carbonato de cálcio (aragonita), pluricelulares, com talos ramificados cilíndricos a achatados, com organização multiaxial. Possuem conexões celulares com duas capas, uma externa e outra interna, separadas por uma membrana, “*cap membrane*”. As células possuem um ou vários plastídios parietais providos ou não de pirenóides (Huisman, 2006).

As plantas podem ser monóicas ou dióicas, apresentando reprodução assexuada por aplanósporos, monósporos ou tetrásporos cruciados e sexuada por oogamia, com carpósporos originados da união gamética. O carpogônio (gametângio feminino) localiza-se no córtex interno, produzindo a oosfera (gameta feminino); ramo carpogonial com quatro células e célula auxiliar ausente (Oliveira *et al.*, 2005; De Clerck *et al.*, 2005; Reviers 2006; Huisman, 2006). O espermatângio (gametângio masculino) situa-se nas células vegetativas superficiais ou estão agrupados em posição terminal ou subterminal em eixos laterais, produzindo espermácios (gameta masculino). Os carposporófitos estão imersos no talo, com ou sem pericarpo e os carpósporos dispostos em série ou terminais em gonimoblastos (Lee, 2008).

O ciclo de vida é geralmente trifásico (gametófito, carposporófito e tetrasporófito) e heteromórfico. A fase tetrasporofítica pode ser macroscópica ou microscópica, nem sempre observada em algumas das espécies. Este exemplo pode ser verificado em *Liagora tetrasporifera* Boergesen e *L. papenfusii* I.A. Abbott que apresentam carposporângios divididos em quatro carpósporos, denominado carpotetrasporângios, nos quais ocorre a divisão meiótica faltando, desta forma, a fase tetrasporofítica. Algumas espécies possuem marcadas diferenças morfológicas e anatômicas no ciclo de vida, principalmente os representantes do gênero *Galaxaura* J.V. Lamour., resultando na denominação de vários epítetos específicos, atualmente consideradas como sinónimas (Papenfuss *et al.*, 1982; Schneider & Searles, 1991). Como exemplo deste caso pode ser citado *Galaxaura subverticillata* Kjellman e *G. rugosa* (J. Ellis & Solander) J.V. Lamour., que durante muito tempo foram consideradas espécies independentes. Após o estudo sobre cultivo destes taxons, eles foram considerados sinônimos, prevalecendo *G. rugosa* por ser mais antigo.

Atualmente são reconhecidas para essa ordem as seguintes Famílias: Liagoraceae, Galaxauraceae e Scinaiaceae (Wynne, 2005).

A Família Liagoraceae caracteriza-se por apresentar gametófito mucilaginoso ereto, levemente calcificado, com ramificação de subdicotômica a irregular, ramos assimiladores e medulares. Os filamentos assimilatórios são ramificados. Ramos carpogoniais retos ou curvos. Após a fertilização, filamentos estéreis (involucrais) são produzidos pela célula suporte do ramo carpogonial ou pelas células corticais adjacentes (Taylor, 1960; Graham & Wilcox, 2000; Nunes, 2005).

A Família Galaxauraceae estabelecida por Parkinson (1983), anteriormente denominada Chaetangiaceae, se caracteriza por possuir talos fortemente calcificados e ramos cilíndricos e/ou achatados. A organização do talo apresenta regiões cortical formada por camadas de células e a região medular por filamentos. Reprodução assexuada por monósporos ou tetrásporos e a reprodução sexuada oogâmica. Os carpósporos são produzidos pelos carposporângios no interior dos cistocarpos ocorrendo imersos no talo. As fases gametofítica e esporofítica geralmente são dimórficas representadas por nítidas diferenças anatômicas (Bold & Wynne, 1985; Schneider & Searles, 1991).

Atualmente a família Scinaiaceae está constituída pelos gêneros *Nothogenia* Huisman & Womersley e *Scinaia* Bivona. Este último, anteriormente foi incluído na família Galaxauraceae, mas as diferenças nos caracteres morfológicos e moleculares levaram-na a elevação à categoria de Família por Huisman *et al.* (2004). Seus representantes possuem os talos com ramificação dicotômica ou subdicotômica. Região medular constituída por filamentos que atravessam a cavidade central, formando, eventualmente, um córtex constituído por 3 a 4 camadas de células, estas, portando utrículos incolores (Huisman, 2006).

Os representantes da ordem Nemaliales estão distribuídos, principalmente, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico) (Wynne, 2005; Guiry & Guiry, 2010). Para o litoral brasileiro são registrados os gêneros *Dotyophycus* I.A. Abbott, *Ganonema* K. C. Fan & Yung C. Wang, *Liagora* J.V. Lamour., *Liagoropsis* Yamada, *Nemalion* Duby, *Titanophycus* Huisman, G.W.Saunders & A.R.Sherwood e *Trichogloea* Kütz. (Liagoraceae); *Dichotomaria* Lamarck *Galaxaura* J. V. Lamour. e *Tricleocarpa* Huisman & Borow. (Galaxauraceae) e *Scinaia* Bivona (Scinaiaceae), representados por 21 espécies

(Guimarães *et al.*, 1990; Pereira *et al.*, 2002). O maior registro de representantes encontra-se no litoral nordestino (19) espécies, seguido pelo Sudeste (16) e sul (3) (Santos, 2003). Dessa forma, este estudo enfocou os representantes das Nematocera que ocorreram da costa do Ceará até a da Bahia, distribuídos na região ficogeográfica do Atlântico Ocidental Tropical estabelecida por Horta *et al.* (2001).

A Região do Atlântico Ocidental Tropical se estende desde a Flórida (USA) até a Região de Cabo Frio, no sudeste brasileiro (Lünning, 1990; Pereira *et al.*, 1981); Na costa brasileira são reconhecidas duas províncias fitogeográficas: a Tropical e a Temperada Quente separadas por uma zona de transição representada pela costa do Espírito Santo (Horta *et al.*, 2001).

A Província Tropical tem como limite norte o oeste do Ceará e como limite sul, o sul da Bahia. É caracterizada por apresentar uma flora relativamente rica, predominantemente, estabelecida sobre substratos consolidados, isto é, recifes de arenito incrustados por algas calcárias e corais (Horta *et al.*, 2001). A maior concentração de recifes do litoral brasileiro localiza-se nesta região. A referida região caracteriza-se, também, por apresentar algas típicas de ambiente tropical, contribuindo para isto a elevada salinidade, temperatura e transparência da água, cujos percentuais mais elevados situam-se na estação seca (setembro-fevereiro). Os recifes constituem um complexo ecossistema das regiões tropicais caracterizado por uma das mais expressivas diversidades biológicas do planeta, comparável à das florestas tropicais (Lobban & Harrison, 1994). Nestas formações, as algas são, praticamente, responsáveis por toda a produção primária, e as rodófitas calcárias não articuladas funcionam como construtoras da formação recifal juntamente com os corais. Os recifes de coral são encontrados, principalmente, no litoral da Bahia e no sul do litoral pernambucano. As rodófitas calcárias ocorrem em toda a extensão da costa Nordeste constituindo-se um dos traços dominantes dos bentos do Brasil Tropical. (Pereira, 2000).

A Província Temperada Quente se estende do norte do Rio de Janeiro até a costa do Rio Grande (RS) e, possivelmente alcança a foz do Rio da Prata (Coll & Oliveira, 1999; Horta *et al.*, 2001).

Mundialmente, os representantes da ordem Nematocera tem sido alvo de trabalhos que aliam a taxonomia clássica à biologia molecular, para elucidar dúvidas com relação ao correto enquadramento dos táxons (Freshwater *et al.*, 1994; Huisman *et al.*, 2004). No Brasil, os integrantes desta ordem, tem sido tratados em

levantamentos florísticos gerais, sendo este o primeiro trabalho direcionado a taxonomia e filogenia da ordem.

Este trabalho tem como objetivo um estudo mais acurado com análise dos critérios morfológicos juntamente com a biologia molecular, através dos marcadores moleculares UPA e *rbcL*, como uma importante ferramenta na validação das espécies.

## 2. Revisão dos estudos taxonômicos da ordem Nemiales

### 2.1. Mundial:

A ordem Nemiales (como Nemalionales), foi estabelecida por Schmitz (1889), como sendo uma das quatro ordens originais da subclasse Florideophycidae, juntamente com Gigartinales, Cryptonemiales e Rhodymeniales. Incluía representantes com organização uni e multiaxial, distribuídos nas famílias Acrochaetiaceae, Gelidiaceae, Bonnemaisoniaceae e Naccariaceae. O trabalho de Kjellman (1900) foi muito relevante, pela ênfase dada à estrutura anatômica de vários táxons, e o estabelecimento de novas espécies. Com base nas estruturas de reprodução o referido autor agrupou as Nemiales em nove Seções: Brachycladia, Dichotomaria, Eugalaxaura, Heterotrichum, Laevifrons, Microthoe, Papulifer, Rhodura e Vepreculae. Baseado na anatomia dos tecidos esporogênicos Brachycladia (tetrasporofíticas) foi dividida nas sub-seções Disseminatae e Soriferae. Considerando as diferenças na estrutura do córtex a seção Dichotomaria foi dividida na sub-seção Cameratae (tetrasporofíticas) e sub-seção Spissae (gametofíticas). Assim, o referido autor descreveu 62 espécies do gênero *Galaxaura*, inseridas nas seções Dichotomaria e Eugalaxaura, sendo que, destas, 47 se constituíram novos taxons. Howe (1918) abordou sobre a estrutura dimórfica (gametofítica e esporofítica) de *Dichotomaria obtusata* (J. Ellis & Sol.) Lamarck (como *Galaxaura obtusata*) Seção Dichotomaria, reportando sobre a anatomia exibida pelos gametófitos da Seção Spissae que foram semelhantes aos tetrasporófitos da Seção Cameratae.

Kylin (1923) propôs a elevação da família Gelidiaceae a uma nova ordem, Gelidiales. O autor justifica sua posição considerando que a ordem Gelidiales difere da Nemiales pela presença em Gelidiales de tecido nutritivo abundante ao redor dos carpogônios, chamado de “procarpo composto” e pelas fases de desenvolvimento do cistocarpo. Além de compor a ordem Nemiales com oito famílias

(Helminthocladiaceae, Chaetangiaceae, Chantransiaceae, Batrachospermaceae, Lemaneaceae, Thoreaceae, Bonnemaisoniaceae e Naccariaceae).

Feldmann & Feldmann (1942) elevaram a família Bonnemaisoniaceae à ordem Bonnemaisoniales, utilizando, para isto, a existência de tetrasporófito haplóide morfológicamente diferente do gametófito. Fritsch (1945) reconheceu as oito famílias estabelecidas por Kylin. Alguns trabalhos abordaram mudanças na organização desta ordem como o de Feldmann (1953) acrescentando as famílias Helminthocladiaceae, Chaetangiaceae, Batrachospermaceae, Lemaneaceae e Thoreaceae. Desikachary (1956) observou a ontogenia do cistocarpo de *Liagora máxima* Butters e *L. papenfussii* Abbott. Desikachary & Balakrishnan (1957) publicaram um trabalho sobre o desenvolvimento da pós fertilização no gênero *Liagora*.

Taylor (1960) considerou para as Nemaliales as famílias Acrochaetiaceae (40 sp.), Bonnemaisoniaceae (1 sp.), Chaetangiaceae (17 sp.), Helminthocladiaceae (15 sp.) e Naccariaceae (1 sp.), num total de 74 espécies. Durairatnam (1961) registrou 16 espécies de Nemaliales para o Ceilão. Dixon (1961), em um trabalho sobre a taxonomia das Gelidiaceae, colocando em dúvida os argumentos utilizados por Kylin, sugere que a posição da família seja reconsiderada. Assim, Dixon apresenta três opções que poderiam ser adotadas para melhor compreensão da taxonomia deste grupo: 1) manutenção das ordens Nemaliales e Gelidiales. 2) manter Gelidiales e eliminar Nemaliales, como entendida em 1961, elevando ao nível de ordem todas as famílias aí incluídas. Neste caso o autor apresenta sérias críticas e se torna contrário a essa tomada de posição; 3) considerar Gelidiales no nível de família (Gelidiaceae) temporariamente na ordem Nemaliales, até que estudos sobre ciclo de vida venham a elucidar definitivamente esta posição. Esta última opção foi considerada a mais correta pelo referido autor. Durairatnam (1962) fazendo adições à flora do Ceilão, descreveu *Titanophycus validus* (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood (como *Liagora valida* Harvey), *Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.) Lamarck (como *Galaxaura marginata*), *D. obtusata* (J. Ellis & Sol.) Lamarck (como *Galaxaura obtusata*) e *Scinaia caribea* (W.R. Taylor) Huisman. Desikachary (1962) fez uma abordagem taxonômica sobre os gêneros *Cumagloia* Desikachary proposto por Setchell & Gardner e *Dermonema* Desikachary. Doty & Abbott (1964) argumentam que *Helminthocladia schrammii* P. Crouan & H. Crouan deve ser *Liagoropsis schrammii* (P.



Crouan & H. Crouan) Doty & I.A. Abbott devido à coloração diferir das demais espécies de *Helminthocladia*. Além disso, os referidos autores sugerem que as coleções de Crouan sejam observadas para a validação desta troca. Deve ser observada a espécie tipo. Almodóvar & Pagan (1967) listaram para Barbados *Ganonema farinosum* (como *Liagora farinosa*), *Galaxaura flagelliformis* Kjellman, *Tricleocarpa cylindrica* (como *G. cylindrica*), *D. marginata* (como *G. marginata*), *G. squalida* Kjellman. Díaz-Piferrer (1969) publicou uma listagem de algas, registrando entre as Nemaliales, nove espécies para o Caribe, dez para a América e apenas duas para o Brasil (*D. marginata* como *Galaxaura stupocaulon* e *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters).

Díaz-Piferrer (1970) referenciou nove gêneros e 14 espécies de Nemaliales para a flora marinha da Venezuela. Dixon (1973) utilizou a terminação Nemaliales, permanecendo com as nove famílias anteriormente reconhecidas: Acrochaetiaceae, Gelidiaceae, Bonnemaisoniaceae, Naccariaceae, Helminthocladiaceae, Chaetangiaceae, Batrachospermaceae, Lemaneaceae e Thoreaceae. Abbott (1976) estabelece *Dotyophycus pacificum* com base no gonimoblasto difuso. Taylor (1976) num “check-list” da flora marinha da Venezuela referiu 20 espécies de Nemaliales.

Abbott & Yoshizaki (1981) transferiram *Liagoropsis yamadae* Ohmi & Itono para *Dotyophycus yamadae* (Ohmi & Itono) Abbott & Yoshizaki. Abbott & Yoshizaki (1982) estudaram a taxonomia de *Titanophycus validus* (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood (como *Liagora valida* Harvey) baseado em observações sobre a ontogenia do sistema reprodutivo feminino. Dixon (1982) redistribuiu os representantes da família Helminthocladiaceae nas famílias Dermonemataceae, Helminthocladiaceae e Nemaliaceae baseado na morfologia de seus representantes. Papenfuss *et al.* (1982) fizeram uma revisão do gênero *Galaxaura* ocorrente no Oceano Índico Ocidental. Posteriormente, as famílias Acrochaetiaceae, Batrachospermaceae, Thoreaceae foram elevadas a categoria de ordem (Feldmann, 1953; Pueschel & Cole, 1982; Muller *et al.*, 2002). Nicolson & Norris (1983) estabeleceram a grafia da Ordem Nemaliales com base em *Nemalion* Duby por se tratar do nome genérico derivado de uma palavra neutra da segunda declinação com raiz *Nemalio* e não de uma palavra masculina da terceira declinação com a raiz *Nemalion*. Até então alguns autores adotavam Nemaliales e outros Nemalionales. O nome da família Chaetangiaceae é substituído por Galaxauraceae, conforme proposto por Parkinson (1983). Abbott (1984)

registrou *Liagora amplexans* Abbott e *L. norrisiae* Abbott para o Havaí, tendo sido feito, também, observações sobre *Ganonema farinosum* (como *L. farinosa*). Huisman (1985) abordou relevantes características sobre a assembléia de *Scinaia* Bivona para a Austrália. No ano seguinte o mesmo autor, (Huisman, 1986) tece comentários a respeito deste gênero. Continuando, Huisman (1987) apresentou importantes observações sobre a taxonomia (forma dos filamentos assimiladores) e o ciclo de vida (carposporófito, carpósporos e tetrasporófito filamentoso) do gênero *Gloiophloea* J. Agardh. Ganesan (1989) referenciou para a flora da Venezuela 22 espécies de Nemiales distribuídas entre as famílias Nemaliaceae (4 sp.), Helminthocladiaceae (4 sp.), Dermonemataceae (1 sp.) e Galaxauraceae (13 sp.).

Abbott (1990) reorganizou as espécies do gênero *Liagora* baseado em estudos taxonômicos do espécime tipo. Garbary & Gabrielson (1990) incluíram os representantes das famílias Dermonemataceae, Helminthocladiaceae e Nemaliaceae na família Liagoraceae. Na modificação do nome das famílias para Liagoraceae, os autores consideraram o gênero mais antigo, *Liagora* J.V. Lamour. Huisman & Borowitzka (1990), numa revisão das espécies do gênero *Galaxaura* para a Austrália, estabeleceram o gênero *Tricleocarpa* Huisman & Borow., baseados na morfologia interna. Afaq-Husain & Shameel (1991) referenciaram *Helminthocladia nizamuddinii* Afaq-Husain & Shameel para a costa do Paquistão. Brodie & Norris (1992) referiram sobre o ciclo de vida e morfologia de *Liagora ceranoides* J.V. Lamour. para Flórida. Huisman & Townsend (1993) fizeram uma análise crítica sobre a taxonomia dos gêneros *Galaxaura* e *Tricleocarpa* com base nos trabalhos até então descritos para os mesmos. Huisman & Kraft (1994) estabeleceram as espécies *Gloiotrichus fractalis* Huisman & Kraft e *Ganonema helminthaxis* Huisman & Kraft como novos táxons, além do gênero *Ganonema* para a Austrália Ocidental. Afonso-Carrillo *et al.* (1998) descreveram uma nova espécie de *Ganonema*, *G. lubrica* Afonso-Carrillo, Sansón et Reyes, para as Ilhas Canárias. Abbott & Huisman (2003) referenciam as espécies do gênero *Liagora* ocorrentes nas ilhas do Havaí; neste trabalho estabeleceram como novas espécies *L. donaldiana* I.A. Abbott & Huisman e *L. julieae* I.A. Abbott & Huisman. No mesmo ano, Huisman & I.A. Abbott (2003) fizeram uma descrição taxonômica detalhada de *Liagora hawaiiiana* Butters, com base em material coletado nas ilhas do Havaí. Huisman *et al.* (2004) elevam o gênero *Scinaia* Bivona, até então incluída na família

Galaxauraceae, para a categoria de família (Scinaiaceae), estabelecida a partir de estudos sobre biologia molecular e promovem o retorno do gênero *Dichotomaria* proposto por Lamarck. Abbott & Huisman (2005) realizaram estudos sobre uma comparação morfológica entre as espécies do gênero *Trichogloea* Kützing. Wei-Lung *et al.* (2005) estudaram a sistemática dos gêneros calcificados pertencentes a família Galaxauraceae de Taiwan (China).

### 2.1.1. Família Liagoraceae

A Família Liagoraceae, foi conhecida inicialmente como Helminthocladiaceae, estabelecida por J. Agardh (1851) com base nos caracteres morfológicos e reprodutivos. Ao longo do tempo, a posição taxonômica desta família teve diversas mudanças. Abbott & Hollenberg (1976) dividiram os seus representantes nas famílias, Dermonemataceae e Nemaliaceae de acordo com as características do ramo carpogonial e do cistocarpo maduro. As Nemaliaceae, caracterizadas por gonimoblastos compactos e ramo carpogonial formado a partir de filamentos vegetativos; Liagoraceae, por ramo carpogonial acessório; e Dermonemataceae por gonimoblastos difusos. Essas famílias foram rediscutidas por Kraft (1989), que observou que não era possível estabelecer satisfatoriamente uma subdivisão, sugerindo que uma caracterização mais ampla da família Liagoraceae fosse a mais adequada. O referido autor considera que esta família engloba aproximadamente 15 gêneros, tratados em três subfamílias ou tribos, baseados nos caracteres do ramo carpogonial, gonimoblastos, filamentos estéreis associados ao carposporófito. Garbary & Gabrielson (1990) substituem a família Helminthocladiaceae pela família Liagoraceae, derivada do gênero *Liagora*, justificando ser este o gênero mais antigo. Os dados observados com a árvore filogenética (Huisman *et al.*, 2004), confirmam o observado por Kraft (1989), que o reconhecimento de três famílias não pode ser apoiada em uma única família sem subdivisões e sim em subfamílias ou tribos.

Os representantes da família Liagoraceae caracterizam-se por apresentar talo ereto, ramos cilíndricos, com ramificações dicotômicas, laterais ou irregulares. Reprodução assexuada por monósporos ou tetrásporos e reprodução sexuada oogâmica. Gametófito mucilaginoso ereto, geralmente calcificado, com ramificação de subdicotômica a irregular, ramos cilíndricos, com diferenciação entre córtex e medula. O córtex consiste de filamentos assimilatórios ramificados. Ramos carpogoniais retos ou curvos. Após a fertilização, filamentos estéreis (involucrais) são produzidos pela

célula suporte do ramo carpogonial ou pelas células corticais adjacentes. Carposporângio quadripartido ou sem divisões. Gonimoblastos desenvolvido diretamente do zigoto, quando maduro com filamentos compactos ou difusos. Espermatângios se originam de células do córtex externo, isolados ou em grupos. Tetrasporângio filamentoso (Taylor, 1960; Graham & Wilcox, 2000; Nunes, 2005). Para o Brasil a família Liagoraceae está representada pelos gêneros *Dotyophyus* Kraft, *Ganonema* K.C. Fan & Yung C. Wang, *Helminthocladia* J. Agardh, *Liagora* J.V. Lamour., *Liagoropsis* Yamada, *Nemalion* Duby e *Trichogloea* Kütz.

### **2.1.2. Família Galaxauraceae**

A Família Galaxauraceae foi inicialmente denominada de Chaetangiaceae por Kützing (1956). Parkinson (1983) modificou o nome original da família para Galaxauraceae por considerar *Galaxaura* o gênero mais antigo. Inicialmente foi composta por representantes que apresentavam a parede dos talos com ou sem impregnação de carbonato de cálcio. Chadeaud (1960) elevou a família a uma ordem, baseado no talo multiaxial, córtex plurisseriado, cromoplastos primitivos, estrelados com pirenóides. No entanto esta modificação não foi aceita pelos autores. Desikachary (1958) considerou a possibilidade de reconhecer Chaetangiales, mas não o fez. Desikachary (1963) propõe a revalidação da ordem Chaetangiales, englobando apenas a família Chaetangiaceae, com os gêneros *Chaetangium* Kütz., *Scinaia* Bivona, *Pseudoscinaia* Setchell, *Gloiophloea* J. Agardh, *Pseudogloiophloea* Levring, *Galaxaura* J. V. Lamour., *Actinotrichia* Decaisne e *Whidbeyella* Setchell & Gardner. O referido autor reconhece que seus representantes apresentam um maior grau de uniformidade no desenvolvimento após a fertilização. Dixon (1961) discorda da elevação de certas famílias da ordem Nemaliales, dentre elas Chaetangiaceae, por falta de informações sobre o ciclo de vida de seus representantes. Após vinte anos, Parkinson (1983) propõe a mudança do nome da família Chaetangiaceae para Galaxauraceae baseado nos mesmos caracteres utilizados anteriormente por Desikachary (1958) e na antiguidade do nome. Esta modificação foi plenamente aceita até os dias atuais.

Atualmente seus representantes caracterizam-se por talos eretos ou, parcialmente decumbentes, com exemplares que se apresentam desde leve a fortemente calcificados. Estrutura multiaxial. Ramos cilíndricos e/ou achatados. Reprodução assexuada por

monósporos ou tetrásporos e a reprodução sexuada oogâmica. Os carpósporos são produzidos pelos carposporângios no interior dos cistocarpos ocorrendo imersos no talo. As fases gametofítica e esporofítica geralmente são dimórficas, representadas por nítidas diferenças anatômicas. Gonimoblastos originados do carpogônio (Bold & Wynne, 1985; Schneider & Searles, 1991). Para o Brasil a família Galaxauraceae está representada pelos gêneros *Dichotomaria* Lamarck, *Galaxaura* J.V. Lamour. e *Tricleocarpa* Huisman & Borow. (Figs. 1-3).

### **2.1.3. Família Scinaiceae**

Inicialmente os representantes desta família foram incluídos na família Galaxauraceae. Com o avanço das técnicas biomoleculares aliadas a caracteres morfológicos, como ausência de impregnação de carbonato de cálcio, Huisman *et al.* (2004) estabeleceram a família Scinaiceae. Os autores abordaram, ainda, que a referida família é a única de divergência na ordem Nemaliales. Kraft (1989) sugeriu que a família Galaxauraceae, incluindo o gênero *Scinaia* Bivona, poderia ser derivada da família Liagoraceae. Os resultados deste estudo, no entanto, indicaram que este pode não ser o caso. Atualmente está constituída pelos gêneros *Gloiophloea* J. Agardh, *Nothogenia* Montagne, *Whidbeyella* Setchell & Gardner e *Scinaia* (Wynne, 2005).

Os representantes desta família apresentam os talos com ramificação dicotômica ou subdicotômica. Ausência de calcificação. Córtex consolidado. Região medular constituída por filamentos que atravessam a cavidade central, formando córtex constituído por 3 a 4 camadas de células, portando utrículos, incolores. Gonimoblasto desenvolvido diretamente do carpogônio. Espermatângios superficiais. Cistocarpo ostiolado e com presença de pericarpo. Tetrásporófico filamentosos (Huisman, 2006). Para o Brasil foi registrado, apenas, o gênero *Scinaia*.

## **2.2. Estudos moleculares para a Ordem Nemaliales:**

Recentemente pesquisadores têm aliado a taxonomia clássica à biologia molecular, para elucidar dúvidas quanto ao correto enquadramento dos táxons (Freshwater *et al.*, 1994; Huisman *et al.*, 2004). Os estudos moleculares estão baseados nas seqüências de DNA de diferentes moléculas. Essas regiões são denominadas de marcadores moleculares, sendo que a maioria destes estudos estão baseadas na região

dos genes ribossomais, incluindo as seqüências dos genes que codificam para a subunidade pequena (SSU rDNA) e para a subunidade grande (LSU rDNA) do RNA ribossomal (rRNA), além dos espaçadores internos transcritos (ITS) entre esses genes. Freshwater *et al.* (1994) analisaram a filogenia das algas vermelhas baseado no gen plastidial *rbcL*. Observaram 81 espécies contendo 633 informações filogenéticas e destas, apenas, *Cumagloia andersonii* (Farlow) Setch. & N. L. Gardner e *Liagora* sp. da ordem Nemaliales. Harper & Saunders (2001) aplicaram as seqüências de cistron ribossomal na sistemática e classificação dos representantes da classe Florideophyceae, entre elas *Cumagloia andersonii* e *Dichotomaria marginata* (como *Galaxaura marginata*) das Nemaliales. Huisman *et al.* (2004) estabeleceram uma nova espécie de *Ganonema*, *Ganonema yoshizakii* Huisman, I.A. Abbott, & A.R. Sherwood, a partir do gene plastidial *rbcL*. Este estudo representa um primeiro passo para um entendimento das relações filogenéticas dos membros das Nemaliales. Os resultados demonstraram que muitas das características com marcadores morfológicos utilizados para a separação dos gêneros não devem ser utilizadas como critérios na separação dos gêneros. Como exemplo pode ser citado o gênero *Dichotomaria*, que baseado em estudos morfológicos foi transferido para *Galaxaura* e em seguida com base nesses estudos aliados biologia molecular retornou para *Dichotomaria*, aceito atualmente (Huisman, 2006). Sherwood & Presting (2007) amplificaram *primers* universais de plastídeos rDNA 23S como marcador para algas eucarióticas e cianobactérias, entre elas, *Dichotomaria marginata* e *Galaxaura rugosa*, para as Nemaliales. Gall & Saunders (2007) apresentaram a filogenia nuclear da classe Florideophyceae, incluindo os gêneros *Dichotomaria*, *Galaxaura* e *Tricleocarpa*, combinando pequenas e grandes subunidades ribossomais de DNA.

### 2.3. No Brasil:

A partir do século XIX, foram registradas as primeiras citações de Nemaliales para o Brasil, entretanto estes trabalhos não apresentavam metodologia de coleta e nem descrições detalhadas das espécies. Montagne (1839) publicou uma lista de espécies incluindo algumas novas combinações, mencionando *Dichotomaria marginata* (como *Liagora dichotoma* Lamarck) sem especificar o local coletado. Dickie (1874) citou *Dichotomaria marginata* (como *G. marginata*), *Tricleocarpa cylindrica* (como *G. cylindrica*), *T. fragilis* (como *G. oblongata*), *D. obtusata* (como *G. obtusata*) e *G.*

*rugosa* para o Arquipélago de Fernando de Noronha. Zeller (1876) mencionou *Liagora ceranoides* (como *L. distenta* Lamouroux) e *D. marginata* (como *G. marginata*) para o litoral do Rio de Janeiro. Murray (1891) citou para o Arquipélago de Fernando de Noronha, *T. cylindrica* (como *Galaxaura cylindrica*), *G. rugosa* (como *G. lapidescens* Ellis & Solander), *T. fragilis* (como *G. oblongata*) e *D. marginata* (como *Zalardinia marginata* J.Agardh).

A partir de 1950, os estudos ficológicos no Brasil tiveram um grande impulso através do Professor Aylton Brandão Joly e seus discípulos. Como consequência foram produzidos trabalhos florísticos mais elaborados, descrição de espécies novas e adições de alguns táxons para a flora brasileira. Oliveira Filho (1977) com base em trabalhos publicados até então para a costa brasileira referenciou 47 espécies de Nemaliales com sua distribuição geográfica.

Visando um melhor entendimento, os trabalhos referidos nas respectivas Províncias, zona de transição e ilhas oceânicas serão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

### 3. Referências Bibliográficas

ABBOTT, I.A. A taxonomic assessment of the species of *Liagora* (Nemaliales, Rhodophyta) recognized by J. Agardh, based upon studies of type specimens. *Cryptogamic Botany* 1: 308-322. 1990.

ABBOTT, I.A. *Dotyophycus pacificum* gen. et sp. nov., with a discussion of some families of Nemaliales (Rhodophyta). *Phycologia* 15:125-132. 1976.

ABBOTT, I.A. Two new species of *Liagora* (Nemaliales, Rhodophyta) and notes on *Liagora farinosa* Lamouroux. *American Journal of Botany* 71:1015-1022. 1984.

ABBOTT, I.A. & HOLLENBERG, G.J. Marine algae of California. pp. xii (xiii) + 827. Stanford, California: Stanford University Press. 1976.

ABBOTT, I.A. & HUISMAN, J.M. The Liagoraceae (Nemaliales, Rhodophyta) of the Hawaiian Islands II: the species of *Liagora* with quadripartite carposporangia, including descriptions of *L. donaldiana* sp. nov. and *L. julieae* sp. nov.. *Phycologia* 42:594-605. 2003.

ABBOTT, I.A. & HUISMAN, J.M. Studies in the Liagoraceae (Nemaliales, Rhodophyta) I. The genus *Trichogloea*. *Phycological Research* 53(2): 149-163. 2005.

ABBOTT, I.A. & YOSHIZAKI, M. A second species of *Dotyophycus* (Nemaliales, Rhodophyta) that emphasizes the distinctness of a diffuse gonimoblast. *Phycologia* 20: 222-227. 1981.

ABBOTT, I.A. & YOSHIKAWA, M. *Liagora valida* Harvey (Rhodophyta) from Sand Key, Florida. Japan Journal Phycology 30:9 – 14. 1982.

ACLETO, C. O. Las Algas Marinas del Perú. Boletín de la Sociedad Peruana de Botánica 6(1-2):18-50. 1973.

AFAQ-HUSAIN, S. & SHAMEEL, M. The structure and reproduction of a new species *Helminthocladia nizamuddinii* (Nemaliales-Rhodophyta) from the coast of Pakistan. Botanica Marina 34: 81-89. 1991.

AFONSO-CARRILLO, J.; SANSÓN, M. & REYES, J. Vegetative and reproductive morphology of *Ganonema lubrica* sp. Nov. (Liagoraceae, Rhodophyta) from the Canary Islands. Phycologia. 37(5):319-329, 1998.

ALMODOVAR, L.R. The marine Algae of Guánica, Puerto Rico. Revue Algologique 2:130-150. 1964.

ALMODOVAR, L.R. & PAGAN, F. Notes on the Algae of Barbados. Nova Hedwigia 13(1-2):112-115. 1967.

BAPTISTA, L.R.M. de. Flora marinha de Torres (Chlorophyta, Xantophyta, Phaeophyta, Rhodophyta). In: A. R. H. (ed.) Flora ilustrada do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências (Série Botânica, 37) 1977. pp. 232-247.

BOLD, H. C. & WYNNE, M. J. Introduction to the algae. 2<sup>nd</sup> Edition, New Jersey: Prentice-Hall, Inc . p. 720. 1985.

BRAGA, Y. Y. Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias III – Rhodophyta. 1. Goniotriochoales, Bangiales, Compsopogonales, Nemaliales e Gelidiales. Instituto de Pesquisas Marinhas 55:1 – 36. 1971.

BRASILEIRO, P.S.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; BAHIA, R. da G.; REIS, R.P. & AMADO FILHO, G.M. Algas marinhas bentônicas da região de Cabo Frio e arredores: síntese do conhecimento. Rodriguésia 60(1):039 – 066. 2009.

BRODIE, J. & NORRIS, J.N. Life history and morphology of *Liagora* aff. *ceranoides* (Liagoraceae, Rhodophyta) from the Florida Keys. Phycologia 31(5):419 – 430. 1992.

CÂMARA NETO, C. Primeira contribuição ao inventário da algas marinhas bentônicas do litoral do Rio Grande do Norte. Boletim do Instituto de Biologia Marinha da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 5:137-154. 1971.

CHADEFAUD, M. Les vegetaux non vasculaires (Cryptogamie). In Traite' de Botanique Systemcaique. M. Chadeauf and L. Emberger, eds. 1960.



COCENTINO, A. de L.M. Flora ficologica da plataforma continental do litoral setentrional da bacia Potiguar (RN), Brasil. Com ênfase em Chlorophyta. (Tese de Doutorado). Recife. Universidade Federal de Pernambuco. 2009.

COLL, J. & OLIVEIRA, E.C. The benthic marine algae of Uruguay. *Botanica Marina* 42:129-135. 1999.

CORDEIRO-MARINHO, M. Rodofíceas bentônicas do Estado de Santa Catarina. *Rickia* 7 :1-243. 1978.

DE CLERK O.; BOLTON J. J.; ANDERSON J. R. & MEISE-COPPEJANS E. Guide to the Seaweeds of Kwazulu-Natal. National Botanic Gardem of Belgium. 33:272-294. 2005.

DESIKACHARY, T.V. *Cumagloia* Setchell et. Gardner and *Dermonema* (Grev.) Harv. *Journal of the Indian Botanical Society* 41(1):132 – 147. 1962.

DESIKACHARY, T.V. Observations on two species of *Liagora* (Rhodophyta). *Pacific Science* 10:423 – 430. 1956.

DESIKACHARY, T.V. On a *Helminthora* from New Zeland. *Journal of the Botany* 42(2):126 – 131. 1955.

DESIKACHARY, T.V. Status of the Order Chaetangiales (Rhodophyta). *Journal of the Indian Botanical Society* 42:16-26. 1963.

DESIKACHARY, T.V. & BALAKRISHNAN, M.S. Pos-Fertilization development in *Liagora*. *Journal of the Indian Botanical Society* 36:457 – 471. 1957.

DIAZ-PIFERRER, M. Adiciones a la flora marina de Venezuela. *Caribe Journal of Science* 10(3-4):159-172. 1970.

DIAZ-PIFERRER, M. Distribution of the marine benthic flora of the Caribbean Sea. *Caribe Journal of Science* 9(3-4):151-167. 1969.

DICKIE, G. Enumeration of algae collected from Bahia. *Botanical Journal Linnean Society* 14:377. 1874.

DIXON, P.S. *Biology of the Rhodophyta*. Edinburgh. Oliver Boyd. 1973.

DIXON, P.S. Life histories in the Florideophyceae with particular reference to the Nemaliales *sensu lato*. *Botanica Marina* 25:611-621. 1982.

DIXON, P.S. On the classification of the Florideae with particular reference to the position of Gelidiaceae. *Botanica Marina* 3(1):1 – 16. 1961.

DOTY, M.S. & ABBOTT, I.A. Studies in the Helminthocladiaceae, III. *Liagoropsis*. *Pacific Science* 18(4):441-452. 1964.

DURAIRATNAM, M. Contribution to the study of the marine Algae of Ceylon. Fishies Res. State 10:5-13. 1961.

DURAIRATNAM, M. Some marine Algae from Ceylon – 1. Fishies Res. State 15:3-16. 1962.

FELDMANN, J. L'évolution des organes femelles chez les Floridées. Institute Seaweed Symposium Proc 1:11–12. 1953.

FELDMANN, J. & FELDMANN, G. Recherches sur les Bonnemaisoniacées et leur alternance de générations. Annales Scienc Nature Botanic Series 11:75–175. 1942.

FERREIRA, M. M. & PINHEIRO, F. C. Primeira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do Nordeste brasileiro. Arquivos Estaduais de Biologia. Marinha da Universidade Federal do Ceará 6(1):59-66. 1966.

FERREIRA-CORREIA, M.M. Rodofíceas marinhas bentônicas do litoral do Estado do Maranhão. (Tese de Doutorado). Maranhão. Universidade Federal do Maranhão. 1987.

FERREIRA-CORREIA, M.M. & PINHEIRO-VIEIRA, F. Terceira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do Nordeste brasileiro. Arquivos de Ciência do Mar 9(1):21-26. 1969.

FRESHWATER, D.W.; FREDERICQ, S.; BUTLER, B.S. & HOMMERSAND, M.H. A gene phylogeny of the red algae (Rhodophyta) based on plastid *rbcL*. Proc Nature Academy Science 91:7281-7285. 1994.

FRITSCH, F.E. The Structure and Reproduction of the Algae Cambridge. 2ed. University Press.1945.

GALL, L.L. & SAUNDERS, G.W. A nuclear phylogeny of the Florideophyceae (Rhodophyta) inferred from combined EF2, small subunit and large subunit ribosomal DNA: Establishing the new red algal subclass Corallinophycidae. Molecular Phylogeny and Evolve 43:1118–1130. 2007.

GANESAN, E.K. A catalogue of benthic marine algae and seagrass of Venezuela. Concit. Fondo Editorial Caracas. 1989.

GARBARY, D.J. & GABRIELSON, P.W. Taxonomy and evolution. Cambridge. Cambridge University Press. 1990.

GRAHAM, L. E. & WILCOX, L. W. Algae. Prentice Hall. Upper Saddle River. 396 p. 2000.

GUIMARÃES, S.M.P.B. A revised checklist of benthic marine Rhodophyta from the State Espírito Santo, Brazil. Boletim do Instituto de Botânica 17:143 – 194. 2006.

GUIMARÃES, S.M.P.B.; CORDEIRO-MARINO, M.; FUJI, M.T. & YOKOYA, N. S. Ocorrência de *Helminthocladia calvadosii* (Lamouroux ex Duby) Setchell (Nemaliales,

Rhodophyta) no Brasil: aspectos morfológicos vegetativos e reprodutivos. *Revista Brasileira de Botânica* 13:69-74. 1990.

GUIMARAENS, M. A. & COUTINHO, R. Spatial and temporal variation of benthic marine algae at the Cabo Frio upwelling region, Rio de Janeiro, Brazil. *Aquatic Botany* 52: 283-299. 1996.

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. 2010. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; acessado em 12 de agosto de 2010.

HARPER, J.T. & SAUNDERS, G.W. Molecular systematics of the florideophyceae (Rhodophyta) using nuclear large and small subunit rDNA sequence data. *Journal of Phycologia* 37:1073-1082. 2001.

HEMSLEY, W.B. Algae. In: Report on the botany of the Bermudas and various other islands of the Atlantic and Southern oceans. Rep. Sci. Res. Expl. Voyage of H. M. S. "Challenger", 1873-76. *Botany I* 2:1-135. 1885.

HEYDRICH, F. Beiträge zur kenntniss der algenflora von Ost-Asien, besonders der insel formosa, Molukken- und Liu-kiu-Inseln. *Hedwigia* 33: 267-306. 1874.

HORTA, P. A. Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e biogeografia. (Tese de Doutorado). São Paulo. Universidade de São Paulo. 2000.

HORTA, P. A.; AMANCIO, E.; COIMBRA, C. S & OLIVEIRA, E. C. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28: 243-265. 2001.

HOWE, M.A. Further notes on the structural dimorphism of sexual and tetrasporic plants in the genus *Galaxaura*. *Mem. Brookl. Botanic Garden* 1:191-197. 1918.

HUISMAN, J. M. The *Scinaia* assemblage (Galaxauraceae, Rhodophyta): a re-appraisal. *Phycologia* 24:403-418. 1985.

HUISMAN, J. M. The red algal genus *Scinaia* (Nemaliales, Galaxauraceae) from Australia. *Phycologia* 25:271-296. 1986.

HUISMAN, J. M. Algae of Austrália: Nemaliales. Australian. Biological Resources Study, Canberra. 2006.

HUISMAN, J.M. The taxonomy and life history of *Gloiophloea* (Galaxauraceae, Rhodophyta). *Phycologia* 26(2):167 – 174. 1987.

HUISMAN, J.M. & ABBOTT, I.A. The Liagoraceae (Nemaliales, Rhodophyta) of the Hawaiian Islands IV: the species of *Liagora* described by Butters. *Cryptogamie Algologique* 24(4):323-332. 2003.

HUISMAN, J.M. & BOROWITZKA, M.A. A revision of the Australian species of *Galaxaura* (Rhodophyta, Galaxauraceae), with a description of *Tricleocarpa* gen. nov. *Phycologia* 29(2):150 – 172. 1990.

HUISMAN, J. M., HARPER, J.T. & SAUNDERS, G.W. Phylogenetic study of the Nemaliales (Rhodophyta) based on large-subunit ribosomal DNA sequences support segregation of the Scinaiceae fam. Nov. and resurrection of *Dichotomaria* Lamarck. *Phycologia* 52:224-234. 2004.

HUISMAN, J.M. & KRAFT, G.T. Studies of the Liagoraceae (Rhodophyta) of the Western Australia: *Gloiotrichus fractalis* gen. et sp. nov. and *Ganonema helminthaxis* sp. nov. *European Journal Phycology* 29:73 – 85. 1994.

HUISMAN, J.M., SHERWOOD, A.R. & ABBOTT, I.A. Studies of Hawaiian Galaxauraceae (Nemaliales, Rhodophyta): Large subunit rDNA gene sequences support conspecificity of *Galaxaura rugosa* and *G. subverticillata*. *Cryptogamie Algologique* 25:337-352. 2004.

HUISMAN, J.M. & TOWNSEND, R.A. An examination of Linnaean and pre-Linnaean taxa referable to *Galaxaura* and *Tricleocarpa* (Galaxauraceae, Rhodophyta). *Botanical Journal of the Linnean Society* 113:95 – 101. 1993.

JOLY, A. B. Additions to the marine flora of Brazil. I. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras* 13:8-15. 1956.

JOLY, A.B. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e Arredores. *Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências* 217(14):1 - 196. 1957.

JOLY, A.B. Extensão da flora marinha tropical no sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha* 7:11-15. 1964.

JOLY, A.B. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade de São Paulo, Botânica* 21:1-393. 1965.

JOLY, A.B.; FERREIRA, M.M.; PINHEIRO-VIEIRA, F. & YONESHIGUE-BRAGA, Y. Additions to the American South Atlantic marine Algae I. *Arquivos da Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará*. 8(2):117-181. 1968.

JOLY A.B.; OLIVEIRA FILHO E.C. & NARCHI W. Projeto de criação de um parque nacional marinho na região de Abrolhos, Bahia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 41:247-251. 1969.

JOLY, A.B.; UGADIM, Y.; OLIVEIRA FILHO, E.C. de & CORDEIRO-MARINHO, M. Additions to the marine flora of Brazil. VI *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica* 22(305):171-194. 1967.

KJELLMAN, F.R. Om Floridé-släget *Galaxaura*. Dess Organografi Och Systematik. Kl. Svenska Vetensk-akad. Handl 33:1–109. 1900.

KRAFT, G.T., LIAO, L.M., MILLAR, A.J.K., COPPEJANS, E.G.G., HOMMERSAND, M.H. & WILSON FRESHWATER, D. Marine benthic red algae (Rhodophyta) from Bulusan, Sorsogon Province, Southern Luzon, Philippines. The Philippine Scientist 36: 1-50. 1989.

KÜTZING, F.T. Die Gattungen der Rhodophyceen. Lund: C.W.K. Gleerups Förlag. 673 p. 1956.

KYLIN, H. Studien über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. K. Svenska Vetensk-Akad. Handl 63:1–139. 1923.

LABANCA, L. Contribuição ao conhecimento da flora algológica marinha do Nordeste Brasileiro. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco 9/11:325 – 435. 1967/69.

LEE, Y. Marine algae of Jeju. Seoul. Academy Publication. 2008.

LOBBAN, C. S. & HARRISON, P. J. Seaweed ecology and physiology. London. Cambridge University. 1994.

LÜNNING, K. Seaweeds: Their environment, biogeography, and ecophysiology. New York. John Wiley & Sons, Inc. 1990.

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

MARTENS, G. de. Conspectus algarum Brasiliae hactenus detectarum. Vidensk Medditerranean Dansk Naturhe Foren 2:297-314. 1870.

MOEBIUS, M. Algae brasiliensis a cl. Dr. Glaziou collectae. Notarisia 5(20):1065 – 1090. 1890.

MONTAGNE, J.F.C. Cryptogamae brasiliensis seu plantae cellulares quas in itinere per Brasilian à céleb. Auguste de Saint-Hilaire colletas recensuit observationibusque nonnullis illustravit. Annales Science Nature Botany 2(12):42-44. 1839.

MOURA, C.W.N.; CORDEIRO-MARINO, M. & GUIMARÃES, S.M.P.B. *Trichogloea requienii* (Montagne) Kützing (Rhodophyta: Liagoraceae) no litoral do Brasil. Revista Brasileira de Biologia 59(1):151-159. 1999.

MÜLLER, K.M., SHERWOOD, A.R., PUESCHEL, C.M., GUTELL, R.R. & SHEATH, R.A. Proposal for a new red algal order, the Thoreaales. Journal of Phycology 38:807–20. 2002.

MURRAY, G. Algae in H. N. Riddley: Notes on the botany of Fernando de Noronha. Botanical Journal Linnean Society 27:75-80. 1891.

NICOLSON, D.H. & NORRIS, J.M. Ordinal orthography: Nemalionales vs. Nemaliales (Rhodophyta). Taxonomie 32: 288–92. 1983.

NUNES, J.M.C. A família Liagoraceae (Rhodophyta, Nemaliales) no estado da Bahia, Brasil. Hoehnia 32(3):429-444. 2005.

NUNES, J.M.C. Catálogo de algas marinhas bentônicas do Estado da Bahia, Brasil. Acta Botanica Malacitana 23:5-21. 1998.

NUNES, J.M.C. & GUIMARÃES, S.M.P.B. Morfología y taxonomía de *Scinaia halliae* (Scinaiaceae, Rhodophyta) en el litoral de Bahia y Espírito Santo, Brasil. Revista de Biología Marina y Oceanografía 45(1):159 – 164. 2010.

NUNES, J.M.C.; SANTOS, A.C.C. dos; MINERVINO, A. Algas marinhas bentônicas do município de Ilhéus, Bahia, Brasil. Acta Botanica Malacitana 24:5-12. 1999.

OLIVEIRA, E., ÖSTERLUND, K. & MTOLERA, M.S.P. Marine Plants of Tanzania. A field guide to the seaweeds and seagrasses. Stockholm. Stockholm University. 2005.

OLIVEIRA-FILHO, E. C. Algas marinhas bentônicas do Brasil. (Tese Livre-Docência). São Paulo. Universidade de São Paulo. 1977.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. Deep water marine algae from Espírito Santo State (Brazil). Boletim de Botanica da Universidade de São Paulo 4:73-80. 1976.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. & UGADIM, Y.A. New references of benthic marine algae to Brazilian Flora. Boletim de Botanica da Universidade de São Paulo 2:71 – 91. 1974.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. & UGADIM, Y.A. Survey of the marine algae of Atol das Rocas (Brazil). Phycologia 15(1):41-44. 1976.

PAPENFUSS, G. F.; MSHIGENI, K. E. & CHIANG, Y. M. Revision of Red Algal genus *Galaxaura* with special reference to the species occurring in the Western Indian Ocean. Botanica Marina 25:401-444. 1982.

PARKINSON, P.G. The typification and status of the name *Chaetangium* (algae). Taxonomy 32:605–10. 1983.

PEDRINI, A. de G. Algas marinhas bentônicas da baía de Sepetiba e arredores (Rio de Janeiro). (Dissertação de mestrado em botânica) Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1980.

PEDRINI, A. de G.; UGADIM, Y; BRAGA, M. do R. de A. & PEREIRA, S.M.B. Algas bentônicas do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. Boletim de Botanica da Universidade de São Paulo. 13:93-101. 1992.

PEREIRA, S. M. B. Algas marinhas bentônicas do Arquipélago de Fernando de Noronha (PE) e Arquipélago de São Pedro e São Paulo (2ª parte). 2006, p. 113-126 In: Alves, R.J.V. Castro, J. W. de A. (Orgs.) Ilhas Oceânicas Brasileiras da Pesquisa ao Manejo. MMA –Brasília, 2006.

PEREIRA, S.M.B. Algas marinhas bentônicas do infralitoral do estado da Paraíba. (Tese Professor Titular). Pernambuco. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1983.

PEREIRA S.M.B. Macroalgas bentônicas. Anais, Gerenciamento Participativos de Estuários e Manguezais, Recife, Editora universitária. 2000. pp. 48-63.

PEREIRA, S.M.B. Rodofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e arredores (Estado de Pernambuco – Brasil). (Tese de Doutorado). São Paulo. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. 1977.

PEREIRA, S.M.B.; ESKINAZI-LEÇA, E. & OLIVEIRA-CARVALHO, M.F. Phycological flora diversity in a coastal tropical ecosystem in the Northeast of Brazil. In: Tiezzi, E., Marques, J.C., Briebbia, C.A. & Jørgesen, S.E. (Eds.) Ecosystems and Sustainable Development VI. Wit Press. Transactions on ecology and the environment. 2007. pp.185 – 294.

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.; COCENTINO, A.L.M.; SANTOS, M.D.; NASCIMENTO, P.R.F. & CAVALCANTI, D.R. Algas bentônicas do Estado de Pernambuco. In: M. Tabarelli & J. M.C. Silva (Eds.). Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. Recife. Editora Massagana e SECTMA. 2002. pp. 97-124.

PEREIRA, S.M.B; OLIVEIRA-FILHO, E.C.; ARAÚJO, M.V.S.B.; PAES E MELO, L.B.; FERNANDES DE CARVALHO, F.A. & CÂMARA NETO, C. Prospecção dos bancos de algas marinhas do Estado do Rio Grande do Norte - 2ª parte: prof. de 10 a 45 metros. In: *SUDENE* - Departamento de Recursos Naturais. Recife. Projeto Algas 2:25-81. 1981.

PINHEIRO-VIEIRA, F. & FERREIRA-CORREIA, M.M. Quarta contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do Nordeste brasileiro. Arquivos de Ciências do Mar 10(2):189-192. 1970.

PINHEIRO-VIEIRA, F. & FERREIRA, M. M. Segunda contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do Nordeste Brasileiro. Arquivos da Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará 8(1):75-82. 1968.

PUESCHEL, C.M. & COLE, K.M. Rhodophycean pit plugs: an ultrastructural survey with taxonomic implications. *Annals Journal Botany* 69:703–20. 1982.

REVIERS, B. Biologia e Filogenia das Algas. Porto Alegre. Editora Artmed. 2006.

SANTOS, M.D. Taxonomia e distribuição da Ordem Nemaliales (Rhodophyta) no litoral do Estado de Pernambuco. (Dissertação de Mestrado em Botânica). Pernambuco. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2003.

SCHMITZ, F.S. Ystematische Übersicht der bisher bekannten Gattungen der Florideen. Floridean 72:435–56. 1889.

SCHNEIDER, C. W. & SEARLES, R. B. North Carolina marine Algae. II. New records and observations of the benthic offshore flora. Phycologia 12(3-4): 201-211. 1973.

SCHNEIDER, C. W. & SEARLES, R. B. Seaweeds of the Southeastern United States Cape Matteras to Cape Canaveral. Duke University Press Durhanm. 1991.

SEARLES, R.B. & SCHNEIDER, C.W. A checklist and bibliography of North Carolina Seaweeds. Botanica Marina 21:99-108. 1978.

SHERWOOD, A. R. & PRESTING, G. G. Universal primers amplify a 23S rDNA plastid marker in Eukaryotic Algae and Cyanobacteria. Journal of Phycology 43:605-608. 2007.

SILVA, B.N.T. Flora de macrófitas marinhas do Arquipélago de Abrolhos e do recife Sebastião Gomes (BA). (Dissertação de mestrado). São Paulo. Universidade de São Paulo. 2010.

SILVA, P.C., BASSON, P.W. & MOE, R.L. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. University of California Publications in Botany 79:1244-1259. 1996.

TAYLOR, W. M. R. A check-list of Venezuelan marine Algae. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 22(132-133):74-85. 1976.

TAYLOR, W.R. A synopsis of the marine algae of Brazil. Revue Algologique 5: 1-35. 1930.

TAYLOR, W.M.R. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. Ann. Arbor. The University of Michigan Press. 1960.

TOKIDA, J. & MASAKI, T.A. list of marine Algae collected in the Vicinity of Oshoro Marine Biological Station, at Oshoro, Hokkido, Japan Bulletin of the Facultad of Fishies 10(3):173-195. 1959.

UGADIM Y. On the reproduction of *Nemalion scammi* Crouan ex Borgesen (Helminthacladiaceae – Nemaliales). Revista de Biologia 9(1-4):127-131. 1973.

VILLAÇA, R.; PEDRINI, A.G.; PEREIRA, S.M.B.; FIGUEREDO, M.A.O. Flora marinha bentônica das Ilhas oceânicas brasileiras. In: ALVES, R.J.V.; CASTRO, J.W.A. (Org.). Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo. Brasília. DF: MMA. 2006. pp.105-146.



WATLING, R.; IRVINE, L.M. & NORTON, T.A. The marine Algae of St. Kilda. Trans. Botany Society Edinburgh 41: 31-42. 1970.

WEI-LUNG, W., SHAO-LUN L. & SHOWE-MEI, L. Systematics of the calcified genera of the Galaxauraceae (Nemaliales, Rhodophyta) with an emphasis on taiwan species. Journal of Phycology 41:685-703. 2005.

WILLIAMS, L. G. & BLOMQUIST, H. L. A collection of marine algae from Brazil. Bulletin of the Torrey Botanic Club 74(5): 383-397. 1947.

WYNNE, M. J. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. Nova Hedwigia 116:1-151. 2005.

YONESHIGUE, Y. Taxonomie et ecologie des algues marines dans la region de Cabo Frio. Rio de Janeiro.(Doctor of Philosophy). França. Faculte des Sciences de Limiiny, Universidade d'aix Marseille. 1985.

YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; GESTINARI, L. M. S. & FERNANDES, D. R. P. Macroalgas. In: Lavrado, H. P.; Ignacio, B. L. (ed.). Biodiversidade bentônica da região central da zona exclusiva brasileira. Museu Nacional [ed.], Série Livros 18. 2006. pp. 67-105.

ZELLER, G. Algae brasiliensis circa Rio de Janeiro a Dr. Glaziou Publi direttore collectae. In: Symbolae ad Floram Braziliae centralis cognoscendan part. 22, Videnskabelige Meddelelser Dansk Naturhistorik Forening. 1876. pp. 426-432.

**ANEXOS**

**TABELAS**

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemiales...**

Tab. 1. Distribuição dos representantes das Nemiales na Província Temperada Quente do litoral brasileiro, com base nos trabalhos de levantamento florístico desenvolvidos entre 1839 e 2010.

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<b>Liagoraceae</b>		
<i>Ganonema farinosum</i> (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang	SP	Joly (1964 = <i>Liagora farinosa</i> ); Joly (1965 como <i>L. farinosa</i> );
<i>Liagora ceranoides</i> J.V. Lamour.	RJ	Zeller (1876 = <i>Liagora distenta</i> ); Yoneshigue (1985); Brasileiro <i>et al.</i> (2009);
	SP	Joly (1964); Joly (1965);
<i>Liagoropsis schrammi</i> (P. Crouan & H. Crouan) Doty & I.A. Abbott	SP	Ugadim (1973 = <i>Nemalion schammi</i> );
<i>Titanophycus validus</i> (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood	SP	Joly (1965);
<i>Nemalion helminthoides</i> (Vellay) Batters	RS	Baptista (1977);
	SC	Joly (1956);
<b>Galaxauraceae</b>		
<i>Dichotomaria marginata</i> (J. Ellis & Sol.) Lamarck	RJ	Zeller (1876 = <i>G. canaliculata</i> ); Moebius (1889 = <i>G. marginata</i> ); Howe (1928 = <i>G. marginata</i> ); Taylor (1930 = <i>G. marginata</i> ); Pedrini (1980 = <i>G. marginata e G. frutescens</i> ); Yoneshigue (1985); Brasileiro <i>et al.</i> (2009);
	SP	Joly (1964 como <i>G. frutescens</i> ); Joly (1965 = <i>G. frutescens e G. stupocaulon</i> );
	SC	Cordeiro Marino (1978)
<i>D. obtusata</i> (J. Ellis & Solander) Lamarck	RJ	Martens (1870 = <i>G. obtusata</i> );
<i>Galaxaura rugosa</i> (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour.	RJ	Martens (1870); Oliveira Filho & Ugadim (1974 = <i>G. squalida</i> );
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow.	RJ	Pedrini(1980 = <i>G. cylindrica</i> ); Taylor (1930 = <i>G. cylindrica</i> );
	SP	Joly (1964 = <i>G. cylindrica</i> ); Horta (2000);
	SC	Cordeiro Marino (1978 = <i>G. cylindrica</i> );
<i>T. fragilis</i> (L.) Huisman & R.A. Towns.	RJ	Yoneshigue (1985 = <i>G. oblongata</i> ); Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2006); Brasileiro <i>et al.</i> (2009);
	SP	Taylor (1930 = <i>G. oblongata</i> ); Joly (1965 = <i>G. oblongata</i> );
<b>Scinaiaceae</b>		
<i>S. complanata</i> (Collins) Cotton	SP	Joly (1965); Braga (1971); Horta (2000);
<i>S. furcellata</i> (Turner) J. Agardh	SP	Joly (1965); Horta (2000);

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemiales...**

Tab. 2. Distribuição dos representantes das Nemiales na Província Tropical do litoral brasileiro, com base nos trabalhos de levantamento florístico desenvolvidos entre 1839 e 2010.

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<b>Liagoraceae</b>		
<i>Dotyophycus</i> sp.	BA	Nunes 2005
<i>Ganonema farinosum</i> (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang	CE	Pinheiro-Vieira & Ferreira (1968 como <i>Liagora farinosa</i> );
	PE	Pereira <i>et al.</i> (2002);
	BA	Nunes (1998);
<i>G. pinnatum</i> (Harv.) Huisman	PE	Pereira <i>et al.</i> (2000 como <i>Liagora pinnata</i> )
<i>Liagora ceranoides</i> J.V. Lamour.	RN	Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira (1969); Pereira <i>et al.</i> (1981);
	PB	Pereira (1983);
	PE	Williams & Blomquist (1947); Labanca (1967/69); Pereira <i>et al.</i> (2002);
	BA	Nunes (1998);
<i>L. viscida</i> (Forsskål) C. Agardh	Local não especificado	Moebius (1890);
<i>Liagoropsis schrammi</i> (P. Crouan & H. Crouan) Doty & I.A. Abbott	PE	Pereira <i>et al.</i> (2002);
	AL	Oliveira Filho (1977);
	Local não especificado	Williams & Blomquist (1947);
<i>Titanophycus validus</i> (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood	RN	Pereira <i>et al.</i> (1981 como <i>L. valida</i> );
	PE	Williams & Blomquist (1947);
	BA	Nunes (2005);
	BA	Moura <i>et al.</i> (1999); Nunes (2005); Marins <i>et al.</i> (2008);
<i>Trichogloea requienii</i> (Montagne) Kützing	BA	Moura <i>et al.</i> (1999); Nunes (2005); Marins <i>et al.</i> (2008);
<b>Galaxauraceae</b>		
<i>Dichotomaria marginata</i> (J. Ellis & Sol.) Lamarck	CE	Ferreira & Pinheiro (1966 como <i>G. marginata</i> );
	RN	Câmara Neto (1971 como <i>G. marginata</i> ); Pereira <i>et al.</i> (1981 como <i>G. marginata</i> );
	PB	Pereira (1983 como <i>G. marginata</i> );
	PE	Labanca (1967/69 como <i>G. marginata</i> ); Pereira (1977 como <i>G. marginata</i> ); Pereira <i>et al.</i> (2002 como <i>G. marginata</i> ); Pereira <i>et al.</i> (2007);
	BA	Martens (1870 como <i>G. canaliculata</i> ); Nunes (1998 como <i>G. marginata</i> ); Nunes <i>et al.</i> (1999 como <i>G. marginata</i> ); Marins <i>et al.</i> (2008);

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nematiales...**

Tab. 2. Distribuição dos representantes das Nematiales na Província Tropical do litoral brasileiro, com base nos trabalhos de levantamento florístico desenvolvidos entre 1839 e 2010. (Cont.).

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<i>D. obtusata</i> (J. Ellis & Solander) Lamarck	MA	Ferreira-Correia (1987 como <i>G. obtusata</i> );
	CE	Ferreira & Pinheiro (1966 como <i>G. obtusata</i> );
	RN	Oliveira Filho (1977 como <i>G. obtusata</i> ); Cocentino (2009);
	PE	Labanca (1967/69 como <i>G. obtusata</i> ); Pereira <i>et al.</i> (2002 como <i>G. obtusata</i> );
	BA	Martens (1870 como <i>G. obtusata</i> e <i>G. umbellata</i> ); Howe (1928 como <i>G. obtusata</i> e <i>G. moniliformis</i> ); Joly, Oliveira Filho e Narchi (1969 como <i>G. obtusata</i> e <i>G. breviarticulata</i> ); Nunes (1998); Marins <i>et al.</i> (2008);
<i>Galaxaura comans</i> Kjellm.	BA	Nunes (1998);
<i>G. rugosa</i> (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour.	RN	Pereira <i>et al.</i> (1981);
	PE	Santos 2003; Pereira <i>et al.</i> (2002);
	BA	Martens (1870 como <i>G. annulata</i> ); Joly, Oliveira Filho & Narchi (1969 como <i>G. squalida</i> ); Nunes (1998); Nunes (2005); Marins <i>et al.</i> (2008);
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow.	CE	Pinheiro- Vieira & Ferreira (1968 como <i>G. cylindrica</i> ); Oliveira Filho (1977 como <i>G. cylindrica</i> );
	RN	Pereira <i>et al.</i> (1981 como <i>G. cylindrica</i> );
	PB	Pereira (1983 como <i>G. cylindrica</i> );
	PE	Williams & Blonquist (1947 como <i>G. cylindrica</i> ); Labanca (1967/1969 como <i>G. cylindrica</i> ); Pereira (1977 como <i>G. cylindrica</i> ); Pereira <i>et al.</i> (2002); Santos (2003); Pereira <i>et al.</i> (2007);
	BA	Martens (1870 como <i>G. cylindrica</i> ); Joly <i>et al.</i> (1969 como <i>G. cylindrica</i> ); Nunes (1998); Nunes (2005);
	Local não especificado	Moebius (1890)
<i>T. fragilis</i> (L.) Huisman & R.A. Towns.	RN	Pereira <i>et al.</i> (1981 como <i>G. oblongata</i> ); Cocentino (2009);
	PE	Pereira <i>et al.</i> (2002); Santos (2003);
	PB	Pereira (1983 como <i>G. oblongata</i> );
	BA	Nunes (1998); Nunes (2005); Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2006);
<b>Scinaiceae</b>		
<i>Scinaia halliae</i> (Setchell) Huisman	AL	Oliveira Filho (1977 como <i>S. brasiliensis</i> ); Nunes & Guimarães (2010);
	BA	Nunes & Guimarães (2010);
	ES	Nunes & Guimarães (2010);
	RN	Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira (1969);
<i>S. complanata</i> (Collins) Cotton		

Tab. 2. Distribuição dos representantes das Nemateliales na Província Tropical do litoral brasileiro, com base nos trabalhos de levantamento florístico desenvolvidos entre 1839 e 2010. (Cont.).

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<i>S. furcellata</i> (Turner) J. Agardh	PE	Labanca (1967/69); Pereira (1977); Pereira <i>et al.</i> (2007);
	BA	Nunes (1998);
	Local não especificado	Moebius (1890);

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemiales...**

Tab. 3. Distribuição dos representantes das Nemiales nas Ilhas Oceânicas e Zona de Transição do litoral brasileiro, com base nos trabalhos de levantamento florístico desenvolvidos entre 1969 e 2010.

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<b>Liagoraceae</b>		
<i>Ganonema dendoideum</i> (P.Couan & H. Crouan) D.L. Ballant. & N. Aponte	Arquipélago de Fernando de Noronha	Joly et al. (1968 como <i>L. mucosa</i> ); Pinheiro-Vieira & Ferreira-Correia (1970 com <i>L. mucosa</i> ); Pereira (2006 como <i>L. dendroideum</i> );
<i>Helminthocladia calvadisii</i> (J.V. Lamour. Ex Duby) Setchell	ES	Guimarães et al. (1990);
<i>Liagora albicans</i> J.V. Lamour.	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<i>Titanophycus validus</i> (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992 com <i>L. valida</i> ); Pereira (2006 como <i>L. valida</i> );
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<b>Galaxauraceae</b>		
<i>Dichotomaria marginata</i> (J. Ellis & Sol.) Lamarck	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992 com <i>G. marginata</i> ); Pereira (2006 como <i>G. marginata</i> );
	Arquipélago dos Abrolhos	Silva (2010);
<i>D. obtusata</i> (J. Ellis & Solander) Lamarck	ES	Oliveira Filho (1977 como <i>G. obtusata</i> )
	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992 com <i>G. obtusata</i> ); Pereira (2006 como <i>G. obtusata</i> );
	Arquipélago dos Abrolhos	Joly et al. (1969 como <i>G. breviarticulata</i> ); Villaça et al. (2006 como <i>G. obtusata</i> ); Silva (2010);
<i>Galaxaura comans</i> Kjellman	ES	Joly et al. (1967 como <i>G. lapidescens</i> )
<i>G. rugosa</i> (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour.	ES	Joly et al. (1967 como <i>G. lapidescens</i> )
	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992 com <i>G. lapidescens</i> ); Pereira (2006);
	Arquipélago dos Abrolhos	Joly et al. (1969 como <i>G. lapidescens</i> ); Villaça et al. (2006); Silva (2010);
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow.	Arquipélago dos Abrolhos	Joly et al. (1969); Villaça et al. (2006); Silva (2010);
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<i>T. fragilis</i> (L.) Huisman & R.A. Towns.	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992); Pereira (2006);
	Arquipélago dos Abrolhos	Silva (2010);
<b>Scinaiceae</b>		
<i>Scinaia complanata</i> (Collins) Cotton	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<i>S. halliae</i> (Setchell) Huisman	ES	Nunes e Guimarães (2010);



**FIGURAS**

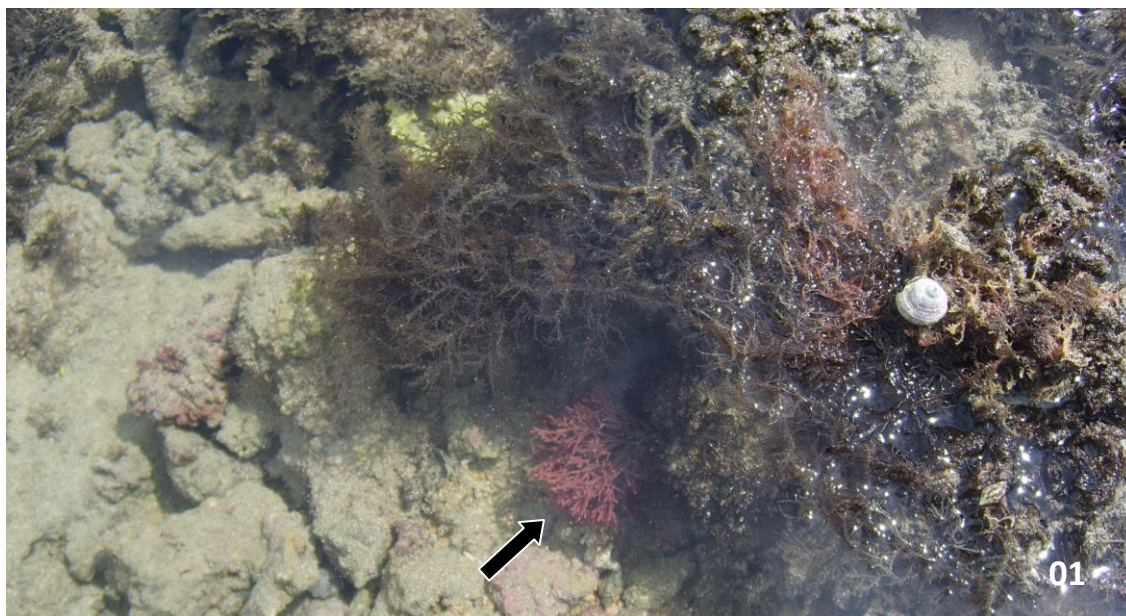


Fig. 01. *Tricleocarpa cylindrica* (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow. – Aspecto geral. Observe planta crescendo sobre substrato rochoso (seta); Fig. 02. *Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.) Lamarck - Aspecto geral do talo crescendo sobre recife de arenito na região entre-marés do litoral pernambucano (seta); Fig. 03. *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Sol.) Lamouroux - Aspecto geral do talo crescendo em poça recifal da costa pernambucana (seta).

## **4.Resultados**

### **4.1.Manuscrito I**

**Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem  
Nemaliales (Rhodophyta) nas formações recifais e costões  
rochosos do Nordeste Brasileiro**

**O trabalho será enviado para a REVISTA NOVA HEDWIGIA**

**Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem  
Nemaliales (Rhodophyta) nas formações recifais e costões  
rochosos do Nordeste Brasileiro**

Suellen Gomes Brayner-Barros<sup>1,2</sup>, Sonia Maria Barreto Pereira<sup>1,2</sup>

1- Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) -  
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Avenida Dom  
Manoel de Medeiros, S/N. 52171-900. Dois Irmãos, Recife, PE,  
Brasil.

2. correspondência para autor: [subrayner@gmail.com](mailto:subrayner@gmail.com);  
[soniabp@terra.com.br](mailto:soniabp@terra.com.br)

**Resumo:** A Ordem Nemaliales possui representantes com talos cilíndricos ou ligeiramente achatados, ramificados, e com organização multiaxial. Esses organismos estão distribuídos, principalmente, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico). O maior registro para o litoral brasileiro encontra-se no Nordeste (19 espécies), seguido pelo Sudeste (16 espécies) e sul (3 espécies). Com o objetivo de validar as espécies integrantes desta ordem, este trabalho utilizou material coletado na região entre-marés, durante as marés baixas diurnas, no período de outubro de 2007 a dezembro de 2009, na Costa nordeste do Brasil e também incluiu material depositado em Herbários nacionais indexados. Foram identificadas 12 espécies da ordem Nemaliales para a costa do nordeste brasileiro, distribuídas entre as famílias Liagoraceae (*Ganonema farinosum* (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang, *Liagora ceranoides* J.V.Lamour., *Nemalion helmintoides* (Velley) Batters, *Titanophycus validus* (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood e *Trichogloea requienii* (Mont.) Kütz.), Galaxauraceae (*Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour., *D. obtusata* (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour., *Galaxaura rugosa* (J.Ellis & Sol.)J.V. Lamour., *Tricleocarpa cylindrica* (J.Ellis & Sol.) Huisman & Borow., *T. fragilis* (L.) Huisman & R.A. Townsed., *Galaxaura* sp.) e Scinaiaceae (*Scinaia furcellata* (Turner) J. Agardh). Na região nordeste a maior diversidade ocorreu nos estados de Pernambuco e Bahia, enquanto o Rio Grande do Norte foi o estado com menor número de espécies.

**Palavras-chave:** Liagoraceae, Galaxauraceae, Scinaiaceae, costa Nordeste, morfologia e taxonomia.

**Abstract:** The Order is represented with stalks Nemaliales cylindrical or slightly flattened, branched, and multiaxial organization. These organisms are distributed mainly between the Tropics of Cancer and Capricorn (Atlantic, Indian and Pacific). The highest record for the Brazilian coast is located in the Northeast (19 species), followed by the Southeast (16 species) and southern (3 species). Aiming to validate the species members of this order, this study used the material collected in the intertidal area during daytime low tides, from October 2007 to December 2009, Costa northeastern Brazil and also in material deposited in national herbaria indexed. They identified 12 species of the order Nemaliales to the coast of northeastern Brazil, distributed among the families Liagoraceae (*Ganonema farinosum* (J.V.Lamour.) K.C.Fan & Yung C. Wang, *Liagora ceranoides* J.V. Lamour., *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters, *Titanophycus validus* (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & R.A. Sherwood and *Trichogloea requienii* (Dub.) Kütz.) Galaxauraceae (*Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.) J.V.Lamour., *D. obtusata* (J. Ellis & Sol.) J.V.Lamour., *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Sol.) J.V.Lamour., *Tricleocarpa cylindrica* (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow., *T. fragilis* (L.) Huisman & R.A.Townsend., *Galaxaura* sp) and Scinaiaceae (*Scinaia furcellata* (Turner) J. Agardh). In the northeast region the highest diversity occurred in the states of Pernambuco and Bahia being developed while the Rio Grande North was the state with the fewest species.

**Key words:** Liagoraceae, Galaxauraceae, Scinaiaceae, Northeast coast, morphology and taxonomy.

## **Introdução**

A ordem Nemiales é composta por representantes marinhos, pluricelulares, com talos cilíndricos ou ligeiramente achatados, ramificados, com organização multiaxial. As células possuem um ou vários plastídios parietais com ou sem pirenóides (Huisman, 2006). As plantas podem ser monóicas ou dióicas, apresentando reprodução assexuada por aplanósporos, monósporos ou tetrásporos cruciados e sexuada por oogamia, com carpósporos originados da união gamética. O carpogônio localiza-se no córtex, produzindo oosfera; ramo carpogonial com quatro células e célula auxiliar ausente (Oliveira *et al.*, 2005; De Clerck *et al.*, 2005; Huisman, 2006). O espermatângio situa-se nas células vegetativas superficiais ou estão agrupados em posição terminal ou subterminal em eixos laterais, produzindo espermácios. Os carposporófitos estão imersos no talo, com ou sem pericarpo e os carpósporos dispostos em série ou terminais em gonimoblastos (Lee, 2008). O ciclo de vida é geralmente trifásico e heteromórfico. A fase tetrasporofítica pode ser macroscópica ou microscópica, nem sempre conhecida em algumas das espécies (Papenfuss *et al.*, 1982; Schneider & Searles, 1991).

Os representantes estão distribuídos, principalmente, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico), com um total de 210 espécies, sendo 38 da família Galaxauraceae, 118 da Liagoraceae e 54 da Scinaiaceae (Guiry & Guiry, 2010).

Para o litoral brasileiro são registrados os gêneros *Dotyophycus* I.A. Abbott, *Ganonema* K.C. Fan & Yung C. Wang, *Liagora* J.V. Lamour., *Liagoropsis* Yamada, *Nemalion* Duby, *Titanophycus* Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood e *Trichogloea* Kütz. (Liagoraceae); *Dichotomaria* Lam.,



*Galaxaura* J.V. Lamour., *Tricleocarpa* Huisman & Borow. (Galaxauraceae) e *Scinaia* Bivona (Scinaiaceae). Este conhecimento está restrito a um número pequeno de publicações, onde os táxons estão registrados na forma de listagem ou em levantamentos florísticos gerais (Joly, 1957 e 1965; Ugadim, 1973; Pereira *et al.*, 1981; Pereira *et al.*, 2002), com exceção de Nunes (2005) que trata exclusivamente da taxonomia do grupo para o litoral do estado da Bahia.

Esta pesquisa tem como objetivo apresentar o levantamento da ordem Nemiales na costa do nordeste brasileiro com ênfase na taxonomia e distribuição de seus representantes. É parte integrante de um projeto maior sobre o conhecimento da flora ficológica das formações recifais do Nordeste brasileiro.

#### **Material e métodos**

Este trabalho está baseado em material coletado ao longo da costa Nordeste, e também, em material depositado em Herbários nacionais indexados.

O material foi coletado ao longo da costa Nordeste, no trecho entre o estado do Ceará ( $2^{\circ}55'29.62''$  S e  $41^{\circ}19'14.67''$  O) até o sul do estado da Bahia ( $18^{\circ}20'31.35''$  S e  $39^{\circ}39'31.35''$  O), correspondendo à região tropical citada por Horta *et al.* (2001). Os espécimes foram coletados entre abril de 2008 e novembro de 2009. Os locais de coleta foram escolhidos em função da comunicação com pesquisadores locais, levantamentos bibliográficos e herbários consultados. As coletas foram realizadas na região entre-marés, durante as marés baixas, com auxílio de espátulas e quando necessário através de mergulhos livres nas poças recifais. Os espécimes foram conservados em solução de formaldeído (4%).



Foram analisadas 311 exsicatas de espécimes representantes da flora do nordeste brasileiro, registradas nos seguintes herbários nacionais indexados: PEUFR, UFP, JPB, UFC, ALCB e SPF. O material de herbário analisado, foi coletado na região entre-marés, infralitoral e dragagens através das expedições oceanográficas, Almirante Saldanha (entre os Estados da Bahia e do Espírito Santo, 1967), Akaroa (entre os Estados de Alagoas e de Sergipe, 1965), Canopus (entre os Estados do Ceará e de Sergipe, 1965-1966) e Comissão Recife (no Estado de Pernambuco, 1966-1967). Quando necessário, foi procedida a correção taxonômica das exsicatas. Foi analisado, também, o material do herbário da Universidade de Alagoas. Por este não ser indexado, não consta na referência de material examinado.

Para a observação da estrutura interna, o material foi previamente descalcificado em solução de ácido clorídrico (4%); em seguida foram feitos cortes transversais com lâminas de barbear e montados em lâminas semi-permanentes em solução de glicerina (50%) e vedadas com esmalte incolor.

A identificação das espécies foi baseada na morfologia externa (altura, cor, forma de fixação, tipo de ramificação, articulação, presença ou não de filamentos assimiladores), morfologia interna (medida de diâmetro e comprimento das células corticais, diâmetro dos filamentos assimiladores, filamentos medulares), e caracteres reprodutivos (carpogônio, ramos carpogoniais e espermatângio), quando presentes. Foram feitas 15 medições de cada estrutura anatômica e nas descrições constam a média dessas medidas ( $\bar{X}$ ) entre parênteses, a mínima e a máxima dos valores observados. Para as medidas das

estruturas internas foi utilizada a ocular milimetrada Zeiss.

As ilustrações de aspecto geral do talo foram feitas através de câmera digital Canon Power Shot 4.0 e da morfologia interna, através de desenhos com o auxílio do microscópio binocular Zeiss acoplado a câmara clara, fotografias dos exemplares *in natura* ou herborizados. O material identificado foi herborizado e incorporado ao Herbário PEUFR e as duplicatas serão enviadas a outros herbários. A identificação das espécies foi feita com base em Abbott (1990), Huisman & Borowitzka (1990), Abbott & Huisman (2005), Wang et al. (2005), Huisman (2006) e o posicionamento taxonômico de acordo com Guiry & Guiry (2010) ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)).

Os dados de distribuição geográfica dos representantes da ordem no Brasil constam na tabela 1.

### **Resultados**

Foram identificadas 12 espécies da ordem Nemiales para a costa do nordeste brasileiro: família Liagoraceae: *Ganonema farinosum* (J.V. Lamour.)K.C. Fan & Yung C.Wang, *Liagora ceranoides* J.V. Lamour., *Nemalion helmintoides* (Velley) Batters, *Tithanophycus validus* (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood e *Trichogloea requienii* (Mont.)Kütz.; família Galaxauraceae: *Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.)J.V. Lamour, *D. obtusata* (J. Ellis & Sol.)J.V. Lamour, *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Sol.)J.V. Lamour, *Tricleocarpa cylindrica* (J. Ellis & Sol.)Huisman & Borow., *T. fragilis* (L.)Huisman & R.A. Townsed., *Galaxaura* sp. e família Scinaiaceae: *Scinaia furcellata* (Turner) J. Agardh.

### **Chave de identificação das espécies analisadas.**

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemiales...**

- 1a.** Frouxo córtex, formado por filamentos assimiladores desde cilíndricos a ovais.....2
  - 2a.** Filamentos assimiladores subdicotômicos.....
    - .....***Nemalion helminthoides***
  - 2b.** Filamentos assimiladores dicotômicos.....3
    - 3a.** Filamentos assimiladores portando células alongadas no ápice.....***Titanophycus validus***
    - 3b.** Filamentos assimiladores portando células ovaladas no ápice.....4
      - 4a.** Filamentos assimiladores com proliferações nas células do ápice.....***Trichogloea requienii***
      - 4b.** Filamentos assimiladores sem proliferações nas células do ápice.....5
        - 5a.** Filamentos assimiladores iniciais cilíndricos, tornando-se ovais em direção ao ápice.....
          - .....***Ganonema farinosum***
        - 5b.** Filamentos assimiladores iniciais cilíndricos, tornando-se mamiliformes em direção ao ápice....6
          - 6a.** Filamentos assimiladores portando rizóides na célula basal.....***Liagora ceranoides***
          - 6b.** Filamentos assimiladores sem rizóides na célula basal.....7
            - 7a.** Filamentos assimiladores curtos e longos crescendo a partir de uma célula basal inflada.....***Galaxaura rugosa***
            - 7b.** Filamentos assimiladores curtos e longos crescendo a partir de uma célula basal poligonal.....***Galaxaura sp.***
- 1b.** Denso córtex, formado por camadas de células desde cilíndricas a irregulares.....8
  - 8a.** Região cortical com quatro camadas de células.....
    - .....***Dichotomaria marginata***
  - 8b.** Região cortical com três camadas de células.....9
    - 9a.** Primeira camada cortical formada por células em forma

- de funil.....*D. obtusata*
- 9b.**Primeira camada cortical formada por células desde ovóides, mais largas que altas a utrículos.....**10**
- 10a.**Presença de utrículos, formados por células infladas não pigmentadas.....*Scinaia furcellata*
- 10b.**Ausência de utrículos.....**11**
- 11a.**Camada mais externa formada por células ovóides pigmentadas.....*Tricleocarpa cylindrica*
- 11b.**Camada mais externa formada por células mais largas que altas pigmentadas .....*T. fragilis*

#### Descrição dos Táxons

*Ganonema farinosum* (J.V.Lamour.) K.C.Fan & Yung C.Wang, *Acta Phytotax. Sin.* 12:492, pl. 1. 1974.

Localidade tipo: Suez, Egito.

Basiônimo: *Liagora farinosa* J.V.Lamour., *Hist. Polyp. Corall.* 239. 1816.

Figs. 1, 3 e 5.

Talo ereto com até 10,5cm de altura, moderado a fortemente calcificado, aspecto branco-pulverulento, fixo ao substrato por um apressório discóide. Ramificação dicotômica a irregular. Ramos com 11 µm de diâmetro, portando numerosos ramos laterais curtos. Eixos com até 4 mm de diâmetro na base, diminuindo em direção ao ápice com 2 mm de diâmetro. Filamentos medulares com 7(18)20 µm de diâmetro. Filamentos assimiladores ramificados dicotomicamente, exceto na região distal, curvado em direção ao ápice. Inicialmente cilíndricos, tornando-se ovais em direção ao ápice, medindo 7(9)23,5 µm de comprimento e 3(6)9 µm de diâmetro. Rizóides originados nas células inferiores do filamento assimilador.

Ramo carpogonial curvado formado por três células originadas a partir de ramos secundários e terciários. Carpogônio ovóide ou obvóide. Espermatângio se originando da célula apical ou subapical dos filamentos assimiladores, portando espermácios com 2 - 5 µm de diâmetro.

**MATERIAL EXAMINADO:** Pernambuco: 16/09/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (50538-PEUFR); 17/09/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (50539-PEUFR); Bahia: 01/07/ 1998, J.M. de C. Nunes et al. (122453-ALCB); Alagoas: 15/X/2009, A.B. Joly (2037-SPF); 15/X/2009, Y. Ugadim (55076-SPF); 22/X/2009, E.C. Oliveira-Filho (50650-SPF).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes ocorreram na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos dos estados de Pernambuco e Bahia. Na costa de Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande) e da Bahia (Ilha de Itaparica - Praia de Mar Grande), foram observados extensas populações crescendo em substrato arenoso. As plantas se encontravam servindo de hospedeiro para *Acanthophora spicifera* (Vahl.) Børgesen, *Dictyopteris delicatula* Lamour., *Gelidiella acerosa* (Forssk.) Feldmann & Hamel, *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) Lamour., *H. spinella* J. Agardh.

O gênero *Ganonema* foi erguido de *G. farinosum*, uma espécie difundida e conhecida originalmente no gênero *Liagora*. O novo gênero foi caracterizado pela produção de ramos carpogoniais em especial "filamento fértil" decorrentes de célula basal dos filamentos corticais. Este recurso foi considerado inconsistente por Abbott (1984), que defendeu a rejeição do gênero *Ganonema*. Em 1989, Kraft realizou uma análise cladística da família Liagoraceae e do gênero *Liagora*, concluindo que o gênero foi também amplamente definido, e sugeriu o reconhecimento de *Ganonema* (Kraft, 1989). Esta reestruturação foi formalmente realizada por

Huisman & Kraft (1994). Huisman *et al.* (2004) confirmaram a reorganização desta espécie, pela presença de células cilíndricas distintas nos filamentos assimiladores, onde não há divisões das paredes das células ao nível das articulações. Comunicaram, ainda, que esta espécie apesar de considerada muito próxima de *G. pinnatum* (Harvey) Huisman, pode ser desta separada, por seus filamentos assimiladores, carposporângio indivisível e características dos ramos espermatangiais.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** **Continente Americano:** Flórida; México; Caribe (Bermudas, Ilhas Canárias, Cabo Verde); Brasil (CE, PE, BA, SP); Venezuela. **Ilhas Atlânticas:** Bahamas; Barbados; Cuba; Porto Rico; Jamaica; Ilhas Virgens. **Europa:** Itália; Espanha. **Ásia:** Filipinas; Vietnã; Índia; China; Japão; Taiwan. **África:** Egito. **Austrália:** Austrália; Nova Zelândia.

*Liagora ceranoides* J.V. Lamour. *Hist. Polyp. Corall.* 239. 1816.

Localidade tipo: St Thomas, Ilhas Virgens.

Figs. 2, 4 e 6.

Talo ereto com 6 cm de altura, levemente calcificado, com coloração marrom avermelhada, mucilaginoso, fixo ao substrato por um apressório discóide. Ramificação dicotômica ou irregular (rara), com proliferações nos ramos laterais. Eixos principais com até 2 mm de diâmetro na base, diminuindo em direção ao ápice (0,2mm). Ápice dos ramos agudos. Filamentos medulares com 12(24)28µm de diâmetro. Filamentos assimiladores inicialmente cilíndricos, diminuindo em direção ao ápice, tornando-se mamiliformes medindo 285(298)320µm de comprimento (incluindo célula basal), rizóides na célula basal.

**MATERIAL EXAMINADO:** Pernambuco: 21/01/1962, S.M.B. Pereira et al. (1196-PEUFR); 21/11/1979, S.M.B. Pereira et al. (4965-PEUFR); 07/05/2008, S.G. Brayner-Barros et al. (50533-PEUFR); 16/09/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (50534-PEUFR); 17/09/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (50535-PEUFR); 25/07/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (50536-PEUFR); 15/10/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (24237-SPF); Bahia: 01/VII/1998, J.M. de C. Nunes et al. (122489-ALVCB); 15/10/2009, Y. Ugadim (53186-SPF).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos no litoral dos estados de Pernambuco e Bahia. No litoral da Bahia (Ilha de Itaparica - Praia de Mar Grande), extensas populações foram encontradas crescendo em substrato arenoso. Os exemplares de Pernambuco ocorreram nas paredes laterais do meso superior, crescendo próximas às outras Nemaliales e também, em poças recifais fechadas. Foram encontradas como epífitas, *Acanthophora spicifera*, *Acrochaetium agardhiellae* A.B.Joly & Cordeiro, *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kütz., *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek, *Dictyopteris delicatula*, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea musciformis*, *H.spinella*, *Lophosiphonia obscura* (C. Agardh) Falkenb., *Halimeda cuneata* Hering e *Ceramium* sp.

Esta espécie pode ser confundida com *L. dendroidea* (P. Crouan & H. Crouan) I.A. Abbott. De acordo com Abbott (1990) *L. ceranoides* se diferencia de *L.dendroidea* pelo padrão de ramificação dicotômica, além dos caracteres reprodutivos (carpogônio e espermatângio). C. Agardh (1822) colocou *L. ceranoides* como sinônimo de *L. viscida*. Feldmann & Feldmann (1942) também consideraram *L.ceranoides* de Zanardini e *L. attenuata* sinônimos de *L. viscida*. Contudo, ao examinar o holotipo de *L. ceranoides*, Abbott verificou

que a opinião de C. Agardh foi um erro, pois *L.ceranooides* é uma espécie totalmente diferente de *L.viscida*. Além de referir que *L.viscida* é a espécie tipo do gênero *Liagora*.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** **Continente Americano:** Flórida; Havaí; México; Caribe; Brasil (CE, RN, PB, PE, BA, RJ, SP); Venezuela; Colômbia. **Ilhas Atlânticas:** Ascensão; Bermudas; Cabo Verde; Ilha da Madeira; Costa Rica; Panamá. **Europa:** Grécia; Espanha. **Ásia:** Índia; China; Japão; Taiwan; Indonésia; Filipinas. **África:** Quênia; Madagascar; Moçambique; Tanzânia. **Austrália:** Austrália; Nova Zelândia.

*Nemalion helminthoides* (Velley) Batters, *J. Bot.* 40:59. 1902.

Localidade tipo: Portland, Inglaterra.

Basiônimo: *Fucus helminthoides* Velley, *Bot. Arr. Brit. Pl.* 3(2):255. 1792.

Figs. 7 e 9.

Talo ereto, com 10cm de altura, mucilaginoso, levemente calcificado, com coloração rosa esbranquiçada, fixo ao substrato por um apressório discóide. Ramificação de subdicotômica a irregular. Eixos com 1 mm de diâmetro e diminuindo em direção ao ápice (0,3 a 0,8 mm) de diâmetro. Filamentos medulares com 2(6)9µm de diâmetro. Filamentos assimiladores subdicotômicos com 228(310)435µm de comprimento por 1µm de diâmetro.

**MATERIAL EXAMINADO:** **Pernambuco:** 13/XII/2000, Santos, M.D. et al. (4639-PEUFR).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos no litoral do



estado de Pernambuco. Os espécimes coletados estavam em poças fechadas, nas praias de Enseada dos Corais e São José da Coroa Grande, litoral sul de Pernambuco. Os exemplares estavam em estágio vegetativo. Apresentavam como epífitas *Chaetomorpha antennina*, *Dictyopteris delicatula*, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea musciformis*.

Esta espécie só havia sido referida para o Sul do Brasil (SC e RS), devido a sua preferência por ambientes mais frios. É encontrado em regiões temperadas (Huisman, 2006). O presente estudo trata da primeira ocorrência para o Nordeste.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** Continente Americano: Califórnia; México; Brasil (SC,RS,PE); Colômbia; Uruguai. **Ilhas Atlânticas:** Ilhas Canárias. **Europa:** Espanha; Grécia; Itália. **Ásia:** Japão. **África:** Marrocos; Egito; Tunísia; Senegal. **Austrália:** Austrália; Nova Zelândia.

*Titanophycus validus* (Harv.) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood, *Algae of Australia: Nemaliales* 119.2006.

Localidade tipo: Flórida, Estados Unidos.

Basiônimo: *Liagora valida* Harv., *Smithsonian Contr.* 5:138. 1853.

Figs. 8 e 10.

Talo ereto, com até 10 cm de altura, fortemente calcificado, exceto próximo ao ápice, fixo ao substrato por um apressório discóide, com coloração rósea. Ramificação dicotômica, com ângulo reto nas últimas dicotomias. Eixos cilíndricos com 1mm de diâmetro. Filamentos medulares com 7(16)18µm de comprimento. Filamentos assimiladores com 190 (220)284µm de comprimento, incluindo as células basais. Ramificação dicotômica, exceto na porção distal. Porção distal curvada em direção ao ápice. Inicialmente células

alongadas, em seguida ovóides e por último, células cilíndricas.

**MATERIAL EXAMINADO:** Pernambuco: 30/01/1980, G.C. Teixeira (4833-PEUFR); 07/05/2008, S.G. Brayner-Barros et al. (50541-PEUFR); 22/10/2009, S.M.B. Pereira et al. (55550-SPF); Bahia: 01/07/1998, J.M. de C. Nunes et al. (122544-ALCB); 01/07/1998, J.M. de C. Nunes et al. (122545-ALCB); 01/07/1998, J.M. de C. Nunes et al. (122547-ALCB); 22/10/2009, E.C. Oliveira-Filho et al. (005435-SPF); 22/10/2009, E.C. Oliveira-Filho et al. (51171-SPF).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos do litoral dos estados de Pernambuco e Bahia. No litoral do estado da Bahia (Ilha de Itaparica - Praia de Mar Grande), extensas populações foram encontradas crescendo em substrato arenoso. Os exemplares coletados no litoral de Pernambuco ocorreram nas paredes laterais do meso superior, crescendo próximas às outras Nemaliales ou em poças fechadas do platô recifal. Foram encontradas como epífitas, *Acanthophora spicifera*, *Dictyopteris delicatula*, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea musciformis*, *H. spinella* e *Lophosiphonia obscura*.

Alguns autores têm dado maior ênfase nos estudos detalhados relativos à família Liagoraceae e ao gênero *Liagora*. Dado que muitos gêneros da família têm sido distinguidos com base em minúcias de desenvolvimento pré e pós-fertilização (Huisman, 2006). Este mesmo autor, a partir de observações morfológicas e moleculares, propõe a segregação de mais um gênero, *Titanophycus*, a partir de *Liagora valida*. O novo gênero passa a incluir apenas as espécies que diferem de *Liagora* por apresentar formação de filamentos corticais com ramos terminais de duas a muitas células de comprimento, cistocarpos obconicais e o gonimoblasto não é claramente

perceptível a partir da fecundação. Além de ramos espermatangiais que surgem em células subperiféricas eventualmente modificadas para aparecer como filamentos corticais com espermatângios terminais. Segundo Kvaternik & Afonso-Carrilo (1995), *L. viscida* é a espécie mais próxima de *T. validus*. Entretanto, pode ser separada por apresentar filamentos assimiladores duas vezes menor e presença de fusão das células do ramo carpogonial.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** **Continente Americano:** Flórida; Caribe; Brasil (FN,BA,PE,SP); Colômbia. **Ilhas Atlânticas:** Bermudas; Ilhas Canárias; Cabo Verde; Ilha da Madeira. **Ásia:** Filipinas; Vietnã. **África:** Quênia; Moçambique; Madagascar. **Austrália:** Austrália; Nova Zelândia.

*Trichogloea requienii* (Mont.) Kütz., *Bot. Zeitung (Berlin)* 5:54. 1847.

Localidade tipo: Mar Vermelho.

Basiônimo: *Batrachospermum requienii* Mont., *Ann. Sci. Nat. Bot.*, sér. 2, 20:355. 1843.

Figs. 11 a 15.

Talo ereto, 10cm de altura, levemente calcificado, mucilaginoso, com coloração rosa brilhante, fixo ao substrato por um apressório discóide. Raras ramificações dicotômicas. Eixos primários com até 5 mm de diâmetro, diminuindo nos ápices. Ramos laterais com até 1mm de diâmetro. Células dos filamentos medulares alongadas com até 14µm de diâmetro. Filamentos assimiladores com ramificação dicotômica, raras tricotomias, com até 5mm de diâmetro, formados a partir de células dos filamentos medulares. Estes, radialmente dispostos, com células medindo 87(92)120µm de diâmetro. Filamentos rizoidais originados da célula basal dos filamentos assimiladores.

Espermatângios subesféricos com até 4 µm de diâmetro. Carposporófitos com até 132 µm de diâmetro. Carpósporos terminais ovóides com 10(11)15 µm de diâmetro.

**MATERIAL EXAMINADO:** Pernambuco: 17/09/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (50540-PEUFR); Bahia: 10/08/2005, J.M. de C. Nunes (12284-ALCB); 10/08/2005, J.M. de C. Nunes (12285-ALVCB); 10/08/2006, J.M. de C. Nunes (12284-ALCB).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos do litoral do estado de Pernambuco (Praia de Porto de Galinhas). Foram encontrados em poças fechadas apresentando como epífitas, *Dictyopteris delicatula*, *Gelidiella acerosa* e *Hypnea musciformis*.

Abbott & Huisman (2005) fizeram uma comparação de seu material com exsicatas dos Herbários da Austrália. Contudo, estes autores, observaram que *T. requienii* pode ser separada de *T. hervery* e *T. lubrica* pela combinação de longos filamentos assimiladores sem ramificação de 8-14 células, filamento fértil com ramos carpogoniais e 3-4 camadas de ramos de filamentos estéreis laterais abaixo do gonimoblasto com seus ápices apontando distalmente.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** Continente Americano: Brasil (BA); Ilhas Atlânticas: Cabo Verde. Ásia: Japão; Coréia; Taiwan; Indonésia; Filipinas. África: Quênia; Madagascar; Egito; Tanzânia. Austrália: Austrália; Nova Zelândia.

*Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour.,  
*Hist. Nat. Anim. Vert.* 2: 146. 1816.

Localidade tipo: Bahamas.

Basiônimo: *Coralina marginata* J.Ellis & Sol., *Nat. Hist. Zooph.* 115, pl. 22, fig. 6. 1786.

Figs. 16 a 21.

Talo ereto com 14,5cm de altura, levemente calcificado, com coloração vermelha escura, fixo ao substrato por um apressório discóide. Ramificação subdicotômica a dicotômica com raras proliferações. Ramos inicialmente subcilíndricos e achatados no ápice. Ramos com estrias (plantas em estágio vegetativo) nas porções distais. Córtex gametofítico: Filamentos medulares medindo 5(15)17 $\mu$ m de diâmetro. Córtex com quatro camadas de células. A mais externa pigmentada, formada de células ovóides, arredondadas, obovóides e apiculadas com 16(22)30  $\mu$ m de diâmetro por 11(21)32 $\mu$ m de comprimento. A camada adjacente, com células de fusão, formada por células pigmentadas, pedunculadas, simples ou ramificadas, medindo 10(24,5)25 $\mu$ m de diâmetro; as duas camadas mais internas são formadas por células irregulares medindo 38(52)68,5 $\mu$ m de diâmetro por 21 (37) 56 $\mu$ m. Córtex tetrasporofíticos: região cortical com 3 a 4 camadas, as camadas mais internas com células ovóides a irregulares, justapostas com 11,5 (15)21 $\mu$ m de diâmetro por 31(49)54 $\mu$ m de comprimento. As camadas mais externas com células ovóides ou obvóides pigmentadas com 8,5 (12)18 $\mu$ m de diâmetro por 9(15)22 $\mu$ m de comprimento.

**MATERIAL EXAMINADO:** Pernambuco: 11/12/2000, M.D. Santos & M.E.Bandeira-Pedrosa (46606-PEUFR); 21/08/2001, M.D. Santos & M.E.Bandeira-Pedrosa (46605-PEUFR); Rio Grande do Norte: 06/05/2008, S.G. Brayner-Barros et al. (50500-PEUFR); 05/05/2008, S.G. Brayner-Barros et al. (50501-PEUFR); Paraíba: 16/05/1980, Carvalho e I.A.Kanagawa (11.392-JPB); 24/09/1980, A.I. Kanagawa (11.507-JPB); 15/10/1982, M.L. Christofforren (12.347-JPB); 30/10/1982, A.I. Kanagawa (12.350-JPB); Ceará: 01/04/2000, P. G. Araújo; G.E.C.

Miranda e A.I. Kanagawa (13.435-UFC); **Bahia:** 01/07/ 1998, J.M. de C. Nunes et al. (122644-ALCB).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos da costa dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia. Nos litorais dos estados de Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande) e Bahia (Ilha de Itaparica - Praia de Mar Grande), extensas populações foram encontradas crescendo em substrato arenoso. Os espécimes coletados no litoral de Ceará estavam nas paredes laterais do meso superior, crescendo próximas a outras Nemaliales e também, estavam em poças recifais fechadas. No litoral dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e em parte da Bahia, estavam em poças abertas e fechadas, em áreas protegidas. Foram encontradas como epífitas, *Acanthophora spicifera*, *Acrochaetium agardhiellae*, *Bryopsis plumosa* (Hudson) C.Agardh, *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kützing, *Cladophora vagabunda*, *Dictyopteris delicatula*, *Dictyota menstrualis* (Hoyt) Schnetter, Hörning & Weber-Peukert, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea musciformis*, *H.spinella*, *Lophosiphonia obscura* e *Ceramium* sp. Além de diversas diatomáceas e postura de peixes.

Os exemplares coletados na costa do Nordeste, apresentam talos pouco desenvolvidos, em sua maioria vegetativos. Exceto àqueles coletados na Bahia (Ilha de Itaparica) que se encontravam bem desenvolvidos, se comparados aos descritos por Huisman (2006).

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** **Continente Americano:** Flórida; Caribe; México; Brasil (FN, PE, PB, CE, RN, BA, ES, RJ, SP, SC); Venezuela; Colômbia. **Ilhas Atlânticas:** Bermuda; Costa Rica; Panamá; Bahamas; Cuba; Jamaica; Porto Rico, Ilhas Virgens; **Ásia:** Índia; Japão; Coréia; Taiwan; Indonésia; China;

Filipinas. **África:** Gâmbia, Gan,, Libéria; Quênia; Madagascar; Moçambique; São Tomé & Príncipe; Somália; Tanzânia. **Austrália:** Austrália; Nova Zelândia.

*Dichotomaria obtusata* (J.Ellis & Sol.) J. V. Lamour., *Hist. Nat. Anim. Vert.* 2:145. 1816.

Localidade tipo: Bahamas, Índia Ocidental.

Basiônimo: *Corallina obtusata* J.Ellis & Sol. *Nat. Hist. Zoophy.* 113. 1786.

Figs. 22 e 24.

Talo ereto, com 12 cm de altura, levemente calcificado, com coloração rosa esbranquiçada, fixo ao substrato por um apressório discóide, com ramificação subdicotômica, segmentada. Seguimentos de ovoides a alongados com até 4 mm de diâmetro por 5 mm de comprimento. Ramos oblongos, glabros, com 1-3 cm de diâmetro por 1 cm de comprimento. Córtex gametofítico: Filamentos medulares frouxos com 10(12)14µm de diâmetro. Córtex formado por três camadas de células. A primeira composta por células pigmentadas em forma de funil com 23 (31)34µm de diâmetro. A seguinte formada por células cilíndricas e pedunculadas com 22(25)32µm de comprimento. A última, contituída por células incolores com 45 (69)102µm de diâmetro por 28(37)57µm de comprimento. As duas últimas camadas portando células com fusões laterais.

**MATERIAL EXAMINADO:** Pernambuco: 11/02/2002, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46607-PEUFR); 04/04/2008, S.G. Brayner-Barros et al. (50519-PEUFR); Rio Grande do Norte: 04/07/2008, Brayner-Barros, S.G. et al. (50520-PEUFR); 16/09/2009, S.G. Brayner-Barros et al (50521-PEUFR); Paraíba: 01/08/1980, A.I. Kanagawa (11508-JPB); 01/08/1980,

A.I. Kanagawa (11509-JPB); 05/08/1982, A.I. Kanagawa (12344-JPB); 30/10/1982, A.I. Kanagawa (12.350-JPB); **Ceará:** 01/04/2000, P.G. Araújo; G.E.C. & Miranda A.I. Kanagawa (13.454-UFC); **Bahia:** 01/07/1998, J.M. de C. Nunes et al. (122682-ALCB);

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos dos litorais dos estados de Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Bahia. Nos estados do Rio Grande do Norte (Praia de Pirangi do Norte) e Paraíba (Praia de Areia Vermelha), extensas populações foram encontradas crescendo em substrato rochoso. Os exemplares coletados no Rio Grande do Norte foram encontrados nas paredes laterais do meso superior, crescendo próximas a outras Nemaliales ou em poças fechadas. No estado do Ceará e em parte da Bahia, foram encontrados em poças abertas e fechadas, em locais protegidos. Ocorreram como epífitas, *Chaetomorpha antennina*, *Cryptonemia crenulata* (J.Agardh) J.Agardh, *Dictyota menstrualis*, *Hypnea musciformis* e *Lophosiphonia obscura*.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** **Continente Americano:** Flórida; Caribe; Brasil (FN, PE, PB, CE, RN, BA, ES, RJ); Venezuela; Colômbia. **Ilhas Atlânticas:** Bermudas; Ilhas Canárias; Cabo Verde; Ilha da Madeira; Bahamas; Barbados; Cuba; Jamaica; Porto Rico; Trindade & Tobago. **Ásia:** Índia; Japão; Indonésia; China; Filipinas; Vietnã. **África:** Angola; Quênia; Madagascar; Moçambique; Somália; Tanzânia. **Austrália:** Austrália; Nova Zelândia.

*Galaxaura rugosa* (J.Ellis & Sol.) J.V.Lamour., *Hist. Polyp. Corall.* 263. 1816.

Localidade tipo: Jamaica, Bahamas.



Basiônimo: *Corallina rugosa* J.Ellis & Sol., Nat. Hist. Zooph. 115, pl. 22, fig. 3. 1786.

Figs. 23, 25 a 27.

Talo ereto com até 13cm de altura, levemente calcificado, com coloração vermelha escura, fixo ao substrato por um apressório discóide. Ramificação subdicotômica. Eixos eretos com até 2 mm de diâmetro. Glabros em porções do talo. Filamentos assimiladores longos e curtos, que emergem do córtex externo, distribuídos em partes da planta, originados de uma célula suporte diferenciada. Gametófito: Filamentos medulares densamente emaranhados medindo 8(12)14µm de diâmetro. Filamentos assimiladores longos apresentando célula basal evidente, seguida de células cilíndricas medindo 13(15)16µm de diâmetro, composto por até 25 células. Filamentos curtos com duas ou três células, com células basais infladas medindo 50(72)90µm de comprimento por 25(33)45µm de largura. As duas camadas mais internas apresentando células de fusão. Tetrasporângio terminal em filamentos assimiladores, esférico a ovóide. Tetrásporo cruciado.

**MATERIAL EXAMINADO:** Pernambuco: 21/08/2001, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46592-PEUFR); 24/05/2001, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46591-PEUFR); 08/05/2008, S.G. Brayner-Barros et al. (50522-PEUFR); 06/05/2008, S.G. Brayner-Barros et al. (50523-PEUFR); 07/05/2008, S.G. Brayner-Barros et al. (50524-PEUFR); 16/09/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (50525-PEUFR); Alagoas: 07/10/2009, E.C. Oliveira-Filho et al. (027023-SPF); 07/10/2009, Y. Ugadim (51608-SPF); Bahia: 01/07/ 1998, J.M. de C. Nunes et al. (122688-ALCB); 01/07/1998, J.M. de C. Nunes et al. (122689-ALCB); 07/10/2009, A.B. Joly (50949-SPF).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos no litoral dos estados de Alagoas, Pernambuco e Bahia. Nos estados de Alagoas (Praia de Ponta Verde) e Bahia (Praia de Itapuã), extensas populações foram encontradas crescendo em substrato rochoso. Os espécimes coletados no litoral de Pernambuco estavam nas paredes laterais do meso superior, crescendo próximas a outras Nemaliales ou em poças fechadas, protegidas. Os espécimes serviram de hospedeiro para *Acanthophora spicifera*, *Acrochaetium agardhiellae*, *Chaetomorpha antennina*, *Cladophora vagabunda*, *Dictyopteris delicatula*, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea musciformis*, *H. spinella*, *Lophosiphonia obscura* e *Halimeda* sp.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** **Continente Americano:** Flórida; Caribe; México; Brasil (FN, PE, RN, BA, RO, RJ); Colômbia; Venezuela. **Ilhas Atlânticas:** Bermudas; Ilhas Canárias; Cabo Verde; Ilha da Madeira; Santa Helena; Panamá; Bahamas; Barbados; Cuba; Jamaica; Trindade & Tobago; Ilhas Virgens. **Ásia:** Índia; Japão; Coréia; Taiwan; Indonésia; Filipinas. **África:** Gana; Quênia; Madagascar; Moçambique; Somália; Tanzânia; Egito; São Tomé & Príncipe. **Austrália:** Austrália; Nova Zelândia.

*Galaxaura* sp.

Figs. 28 a 31.

Talo ereto, cilíndrico, com até 4cm de altura, calcificado, com coloração vermelha escura, fixo ao substrato por um apressório discóide. Ramificação dicotômica. Ramos medindo de 2-3 mm de diâmetro por 0,8-1,2 mm de comprimento, cobertos por filamentos assimiladores longos. Gametófito: Filamentos medulares entrelaçados com 5(9)11µm de diâmetro.

Filamentos assimiladores longos e curtos, originados da célula poligonal (célula suporte) diferenciada ou não. Filamentos assimiladores longos formados por 15-38 células, originados de uma célula basal inflada (diferenciada ou não) medindo 22(33)39µm de diâmetro e 42(53)64µm de comprimento. Filamentos curtos formados por duas (maioria) ou três células, a célula basal pode estar diferenciada ou não. A célula apical pode se apresentar igual, maior ou menor que a célula basal, medindo 14(38)42µm de diâmetro e 12(27)34µm de comprimento.

**MATERIAL EXAMINADO:** Pernambuco: 05/11/2001, M.D. Santos (7950-PEUFR); 03/12/2001, M.D. Santos (7951-PEUFR); 24/07/2001, M.D. Santos (7952-PEUFR); 25/05/2001, M.D. Santos (7953-PEUFR); 19/07/2001, M.D. Santos (7954-PEUFR); 13/XII/2000, M.D. Santos et al. (7924-PEUFR); M.D. Santos et al. (7925-PEUFR).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e sobre os costões rochosos no litoral do estado de Pernambuco. Os espécimes foram encontrados nas paredes laterais do meso superior ou em poças fechadas, sempre protegidos, nas praias de Carne de Vaca (Goiana), Enseada dos Corais (Cabo de Santo Agostinho) e Porto de Galinhas (Ipojuca). Foram encontrados servindo de hospedeiro para *Acanthophora spicifera*, *Acrochaetium agardhiellae*, *Chaetomorpha antennina*, *Cladophora vagabunda*, *Dictyopteris delicatula*, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea musciformis* *H.spinella*, *Lophosiphonia obscura* e *Ceramium* sp.

No material analisado o epíteto específico não foi identificado porque os espécimes exibiam características de diferentes espécies. Estes, quando comparados com *Galaxaura rugosa*, apresentavam filamentos assimiladores longos e

curtos, ramos e filamentos assimiladores maiores, altura inferior, além de célula suporte e basal diferenciada. E, quando comparados com *G. fasciculata* Kjellman, não apresentaram diâmetro constante das células apicais dos filamentos assimiladores. Segundo Papenfuss *et al.* (1982), Chou (1945) e Itono (1980), o diâmetro das células apicais dos filamentos assimiladores curtos é sempre maior do que o diâmetro das células basais desse mesmo filamento nas espécies *G. fasciculata*, fato este não observado no material coletado. *Galaxaura* sp. também difere de *G. filamentosa* Chou, por esta última só apresentar filamentos assimiladores longos. Contudo, não foi observada a presença de caracteres diagnósticos das espécies próximas. Neste material foi feita a análise biomolecular, na qual ficou evidenciado que os espécimes analisados pertencem ao gênero *Galaxaura*, porém não se assemelham às espécies já conhecidas, sugerindo ser uma nova espécie.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** Continente Americano: Brasil (PE).

*Tricleocarpa cylindrica* (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow., *Phycologia* 29:164. 1990.

Localidade tipo: Oeste da Índia.

Basiônimo: *Corallina cylindrica* J. Ellis & Sol. Nat. Hist. Zooph. 114, pl. 22, fig. 4. 1786.

Figs. 32 e 33.

Talo ereto, com até 14 cm de altura, fortemente calcificado, articulado, glabro, fixo ao substrato por um apressório esponjoso discóide, com coloração rosa esbranquiçada. Ramificação dicotômica em vários planos. Ramos cilíndricos com até 0.5 mm de diâmetro e 5mm de comprimento. Regenerações presentes nas porções distais dos

ramos. Filamentos medulares com células de até 2 µm de diâmetro e 19 µm de comprimento. Córtex com 3 camadas de células infladas, a mais externa pigmentada. A mais externa com células ovóides com 5(6)11µm de diâmetro por 4(5)6µm de comprimento. A seguinte com células mais alta que largas com 9(12)14 µm de diâmetro e 14(23)39 µm de comprimento. A última camada com células irregulares medindo 9,5(17)23µm de diâmetro e 6(15)26µm de comprimento.

**MATERIAL EXAMINADO:** **Pernambuco:** 23/07/2001, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46613-PEUFR); 19/08/2001, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46612-PEUFR); 21/06/2001, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46611-PEUFR); **Rio Grande do Norte:** 07/10/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (2221-SPF); **Paraíba:** 12/12/2000, M.D. Santos (13627-JPB); 17/04/1999, G.E.C. Miranda et al. (13308-JPB); 16/05/1980, Carvalho & A.I. Kanagawa (11392 - JPB); **Bahia:** 01/07/1998, J.M. de C. Nunes et al. (122534-ALCB); **Alagoas:** 07/10/2009, A.I. Kanagawa (2231-SPF); 07/10/2009, E.C. Oliveira-Filho et al. (4431-SPF).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos nos litorais dos estados do Rio Grande do Norte, Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Bahia. No Rio Grande do Norte (Praia de Pirangi do Norte) e Paraíba (Praia de Areia Vermelha e Picãozinho), extensas populações foram encontradas crescendo em substrato rochoso. No litoral de Alagoas (Pedra das galés) os exemplares foram encontrados nas paredes laterais do meso superior ou em poças fechadas. Em Pernambuco e parte da Bahia, foram encontrados em poças abertas e fechadas, protegidas. Ocorreram como epífitas, *Acrochaetium agardhiellae*, *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, *Chaetomorpha antennina*, *Dictyota menstrualis*, *Dictyopteris delicatula*, *Hypnea spinella* e

*Ceramium* sp. Além de ovas de peixes impedindo o desenvolvimento da planta.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** **Continente Americano:** Flórida; Caribe; Havaí; México; Brasil (FN, PE, CE, RN, PB, BA, RJ, SP, SC, Local não especificado); Colômbia; Venezuela. **Ilhas Atlânticas:** Bermudas; Ilhas Canárias; Cabo Verde; Costa Rica; Panamá; Barbados; Porto Rico; Cuba; Jamaica; Ilhas Virgens; **África:** Egito; Gana; São Tomé & Príncipe; Tanzânia; Somália. **Ásia:** Japão; Índia; Japão; Coreia; Taiwan; Indonésia; Filipinas; Vietnã. **Austrália:** Austrália; Nova Zelândia.

*Tricleocarpa fragilis* (L.) Huisman & R.A.Townsed., *J. Linn. Soc., Bot.* 113: 100. 1993.

Localidade tipo: Jamaica, Oceano Atlântico.

Basiônimo: *Eschara fragilis* L., *Syst. Nat.* 805. 1758.

Figs. 34 e 35.

Talo ereto, com altura de até 9cm, fortemente calcificado, articulado, glabro, coloração rosa esbranquiçado, fixo ao substrato por um apressório esponjoso circular. Ramificação dicotômica a tricotômica, segmentos ligeiramente arredondados em ambas as extremidades. Ramos cilíndricos com 0,2 mm de diâmetro, regenerações presentes nas porções distais dos ramos. Filamentos medulares com até 2 $\mu$ m de diâmetro e 22 $\mu$ m de comprimento. Córtex com 3 a 4 camadas de células infladas, a mais externa pigmentada, células mais largas que altas com 12 (15)18 $\mu$ m de diâmetro por 7(8)10 $\mu$ m de comprimento; as camadas adjacentes apresentando formas variadas, desde arredondadas a irregulares medindo 16 (20)33 $\mu$ m de diâmetro e 13(25,5)32 $\mu$ m de comprimento. A camada mais interna composta por células infladas e incolores.

**MATERIAL EXAMINADO:** **Pernambuco:** 06/07/2001, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46631-PEUFR); 22/06/2001, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46630-PEUFR); 20/06/2001, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46629-PEUFR); 22/02/2001, M.D. Santos & M.E. Bandeira-Pedrosa (46628-PEUFR); **Rio Grande do Norte:** 16/09/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (50525-PEUFR); **Paraíba:** 17/04/1999, Miranda, G.E.C. et al. (13432- JPB); 17/04/1999, G.E.C. Miranda & P.G. Araújo (13431- JPB); 05/09/1982, A.I. Kanagawa (13327- JPB); 16/05/1980, A.I. Kanagawa (12913 - JPB); **Bahia:** 01/07/ 1998, J.M. de C. et al. Nunes (122531-ALCB); **Alagoas:** 07/10/2009, Y. Ugadim, (026347-SPF).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos no litoral dos estados do Rio Grande do Norte, Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Bahia. No Rio Grande do Norte (Praia de Pirangi do Norte) e Paraíba (Praia de Areia Vermelha e Picãozinho), extensas populações foram encontradas crescendo em substrato rochoso. Os exemplares coletados em Alagoas (Pedra das galés) foram encontrados nas paredes laterais do meso superior ou em poças fechadas. Em parte da Bahia, foram encontrados em poças abertas e fechadas, protegidas. Ocorreram como epífitas, *Acanthophora spicifera*, *Acrochaetium agardhiellae*, *Chaetomorpha antennina*, *Cladophora vagabunda*, *Dictyopteris delicatula*, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea musciformis* H. *spinella*, *Lophosiphonia obscura* e *Ceramium* sp.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** **Continente Americano:** Flórida; Caribe; México; Brasil (FN, PE, RN, BA, RJ, SP); Venezuela; Equador; Peru. **Ilhas Atlânticas:** Bermudas; Ilhas Canárias; Cabo Verde; Ilha da Madeira; Costa Rica; Panamá; Bahamas; Barbados; Porto Rico; Cuba; Ilhas Virgens. **Europa:** Grécia;

Itália. **Ásia:** China; Hong Cong; Japão; Filipinas; Vietnã; Havai; Índia. **África:** Gana; São Tomé & Príncipe. **Austrália:** Austrália; Nova Zelândia.

*Scinaia furcellata* (Turner) J. Agardh, *Algas Florid. Complect.* 422. 1851.

Localidade tipo: Sheringham, Norfolk, Inglaterra.

Basiônimo: *Ulva furcellata* Turner, Schraders J. Bot. 1:301. 1801.

Figs. 36 - 38.

Talo ereto com até 9cm de altura, vermelho escuro, mucilaginoso, fixo ao substrato por um apressório discóide. Ramificação dicotômica. Ramos cilíndricos mensurando 1 (1,5)2mm de diâmetro. Eixos eretos com até 0,5 mm de diâmetro. Raras constrictões em porções do talo. Em vista superficial, camada cortical com grandes células incolores (utrículos). Filamentos medulares com o diâmetro de 5(11)16 $\mu$ m e filamentos rizoidais com 2 $\mu$ m de diâmetro. Córtex com 3 camadas de células, pseudoparenquimatoso. A mais externa composta por utrículos. Utrículos formados por células infladas, despigmentadas com 22(24,8)34,6 $\mu$ m de diâmetro. Células hipodérmicas com 9(18,5)21 $\mu$ m de diâmetro. A camada adjacente de células ovais com 5(5,5)6 $\mu$ m de diâmetro por 4 (4,5)5 $\mu$ m de comprimento. A mais interna com células irregulares medindo 11,5 (15)17 $\mu$ m de diâmetro e 9(11)15 $\mu$ m de comprimento. Cistocarpos nas regiões superiores e apicais do talo. Cistocarpo com distinto pericarpo e ostiolado e gonimoblasto irradiando a partir da base da cavidade. Célula de fusão do cistocarpo a partir do carpogônio.

**MATERIAL EXAMINADO:** Pernambuco: 16/09/2009, S.G. Brayner-Barros et al. (50542-PEUFR); Alagoas: 17/09/2009, S.G.



Brayner-Barros et al. (50543-PEUFR); **Bahia:** 01/07/1998, J.M. de C. Nunes et al. (122540-ALCB); 01/07/1998, J.M. de C. Nunes et al. (122541-ALCB).

**COMENTÁRIOS:** Os espécimes foram encontrados na zona entre-marés, sobre os recifes e costões rochosos no litoral dos estados do Alagoas, Pernambuco e Bahia. Nos estados de Pernambuco e parte da Bahia, foram encontrados em poças abertas e fechadas, protegidas. Os espécimes serviram de hospedeiros para *Acanthophora spicifera*, *Acrochaetium agardhiellae*, *Chaetomorpha antennina*, *Cladophora vagabunda*, *Dictyopteris delicatula*, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea musciformis*, *H. spinella*, *Lophosiphonia obscura* e *Ceramium* sp.

Para a costa de Alagoas e Bahia, foi citada *S. halliae* (Setchell) Huisman por Nunes & Guimarães (2010) e *S. complanata* para o Ceará por Ferreira e Correia (1969). *S. furcellata* difere destas espécies pela forma dos utrículos e das camadas adjacentes.

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:** **Continente Americano:** Brasil (PE, AL, BA, SP); Venezuela. **Ilhas Atlânticas:** Ilhas Canárias; Cabo Verde; Ilha da Madeira. **Europa:** Portugal; Grécia; Espanha; França. **Ásia:** Índia. **África:** Tunísia; Quênia; Congo; Marrocos; Egito.

#### **Aspectos taxonômicos e de distribuição da ordem Nemaliales no Nordeste do Brasil**

A ordem Nemaliales é composta por espécies de organização multiaxial que se distribuem nas famílias Liagoraceae, Galaxauraceae e Scinaiaceae. Estes espécimes apresentam como caracteres diagnósticos o grau de calcificação, presença ou ausência de mucilagem, região cortical ou filamentos assimiladores e medulares, ciclo de vida e a reprodução. Contudo, os três últimos são

importantes ferramentas na correta delimitação das espécies crípticas, segundo Huisman (2006).

Com base nos caracteres morfológicos, foram identificadas 12 espécies para a costa do nordeste brasileiro. Os caracteres de maior peso na identificação foram: morfologia do talo, tipos de ramificação, forma dos filamentos assimiladores e medulares, córtex e estruturas reprodutivas sempre que presentes. Dentre estes, filamentos assimiladores, medulares e córtex se constituíram em peça chave na identificação entre espécies, corroborando com Abbott (1990), Huisman & Borowitzka (1990), Abbott & Huisman (2005) e Huisman (2006).

As espécies coletadas no presente estudo referentes a família Liagoraceae foram: *Ganonema farinosum*, *Liagora ceranoides*, *Nemalion helminthoides*, *Titanophycus validus* e *Trichogloea requienii*. Esta última como a primeira referência para o estado de Pernambuco.

Para *Ganonema farinosum*, adotou-se a posição taxonômica empregada por Fan & Wang (1974). Estes autores justificam o estabelecimento do gênero *Ganonema*, com base na origem do ramo carpogonial originado a partir de ramos secundários e terciários. Entretanto, Abbott (1984) refuta o novo gênero com base em análises de 30 diferentes coleções de *Liagora farinosa* J.V. Lamour. Dentre os espécimes estudados, apenas um apresentou-se fértil com ramos carpogoniais dispostos segundo Fan & Wang (1974). As demais espécies representadas da família Liagoraceae corresponderam as descrições de Svedelius (1953), Papenfuss & Chiang (1982), Huisman & Borowitzka (1990) e Huisman (2006).

Com relação a *N. helminthoides*, trata-se de uma nova ocorrência para o Nordeste. Esta espécie só havia sido

referida para o litoral de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, portanto com distribuição restrita ao Sul do Brasil.

Entre as espécies analisadas para a família Galaxauraceae, apenas uma não foi identificada a nível específico, *Galaxaura* sp. Os autores preferiram assim proceder, pois nos exemplares, apesar de apresentarem filamentos assimiladores longos e curtos, os diâmetros dos ramos são maiores quando comparados com *G. rugosa*. Além disso, não foi identificada como *G. fasciculata* Kjellman, por não apresentar o diâmetro constante das células apicais dos filamentos assimiladores curtos como evidenciado por Papenfuss & Chiang (1982). Difere também de *G. filamentosa* Chou, porque esta apresenta apenas filamentos assimiladores longos.

Com relação a *Scinaia furcellata*, único representante da família Scinaiaceae analisada neste estudo, correspondeu as descrições apresentadas por Joly (1965), Labanca (1967/69), Pereira (1977) e Ganesan (1990).

Na costa brasileira os representantes da ordem Nemaliales não se distribuem uniformemente (Tabs. 1 e 2). Na região nordeste a maior diversidade ocorreu nos estados de Pernambuco e Bahia, e isto devido as abundantes formações recifais, além da incidência de rios e manguezais. Enquanto que o Rio Grande do Norte foi o estado com menor número de espécies, isto pode ter ocorrido em função do mesolitoral ser formado por restritos substratos vulcânicos que não auxiliam na fixação dos espécimes.

Os representantes da família Galaxauraceae apresentaram uma maior distribuição na costa do Nordeste brasileiro, ocorrendo em todos os estados da costa, enquanto que *S. furcellata*, único representante da família Scinaiaceae, foi a espécie que teve menor distribuição ao longo do litoral nordestino. Isto corrobora com o observado

por Ganesan (1990) e Nunes (1998), que verificaram a ocorrência restrita desses espécimes.

Em geral, verifica-se que os representantes da ordem Nemaliales apresentam uma baixa ocorrência no Nordeste brasileiro. Huisman (2006) também encontrou uma baixa diversidade para a Austrália, registrando 57 espécies, distribuídas nas três famílias, isto, levando em consideração que, Papenfuss & Chiang (1982) descreveram 37 espécies, apenas para o gênero *Galaxaura* no Oceano Índico. Na flora tropical e subtropical do Atlântico Ocidental as espécies da ordem Nemaliales estão representadas por 33 táxons infragenéricos (Wynne, 2005). Contudo, ao que parece, a baixa ocorrência destes representantes no Brasil deve-se ao grau de exigência, pois estas algas têm preferência por locais sombreados, e sem o embate direto das ondas, além de locais mais preservados.

Apesar de serem descritas 12 espécies neste estudo, não foram encontradas alguns representantes das Nemaliales como *S. halliae* (AL, BA e ES - Nunes & Guimarães, 2010), *S. complanata* (CE - Ferreira & Correia, 1969; Abrolhos - Silva, 2010), *L. albicans* (BA - Nunes, 2005); *G. pinnatum* (PE - Pereira et al., 2000); *L. schrammi* (PE - Pereira et al., 2002; AL - Oliveira, 1977) e *G. comans* (BA - Nunes, 2005). Desta forma, o número de espécies do Nordeste pode aumentar dependendo de um maior número de amostragens, tanto na região entremarés quanto de infralitoral.

### **Referências Bibliográficas**

ABBOTT, I.A. (1990): A taxonomic assessment of the species of *Liagora* (Nemaliales, Rhodophyta) recognized by J. Agardh, based upon studies of type specimens. *Crypt. Bot.* 1: 308-322.

ABBOTT, I.A. Two new species of *Liagora* (Nemaliales, Rhodophyta) and notes on *Liagora farinosa* Lamouroux. American Journal of Botany 71:1015-1022. 1984.

ABBOTT, I.A. & HUISMAN, J.M. (2005): Studies in the Liagoraceae (Nemaliales, Rhodophyta) I. The genus *Trichogloea*. Phycol. Res. 53(2): 149-163.

AGARDH, C. (1822): Species algarum rite cognitae, cum synopsis, differentiis specificis et descriptionibus succintus Vol. 1, part 2. Berling, Lund VI + pp. 169 - 398.

BAPTISTA, L.R.M. de. (1977): Flora marinha de Torres (Chlorophyta, Xantophyta, Phaeophyta, Rhodophyta). In: A. R. H. (ed.) Flora ilustrada do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências (Série Botânica, 37) pp. 232-247.

BHATIA, B. & VIJAYARAGHAVAN, M.R. (1995): Carposporangial development in the red algal *Scinaia pseudocrispa* (*S. forcillata*) from India. Aquat. Bot. 52: 193 - 203.

CHOU, R.C.Y. (1945): Pacific species of *Galaxaura* 1. Asexual types. Michig. Acad. Scienc. 30:35 - 55.

DE CLERK O.; BOLTON J. J.; ANDERSON J. R. & MEISE-COPPEJANS E. (2005): Guide to the Seaweeds of Kwazulu-Natal. Nac. Bot. Gard. Belg. 33:272-294.

FAN, K.C. & WANG, Y.C. (1974). Studies on the marine algae of Hsisha Islands, China I. *Ganonema* gen. nov. *Acta Phytotax. Sinica* 12: 489-495, 2 pls.

FELDMANN, J. & FELDMANN, G. (1942): Recherches sur les Bonnemaisoniacées et leur alternance de générations. Ann. Scienc. Nat. Bot. Series 11:75-175.

GANESAN, E.K. (1990). *A catalog of benthic marine algae and seagrasses of Venezuela*. pp. 237, 15 maps. Caracas: Fondo Editorial Conicit.

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. (2010): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; acessado em 12 de agosto de 2010.

HORTA, P. A.; AMANCIO, E.; COIMBRA, C. S & OLIVEIRA, E. C. (2001): Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. Hoehn. 28: 243-265.

HUISMAN, J. M. (2006): Algae of Austrália: Nemaliales. Australian Biological Resources Study, Canberra.

HUISMAN, J.M., ABBOTT, I.A. & SHERWOOD, A.R. (2004): The Liagoraceae (Nemaliales, Rhodophyta) of the Hawaiian Islands III: the genus *Ganonema*, with a description of *G. yoshizakii* sp. nov. *Phycol.* 43 (3):296 - 310.

HUISMAN, J.M. & BOROWITZKA, M.A. (1990): A revision of the Australian species of *Galaxaura* (Rhodophyta, Galaxauraceae), with a description of *Tricleocarpa* gen. nov. *Phycol.* 29(2):150 - 172.

ITONO, H. (1980): The genus *Galaxaura* (Rhodophyta) in Micronesia. *Micronesica*

JOLY, A. B. (1956): Additions to the marine flora of Brazil. I. *Bol. Faculd. Filos. Ciênc. Bot.* 13:8-15.

JOLY, A.B. (1957): Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e Arredores. *Bol. Faculd. Filos. Ciênc. Bot.* 21(14):1 - 196.

JOLY, A.B. (1964): Extensão da flora marinha tropical no sul do Brasil. *Bol. Inst. Biol. Mar.* 7:11-15.

JOLY, A.B. (1965): Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Bol. Faculd. Filos. Ciênc. Bot.* 21:1-393.

KVATERNIK, D. & AFONSO-CARRILO, J. (1995): The red algal genus *Liagora* (Liagoraceae, Rhodophyta) from the Canary Islands. *Phycol.* 34: 449 - 471.

LABANCA, L. (1967/69): Contribuição ao conhecimento da flora algológica marinha do Nordeste Brasileiro. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco* 9/11:325 - 435.

LEE, Y. (2008): Marine algae of Jeju. Seoul. Academy Publication.

NUNES, J.M.C. (2005): A família Liagoraceae (Rhodophyta, Nemaliales) no estado da Bahia, Brasil. *Hoehn.* 32(3):429-444.

NUNES, J.M.C. (1998): Catálogo de algas marinhas bentônicas do Estado da Bahia, Brasil. *Acta Bot. Malacit.* 23:5-21.

OLIVEIRA, E., ÖSTERLUND, K. & MTOLERA, M.S.P. (2005): Marine Plants of Tanzania. A field guide to the seaweeds and seagrasses. Stockholm. Stockholm University.

PAPENFUSS, G. F.; MSHIGENI, K. E. & CHIANG, Y. M. (1982): Revision of Red Algal genus *Galaxaura* with special reference to the species occurring in the Western Indian Ocean. *Bot. Mar.* 25:401-444.

PEREIRA, S.M.B. Rodofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e arredores (Estado de Pernambuco - Brasil). (Tese de Doutorado). São Paulo. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. 1977.

PEREIRA, S.M.B.; OLIVEIRA-CARVALHO, M.F.; ANGEIRAS, J.A.P.; BADEIRA-PEDROSA, M.E.; OLIVEIRA, N.M.B.; TORRES, J.; GESTINARI, L.M.; COCENTINO, A.L.M.; SANTOS, M.D.; NASCIMENTO, P.R.F. & CAVALCANTI, D.R. (2002): Algas bentônicas do Estado de Pernambuco. In: M. Tabarelli & J. M.C. Silva (Eds.). *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. Recife. Editora Massagana e SECTMA. 2002. pp. 97-124.

PEREIRA, S.M.B.; OLIVEIRA-FILHO, E.C.; ARAÚJO, M.V.S.B.; PAES E MELO, L.B.; FERNANDES DE CARVALHO, F.A. & CÂMARA NETO, (1981): C. Prospecção dos bancos de algas marinhas do Estado do Rio Grande do Norte - 2ª parte: prof. de 10 a 45 metros. In: *SUDENE* - Departamento de Recursos Naturais. Recife. Projeto Algas 2:25-81.

SCHNEIDER, C. W. & SEARLES, R. B. (1991): *Seaweeds of the Southeastern United States Cape Matteras to Cape Canaveral*. Duke University Press Durham.

SVEDELIUS, N. (1953). Critical Studies on some Species of *Galaxaura* from Hawaii, *Nova Acta. R. Soc. Scient. Upsal* 15 (9): 92.

UGADIM Y. (1973): On the reproduction of *Nemalion scammi* Crouan ex Borgesen (Helminthacladiaceae - Nemalionales). *Rev. Biol.* 9(1-4):127-131.

WANG, W.-L., LIU, S.-L. & LIN, S.-M. (2005): Systematics of the calcified genera of the Galaxauraceae (Nemiales, Rhodophyta) with an emphasis on Taiwan species. *Journal of Phycol.* 41:685-703.

WYNNE, M. J. (2005). A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *Nova Hed.* 116:1-151.

**ANEXOS**



**TABELAS**

## Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemiales...

Tabela 1 - Distribuição dos representantes da ordem Nemiales no Brasil, com base no material coletado neste trabalho e nos trabalhos de levantamento florístico desenvolvidos entre 1839 e 2010.

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<b>Liagoraceae</b>		
<i>G. farinosum</i> (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang	SP	Joly (1964 = <i>Liagora farinosa</i> ); Joly (1965 como <i>L. farinosa</i> );
<i>Liagora ceranoides</i> J.V. Lamour.	RJ	Zeller (1876 = <i>Liagora distenta</i> ); Yoneshigue (1985); Brasileiro <i>et al.</i> (2009);
	SP	Joly (1964); Joly (1965);
<i>Liagoropsis schrammi</i> (P. Crouan & H. Crouan) Doty & I.A. Abbott	SP	Ugadim (1973 = <i>Nemalion schammi</i> );
	SC	Cordeiro-Marino (1978);
<i>Titanophycus validus</i> (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood	SP	Joly (1965);
<i>Nemalion helminthoides</i> (Vellay) Batters	SC	Baptista (1977); Joly (1956);
	RS	Codeiro-Marino (1978);
<b>Galaxauraceae</b>		
<i>Dichotomaria marginata</i> (J. Ellis & Sol.) Lamarck	RJ	Zeller (1876 = <i>G. canaliculata</i> ); Moebius (1889 = <i>G. marginata</i> ); Howe (1928 = <i>G. marginata</i> ); Taylor (1930 = <i>G. marginata</i> ); Pedrini (1980 = <i>G. marginata e G. frutescens</i> ); Yoneshigue (1985); Brasileiro <i>et al.</i> (2009);
	SP	Joly (1964 como <i>G. frutescens</i> ); Joly (1965 = <i>G. frutescens e G. stupocaulon</i> );
	SC	Cordeiro Marino (1978)
<i>D. obtusata</i> (J. Ellis & Solander) Lamarck	RJ	Martens (1870 = <i>G. obtusata</i> );
<i>G. rugosa</i> (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour.	RJ	Martens (1870); Oliveira Filho & Ugadim (1974 = <i>G. squalida</i> );
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow.	RJ	Pedrini(1980 = <i>G. cylindrica</i> ); Taylor (1930 = <i>G. cylindrica</i> );
	SP	Joly (1964 = <i>G. cylindrica</i> ); Horta (2000);
	SC	Cordeiro Marino (1978 = <i>G. cylindrica</i> );
<i>T. fragilis</i> (L.) Huisman & R.A. Towns.	RJ	Yoneshigue (1985 = <i>G. oblongata</i> ); Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2006); Brasileiro <i>et al.</i> (2009);
	SP	Taylor (1930 = <i>G. oblongata</i> ); Joly (1965 = <i>G. oblongata</i> );
<b>Scinaiceae</b>		
<i>S. complanata</i> (Collins) Cotton	SP	Joly (1965); Braga (1971); Horta (2000);
<i>S. furcellata</i> (Turner) J. Agardh	SP	Joly (1965); Horta (2000);

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemaiales...**

Tabela 1 - Cont.

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<b>Liagoraceae</b>		
<i>Dotyophycus</i> sp.	BA	Nunes 2005
<i>G. farinosum</i> (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang	CE	Pinheiro-Vieira & Ferreira (1968 como <i>Liagora farinosa</i> );
	PE	Pereira <i>et al.</i> (2002); Presente trabalho;
	BA	Nunes (1998); Presente trabalho;
<i>G. pinnatum</i> (Harv.) Huisman	PE	Pereira <i>et al.</i> (2000 como <i>Liagora pinnata</i> )
<i>Liagora ceranoides</i> J.V. Lamour.	RN	Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira (1969); Pereira <i>et al.</i> (1981);
	PB	Pereira (1983);
	PE	Williams & Blomquist (1947); Labanca (1967/69); Pereira <i>et al.</i> (2002); Presente trabalho;
	BA	Nunes (1998); Presente trabalho;
<i>L. albicans</i> J.V. Lamour.	BA	Nunes (2005);
<i>Nemalion helminthoides</i> (Velley) Batters	PE	Presente trabalho;
<i>Liagoropsis schrammi</i> (P. Crouan & H. Crouan) Doty & I.A. Abbott	PE	Pereira <i>et al.</i> (2002);
	AL	Oliveira Filho (1977);
	Local não especificado	Williams & Blomquist (1947);
<i>Titanophycus validus</i> (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood	RN	Pereira <i>et al.</i> (1981 como <i>L. valida</i> );
	PE	Williams & Blomquist (1947); Presente trabalho;
<i>Trichogloea requienii</i> (Montagne) Kützing	BA	Nunes (2005); Marins <i>et al.</i> (2008);
	AL	Moura <i>et al.</i> (1999);
	PE	Presente trabalho;
<b>Galaxauraceae</b>		
<i>Dichotomaria marginata</i> (J. Ellis & Sol.) Lamarck	CE	Ferreira & Pinheiro (1966 como <i>G. marginata</i> ); Presente trabalho;
	RN	Câmara Neto (1971 como <i>G. marginata</i> ); Pereira <i>et al.</i> (1981); Presente trabalho;
	PB	Pereira (1983 como <i>G. marginata</i> ); Presente trabalho;
	PE	Labanca (1967/69 como <i>G. marginata</i> ); Pereira (1977 como <i>G. marginata</i> ); Pereira <i>et al.</i> (2002 como <i>G. marginata</i> ); Pereira <i>et al.</i> (2007); Presente trabalho;
	BA	Martens (1870 como <i>G. canaliculata</i> ); Nunes (1998 como <i>G. marginata</i> ); Nunes <i>et al.</i> (1999 como <i>G. marginata</i> ); Marins <i>et al.</i> (2008); Presente trabalho;

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemaliales...**

Tabela 1 - Cont.

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<i>D. obtusata</i> (J. Ellis & Solander) Lamarck	MA	Ferreira-Correia (1987 como <i>G. obtusata</i> );
	CE	Ferreira & Pinheiro (1966 como <i>G. obtusata</i> ); Presente trabalho;
	RN	Oliveira Filho (1977 como <i>G. obtusata</i> ); Cocentino (2009); Presente trabalho;
	PE	Labanca (1967/69 como <i>G. obtusata</i> ); Pereira <i>et al.</i> (2002 como <i>G. obtusata</i> );
	BA	Martens (1870 como <i>G. obtusata e G. umbellata</i> ); Howe (1928 como <i>G. obtusata e G. moniliformis</i> ); Joly, Oliveira Filho e Narchi (1969 como <i>G. obtusata e G. breviarticulata</i> ); Nunes (1998); Marins <i>et al.</i> (2008); Presente trabalho;
	PB	Presente trabalho;
<i>Galaxaura comans</i> Kjellm.	BA	Nunes (1998);
<i>G. rugosa</i> (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour.	RN	Pereira <i>et al.</i> (1981);
	PE	Santos 2003; Pereira <i>et al.</i> (2002); Presente trabalho;
	AL	Presente trabalho;
	BA	Martens (1870 como <i>G. annulata</i> ); Joly, Oliveira Filho & Narchi (1969 como <i>G. squalida</i> ); Nunes (1998); Nunes (2005); Marins <i>et al.</i> (2008); Presente trabalho;
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow.	CE	Pinheiro- Vieira & Ferreira (1968 como <i>G. cylindrica</i> ); Oliveira Filho (1977 como <i>G. cylindrica</i> );
	RN	Pereira <i>et al.</i> (1981 como <i>G. cylindrica</i> ); Presente trabalho;
	PB	Pereira (1983 como <i>G. cylindrica</i> ); Presente trabalho;
	PE	Williams & Blonquist (1947 como <i>G. cylindrica</i> ); Labanca(1967/1969); Pereira (1977 como <i>G. cylindrica</i> ); Pereira <i>et al.</i> (2002); Santos (2003); Pereira <i>et al.</i> (2007); Presente trabalho;
	BA	Martens (1870); Joly <i>et al.</i> (1969); Nunes (1998); Nunes (2005); Presente trabalho;
	AL	Presente trabalho;
	RN	Pereira <i>et al.</i> (1981 como <i>G. oblongata</i> ); Cocentino (2009); Presente trabalho;
<i>T. fragilis</i> (L.) Huisman & R.A. Towns.	PE	Pereira <i>et al.</i> (2002); Santos (2003); Presente trabalho;
	AL	Presente trabalho;
	PB	Pereira (1983 como <i>G. oblongata</i> ); Presente trabalho;
	BA	Nunes (1998); Nunes (2005); Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2006); Presente trabalho;

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nematiales...**

Tabela 1 - Cont.

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<b>Scinaiaacee</b>		
<i>Scinaia halliae</i> (Setchell) Huisman	AL	Oliveira Filho (1977);
<i>S. complanata</i> (Collins) Cotton	RN	Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira (1969);
<i>S. furcellata</i> (Turner) J. Agardh	PE	Labanca (1967/69); Pereira (1977); Pereira <i>et al.</i> (2007); Presente trabalho;
	BA	Nunes (1998); Presente trabalho;
	AL	Presente trabalho;
	Local não especificado	Moebius (1890);

Tab. 2. Distribuição dos representantes das Nemiales nas Ilhas Oceânicas e Zona de Transição do litoral brasileiro, com base nos trabalhos de levantamento florístico desenvolvidos entre 1969 e 2010.

Família / Espécie	Ocorrência	Referências
<b>Liagoraceae</b>		
<i>Ganonema dendoideum</i> (P.Couan & H. Crouan) D.L. Ballant. & N. Aponte	Arquipélago de Fernando de Noronha	Joly et al. (1968 como <i>L. mucosa</i> ); Pinheiro-Vieira & Ferreira-Correia (1970 com <i>L. mucosa</i> ); Pereira (2006 como <i>L. dendroideum</i> );
<i>Helminthocladia calvadisii</i> (J.V. Lamour. Ex Duby) Setchell	ES	Guimarães et al. (1990);
<i>Liagora albicans</i> J.V. Lamour.	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<i>Titanophycus validus</i> (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992 com <i>L. valida</i> ); Pereira (2006 como <i>L. valida</i> );
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<b>Galaxauraceae</b>		
<i>Dichotomaria marginata</i> (J. Ellis & Sol.) Lamarck	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992 com <i>G. marginata</i> ); Pereira (2006 como <i>G. marginata</i> );
	Arquipélago dos Abrolhos	Silva (2010);
<i>D. obtusata</i> (J. Ellis & Solander) Lamarck	ES	Oliveira Filho (1977 como <i>G. obtusata</i> )
	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992 com <i>G. obtusata</i> ); Pereira (2006 como <i>G. obtusata</i> ); Joly et al. (1969 como <i>G. breviarticulata</i> ); Villaça et al. (2006 como <i>G. obtusata</i> ); Silva (2010);
	Arquipélago dos Abrolhos	
<i>Galaxaura comans</i> Kjellman	ES	Joly et al. (1967 como <i>G. lapidescens</i> )
<i>G. rugosa</i> (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour.	ES	Joly et al. (1967 como <i>G. lapidescens</i> )
	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992 com <i>G. lapidescens</i> ); Pereira (2006);
	Arquipélago dos Abrolhos	Joly et al. (1969 como <i>G. lapidescens</i> ); Villaça et al. (2006); Silva (2010);
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow.	Arquipélago dos Abrolhos	Joly et al. (1969); Villaça et al. (2006); Silva (2010);
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<i>T. fragilis</i> (L.) Huisman & R.A. Towns.	Arquipélago de Fernando de Noronha	Pedrini et al. (1992 ); Pereira (2006 );
	Arquipélago dos Abrolhos	Silva (2010);
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<b>Scinaiceae</b>		
<i>Scinaia complanata</i> (Collins) Cotton	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
	Recife Sebastião Gomes	Silva (2010);
<i>S. halliae</i> (Setchell) Huisman	ES	Nunes e Guimarães (2010);

**FIGURAS**

## Legenda das figuras

Figs. 01 – 06. *Ganonema farinosun* (J.V. Lamour.) K.C.Fan & Y.C. Wang e *Liagora ceranoides* J.V. Lamour. Figs. 01, 03 e 05. *G. farinosun*. Fig. 01. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 03. Filamentos assimiladores e ramo carpogonial (seta) com 3 células. Fig. 05. Detalhe do espermatângio. Figs. 02, 04 e 06. *L. ceranoides*. Fig. 02. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 04. Detalhe dos ramos. Fig. 06. Filamentos assimiladores. Detalhe das células do ápice mamiliformes (seta).

Figs. 07 – 10. *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters e *Titanophycus validus* (Harv.) Huisman, G.W.Saunders & A.R.Sherwood. Figs. 07 e 09. *N. helminthoides*. Fig. 07. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 09. Filamentos assimiladores (seta). Figs. 08 e 10. *T. validus*. Fig. 07. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 09. Filamentos assimiladores (seta).

Figs. 11 – 15. *Trichogloea requienii* (Mont.) Kütz. Fig. 11. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 12. Filamentos assimiladores. Barra = 30 µm. Fig. 13. Detalhe dos espermatângios. Barra = 50 µm. Fig. 14. Detalhe do cistocarpo. Barra = 50 µm. Fig. 15. Filamentos assimiladores e medulares (seta). Barra = 30 µm.

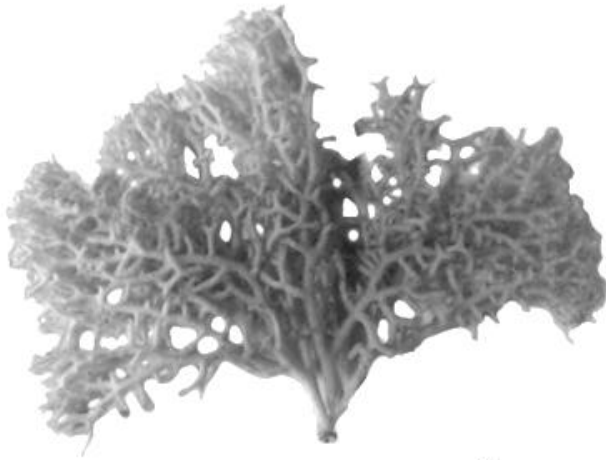
Figs. 16 - 21. *Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.) Lam. Fig. 16. Aspecto geral da fronde fértil (masculina). Barra = 3 cm. Fig. 17. Aspecto geral da fronde estéril. Barra = 3 cm. Fig. 18. Detalhe da proliferação do ramo (seta). Barra = 1 cm. Fig. 19. Fronde feminina (região cortical). Fig. 20. Variação da fronde masculina (região cortical). Fig. 21. Variação da fronde masculina (região cortical).

Figs. 22 – 27. *Dichotomaria obtusata* (J. Ellis & Sol.) Lam. e *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Sol.) J.V. Figs. 22 e 24. *D. obtusata*. Fig. 22. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 24. Região cortical. Células em forma de funil (seta). Figs. 23, 25 - 27. *G. rugosa*. Fig. 23. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 25. Filamentos assimiladores. Fig. 26. Tetrásporo cruciado (seta). Fig. 27. Detalhe do talo (seta). Barra = 1 cm.

Figs. 28 – 31. *Galaxaura* sp. Fig. 28. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 29. Filamentos assimiladores longos. Fig. 30. Filamentos assimiladores curtos. Fig. 31. Filamentos assimiladores longos e curtos.

Figs. 32 – 38. *Tricleocarpa cylindrica* (J.Ellis & Sol.) Huisman & Borow. , *T. fragilis* (L.) Huisman & R.A. Towns. e *Scinaia furcellata* (Turner) J.Agardh. Figs. 32 e 33. *T. cylindrica*. Fig. 32. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 33. Região cortical. Figs. 34 e 35. *T. fragilis*. Fig. 34. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 35. Região cortical. Figs. 36 – 38. *S. furcellata*. Fig. 36. Aspecto geral da planta. Barra = 3 cm. Fig. 37. Região cortical. Fig. 38. Cistocarpo.

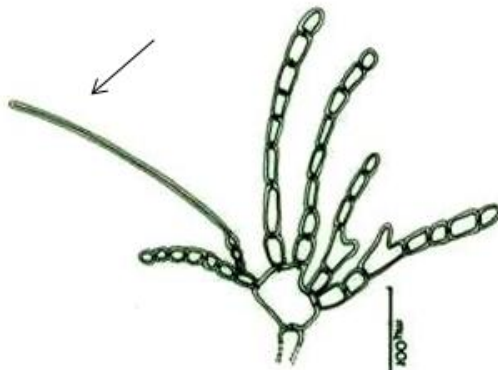




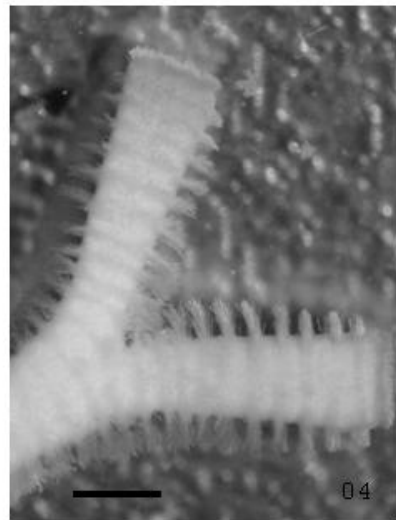
01



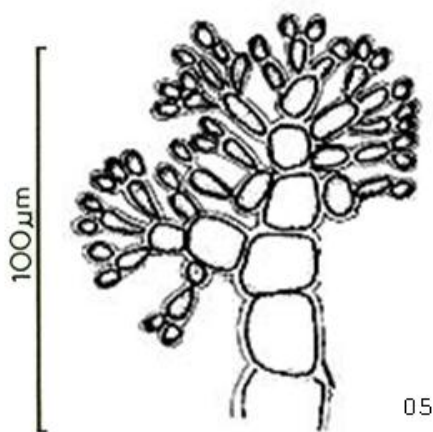
02



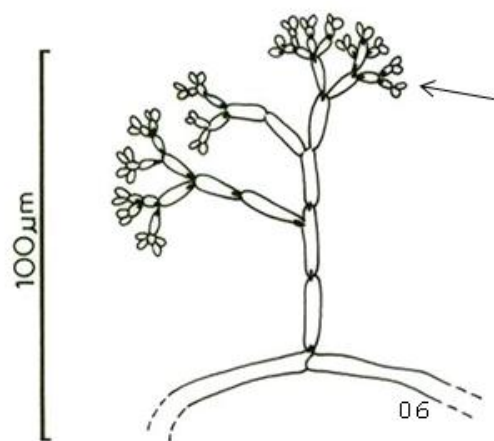
03



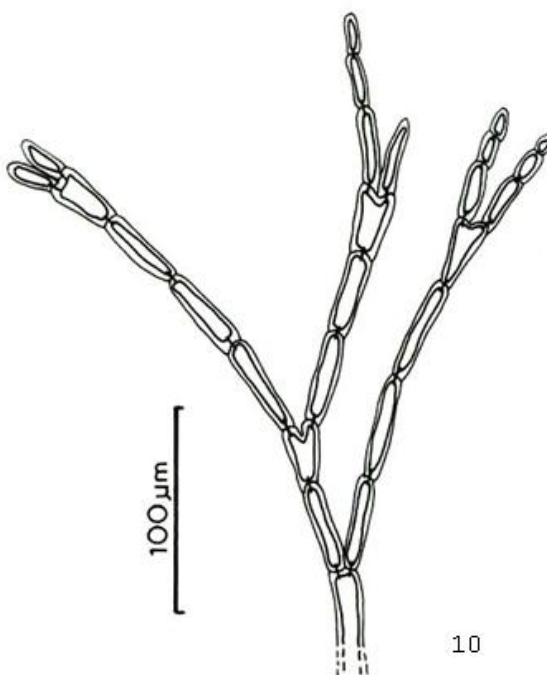
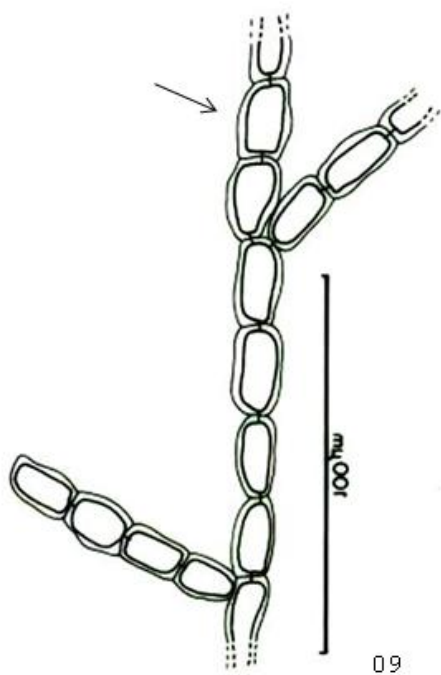
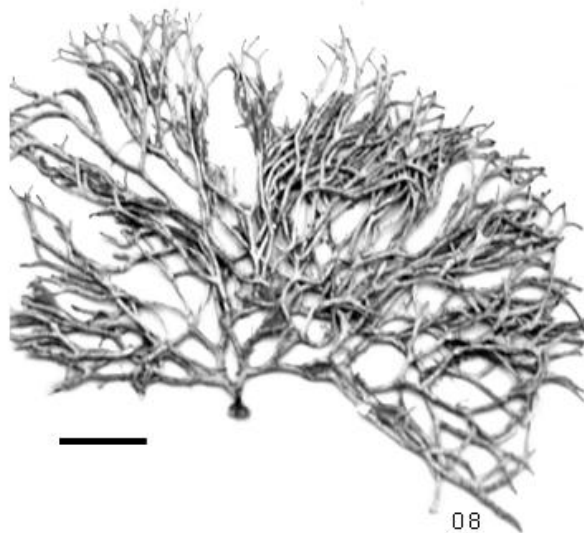
04

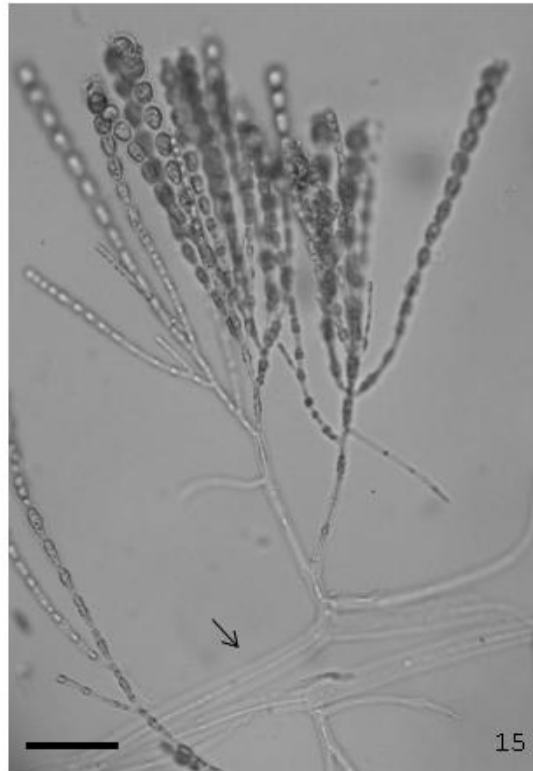
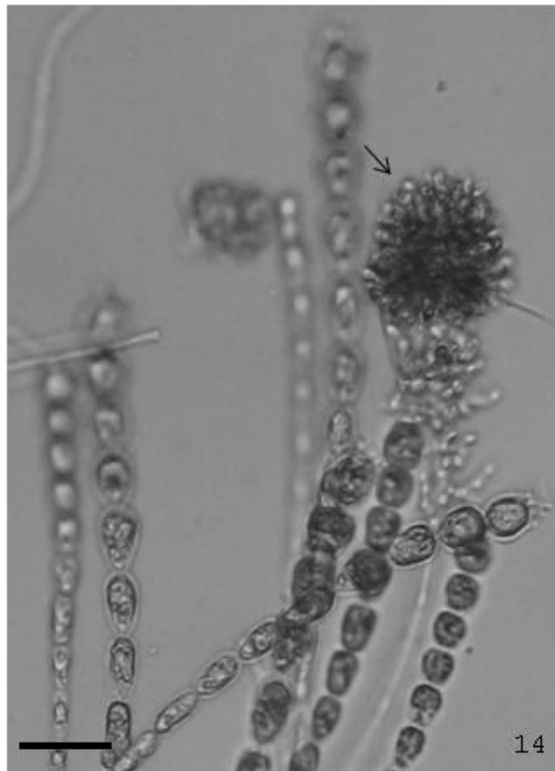
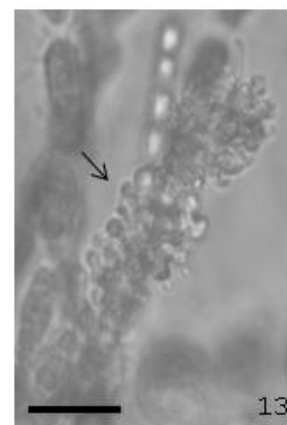
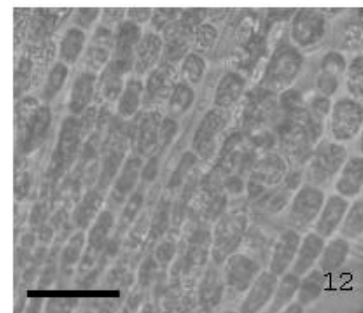
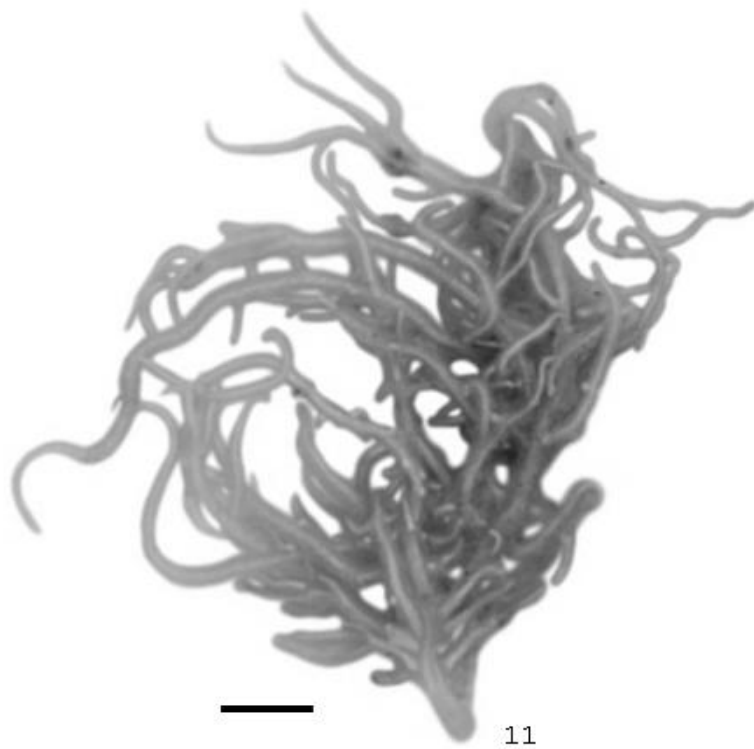


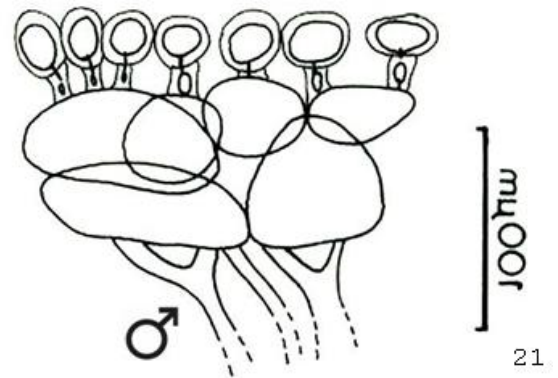
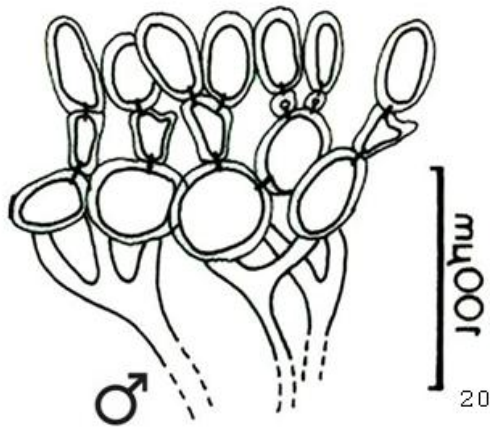
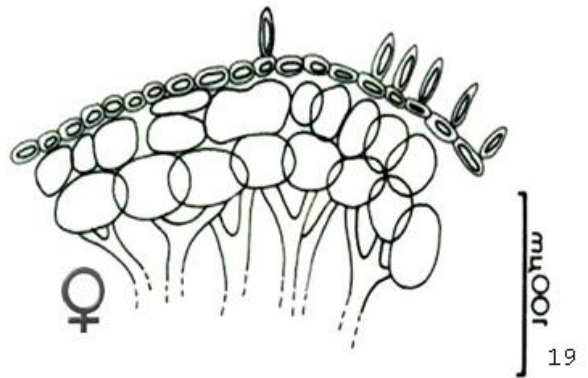
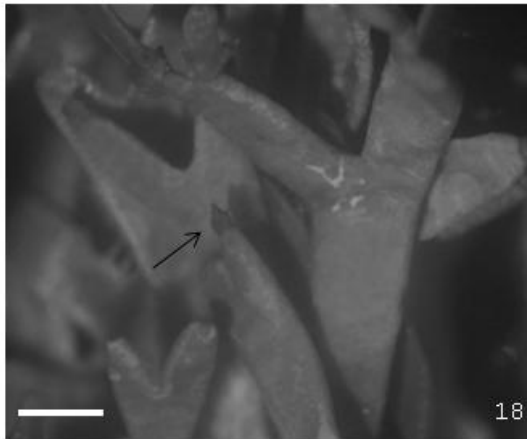
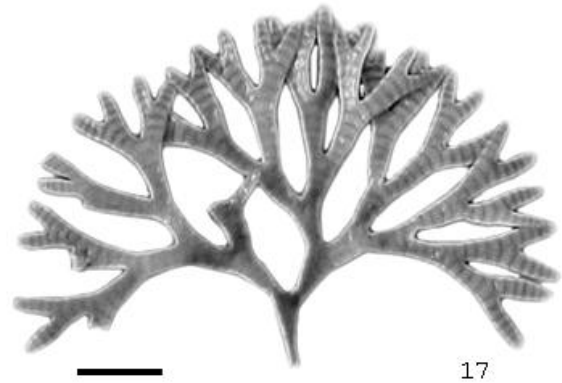
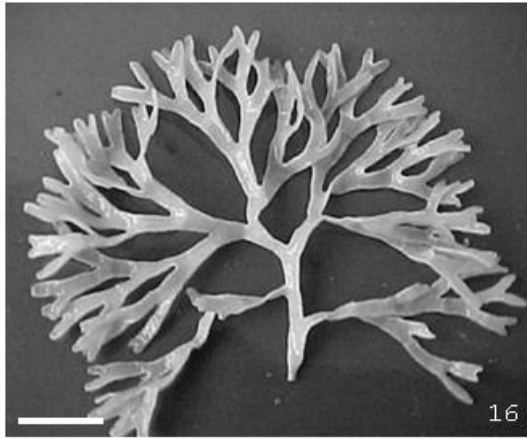
05

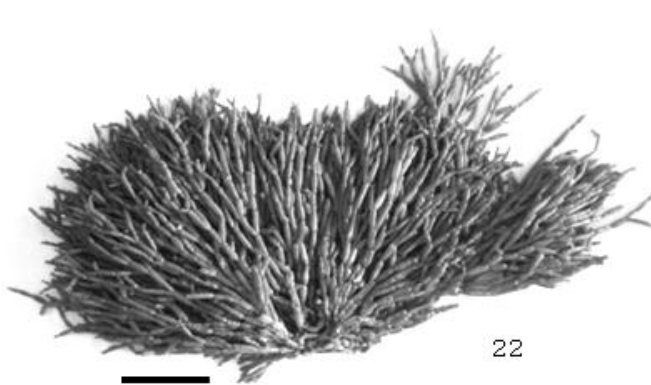


06

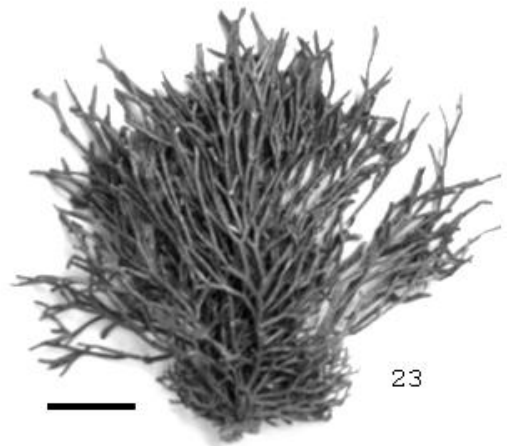




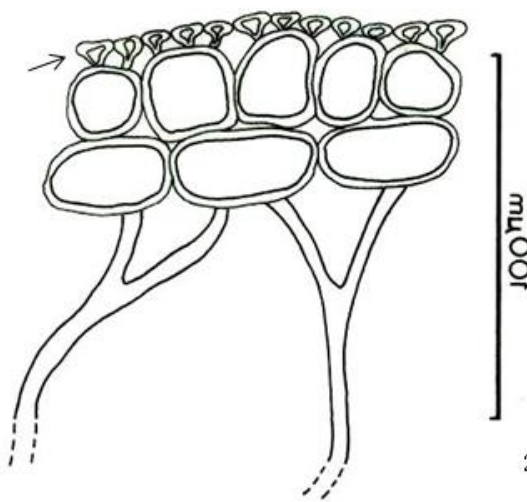




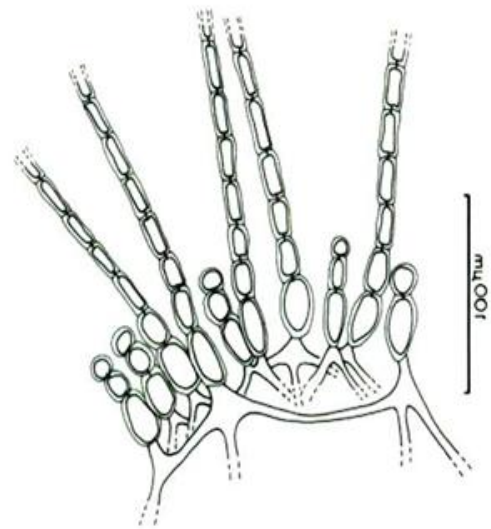
22



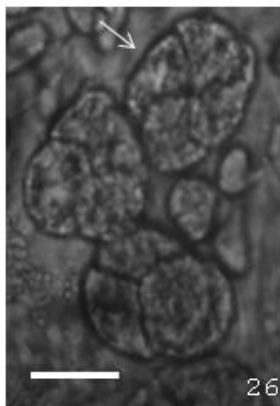
23



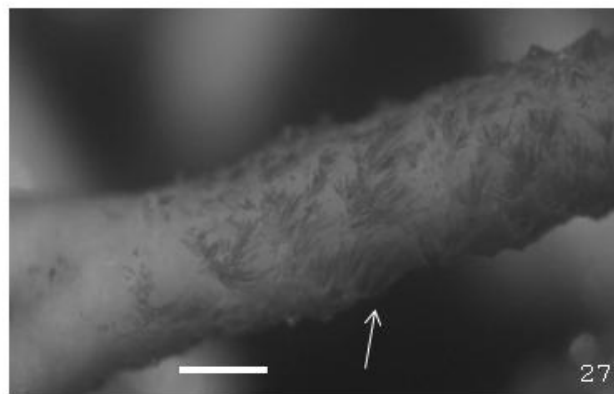
24



25



26

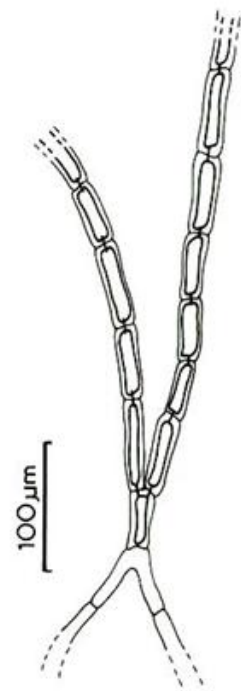


27

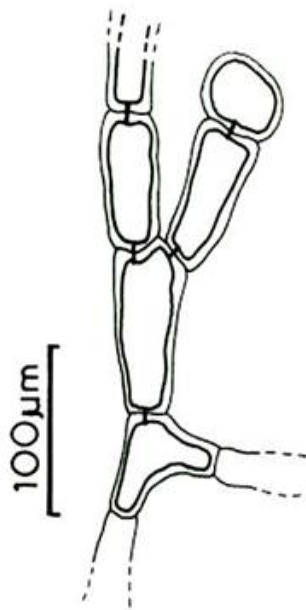




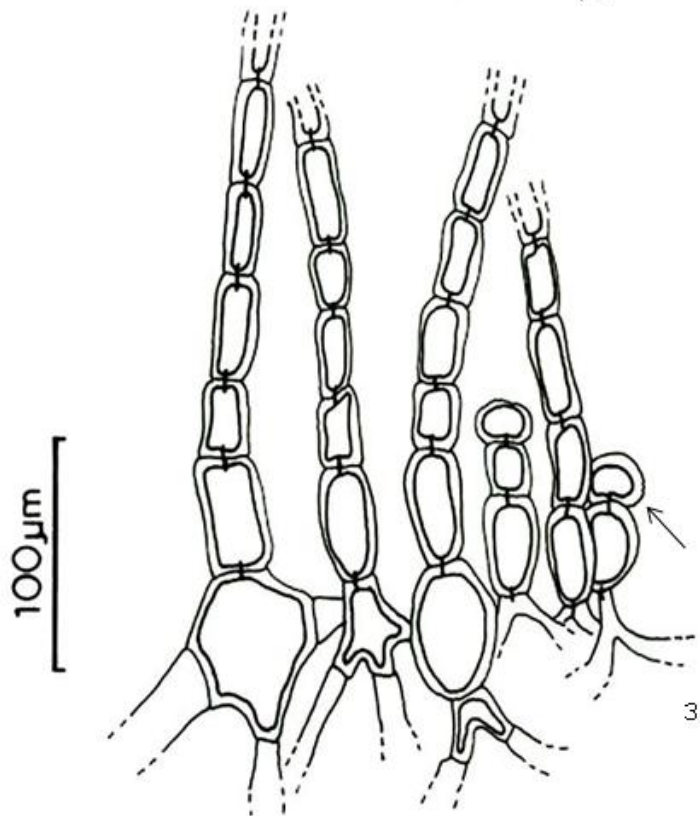
28



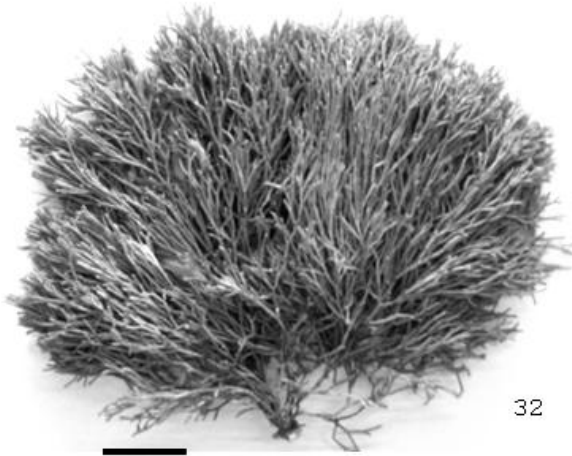
29



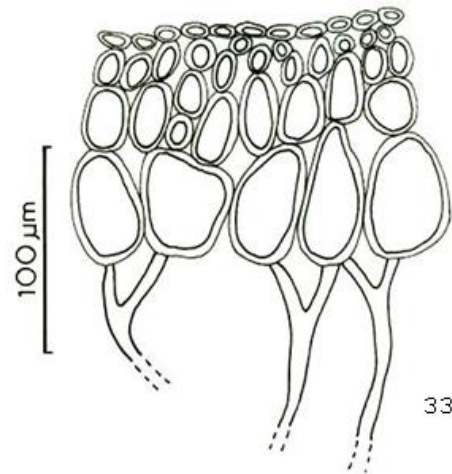
30



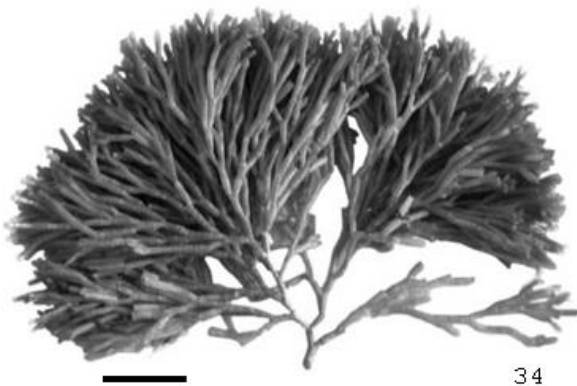
31



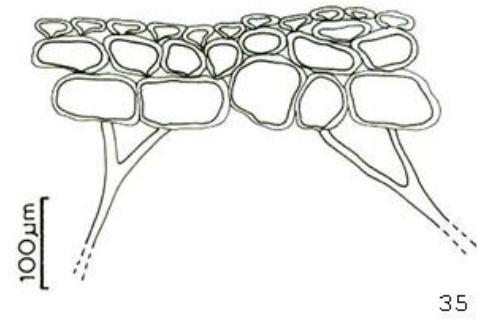
32



33



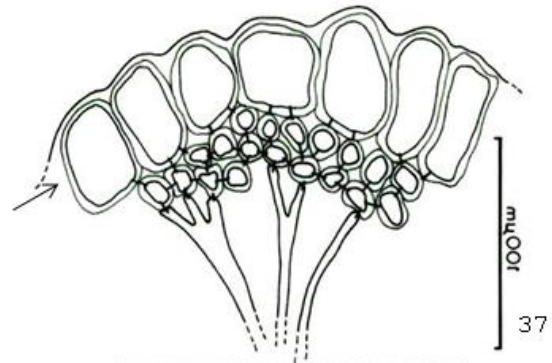
34



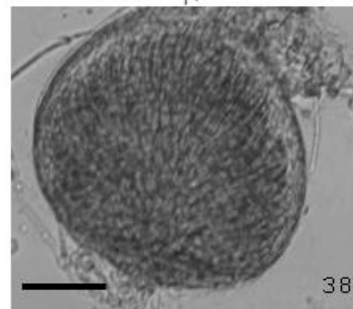
35



36



37



38

95

**ANEXOS GERAIS**



## Normas para Nova Hedwigia

# NOVA HEDWIGIA (ISSN 0029-5035)

ZEITSCHRIFT FÜR KRYPTOGRAMENKUNDE December 5, 2009

### Authors instructions

Nova Hedwigia is an international journal publishing original articles in taxonomy, morphology, ultrastructure and ecology of all groups of cryptogamic plants (including cyanophytes/cyanobacteria and fungi). The submission of a manuscript will be taken to imply that the material is original, and that no similar paper has been published or submitted for publication elsewhere. Manuscripts may be submitted in the form of original research reports (not research notes). Authors wishing to contribute review articles or preparing large papers should contact the editors before submitting the manuscript.

All manuscripts will be reviewed before publication. The editor will inform authors of the acceptance or rejection of manuscripts or the need for revision or reduction.

With acceptance and publication of manuscripts the exclusive copyright for every language and country is transferred to the publishers. The copyright covers the exclusive right to reproduce and distribute the article including reprints, microfilm or any other reproductions and translations.

**Editorial addresses** for submission of manuscripts

**Algae** (including Cyanophytes/Cyanobacteria):

#### **Diatoms:**

Dr. Bart VAN DE VIJVER (co-ordinator for manuscripts on algae), National Botanic Garden of Belgium, Department of Cryptogamy, Domein van Bouchout, 1860 Meise, Belgium, Tel. (+32) 2 260 09 41, Fax (+32) 2 260 09 45, E-mail: vandevijver@br.fgov.be

**Phaeophytes, Rhodophytes;** esp. Marine Macroalgae:

Dr. Inka BARTSCH, Foundation Alfred-Wegener Institute for Polar- and Marine Research, Department Biology of Macroalgae, Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven, Germany, Tel. (+49) 471 4831 1404, Fax (+49) 471 4831 1425, E-mail: Inka.Bartsch@awi.de

**Cyanophytes/Cyanobacteria:**

Dr. Glenn MCGREGOR, Natural Resource Sciences, Queensland Department of Environment and Resource Management, Long Pocket Laboratories, 120 Meiers Road, Indooroopilly, Queensland 4068, Australia,

Tel. (+61) 7 3896 9162, Fax (+61) 7 3896 9172, E-mail: glenn.mcgregor@derm.qld.gov.au

**All other algal groups not specified above;** e.g. Chlorophytes, Chrysophytes, Dinoflagellates, Euglenoids:

Dr. Jirí NEUSTUPA, Department of Botany, Faculty of Sciences, Charles University of Prague, Benátská 2, CZ-128 01 Praha 2, Czech Republic, Tel. (+420) 221 951 648, Fax (+420) 221 951 645, E-mail: neustupa@natur.cuni.cz

**Lichens:**

Prof. Dr. Thorsten LUMBSCH, Department of Botany, The Field Museum, 1400 Lake Shore Drive, Chicago,

IL 60605-2496, USA, Tel. (+1) 312-665-7868, Fax (+1) 312-665-7158, E-mail:

tlumbsch@fieldmuseum.org

**Fungi (except Basidiomycetes):**

Dr. ROLAND KIRSCHNER, Department of Mycology, Institute of Ecology, Evolution & Diversity, J.W. Goethe-University, Siesmayerstr. 70, Building B, 60323 Frankfurt am Main, Tel. (+49) 69 798 24755,

Fax (+49) 69 798 24822, E-mail: kirschner@em.uni-frankfurt.de

**Fungi (Basidiomycetes):**

Prof. Dr. Reinhard AGERER, Institut für Systematische Botanik der Universität München, Menzinger Str. 67, 80638 München, Germany, Tel. (+49) 89-17861234, Fax (+49) 89-172638,

E-mail: reinhard.agerer@lrz.uni-muenchen.de

**Bryophyta and Pteridophyta:**

## Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemiales...

Prof. Dr. Wolfgang FREY, Freie Universität Berlin, Institut für Biologie, Systematische Botanik und Pflanzengeographie, Altensteinstr. 6, 14195 Berlin, Germany,  
Tel. (+49) 30 838 53149/50, Fax (+49) 30 838 55434, E-mail: wfrey@zedat.fu-berlin.de

Dr. John J. ENGEL, Department of Botany, The Field Museum, 1400 South Lake Shore Drive, Chicago, IL 60605-2496, USA, Tel. (+1) 312-665-7868, Fax (+1) 312-665-7158, E-mail: jengel@fieldmuseum.org

Correspondence concerning reprints, the date of publication, proofs and/or merely technical information should be addressed to the publisher J. Cramer, in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Johannesstr. 3 A,  
70176 Stuttgart, Germany, E-mail: mail@schweizerbart.de

**Manuscripts** must be written in English, French or German. Linguistic usage must be correct. The original, three copies or files of the text and figures must be sent to the appropriate editor (sent as attached documents by email or on any common data storage). Word processor-generated manuscripts are welcome and must be of good quality and neither right-justified nor hyphenated. The laser writer fonts Times, Courier or Helvetica (12 point) are preferred. For questions regarding style, you may consult for example "Scientific Style and Format" (The CSE Manual for Authors, Editors and Publishers, 7<sup>th</sup> edition, 2006, ISBN 0-9779665-0-X, <http://www.councilscienceeditors.org/publications/style.cfm>). All pages should be numbered serially. Please also look into the papers published recently in *Nova Hedwigia*.

The first page should only contain the title, the name(s) and address(es) of the author(s) and any necessary footnotes. The author to be contacted for correspondence/reprints is to be marked with an asterisk. The title should be informative and brief. If a name of an organism is used in the title, an indication of the taxonomic position must be given.

The second page should only have the abstract. It must be written in English. The abstracts should not exceed one half manuscript page (1500 characters) and must be factual.

**The text** should normally be subdivided into six sections: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References. Italics should be used only for scientific names of species and genera, algebraic expressions and symbols. Abbreviations must be generally understandable and should be followed by a stop (does not apply to standardized measurements). Footnotes are accepted only exceptionally. CAPITALS should only be used where they are to appear as such. Symbols, units, and nomenclature should conform to international usage. Scientific names must be used in accordance with International Rules of Nomenclature. The first time a binomen is used in the text (not in the title and abstract) the name of its author should be included, unless a large number of names with authorities are grouped in a table. Authors should be written consistently in full or abbreviated in accordance with the International Plant Names Index (IPNI - <http://www.ipni.org>). Approximate position of illustrations and tables in the text should be indicated on the margin; legends and tables should follow the text on separate pages.

**Tables** should be numbered consecutively in Arabic numerals and have a brief title. They must be neatly typed so that they can be reproduced directly.

**Figures** must be numbered consecutively in Arabic numbers. The original drawings or clear laser printouts on white paper are required. Photographs must be of final size (maximum plate size: 12.7 x 19.0 cm). They should be made on glossy paper with good contrast for direct reproduction. Groups of photographs forming a single page should be squared accurately and mounted with a 1 mm narrow white gap between each print. Copies of photographic plates intended for referees must be of photographic or laser-copied quality (no photocopies). For identification the author's name, address, and title of the article must be written on the back of each illustration.

**Data for figures and graphs:** tif- or eps-files (in exceptional cases jpg-files may be used), minimum 600 dpi. Please ensure to embed all fonts when submitting eps-files. Colour figures will be printed against costs; please contact the publisher for details.

**Acknowledgements** should be simply phrased and given under a single heading at the end of the article.

**Literature references** should be cited in the reference list as follows:

Journal/article:

PAPENFUSS, G.F., K.E. MSHIGENI & Y.-M. CHIANG (1982): Revision of the red algal genus *Galaxaura* with special reference to the species occurring in the Western Indian Ocean. *Bot. Mar.* **25**: 401-444.

## **Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemaliales...**

Book:

MÜLLER, P. (1981): Arealsysteme und Biogeographie. . Ulmer, Stuttgart.

Book chapter:

MÄGDEFRAU, K. (1982): Life-forms of bryophytes. . In: SMITH, A.I.E. (ed.): Bryophyte ecology: 45.58. Chapman & Hall, London.

Names of journals should be abbreviated in accordance with .Botanico-Periodicum-Huntianum., BPH-2, 2004 (<http://huntbot.andrew.cmu.edu/HIBD/Publications/BI-Pubs/Pub-BPH-2.shtml>). In the text references are given: Bates (1982), Roy & Pal (1982) or, at the end of a sentence: (Bates 1982), (Roy & Pal 1982). For three or more authors, give the first author followed by .et al.. and the year.

Page proofs must be checked and returned within 10 days of receipt. Changes in proofs, other than typographical errors, will be at the author.s cost.

Reprints: One PDF-file (for personal use only) free of charge, alternatively 50 reprints per published article are provided free. Additional copies at cost. Reprint order forms are sent to the author together with the proofs.

Publishers address: Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Johannesstr. 3A, 70176 Stuttgart, Germany,

E-mail: [mail@schweizerbart.de](mailto:mail@schweizerbart.de)

#### **4.Resultados**

##### **4.2.Manuscrito II**

**Análises filogenéticas dos representantes da ordem Nemaliales (Rhodophyta) do nordeste brasileiro baseadas nas seqüências dos marcadores moleculares UPA e *rbcL***

**O trabalho será enviado para o JOURNAL OF PHYCOLOGY**

**Análises filogenéticas dos representantes da ordem Nemaliales (Rhodophyta) do nordeste brasileiro baseadas nas seqüências dos marcadores moleculares UPA e *rbcL*.**

Suellen Gomes Brayner-Barros<sup>1</sup>

1 - Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

Mariana Cabral de Oliveira<sup>2</sup>

2 – Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.  
Rua do Matão 321, Travessa 14 – São Paulo – SP. CEP: 05508-900.

Sonia Maria Barreto Pereira<sup>3</sup>

3 - Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Avenida Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos – Recife – PE. CEP: 52171-900.

## RESUMO

A ordem Nemaliales inclui representantes com talos cilíndricos ou ligeiramente achatados, ramificados, e com organização multiaxial. Esses organismos estão distribuídos, principalmente, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico). O maior registro para o litoral brasileiro encontra-se no Nordeste (19 espécies), seguido pelo Sudeste (16 espécies) e Sul (3 espécies). O conhecimento para essa ordem no Brasil está restrito a um número pequeno de publicações, onde os táxons estão registrados em levantamentos florísticos gerais. Atualmente, técnicas utilizando marcadores moleculares têm sido empregadas para elucidar problemas taxonômicos com espécies crípticas. No presente trabalho, foram geradas para Universal Plastid Amplicon (UPA) 27 amostras e do gene que codifica a subunidade grande (*rbcL*) da enzima ribulose - 1,5 - bifosfato carboxilase-oxigenase (rubisco) 11 amostras, de oito espécies coletadas na região entre-marés, durante as marés baixas diurnas, no período de outubro de 2007 a dezembro de 2009, na costa Nordeste do Brasil. Para as amostras amplificadas e seqüenciadas, o tamanho do gene UPA e *rbcL*, incluindo os primers de PCR foi de 411 e 1.362 nucleotídeos, respectivamente, as quais foram filogeneticamente analisadas juntamente com outras seqüências obtidas no GenBank, usando diferentes métodos de inferências. As árvores resultantes foram similares nas diferentes análises. As espécies brasileiras agruparam com as mesmas espécies de outras localidades geográficas e aparecem entre os principais agrupamentos monofiléticos.

Palavras-chave: Liagoraceae, Galaxauraceae, Scinaiceae, costa brasileira, filogenia molecular.

Abreviações: UPA, *rbcL* and PCR.

**ABSTRACT**

The Order Nemaliales is represented by species with cylindrical or slightly flattened thalli, branched, and with multiaxial organization. These organisms are distributed mainly between the Tropics of Cancer and Capricorn (Atlantic, Indian and Pacific). The highest species diversity for the Brazilian coast is located in the Northeast (19 species), followed by the Southeast (16 species) and southern (3 species). However, knowledge of this order in Brazil is restricted to a small number of publications, where the taxa are recorded in general floristic surveys. Currently, techniques using molecular markers have been employed to elucidate taxonomic problems with cryptic species. In this work we analyzed eight species of the order Nemaliales, and obtained Universal Plastid Amplicon (UPA) sequences for 27 samples and gene encoding the large subunit (*rbcL*) of the enzyme ribulose - 1,5 - bisphosphate carboxylase-oxygenase (Rubisco) for 11 samples from material collected in the intertidal area during daytime low tides, from October 2007 to December 2009, in the northeastern coast of Brazil. For samples amplified and sequenced the size of the UPA and *rbcL* gene, including the PCR primers was 411 and 1362 nucleotides, respectively, which were phylogenetically analyzed with other sequences from GenBank, using different methods of inference. The resulting trees were similar in the different analysis. The Brazilian species, grouped in the same species from different geographic locations and were included in the major monophyletic groups.

**Key-words:** Liagoraceae, Galaxauraceae, Scinaiaceae, Brazilian coast, molecular phylogeny.

**Abbreviations:** UPA, *rbcL* and PCR.

## INTRODUÇÃO

A ordem Nemaliales pertence a Classe Florideophyceae, e inclui representantes pluricelulares de hábito ereto, com ou sem impregnação de carbonato de cálcio (aragonita), com ramos cilíndricos a ligeiramente achatados. Possui organização multiaxial, com distinta região cortical ou filamentos assimiladores e filamentos medulares. As células possuem um ou vários plastídeos parietais providos ou não de pirenóides. Plantas monóicas ou dióicas, com reprodução assexuada por aplanósporos, monósporos ou tetrásporos cruciados e sexuada por oogamia, com carpósporos originados da união gamética. Ciclo de vida geralmente trifásico (gametófito, carposporófito e tetrasporófito) e heteromórfico. A fase tetrasporofítica pode ser macroscópica ou microscópica, neste caso pode ser observada em culturas de laboratório. Algumas espécies possuem marcadas diferenças morfológicas e anatômicas no ciclo de vida, principalmente os representantes do gênero *Galaxaura*, resultando na denominação de vários epítetos específicos, atualmente consideradas como sinonímias (Papenfuss *et al.*, 1982; Schneider & Searles, 1991). Atualmente para esta ordem, são reconhecidas as famílias Liagoraceae, Galaxauraceae e Scinaiaceae (Wynne, 2005).

Os representantes dessa ordem se distribuem, principalmente, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico), com um total de 210 espécies, sendo 38 da família Galaxauraceae, 118 da Liagoraceae e 54 da Scinaiaceae (Guiry & Guiry, 2010). A maior diversidade de representantes ocorre em águas quentes, com um grande número de espécies de *Galaxaura* J.V. Lamour., *Liagora* J.V. Lamour. e *Ganonema* K.C. Fan & Yung C. Wang (Huisman, 2006).

Para o Nordeste brasileiro são registrados os gêneros *Dotyophycus* I.A. Abbott, *Ganonema*, *Helminthocladia* J. Agardh, *Liagora*, *Liagoropsis* Yamada, *Nemalion* Duby, *Titanophycus* Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood, *Trichogloea* Kütz.



(Liagoraceae); *Dichotomaria* Lamarck, *Galaxaura* e *Tricleocarpa* Huisman & Borow. (Galaxauraceae) e *Scinaia* Bivona (Scinaiaceae), distribuídos em 19 espécies (Nunes, 1998; Moura et al., 1999; Pereira et al., 2002; Nunes & Guimarães, 2010).

Na tentativa de elucidar a taxonomia e relações filogenéticas das espécies problemáticas, com marcada plasticidade morfológica e a dificuldade de precisar as causas dessa variação se ecológicas ou genéticas, são utilizadas técnicas como o sequenciamento de ácidos nucleicos, microscopia eletrônica, análise de cariótipos e análises numéricas de dados (Rodrigues, 1998). Recentemente, pesquisadores têm aliado a taxonomia clássica à biologia molecular, para elucidar dúvidas com relação ao correto enquadramento dos táxons (Freshwater et al., 1994; Huisman et al., 2004). Os estudos moleculares estão baseados nas seqüências de DNA de diferentes moléculas. Essas regiões são denominadas de marcadores moleculares, sendo que muitos destes estudos estão baseados em genes ribossomais, incluindo as seqüências dos genes que codificam para a subunidade pequena (SSU rDNA) e para a subunidade grande (LSU rDNA) do RNA ribossomal (rRNA), além dos espaçadores internos transcritos (ITS) entre esses genes. Outro marcador molecular bastante empregado para as algas vermelhas é o gene *rbcL*, localizado no genoma do cloroplasto, sendo responsável pela codificação da subunidade grande da enzima ribulose-1,5-bifosfato carboxilase-oxigenase (RuBisCO), uma enzima central no processo da fotossíntese (Oliveira & Milstein, 2010).

De modo geral, há um reduzido número de trabalhos com a utilização de marcadores moleculares que enfocam os representantes da ordem Nematiales. Alguns abordam de forma mais geral as algas vermelhas ou a classe Florideophyceae (Freshwater et al., 1994). Estes autores analisaram a filogenia das algas vermelhas baseado no gene plastidial *rbcL*. Foram analisadas 81 espécies e destas, foram incluídas

apenas *Cumagloia andersonii* (Farlow) Setch. & N. L. Gardner e *Liagora* sp. da ordem Nemiales. Harper & Saunders (2001) usaram as sequências dos genes ribossomais na sistemática e classificação das Florideophyceae, entre elas *Cumagloia andersonii* e *Dichotomaria marginata* (J.Ellis & Solander) Lamarck (como *Galaxaura marginata* J.Ellis & Sol.) das Nemiales. Huisman et al. (2004a) estabeleceram uma nova espécie, *Ganonema yoshizakii* J.M. Huisman, I.A. Abbott, & A.R. Sherwood, a partir do *rbcL*. Os resultados demonstraram que a morfologia (aspectos morfológicos), até então utilizada na separação dos táxons, não deve ser considerada como critério na separação dos gêneros. Sherwood & Presting (2007) desenvolveram *primers* universais para parte do gene plastidial 23S rDNA e propuseram essa região como marcador universal para algas eucarióticas e cianobactérias (UPA, Universal Plastid Amplicon), incluindo nas suas análises para esse marcador sequências de *Dichotomaria marginata* e *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J.V. Lamour.

O conhecimento da ordem Nemiales para o Brasil está restrito a um número pequeno de publicações, onde os táxons estão registrados na forma de listagem ou em levantamentos florísticos gerais (Joly, 1957 e 1965; Ugadim, 1973; Oliveira, 1977; Pereira et al., 1981; Pereira et al., 2002). Até o presente, apenas Nunes (2005) trata exclusivamente da taxonomia do grupo.

No Brasil, não foi desenvolvido ainda estudo com marcadores moleculares para os representantes da ordem Nemiales, sendo portanto, o presente trabalho pioneiro neste aspecto. Este trabalho tem por objetivo analisar as relações filogenéticas entre as espécies ocorrentes no Nordeste brasileiro a partir das sequências do gene *rbcL* e UPA.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Coletas.** Amostras de representantes da ordem Nemiales foram coletadas na região entre marés, durante as marés baixas, com auxílio de espátula e quando necessário, através de mergulhos livres no trecho compreendido entre a costa dos Estados do Ceará e Bahia. Foram retiradas amostras de partes jovens do talo, com menor incidência de epífitas. Estas foram limpas com auxílio de escova dental de cerdas flexíveis. Após a limpeza, as amostras foram secas em papel absorvente, devidamente acondicionadas em recipientes plásticos ou de vidro contendo sílica-gel. As amostras analisadas estão na Tabela 1.

**Extração de DNA.** O procedimento de extração de DNA foi desenvolvido no Laboratório de Genoma da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). As amostras foram submetidas ao protocolo segundo Ferreira & Grattapaglia (1998), com algumas modificações. Inicialmente as amostras foram pesadas e maceradas em cadinho e pistilo sem nitrogênio líquido (N<sub>2</sub> líquido). Após a obtenção de um pó fino, foi adicionado 1 mL do tampão de extração CTAB a 2%. A amostra permaneceu em banho maria por 4h a 50 °C (agitando suavemente a cada 40 minutos). Após esta etapa, foi adicionado 600 µL de clorofórmio:álcool:isoamílico - CIA (24:1). A amostra foi centrifugada a 10.000 rpm por 5 minutos. Em seguida foi transferida a fase aquosa (superior; ~600 µL) para outro tubo eppendorf (1,5mL) e foi adicionado à amostra 1/10 do volume (~50 µL) do tampão de precipitação CTAB a 10%. A reação de extração orgânica foi repetida com 600 µL de CIA. Após a repetição, foi transferida a fase aquosa (superior) para novos tubos eppendorf (1,5 mL), e foi adicionado igual volume (~600 µL) de isopropanol gelado, incubando-a -20 °C por 3 dias. Posterior a incubação, a amostra foi centrifugada (15.000 rpm por 20 minutos) e descartado o sobrenadante, o *pellet* foi lavado com 500 µL de etanol 70%. Em seguida, foi centrifugada (15.000 rpm

por 3 minutos) e descartado o sobrenadante. Após a secagem total do *pellet*, procedeu-se a ressuspensão em 30 µL de TE (10:1) e incubação a 60 °C por 15 minutos (homogeneizando aos 7 min). As amostras de DNA total foram conservadas a -20 °C. Para a verificação da qualidade e quantidade de DNA extraído, foi retirada uma alíquota de 5 µL do DNA, a qual foi submetida a eletroforese em gel de agarose 0,7% em TBE (445 mM Tris, 445 mM ácido bórico e 10 mM EDTA), corado com Syber Green, numa voltagem de 80mA, num total de uma hora de corrida.

As etapas seguintes foram realizadas no Laboratório de Algas Marinhas Édison J. de Paula da Universidade de São Paulo.

***Amplificação por PCR (Reação da Cadeia da Polimerase).*** Para a amplificação do Universal Plastid Amplicon (UPA) que corresponde a parte do gene que codifica a subunidade plastidial 23S do rDNA, foram utilizados os seguintes primers: p23SrV\_f1 (5'- GGA CAG AAA GAC CCT ATG AA- 3') e p23SrV\_r1 (5'- TCC TAG GGA TAA CAC GGA GT- 3') cujas sequências estão publicadas (Sherwood & Presting, 2007). Nas reações de PCR, foram utilizados mini-tubos contendo as seguintes proporções: 39,25 µL de H<sub>2</sub>O miliq; 5µL de tampão 10X; 1,5 µL de MgCl<sub>2</sub>; 1µL de dNTP; 1 µL de cada primer; 1 µL de DNA total e 0,25 µL de Taq DNA polymerase, tendo volume final 50 µL. Os mini-tubos foram conduzidos para reação de PCR em termociclador Minicycler<sup>TM</sup>, (MJ Research) nos seguintes ciclos: 94°C por 2 min; 35X (94°C por 20 seg, 55°C por 30seg.; 72°C por 30seg.) e 72°C por 10 min. O produto da PCR foi visualizado e qualificado em eletroforese em gel de agarose 0,7% corado com Syber Green conforme descrito acima. Para a amplificação do gene que codifica a subunidade grande (*rbcL*) da enzima ribulose - 1,5 - bifosfato carboxilase-oxigenase (rubisco),

foram utilizados os seguintes primers: F57 (5'- GAT ATT CGA TAT GCW AAA ATG GG- 3') e R753a (5'- GCT CTT TCR TAC ATA TCY TC- 3'); F753a (5'- GAR GAT ATG TAY GAA AGA GC- 3') e RrbcS (5'- GTT CTT GTG TTA ATC TCA C-3') cujas sequências estão publicadas (Lindstrom & Frederic, 2003). Nas reações de PCR, foram utilizados mini-tubos contendo as seguintes proporções: 39,25 µL de H<sub>2</sub>O miliq; 5µL de tampão 10X; 1,5 µL de MgCl<sub>2</sub>; 1µL de dNTP; 1 µL de cada primer; 1 µL de DNA total e 0,25 µL de Taq DNA polymerase, tendo volume final 50 µL. Os mini-tubos foram conduzidos para reação de PCR em termociclador Minicycler<sup>TM</sup>, (MJ Research) nos seguintes ciclos: 94°C por 4 min; 35X (94°C por 30 seg, 45°C por 1 min; 72°C por 2 min) e 72°C por 7 min. O produto da PCR foi visualizado e qualificado em eletroforese em gel de agarose 0,7% corado com Syber Green conforme descrito acima. A partir das sequências obtidas para UPA foram selecionadas as amostras para se obter a sequência do *rbcL*.

**Purificação do produto da PCR.** Os produtos obtidos foram purificados em colunas de MicroSpin<sup>TM</sup> (Amersham Pharmacia Biotech, Buckinghamshire), conforme o protocolo do fornecedor. O DNA purificado foi analisado em gel de agarose a 0,7% conforme descrito acima e quantificado através de 1 µL de cada amostra colocada no equipamento NANODROP.

**Sequenciamento.** A reação de sequenciamento foi feita com aproximadamente 40 ng do produto de DNA purificado, através do kit de sequenciamento “BigDye<sup>TM</sup> Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction” da Applied Biosystems (Foster City, EUA). O kit de sequenciamento é constituído por dNTP, dideoxynucleosídeos (ddNTP) com marcadores fluorescentes, tampão, cloreto de magnésio e enzima Taq polimerase. Para cada reação de sequenciamento foram utilizadas as seguintes proporções: 2 µL de

BigDye; 2 a 5  $\mu\text{L}$  do DNA purificado (dependendo da amostra) e 1  $\mu\text{L}$  de primer (10 pmol). No sequenciamento, foi utilizado para o UPA os mesmos primers da PCR e para o *rbcL*, além dos primers da PCR foram feitas reações de sequenciamento também com os primers F753a, e R753a, em reações independentes. A reação de sequenciamento foi realizada em termociclador MiniCycler (MJ Research) nas seguintes condições de ciclo: 40 X (96°C por 10 seg., 54°C por 20 seg., 60°C por 4 min). As precipitações dos produtos obtidos foram feitas adicionando-se aos mini-tubos 40  $\mu\text{L}$  de isopropanol (65%), os quais foram envolvidos em papel alumínio e mantidos em temperatura ambiente por 20 minutos. Logo em seguida, as amostras foram centrifugadas a 14.000 rpm por 25 minutos em temperatura ambiente, e os sobrenadantes foram descartados com auxílio de micropipetas. Nos mini-tubos, foram adicionados 200  $\mu\text{L}$  de Etanol (60%), onde foram novamente centrifugados a 14.000 rpm por 10 minutos em temperatura ambiente e os sobrenadantes desprezados com auxílio de micropipetas. O produto foi seco em centrifuga a vácuo por aproximadamente 30 minutos. As amostras de DNA foram sequenciadas em seqüenciador automático ABI PRISM<sup>TM</sup> 3100 Genetic Analyzer (Applied Biosystems). Cada produto de PCR foi completamente sequenciado nas direções direta (F) e reversa (R).

***Construção das matrizes de alinhamento.*** Sequências consenso do UPA e do *rbcL* foram obtidas a partir de duas ou mais seqüências geradas pelos primers citados acima utilizando o programa BioEdit (Hall, 1999). Os cromatogramas foram checados quando ocorriam divergências entre as seqüências F e R. As seqüências foram comparadas a outras disponíveis no GenBank utilizando a ferramenta BLASTN (Altschul *et al.*, 1990). As seqüências obtidas para as 27 amostras foram comparadas através de uma matriz de distância genética utilizando o programa BioEdit para a identificação de seqüências idênticas entre as diferentes amostras.

**Inferências filogenéticas.** As sequências disponíveis para representantes da ordem no GenBank (Tabelas 2 e 3) foram alinhadas usando o ClustalW no BioEdit em duas matrizes de X táxons e Y posições para UPA e X táxons e Y posições para *rbcL*. Análises filogenéticas foram feitas no programa PAUP 4.0b8 (Swofford, 2000) e no MrBayes (Huelsenbeck & Ronquist, 2001). O modelo evolutivo apropriado foi selecionado no Modeltest (Posada & Crandall, 1998). Foram feitos dois conjuntos de análises, gerando árvores enraizadas para UPA e *rbcL*, sendo *Bangia atropurpurea* e *Palmaria palmata*, adicionados como grupo externo, respectivamente. As árvores foram inferidas a partir de três métodos distintos: distância, máxima parcimônia e análise bayesiana. Sendo os dois últimos apenas para o *rbcL*. Para o método de distância, foi construída uma árvore de neighbour-joining (NJ) (Saitou & Nei, 1987) com o modelo de substituição de Tamura & Nei (1993). A árvore de máxima parcimônia (MP) foi inferida por busca heurística. Para ambos os métodos descritos acima os ramos foram rearranjados pelo algoritmo “tree bisection-reconnection” (TBR) e foram feitas análises de “bootstrap” (Felsenstein, 1985) com 1000 replicatas. A análise bayesiana foi realizada através do programa MrBayes 3.1.2 (Huelsenbeck & Ronquist, 2001). Uma corrida com quatro cadeias de MCMC foram realizadas com  $4 \times 10^6$  gerações, com reamostragem a cada 100 gerações. Foram descartadas as primeiras 50.000 gerações como “burn-in”, determinado com a ajuda de um gráfico construído com as colunas de gerações e valores de máxima verossimilhança, no programa Excel 2007. Após eliminar as árvores associadas ao “burn-in”, uma árvore consenso foi construída para a análise do *rbcL*.

Para as análises filogenéticas foram selecionadas 18 seqüências do UPA e 34 do *rbcL* de Nemiales disponíveis no GenBank. Apenas seqüências parciais no GenBank não foram incluídas. A partir dessa seleção de táxons e incluindo as seqüências

brasileiras geradas nesse trabalho, foram construídas duas matrizes com 45 seqüências cada, mas com a adição de *Bangia atropurpurea* e *Palmaria palmata*, como grupo externo de UPA e *rbcL*, respectivamente. Para UPA foi feita apenas a análise de distância, “Neighbour-Joining” (NJ; Fig. 1). A matriz para o *rbcL* foi analisada de forma enraizada através de três diferentes métodos de inferência filogenética, “Neighbour-Joining” (NJ), máxima parcimônia (MP) e análise bayesiana, representadas respectivamente pelos anexos (3 e 4).

## RESULTADOS

Foram feitas extrações de DNA para 40 amostras dos representantes da ordem Nemiales, entretanto, foi possível obter produto de PCR para apenas 27. Foram geradas seqüências para 27 e 11 táxons, de UPA e *rbcL* respectivamente (Tabela 1). Dentre as selecionadas para amplificação do *rbcL*, apenas para *Galaxaura* sp. coletada na Praia de Carne de Vaca, Pernambuco, não foi possível amplificar e seqüenciar. Os tamanhos dos genes UPA e *rbcL* amplificados e sequenciados, incluindo os primers de PCR foram de 411 e 1.362 nucleotídeos, respectivamente.

As seqüências de UPA e *rbcL* obtidas para as amostras de Nemiales foram comparadas através de uma matriz de distância genética. A partir dessas matrizes, foi possível identificar quais amostras possuíam seqüências idênticas para os marcadores analisados (Tab. 2, 3 e 4).

Para *Dichotomaria marginata* foram obtidas três amostras de Pernambuco, duas amostras da Bahia e uma do Ceará, e as seqüências foram idênticas para as seis amostras no UPA. O mesmo aconteceu para as duas amostras de *Ganonema farinosum* de Pernambuco e uma da Bahia. Para os cinco espécimes de *Tricleocarpa cylindrica* foi observada uma divergência de 1 a 3% para o UPA, sendo que as amostras do estado de



Paraíba e Alagoas se mostraram idênticas, assim como as amostras e Rio Grande do Norte e Pernambuco. A maior divergência intra-específica encontrada para o UPA foi observada para dois exemplares identificados como *Galaxaura rugosa* de 6,4 % (22 nucleotídeos). As divergências observadas entre as espécies analisadas variaram de 6,4% (30 nucleotídeos) entre *Dichotomaria obtusata* e *Ganonema farinosum*, e 5,2% (28 nucleotídeos) entre *D. marginata* e *Ganonema farinosum*, para UPA.

Com relação ao gene *rbcL*, a maior divergência intra-específica encontrada foi observada para *T. cylindrica* (9,9% - 135 nucleotídeos). Enquanto que para a divergência entre espécies as maiores divergências foram observadas entre *T. fragilis* e *G. farinosum*, 15% (204 nucleotídeos). A Fig 2 agrupa os resultados encontrados nas análises de “Neighbour-Joining” (NJ), máxima parcimônia (MP) e análise bayesiana.

As análises usando as sequências do UPA mostraram que as Nemaliales formaram um agrupamento monofilético (com baixo suporte de bootstrap, 69) em relação ao grupo externo utilizado. Quatro grupos foram formados, mas sem suporte de bootstrap: 1. *Yamadaella caenomyce* foi o ramo mais basal em relação às demais Nemaliales; 2. Outras Liagoraceae (*Liagora*, *Ganonema*, *Akalaphycus*, *Stenopeltis* e *Titanophycus*); e 3. *Sciniaia furcellata* ficou como ramo basal do agrupamento das Galaxauraceae; 4. Galaxauraceae (*Dichotomaria*, *Galaxaura* e *Tricleocarpa*). Dentro das Liagoraceae, as amostras brasileiras de *Ganonema* se agruparam com algumas espécies de *Liagora* e não com outras espécies do mesmo gênero. Os exemplares brasileiros da espécie *G. rugosa* formaram um clado com a *G. rugosa* do Havaí, mas sem suporte de bootstrap, o mesmo ocorrendo com a espécie *D. marginata*. O grupo monofilético que corresponde ao gênero *Dichotomaria*, mostrou que *D. marginata* de Pernambuco, Bahia e Ceará são idênticas e agruparam com a mesma espécie

proveniente do Havaí. O mesmo não ocorrendo com o gênero *Tricleocarpa*, que formou mais de um clado (Fig. 1).

Para o gene *rbcL*, as Nemiales formaram um agrupamento monofilético, mas sem suporte de bootstrap em relação ao grupo externo, *Palmaria palmata*. Dois agrupamentos com alto suporte de Bootstrap e probabilidade *a posteriori* foram formados: 1. Scinaiaceae (*Scinaia*) e 2. Liagoraceae (*Ganonema*) e Galaxauraceae (*Actinotrichia*, *Dichotomaria*, *Galaxaura* e *Tricleocarpa*). Para a família Scinaiaceae, as duas espécies do Japão se agruparam. A família Galaxauraceae teve como grupo basal *Ganonema farinosum* da família Liagoraceae. As espécies brasileiras do gênero *Dichotomaria* agruparam com outros representantes das mesmas espécies provenientes de outras localidades geográficas como México, Filipinas, Japão e Taiwan. As duas amostras brasileiras de *G. rugosa* analisadas, ambas coletadas em Alagoas, não se agruparam. Uma permaneceu como ramo basal para o agrupamento formado pelos gêneros *Actinotrichia* e *Galaxaura*. A segunda amostra se agrupou com outras duas *G. rugosa* provenientes de Taiwan e Austrália. Exemplares de *Tricleocarpa* formaram um agrupamento monofilético, entretanto as quatro amostras brasileiras identificadas como *T. cylindrica* se agruparam em três cladogramas, com alto suporte de bootstrap e probabilidade *a posteriori* (Fig. 2).

Em todas as análises feitas para o gene *rbcL*, alguns agrupamentos monofiléticos foram constantes. O agrupamento do gênero *Dichotomaria*, apresentou valores de “Bootstrap” de baixos a altos (62 a 100%) em todas as análises e inclui três espécies seqüenciadas nesse trabalho: *D. marginata* (DMPE) que agrupou em todas as análises (com valores de “bootstrap” de 100%) com a *D. marginata* (GRPE2) e a amostra da mesma espécie do México; e *D. obtusata* (DOCE) que agrupou com outras amostras dessa espécie provenientes da Austrália, Japão e Taiwan. Em ambos os casos as análises

moleculares confirmam a identificação da espécie feita através da análise dos caracteres morfológicos (Brayner-Barros *et al.* dados não publicados).

O grupamento do gênero *Tricleocarpa*, apresentou valores de “Bootstrap” de baixo a alto (64 a 100%) em todas as análises e inclui quatro espécimes sequenciadas nesse trabalho: *T. cylindrica* (TCPB) que agrupou com uma espécime de Guadeloupe; *T. cylindrica* (TCPE1) que agrupou com uma do México e *T. cylindrica* (TCRN) que agrupou com a mesma de Taiwan.

A nível específico, *Ganonema farinosum*, alinhou separadamente, sendo esta a primeira sequência completa de *rbcL* que será depositada no GenBank para esta espécie.

## DISCUSSÃO

A taxonomia baseada apenas em caracteres morfológicos para representantes da ordem Nemaliales é extremamente complexa, dado ao grande número de espécies descritas que entraram em sinonímias, à grande plasticidade fenotípica e sua ampla distribuição geográfica. Sequências moleculares para gene *rbcL* têm se mostrado adequadas para a identificação e delimitação de espécies, além de prover um arcabouço filogenético que pode ser usado para avaliar a utilidade dos caracteres morfológicos e ocorrência de espécies crípticas (Huisman, 2006). O marcador UPA foi desenvolvido para auxiliar na avaliação molecular da diversidade de algas, e pode ser utilizado na detecção rápida de espécies invasoras, na identificação das espécies de controle de efeitos ambientais, teste de algas com valor comercial e caracterização de coleções de herbário (Presting, 2006). Os resultados apresentados por Sherwood & Presting (2007), demonstraram a amplificação de seis linhagens de algas eucarióticas, bem como de

cianobactérias, além de estabelecer um quadro preliminar para o desenvolvimento de protocolos usando este marcador.

Embora Huisman et al. (2004b) tenham feito uma ampla análise filogenética incluindo espécimes de Nemaliales de todo o mundo, essa análise é relativamente pobre em espécies do Oceano Atlântico Americano, e nenhuma espécie coletada no Brasil foi incluída.

As árvores geradas por Huisman et al. (2004a) indicam claramente que a ordem Nemaliales forma um clado monofilético. Dentro da ordem podem ser reconhecidas três linhagens: Liagoraceae, e duas linhagens, contendo os gêneros anteriormente compreendidos na família Galaxauraceae. A primeira linhagem, dentro de Galaxauraceae, incluindo os gêneros *Actinotriquia*, *Galaxaura* e *Tricleocarpa*. A segunda linhagem incluindo *Scinaia* e *Nothogenia*, que são essencialmente os membros da família, que não são calcificados (Huisman, 1985; Huisman, 1986; Huisman & Womersley, 1992). Por isso, foi proposto o reconhecimento desta segunda linhagem no nível de família, como Scinaiaceae. Essas famílias foram corroboradas pelas análises feitas neste trabalho para os marcadores UPA e *rbcL*.

Neste trabalho foram analisadas 27 sequências de UPA e 11 sequências para *rbcL* para exemplares brasileiros, atribuídas a cinco gêneros e oito espécies da costa do nordeste brasileiro, coletadas do Ceará até a Bahia.

Em relação ao UPA, as seis amostras brasileiras de *D. marginata* agruparam com a mesma espécie do Havaí, correspondendo ao proposto por Sherwood & Presting (2007). O gênero *Galaxaura*, representado por *G. rugosa* e *Galaxaura* sp formaram um clado com *G. rugosa* do Havaí confirmando a identificação através dos caracteres morfológicos. Contudo, as sequências de *rbcL* para dois desses táxons, mostra que *G. rugosa* (TCAL) formou um ramo basal ao clado monofilético que inclui as demais do

mesmo gênero e duas espécies de *Actinotrichia*. Logo seriam necessários mais estudos para se estabelecer se trata-se de uma nova espécie e/ou gênero. Apesar de *Galaxaura* sp. ter agrupado com as demais do mesmo gênero, confirmando ser pertencente a este gênero, através dos caracteres morfológicos e moleculares, pode se tratar de uma nova espécie, pois quando comparadas com *Galaxaura rugosa*, apresentavam filamentos assimiladores longos e curtos, ramos e filamentos assimiladores maiores, altura inferior, além de célula suporte e basal diferenciada. Contudo, seria necessário um estudo mais acurado para se estabelecer a nível específico.

Este clado teve como grupo irmão para UPA *T. cylindrica*, espécie que anteriormente era considerada como *G. cylindrica*. Contudo, a forma das células do córtex, o ramo carpogonial, e cistocarpo, a diferenciaram do gênero *Galaxaura*. O agrupamento formado pela família Galaxauraceae (Fig. 1) teve com grupo externo *Scinaia furcellata*, que estava inserida dentro desta família, mas através de estudos com marcadores moleculares e morfológicos (ausência de impregnação de carbonato na parede, forma do ramo carpogonial e cistocarpo) foi separada e constituída uma nova família, corroborando com o presente trabalho. Dentro da família Liagoraceae, os caracteres morfológicos como a forma dos ramos assimiladores, medulares e espermatângio se originando da célula apical ou subapical dos filamentos assimiladores, correspondem às citadas por Huisman et al. (2004b) e Huisman (2006). Entretanto, o gênero *Ganonema* brasileiro agrupou separadamente das amostras do Havaí.

Em plantas vasculares, a análise *rbcL* tem sido utilizada para avaliar as relações entre os gêneros, famílias e ordens. Níveis de divergência de seqüência entre algas vermelhas são normalmente mais elevados que os encontrados em plantas vasculares, com valores acima de 11% que ocorrem entre algumas espécies colocadas num mesmo gênero (Freshwater *et al.*, 1994). As divergências intra-específicas observadas do *rbcL*

entre exemplares brasileiros variaram de 5,6% (49 nucleotídeos) entre espécimes identificados como *T. cylindrica* de Pernambuco e Paraíba, e entre espécies de *T. fragilis* e *G. farinosum* foi observada uma divergência de 15% (204 nucleotídeos).

Os resultados obtidos para o *rbcL* no presente estudo se assemelham muito com as análises de Freshwater et al. (1994) e Huisman et al. (2004a) e a inclusão das amostras brasileiras corrobora às análises apresentadas por esses autores.

O agrupamento correspondente ao gênero *Dichotomaria*, inclui os espécimes achatados, apresentando córtex diferenciado preenchido por três camadas de células, além da presença de margem espessada (particularmente perceptível quando secas), sendo que o córtex do tetrasporófito e do gametófito têm células espinhosas perto das margens. Neste agrupamento, está inserida uma espécie brasileira (*D. marginata* – Pernambuco). Além destas, também apresentam espécies cilíndricas, que possuem córtex formado por três camadas de células obovóides, tetraesporófito formado por células semi-esféricas pigmentadas e gametófito com células largas e com fusões laterais, tendo uma espécie brasileira (*D. obtusata* – Ceará) inserida com espécies do Japão, Taiwan e Austrália (fig. 2), corroborando com os dados obtidos por Huisman et al. (2004a) e Kurihara et al. (2005).

O agrupamento representado pelo gênero *Tricleocarpa* consiste de espécies de hábito ereto, com ramos predominantemente cilíndricos, com ramificações dicotômicas, sendo caracterizadas pela presença de carbonato (aragonita) nas paredes e cistocarpio esférico. Neste agrupamento, *T. cylindrica* de Pernambuco agrupou com um representante da mesma espécie do México; *T. cylindrica* do Rio Grande do Norte agrupou com a mesma espécie de Taiwan; e *T. cylindrica* da Paraíba com a mesma espécie de Guadeloupe. Este fato pode sugerir que seriam três espécies diferentes formando um complexo *Tricleocarpa*.

Como demonstrado nas árvores filogenéticas, as amostras brasileiras aparecem nos agrupamentos principais, indicando claramente a presença de espécies que colonizaram a costa Atlântica Americana proveniente de floras de diferentes localidades geográficas. Para que isso tenha ocorrido, pressupõe-se um eficiente mecanismo de dispersão, possivelmente através de porções vegetativas que se fragmentam e são carregadas pelas correntes. Também não se pode descartar a mediada pela intervenção humana através das embarcações e também associada à aquacultura de moluscos (Dromgoole 1975, Bégin & Sheibling 2003).

Apesar dos caracteres morfológicos serem insuficientes para uma análise mais ampla das espécies, como relatada por Huisman (2006), as análises desses caracteres levaram a identificações específicas, que de modo geral foram corroboradas pelas análises de filogenia molecular para as amostras brasileiras. Neste estudo, a utilização dos marcadores moleculares selecionados, UPA e *rbcL*, mostrou-se bastante útil na distinção de espécies e na construção de um arcabouço filogenético que permite uma análise mais detalhada das relações evolutivas dessas espécies, assim como foi verificado por Huisman et al. (2004a).

#### AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Iêda Ferreira da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelo auxílio nas reações de extração de DNA. À Bióloga e técnica Carolina Franco, do Laboratório de Algas Marinhas (LAM) da Universidade São Paulo, pela ajuda durante o desenvolvimento deste trabalho. Às agências de fomento, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e

bolsas e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Doutorado à primeira autora.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altschul, S. F., Gish, W., Miller, W., Myers, E. W. & Lipman, D. J. 1990. Basic local alignment search tool. *J. Mol. Biol.* 215: 403-410.
- Bégin, C. & Scheibling, R. 2003. Growth and survival of the invasive green alga *Codium fragile* spp. *tomentosoides* in tide pools on a rocky shore in Nova Scotia. *Bot. Mar.* 46: 404-412.
- Dromgoole, I. F. 1975. Occurrence of *Codium fragile* subspecies *tomentosoides* in New Zealand waters. *New Zealand J. Mar. Fresh. Res.* 9: 257-264.
- Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evol.* 39: 783-91.
- Ferreira, M. E. & Grattapaglia, D. 1998. *Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética*. 3 ed. Brasília: Embrapa-CENARGEN, 220p.
- Freshwater, D.W.; Fredericq, S.; Butler, B.S.; Hommersand, M.H. & CHASE, M.W. 1994. A gene phylogeny of the red algae (Rhodophyta) based on plastid *rbcL*. *Proc. Nat. Acad. Scienc.* 91:7281-7285.
- Gall, L.L. & Saunders, G.W. 2007. A nuclear phylogeny of the Florideophyceae (Rhodophyta) inferred from combined EF2, small subunit and large subunit ribosomal DNA: Establishing the new red algal subclass Corallinophycidae. *Molec. Phylog. Evol.* 43:1118–1130.



Guimarães, S.M.P.B.; Cordeiro-Marino, M.; Fuji, M.T. & Yokoya, N. S. 1990.

Ocorrência de *Helminthocladia calvadosii* (Lamouroux ex Duby) Setchell (Nemaliales, Rhodophyta) no Brasil: aspectos morfológicos vegetativos e reprodutivos. *Rev. Brasil. Bot.* 13:69-74.

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2010. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; acessado em 12 de agosto de 2010.

Hall, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95-98.

Harper, J.T. & Saunders, G.W. 2001. Molecular systematics of the florideophyceae (Rhodophyta) using nuclear large and small subunit rDNA sequence data. *J. Phycol.* 37:1073-1082.

Huelsenbeck, J.P. & Ronquist, F.R. 2001. MrBayes. Bayesian inference of phylogeny. *Biomet.* 17: 754-5.

Huisman, J. M. 2006. *Algae of Austrália: Nemaliales*. Australian Biological Resources Study, Canberra.

Huisman, J. M. 1985. The *Scinaia* assemblage (Galaxauraceae, Rhodophyta): a re-appraisal. *Phycol.* 24:403 – 418.

Huisman, J. M. 1986. The red algal genus *Scinaia* (Nemaliales, Galaxauraceae) from Australia. *Phycol.* 25:271 – 296.

Huisman, J.M., Abbott, I.A. & Sherwood, A.R. 2004b. The Liagoraceae (Nemaliales, Rhodophyta) of the Hawaiian Islands III: the genus *Ganonema*, with a description of *G. yoshizakii* sp. nov. *Phycol.* 43:296 – 310.

Huisman, J.M., Sherwood, A.R. & Abbott, I.A. 2004a. Studies of Hawaiian Galaxauraceae (Nemaliales, Rhodophyta): Large subunit rDNA gene sequences support conspecificity of *Galaxaura rugosa* and *G. subverticillata*. *Crypt. Algal.* 25:337-352.

Huisman, J. M & Womersley, H.B.S. 1994. Family Galaxauraceae Parkinson 1983: 608, in H.B.S. Womersley, The Marine Benthic Flora of Southern Australia. Rhodophyta, part IIIA, Bangiophyceae and Florideophyceae (Acrochaetales, Nemaliales, Gelidiales, Hildebrandiales and Gigartinales sensu lato), pp. 99 – 118. Flora of Australia Supplementary Series No. 1. Australian Biological Resources Study, Canberra.

Joly, A.B. 1957. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e Arredores. *Bol. Facul. Filos. Ciênc. Bot.* 21:1 - 196.

Joly, A.B. 1965. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Bol. Facul. Filos. Ciênc. Bot.* 22:1-393.

Kurihara, A.; Arai, S.; Shimada, S. & Masuda, M. 2005. The conspecificity of *Galaxaura apiculata* and *G. hystrix* (Nemaliales, Rhodophyta) inferred from comparative morphology and rbcL, and ITS 1 sequences. *Europ. J. Phycol.* 40:39 – 52.

Moura, C.W.N.; Cordeiro-Marino, M. & Guimarães, S.M.P.B. 1999. *Trichogloea requienii* (Montagne) Kützing (Rhodophyta: Liagoraceae) no litoral do Brasil. *Rev. Brasil. Biol.* 59(1):151-159.

Nunes, J.M.C. 2005. A família Liagoraceae (Rhodophyta, Nemaliales) no estado da Bahia, Brasil. *Hoehn.* 32:429-444.

Nunes, J.M.C. 1998. Catálogo de algas marinhas bentônicas do Estado da Bahia, Brasil. *Acta Bot. Malac.* 23:5-21.

Oliveira, M. C.& Milstein, D. 2010. Taxonomia Molecular. *In:* Alexandre de Gusmão Pedrini. (Org.). Macroalgas, uma Introdução a Taxonomia. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 1: 71-82.

Oliveira-Filho, E. C. 1977. Algas marinhas bentônicas do Brasil. (Tese Livre-Docência). São Paulo. Universidade de São Paulo.

Papenfuss, G. F.; Mshigeni, K. E. & Chiang, Y. M. 1982. Revision of Red Algal genus *Galaxaura* with special reference to the species occurring in the Western Indian Ocean. *Botanica Marina* 25:401-444.

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

Pereira, S.M.B; Oliveira-Filho, E.C.; Araújo, M.V.S.B.; Paes E Melo, L.B.; Fernandes De Carvalho, F.A. & Câmara Neto, C. 1981. Prospecção dos bancos de algas marinhas do Estado do Rio Grande do Norte - 2ª parte: prof. de 10 a 45 metros. *In:* *SUDENE* - Departamento de Recursos Naturais. Recife. Projeto Algas 2:25-81.

Posada, D. & Crandall, K.A. 1998. Modeltest: testing the model of DNA substitution.

Bioinformatics 14: 817-18.

Presting, G.G. 2006. Identification of conserved regions in the plastid genomic-implications for DNA barcoding and biological function. *Canadian Journ. Bot.* 84:1434 – 1443.

Rodrigues, D. 1998. Importancia de la morfología frente a las nuevas técnicas taxonómicas. In: Azevedo, M. T. P. [ed.] *Anais do IV Congresso Latino-Americano de Ficologia, II Reunião Brasileira de Ficologia: Conservação da biodiversidade e novas tecnologias: promesas e perigos*. Soc. Bras. Ficologia, pp. 273-278.

Saitou, N. & Nei, M. 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.* 4:406-425.

Schneider, C. W. & Searles, R. B. 1991. *Seaweeds of the Southeastern United States Cape Matheras to Cape Canaveral*. Duke University Press Durhanm.

Sherwood, A. R. & Presting, G. G. 2007. Universal primers amplify a 23S rDNA plastid marker in Eukaryotic Algae and Cyanobacteria. *J. Phycol.* 43:605-608.

Tamura, K. & Nei, M. 1993. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molec. Biol. Evol.* 10: 512-26.

Ugadim Y. 1973. On the reproduction of *Nemalion scammi* Crouan ex Borgesen (Helminthacladiaceae – Nemalionales). *Rev. Biol.* 9:127-131.

Wynne, M. J. 2005. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *N. Hedw.* 116:1-151.

**ANEXOS DO MANUSCRITO II**

**TABELAS**

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemaliales...**

Tab.1 – Amostras dos representantes da ordem Nemaliales que tiveram gene UPA e *rbcL* seqüenciados neste trabalho com respectivas informações de coleta.

Espécie	Local de Coleta	Coletor	Sigla	Data	UPA	<i>rbcL</i>
<i>Dichotomaria marginata</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	DM-PE	07/05/2008	x	x
<i>Dichotomaria marginata</i>	Pernambuco (Ilha de Santo Aleixo)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Bandeira-Pedrosa, M.E.; Coelho; L.R.C.; Araujo; T.O. & Pereira, S.M.B.	DM-PE	08/05/2008	x	
<i>Dichotomaria obtusata</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	DO-PE	07/05/2008	x	
<i>Galaxaura rugosa</i>	Pernambuco (Praia de Carne de Vaca)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	GR-PE2	06/05/2008	x	x
<i>Galaxaura rugosa</i>	Pernambuco (Praia de Carne de Vaca)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	GR-PE	06/05/2008	x	
<i>Galaxaura sp.</i>	Pernambuco (Praia de Carne de Vaca)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	GSP-PE	06/05/2008	x	
<i>Galaxaura rugosa</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	GSub-PE	07/05/2008	x	
<i>Ganonema farinosum</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	GF-PE2	07/05/2008	x	x
<i>Ganonema farinosum</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	GF-PE1	07/05/2008		
<i>Ganonema farinosum</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	GF-PE1	07/05/2008	x	
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	TC-PE2	07/05/2008		x
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	TC-PE1	07/05/2008	x	
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	TC-PE	07/05/2008	x	x
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	Pernambuco (Praia de São José da Coroa Grande)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	TF1-PE	07/05/2008	x	
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	Paraíba (Picãozinho)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	TC-PB	04/06/2008	x	x
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	Paraíba (Areia Vermelha)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C. Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	TC-PB	05/06/2008	X	

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemaiales...**

Cont. Tab.1

Espécie	Local de Coleta	Coletor	Sigla	Data	UPA	rbcL
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	Paraíba (Areia Vermelha)	Brayner-Barros, S.G.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C.; Coelho; L.R.C. & Araujo; T.O.	TF-PB	05/06/2008	x	
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	Bahia (Ilha de Itaparica)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	TF-BA	17/09/2009	x	
<i>Dichotomaria marginata</i>	Bahia (Ilha de Itaparica)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	DM-BA	17/09/2009	x	
<i>Dichotomaria marginata</i>	Bahia (Praia de Itapuã)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	DM-BA	16/09/2009	x	
<i>Ganonema farinosum</i>	Bahia (Ilha de Itaparica)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	GF-BA	17/09/2009	x	
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	Bahia (Praia de Itapuã)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	TC-BA	16/09/2009	x	x
<i>Scinaia furcellata</i>	Bahia (Ilha de Itaparica)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	SF-BA	17/09/2009	x	
<i>Galaxaura rugosa</i>	Alagoas (Galés)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	GR-AL	24/07/2009	x	
<i>Galaxaura rugosa</i>	Alagoas (Galés)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	GR-AL	24/07/2009	x	x
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	Alagoas (Galés)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	TF-AL	24/07/2009	x	
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	Alagoas (Galés)	Brayner-Barros, S.G. & Barros, H.A.	TC-AL	24/07/2009	x	x
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	Rio Grande do Norte (Praia de Búzios)	Brayner-Barros, S.G. & Nascimento, P.R.F.	TC-RN	04/04/2008	x	x
<i>Dichotomaria obtusata</i>	Ceará (Praia do Náutico)	Brayner-Barros, S.G. & Lira, C.	DO-CE	05/07/2008	x	x
<i>Dichotomaria marginata</i>	Ceará (Praia do Náutico)	Brayner-Barros, S.G. & Lira, C.	DM-CE	05/07/2008	x	



Tabela 2 - Porcentagem de identidade (triângulo de baixo) e divergência em número de nucleotídeos (triângulo de cima) entre as seqüências do *rbcL* das espécies de SFBA= *Scinaia furcellata*; DMBA1= *Dichotomaria marginata*; DMBA= *D. marginata*; DMCE= *D. marginata*; DMPE1= *D. marginata*; DMPE= *D. marginata*; DOCE= *D. obtusata*; DOPE= *D. obtusata*; GFPE1= *Ganonema farinosum*; GFPE2= *G. farinosum*; GFBA= *G. farinosum*; GRAL1= *Galaxaura rugosa*; GRAL= *G. rugosa*. O nome da espécie é seguido do número da amostra e da sigla do estado onde foi coletada e ID, seqüências idênticas.

Amostras seqüenciadas no Nordeste brasileiro	SFBA	DMBA1	DMBA	DMCE	DMPE1	DMPE	DOCE	DOPE	GFPE1	GFPE2	GFBA	GRAL1	GRAL
SFBA	ID	21	21	21	21	21	23	23	18	18	18	21	23
DMBA1	94,8	ID	0	0	0	0	10	10	28	28	28	21	23
DMBA	94,8	100	ID	0	0	0	10	10	28	28	28	21	23
DMCE	94,8	100	100	ID	0	0	10	10	28	28	28	21	23
DMPE1	94,8	100	100	100	ID	0	10	10	28	28	28	21	23
DMPE	94,8	100	100	100	100	ID	10	10	28	28	28	21	23
DOCE	94,3	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	ID	0	30	30	30	21	21
DOPE	94,3	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	100	ID	30	30	30	21	21
GFPE1	95,5	92,9	92,9	92,9	92,9	92,9	92,6	92,6	ID	0	0	25	22
GFPE2	95,5	92,9	92,9	92,9	92,9	92,9	92,6	92,6	100	ID	0	25	22
GFBA	95,5	92,9	92,9	92,9	92,9	92,9	92,6	92,6	100	100	ID	25	22
GRAL1	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	93,8	93,8	93,8	ID	8
GRAL	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,1	94,1	94,6	94,6	94,6	98,0	ID

Tabela 3 - Porcentagem de identidade (triângulo de baixo) e divergência em número de nucleotídeos (triângulo de cima) entre as seqüências do UPA das espécies de GRPE2= *Galaxaura rugosa*; GRPE= *G. rugosa*; GSPPE= *Galaxaura* sp.; GSUBPE= *G. rugosa*; TCAL= *G. rugosa*; TCBA= *Tricleocarpa cylindrica*; TCPB1= *T. cylindrica*; TCPB= *T. cylindrica*; TCPE1= *T. cylindrica*; TCRN= *T. cylindrica*; TFAL= *T. cylindrica*; TFBA= *T. cylindrica*; TFPB1= *T. cylindrica*; TFPB= *T. cylindrica*. O nome da espécie é seguido do número da amostra e da sigla do estado onde foi coletada e ID, seqüências idênticas.

Amostras sequenciadas no Nordeste brasileiro	GRPE2	GRPE	GSPPE	GSUBPE	TCAL	TCBA	TCPB1	TCPB	TCPE1	TCRN	TFAL	TFBA	TFPB1	TFPB
GRPE2	ID	22	21	20	20	15	21	13	13	13	13	21	13	13
GRPE	94,6	ID	6	5	5	15	14	15	15	15	15	14	15	15
GSPPE	94,8	98,5	ID	1	1	13	12	12	10	11	12	12	12	11
GSUBPE	95,1	98,7	99,7	ID	0	12	11	11	11	12	11	11	11	12
TCAL	95,1	98,7	99,7	100	ID	12	11	11	11	10	11	11	11	10
TCBA	96,3	96,3	96,8	97,0	97,0	ID	13	8	9	8	8	13	8	8
TCPB1	94,8	96,5	97,0	97,3	97,3	96,8	ID	12	10	11	12	0	12	11
TCPB	96,8	96,3	97,0	97,3	97,3	98,0	97,0	ID	8	4	0	12	0	4
TCPE1	96,8	96,3	97,5	97,3	97,3	97,8	97,5	98,0	ID	7	8	10	8	8
TCRN	96,8	96,3	97,3	97,5	97,5	98,0	97,3	99,0	98,2	ID	4	11	4	0
TFAL	96,8	96,3	97,0	97,3	97,3	98,0	97,0	100	98,0	99,0	ID	12	0	4
TFBA	94,8	96,5	97,0	97,3	97,3	96,8	100	97,0	97,5	97,3	97,0	ID	12	11
TFPB1	96,8	96,3	97,0	97,3	97,3	98,0	97,0	100	98,0	99,0	100	97,0	ID	4
TFPB	96,8	96,3	97,3	97,5	97,5	98,0	97,3	99,0	98,2	100	99,0	97,3	99,0	ID

Tabela 4 - Porcentagem de identidade (triângulo de baixo) e divergência em número de nucleotídeos (triângulo de cima) entre as seqüências do *rbcL* das espécies de DOCE= *Dichotomaria obtusata*; DMPE= *D. marginata*; GRPE2= *D. marginata*; TCAL= *Galaxaura rugosa*; GRAL= *G. rugosa*; GFPE1= *Ganonema farinosum*; TCRN= *Tricleocarpa cylindrica*; TCBA= *T. cylindrica*; TCPB= *T. cylindrica*; TCPE1= *T. cylindrica*; TCPE2= *T. fragilis*. O nome da espécie é seguido do número da amostra e da sigla do estado onde foi coletada e ID, seqüências idênticas.

Amostras seqüenciadas no Nordeste brasileiro	DOCE	DMPE	TCRN	GFPE1	GRPE2	TCBA	TCAL	TCPE2	TCPB	TCPE1	GRAL
DOCE	ID	64	137	184	68	131	151	135	131	141	148
DMPE	95,3	ID	132	186	9	121	147	129	120	128	132
TCRN	89,9	90,3	ID	192	131	64	136	95	68	83	116
GFPE1	86,5	86,3	85,9	ID	185	177	195	204	186	177	192
GRPE2	95,0	99,3	90,4	86,4	ID	121	147	125	118	127	132
TCBA	90,4	91,1	95,3	87,0	91,1	ID	128	87	49	76	107
TCAL	88,9	89,2	90,0	85,7	89,2	90,6	ID	122	121	133	78
TCPE2	90,1	90,5	93,0	85,0	90,8	93,6	91,0	ID	88	87	102
TCPB	90,4	91,2	95,0	86,3	91,3	96,4	91,1	93,5	ID	72	99
TCPE1	89,6	90,6	93,9	87,0	90,7	94,4	90,2	93,6	94,7	ID	91
GRAL	89,1	90,3	91,5	85,9	90,3	92,1	94,3	92,5	92,7	93,3	ID

**FIGURAS**

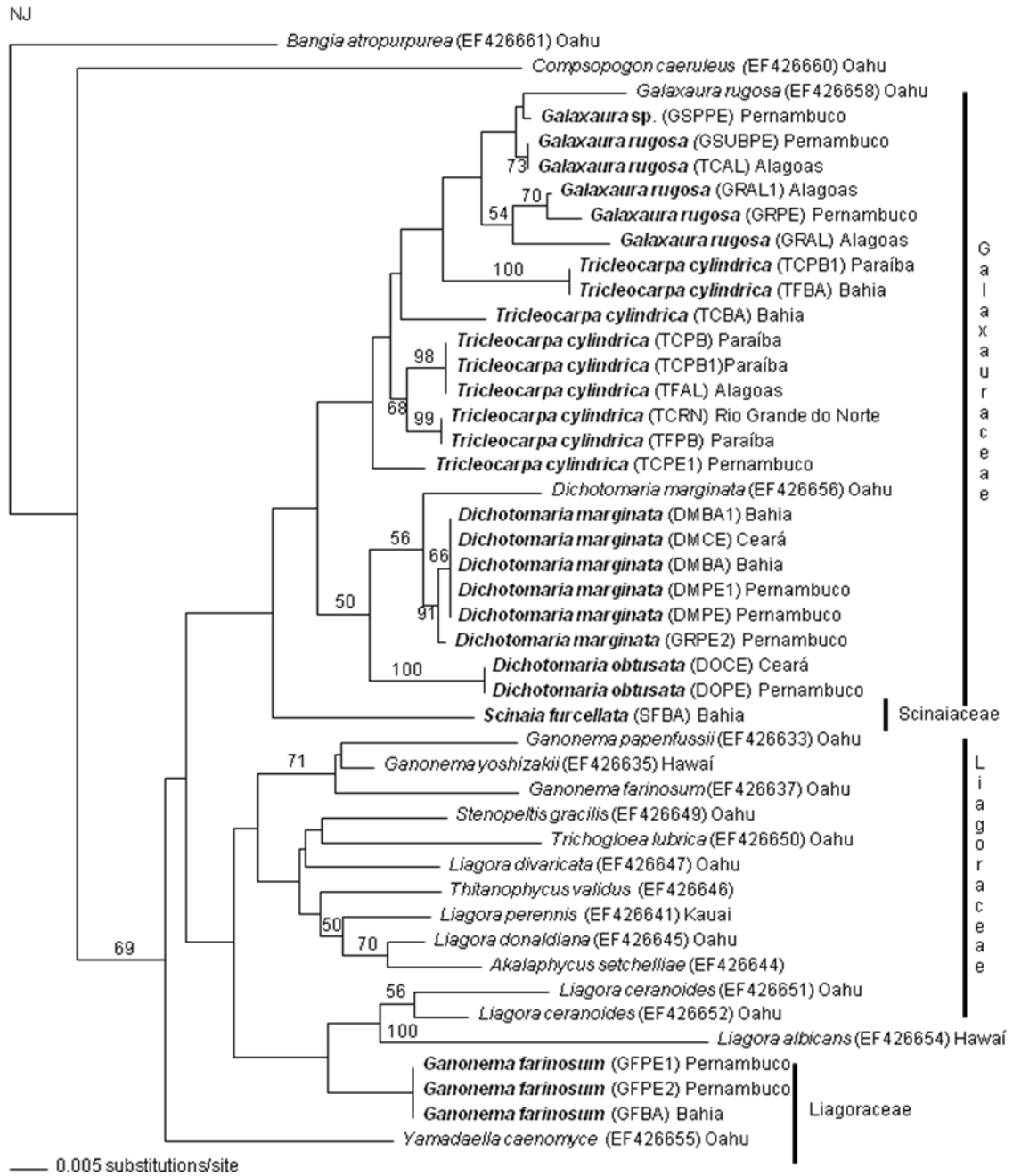


Fig. 1 - Árvore de distância enraizada pelo grupo externo de *Bangia atropurpurea*, construída para as seqüências do UPA de diferentes amostras dos representantes da ordem Nemaliales. Os valores de “bootstrap” estão indicados nos ramos para “neighbour-joining” (NJ), para 1000 replicatas. As amostras brasileiras cujas seqüências foram feitas nesse trabalho estão em negrito. O número de acesso para as amostras obtidas no GenBank está entre parênteses, seguido pela localidade de coleta.

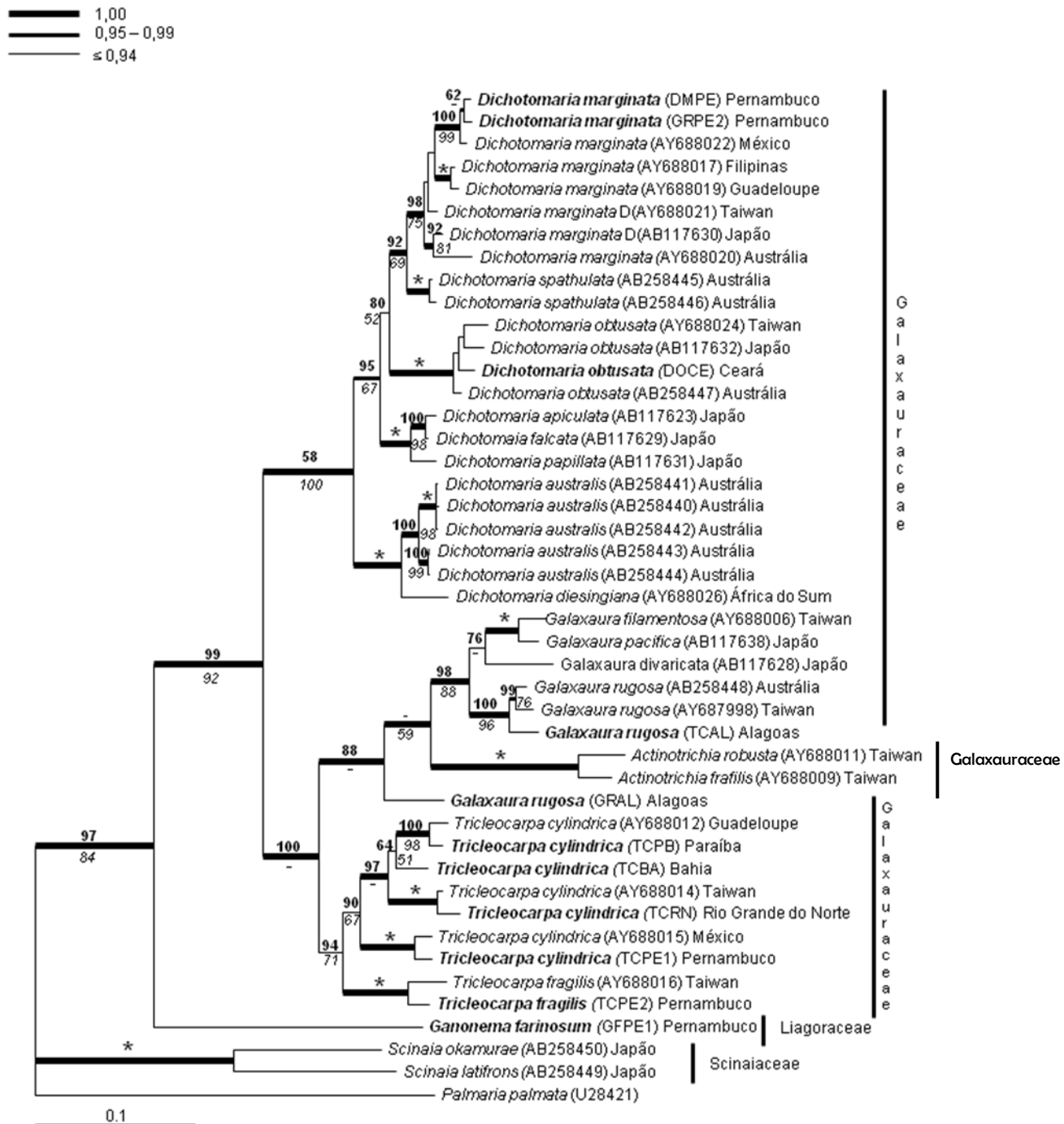


Fig. 2- Árvore consenso de máxima parcimônia (MP) enraizada pelo grupo externo *Palmaria palmata* construída para as seqüências do *rbcL* de diferentes amostras dos representantes da ordem Nemaliales. Os valores de “bootstrap” estão indicados nos ramos em negrito para “neighbour-joining” (NJ), em itálico para máxima parcimônia (MP), ambos para 1000 replicatas. Para a análise bayesiana, os valores de probabilidades a posteriori estão na forma de espessura dos ramos conforme a legenda na figura \* Corresponde a 100 de MP e 100 de bootstrap. As amostras brasileiras cujas seqüências foram feitas nesse trabalho estão em negrito. O número de acesso para as amostras obtidas no GenBank está entre parênteses, seguido pela localidade de coleta.

**ANEXOS GERAIS**

**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemaiales...**

Anexo 1: Matriz de distância genética entre as seqüências do UPA dos representantes da ordem Nemaiales do Nordeste do Brasil. SFBA= *Scinaia furcellata*; DMBA1= *Dichotomaria margianta*; DMBA= *D. margianta*; DMCE= *D. margianta*; DMPE1= *D. margianta*; DMPE= *D. margianta*; DOCE= *D. obtusata*; DOPE= *D. obtusata*; GFPE1= *Ganonema farinosum*; GFPE2= *G. farinosum*; GFBA= *G. farinosum*; GRAL1= *Galaxaura rugosa*; GRAL= *G. rugosa*. O nome da espécie é seguido do número da amostra e da sigla do estado onde foi coletada.

	SFBA	DMBA1	DMBA	DMCE	DMPE1	DMPE	DOCE	DOPE	GFPE1	GFPE2	GFBA	GRAL1	GRAL
SFBA	ID												
DMBA1	0,948	ID											
DMBA	0,948	1,000	ID										
DMCE	0,948	1,000	1,000	ID									
DMPE1	0,948	1,000	1,000	1,000	ID								
DMPE	0,948	1,000	1,000	1,000	1,000	ID							
DOCE	0,943	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	ID						
DOPE	0,943	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	1,000	ID					
GFPE1	0,955	0,929	0,929	0,929	0,929	0,929	0,926	0,926	ID				
GFPE2	0,955	0,929	0,929	0,929	0,929	0,929	0,926	0,926	1,000	ID			
GFBA	0,955	0,929	0,929	0,929	0,929	0,929	0,926	0,926	1,000	1,000	ID		
GRAL1	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,938	0,938	0,938	ID	
GRAL	0,943	0,943	0,943	0,943	0,943	0,943	0,941	0,941	0,946	0,946	0,946	0,980	ID



**Brayner-Barros S.G. Taxonomia e Distribuição dos Representantes da Ordem Nemaiales...**

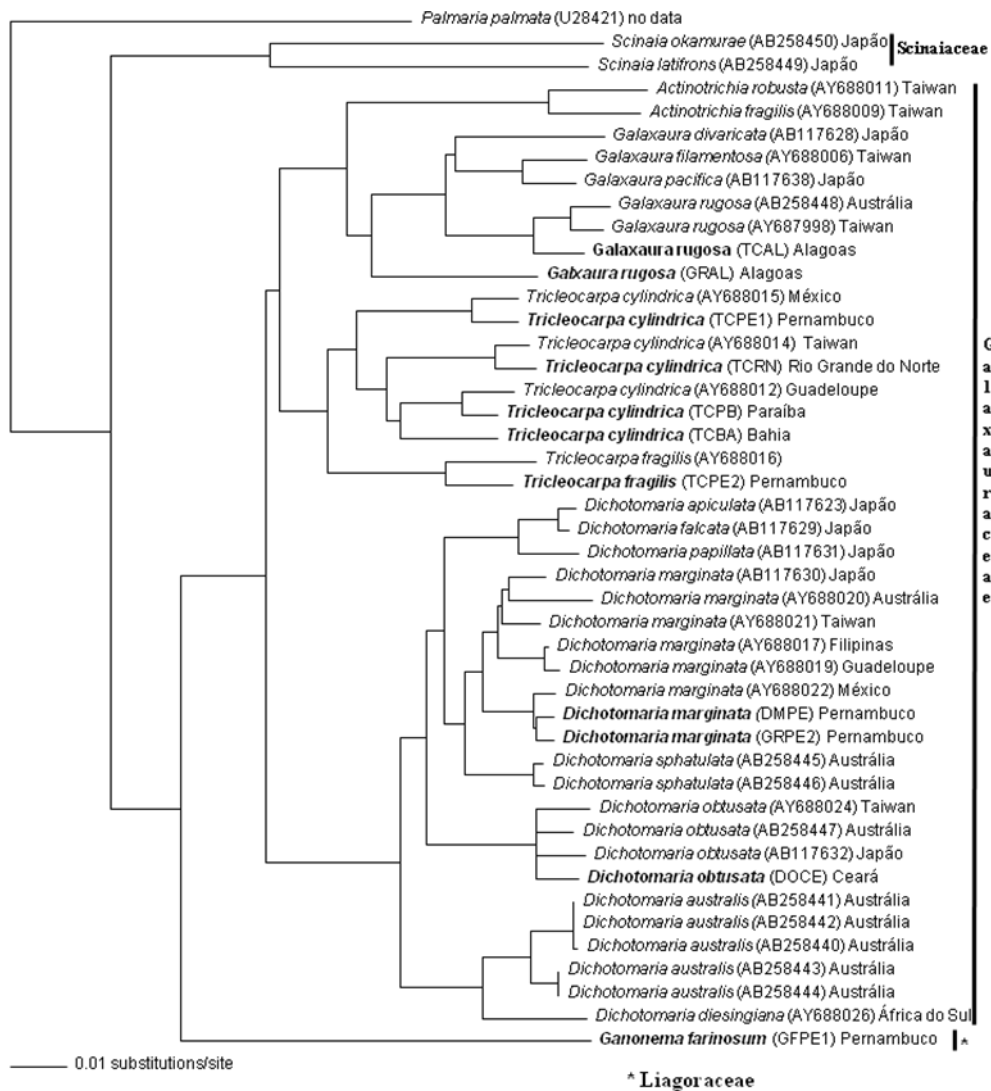
Anexo 2: Matriz de distância genética entre as seqüências do UPA dos representantes da ordem Nemaiales do Nordeste do Brasil. GRPE2= *Galaxaura rugosa*; GRPE= *G. rugosa*; GSPPE= *Galaxaura* sp.; GSUBPE= *G. rugosa*; TCAL= *G. rugosa*; TCBA= *Tricleocarpa cylindrica*; TCPB1= *T. cylindrica*; TCPB= *T. cylindrica*; TCPE1= *T. cylindrica*; TCRN= *T. cylindrica*; TFAL= *T. cylindrica*; TFBA= *T. cylindrica*; TFPB1= *T. cylindrica*; TFPB= *T. cylindrica*. O nome da espécie é seguido do número da amostra e da sigla do estado onde foi coletada.

	GRPE2	GRPE	GSPPE	GSUBPE	TCAL	TCBA	TCPB1	TCPB	TCPE1	TCRN	TFAL	TFBA	TFPB1	TFPB
GRPE2	ID													
GRPE	0,946	ID												
GSPPE	0,948	0,985	ID											
GSUBPE	0,951	0,987	0,997	ID										
TCAL	0,951	0,987	0,997	1,000	ID									
TCBA	0,963	0,963	0,968	0,970	0,970	ID								
TCPB1	0,948	0,965	0,970	0,973	0,973	0,968	ID							
TCPB	0,968	0,963	0,970	0,973	0,973	0,980	0,970	ID						
TCPE1	0,968	0,963	0,975	0,973	0,973	0,978	0,975	0,980	ID					
TCRN	0,968	0,963	0,973	0,975	0,975	0,980	0,973	0,990	0,982	ID				
TFAL	0,968	0,963	0,970	0,973	0,973	0,980	0,970	1,000	0,980	0,990	ID			
TFBA	0,948	0,965	0,970	0,973	0,973	0,968	1,000	0,970	0,975	0,973	0,970	ID		
TFPB1	0,968	0,963	0,970	0,973	0,973	0,980	0,970	1,000	0,980	0,990	1,000	0,970	ID	
TFPB	0,968	0,963	0,973	0,975	0,975	0,980	0,973	0,990	0,982	1,000	0,990	0,973	0,990	ID

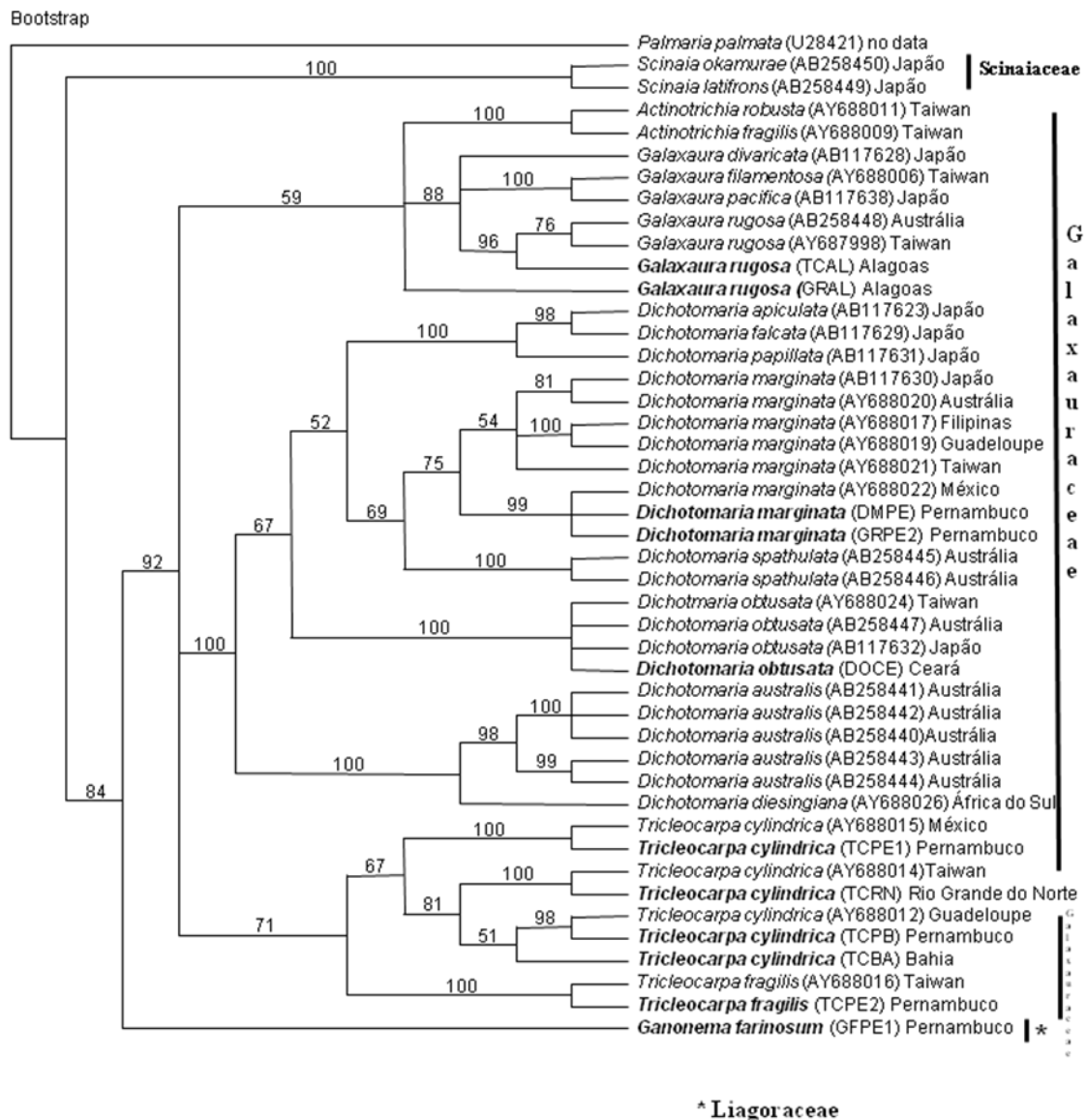
Anexo 3: Matriz de distância genética entre as seqüências do *rbcL* dos representantes da ordem Nemiales do Nordeste do Brasil. DOCE= *Dichotomaria obtusata*; DMPE= *D. marginata*; GRPE2= *D. marginata*; TCAL= *Galaxaura rugosa*; GRAL= *G. rugosa*; GFPE1= *Ganonema farinosum*; TCRN= *Tricleocarpa cylindrica*; TCBA= *T. cylindrica*; TCPB= *T. cylindrica*; TCPE1= *T. cylindrica*; TCPE2= *T. fragilis*. O nome da espécie é seguido do número da amostra e da sigla do estado onde foi coletada.

	DOCE	DMPE	TCRN	GFPE1	GRPE2	TCBA	TCAL	TCPE2	TCPB	TCPE1	GRAL
DOCE	ID										
DMPE	0,953	ID									
TCRN	0,899	0,903	ID								
GFPE1	0,865	0,863	0,859	ID							
GRPE2	0,950	0,993	0,904	0,864	ID						
TCBA	0,904	0,911	0,953	0,870	0,911	ID					
TCAL	0,889	0,892	0,900	0,857	0,892	0,906	ID				
TCPE2	0,901	0,905	0,930	0,850	0,908	0,936	0,910	ID			
TCPB	0,904	0,912	0,950	0,863	0,913	0,964	0,911	0,935	ID		
TCPE1	0,896	0,906	0,939	0,870	0,907	0,944	0,902	0,936	0,947	ID	
GRAL	0,891	0,903	0,915	0,859	0,903	0,921	0,943	0,925	0,927	0,933	ID

Anexo 4: Árvore de “neighbour-joining” (NJ) enraizada pelo grupo externo *Palmaria palmata*, construída para as seqüências do *rbcL* de diferentes amostras dos representantes da ordem Nemiales. Os números dos ramos indicam os valores de “Bootstrap” para 1000 replicatas. As amostras brasileiras cujas seqüências foram feitas nesse trabalho estão em negrito. O número de acesso para as amostras obtidas no GenBank está entre parênteses.



Anexo 4: Árvore de máxima parcimônia (MP) enraizada pelo grupo externo *Palmaria palmata*, construída para as seqüências do *rbcL* de diferentes amostras dos representantes da ordem Nemiales. Os números dos ramos indicam os valores de “Bootstrap” para 1000 replicatas. As amostras brasileiras cujas seqüências foram feitas nesse trabalho estão em negrito. O número de acesso para as amostras obtidas no GenBank está entre parênteses.



Anexo 5: Sequências do gene UPA obtidas no GenBank dos representantes da ordem Nemiales com os respectivos números de acesso, localidade de coleta e referências.

Espécies	Número de Acesso GenBank	Localidade	Referências
<i>Akalaphycus setchelliae</i>	EF42664	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Bangia atropurpurea</i>	EF42666	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Compsopogon caeruleus</i>	EF42666	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Dichotomaria marginata</i>	EF42665	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Galaxaura rugosa</i>	EF42665	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Ganonema papenfussii</i>	EF42663	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Ganonema yoshizakii</i>	EF42663	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Ganonema farinosum</i>	EF42663	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Liagora julieae</i>	EF42665	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Liagora ceranoides</i>	EF42665	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Liagora albicans</i>	EF42665	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Liagora divaricata</i>	EF42664	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Liagora perennis</i>	EF42664	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Liagora donaldiana</i>	EF42664	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Stenopeltis gracilis</i>	EF42664	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Trichogloea lubrica</i>	EF42665	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Titanophycus validus</i>	EF42664	Havaí	Sherwood & Presting, 2007
<i>Yamadaella caenomyce</i>	EF42665	Havaí	Sherwood & Presting, 2007

Anexo 6: Sequências do gene *rbcL* obtidas no GenBank dos representantes da ordem Nematiales com os respectivos números de acesso, localidade de coleta e referências.

Espécies	Número de Acesso GenBank	Localidade	Referências
<i>Actinotrichia fragilis</i> (Forssk) Borgesen	AY688009	Taiwan	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>A. robusta</i> Itono	AY688011	Taiwan	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>Dichotomaria apiculata</i> (Kjellm.) A.Kurihara & Masuda	AB117623	Japão	Kurihara <i>et al.</i> , 2005
<i>D. australis</i> (Sond.) Huisman, J.T.Harper & G.W.Saunders	AB258440	Austrália	Kurihara & Shimada, 2003
<i>D. australis</i>	AB258441	Austrália	Kurihara & Shimada, 2003
<i>D. australis</i>	AB258442	Austrália	Kurihara & Shimada, 2003
<i>D. australis</i>	AB258443	Austrália	Kurihara & Shimada, 2003
<i>D. australis</i>	AB258444	Austrália	Kurihara & Shimada, 2003
<i>D. diesingiata</i> (Zanardini) Huisman, J.T.Harper & G.W.Saunders	AY688026	África do Sul	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>D. falcata</i> (Kjellm.) A.Kurihara & Masuda	AB117629	Japão	Kurihara <i>et al.</i> , 2005
<i>D. marginata</i> (J.Ellis & Sol.)Lam.	AB117630	Japão	Kurihara <i>et al.</i> , 2005
<i>D. marginata</i>	AY688022	México	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>D. marginata</i>	AY688017	Filipinas	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>D. marginata</i>	AY688019	Guadeloupe	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>D. marginata</i>	AY688021	Taiwan	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>D. obtusata</i> (J.Ellis & Sol.) Lam.	AB258447	Austrália	Kurihara & Shimada, 2003
<i>D. obtusata</i>	AB117632	Japão	Kurihara <i>et al.</i> , 2005
<i>D. obtusata</i>	AY688024	Taiwan	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>D. papillata</i> (Kjellm.) A.Kurihara & Masuda	AB117631	Japão	Kurihara <i>et al.</i> , 2005
<i>D. spathulata</i> (Kjellm.) A.Kurihara & Masuda	AB258445	Austrália	Kurihara & Shimada, 2003
<i>D. spathulata</i>	AB258446	Austrália	Kurihara & Shimada, 2003
<i>D. tenera</i> (Kjellm.) Huisman, J.T.Harper & G.W.Saunders	AY688023	África do Sul	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>Galaxaura divaricata</i> (L.) Huisman & R.A.Towns.	AB117628	Japão	Kurihara <i>et al.</i> , 2005
<i>G. filamentosa</i> R.C.Y.Chou	AY688006	Taiwan	Kurihara <i>et al.</i> , 2005
<i>G. pacifica</i> Tak.Tanaka	AB117638	Japão	Kurihara <i>et al.</i> , 2005
<i>G. rugosa</i> (J.Ellis & Sol.) J.V.Lamour.	AB258448	Austrália	Kurihara & Shimada, 2003
<i>G. rugosa</i>	AY688002	Guadeloupe	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>G. rugosa</i>	AY687998	Taiwan	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>Palmaria palmata</i> (L.) Kuntze	U28421	não tem	no data
<i>Scinaia latifrons</i> M.Howe	AB258449	Japão	Arai, 2001
<i>S. okamurae</i> (Setch.) Huisman	AB258450	Japão	Masuda, 2001
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J.Ellis & Sol.) Huisman & Borow.	AY688014	Taiwan	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>T. cylindrica</i>	AY688012	Guadeloupe	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>T. cylindrica</i>	AY688015	México	Wang <i>et al</i> , 2005
<i>T. fragilis</i> (L.) Huisman & R.A.Towns.	AY688016	Taiwan	Wang <i>et al</i> , 2005

## 5. Considerações Finais

A ordem Nemiales é composta por representantes com diferentes tipos de talo, organização multiaxial e região cortical bem estruturada ou composta por filamentos assimiladores e medulares. Tendo em vista a sua grande diversidade, torna-se difícil uma identificação taxonômica segura. Este fato ocasionou e ocasiona, até hoje, o surgimento de muitos sinônimos. Além disso, existem espécies crípticas que necessitam de ferramentas adicionais para a correta identificação (Huisman, 2006).

Esta ordem está distribuída, principalmente, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico) (Silva *et al.*, 1996; Wynne, 2005). Para o litoral brasileiro são registrados os gêneros *Dotyophycus* I.A.Abbott, *Ganonema* K. C.Fan & Yung C. Wang, *Liagora* J. V. Lamouroux, *Liagoropsis* Yamada, *Nemalion* Duby, *Trichogloea* Kütz. (Liagoraceae); *Dichotomaria* Lamarck *Galaxaura* J. V. Lamour. e *Tricleocarpa* Huisman & Borow. (Galaxauraceae) e *Scinaia* Bivona (Scinaiaceae), representados por 21 espécies (Guimarães *et al.*, 1990; Pereira *et al.*, 2002).

Com base nos caracteres morfológicos e, quando presentes, os caracteres reprodutivos, 12 táxons foram identificados para o Nordeste brasileiro: *Ganonema farinosum* (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang, *Liagora ceranoides* J.V. Lamour., *Nemalion helmintoides* (Velley) Batters, *Titanophycus validus* (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood e *Trichogloea requienii* (Mont.) Kütz. (Liagoraceae), *Dichotomaria marginata* (J.Ellis & Sol.) J.V. Lamour., *D. obtusata* (J.Ellis & Sol.) J.V. Lamour., *Galaxaura rugosa* (J.Ellis & Sol.)Lamour, *Tricleocarpa cylindrica* (J.Ellis & Sol.)Huisman & Borow., *T. fragilis* (L.) Huisman & R.A.Townsed., *Galaxaura sp.* (Galaxauraceae) e *Scinaia furcellata* (Turner) J. Agardh (Scinaiaceae). *T. requienii* está sendo citada pela primeira vez para Pernambuco e *Galaxaura sp.* permaneceu em nível genérico por não apresentar características de outra espécie já conhecida, necessitando portanto de novos estudos. Dentre os caracteres analisados, a região cortical ou os filamentos assimiladores e medulares juntamente com caracteres reprodutivos foram os mais importantes na correta identificação das espécies, confirmando as observações de Abbott (1990), Nunes (1998) e Huisman (2006).

A distribuição das espécies desta ordem, ao longo do litoral nordestino, não ocorreu de maneira uniforme. Na costa dos estados de Pernambuco e Bahia foi

verificada a maior diversidade de espécies, enquanto para a costa do Rio Grande do Norte foi observada o menor número de representantes. *D. marginata* foi a espécie que apresentou a maior ocorrência, pois foi encontrada em toda a costa do Nordeste. Enquanto que *S. furcellata*, único representante da família Scinaiaaceae, teve a mais restrita distribuição, ocorrendo apenas na costa de Pernambuco e Bahia.

Para o litoral do Nordeste, o maior conhecimento sobre a diversidade específica dos representantes da ordem Nemaliales está na região entre-marés, considerando a área coberta através da coleta de material e da consulta de 311 exsicatas depositadas, em sua maioria, nos herbários nacionais indexados. Comentário semelhante não pode ser feito com relação aos representantes do infralitoral. Este fato é devido às coletas, por estarem tradicionalmente direcionadas à região entre-marés, pelas facilidades de deslocamento e custo. Mesmo assim, um grande número de exsicatas, cujos espécimes foram coletados através de dragagens pelas Expedições Oceanográficas como Akaroa, Canopus, Almirante Saldanha e Comissão Recife foram analisadas.

Na dificuldade de precisar, com segurança, a identificação taxonômica das variações fenotípicas apresentadas pelas espécies, vêm sendo utilizadas outras ferramentas, como o uso de marcadores moleculares. Mundialmente, a maioria dos trabalhos sob este aspecto com os representantes da ordem Nemaliales vem sendo feita com base nas seqüências moleculares para o gene *rbcL* e mais recentemente UPA (Huisman, 2004a; Sherwood & Presting, 2007).

Neste estudo, foram utilizadas com sucesso seqüências moleculares empregando *rbcL* e UPA (marcadores moleculares) como ferramentas para auxiliar na correta identificação dos exemplares pertencentes a ordem Nemaliales. Como exemplo deste fato, pode ser citado o que foi observado com *Tricleocarpa cylindrica* e *T. fragilis*. Estas espécies apresentaram combinações de caracteres entre si, corroborando o que foi observado por Huisman & Borowitzka (1990). Para a definição destes táxons foi necessário a utilização do marcador molecular *rbcL* como uma ferramenta auxiliar na taxonomia.

Um aspecto relevante a ser comentado, é que a partir desta pesquisa, as seqüências do gen UPA de *D. obtusata*, *S. furcellata*, *T. cylindrica* e do gen *rbcL* de *G. farinosum*, serão as primeiras a serem postadas no GenBank (banco de dados). Com relação ao marcador UPA, apesar de ser pequeno em número de bases, a sua árvore de distância foi correlata à formada pelo *rbcL*, ou seja, os seus resultados corroboraram



com os observados pelo *rbcL*. Portanto, o marcador molecular *rbcL* mostrou-se bastante eficiente, uma vez que as espécies brasileiras seqüenciadas se agruparam com outras amostras de mesma designação em clados.

Dentre os gêneros ocorrentes no Nordeste do Brasil, *Dichotomaria* faz parte do complexo morfológico. A partir deste estudo, o gênero *Tricleocarpa* está sendo sugerido como um novo complexo. Neste, estão inseridos *T. fragilis*, *T. cylindrica* e uma possível nova espécie de *Tricleocarpa*. Ambos complexos são formados por espécies distintas, com morfologias muito próximas. Os representantes que compõem ambos complexos apresentam a taxonomia ainda mal delineada e frequentemente são confundidas por apresentar morfologia correspondente (Huisman, 2006). Entre as espécies brasileiras que estão inseridas nos complexos morfológicos, *T. fragilis* foi a mais difícil de identificação, devido à variação encontrada na região cortical e filamentos medulares, tendo a sua identificação taxonômica auxiliada com o estudo da biologia molecular.

O estudo da taxonomia clássica aliada à biologia molecular foi decisivo na correta delimitação dos representantes da ordem Nemaliales. O uso de dois marcadores moleculares, *rbcL* e UPA, proporcionou a confecção de árvores filogenéticas mais consistentes, além de ter sido uma importante ferramenta na identificação das espécies crípticas.

## Normas para 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.,  $\mu\text{mol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

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, Mowbry 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.,  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ). 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).

#### **PDF OFFPRINTS**

Free access to the final PDF offprint of your article will be available via Wiley-Blackwell's Author Services. Please register to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> to register.

**TERMS OF USE**—Authors who receive a postpublication PDF offprint from the Psychological Society of America may distribute the file for personal or professional use; however, the file may not be posted to the author's Web site for uncontrolled downloading until six months have elapsed since publication. Offprints shall include the complete citation information.

**PAGE CHARGES** To pay some of the costs of publishing the *Journal of Phycology*, the Journal assesses page charges for each paper published, except solicited reviews. Payment of page charges is not a condition for the acceptance of a manuscript for publication. Papers in which a PSA member is the first author or corresponding author are exempt from black-and-white page charges. Visit the PSA Web site at <http://www.psaalgae.org> for membership information. Nonmember author(s) will be assessed page charges for each paper accepted for publication. Rates (2010) are \$50 per printed page for black-and-white pages, and \$700 per color figure.

#### **EARLYVIEW**

The *Journal of Phycology* is covered by Wiley-Blackwell's EarlyView service. EarlyView articles are complete, full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled print issue. EarlyView articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised, and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of EarlyView articles means that they do not yet have volume, issue, or page numbers, so EarlyView articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article. Manuscripts in an issue will be published at <http://www3>.



[interscience.wiley.com/journal/118502413/home](http://interscience.wiley.com/journal/118502413/home). Abstracts are accessible online to the public; individual members and subscribing libraries can view the full contents of the Journal through a password system. See subscription information at <http://www.jphycol.org/join.asp> for details.

**COPYRIGHT PERMISSION** Please contact the editor for permission to reproduce any portion of an article that has been published in the Journal. Copyright is held by the Phycological Society of America.

**ABBREVIATIONS TO BE USED WITHOUT FULL SPELLING:**

ADP	adenosine 5'-diphosphate
AFDM	ash-free dry mass
ATP	adenosine 5'-triphosphate
B.P.	before present
b.p.	boiling point
BSA	bovine serum albumin
cAMP or cyclic AMP	adenosine 3',5'-cyclic monophosphate
cDNA	complementary deoxyribonucleic acid
chl	chlorophyll
DMSO	dimethyl sulfoxide
DNA	deoxyribonucleic acid
DNase	deoxyribonuclease
EDTA	ethylenediaminetetraacetic acid
EGTA	ethylene glycol-bis(2-aminoethyl ether) N,N,N',N'-tetraacetic acid
ELISA	enzyme-linked immunosorbent assay
EM	electron microscopy
FAD (FADH <sub>2</sub> )	flavin adenine dinucleotide (reduced form)
GTP	guanosine triphosphate
HAB	harmful algal bloom
HPLC	high-performance liquid chromatography
LM	light microscopy
LSU	large subunit
mRNA	messenger ribonucleic acid
MTOC	microtubule-organizing center
NAD <sup>+</sup> (NADH)	nicotinamide adenine dinucleotide (reduced form)
NADP <sup>+</sup> (NADPH)	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (reduced form)
NMR	nuclear magnetic resonance
P <sub>i</sub>	inorganic phosphate
PBS	phosphate-buffered saline
PAGE	polyacrylamide gel electrophoresis
PAR	photosynthetically active radiation

PCR	polymerase chain reaction
PSI	photosystem I
PSII	photosystem II
rDNA	ribosomal deoxyribonucleic acid
RFLP	restriction fragment length polymorphism
RIA	radioimmunoassay
RNA	ribonucleic acid
RNase	ribonuclease
rRNA	ribosomal ribonucleic acid
RUBISCO	ribulose-1,5 bisphosphate carboxylase oxygenase
SCUBA	self-contained underwater breathing apparatus
SDS	sodium dodecyl sulfate
SEM	scanning electron microscopy
SSU	small subunit
TEM	transmission electron microscopy
TLC	thin-layer chromatography
Tris	tris(hydroxymethyl)aminomethane
tRNA	transfer ribonucleic acid
UV	ultraviolet

The journal to which you are submitting your manuscript employs a plagiarism detection system. By submitting your manuscript to this journal you accept that your manuscript may be screened against previously published works.