

Introdução

As algas do Brasil

Carlos Eduardo de Mattos Bicudo
Mariângela Menezes

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

BICUDO, CEM., and MENEZES, M. Introdução: As algas do Brasil. In: FORZZA, RC., org., *et al.* INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. *Catálogo de plantas e fungos do Brasil* [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 49-60. Vol. 1. ISBN 978-85-8874-242-0. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.



AS ALGAS DO BRASIL

Carlos Eduardo de Mattos Bicudo & Mariângela Menezes

CARACTERIZAÇÃO DAS ALGAS

Algae é o plural latino de alga, nome usado entre os romanos para designar certas plantas destituídas de raiz, caule e folhas, de coloração parda, vulgarmente chamadas sargaços, que eram lançadas na praia durante as ressacas. O nome Algae para designar uma categoria sistemática de plantas aparece pela primeira vez em Linnaeus (1753). Nessa categoria, entretanto, Linnaeus reuniu tanto plantas ainda hoje denominadas algas quanto alguns líquenes e briófitas. As algas são ubíquas e ocorrem em ampla variedade de habitats, desde aquáticos até terrestres, praticamente em todas as latitudes, longitudes e altitudes do globo.

As algas constituem um “grupo” de organismos com ampla diversidade de formas, funções e estratégias de sobrevivência e que não tem origem monofilética, conforme demonstrado, em especial, pela teoria da endossimbiose dos cloroplastos e das mitocôndrias e por estudos bioquímicos e de biologia molecular. Pode-se, então, conceituar algas como organismos fotossintéticos, que variam de uni a pluricelulares e cujos órgãos de reprodução (gametângios ou esporângios uni ou pluricelulares) não são envolvidos por camada de células estéreis.

A ampla diversidade desses organismos inclui formas procarióticas (ausência de membranas envolvendo o núcleo e organelas celulares), representadas pelas cianobactérias, bem como formas eucarióticas (com membranas envolvendo o núcleo e organelas celulares), estas últimas englobando protistas autotróficos e heterotróficos e organismos multicelulares.

As algas apresentam morfologia simples, com nível de diferenciação baixo, quando comparadas a outros grupos de organismos fotossintetizantes, variando de formas unicelulares isoladas, agregados de células, colônias, filamentos simples ou ramificados, pseudoparênquimas, cenócitos (estruturas multinucleadas) até parênquimas. Algumas formas unicelulares e coloniais podem ser móveis pela presença de flagelos, e nesse caso, frequentemente são confundidas com protozoários. Representantes multicelulares das feofíceas (algas pardas), os “kelps”, exibem nível de organização mais elaborado com formação de tecidos (incluindo vasos condutores) e elaborada divisão de trabalho, podendo atingir até 60 m de comprimento (South & Whittick 1987, Lee 2008).

A reprodução das algas reúne três processos: vegetativo, assexuado e sexuado. O vegetativo envolve somente divisões celulares do tipo mitose sem ocorrer alterações no número de cromossomos das células, como a divisão binária nas euglenófitas e diatomáceas, ou múltipla com a formação de baeocitos nas cianobactérias. Nas formas multicelulares, a reprodução vegetativa pode ocorrer por

fragmentação, em especial nas formas filamentosas, como os hormogônios formados por quebra dos tricomas nas cianobactérias, pela formação de propágulos como na feofíceia *Sphacelaria*, de agregados de células nos nós inferiores e os bulbilhos sobre os rizoides em algumas carofíceas. O processo assexuado envolve a formação de células especializadas, os esporos, que podem ser móveis (zoósporos) ou não (aplanósporos). Esses esporos não têm caráter de sexualidade, são formados no interior de esporângios, em geral através de divisões mitóticas, e originam diretamente novos indivíduos, como na clorofíceia *Ulothrix*. O processo sexuado envolve fusão de gametas com formação de zigoto e algumas vezes de um embrião. Os gametas são formados nos gametângios masculinos, os anterídios ou espermatângios (rodofíceas), e femininos, oogônio e carpogônio (rodofíceas). Podem ser móveis por flagelos (planogametas) ou não (aplanogametas), iguais na forma e no tamanho (isogametas) ou diferentes (heterogametas). A reprodução é isogâmica quando envolve isogametas, e anisogâmica ou oogâmica quando envolve heterogametas. Quando oogâmica, os gametas diferem na forma e no tamanho, sendo o masculino muito pequeno com flagelos (anterozoides) ou não (espermácio das rodofíceas), e o gameta feminino ou oosfera maior e imóvel. Em alguns representantes, a reprodução sexuada envolve a produção de fases distintas, gametófito (n) e esporófito (2n), que se alternam em ciclos de gerações isomórficas ou heteromórficas. Representantes das rodofíceas podem apresentar ciclo trifásico, sendo uma fase haploide (gametofítica) e duas diploides (carposporofítica e tetrasporofítica) (South & Whittick 1987, Lee 2008).

Em geral nas algas, a exemplo das briófitas, a fase gametofítica é mais desenvolvida que a esporofítica. Em algumas feofíceas, como nas Desmaratiales e Laminariales, o esporófito é maior que o gametófito, enquanto nas Fucales o gametófito é reduzido, ao contrário do esporófito que se apresenta macroscópico (South & Whittick 1987; Lee 2008).

O conhecimento das algas é, de modo geral, diretamente proporcional ao avanço dos equipamentos ópticos e ao desenvolvimento de novas técnicas de estudo dos materiais ao microscópio. Nos últimos 25 ou 30 anos houve um grande aprimoramento de certos equipamentos, principalmente de microscopia eletrônica, e o desenvolvimento de novas técnicas de estudo que tornou possíveis novas perspectivas e a obtenção de dados adicionais sobre a evolução dos diferentes grupos de algas. Descobrimientos recentes levaram à postulação de ideias sobre a evolução e, por conseguinte, à proposição de uma grande quantidade de hipóteses filogenéticas e de classificação das algas. Não existe, por certo, unanimidade a respeito de determinados conceitos ou pontos de vista, mas alguns deles já se encontram bem discutidos e plenamente estabelecidos. Tais conceitos são os seguintes: (1) a origem de plastídios e mitocôndrios a partir de processo de endossimbiose; (2) a evolução do processo mitótico e, mais especificamente, do tipo de fuso mitótico, se intra ou extranuclear; e (3) a ultraestrutura da raiz dos flagelos (Hibberd & Norris, 1984; Patterson 1989).

As filogenias baseadas em caracteres moleculares, quando comparadas a aspectos de ultraestrutura, confirmaram as maiores linhagens de algas anteriormente propostas. Em particular, o tipo de crista mitocondrial, caráter destacadamente conservativo, é coerente com dados de filogenia molecular (Taylor 1999).

AS ALGAS PROCARIÓTICAS – CYANOBACTERIA

As cianobactérias representam, em conjunto com as bactérias, as primeiras evidências estruturais de vida (formas procariontes) e datam do período pré-cambriano (aproximadamente 2,7 bilhões de anos). As propriedades morfológicas, bioquímicas e fisiológicas permitiram que esse grupo de organismos se estabelecesse e persistisse nos mais distintos habitats (Palinska et al. 2006). Ocorrem ainda, em associações extracelulares com fungos, formando os líquenes, ou intracelulares, como endossimbiontes de corais (Lee 2008).

A diversidade das cianobactérias foi estudada tradicionalmente junto com as algas eucarióticas porque ambos coocorrem em uma variedade de habitats aquáticos e compartilham da propriedade de realizarem fotossíntese oxigênica (Palinska et al. 2006).

A taxonomia das cianobactérias foi modificada substancialmente nas quatro últimas décadas, em especial após a aplicação de métodos de análise de ultraestrutura e moleculares. Essa combinação de caracteres mostra que o grupo atualmente denominado cianobactérias é constituído por linhagens evolutivas distintas (Komárek 2003). Alguns grupos são, atualmente, reconhecidos como monofiléticos, como a ordem Nostocales; entretanto, o conceito de gênero e o número de espécies que incluem encontram-se em contínua revisão. Se, por um lado, os estudos moleculares confirmam um número significativo de gêneros tradicionais identificados com base na morfologia, indicam também

uma diversidade mais ampla resultando na separação de entidades genéticas em novos gêneros (Komárek 2003, 2010).

AS ALGAS EUCARIÓTICAS

Geralmente, com base nos pigmentos fotossintéticos, reconhecem-se três “grupos” de algas eucarióticas: as clorófitas ou algas verdes (clorofilas *a* e *b*), as rodófitas ou algas vermelhas (clorofila *a* e ficobilinas), e as cromófitas ou algas castanho-amareladas (clorofilas *a* e *c*). As cromófitas têm origem polifilética e são subdivididas em criptófitas, haptófitas ou primnesiófitas, dinoflagelados e heterocontófitas, com base na ultraestrutura do plastídio, nos pigmentos fotossintéticos, no aparato flagelar e em caracteres moleculares (Cavalier-Smith et al. 1994a; Medlin et al. 1995; Ben Ali et al. 2001).

As criptófitas, com a única classe Cryptophyceae (Lee 2008), são organismos unicelulares biflagelados com história evolutiva obscura e controversa, sendo posicionadas filogeneticamente com outras cromófitas (Cavalier-Smith et al. 1994a) glaucocistófitas, e Acanthamoeba (Ben Ali et al. 2001).

As haptófitas ou primnesiófitas, com a classe Prymnesiophyceae (Lee 2008), são unicelulares flageladas caracterizadas por apresentarem uma organela associada aos flagelos denominada haptonema; igualmente apresentam posicionamento filogenético obscuro (Daugbjerg & Andersen 1997a,b).

As algas heterocontófitas ou Heterokontophyta (Lee 2008), também denominadas Ochrista (Cavalier-Smith et al. 1994b), reúnem diferentes subgrupos que compartilham como principais caracteres morfológicos a presença de pelos flagelares tubulares tripartidos, quatro raízes flagelares microtubulares similares e mitocôndria eletrodensa com pequenas cristas tubulares (Patterson 1989). As principais classes dentro das heterocontófitas compreendem as Phaeophyceae, Chrysophyceae, Synurophyceae, Xanthophyceae, Eustigmatophyceae, Raphidophyceae, Bacillariophyceae, Dictyocophyceae, Pelagophyceae e Phaethamniophyceae (Lee 2008).

As heterocontófitas constituem, portanto, uma assembléia de muitos grupos diferentes de algas. As relações evolutivas entre esses diferentes grupos têm sido amplamente estudadas com base em caracteres moleculares, embora as classificações tenham sido baseadas em observações de ultraestrutura e bioquímicas (Ben Ali et al. 2001). Além disso, é provável que as algas heterocontófitas, como um grupo, sejam as mais próximas a certos grupos heterotróficos como os Oomicetes e Hifocitrídomicetes (Cavalier-Smith et al. 1994b) formando juntos as Heterokonta (Cavalier-Smith et al. 1994b) ou as Stramenopilas (Patterson 1989).

Já os dinoflagelados, com a única classe Dinophyceae (Lee 2008), são unicelulares biflagelados que se posicionam como grupo irmão dos apicomplexas, enquanto formam, junto com os ciliados, um grupo monofilético denominado alveolados (Patterson & Sogin 1993; Van de Peer & De Wachter 1997).

OS ESTUDOS DE ALGAS NO BRASIL

O estudo das algas no Brasil teve um início simultaneamente romântico e controverso. A primeira expedição de coleta realizada em nosso país e que incluiu material de algas foi patrocinada pelo rei Maximiliano José I, da Áustria, oferecida como presente ao Brasil por ocasião das núpcias de sua filha, a arquiduquesa Maria Leopoldina, com o príncipe herdeiro de Portugal Pedro IV, mais tarde Pedro I do Brasil. Os cientistas escolhidos para compor a expedição foram Carl Friedrich Philip von Martius, botânico e antropólogo, e Johann Baptist Von Spix, zoólogo, ambos naturalistas de Munique; e Giuseppe Raddi, um botânico italiano.

O primeiro registro da ocorrência de algas no Brasil está em Raddi (1823). Encontram-se aí descritas de maneira muito sucinta quatro espécies de formas marinhas macroscópicas bentônicas (*Fucus natans* L., *Fucus bacciferus* Turner, *Fucus flagelliformis* var. *tortilis* Turner e *Ulva undulata* Raddi) que ele mesmo coletou no litoral do estado do Rio de Janeiro.

Oito espécies de algas marinhas macroscópicas bentônicas, *Ulva martensii* Mart., *U. schroederi* Mertens, *Zonaria fuliginosa* (Mertens) Mart., *Z. variegata* var. *discolor* (Mertens) Mart., *Sphaerococcus chamissoi* C. Agardh, *S. ramulosus* (Mertens) Mart., *S. maximilianui* (Mertens) Mart. e *Sargassum stenophyllum* (Martens) Mart., constituem os primeiros resultados da expedição de Martius & Spix pelo Brasil (Martius

1828). O material referido nesse trabalho foi coletado pelo próprio Martius em locais situados no litoral entre os estados de São Paulo e Bahia.

Martius et al. (1833) é o primeiro tratamento a incluir um número mais elevado de espécies de algas, dentre as quais sete são habitantes de águas continentais e 73 de águas marinhas. Também esse material foi coletado por Martius, durante sua expedição realizada pelo território brasileiro entre 8 de dezembro de 1817 e 14 de junho de 1820. O que foi referido acima como controverso é o fato de haver duas versões diferentes dessa obra. Na cópia depositada na biblioteca do Jardim Botânico de Nova Iorque, *Nitella capitata* (Nees) C. Agardh consta na página 11 e *Chara domingensis* Turpin ex Martius na página 12. Já o volume da biblioteca do Herbário Farlow tem *Bryopsis rosae* C. Agardh, *Bryopsis plumosa* C. Agardh e *Vaucheria terrestris* Götz na página 11 e *Vaucheria dichotoma* (L.) C. Agardh na página 12. É importante notar que neste último consta a anotação “correct sheet” feita pelo próprio Dr. Farlow. Não obstante essa confusão, existem duas partes do primeiro volume da *Flora brasiliensis*, uma das quais foi publicada em tamanho “octavo” e a outra em tamanho “folio”, pela ordem, com textos completamente diferentes. Na publicação em tamanho “octavo” estão as algas, os líquenes e as briófitas coletadas durante a expedição, não incluídas na versão “folio”, a qual, contudo, inicia o estudo das vasculares.

Durante mais de um século, até 1950, as contribuições em prol do conhecimento das algas do Brasil, tanto marinhas quanto de águas continentais, foram geralmente resultado da colaboração de pesquisadores estrangeiros, que nem sempre coletaram seus próprios materiais. Em sua quase totalidade, as coletas de algas foram efetuadas por não especialistas e de maneira extremamente pontual. Essas coleções carecem de dados importantes, como localidade e habitat precisos, além de não serem representativas em termos de cobertura de amostragem no território nacional. No caso específico das algas de águas continentais, restringiram-se a dois estados da Região Norte (Amazonas e Pará), a praticamente todo o Nordeste e a três estados da Região Sudeste (São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro).

Em 1910 foi publicado o primeiro estudo feito no Brasil a partir de material brasileiro, com a participação de um autor nacional. Liderado pelo médico sanitário Max Hartmann, do Instituto de Moléstias Infecciosas (Institut für Infektionskrankheiten) de Berlim, o trabalho contou com a colaboração do médico brasileiro, também sanitário, Carlos Chagas. Trata-se do estudo de material coletado em dois alagados em Manguinhos, estado do Rio de Janeiro, em que os autores descreveram as estruturas do núcleo e do aparelho flagelar e a divisão nuclear de sete espécies de flagelados, duas das quais estão atualmente classificadas entre os protozoários e as outras cinco entre as algas, sendo duas Cryptophyceae, duas Chrysophyceae e uma Euglenophyceae (Hartmann & Chagas 1910).

Mas foi somente em 1950 que Aylthon Brandão Joly, professor na Universidade de São Paulo, realmente assumiu a tarefa de estudar as algas do Brasil. Denominado o “pai da ficologia brasileira”, Joly publicou a primeira ficoflora do país (Joly 1957) ao inventariar as algas marinhas macroscópicas bentônicas da Baía de Santos e arredores. Nessa contribuição, o referido autor realizou o primeiro levantamento florístico planejado de uma área delimitada e relativamente restrita do Brasil. Nesse trabalho, encontram-se identificadas, descritas em pormenores e ilustradas 100 espécies.

O estabelecimento efetivo dos estudos de algas no Brasil deve-se ao esforço dos discípulos de Joly, dez brasileiros, um chileno e um mexicano.

COMPILAÇÃO DOS DADOS

O levantamento preliminar dos táxons que compõem o presente catálogo foi realizado a partir das informações publicadas sob a forma de guias, catálogos, atlas e *checklists* que já estavam disponíveis de forma dispersa. Para as macroalgas bentônicas da costa brasileira, consideramos o relatório elaborado por Oliveira et al. (2002) e a base de dados desenvolvida por Oliveira et al. (2007); para as microalgas epicontinentais, foram utilizados os dados sumarizados por Menezes & Dias (2001) para o estado do Rio de Janeiro e Torgan et al. (1999, 2001, 2003) para o estado do Rio Grande do Sul; e para as microalgas costeiras e marinhas, as listas publicadas por Tenenbaum et al. (2004) para a Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Tenenbaum et al. (2006, 2007) para Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro, Procopiak et al. (2006) para o Paraná e Villac et al. (2008) para São Paulo. Esses dados foram organizados em planilhas Excel pela segunda autora desta introdução, complementadas por informações existentes no Species Link, cedidas pelo Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA), que reúne dados das coleções depositadas nos herbários SP, SJRP e SPF. Posteriormente, as planilhas foram importadas para o sistema e os especialistas colaboraram na complementação da distribuição geográfica, na atualização nomenclatural e na inclusão ou exclusão de táxons.

A lista aqui apresentada foi preparada com base nos conceitos mais recentes para os diversos grupos de algas, seguindo-se, para a circunscrição das classes, a classificação de Lee (2008), que agrega dados moleculares aos caracteres morfológicos estruturais e ultraestruturais, bioquímicos e ecológicos.

DIVERSIDADE DAS ALGAS NO BRASIL

As estimativas mais arreatadas calculam em 40.000 o número de espécies de algas que ocorrem no mundo (Wilson 1992), e as mais conservadoras, em 26.900 (Hammond 1992). O Brasil carece desse tipo de informação, a despeito de Bicudo et al. (1998) calcularem em torno de 5.000 o número de espécies já referidas para o país. Menezes & Bicudo (2009) praticamente ratificaram os dados de Bicudo et al. (1998) e estimaram em 5.614 o número de espécies para o território nacional, distribuídas em 3.689 epicontinentais (164 Cyanophyceae, 50 Rhodophyceae, 10 Prasinophyceae, 700 Chlorophyceae, 875 Charophyceae, 370 Euglenophyceae, 42 Dinophyceae, 20 Cryptophyceae, 1200 Bacillariophyceae, 10 Raphidophyceae, 2 Prymensiophyceae, 14 Chrysophyceae, 40 Synurophyceae, 62 Xanthophyceae), e 1.925 marinhas (164 Cyanophyceae, 455 Rhodophyceae, 2 Prasinophyceae, 223 Ulvophyceae, 6 Euglenophyceae, 296 Dinophyceae, 653 Bacillariophyceae, 2 Raphidophyceae, 92 Phaeophyceae, 27 Prymensiophyceae, 5 Dictyocophyceae).

Os resultados alcançados no presente catálogo confirmam a ocorrência de 3.497 espécies (1.988 epicontinentais e 1.541 marinhas) reunidas em 829 gêneros e 17 classes de algas. Deste total, dois gêneros e 52 espécies são endêmicos do Brasil (fig. 1, tab. 1).

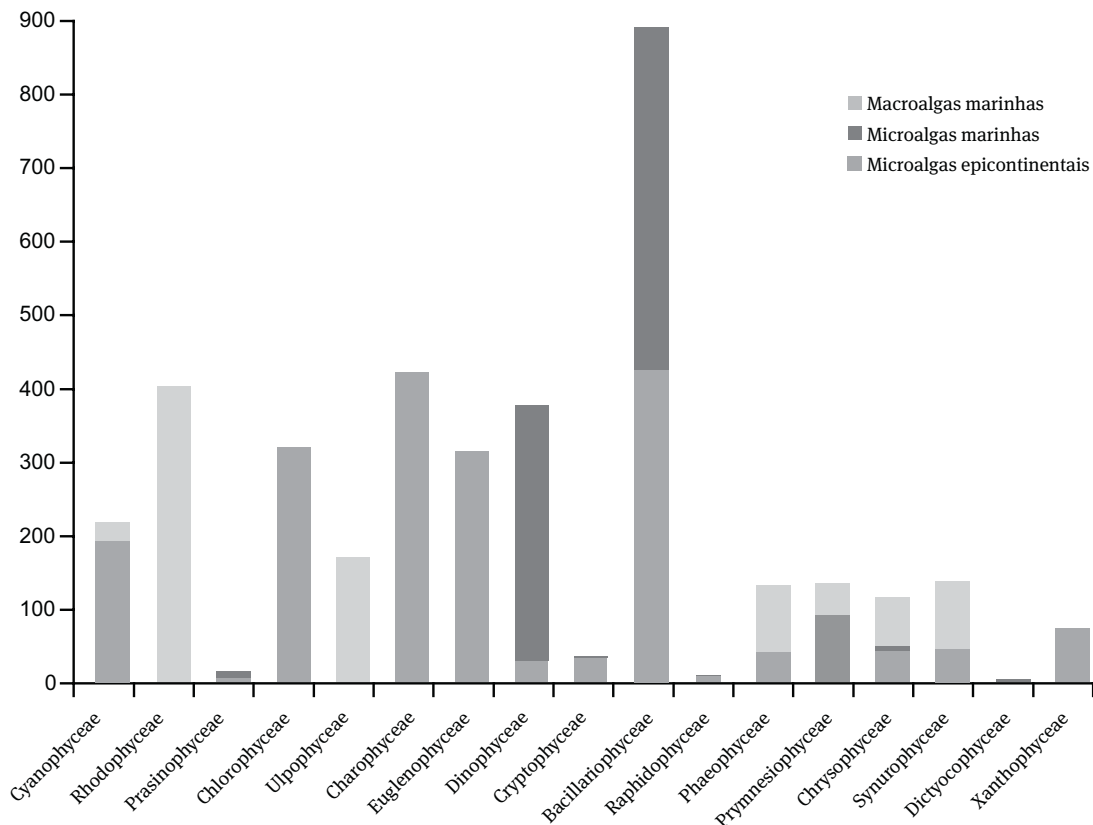


Figura 1
Número de espécies de algas, ordenado por ambiente e classe taxonômica.

CLASSES	GÊNEROS		ESPÉCIES		SUB-ESPÉCIES		VARIEDADES	
	TOTAL	ENDÊMICOS	TOTAL	ENDÊMICAS	TOTAL	ENDÊMICAS	TOTAL	ENDÊMICAS
Cyanophyceae	89	0	208	3	0	0	1	0
Rhodophyceae	153	2	402	6	3	0	14	2
Prasinophyceae	8	0	15	0	0	0	0	0
Chlorophyceae	88	0	319	2	0	0	80	0
Charophyceae	35	0	419	11	3	0	279	19
Euglenophyceael	20	0	311	13	0	0	213	15
Dinophyceae	65	0	374	0	0	0	0	0
Cryptophyceae	9	0	35	3	0	0	2	0
Bacillariophyceae	163	0	888	5	0	0	320	0
Raphidophyceae	6	0	9	0	0	0	0	0
Prymnesiophyceae	46	0	93	0	0	0	0	0
Chrysophyceae	17	0	43	3	0	0	2	0
Synurophyceae	3	0	42	0	0	0	15	1
Xanthophyceae	28	0	71	2	0	0	4	0
Phaeophyceae	48	0	94	2	0	0	14	0
Ulvophyceae	49	0	170	2	2	0	23	0
Dictyocophyceae	2	0	4	0	0	0	0	0

Tabela 1

Número de gêneros, espécies, categorias infraespecíficas e táxons endêmicos de algas, ordenado por classe taxonômica.

É importante enfatizar que o conhecimento atual das algas de águas epicontinentais no Brasil é extremamente heterogêneo, tanto quando se considera a região geográfica quanto o grupo taxonômico (tab. 2). Assim, muito mais se conhece sobre as algas do Sul e Sudeste do país do que das demais regiões. Segue-as a Região Nordeste, que, apesar de sua relativa pobreza em recursos hídricos, possui um conhecimento já substancial de suas algas epicontinentais. As regiões Norte e Centro-Oeste, extremamente ricas em corpos d'água, são as menos conhecidas no que tange à taxonomia das algas.

O conhecimento da flora ficológica epicontinental das várias regiões geográficas do Brasil está diretamente relacionado com a quantidade de especialistas e sua distribuição pelo território brasileiro, ou seja, há certa concentração de taxonomistas nas regiões Sul e Sudeste, um bom número deles na Região Nordeste e poucos nas regiões Norte e Centro-Oeste. Esses resultados também se repetem, em parte, quando observamos que o Domínio da Mata Atlântica apresenta o maior número de espécies, seguido do Pampa (tab. 3).

	Raphidophyceae	Dinophyceae	Chlorophyceae	Charophyceae	Cryptophyceae	Chrysophyceae	Euglenophyceae	Prasinophyceae	Synurophyceae	Bacillariophyceae	Cyanophyceae	Xanthophyceae
Centro-oeste	0	5	92	14	4	6	98	0	3	19	46	11
Nordeste	0	20	35	10	3	0	17	0	0	23	31	0
Norte	0	20	57	31	3	5	159	0	16	68	33	2
Sudeste	6	20	247	208	32	34	145	9	20	379	183	59
Sul	1	12	94	50	6	12	174	1	28	290	78	25

Tabela 2

Número de espécies de algas epicontinentais, ordenado por Região e classe taxonômica.

	<i>Chrysophyceae</i>	<i>Euglenophyceae</i>	<i>Prasinophyceae</i>	<i>Raphidophyceae</i>	<i>Synurophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Charophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Xanthophyceae</i>	<i>Dinophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Mata Atlântica	35	160	6	5	33	248	209	29	166	65	20	247
Pampa	0	142	0	0	0	132	17	1	65	1	12	21
Amazônia	4	153	0	0	16	49	28	3	38	2	5	53
Cerrado	6	66	0	0	0	17	19	4	41	9	4	93
Pantanal	0	54	0	0	0	3	11	1	23	1	4	8
Caatinga	0	2	0	0	0	2	4	0	11	0	0	22

Tabela 3
Número de espécies de algas epicontinentais, ordenado por Domínios e classe taxonômica.

O conhecimento das algas marinhas macroscópicas bentônicas é, comparativamente, mais uniforme ao longo da costa brasileira, embora também haja um maior volume de informação sobre os estados das regiões Nordeste e Sudeste (fig. 4). Fato a considerar é que quase toda a informação dessas algas vem do material coletado na região intramareal, isto é, da faixa litorânea descoberta pela maré baixa e coberta pela maré alta. Muito pouco ainda se sabe sobre as algas que habitam o infralitoral, qual seja, a faixa jamais descoberta pela maré mais baixa. O mesmo vale para as algas que habitam os litorais de ilhas e parcséis de nosso país.

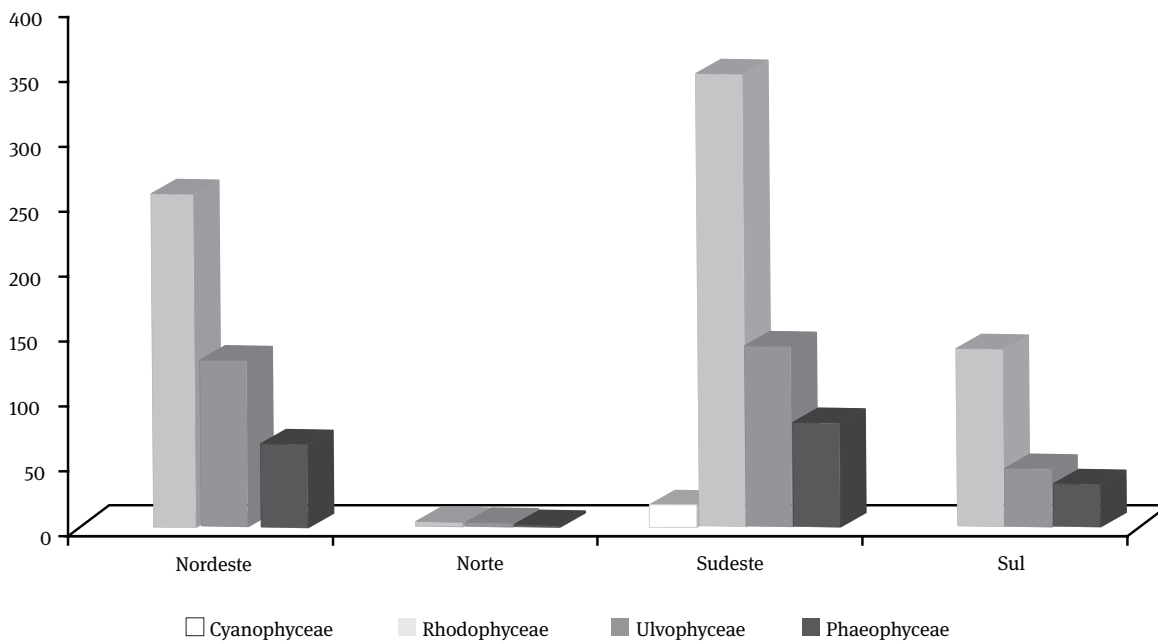


Figura 4
Número de espécies de macroalgas marinhas, ordenado por Região e classe taxonômica.

	Raphidophyceae	Dinophyceae	Cryptophyceae	Dicryocophyceae	Chrysophyceae	Euglenophyceae	Prasinophyceae	Prymnesiophyceae
Norte	0	152	0	0	0	0	0	0
Nordeste	0	193	0	0	0	0	0	62
Sudeste	1	213	1	4	0	2	1	62
Sul	2	194	1	0	12	0	6	65

Tabela 4

Número de espécies de microalgas marinhas, ordenado por Região e classe taxonômica.

Finalmente, no que tange ao inventário da flora ficológica brasileira, pouco se conhece sobre as formas microscópicas, ou seja, as diversas formas do fitoplâncton marinho. Os resultados aqui apresentados mostram estudos restritos a grupos taxonômicos, em especial as diatomáceas (Bacillariophyceae) em todas as regiões geográficas de nosso país, seguidas dos dinoflagelados (Dinophyceae) nas regiões Sudeste e Sul (tab. 4).

Há bastante discrepância ao considerar os grupos taxonômicos de algas já estudados e aqueles ainda por estudar. Os resultados da presente lista apontam os estados do Rio de Janeiro (829 táxons), São Paulo (592 táxons), Paraná (465 táxons), Rio Grande do Sul (457 táxons) e Amazonas (308 táxons) como aqueles que apresentaram maior riqueza de algas epicontinentais. As classes Bacillariophyceae (791 táxons), Chlorophyceae (733 táxons), Euglenophyceae (722 táxons), Cyanophyceae (500 táxons) e Charophyceae (344 táxons) possuem a maior diversidade no Brasil (tab. 5).

Com relação às macroalgas marinhas (tab. 6), os estados com maior riqueza de táxons são Rio de Janeiro (420 táxons), Espírito Santo (416 táxons), Bahia (367 táxons), São Paulo (304 táxons) e Ceará (207 táxons). Estes resultados corroboram que o Espírito Santo, considerado como uma zona de transição entre a região tropical (Norte/Nordeste) e temperada quente (Sul/Sudeste), apresenta características peculiares e alta diversidade específica, esta última associada à heterogeneidade de ambientes e às condições de temperatura (Horta et al. 2001; Guimarães 2003). Para o estado do Rio de Janeiro, a elevada diversidade de algas pode ser explicada pelo número expressivo de taxonomistas, pelos estudos abundantes na região de Cabo Frio, e, finalmente, pelo fato de essa região, além de ser considerada barreira geográfica para a distribuição de espécies, mostrar características peculiares decorrentes do fenômeno da ressurgência, possibilitando também a ocorrência de táxons típicos de regiões temperadas (Horta et al. 2001).

A classe Rhodophyceae (1.666 táxons) é a que apresenta a maior diversidade na costa do Brasil, seguida das Ulvophyceae (734 táxons) e Phaeophyceae (453 táxons), o que era esperado, uma vez que as Rhodophyceae constituem a classe de macroalgas marinhas bentônicas com o maior número de espécies (aproximadamente 4.000) (Lee 2008).

Para as microalgas marinhas (fitoplâncton) (tab. 7), os estados com maior riqueza de táxons são São Paulo (455 táxons), Rio Grande do Sul (394 táxons), Rio de Janeiro (346 táxons), Bahia (269 táxons), Sergipe e Pernambuco (238 táxons cada), seguidos do Espírito Santo (236 táxons). As Bacillariophyceae (1.359 táxons) e as Dinophyceae (1.348 táxons), seguidas das Prymnesiophyceae (346 táxons) constituem as classes com maior diversidade no Brasil.

Estes números de totais de espécies e categorias infraespecíficas identificadas para cada estado brasileiro refletem, parcialmente, o atual estágio do conhecimento das algas no Brasil, isto é, a quantidade de estudos realizados em certas áreas e a falta de informação em outras. Além disso, não foi possível incluir na presente lista alguns grupos de algas (Rhodophyceae continentais e Klebsormidiales, Coleochatales, Tetrasporales, Trebouxiales e Oedogoniales). Mesmo cientes disto, acreditamos que a publicação deste catálogo é um importante passo para o direcionamento de futuros estudos da ficologia brasileira.

	Bacillariophyceae	Raphidophyceae	Chrysophyceae	Prasinophyceae	Euglenophyceae	Dinophyceae	Chlorophyceae	Charophyceae	Cryptophyceae	Synurophyceae	Synurophyceae	Xanthophyceae	Cyanophyceae
Acre	0	0	0	0	12	0	4	3	0	0	0	1	20
Alagoas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Amapá	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
Amazonas	51	0	3	0	142	5	43	25	0	10	2	27	308
Bahia	6	0	0	0	2	3	7	2	0	0	0	2	22
Ceará	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	5	9
Distrito Federal	14	0	2	0	44	2	22	0	2	3	1	24	114
Espírito Santo	14	0	0	0	2	7	27	5	1	6	0	8	70
Goiás	7	0	4	0	27	3	81	5	4	0	10	10	151
Maranhão	0	0	0	0	8	5	5	0	0	0	0	11	29
Mato Grosso	1	0	0	0	59	4	6	5	1	0	0	4	80
Mato Grosso do Sul	2	0	0	0	0	0	2	11	1	0	1	22	39
Minas Gerais	2	0	1	0	7	4	27	7	4	0	1	15	68
Paraná	215	0	3	0	39	60	79	26	5	0	24	14	465
Paraíba	2	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	6	21
Pará	15	0	3	0	19	6	4	2	3	13	0	17	82
Pernambuco	6	0	0	0	9	2	24	5	3	0	0	16	65
Piauí	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3
Rio Grande do Norte	10	0	0	0	2	0	12	1	0	0	0	1	26
Rio Grande do Sul	137	1	6	0	148	12	24	27	6	19	2	75	457
Rio de Janeiro	181	5	13	6	124	15	190	170	20	9	21	75	829
Rondônia	0	0	2	0	21	1	0	0	0	0	0	2	26
Roraima	0	0	0	0	0	3	10	2	0	0	0	3	18
Santa Catarina	10	0	4	0	12	5	16	2	0	12	0	9	70
Sergipe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
São Paulo	115	3	23	1	45	8	136	32	25	11	45	148	592
Tocantins	1	0	0	7	9	1	20	0	0	0	0	1	39

Tabela 5
Número de espécies de algas epicontinentais, ordenado por estado e classe taxonômica.

	Cyanophyceae	Rhodophyceae	Phaeophyceae	Ulvophyceae
Alagoas	0	28	26	21
Amapá	0	2	0	3
Bahia	0	199	58	110
Ceará	0	126	33	48
Espírito Santo	0	257	62	97
Maranhão	0	48	7	17
Paraná	0	59	20	14
Paraíba	0	65	22	65
Pará	0	1	0	1
Pernambuco	0	147	35	71
Piauí	0	11	0	6
Rio Grande do Norte	0	90	25	51
Rio Grande do Sul	0	47	18	26
Rio de Janeiro	0	246	73	101
Santa Catarina	0	123	31	39
Sergipe	0	14	2	4
São Paulo	17	203	41	60

Tabela 6

Número de espécies de macroalgas, ordenado por estado e classe taxonômica.

	Bacillariophyceae	Prymnesiophyceae	Raphidophyceae	Chrysothryxaceae	Chrysophyceae	Prasinophyceae	Euglenophyceae	Dictyocophyceae	Dinophyceae	Cryptophyceae	Cyanophyceae
Alagoas	58	0	0	0	0	0	0	15	0	0	
Amapá	9	0	0	0	0	0	0	109	0	0	
Bahia	53	61	0	0	0	0	0	155	0	0	
Ceará	2	0	0	0	0	0	0	23	0	0	
Espírito Santo	25	51	0	0	0	0	0	160	0	0	
Maranhão	24	0	0	0	0	0	0	36	0	0	
Paraná	182	41	0	0	0	0	0	7	0	0	
Paraíba	17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Pará	54	0	0	0	0	0	0	106	0	0	
Pernambuco	175	0	0	0	0	0	0	63	0	0	
Piauí	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Rio Grande do Norte	67	2	0	0	0	0	0	111	0	0	
Rio Grande do Sul	162	60	1	3	7	0	0	160	1	0	
Rio de Janeiro	90	58	1	0	4	2	3	187	1	0	
Santa Catarina	89	41	2	0	0	0	0	106	0	0	
Sergipe	41	0	0	0	0	0	0	15	0	0	
São Paulo	310	32	0	0	0	0	3	93	0	17	

Tabela 7

Número de espécies de microalgas marinhas, ordenado por estado e classe taxonômica.

REFERÊNCIAS

- Ben Ali, A.; De Baere, R.; Van der Auwera, G.; De Wachter, R. & Van de Peer, Y. 2001.** Phylogenetic Relationships Among Algae based on Complete Large-subunit rRNA Sequences. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 51: 737–749.
- Bicudo, C.E.M.; Sant’Anna, C. L.; Bicudo, D.C.; Pupo, D.; Castro-Pinto, L.S.; Azevedo, M.T.P.; Xavier, M.B.; Fujii, M.T.; Yokoya, N.S. & Guimarães, S.M.P.B. 1998.** O estudo das algas no Estado de São Paulo. In: Bicudo, C.E.M. & Shepherd, G.J. (eds.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX, 2: fungos macroscópicos e plantas*. São Paulo: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, p. 1-7.
- Cavalier-Smith, T.; Allsopp, M. T. E. P. & Chao, E. E. 1994a.** Chimeric Conundra: are Nucleomorphs and Chromists Monophyletic or Polyphyletic? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 91:11.368-11.372.
- Cavalier-Smith, T.; Allsopp, M. T. E. P. & Chao, E. E. 1994b.** Thraustochytrids are Chromists, not Fungi: 18S rRNA Signatures of Heterokonta. *Philosophical Transactions Royal Society London Biology* 346:387-397.
- Daugbjerg, N. & Andersen, R. A. 1997a.** Phylogenetic Analyses of the rbcL Sequences from Haptophytes and Heterokont Algae Suggest their Chloroplasts are Unrelated. *Molecular Biology and Evolution* 14:1242-1251.
- Daugbjerg, N. & Andersen, R. A. 1997b.** A Molecular Phylogeny of the Heterokont Algae based on Analyses of Chloroplast-encoded rbcL Sequence Data. *Journal of Phycology* 33:1031-1041.
- Guimarães, S.M.P.B. 2003.** Uma análise da diversidade da flora marinha bentônica do Estado do Espírito Santo, Brasil. *Hoehnea* 30: 11-19.
- Hammond, P.M. 1992.** Species Inventory. In: Groombridge, B. (ed.). *Global Biodiversity, Status of the Earth’s Living Resources*. London: Chapman & Hall, p. 17-39.
- Hartmann, M. & Chagas, C. 1910.** Estudos sobre flagelados. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 2: 64-125.
- Hibberd, D. J. & Norris, R.E. 1984.** Cytology and Ultrastructure of Chlorarachnion Reptans (Chlorarachniophyta divisio nova, Chlorarachniophyceae classis nova). *Journal of Phycology* 20:310-330.
- Horta, P. A.; Amâncio E., Coimbra, C. S. & Oliveira, E.C. 2001.** Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28(3): 243-265
- Joly, A.B. 1957.** Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo: série botânica* 14: 1-196.
- Komárek, J. 2003.** Coccoid and Colonial Cyanobacteria. In Wehr, J.D. & Sheath, R.G. (eds.). *Freshwater Algae of North America*. California: Academic Press, p. 59-116.
- Komárek, J. 2010.** Modern Taxonomic Revision of Planktic Nostocacean Cyanobacteria: a Short Review of Genera. *Hydrobiologia* 639:231–243.
- Lee, R.E. 2008.** *Phycology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Linnaeus, C. 1753.** *Species plantarum*. Holmiae: Laurentii Salvii. Vol. 1, 1.200 p.
- Martius, C.F.P. 1828.** *Icones plantarum cryptogamicarum quas in itinere annis MDCCCXVII-MDCCCXX per Brasiliam jussu et auspiciis Maximiliani Josephi I. Bavariae Regis augustissimi instituto collegit et descripsit* [auctor]. München: Impensis auctoris.
- Martius, C.F.P.; Eschweiler, G.G. & Nees ab Esenbeck, C.G. 1833.** Algae, Lichenes, Hepaticae. In: Martius, C.F.P. (ed.). *Flora brasiliensis, seu enumeration plantarum in Brasilia tam sua sponte quam accedente cultura provenientium, quas in itinere auspiciis Maximiliani Josephi I. Bavariae Regis annis 1817-1820 peracto collegit, partim descripsit; alias Maximiliano Seren. Principe widensi, sellowio aliisque advectas addidit, communibus amicorum propriisque studiis secundum methodum naturalem dispositas et illustratas edidit*. Stuttgartiae et Tubingen: Sumptibus J.G. Cottae, p. 1-50.
- Medlin, L. K.; Cooper, A.; Hill, C., Wrieden, S. & Wellbrock, U. 1995.** Phylogenetic Position of the Chromista Plastids based on Small Subunit rRNA Coding Regions. *Current Genetic* 28:560-565.
- Menezes, M. & Bicudo, C.E.M. 2009.** Algas – Diagnóstico preliminar da biodiversidade no Brasil. In: Simpósio Metas da Convenção da Biodiversidade para 2010: construindo a Lista de Espécies do Brasil. Pp. 59-64. In: *60º Congresso Nacional de Botânica*. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana: Sociedade Botânica do Brasil.
- Menezes, M. & Dias, I.C.A. (orgs.). 2001.** *Biodiversidade de algas de águas continentais do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Série Livros 9.
- Oliveira Filho, E.C.; Horta, P.A.; Amancio, C.E. & Sant’Anna, C.L. 2002.** Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro: diversidade, exploração e conservação. In: *Workshop sobre avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha*. Relatório Técnico. Brasília: MMA/FNMA/GEF. Campinas, BDT, Fundação André Tosello. <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/algas>.
- Oliveira, E.C.; Horta, P.A.; Amancio, C.E. & Silva, B.N.T. 2007.** *Algas marinhas bênticas do Brasil*. <http://www.ib.usp.br/algaemaris>

- Palinska, K.A.; Thomasius, C.F.; Marquardt, J. & Golubic, S. 2006.** Phylogenetic Evaluation of Cyanobacteria Preserved as Historic Herbarium Exsiccate. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 56: 2253–2263.
- Patterson, D. J. 1989.** Stramenopiles: Chromophyte from a Protistan Perspective. In Green, J.C.; Leadbeater, B.S.C. & Diver, W.L. (eds.). *The Chromophyte Algae: Problems and Perspectives*. Oxford: Clarendon Press, p. 357-379.
- Patterson, D. J. & Sogin, M. L. 1993.** Eukaryote Origins and Protistan Diversity. In: Hartman, H. & Matsuno, K. (eds.). *The Origin and Evolution of Prokaryotic and Eukaryotic Cells*. River Edge, NJ: World Scientific Publishing, p. 13-46.
- Procopiak, L.; Fernandes, L.F. & Moreira-Filho, H. 2006.** Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com  nfase em espécies nocivas. *Biota Neotropica* 6(3): 1-28.
- Raddi, G. 1823.** Crittogame brasiliane raccolte e descritte. *Atti della Società italiana delle Scienze Naturali, e del Museo civile di Storia Naturale* 19: 27-57.
- South, G.R. & Whittick, A. 1987.** *Introduction to Phycology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Taylor, F.J. 1999.** Ultrastructure as a Control for Protistan Molecular Phylogeny. *The American Naturalist* 154(4):125-136.
- Tenenbaum, D.R., Gomes, E.A.T. & Guimarães, G.P. 2007.** Microorganismos planct nicos: pico, nano e micro. In: Valentin, J.L. (org.). *Características hidrobiológicas da região central da zona econ mica exclusiva brasileira (Salvador, BA ao Cabo de São Tome, RJ)*. Brasília: MMA, p. 83-124.
- Tenenbaum, D.R.; Menezes, M.; Vianna, S.C.; Mendes, M.C.Q.; Hatherly, M.M.F. & Eduardo, J. 2006.** Os dinoflagelados. In: Tenenbaum, D.R. (org.). *Dinoflagelados e Tintin deos da região central da zona econ mica exclusiva brasileira: guia de identifica o*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Série Livros 15, p. 35-163.
- Tenenbaum, D.R.; Villac, M.C.; Vianna, S.C.; Matos, M.; Hatherly, M.; Lima, I.V. & Menezes, M. 2004.** *Phytoplankton Atlas of Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil*. 1[ ] ed. Londres: IMO.
- Torgan, L.C.; Becker, V. & Prates, H.M. 1999.** Checklist das diatomáceas (Bacillariophyceae) de ambientes de águas continentais e costeiras do Estado do Rio Grande do Sul. *Iheringia*, Série Botânica 52: 89-144.
- Torgan, L.C.; Barredas, K.A. & Fortes, D.F. 2001.** Catálogo das algas Chlorophyta de águas continentais e marinhas do Rio Grande do Sul. *Iheringia*, Série Botânica 56: 147-182.
- Torgan, L.C.; Barreda, K.A. & Santos, C.B. 2003.** Catálogo das algas Cryptophyta, Heterokontophyta, Dinophyta, Haptophyta e Rhodophyta de águas continentais e costeiras do Rio Grande do Sul. *Iheringia*, Série Bot nica 58(2): 227-250.
- Van de Peer, Y. & De Wachter, R. 1997.** Evolutionary Relationships Among the Eukaryotic Crown Taxa Taking into Account Site-to-site Rate Variation in 18S rRNA. *Journal of Molecular Evolution* 45: 619-630.
- Villac, M.C.; Cabral-Noronha, V.A.P. & Pinto, T.O. 2008.** The Phytoplankton Biodiversity of the Coast of the State of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica* 8(3): 152-174.
- Wilson, E.O. 1992.** *The Diversity of Life*. Cambridge: Belknap Press.