

MACROALGAS MARINHAS COMO INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ITACOATIARA, NITERÓI, RJ: SUBSÍDIOS PARA FUTUROS PROGRAMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Marine Macroalgae as Indicators of Environmental
Impacts in Itacoatiara, Niterói, RJ: subsidies for future
environmental monitoring programs

Perla Baptista de Jesus¹
Gisa Eneida Marques Machado¹
Raquel de Azeredo Muniz¹

¹Departamento de Biologia Marinha/
Faculdades Integradas Maria Thereza

Resumo

As algas podem ser utilizadas como bioindicadores de distúrbios de origem antrópica, apresentando, portanto, aplicação para a caracterização de ambientes impactados. Este estudo apresentou como objetivo principal avaliar as variações quali-quantitativas das macroalgas da região médio-litoral do costão rochoso da Prainha de Itacoatiara ao longo de diferentes épocas do ano, gerando dados que poderão compor estudos preliminares para caracterização da sua atual condição ambiental, podendo servir como ferramenta para acompanhamento dessa área. As coletas foram realizadas em quatro diferentes épocas do ano. Para a análise quantitativa utilizou-se a técnica de raspagem em 10 quadrados com 0,04m² de área, dispostos aleatoriamente em uma extensão de 20m delimitados na região médio-litoral do costão rochoso em período de maré baixa. Foi obtida a massa seca das algas separadas em grupos morfo-funcionais. As amostras foram identificadas ao nível específico, sempre que possível. Para a análise qualitativa foram acrescentadas espécimes coletadas por buscas intensiva, dentro da mesma área. Foram identificados 49 táxons: 28 Rhodophyta, 13 Chlorophyta e 8 Ocrhophyta, quantidade inferior ao registrado em estudo realizado há 22 anos atrás, nessa praia. Foi observado o domínio de algas calcárias articuladas em todas as épocas de estudo, com variações significativas na abundância de algas filamentosas (ANOVA, $p < 0,001$, $F = 10,01$) e foliáceas (ANOVA, $p < 0,001$, $F = 4,41$). De um modo geral, a assembleia de macroalgas indicou uma boa qualidade ambiental da região, neste período, além de uma grande influência do batimento de ondas e da herbivoria. A escolha desses organismos como bioindicadores poderá contribuir para futuras medidas de conservação da área que, por ser exposta ao constante embate de ondas, apresenta uma grande defasagem em estudos de caracterização ambiental.

Palavras-chave: Macroalgas, Itacoatiara, Costão rochoso, Bioindicadores.

Abstract

Algae can be used as indicators of anthropogenic disturbances, thus, its use for the characterization of impacted environments. This study aimed at evaluating the qualitative and quantitative variations of

Correspondência:

Perla Baptista de Jesus
Faculdades Integradas Maria Thereza -
Departamento de Biologia Marinha – Rua
Visconde do Rio Branco, n 869, São
Domingos, Niterói, CEP.: 24020-006 – RJ,
Brasil.
Email: perlabtjs@hotmail.com

Recebido em fevereiro de 2013
Aprovado em julho de 2013
Artigo disponível em
www.cadegeo.uff.br

macroalgae of the mid-coast of rocky shore of Prainha de Itacoatiara over different times of the year, generating data for preliminary studies of its current environmental condition characterization and becoming a tool for monitoring this area. Samples were collected in four different times along the year. For quantitative analysis, it was applied the technique of scraping into 10 squares with 0.04 m², randomly arranged in 20m extension enclosed in the middle-coastal rocky shore at the low tide period. The dry mass of algae was collected in separate morpho-functional groups. The samples were identified to specific levels whenever possible. For the qualitative analysis were added specimens collected by intensive searches within the same area. 49 taxon were identified: 28 Rhodophyta, 13 Chlorophyta and 8 Ochrophyta, much lower than in a study conducted 22 years ago at the same beach. Articulated calcareous algae domain were observed along the period of the study, with significant variations in the amount of filamentous algae (ANOVA, $p < 0.001$, $F = 10.01$) and foliaceous (ANOVA, $p < 0.001$, $F = 4.41$). In general, the assembly of macroalgae indicates a good environmental quality at the region in this period, as well as a large influence of the wave's crashing and the herbivory. The choice of these organisms as bioindicators may contribute to future conservation measures of the area which, being exposed to the constant crashing of waves, presents a large gap in studies of environmental characterization.

Keywords: Macroalgae, Itacoatiara, Rocky, Bioindicators.

INTRODUÇÃO

As macroalgas bentônicas desempenham importantes papéis nos ecossistemas marinhos, fornecendo alimento, abrigo e local de reprodução para inúmeras espécies (Brawley, 1992; Brosnan, 1992; Széchy *et al.* 2001; Tanaka e Leite, 2003; Muniz *et al.*, 2003; Muniz, 2008). Organismos sésseis, as algas apresentam reflexo das condições do ambiente que as circundam, sendo considerados ótimos bioindicadores ambientais (Taouil e Yoneshigue – Valentin, 2002; Figueiredo *et al.*, 2004; Vidotti e Rollemberg, 2004; Wells *et al.*, 2007; Orlando-Bonaca *et al.*, 2008). Bioindicadores são organismos que evidenciam a ocorrência de processos de contaminação através do desaparecimento ou aumento significativo de suas populações (Fleury, 1999).

Por sua ampla distribuição, tamanho, e capacidade de acumular metais, as macroalgas marinhas têm sido usadas como indicadoras de poluição orgânica, logo, possível ferramenta de monitoramento, auxiliando os planos de gestão ambiental e, por razões práticas, as espécies normalmente utilizadas pertencem às zonas entre marés (Souza e Cocentino, 2004).

O monitoramento através do uso de bioindicadores (ou biosensores) *in loco*, torna esta atividade mais fácil e menos cara de ser realizada e, portanto, tem sido utilizado em inúmeros estudos sobre alterações ambientais dos ecossistemas marinhos (Borja *et al.*, 2003; Bates, *et al.*, 2007; Donnelly *et al.*, 2007; Flaten *et al.*, 2007; Bremner, 2008; Barrett *et al.*, 2009; Cheung *et al.*, 2009), sendo empregados atualmente por órgãos governamentais e instituições de pesquisa em diversas regiões do mundo (Norris, 1995; Roberts, 2008).

Neste contexto, alterações na riqueza e na diversidade de espécies das assembleias de algas, e na sua distribuição no ambiente podem ser citadas como alguns dos efeitos, causados por poluentes sobre estes ecossistemas. Eventos que podem ser gerados, em função da toxicidade de determinados compostos orgânicos, presentes na poluição, levando à alteração do ciclo biológico de determinados grupos de algas. Essa alteração é devido a uma interrupção na fecundação, pois, estes compostos mascaram os hormônios sexuais, liberados pelos gametas na água do mar. Este fenômeno está relacionado, principalmente ao impacto da poluição orgânica sobre as algas pardas (Wells *et al.*, 2007; Adams *et al.*, 2008).

O desaparecimento destas algas, que geralmente são mais complexas estruturalmente, leva a uma proliferação de espécies de algas oportunistas, com talos mais simplificados, curto ciclo de vida e rápido crescimento, e maior tolerância às condições adversas, como constatado em muitos trabalhos, cabendo aqui ressaltar: Teixeira *et al.*, 1987; Figueiredo e Tâmega, 2007; Airoidi *et al.*, 2008, Faveri *et al.*, 2010.

Atualmente existem muitas iniciativas voltadas para o monitoramento dos ecossistemas marinhos, assim como mapeamento das áreas em função da intensidade de poluição, fundamentados em índices baseados no tipo de comunidade bentônica local, como já vem sendo aplicado no litoral Europeu (Borja *et al.*, 2003).

A utilização de algas bentônicas para indicar condições ambientais não ocorre somente a nível taxonômico. Entre os grupos morfo-funcionais podem ser observadas variações quanto à distribuição relativa, já que a dominância de determinados grupos no ambiente pode indicar padrões ambientais singulares, variando com o grau de distúrbios e produtividade (Littler e Littler, 1980; Steneck e Dethier, 1994).

No Brasil, muitos estudos utilizando grupos morfo-funcionais como indicadores biológicos, avaliação da riqueza e composição das assembleias de algas, têm sido aplicados, com o intuito de verificar possíveis distúrbios nos ecossistemas (Teixeira *et al.*, 1987, Taouil e Yoneshigue-Valetin, 2002; Figueiredo e Tâmega, 2007, Faveri *et al.*, 2010).

O objetivo do presente estudo foi avaliar as variações quali-quantitativas das macroalgas da região médio-litoral do costão rochoso da Prainha de Itacoatiara ao longo de diferentes épocas do ano, gerando dados que poderão servir de ferramentas para acompanhamento de impactos ambientais. Como objetivos específicos: (1) Identificar as macroalgas, ao nível específico sempre que possível; (2) Comparar o levantamento florístico desse estudo com resultados de estudos anteriores na mesma área, e (3) Avaliar a abundância relativa, quanto à biomassa, das macroalgas em relação aos seus grupos morfo-funcionais, assim como a sua variação temporal.

ÁREA DE ESTUDO

A praia de Itacoatiara localiza-se na Região Oceânica da cidade de Niterói (22° 58' 28" S e 43° 02' 19" W), no Estado do Rio de Janeiro. Recebe ondulações das direções sul e sudeste, sendo marcada pelo intenso batimento de ondas na maior parte do ano. Além disso, esta praia se encontra na área de amortecimento do Parque Estadual da Serra da Tiririca, o que torna este local particularmente importante em termos de conservação.

O costão rochoso escolhido para o presente estudo fica na porção sudoeste de um rochedo de grande porte, localizado na parte direita da Praia de Itacoatiara, e é formado por matacões de pedra, na região infralitoral, que conferem proteção ao embate de ondas. Este rochedo separa a faixa de areia, criando uma praia menor (a Prainha de Itacoatiara). Esta configuração espacial torna a Prainha uma porção protegida e segura para os banhistas, motivo pelo qual recebe intensa visitação, especialmente no verão, aumentando o risco de ocorrência de impactos na comunidade bentônica local (Fig. 1).

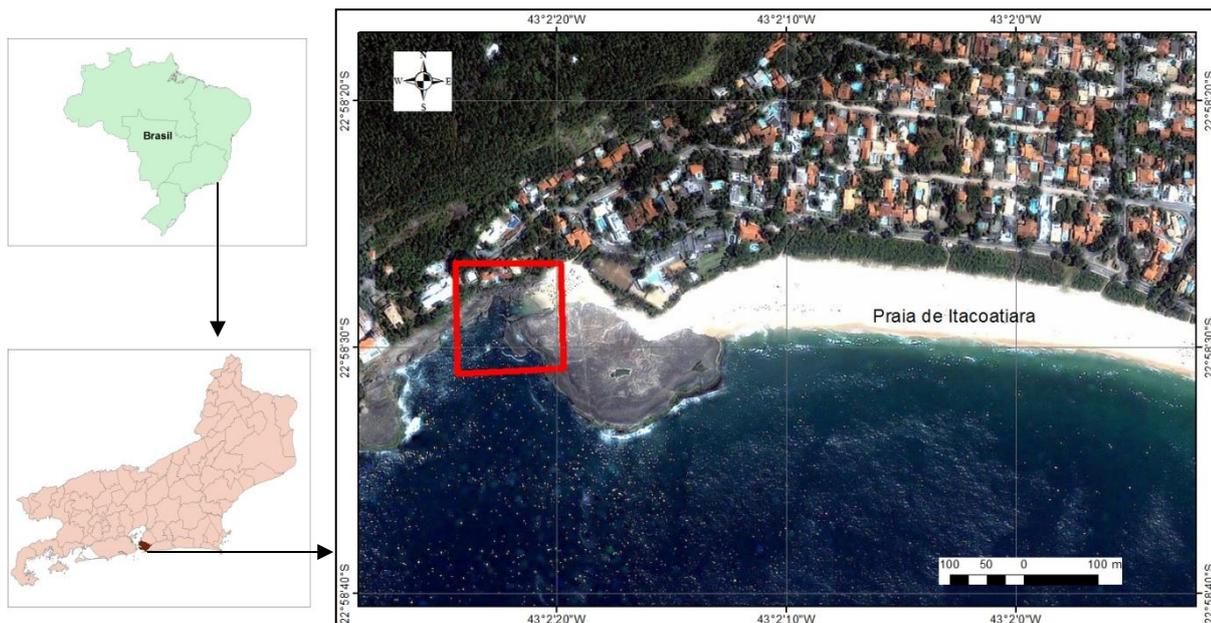


Figura 1. Mapa indicando a localização da área de estudo.

METODOLOGIA

Análise qualitativa

As coletas das macroalgas foram realizadas em quatro épocas do ano: abril, agosto e outubro de 2009, e janeiro de 2010.

As amostras foram coletadas por busca, preservadas em solução de formaldeído a 7% com água do mar (para a conservação dos invertebrados associados) e conduzidas ao laboratório para identificação taxonômica. Posteriormente, as macroalgas foram triadas e identificadas ao nível específico, sempre que possível, utilizando os caracteres taxonômicos exigidos por cada grupo taxonômico como morfologia externa (hábito geral, tipo de fixação, organização do talo e presença de órgãos de reprodução) e as estruturas celulares (córtex e medula).

Foram realizados cortes transversais das frondes à mão livre utilizando lâmina de barbear, seguindo a metodologia descrita em Taouil e Yoneshigue-Valentin (2002). A nomenclatura das espécies seguiu a chave artificial de identificação de Joly (1965), complementada por bibliografia atualizada (Bula-Meyer, 1997; Figueiredo, 1997; Littler e Littler, 2000; Moura, 2000; Guimarães *et al.*, 2004), e atualizada em Won *et al.* (2009) e Wynne (2011) para o gênero *Centroceras*.

Análise quantitativa

Para a análise quantitativa foram utilizados quadrados de 0,04 m² de área (n=10), dispostos aleatoriamente ao longo de uma linha amostral de 20m de extensão, na região médio-litoral do costão rochoso (Fig. 2). Todos os organismos dentro da área amostral foram cuidadosamente raspados, colocados em sacos plásticos, preservados em solução de formaldeído a 7% com água do mar para posterior obtenção do peso seco. Na etapa seguinte as amostras foram triadas de acordo com seus grupos morfo-funcionais, segundo Steneck & Dethier (1994) - macroalgas filamentosas, foliáceas, macrófitas corticadas, coriáceas, calcárias articuladas e crostosas (Fig.3) - colocadas em estufa à 60°C, até atingirem peso constante acompanhado em balança analítica de três dígitos.

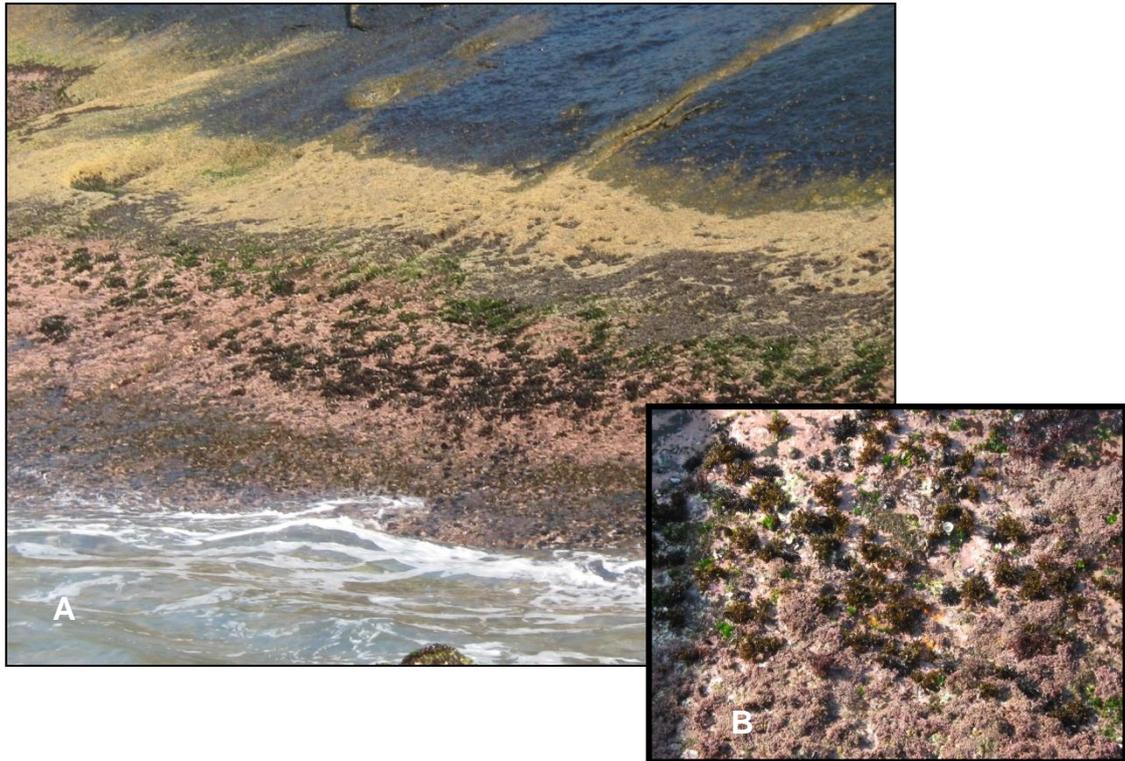


Figura 2. A: Visão geral do costão rochoso da Prainha de Itacoatiara, com assembleia de macroalgas distribuídas ao longo da zona médio-litoral, exposta na maré baixa; B: Visão detalhada da comunidade bentônica, com alguns grupos morfo-funcionais de algas visíveis (Fotos: Raquel Muniz).

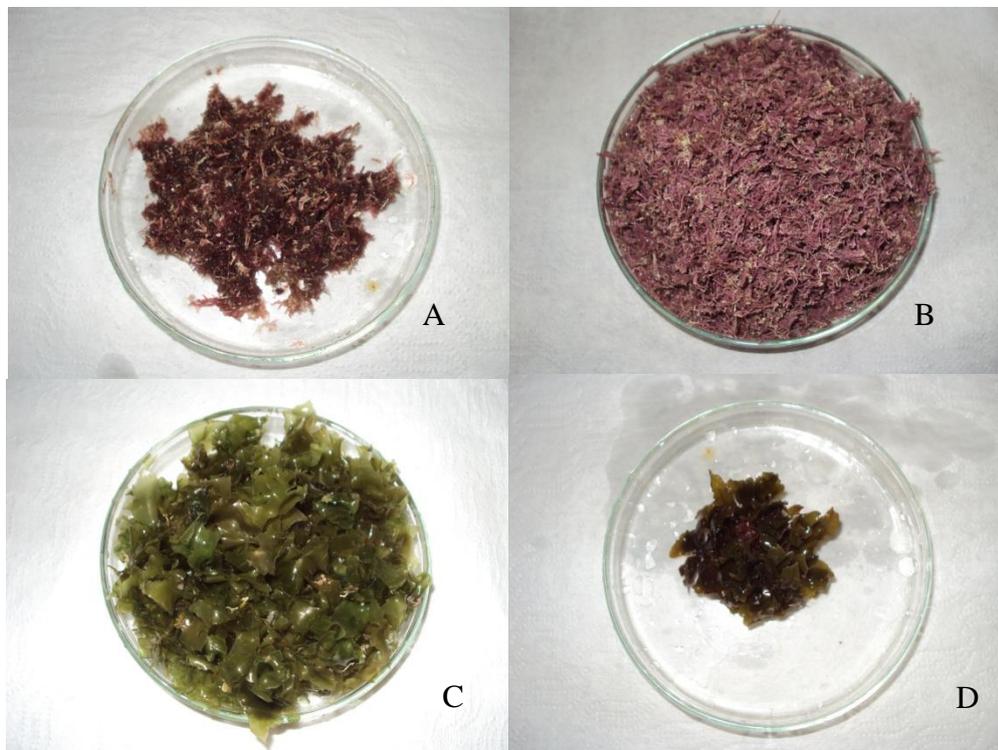


Figura 3: Amostras de macroalgas, A: calcárias articuladas, B: macrófitas cortiçadas, C: foliáceas, e D: coriáceas, respectivamente (Fonte: as autoras).

Análises estatísticas

As diferenças entre as abundâncias dos grupos morfo-funcionais de algas, entre épocas do ano, foi calculada a partir do teste de análise de variância unifatorial (ANOVA), assumindo-se a normalidade dos dados. Para garantir a homogeneidade os dados da porcentagem relativa de massa seca foram transformados para o arco-seno da raiz quadrada da proporção e, mesmo após esta transformação, o teste de Cochran foi aplicado (Zar, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dos períodos de coleta foram identificados no total 49 táxons, sendo o maior número de espécies da Divisão Rhodophyta, seguida da Chlorophyta e Ochrophyta (Fig.3). Este resultado está de acordo com o observado em praias pouco impactadas do litoral brasileiro (Falcão *et al.*, 1992; Yoneshigue-Valentin e Valentin, 1992; Gurgel, 1997; Taouil e Yoneshigue-Valentin, 2002; Széchy *et al.*, 2005; Ribeiro *et al.*, 2008; Széchy e Faria de Sá, 2008; Villaça *et al.*, 2008; Yoneshigue-Valentin *et al.*, 2008; Machado *et al.*, 2011).

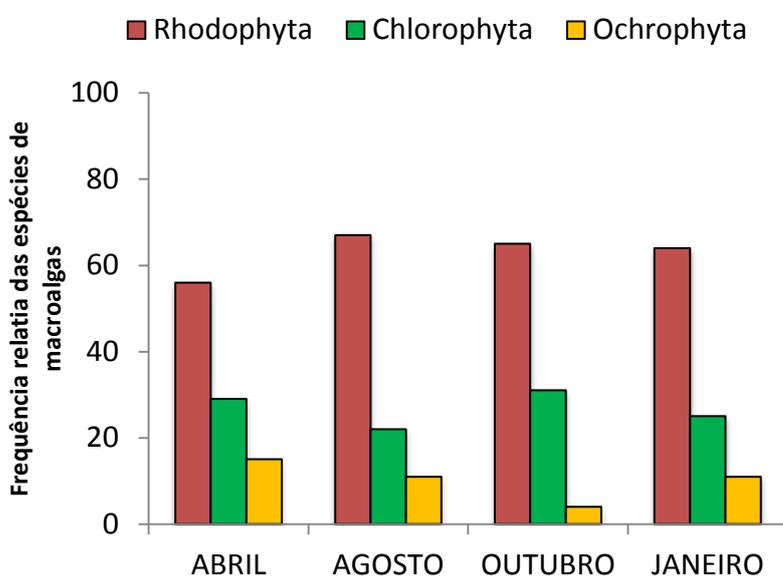


Figura 3. Gráfico de frequência relativa entre algas vermelhas (Rhodophyta), verdes (Chlorophyta) e pardas (Ochrophyta), no período de estudo, na Prainha de Itacoatiara.

O maior número de espécies de macroalgas foi registrado no mês de abril (2009), seguido de janeiro (2010) e outubro (2009) (Tabela 1). O menor número de espécies no mês de agosto (2009) pode estar relacionado com o intenso batimento de ondas.

Esta praia apresenta intenso batimento de ondas, principalmente nos meses de inverno, quando ocorrem as ressacas resultantes de entradas de frentes frias, sistemas meteorológicos comuns desta época do ano (CEPTEC, 2010). O aumento do hidrodinamismo no inverno resulta em interferência mecânica na comunidade.

A intensa ação das ondas pode ocasionar efeitos secundários como soterramento e abrasão por sedimento representando uma fonte de estresse e distúrbio para comunidades bentônicas. Estas alterações promovem a redução da disponibilidade de luz e oxigênio, atuando como agente seletivo na sobrevivência para algumas espécies (D'Antonio, 1986), podendo prejudicar o processo de fixação dos recrutas no substrato (Eriksson e Johansson, 2003).

Tabela 1. Lista de espécies de macroalgas presentes na Prainha de Itacoatiara, em diferentes épocas do ano, e sua classificação quanto ao grupo morfo-funcional (GM): CA=Calcária articulada; Co=Coriácea; Fi=Filamentosa; Fo=Foliácea; MC=Macrófita Corticada.

TÁXONS	GM	ABR	AGO	OUT	JAN
RHODOPHYTA					
<i>Amphiroabeauvoisii</i> J.V. Lamour.	CA	-	-	+	+
<i>Amphiroa rigida</i> J.V. Lamour.	CA	+	-	+	-
<i>Arthrocardia flabellata</i> (Kütz.) Manza	CA	+	+	+	+
<i>Centrocerasgasparrinii</i> (C. Agardh in Kunth) Mont. in Durieu de Maisonneuve	Fi	+	+	+	+
<i>Ceramium brasiliense</i> A.B. Joly	Fi	-	-	+	-
<i>Champia compressa</i> Harv.	MC	+	-	+	+
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harv.	MC	-	-	+	+
<i>Champia vieillardii</i> Kütz.	MC	-	-	+	-
<i>Chondria</i> sp.	MC	-	-	+	-
<i>Corallina officinalis</i> L.	CA	+	+	+	+
<i>Cryptopleura ramosa</i> (Hudson) Kylin ex L. Newton	Fo	+	+	+	+
<i>Erythrotrichiacarnea</i> (Dillwyn) J. Agardh	Fi	-	-	+	-
<i>Gelidium floridanum</i> W.R. Taylor	MC	+	+	-	+
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackh.) Le Jolis	MC	+	+	+	+
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i> (Turner) Mart.	MC	+	-	-	-
<i>Haliptilon subulatum</i> (J. Ellis & Sol.) H. W. Johans.	CA	+	-	-	+
<i>Hypneamusiformis</i> (Wulfen in Jacquin) J. V. Lamour.	MC	+	+	-	+
<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kütz.	MC	+	-	-	+
<i>Jania adhaerens</i> J. V. Lamour.	CA	+	-	+	+
<i>Jania capillacea</i> Harv.	CA	+	-	+	+
<i>Laurencia</i> sp.	MC	+	-	-	-
<i>Neosiphonia gorgoniae</i> (Harv.) S.M. Guim. & M.T. Fujii	Fi	+	-	-	-
<i>Porphyra acanthophora</i> E.C. Oliveira & Coll	Fo	+	+	+	+
<i>Pterocladiallabartlettii</i> (W.R. Taylor) Santel.	MC	+	+	-	+
<i>Pterocladiallaerulea</i> (Kütz.) Santel. & Hommers.	MC	-	+	-	-
<i>Pterocladiallacapillacea</i> (S.G. Gmel.) Santel. & Hommers.	MC	+	+	+	+
<i>Pterocladialla</i> sp.	MC	-	+	-	+
<i>Spyridiahyponoides</i> (Bory in Belanger) Papenf.	Fi	+	-	-	-
OCHROPHYTA					
<i>Chnoospora minima</i> (K. Hering) Papenf.	MC	+	-	+	-
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kütz.) De Paula & De Clerck in De Clerck	Fo	+	-	-	-
<i>Dictyota ciliolata</i> Sonder ex Kütz.	Fo	-	-	-	+
<i>Dictyota</i> sp.	Fo	+	-	-	-
<i>Feldmanniaindica</i> (Sond.) Womersley & A. Bailey	Fi	-	+	-	+
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) Hamel	Fi	+	-	-	-
<i>Padina</i> sp.	Fo	+	-	-	-
<i>Sargassum vulgare</i> var. <i>nanum</i> E. de Paula	Co	-	+	-	+

CHLOROPHYTA

<i>Caulerpa sertularioides</i> (S. G. Gmel.) M. Howe	Fi	+	-	-	+
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kütz.	Fi	-	-	+	+
<i>Cladophora</i> 1	Fi	+	-	-	-
<i>Cladophora</i> 2	Fi	+	-	-	-
<i>Cladophora</i> 3	Fi	-	-	+	-
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C. Hoek	Fi	+	-	-	+
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (C. Agardh) Børgesen	Fi	+	-	+	-
<i>Codium decorticatum</i> (Woodw.) M.A. Howe	MC	+	+	+	-
<i>Codium isthmocladum</i> Vickers	MC	+	+	+	-
<i>Codium taylorii</i> P. C. Silva	MC	+	+	+	+
<i>Derbesia marina</i> (Lyngb.) Solier	Fi	+	-	+	+
<i>Ulva fasciata</i> Delile	Fo	+	+	+	+
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	Fo	-	-	-	+
		34	18	26	28

O presente estudo acrescentou 14 espécies ao realizado por Amado Filho (1991) nesta mesma praia: *Amphiroa rigida*, *Caulerpa sertularioides*, *Centroceras clavulatum*, *Champia parvula*, *Champia vieillardii*, *Codium isthmocladum*, *Dictyota ciliolata*, *Feldmannia indica*, *Haliptilon subulatum*, *Neosiphonia gorgoniae*, *Pterocladia bartlettii*, *Pterocladia cearulescens*, *Spyridia hypnoides*, e *Sargassum vulgare*.

No estudo realizado por Amado Filho foi registrado 85 táxons em Itacoatiara, entre 1986 e 1987, sendo que 56 espécies não foram registradas pelo presente estudo. Das espécies que foram citadas apenas por Amado Filho (1991), 31 pertencem à Divisão Rhodophyta, 14 à Ochrophyta e 11 pertencem à Divisão Chlorophyta. (**Rhodophyta**: *Acrochaetium flexuosum* Vickers, *Acrochaetium globosum* Børgesen, *Acrochaetium microscopicum* (Nägeli ex Kützling) Nägeli in Nägeli & Cramer, *Amphiroa brasiliensis* Decaisne, *Amphiroa fragilissima* (L.) J.V. Lamour., *Bostrychia tenella* (J. V. Lamour.) J. Agardh, *Bryocladia thyrigera* (J. Agardh) F. Schmitz in Falkenb., *Ceramium flaccidum* (Kütz.) Ardiss., *Ceramium tenerrimum* (G. Martens) Okamura, *Ceramium vagans* P.C. Silva, *Cheilosporum sagittatum* (J.V. Lamour.) Aresh., *Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq, *Chondracanthus teedei* (Mertens ex Roth) Fredericq, *Chondria polyrhiza* Collins & Herv., *Dasya brasiliensis* E.C. Oliveira & Y. Braga, *Gastroclonium parvum* (Hollenb.) C.F. Chang & B.M. Xia, *Grateloupia filicina* (J.V. Lamour.) C. Agardh, *Gymnothamnion elegans* (Schousb. Ex C. Agardh) J. Agardh, *Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Ambronn, *Herposiphonia tenella* (C. Agardh) Ambronn, *Janiarubens* (L.) J.V. Lamour., *Lomentaria rawitscheri* A.B. Joly, *Neosiphonia ferulacea* (Suhr ex J. Agardh) S.M. Guim. & M.T. Fujii, *Ophidocladus simpliciusculus* (P. Crouan & H. Crouan) Falkenb., *Plocamium brasiliense* (Grev. in J.St.-Hil.) M. Howe & W. R. Taylor, *Polysiphonia decussate* Hollenb., *Polysiphonia howei* Hollenb. in W. R. Taylor, *Porphyra spiralis* E.C. Oliveira & Coll, *Pterosiphonia spinifera* Kütz. Ardré, *Sahlingia subintegra* (Rosenv.) Kornmann, *Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M. Drew; **Ochrophyta**: *Asteronema breviarticulatum* (J. Agardh) Ouriques & Bouzon, *Bachelotia antillarum* (Grunow) Gerloff, *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derbès & Solier, *Canistrocarpus cervicornis* (Kützling) De Paula & De Clerck in De Clerck f. cervicornis, *Dictyopteris delicatula* J. V. Lamour., *Ectocarpus rallsiae* Vickers, *Hincksia mitchelliae* (Harv.) P. C. Silva, *Levringia brasiliensis* (Mont.) A. B. Joly, *Padina antillarum* (Kütz.) Piccone, *Petalonia fascia* (O.F. Müll.) Kuntze, *Ralfsia expansa* (J. Agardh) J. Agardh, *Sargassum cymosum* C. Agardh, *Sargassum furcatum* Kütz., *Sphacelaria brachygona* Mont.; **Chlorophyta**: *Bryopsis pennata* J. V. Lamour, *Caulerpa fastigiata* Mont., *Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kütz., *Chaetomorpha brachygona* Harv.,

Cladophora coelothrix Kütz., *Cladophora montagneana* Kütz., *Cladophora rupestris* (L.) Kütz., *Codium intertextum* Collins & Herv., *Entocladia viridis* Reinke, *Rhizoclonium riparium* (Roth) Harv., *Ulva flexuosa* subsp. *Flexuosa* Wulfen).

Apenas a diferença apontada para o número de espécies entre os dois estudos não suporta a afirmação de ocorrência de uma extinção local. Espécies de macroalgas apresentam variações sazonais podendo, entre outras características, não se apresentarem em fase macroscópica durante todo o ano, devido a mecanismos de defesa a pressões (herbivoria, disponibilidade de nutrientes, temperatura) que o meio exerce sobre elas (Yoneshigue-Valentin, 2009).

Outras diferenças entre os dois estudos, como esforço amostral e abrangência de ambiente explorado, devem ser consideradas, já que o presente estudo limitou-se à região médio-litoral de costão rochoso.

Para a distribuição relativa das abundâncias dos grupos morfo-funcionais não foram evidenciadas variações marcantes na assembleia de macroalgas, no período de estudo (Fig. 4), com dominância constante de algas calcárias articuladas. Este grupo morfo-funcional de alga apresenta alta resistência em relação ao elevado grau de batimento de ondas, assim como ao impacto por herbivoria moderada, a impregnação das paredes celulares destas algas por carbonato de cálcio pode tornar estas menos palatáveis para os herbívoros, pelo endurecimento do talo e pelo aumento do pH do trato digestivo destes, diminuindo o seu desempenho digestivo (Littler e Littler, 1980, Duffy e Paul, 1992; Pennings e Paul, 1992).

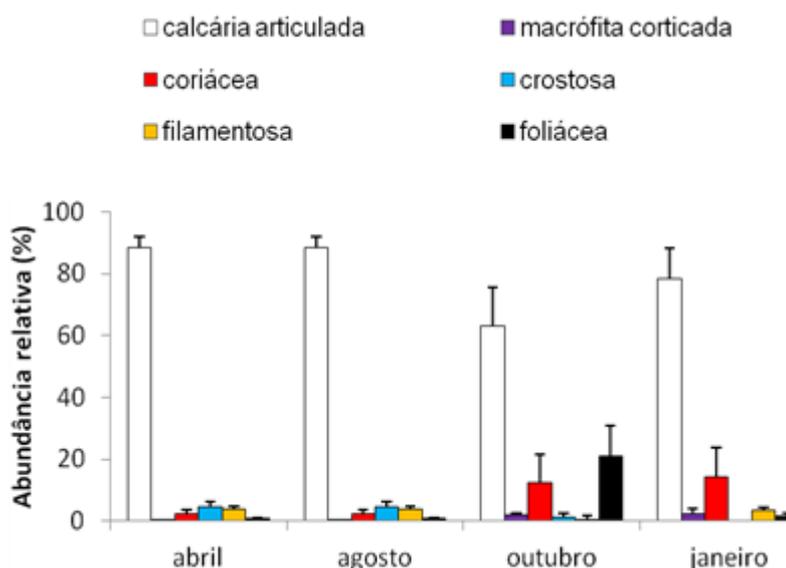


Figura 4. Gráfico das abundâncias relativas entre grupos morfo-funcionais de macroalgas entre épocas de estudo (média, \pm erro-padrão, n=10).

A dominância deste grupo de algas também pode ser explicada pelo maior poder competitivo que as calcárias articuladas apresentam, em função da capacidade de ocupar rapidamente o substrato a partir da base crostosa remanescente, após algum distúrbio (Konar e Foster, 1992). Esta característica torna este grupo de algas altamente eficiente na competição por espaço (Steneck e Dethier, 1994).

O teste de ANOVA unifatorial detectou mudanças significativas apenas em relação aos grupos morfo-funcionais filamentosos e foliáceos. As filamentosas, representadas principalmente pela espécie *Centroceras gasparrinii*, apresentaram abundância semelhante entre épocas do ano, com exceção de outubro (ANOVA, $p < 0,001$, $F = 10,01$), quando foram praticamente ausentes.

As foliáceas, representadas por espécies do gênero *Ulva*, apresentaram um aumento na proliferação em outubro, significativamente maior em relação às outras épocas do ano (ANOVA, $p < 0,001$, $F = 4,41$). Houve uma tendência ao aumento de abundância do grupo morfo-funcional coriáceo, em outubro, representada pela proliferação de *Sargassum vulgare*, entretanto, esta abundância não apresentou nível de significância estatística.

De um modo geral, esta comunidade bentônica apresentou um padrão adequado às boas condições ambientais, durante o período de estudo. Todavia, a “saúde” deste ambiente deve ser monitorada.

A proliferação de algas usadas como bioindicadoras do declínio da qualidade ambiental, como as dos gêneros *Codium* e *Ulva*, assim como outras algas verdes de talos simples, observadas como características de ambientes moderadamente impactados (Teixeira *et al.*, 1987; Wells *et al.*, 2007; Orlando-Bonaca *et al.*, 2008), apresentam tendência a se proliferarem neste local, principalmente nos meses de verão.

A literatura indica que o acesso desordenado dos visitantes de áreas ambientais e a pouca fiscalização acaba resultando em degradação ambiental (Underwood e Kennely, 1990; Pedrini *et al.*, 2007). O pisoteamento e a coleta de organismos de costão rochoso como lembrança são práticas de visitantes que geram maior impacto a esse ambiente (Pedrini *et al.*, 2008).

É importante salientar a necessidade de mais estudos para as praias de Niterói, principalmente aquelas onde as dificuldades de acesso e o alto grau de batimento de ondas contribuem para a escassez de dados, formando lacunas no conhecimento das condições ambientais da região. O abastecimento de dados científicos para esta região facilitaria a tomada de decisões futuras em favor da preservação e conservação dos recursos ambientais.

CONCLUSÕES

Foram identificados 49 táxons, sendo o maior número de espécies de algas vermelhas (Divisão Rhodophyta), seguida das algas verdes (Chlorophyta), e pardas (Divisão Ochrophyta). A maior riqueza de espécies foi registrada no mês de abril (2009), seguido pelo mês de janeiro (2010), e a menor riqueza foi observada no mês de agosto (2009), coincidindo, portanto com a época com maior influência de frentes frias na região estudada.

Houve acréscimo de 14 espécies na listagem de macroalgas bentônicas para o local de estudo.

Ao longo do período de estudo foi verificado um domínio constante das algas do grupo morfo-funcional das calcárias articuladas, com variações na abundância relativa de outros grupos de algas de menor complexidade, principalmente o grupo das filamentosas e das foliáceas.

A comunidade bentônica estudada se mostrou adequada ao monitoramento, visto que esta apresenta boas condições ambientais, porém, foi notada a proliferação de algas dos gêneros: *Codium* e *Ulva*, que podem ser utilizadas usadas como bioindicadoras da qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS M. S.; STAUBER, J. L.; BINET, M. T.; MOLLOY, R.; GREGORY, D. Toxicity of a secondary-treated sewage effluent to marine biota in Bass Strait, Australia: Development of action trigger values for a toxicity monitoring program. *Marine Pollution Bulletin*. v. 57, p. 587–598, 2008.
- 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.

- AMADO FILHO, G. M. Algas marinhas bentônicas do litoral de Saquarema a Itacoatiara (RJ). 1991. 322 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BARRETT, N. S.; BUXTON, C. D.; EDGAR, G. J. Changes in invertebrate and macroalgal populations in Tasmanian marine reserves in the decade following protection. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 370, p. 104-119, 2009.
- BATES, C. R.; SCOTT, G.; TOBIN, M.; THOMPSON, R. Weighing the costs and benefits of reduced sampling resolution in biomonitoring studies: Perspectives from the temperate rocky intertidal. *Biological Conservation*, v. 137, p. 617-625, 2007.
- BIGGS, B. J. F. Patterns in benthic algal of streams. In: Stevenson, R. J.; Bothwell, M. L.; Lowe, R. L. (Eds). *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, New York. p. 31-56, 1996.
- BORJA, A.; MUXIKA, I.; FRANCO, J. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*, v. 46, p. 835-845, 2003.
- BRAWLEY, S. H. Mesoherbivores. In JOHN, D. M., HAWKINS, S. J.; PRICE, J. H. (Eds.) *Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos*. The Systematics Association Special Volume, Clarendon Press, Oxford, n. 46, p.253-263,1992.
- BREMNER, J. Species' traits and ecological functioning in marine conservation and management. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 366, p. 37-47, 2008.
- BROSNAN, D. H. M. Ecology of tropical rocky shores: plant-animal interactions in tropical and temperate latitudes. In JOHN, D. M., HAWKINS, S. J.; PRICE, J. H. (Eds.) *Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos*. The Systematics Association Special Volume, Clarendon Press, Oxford, n. 46, p.101-131,1992.
- BULA-MEYER, G. Las espécies de *Champia* (Rhodophyta: Champiaceae) de talo aplanado y uma nueva del Caribe colombiano. *Caldasia*, v. 19, n. 1-2, p. 83-90, 1997.
- CHEUNG, W. W. L.; LAM, V. W. Y.; SARMIENTO, J. L.; KEARNEY, K.; WATSON, R.; PAULY, D. Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and Fisheries*, v, 10, p. 235-251, 2009.
- COUTINHO, R. Bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Orgs.). *Biologia Marinha*, Rio de Janeiro, Interciência, p. 147-157, 2002.
- CEPTEC/INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2009. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/13639>>. Acessado em: 13 mai. 2013.
- DÍEZ, I.; SECILLA, A.; SANTOLARIA, A.; GOROSTIAGA, J. M.. Phytobenthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient. *Marine Pollution Bulletin*, v. 38, p. 463-472, 1999.
- D'ANTONIO, C. M. The role of sand in domination of hard substrata by the intertidal alga *Rhodomelalarix*. *Marine Ecology Progress Series*, v. 27, p. 263-275, 1986.
- DONNELLY, A.; JONES, M.; O'MAHONY, T.; BYRNE, G. Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 27, p. 161-175, 2007.
- DUFFY, J. E.; PAUL, V. J. Prey nutritional quality and the effectiveness of chemical defenses against tropical reef fishes. *Oecologia*, v. 90, p. 333-339, 1992.
- ERIKSSON, B. K.; JOHANSSON, G. Sedimentation reduces recruitment success of *Fucus vesiculosus* (Phaeophyceae) in Baltic Sea. *European Journal of Phycology*, v. 38, p. 217-222, 2003.

- FALCÃO, C.; MAURAT, M. C.; NASSAR, C. A. G.; SZÉCHY, M. T. M.; MITHCHELL, G. J. P. Benthic marine flora of the northeastern and southeastern coast of Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil: phytogeographic considerations. *Botanica Marina*, v. 35, p. 357-364, 1992.
- FAVERI, C.; SCHERNER, F.; FARIAS, J.; OLIVEIRA, E. C.; HORTA, P. A. Temporal changes in the seaweed flora in Southern Brazil and its potential causes. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 5, n. 2, p. 350-357, 2010.
- FIGUEIREDO, M. A. de O. Colonization and growth of crustose coralline algae in Abrolhos, Brazil. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, v. 1, p. 689-694, 1997.
- FIGUEIREDO, M. A. de O. BARRETO, M. B. B.; REIS, R. P. Caracterização das macroalgas nas comunidades marinhas da área de proteção ambiental de Cairuçu, Parati, RJ – subsídios para futuros monitoramentos. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, p. 11-17, 2004.
- FIGUEIREDO, M. A. O.; TÂMEGA, F. T. S. Macroalgas Marinhas. In: CREED, J. C.; PIRES, D. O.; FIGUEIREDO, M. A. O. (Orgs.), *Biodiversidade marinha da baía da Ilha Grande*. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas - Departamento de Conservação da Biodiversidade. *Biodiversidade 23*. Brasília, p. 153-180, 2007.
- FLATEN; G. R.; BOTNEN, H.; GRUNG, B.; KVALHEIM, O. M. Quantifying disturbances in benthic communities - comparison of the community disturbance index (CDI) to other multivariate methods. *Ecological Indicators*, v. 7, p. 254-276, 2007.
- FLEURY, B. G. *Ecologia Química Marinha: Competição por espaço entre corais e efeitos de nutrientes no metabolismo secundário de macroalgas e octocorais*. 1999. 236 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- GUIMARÃES, S. M. P. B., FUJII, M. T., PUPO, D. ; YOKOYA, N. S. Reavaliação das características morfológicas e suas implicações taxonômicas no gênero *Polysiphonia sensu lato* (Ceramiales, Rhodophyta) do litoral dos estados de São Paulo e Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, n. 1, p. 163-18, 2004.
- GURGEL, C. F. D. Estudo qualitativo e quantitativo das populações de macroalgas de uma comunidade bentônica sob impacto antropogênico. 1997. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- HOAGLAND, K. D.; ROEMER, S. C.; ROSOWKI, J. R. Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms Bacillariophyceae. *American Journal of Botany*, v. 69, p. 188-213, 1982.
- HOAGLAND, K. D.; ZLOTSKI, A.; PETERSON, C. G. The source of algal colonizer on rock substrates in a freshwater impoundment. In: EVANS, L.V.; HOAGLAND, K. D. (Eds). *Algal biofouling*. Elsevier Science, Amsterdam, p. 21-39, 1986.
- JOLY, A. B. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica*, v. 21, p. 1-393, 1965.
- KONAR, B.; FOSTER, M. S. Distribution and recruitment of subtidal geniculate coralline algae. *Journal of Phycology*, v. 28, p. 273-280, 1992.
- LITTLER, D. S.; LITTLER, M. M. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *The American Naturalist*, v. 116, p. 25-44, 1980.
- LITTLER, D. S.; LITTLER, M. M. *Caribbean reef plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of México*. Washington, Offshore Graphics, 2000. 542p.

- MACHADO, G. E. M.; NASSAR, C. A. G.; SZÉCHY, M. T. M. Flora ficológica da região sublitorânea rasa de costões rochosos do Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n. 1, p. 71-82, 2011.
- MOURA, C. W. N. Coralináceas com genículo (Rhodophyta, Corallinales) do litoral do Brasil. Tese de doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2000. 264 p.
- MUNIZ, R. A.; GONÇALVES, J. E. A.; SZÉCHY, M. T. M. Variação temporal das macroalgas epífitas em *Sargassum vulgare* A. Agardh (Phaeophyta, Fucales) da Prainha, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. *IHERINGIA, Série Botânica, Porto Alegre*, v. 58, n. 1, p. 13-24, jan/jun. 2003.
- MUNIZ, R. A. Efeitos do dossel de *Sargassum vulgare* (Ochrophyta – Fucales) em duas comunidades na Baía da Ilha Grande, RJ. 2008. 159 p. Tese (Doutorado em Botânica) - Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- NORRIS, R. H. Biological monitoring: the dilemma of data analysis. *Journal of the North American Benthological Society*, v.14, p. 440-450, 1995.
- ODUM, E. P. *Ecologia*. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro, 1988, 434p.
- ORLANDO-BONACA, M.; LIPEJ, L.; ORFANIDIS, S. Benthic macrophytes as a tool for delineating, monitoring and assessing ecological status: The case of Slovenian coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, v. 56, p. 666-676, 2008.
- PEDRINI, A. de G.; DUTRA, D.; ROBIM, M. de J.; MARTINS, S. L. Gestão de áreas protegidas e avaliação da educação ambiental no ecoturismo: estudo de caso com o projeto trilha subaquática – educação ambiental nos ecossistemas marinhos – no Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *OLAM - Ciência & Tecnologia São Paulo*, p: 31-54, 2008.
- PEDRINI, A. G.; COSTA, C.; NEWTON, T.; MANESCHY, F. S.; SILVA, V. G.; BERCHEZ, F.; SPELTA, L.; GHILARDI, N. P.; ROBIM, M. J. Efeitos ambientais da visita turística em áreas protegidas marinhas: estudo de caso na piscina natural marinha, Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *OLAM – Ciência e Tecnologia*, v. 7, p. 678-696, 2007.
- PENNINGS, S. C.; PAUL, V. J. Effects of plant toughness, calcification and chemistry on herbivory by *Dolabella auricularia*. *Ecology*, v. 73, p. 1606-1619, 1992.
- 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.
- ROBERTS, D. A.; JOHNSTON, E. L.; POORE, A. G. B. Biomonitors and the assessment of ecological impacts: Distribution of herbivorous epifauna in contaminated macroalgal beds. *Environmental Pollution*, v. 156, p. 489 -503, 2008.
- SCHMITT, R. J.; OSENBURG, C. W., (Eds.). *Detecting Ecological Impacts: Concepts and Applications in Coastal Habitats*. Academic Press, San Diego, California, 1996. 401p.
- SOUZA, G. S. DE; COCENTINO, A. DE L. M. Macroalgas como indicadores da qualidade ambiental da praia de Piedade – PE. *Tropical Oceanography, Recife*, v. 32, n. 1, p. 1-22, 2004.
- STENECK, R. S.; DETHIER, M. N. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, v, 69, p. 476-498. 1994.
- 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 Brasilica*, 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.
- SZÉCHY, M. T. M.; VELOSO, V. G.; PAULA, E. J. Brachyura (Decapoda, Crustacea) of phytobenthic communities of the sublittoral region of rocky shores of Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil. *Tropical Ecology*, v. 42, p. 231-241, 2001.
- TANAKA, M. O.; LEITE, F. P. P. Spatial scaling in the distribution of macrofauna associated with *Sargassum stenophyllum* (Mertens) Martius: analyses of faunal groups, gammarid life habitats, and assemblage structure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 293, p. 1-22, 2003.
- TAOUIL, A.; YONESHIGUE – VALENTIN, Y. Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, n. 4, p. 405-412, dez. 2002.
- TEIXEIRA, V. L.; PEREIRA, R. C., JÚNIOR, A. N. M., LEITÃO FILHO, C. M.; SILVA, C. A. R. Seasonal variations. In *Infralittoral seaweed communities under a pollution gradient in Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Brazil)*. *Ciência e Cultura*, v. 39, p. 423-428, 1987.
- UNDERWOOD, A. J.; KENNELLY, S. J. Pilot studies of human disturbance of intertidal habitats in New South Wales. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, v.41, p. 165-173, 1990.
- VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica. *Química Nova*, v. 27, 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.
- WELLS, E.; WILKINSON, M.; WOOD, P.; SCANLAN, C. The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, v. 55, p. 151-161, 2007.
- WON, B. Y.; CHO, T. O.; FREDERICK, S. Morphological and molecular characterization of species of genus *Centroceras* (Ceramiacea, Ceramiales), including two new species. *Journal of Phycology*, v. 45, p. 227-250, 2009.
- WYNNE, M. J. A checklist of marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *Nova Hedwigia*, v.129, p.1-152, 2011.
- YONESHIGUE – VALENTIN, Y. Ciclo de vida de algas marinhas pluricelulares. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Orgs). *Biologia Marinha*, Rio de Janeiro: Interciência. Ed. 2, p. 95-109, 2009.
- YONESHIGUE – VALENTIN, Y.; VALENTIN, J. L., 1992. Macroalgae of the Cabo Frio. Upwelling region, Brasil: ordination of communities. In: SEELIGER, U. (Ed.), *Coastal plant communities of Latin América*. Academic Press, San Diego, Cap. 2, p. 31-50, 1992.
- YONESHIGUE – VALENTIN, Y; LOIVOS, A. M.; SILVA, R. C. C. S.; FERNANDES, D. R. P. Contribuição ao conhecimento e preservação das algas multicelulares bentônicas do Costão dos Cavaleiros – Macaé, estado do Rio de Janeiro. *IHERINGIA, Série Botânica*, Porto Alegre, v. 63, n. 1, p. 129-134, jan./jun. 2008.
- ZAR J. H. *Bioestatistical analysis*. 2nd ed. Prentice-Hall International, London. 2010, 718p.