Tropical Oceanography

Revista on line

Recife	vol. 44	n.2	106-117	2016
C.D.U. 551.46:57(26) CDD. 551.4605 ISSN: 1679-3013				

MACROALGAS COMO INDICADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL EM CARNAUBINHA, PIAUÍ, BRASIL: SUBSÍDIOS PARA FUTUROS PROGRAMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tuany Kelly Correia de **ASSIS**¹
Maria Helena **ALVES**²

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the occurrence and variation of species of macroalgae of Carnaubinha Beach, Piauí, from the environmental conditions considered in place. Collections were carried out in two distinct stages (dry and rainy periods) in the months of October and November 2014 and March and April 2015, totaling four samples. In determining the biomass was used the random sampling method with squares of 25 x 25 cm (650 cm²). The pH of

seawater, reef pools and salinity were also measured. The results were 31 taxa of macroalgae with representatives of the three divisions. With respect to biomass this was very expressive, with no significant differences between collection days, with a predominance of red algae. Overall, the macroalgae assembly of Carnaubinha indicated environmental quality, and these may contribute for preservation actions.

Keywords: algae, biomonitoring, diversity

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a ocorrência e variação das espécies de macroalgas da Praia de Carnaubinha, Piauí, a partir das condições ambientais consideradas no local. As coletas foram realizadas em duas etapas distintas (períodos seco e chuvoso), nos meses de outubro e novembro de 2014 e março e abril de 2015, totalizando 4 coletas. Para a determinação da biomassa utilizou-se a metodologia de amostragem aleatória com quadrados de 25 x 25 cm

(650 cm²). O pH da água do mar, poças recifais e salinidade também foram aferidos. Os resultados foram 31 táxons de macroalgas com representantes das três divisões. A biomassa foi expressiva, não havendo diferenças significativas entre os dias de coleta, observando-se a predominância das algas vermelhas. A comunidade de macroalgas de Carnaubinha indicou boa qualidade ambiental, podendo esta contribuir para ações de preservação.

Palavras chave: algas, biomonitoramento, diversidade.

INTRODUÇÃO

As algas compõem um grupo de organismos importante nos ecossistemas bentônicos, devido ao papel ecológico que desempenham como produtores primários, em todas as regiões costeiras do mundo, promovendo a troca de CO₂ por O₂ na realização da

fotossíntese, além de fornecer abrigo para uma grande variedade de outros organismos marinhos (AIROLDI *et al.*, 2008; SJÖÖ, 2010). Somado a esses serviços ambientais prestados diretamente aos ecossistemas, também atuam, indiretamente, fornecendo ao homem produtos para a indústria química, alimentar, farmacêutica, dentre outros (PEDRINI, 2010, p. 6; ESPINOSA, 2012; TEIXEIRA, 2013).

Atualmente, as macroalgas bentônicas também tem sido utilizadas como indicadoras de poluição orgânica, pela sua ampla distribuição, tamanho, capacidade de acumular metais e indicar áreas eutrofizadas (SOUZA & CONCENTINO, 2004; SANTOS *et al.*, 2006). Podendo este conceito de indicadores ser estendido para além da presença/ausência de certas espécies, relacionando também a abundância e biomassa ou ao crescimento de determinadas espécies algais aos impactos ambientais, nos sintomas gerais ou específicos de estresse (DOKULIL, 2003, p. 286).

Ao longo dos últimos anos, por estarem acessíveis a população litorânea, os *habitats* contidos em áreas costeiras tem sofrido forte impacto antrópico, o que juntamente com os atributos bióticos e abióticos e as alterações da hidrodinâmica costeira, exercem influência direta na composição da flora local (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2010; VOLTOLINI *et al.*, 2012). O que vem a ser preocupante, pelo fato das macroalgas, principais constituintes das comunidades fitobentônicas, serem muito importantes para o estabelecimento do equilíbrio e resiliência dos ecossistemas costeiros (MILLER *et al.*, 2009).

No Piauí os estudos com macroalgas são incipientes, no que diz respeito a sua utilização como indicadoras da qualidade ambiental, sendo ainda restritos ao levantamento da biodiversidade da ficroflora existente no litoral, como é o caso dos trabalhos de Copertino & Mai (2010), Batista (2011), Alves & Carvalho (2012), Voltolini *et al.* (2012) e Santos Filho *et al.* (2012). Entretanto esses trabalhos tem sido muito importantes, pois são base, para a realização de ações de preservação tanto do meio ambiente, como da biodiversidade existente.

Desta maneira, este estudo teve como objetivo avaliar as características de abundância e diversidade de macroalgas na Praia de Carnaubinha, relacionando a ocorrência das espécies com as condições ambientais consideradas, quantificando-se também a biomassa das macroalgas por unidade de área. Os dados podem indicar como esta praia se apresenta em níveis de perturbação antrópica, gerando dados que poderão servir de ferramentas para futuros acompanhamentos de impactos ambientais, além de se demonstrar como uma nova vertente para estudo das macroalgas no Piauí.

ÁREA DE ESTUDO

O litoral do estado do Piauí, no nordeste do Brasil, possui 66km de extensão e sua pequena costa corresponde a uma faixa de sedimentos recentes associados a uma série de ilhas, canais e bacias, com barras de areia, dunas, manguezais e algumas falésias (SANTOS FILHO, 2009). Apresenta também praias com afloramentos rochosos, como é o caso da praia de Carnaubinha, que possui enseadas bem marcadas e recifes areníticos que aparecem na maré baixa do mesolitoral (BAPTISTA, 2004), onde a biota é expressiva com grande abundância de animais marinhos e macroalgas (LEITE *et al.*, 2011).

O estudo foi realizado na praia de Carnaubinha (02° 56' 27"S e 41° 34' 07"W), situada no município de Luís Correia (Fig.1), litoral do estado do Piauí. A praia apresenta cerca de 3,5 km de extensão e está inserida na APA Delta do Rio Parnaíba. De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo quente tropical (Aw), apresentando temperatura média de 27.5°C, pluviosidade média anual de 1.200 mm, sendo o trimestre mais úmido, os meses de fevereiro, março e abril (AGUIAR, 2004).

Figura 1 – Mapa de localização da Praia de Carnaubinha, Luís Correia, Piauí, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas das algas foram realizadas em duas etapas: períodos seco e chuvoso, nos meses de outubro e novembro de 2014 e março e abril de 2015, em um trecho da Praia de Carnaubinha, durante as mares baixas de sizígia, totalizando quatro coletas.

As algas foram retiradas manualmente do substrato com o auxílio de um estilete, sendo as mesmas acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e transportadas até o Laboratório de Botânica da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro Reis Velloso.

Para a determinação da biomassa foi utilizada a metodologia de amostragem aleatória, comumente utilizados em trabalhos de aferição de biomassa de macroalgas marinhas, com um quadrado de 25 x 25 cm (650 cm²) de acordo com Champman (1985), De Wreede (1985) e Reis *et al.* (2003).

Para a identificação ao nível específico adotou-se os trabalhos de Oliveira-Filho (1977), Joly (1965), comparação com trabalhos de algas da região como Copertino & Mai (2010), Batista (2011), Alves & Carvalho (2012), além de chaves dicotômicas de publicações específicas. O sistema de classificação utilizado foi o proposto por Wynne (2011). Os espécimes para identificação das espécies foram os ocorrentes nos quadrados, sendo baseada tanto na morfologia externa quanto interna. Para a determinação da salinidade foi utilizado um refratômetro com amostras da água de poças recifais e da água do mar.

As amostras para determinação da biomassa passaram por processo de triagem, sendo acondicionadas em congelador e posteriormente, descongeladas e lavadas para a separação de resíduos de sedimento e conchas de bivalves. Foi considerada a amostra total sem separação das espécies componentes. Na determinação do peso úmido, cada amostra foi colocada em placa de *Petri* devidamente identificada, e pesada em balança de precisão e posteriormente, levadas para secar ao sol e, ao dessecador até alcançarem peso constante. O peso seco também foi aferido em balança de precisão.

No tratamento dos dados, para determinação da frequência de ocorrência de cada organismo, com base nas amostras de biomassa, utilizou-se a fórmula: $Fo = Ta \times 100/TA$, onde: Fo = frequência de ocorrência; Ta = número de amostras em que ocorreu o táxon; TA = número total de amostra. A biomassa foi transformada para m² e foi feita uma análise de variância (ANOVA) com fator único do conjunto de todas as coletas para

verificar se havia diferença significativa entre as amostras ao nível de 0,05 de probabilidade, nos períodos do ano. E para verificar o bom ajuste dos dados foi aplicado o teste de Tukey, sendo, para esses procedimentos, utilizado o programa ASSISTAT 7.7.

RESULTADOS

A salinidade da água do mar variou de 36 ppm (19/03/15) a 43 pmm (08/10/14), e salinidade nas poças recifais variou de 30 ppm (19/03/15) a 38 pmm (04/11/14) (Fig. 1) de modo que tendeu a aumentar durante a estação seca (outubro e novembro).

Figura 2 – Salinidade da água em poças e no mar na Praia de Carnaubinha, Luís Correia, PI no período de 08/10/14 a 17/04/15.

Considerando os quatro dias de coleta e a limitação nos quadrados, foram levantadas 31 táxons de macroalgas, correspondendo a 22,5% de verdes (Clorofíceas), 13% de pardas (Feofíceas) e 64,5% de vermelhas (Rodofíceas), distribuídas em 14 famílias. As algas vermelhas (divisão Rhodophyta) apresentaram a maior quantidade de táxons (21 spp.), com nove famílias sendo a mais representativa Gracilariaceae com seis táxons, seguida de Rhodomelaceae com cinco táxons. Também essas tiveram maior expressão em todos os dias de coleta. Embora houvesse vários representantes de Gracilariales, o material estava bastante fragmentado e, por essa razão, uma identificação confiável ao nível de espécie não foi possível. A divisão com menor número de táxons foi Heterokontophyta, sendo registradas apenas duas famílias: Dictyotaceae e Sargassaceae com três táxons cada. O maior número de macroalgas foi registrado no mês de Abril (2015), seguido de março (2015) e novembro (2014). A sinopse dos táxons se encontra na Tabela 1.

Tabela 1– Sinopse e presença dos táxons encontrados na Praia de Carnaubinha, Luís Correia, PI, no período de 08/10/14 a 17/04/15 (estações seca e chuvosa). OUT = outubro, NOV= novembro, MAR= março, ABR= abril.

FILO/FAMILIA/TAXON	OUT	NOV	MAR	ABR
CHLOROPHYTA (7 sp.)				
Cladophoraceae				
<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kütz. 1843	-	-	+	+
Codiaceae				
<i>Codium isthmocladum</i> Vickers 1905	-	-	+	-
<i>C. taylorii</i> P.C. Silva 1960	-	-	+	-

Ulviceae				
<i>Ulva compressa</i> L. 1753	-	-	+	+
<i>U. fasciata</i> Delile 1813	+	+	+	+
<i>U. intestinalis</i> L.1753	+	-	-	-
<i>U. lactuca</i> L.1753	-	+	-	+
RHODOPHYTA (20 sp.)				
Corallinaceae				
<i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamour. 1816	+	+	+	+
<i>J. subulata</i> (Ellis & Sol.) Sond. 1848	+	+	+	-
Cystocloniaceae (Hypneaceae)				
<i>Hypnea musciformes</i> (Wulfen in Jacq.) J.V. Lamour. 1813	+	+	-	-
<i>H. spinella</i> (C.Agardh) Kütz.1847	+	+	+	+
Gelidiaceae				
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackh.) Le Jol. 1863	-	+	-	+
Gelidiellaceae				
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forssk.) Feldmann and Hamel 1934	-	+	-	+
Gracilariaceae				
<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J. Agardh 1852	+	-	-	-
<i>G. domingensis</i> (Kütz) Sond. ex Dickie 1874	+	+	+	+
<i>Gracilaria</i> sp1 1830	-	+	+	+
<i>Gracilaria</i> sp2 1830	-	+	+	+
<i>Gracilariopsis</i> sp.1949	+	+	-	+
<i>Hydropuntia cornea</i> (J. Agardh) M. J. Wynne 1989	-	+	-	-
Halymeniaceae				
<i>Cryptonemia crenulata</i> (J. Agardh) J. Agardh 1851	-	-	+	+
Rhodomelaceae				
<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Børgesen 1910	+	-	+	+
<i>Bryothamnion seaforthii</i> (Turner) Kütz.1843	+	-	+	-
<i>Laurencia</i> sp.1813	-	-	+	-
<i>Osmundaria obtusiloba</i> (C.Agardh) R. E. Norris 1991	-	-	-	+
<i>Palisada perforata</i> K. W. Nam 2007	-	+	-	+
Rhodymeniaceae				
<i>Botryocladia occidentalis</i> (Børgesen) Kylin 1931	+	-	+	+
Wrangeliaceae				
<i>Haloplegma duperreyi</i> Montagne 1842	-	-	-	+
HETEROKONTOPHYTA (4 sp.)				
Dictyotaceae				
<i>Dictyota mertensii</i> (Martius) Kütz. 1859	-	+	+	-
<i>Dictyota</i> sp.1809	-	+	-	-
<i>Padina gymnospora</i> (Kütz.) Sond. 1871	+	-	-	-
Sargassaceae				
<i>Sargassum cymosum</i> C. Agardh 1820	-	-	-	+
Total:31 táxons	13	16	17	19

Na frequência de ocorrência destacaram-se *Hypnea spinella* (C.Agardh) Kütz., com 50% de presença nas amostras, seguido de *Gracilaria domingensis* (Kütz.) Sond. ex Dick. e *Ulva fasciata* Del., ambos com 43,7% classificados como frequentes (Fig. 4). Como pouco frequente, os táxons que apresentaram percentagem de 10 a 40% de ocorrência foram: *Ulva compressa* L., *U. lactuca* L., *Acanthophora spicifera* (Vahl) Börgesen, *Bryothamnion seaforthii* (Turn.) Kütz., *Gelidiella acerosa* (Forssk.) Feldmann and Hamel, *Gracilaria* sp1, *Gracilaria* sp2, *Gracilariopsis* sp., *Jania adhaerens* J.V.Lamour., *J. subulata* (Ell. & Sol.) Sond., *H. musciformes* (Wulfen in Jacq.) J.V. Lamour., *Palisada perforata* K. W. Nam. Os demais táxons apresentaram percentagem menor que 10%, sendo considerados com frequência esporádica. De modo geral, a maior frequência de macroalgas se deu com representantes da divisão Rhodophyta, com dez espécies ocorrendo no primeiro dia de coleta, 12 no segundo dia, 12 no terceiro e 14 na última coleta.

Figura 4 – Frequência da ocorrência das espécies de macroalgas da Praia de Carnaubinha, Luís Correia, PI, no período de 08/10/14 a 17/04/15.

A biomassa mínima dos dias de coleta foi de 23,90 g.m⁻² registrada em 17/04/2015 e a máxima foi de 327,68 g.m⁻² em 08/10/14. A média de cada coleta foi de 129,15 g.m⁻² ± 34,18 (08/10/14), 74,67 g.m⁻² ± 12,07 (04/11/14), 85,41 g.m⁻² ± 16,63 (19/03/15), 58,99 g.m⁻² ± 7,79 (17/04/15). A análise de variância demonstrou não haver diferenças significativas entre os dias de coletas ($p=0.1061$, $F=2.2357$) ao nível de 0,05 de probabilidade, com relação a biomassa (Tab. 2).

Tabela 2 – Análise de variância das amostras de biomassa das algas coletadas na Praia de Carnaubinha, Luís Correia, PI.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	3	21722.40251	7240.80084	2.2357
Resíduo	28	90684.42719	3238.72954	
Total	31	112406.82970		

DISCUSSÃO

O fator abiótico, salinidade, apresentou-se dentro dos padrões das águas costeiras definidos conforme resolução CONAMA 357/05, com seus menores valores em Março e Abril, visto que são os períodos onde a precipitação foi maior (período chuvoso).

Quanto a diversidade de macroalgas, a maior expressão foi com relação as rodófitas com 21 táxons distribuídos em 9 famílias. O litoral brasileiro possui uma grande representatividade de algas vermelhas, as quais, Oliveira Filho (1977) referenciou 327 espécies, Horta *et al.* (2001) 388 táxons e mais recentemente, Fujii *et al.* (2008) compilou dados sobre o número de macroalgas marinhas no Brasil revelando 482 táxons de Rhodophyta.

O Piauí está inserido na costa Nordeste do país, área de maior diversidade e abundancia das algas vermelhas (VIDOTTI & ROLLEMBERG, 2004). Os táxons levantados neste estudo sobre as divisões Rhodophyta, Chlorophyta e Heterokontophyta corroboram com os encontrados nos trabalhos Batista (2011), Alves & Carvalho (2012), Voltolini *et al.* (2012) e Santos Filho *et al.* (2012) em levantamentos taxonômicos no litoral do Piauí.

Em relação a frequência de ocorrência a fisionomia das comunidades foi dominada por espécies da divisão Rhodophyta, sendo este resultado similar com o observado em praias pouco impactadas do litoral brasileiro (SZÉCHY *et al.*, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2008; SZÉCHY & FARIA DE SÁ, 2008, VILLAÇA *et al.*, 2008; PEREIRA *et al.*, 2014; MOURA *et al.*, 2015). Este padrão corrobora com o observado para águas tropicais e subtropicais, no qual o número de Rhodophyta é maior do que o número de Chlorophyta e Heterokontophyta, somados (HORTA, 2000).

O padrão estrutural observado se assemelha ao descrito para ambientes protegidos e moderado, onde algas corticatas são representadas principalmente por espécies de *Hypnea* (SZÉCHY & PAULA, 2000) aqui com representação de 50% de ocorrência. Este gênero é comum na região entremarés formando populações densas, crescendo fixas às rochas ou frequentemente como epífitas de outras algas. E sua grande ocorrência também se destaca em praticamente todas as floras regionais do Brasil (JESUS *et al.*, 2013).

O gênero *Gracilaria* contribuiu para a elevada biomassa, sendo frequente em todos os dias de coleta. Isso também foi verificado no estudo de Muñoz & Pereira (1997) ao realizarem um levantamento quali-quantitativo das espécies de macroalgas da praia de Cupe em Pernambuco, onde registraram biomassas muito elevadas, sendo *Gelidiella acerosa*, e *Gracilaria cervicornis*, as espécies que mais contribuíram para essa abundância. No presente estudo a espécie desse gênero melhor representada foi *G. domingensis*, com ocorrência de 43,7%.

Embora a espécie *Ulva fasciata* também tenha apresentado frequência de 43,7% e tenha sido ocorrente em todos os dias de coleta, esta apresentou-se com maior evidencia no período seco onde a salinidade foi maior, o que também foi observado no trabalho de Vasconcelos *et al.* (2013) ao analisar a distribuição e a zonação das macroalgas bentônicas do mesolitoral em um trecho recifal do nordeste brasileiro, onde a espécies de *Ulva*, juntamente com outras espécies durante período seco, apresentaram maior frequência estabelecendo um padrão de zonação.

A biomassa média, de modo geral, demonstrou valores altos, principalmente no período seco apesar dos valores de nutrientes serem mais elevados no período chuvoso, variando de 23,90 g.m⁻² a 327,68 g.m⁻², e sua maior contribuição (peso) também foi de algas vermelhas, não havendo portanto, o predomínio de espécies indicadoras de poluição orgânica, conforme observado em Souza & Cocentino (2004) e Santos (2006). Além disso, esses valores também se relacionam com a disponibilidade de substrato para desenvolvimento das algas, conforme observado por Cabrera *et al.*, (2004), que argumenta que nessas condições a biomassa, assim como a diversidade, serem maiores, pois o substrato é um fator muito importante para determinar dominância das algas (PEREIRA *et al.*, 1996).

A biomassa estava constituída inclusive de espécies de algas pardas, que são bastante sensíveis a poluição, como *Sargassum sp.* que possui uma estratégia

reprodutiva marcada pela liberação de substâncias químicas na água do mar (LEE, 2008). Sendo assim, a presença de substâncias provenientes da poluição, interferem diretamente na reprodução destas algas, dificultando a fecundação e formação do zigoto, o que leva a um gradual declínio na população, até a consequente extinção local (MUNIZ *et al.*, 2013).

Nas comunidades de algas as mudanças na diversidade e/ou biomassa são observadas em ambientes impactados, onde os níveis de poluição refletem na ocorrência e distribuição desses organismos (LOURENÇO & MARQUES JÚNIOR, 2009). A diminuição da diversidade, bem como o aumento na dominância são ocasionados pela perda de organismo mais sensíveis e aumento na abundância de organismos mais tolerantes (SILVEIRA, 2004). Entretanto, os dados dessa pesquisa revelam uma área que ainda apresenta elevada diversidade, o que caracteriza ambientes não perturbados, por ser pouco frequentada e consequentemente pouco afetada pela ação antrópica. A importância desse diagnóstico reflete subsídios para preservação, visto que a indústria hoteleira, nesta praia, tem ganhado impulso nos últimos anos.

CONCLUSÃO

Dentre os 31 táxons de macroalgas identificados observou-se maior presença e frequência de Rhodophyta (64,5%) e consequentemente maior peso dos valores de biomassa, que revelaram valores elevados e boa distribuição ao longo da área estudada. Embora a espécie *Ulva fasciata* também tenha tido alta frequência, a sua maior expressão na biomassa se deu no período seco onde a salinidade foi maior, influenciando no seu desenvolvimento. A análise de variância não revelou diferenças significativas na biomassa em relação aos dias de coleta.

A comunidade bentônica estudada na praia de Carnaubinha se mostrou adequada, visto que esta apresenta boas condições ambientais por ter pouca influência antrópica. Entretanto, esses resultados reforçam a necessidade de estudos mais detalhados, considerando o ciclo anual das espécies de macroalgas bem como sua resistência a diferentes níveis de poluição, através de programas de monitoramento, uma vez que a área vem sendo alvo de investimentos hoteleiros o que podem vir a degradar este ambiente até então preservado.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro Reis Velloso, pelo apoio com o transporte para o deslocamento à praia para a realização das coleta, e ao programa PIBIC/UFPI pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R. B. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Luís Correia**. AGUIAR, R. B. & GOMES, J. R. C. (Org). Fortaleza: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2004.
- AIROLDI, L.; BALATA, D.; BECK, M. W. The Gray Zone: Relationships between habitat loss and marine diversity and their applications in conservation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 366, p. 8-15, 2008.
- ALVES, M. H.; CARVALHO, L. M. O. **Macroalgas verdes da APA Delta do Parnaíba, Litoral Piauiense**. In: GUZZI, A. (Org). Biodiversidade do Delta do Parnaíba: litoral piauiense. Parnaíba, 2012. p. 20- 33.
- BAPTISTA, E. M. C. **Caracterização e importância ecológica e econômica dos recifes da zona costeira do Estado do Piauí**. Teresina, 2004. 290f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí – UFPI.

BATISTA, M. G. S. **Algas marinhas bentônicas do litoral do Estado do Piauí: contribuição ao conhecimento e preservação.** In: SANTOS FILHO, F. S & SOARES,

A. F. C. L. (Org). Biodiversidade do Piauí: pesquisas & perspectivas. 1 edição. Curitiba, PR: CRV. 2011. p. 40-55.

CABRERA, R.; MOREIRA, A.; SUÁREZ, A. M. Variación en la composición y estructura de las asociaciones algales en la Bahía de Nuevitás, costa NE de Cuba. **Revista de Investigaciones Marinas**, v. 25, n. 2, p.133-142, 2004.

CHAPMAN, A.R.O. **Demography.** In: M. M. LITTLER & D. S. LITTLER (ed.) Handbook of Phycological Methods Ecological Field Methods: Macroalgae. New York: Cambridge University Press, 1985, p. 251-268.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> > acesso em 12/01/2016.

COPERTINO, M. S.; MAI, A. C. G. **Algas.** IN: MAI, A. C. G. & LOEBMANN, D. (Org). Guia ilustrado: Biodiversidade do litoral do Piauí. 1 edição. São Paulo: Paratodos, 2010. p.42-55.

DE WREEDE, R. E. **Destructive (harvest) sampling.** In: LITTLER, M.M. & LITTLER, D. S. (eds.) Handbook of Phycological Methods Ecological Field Methods: Macroalgae. New York: Cambridge University Press, 1985. p. 147-160.

DOKULIL, M. T. **Algae as ecological bio-indicators.** In: MARKERT, B. A.; BREURE, A. M. and ZECHMEISTER, H. G.(Org.) Bioindicators & Biomonitoring Principles, Concepts and Applications. Vol 6. Amsterdam: Elsevier, 2003. p. 285–327.

ESPINOSA, L. A. R. **Caracterización Ficológica de comunidades bentónicas y de arribazón em Dzilam de Bravo, Yucatán.** Mérida, 2012. 77f. Tesis (Maestro en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales Tropicales) - Universidad Autónoma de Yucatán.

FUJII M.T.; BARATA D.; CHIRACAVA S.; GUIMARÃES S. M. P. B. Cenário brasileiro da diversidade de algas marinhas bentônicas e sua contribuição para a política de conservação dos recursos naturais e do meio ambiente. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 59. 2008, Natal. Imagem Gráfica e Editora Ltda, Natal, 2008. p. 375-377.

HORTA, P. A. **Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste brasileiro.** São Paulo, 2000.301f. Tese (Doutorado em Ciências – Botânica) – Universidade de São Paulo.

HORTA, P. A.; AMANCIO, E.; COIMBRA, C. S.; OLIVEIRA, E. C. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. **Hoehnea** v. 28, n. 3, p.243-265, 2001.

JESUS, P. B.; SCHNADELBACH, A. S.; NUNES, J. M. C. O gênero *Hypnea* (Cystocloniaceae, Rhodophyta) no litoral do estado da Bahia, Brasil. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v.13 p.13-21, 2013.

JOLY, A. B. Flora Marinha do Litoral Norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. **Separata do Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, Botânica.** v. 21, p.1-267, 1965.

- LEE, R. E. **Phycology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 534 p.
- LEITE, F. P. P.; MIGOTTO, A. E.; DUATE, L. F. L.; TIAGO, C. G. **Costões Rochosos**. In: AMARAL, A. C. Z; NALLIN, S. A. H. (Org.) Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Campinas: UNICAMP/IB. 2011. p.301-311.
- LIMA JÚNIOR, T. B.; ARAGÃO, M. I. C.; LEITE, J. R.S. A.; LOTUFO, T. M. C.; MELO, G.A.S. Inventário dos Brachyura de substratos consolidados naturais do mesolitoral da Praia do Coqueiro, Luís Correia, Piauí. **Biotemas**, v. 23 n. 2, p. 69-75, 2010.
- LOURENÇO, S. O.; MARQUES JÚNIOR, A. N. **Produção primária marinha**. In: PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. (Org.) Biologia Marinha. 2º edição. Rio de Janeiro: Intercedência, 2009. p. 111-154.
- MILLER, R. J.; REDD, D. C; BRZEZINSKI, M. A. Community structure and productivity of subtidal turf and foliose algal assemblages. **Marine Ecology Progress Series**, v. 388, p. 1-11, 2009.
- MOURA, C. W. N.; ALVES, A. M.; SANTOS, A. A; ALMEIDA, W. R.; MONIZ-BRITO, K. L.; OLIVEIRA, I. S.; FREITAS, N. S.; OLIVEIRA, I. B.; RAMOS, G. J. P. Checklist of phytobenthos from Boipeba Island, Bahia, Brazil, emphasizing the morphological features of *Nitophyllum punctatum* (Rhodophyta, Ceramiales). **Check List**, v. 11, n. 4, p. 1-11, 2015.
- MUNIZ, R.; REIS, R.; MARROIG, R.; AMADO-FILHO, G. **Algas Marinhas do Monumento Natural das Ilhas Cagarras**. In: MORAES, F. C.; BERTONCINI, A.; AGUIAR, A (Org.) História, Pesquisa e Biodiversidade do Monumento Natural das Ilhas Cagarras. 1º Edição. Série Livros 48 - Museu Nacional, Rio de Janeiro, 2013. p. 49-61.
- MUÑOZ, A. O. M.; PEREIRA, S. M. B. Caracterização quali-quantitativa das comunidades de macroalgas nas formações recifais da Praia do Cupe. Pernambuco (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 25, p. 93-109, 1997.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. **Algas marinhas bentônicas do Brasil**. São Paulo:1977. 407f. Tese de Livre-Docência do Departamento de Botânica - Universidade de São Paulo.
- PEDRINI, A. L. G. **Macroalgas marinhas: importância geral**. In: Pedrini, A. L.G (Org.) Macroalgas: uma introdução à taxonomia. Série Flora Marinha do Brasil, vol.1. 1º Ed. Rio de Janeiro: Techinal Books, 2010. p. 02-27.
- PEREIRA, S. M. B.; MANSILLA, A.; CONCETINO, A. L. M. Ecological Aspects of a benthic marine algal community in Southeat Bay, Archipelago of Fernando Noronha- Brazil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 157-163, 1996.
- PEREIRA, S. M. B.; TORRES, J.; GESTINARI, L. M.S. Composition and Distribution of Deep Water Macroalgae Species from the Continental Shelf of Sergipe State, Brazil. **Phytotaxa**, v. 190, n. 1, p. 250-267, 2014.
- REIS, R. P.; LEAL, M. C. R.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; BELLUCO, F. Efeito de fatores bióticos no crescimento de *Hypnea musciformis* (Rhodophyta - Gigartinales). **Acta Botanica Brasilica**. v. 17, n. 2, p. 279-286, 2003.
- RIBEIRO, F. A.; TRAVASSOS JUNIOR, A.; GESTINARI, L. M.; TORRES, J.; LIMA, K. K. A.; SANTOS, M. D.; LIRA, G. A. S. T.; FONTES, K. A. A.; PEREIRA, S. M. B.; VALENTIN, Y. Y.

Análise quali-quantitativa das populações algáceas de um trecho recifal na praia de Boa Viagem, PE. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 2, p. 222-228, 2008.

SANTOS, A. A.; COCENTINO, A. M. M.; REIS, T. N. V. Macroalgas como indicadoras da qualidade ambiental da Praia de Boa Viagem-Pernambuco, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**. v. 14, n. 2, p. 25-33, 2006.

SANTOS FILHO, F. S. **Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí**. Recife: 2009. 124f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SANTOS FILHO, L. G. A.; VIEIRA, S. G. A.; SANTIAGO, A. P.; SANTIAGO, J. A. S. Epifitismo em uma população de *Sargassum vulgare* C. Agardh (*Phaeophyceae: Fucales*) na praia do Coqueiro, Piauí, Brasil. **Arquivos de Ciência do Mar**, v. 45, n. 2, p.77-80, 2012.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Embrapa Meio Ambiente**, Documentos 36. Jaguariúna, SP. 2004. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_36.pdf> Acesso em: 18/01/16.

SJÖÖ, G. L. **Macroalgae in tropical seascapes - regulating factors and functions in the coastal ecosystem**. Stockholm, 2010. Thesis (Doctoral in Marine Ecotoxicology) - Stockholm University.

SOUSA, G. S.; COCENTINO, A. L. M. Macroalgas como Indicadoras da qualidade ambiental da Praia de Piedade – PE. **Tropical Oceanography**, v. 32, n. 1, p. 1-22, 2004.

SZÉCHY, M. T. M.; PAULA, E. J. Padrões estruturais quantitativos de bancos de *Sargassum* (Phaeophyta – Fucales) do litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 2, p. 121-132, 2000.

SZÉCHY, M. T. M.; AMADO FILHO, G. M.; CASSANO, V.; DE PAULA, J. C.; BARRETO, M. B. B.; REIS, R. P.; MARINS, B. V.; MOREIRA, F. M. Levantamento florístico das macroalgas da baía de Sepetiba e adjacências, RJ: ponto de partida para o programa GloBallast no Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 3, p. 587-596, 2005.

SZÉCHY, M. T. M.; FARIA DE SÁ, A. D. Variação sazonal do epifitismo por macroalgas em uma população de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae – Fucales) da Baía de Ilha grande, Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 2, p. 299-314, 2008.

TEIXEIRA, V. L. Produtos Naturais de Algas Marinhas Bentônicas. **Revista Virtual Química**, v. 5, n. 3, p. 343-362, 2013. Disponível em: <<http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/viewArticle/346>> Acesso em 15/01/16.

VASCONCELOS, E. R. T. P. P.; REIS, T. N. V.; GUIMARÃES-BARROS, N. C.; BERNARDI, J.; ARECES-MALLEA, A. J.; COCENTINO, A. L. M.; FUJII, M. T. Padrão espacial da comunidade de macroalgas de mesolitoral em ambiente recifal do nordeste brasileiro. **Tropical Oceanography**, v. 41, n. 1-2, p. 84-92, 2013.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à biorremediação e à química analítica. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 139-145, 2004.

VILLAÇA, R. C.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; BOUDOURESQUE, C. F. Estrutura da comunidade de macroalgas do infralitoral do lado oposto da Ilha de Cabo Frio (Arraial do cabo, RJ). **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 2, p. 206-221, 2008.

VOLTOLINI, J. C.; BATISTA, M. G. S.; NASCIMENTO, E. F. I. Macroalgae species richness in beaches with consolidated arenite substrata and reef-pools with sandy bottoms in Piauí. **Brazilian Journal of Ecology**, v. 1, n. 14, p.115-123, 2012.

WYNNE, M. J. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. **Nova Hedwigia** v. 140, p. 1-166, 2011.