

Composição e estrutura da comunidade fitobentônica do infralitoral da praia de Itaipu, Niterói, Brasil: subsídios para monitoramento e conservação¹

Ana Carolina da Silva Braga², Frederico Tapajós de Souza Tâmega³, Alexandre de Gusmão Pedrini⁴
& Raquel de Azeredo Muniz²

¹ Parte da Monografia de Bacharelado da primeira autora do curso de Biologia Marinha nas Faculdades Integradas Maria Thereza, Niterói, Rio de Janeiro. annacarolbr@gmail.com

² Faculdades Integradas Maria Thereza, Rua Visconde do Rio Branco 869, São Domingos, Niterói, CEP 24.040-006, RJ, Brasil. raqmuniz@hotmail.com

³ Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Departamento de Oceanografia, Rua Kioto 253, 28930-000. Arraial do Cabo, RJ, Brazil.

⁴ Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, sala 525/1, Maracanã, Rio de Janeiro, CEP 20550-013, RJ, Brasil. pedrini@globocom

Recebido em 23.III.2013. Aceito em 25.VIII.2014.

RESUMO – Este estudo teve como objetivo avaliar quali-quantitativamente a assembleia de macroalgas e organismos associados, do costão rochoso da praia de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro. Foram calculadas a riqueza, a diversidade e a equitabilidade das espécies. A variação temporal da massa seca das macroalgas, de acordo com seus grupos morfofuncionais também foi avaliada. Foram identificados 26 taxa: *Chlorophyta* (7), *Ochrophyta* (3) e *Rhodophyta* (16). Macroalgas foliáceas, do gênero *Ulva* Linnaeus, 1753, foram as mais abundantes. A baixa riqueza e diversidade de espécies, e a proliferação de *Ulva*, considerada oportunista, e ausência de algas pardas, na maior parte do período de estudo, podem indicar a presença de impactos ambientais, principalmente a eutrofização, visto que o local está recebendo descarga de sedimentos da Baía de Guanabara. Portanto, sugere-se o monitoramento desta região, através do acompanhamento temporal das assembleias de macroalgas.

Palavras-chave: bioindicador, costão rochoso, grupos morfofuncionais, monitoramento

ABSTRACT – **Composition and structure of phytobenthonic community from Itaipu beach infralittoral, Niteroi, Brazil: subsidies for monitoring and conservation.** This study aimed at evaluating both quali- and quantitatively the assembly of macroalgae and associated organisms from the rocky shore at Itaipu beach, Niterói, Rio de Janeiro. Richness and diversity were calculated as well as species equitability. The temporal variation of macroalgal dry mass was also evaluated according to morphofunctional groups. We 26 identified taxa: *Chlorophyta* (7), *Ochrophyta* (3) and *Rhodophyta* (16). Foliose macroalgae from the genus *Ulva*, were the most abundant. The low richness and species diversity, proliferation of *Ulva*, considered opportunistic, and the absence of brown algae, during most of the study, may indicate the environmental impacts, mainly eutrophication, since the site receives sediment discharge from Guanabara Bay. Therefore, we suggest the constant monitoring of this region through the use of macroalgal assemblages.

Keywords: bioindicator, monitoring, morphofunctional groups, rocky shore

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas marinhos apresentam uma grande riqueza de espécies, e fornecem serviços ambientais de extrema importância para as populações humanas, com destaque para os costões rochosos e formações recifais (Nybakken 1997, Ferreira & Maida 2006, Barbier 2012). Todavia, tais ecossistemas se encontram em um rápido processo de degradação, em função de diversos tipos de impactos, em muitas regiões no mundo (Thompson *et al.* 2002, Airolidi *et al.* 2008, Diaz & Rosenberg 2008, Defeo *et al.* 2009).

No litoral brasileiro, os ecossistemas marinhos geralmente apresentam uma flora marinha rica em espécies (Brito *et al.* 2002, Figueiredo & Tâmega 2007, Machado *et al.* 2007, Horta *et al.* 2008, Villaça *et al.* 2008, Brasileiro *et al.* 2009, Muniz *et al.* 2013), representada principalmente por macroalgas bentônicas, que apresentam grande importância ecológica em muitos aspectos, como: sequestro de carbono (Raven 2010), fornecimento de abrigo, substrato e local de reprodução para muitas espécies (Edgar & Klumpp 2003, Muniz *et al.* 2003, Schreider *et al.* 2003, Tanaka & Leite 2003), dentre outras.

Apesar desta importância, a maioria dos estudos sobre estas no Brasil se concentram no Estado do Rio de Janeiro (Horta 2000). Entretanto, nas praias do município de Niterói os estudos ainda são escassos e pontuais, gerando uma grande lacuna sobre o conhecimento da estrutura e dinâmica destas comunidades. Fato este que colabora para o atraso da implementação de políticas públicas, relacionadas à conservação e ao uso sustentável dos recursos marinhos. Estas medidas são de extrema importância para as comunidades tradicionais locais, principalmente a de pescadores (Monteiro-Neto *et al.* 2008).

Porém, podem ser citadas algumas publicações, que são referências importantes para esta região. Destacam-se àquelas ligadas à redução da riqueza específica da flora marinha, em função da degradação ambiental, principalmente em função da eutrofização, em praias próximas à Baía de Guanabara, como verificado em trabalhos realizados por: Carneiro *et al.* (1987), Teixeira *et al.* (1987) e Taouil & Yoneshigue-Valentin (2002).

Sob o ponto de vista taxonômico, tais trabalhos registraram a proliferação de espécies de *Chlorophyta*, e a perda de espécies de *Ochrophyta*. Levando-se em consideração os grupos morfofuncionais, verifica-se a substituição de grupos de algas com talos

complexos, por grupos de algas com talos pouco complexos e efêmeros, como os filamentosos e foliáceos.

Na região oceânica de Niterói, os trabalhos realizados por Pedrini *et al.* (1998), e por Pedrini *et al.* (2002) com coletas nas lagunas de Itaipu e Piratininga, respectivamente, verificaram diferentes padrões na riqueza de espécies. Em Piratininga, foram encontradas apenas 14 *taxa* de macroalgas, entre 1990 e 1991. Nesta época, este ecossistema já era considerado de meso a hipertrófico, devido ao despejo de esgoto, e com pouca influência da água do mar, o que gera uma baixa taxa de renovação da água (Knoppers *et al.* 1991).

Na laguna de Itaipu foram encontrados 65 *taxa* de macroalgas, constando inclusive o registro de uma nova ocorrência para costa Sul Americana de *Rhodophyta* da espécie *Audouinella sancti-thomae* (Börgesen) Garbary (De Paula & Pedrini 1998, Pedrini *et al.* 1998). Todavia, não existem publicações com registros sobre a comunidade bentônica do costão rochoso da praia de Itaipu, e tão pouco sobre as modificações que esta vem sofrendo, em função dos impactos crescentes nesta região.

Neste contexto, o presente trabalho propõe como objetivo geral: avaliar quali-quantitativamente a comunidade fitobentônica do infralitoral do costão rochoso da praia de Itaipu, ao longo do período entre novembro de 2010 e maio de 2011. Como objetivos específicos: (1) identificar se existe variação temporal significativa na diversidade e riqueza de macroalgas; (2) avaliar se existe variação temporal significativa na abundância relativa da biomassa dos grupos morfofuncionais de macroalgas bentônicas e invertebrados associados.

MATERIAL E MÉTODOS

A praia de Itaipu, localizada na região oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, apresenta uma enseada de aproximadamente de 42km², sendo limitada a leste pelo morro das Andorinhas e a oeste pela ponta da Galheta além de abrigar um arquipélago de três ilhas (ilha da Menina, ilha da Mãe e ilha do Pai) (Santos *et al.* 2004).

Para fins de preservação das artes de pesca e da cultura da colônia local de pescadores, assim como de conservação dos recursos pesqueiros na região, foi criada a Reserva Extrativista Marinha de Itaipu, através do decreto nº 44.417 de 30 de setembro de 2013.

O local de estudo (22°53'14"S; 43°22'48"W) (Fig. 1) situa-se ao longo de um costão rochoso com

aproximadamente 30m de extensão, formado por matacões de rochas entre 2 a 4m de profundidade. Entre 2010 e 2011, esta praia encontrava-se

constantemente não recomendada para o banho, segundo dados publicados pelo INEA (2012) (Fig. 2).

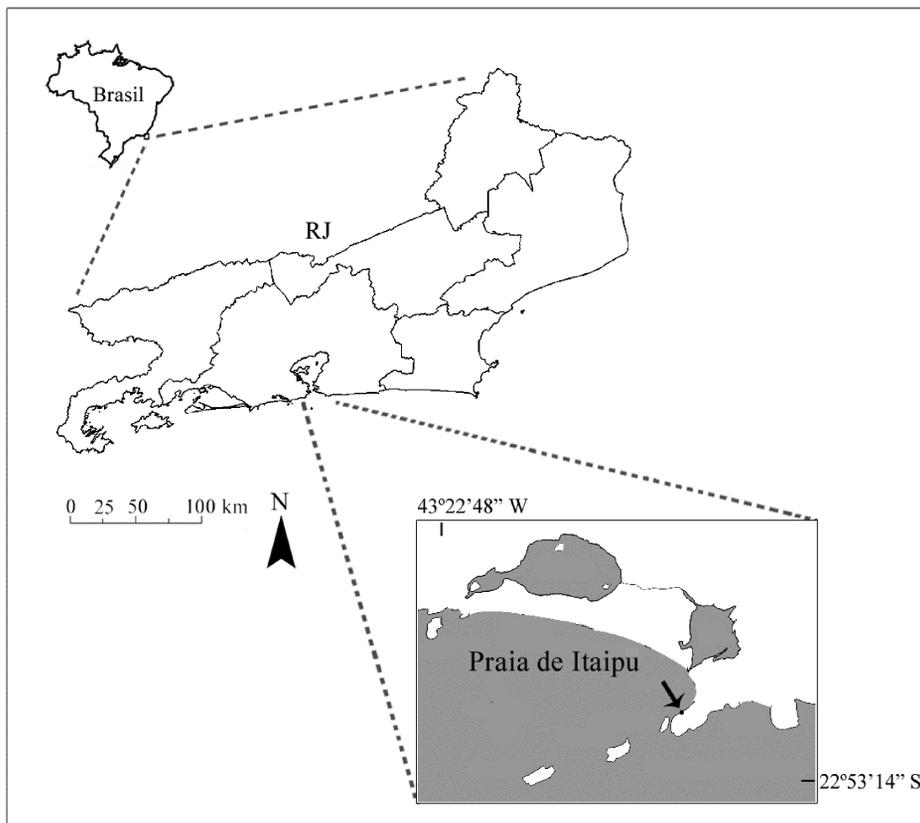


Fig. 1. Praia de Itaipu em Niterói com o local de estudo indicado por seta.

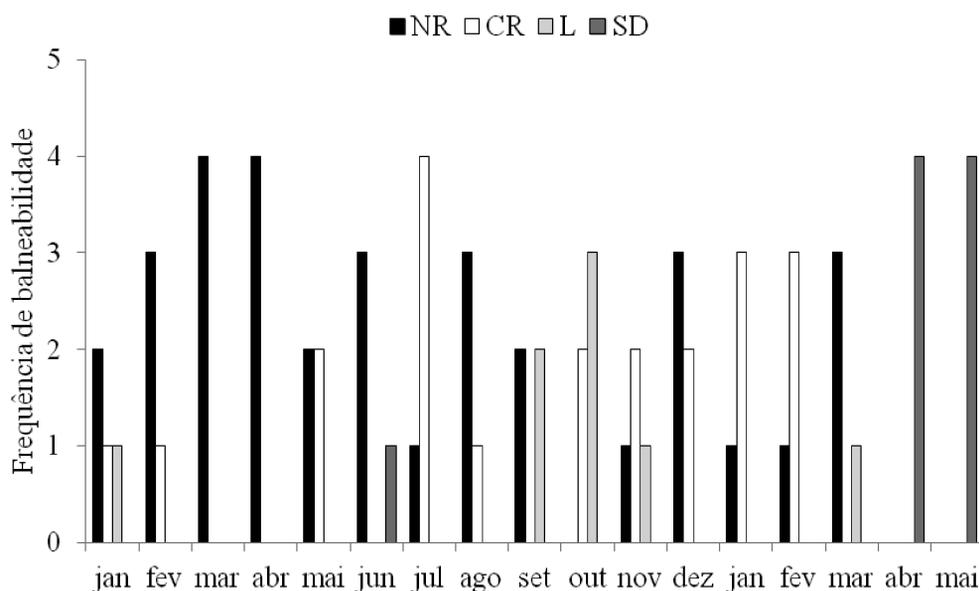


Fig. 2. Frequência mensal (em número de dias) de balneabilidade da praia de Itaipu entre 2010 e 2011 (INEA, 2012). NR= não recomendado, CR= com restrições, L=liberada e SD= sem dados.

Análise qualitativa

As amostragens para as análises qualitativas foram realizadas através de coletas bimestrais, entre novembro de 2010 e maio de 2011, na região de infralitoral (entre 2 e 5m de profundidade), através de mergulho livre. As amostras coletadas foram preservadas em solução de formaldeído à 4% em água do mar. Posteriormente, as macroalgas foram triadas e identificadas em laboratório, seguindo a metodologia descrita por Taouil & Yoneshigue-Valentin (2002). As espécies foram identificadas com auxílio da chave artificial de identificação taxonômica de Joly (1965), com complementação de outras bibliografias especializadas quando necessário, e enquadradas no sistema nomenclatural proposto por Wynne (2011). A classificação das espécies segundo seus grupos morfo-funcionais, baseando-se na classificação de Steneck & Dethier (1994), na qual as características morfológicas são relacionadas às suas características ecológicas, também foi levada em consideração nesta análise. As algas calcárias incrustantes foram excluídas desta análise, devido a complexo procedimento de histologia do grupo.

Análise da variação temporal quantitativa dos grupos morfofuncionais de macroalgas e invertebrados associados

Para esta análise também foram utilizadas amostragens bimestrais, entre novembro de 2010 e maio de 2011, com a utilização de quadrados de 0,04m² (n=10), dispostos aleatoriamente ao longo de um transecto de 20m, sobre o costão rochoso, na faixa do infralitoral, em profundidades entre 2 e 3m. O tamanho da unidade amostral foi definida em função do tamanho médio dos organismos de maior porte. Os organismos dentro da área dos quadrados foram raspados (com exceção das algas calcárias incrustantes), acondicionados em sacos plásticos individuais, devidamente etiquetados e conservados em solução de formaldeído a 10% com água do mar, para a conservação dos invertebrados associados. Em seguida, as amostras foram transportadas ao laboratório, e posteriormente, triadas de acordo com o seu respectivo gênero e grupo morfofuncional, baseando-se na referida classificação de Steneck & Dethier (1994). Após a triagem, as amostras foram secas (60°C) e pesadas, para obtenção de suas massas secas de acordo com o seu respectivo gênero e grupo morfofuncional, e estas foram utilizadas para os cálculos de abundância relativa. Os invertebrados

associados foram triados, secos e pesados, sendo todos colocados como um grupo genérico.

Análise estatística dos dados

Para a análise dos dados qualitativos foram calculados: a riqueza e a diversidade, a partir do índice de Shannon & Weaver (H'). A primeira foi calculada a partir da média do número de espécies encontradas nos quadrados distribuídos no costão, por período de coleta. E o último foi calculado a partir dos dados de massa seca, por categoria taxonômica de gênero baseando-se no trabalho de Paula *et al.* (2003). As diferenças entre os resultados de riqueza foram analisadas através do teste de ANOVA unifatorial, assumindo-se a normalidade dos dados e testando a homogeneidade a partir do teste de Cochran. A equitabilidade da comunidade estudada, entre os diferentes tempos, ao longo do período estudado, foi verificada através do índice de Pielou (J').

Para a análise da variação temporal dos dados quantitativos foi calculada a abundância relativa de massa seca, através do percentual de sua massa seca em relação à massa seca total dos organismos, usando a fórmula, Percentual de Contribuição = (média da massa seca do organismo/média da massa total dos organismos) × 100 (Amado Filho *et al.* 2003). As macroalgas foram selecionadas a partir de seus grupos morfofuncionais, segundo a classificação de Steneck & Dethier (1994), e os invertebrados associados foram caracterizados como um grupo único. Posteriormente, os dados de porcentagem média de massa seca foram transformados em arco seno da raiz quadrada da proporção, para a realização do teste de ANOVA unifatorial, possibilitando a verificação de diferenças significativas entre médias, de cada grupo morfofuncional de alga e de invertebrados associados, entre épocas do ano. O teste de Cochran foi aplicado para verificar a homogeneidade das variâncias, mesmo após a transformação dos dados, assumindo-se a normalidade (Zar 2010). Quando houve interações significativas, foi utilizado o teste de Tukey, para comparação das médias (Underwood 1997). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statística 7.0 (Statsoft).

RESULTADOS

No presente estudo foi identificado um total de 26 *taxa*, sendo 07 (27%) pertencentes à Divisão *Chlorophyta*, 03 (12%) à Divisão *Ochrophyta* e 16 (61%) à Divisão *Rhodophyta* (Tab. 1). As macroalgas

da Divisão *Rhodophyta* foram mais ricas em espécies, seguidas pelas *Chlorophyta* e com menor riqueza, o grupo das *Ochrophyta*. Cinco espécies ocorreram em todos os meses amostrados *Cladophora vagabunda*

(L.) Hoek, *Ulva fasciata* Delile, *Centroceras gasparrinii* (C. Agardh) Montagne, *Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq e *Hypnea cervicornis* J. Agardh.

Tabela 1. Lista dos *taxa* encontrados na praia de Itaipu, no período de estudo, incluindo a classificação destes segundo seus grupos morfofuncionais: Filamentosa (1), foliácea (2), macrófitas corticadas (3), crostosa não calcária (4) e calcária articulada (5).

<i>Taxa</i>	Nov	Jan	Mar	Mai
<i>Chlorophyta</i>				
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) Hoek ⁽¹⁾	X	X	X	X
<i>Codium decortcatum</i> (Woodw.) Howe ⁽³⁾	X	X	X	
<i>Codium intertextum</i> Collins & Hervey ⁽⁴⁾	X	X		
<i>Codium isthmocladum</i> Vickers ⁽³⁾	X			
<i>Codium taylorii</i> P.C. Silva ⁽³⁾			X	X
<i>Ulva fasciata</i> Delile ⁽¹⁾	X	X	X	X
<i>Ulva flexuosa</i> (Wulfen) J. Agardh ⁽¹⁾	X			
<i>Ochrophyta</i>				
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier ⁽⁴⁾		X		
<i>Dictyopteris delicatula</i> J. V. Lamouroux ⁽²⁾		X		
<i>Padina gymnospora</i> (Kützing) Sonder ⁽²⁾		X		
<i>Rhodophyta</i>				
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V. Lamouroux ⁽⁵⁾		X		
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux ⁽⁵⁾		X		
<i>Arthrocardia flabellata</i> (Kützing) Manza ⁽⁵⁾		X		
<i>Centroceras gasparrinii</i> (C. Agardh) Montagne ⁽¹⁾	X	X	X	X
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harvey ⁽³⁾	X			
<i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq ⁽³⁾	X	X	X	X
<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J. Agardh ⁽³⁾		X		
<i>Hypnea cervicornis</i> J. Agardh ⁽³⁾	X	X	X	X
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J. V. Lamouroux ⁽³⁾	X	X		
<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing ⁽³⁾		X		X
<i>Jania adhaerens</i> J.V. Lamouroux ⁽⁵⁾				X
<i>Jania capillacea</i> Harvey ⁽⁵⁾				X
<i>Peyssonnelia</i> sp. ⁽⁴⁾	X			
<i>Plocamium brasiliense</i> (Greville) Howe & Taylor ⁽³⁾	X			
<i>Polysiphonia</i> sp. ⁽¹⁾	X			
<i>Pterocladia capillacea</i> (Gmelin) Santelices & Hommersand ⁽³⁾		X		X
Total	14	17	7	10

Na ocorrência das espécies entre épocas do ano, foi observado um maior número de *taxon* registrado em janeiro de 2011 (65% do total de *taxa* de macroalgas observadas no local). O segundo maior registro

foi observado previamente, em novembro de 2010 (54%). O mês de março de 2011 foi o que apresentou o menor número de registros (27%) seguido do mês de maio (38%). A distribuição de espécies e suas

respectivas divisões pode ser observada na tabela 1. A partir desta, pode-se observar que os períodos com maior número de registros de macroalgas verdes foi em novembro, e o de macroalgas vermelhas em janeiro de 2011, o único período no qual foram observadas macroalgas pardas.

O grupo morfofuncional mais representativo em número de espécies foi o das macrófitas corticadas (12 espécies), seguido das algas calcárias articuladas (5 espécies), filamentosas (4 espécies), foliáceas (3

espécies) e o menos representativo foi o grupo das algas crostosas não calcárias (2 espécies) (Tab. 1).

Segundo o teste de ANOVA unifatorial, não foi verificada uma variação temporal significativa da riqueza média de espécies ($p=0,25$; $F=1,42$). Entretanto, foi observada uma tendência a maior riqueza de espécies nos meses de janeiro e maio. Enquanto que os maiores valores dos índices de diversidade e de equitabilidade foram observados no mês de maio de 2011 (Tab. 2).

Tabela 2. Lista de índices de riqueza, diversidade e equitabilidade de espécies da comunidade estudada, entre novembro de 2010 e maio de 2011 (média \pm desvio-padrão, $n=10$).

Período	2010		2011	
Índices	Nov	Jan	Mar	Mai
Riqueza	3,1 \pm 1,4	4,1 \pm 0,87	3,6 \pm 1,9	4,4 \pm 1,6
Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H')	0,2	0,08	0,6	1,5
Índice de equitabilidade de Pielou (J')	0,09	0,03	0,3	0,6

Todavia, a variação temporal da abundância relativa dos grupos morfofuncionais de macroalgas, em termos de massa seca foi verificada. As macroalgas do grupo das foliáceas, representadas principalmente pela espécie *U. fasciata*, apresentaram uma significativa variação temporal de abundância, apresentando massa seca praticamente nula no mês de maio de 2011 (ANOVA, $p\leq 0,0001$; $F=9,49$). As macrófitas corticadas, representadas principalmente por espécies do gênero *Hypnea*, também apresentaram diferenças temporais significativas de abundância, com reduzido valor

de sua massa seca entre novembro de 2010 e março de 2011 e proliferação intensa em maio de 2011 (ANOVA, $p\leq 0,0001$; $F=10,88$), conforme pode ser observado na Figura 3. Outros grupos morfofuncionais de macroalgas, como filamentosas e calcárias articuladas foram verificadas, conforme já citado. Entretanto, apresentaram abundância reduzida, e portanto, foram excluídos das análises. Os invertebrados apresentaram uma pequena oscilação de abundância, mantendo massa seca praticamente constante ao longo do período de estudo.

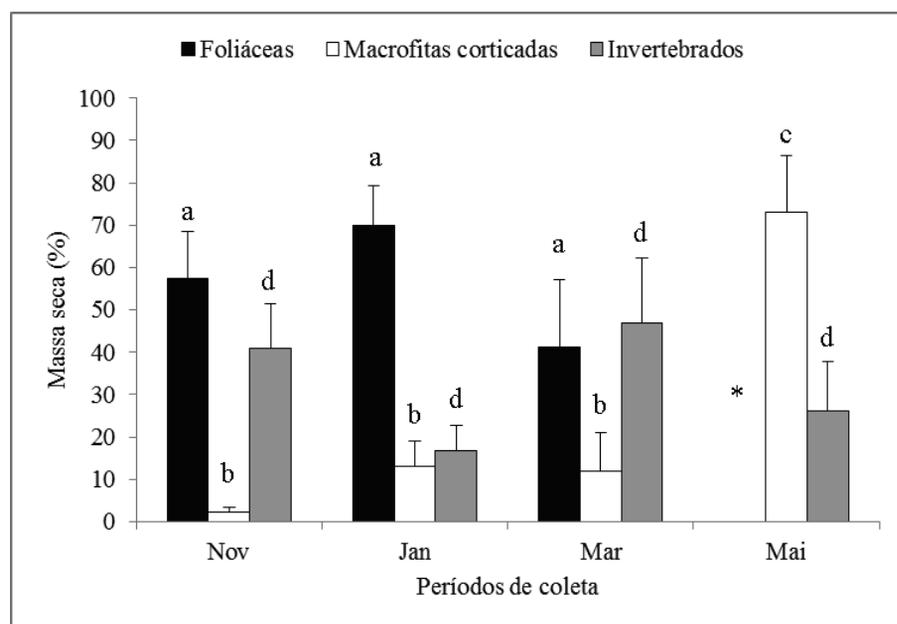


Fig. 3. Abundância relativa dos diferentes grupos morfofuncionais de macroalgas e invertebrados no período de estudo (média \pm erro padrão). As letras acima das barras indicam as diferenças entre médias pelo teste de Tukey.

DISCUSSÃO

O padrão verificado no presente estudo, no qual foi observado um maior número de espécies de *Rhodophyta*, seguido de espécies de *Chlorophyta*, e o menor número de espécies de *Ochrophyta* segue o padrão biogeográfico esperado para a costa brasileira, como observado em outros trabalhos, a exemplo de: Muniz *et al.* (2003) na observação de macroalgas epífitas de *Sargassum vulgare* C. Agardh, na Prainha, em Arraial do Cabo (RJ), Guimarães (2003) sobre a flora marinha do Estado do Espírito Santo, Santos *et al.* (2006) na praia de Boa Viagem (PE) Pernambuco, Machado *et al.* (2007) na praia de Picinguaba (SP), Reis (2009) na ilha de Marambaia (RJ), Muniz *et al.* (2013), no Arquipélago das Cagarras (RJ), dentre outros.

Todavia, a baixa riqueza e diversidade de espécies na praia de Itaipu, ao longo do período de estudo pode ser um indicativo da redução da qualidade da água do mar, em função da eutrofização. Foi observado que ambientes não perturbados são caracterizados por alta diversidade e equitabilidade, a diminuição na diversidade com aumento na dominância sejam ocasionados pela perda de organismos mais sensíveis e aumento na abundância de organismos mais tolerantes (Silveira 2004).

Em janeiro de 2011 foi observado um maior número de espécies, entretanto, este baixo valor de diversidade e equitabilidade está relacionado à grande proliferação de *U. fasciata* neste período, caracterizando as outras espécies como raras. De fato, a proliferação de espécies do gênero *Ulva*, corrobora com a ideia de eutrofização deste ambiente, neste período, a exemplo do que foi observado nos trabalhos de Carneiro *et al.* (1987) e Mayer-Pinto & Junqueira (2003) na Baía de Guanabara, nos quais é destacada a utilização deste gênero de macroalgas como bioindicadoras de poluição. Além disso, Vidotti & Rollemberg (2004) também apontaram uma rápida proliferação e desenvolvimento destas algas, na presença de excesso de *N* e *P* provenientes dos efluentes domésticos.

Em maio de 2011, mesmo sendo observado os maiores índices de diversidade e equitabilidade na praia de Itaipu, estes ainda são considerados baixos, em comparação com o que foi observado em trabalhos realizados em outras áreas menos impactadas, a exemplo de: Horta *et al.* (2008), em estudo realizado na reserva de Arvoredo, SC, Marins *et al.* (2008), em estudo realizado na Baía de Todos os Santos, BA, Ribeiro *et al.* (2008), em estudo realizado na praia

de Boa Viagem, PE e Reis *et al.* (2009), em estudo realizado na Baía de Sepetiba, RJ.

Entretanto, neste mês, pôde ser notada a proliferação de espécies de *Hypnea*, padrão estrutural que se assemelha ao descrito para ambientes protegidos e moderadamente expostos (Széchy & Paula 2000). A dominância de macroalgas deste gênero, geralmente não é observada em locais com forte movimentação de água e poluição (Falcão & Széchy 2005). Sendo assim, este resultado pode estar indicando uma melhora na qualidade da água do mar, neste período.

O fenômeno natural da ressurgência também pode ter influenciado esta comunidade, principalmente na época do verão, quando eleva as concentrações de nutrientes no ambiente marinho e diminui significativamente a temperatura das águas, em regiões tropicais (Guimarães *et al.* 2005). Knoppers *et al.* (2009) destacaram que nas regiões Sudeste e Sul do Brasil estão sujeitas a ressurgência mais intensas de ACAS (Águas Centrais do Atlântico Sul) no verão. Este fenômeno é determinante para a distribuição da flora marinha, e pode inclusive ser considerada uma barreira geográfica para muitas espécies de macroalgas, como foi observado no estudo realizado por Guimarães & Coutinho (1997), na região de Cabo Frio.

A presença de macroalgas pardas, encontradas em um único período de coleta neste estudo, pode também ser um indicativo da redução da qualidade da água. Estudos realizados nos Estados Unidos e Dinamarca, também registraram a perda de espécies de macroalgas pardas, e conseqüente simplificação dos ecossistemas marinhos (Airoldi *et al.* 2008). Este fato pode estar relacionado à interferência da toxicidade proveniente de compostos orgânicos, presentes em esgotos domésticos e industriais não tratados, no ciclo de vida das macroalgas pardas de grande e pequeno porte, provocando o seu desaparecimento, como observado por Adams *et al.* (2008) na Austrália com o desaparecimento de *Hormosira banksii* (Turner) devido à intoxicação crônica por amônia, presente no efluente sanitário, que interferia principalmente no recrutamento desta espécie.

No Brasil, Oliveira & Qi (2003) também observaram o desaparecimento de espécies de algas pardas, na Baía de Santos, entre as décadas de 50 e 70, em função do aumento do despejo de esgoto nesta região, e recuperação destas espécies na região, após a construção de um emissário submarino, e de implementação de políticas públicas para a resolução

dos problemas relacionados a este impacto. Neste contexto, o estudo realizado por Pedrini *et al* (1998) corrobora com o resultado apresentado neste estudo, pois, os autores registraram 65 *taxa* de macroalgas, dentre estas oito *Ochrophyta*, na laguna de Itaipu, mesmo com a influência de rios neste local, em amostragens realizadas entre 1990 e 1991. Sendo assim, esperava-se que no costão, com menor influência destes corpos hídricos, a diversidade de espécies de macroalgas fosse maior, assim como a presença marcante de macroalgas pardas.

Apesar de ser considerada uma praia oceânica, atualmente a praia de Itaipu tem sido cenário de constante degradação ambiental (Marins *et al.* 2004), principalmente em função do descarte de sedimentos contaminados de origem industrial e doméstica, dragados da Baía de Guanabara, para a revitalização do Porto do Rio de Janeiro (RIMA 2010).

A composição da assembleia de macroalgas, classificadas de acordo com seus grupos morfofuncionais também fornecem mais um indício da perda de qualidade ambiental. Pois, macroalgas de talos mais simples, como: filamentosas e foliáceas, são consideradas oportunistas, e características de ambientes com incidência de distúrbios, dentre estes a poluição, como observado por Figueiredo & Tâmega (2007). Estes autores verificaram a proliferação de macroalgas de talos simples, em praias impactadas no entorno da Baía da Ilha Grande (RJ).

O impacto proveniente de raspagem do substrato, pela atividade marisqueira, bastante intensa na região, também deve apresentar influência marcante na comunidade estudada, visto que a abundância de invertebrados, representados por *Perna perna* (Linnaeus, 1758) foi constante, ao longo de todo o período de estudo. A raspagem frequente dos substrato marinho mantém as comunidades bentônicas em estágios sucessionais iniciais, caracterizados por espécies de crescimento rápido, como algas filamentosas e foliáceas. O trabalho realizado por Széchy *et al.* (2000), ao longo do litoral do Rio de Janeiro e São Paulo corrobora com esta possibilidade, pois, concordando como descrito por Lambert & Steinke (1986) e Evans *et al.* (1993), invertebrados sésseis filtradores, como *P. perna*, dentre outros, tendem dominar comunidades marinhas na etapa final de sucessão.

Como consideração final, ressalta-se a importância de mais estudos relacionados ao monitoramento a longo prazo, permitindo as ações do poder público, em favor da preservação e recuperação dos recursos marinhos, que são de grande

importância para esta região. Em países da Europa, dentre outros, foram realizados trabalhos propondo a utilização de índices de qualidade ecológica, através de bioindicadores (Orfanidis *et al.* 2001, Weels *et al.* 2007, Neto *et al.* 2012, Wallenstein *et al.* 2013). No Brasil, as iniciativas para a padronização de um protocolo, que permita o monitoramento a longo prazo e a comparação entre locais, pela unificação metodológica, vem sendo desenvolvida pela Rebentos (www.rebentos.org.br). Entretanto, o registro das informações sobre a estrutura e dinâmica das comunidades marinhas bentônicas no litoral brasileiro não podem ser ignoradas, apesar das diferenças metodológicas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Faculdades Integradas Maria Thereza pelo apoio na execução deste trabalho e aos alunos Juliana Soares Nascimento e Rafael Divan Giusti pela colaboração nas coletas em campo. Agradecemos a Dra. Paula Spotorno de Oliveira pela ajuda da confecção do mapa deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Adams, M.S., Stauber, J.L., Binet, M.B., Molloy, R. & Gregory, D. 2008. 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* 57:587-598.
- Airoidi, L., Balata, D. & Beck, M.W. 2008. The gray zone: relationships between habitat loss and marine diversity and their applications in conservation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 366:8-15.
- Amado Filho, G.M., Barreto, M.B.B., Marins, B.B.V., Felix, C. & Reis, R.P. 2003. Estrutura da comunidade fitobentônica do infralitoral da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26:329-342.
- Barbier, E.B. 2012. Progress and Challenges in Valuing Coastal and Marine Ecosystem Services. *Review of Environmental Economics and Policy* 6:1-19.
- Brasileiro, P.S., Yoneshigue-Valentin, Y., Bahia, R.G., Reis, R.P. & Amado-Filho, G.M. 2009. Algas marinhas bentônicas da região de Cabo Frio e arredores: síntese do conhecimento. *Rodriguésia* 60:39-66.
- Brito, L.V.R., Széchy, M.T.M. & Cassano, V. 2002. Levantamento taxonômico das macroalgas da zona das marés de costões rochosos adjacentes ao terminal marítimo Almirante Maximiano Fonseca, Baía da Ilha Grande, RJ. *Atlântica* 24:17-26.
- Carneiro, M.E., Marques, A.N., Pereira, R.C., Cabral, M.M.O. & Teixeira, V.L. 1987. Estudos populacionais de *Ulva fasciata* Delile, indicadora de poluição na Baía de Guanabara. *Nerítica* 2:201-212.

- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D.S., Schlacher, T.A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M. & Scapini, F. 2009. Threats to sandy beach ecosystems: a review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81:1-12.
- De Paula, J.C. & Pedrini, A.G. 1998. *Audoinella sancti-thomae* (Börjesen) Gabarry (Acrocaetiaceae, Rhodophyta) referência nova para a costa sulamericana. *In Anais do IV Congresso Latino-Americano, II Reunião Ibero-Americana, VII Reunião Brasileira de Ficologia* (M. Cordeiro-Marino, coord.). Sociedade Ficológica da América Latina e Caribe, São Paulo, v.1, p. 379-387.
- Diaz, R.J. & Rosenberg, R. 2008. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science* 321:926-929.
- Edgar, G.J. & Klumpp, D.W. 2003. Consistencies over regional scales in assemblages of mobile epifauna associated with natural and artificial plants of different shape. *Aquatic Botany* 75:275-291.
- Evans, S.M., Gill, M.E., Hardy, F.G. & Seku, F.O.K. 1993. Evidence of change in some rocky shore communities on the coast of Ghana. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 172:129-141.
- Falcão, C. & Széchy, M.T.M. 2005. Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta). *Botanica Marina* 48:208-217.
- Ferreira, B.P. & Maida, M. 2006. Monitoramento dos recifes de coral do Brasil. Situação atual e perspectivas. Brasília. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas. 250p.
- Figueiredo, M.A.O. & Tâmega, F.T.S. 2007. Macroalgas marinhas. *In Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande*. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas - Departamento de Conservação da Biodiversidade, Biodiversidade 23 (J.C. Creed, D.O. Pires & M.A.O. Figueiredo, orgs.). Brasília, p. 153-180.
- Guimarães, M.A., Paiva, A.M. & Coutinho, R. 2005. Modeling *Ulva* spp. dynamics in a tropical upwelling region. *Ecological Modelling* 188:448-460.
- Guimarães, M.A. & Coutinho, R. 1997. Spatial and temporal variation of benthic marine algae at the Cabo Frio upwelling region, Rio de Janeiro, Brazil. *Aquatic Botany* 52:283-299.
- Guimarães, S.M.P.B. 2003. Uma análise da diversidade da flora marinha bentônica do estado do Espírito Santo, Brasil. *Hoehnea* 30: 11-97.
- Horta, P.A. 2000. Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: taxonomia e biogeografia. Tese 301f. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Horta, P.A., Salles, J.P., Bouzon, J.L., Scherner, F., Cabral, D.Q. & Bouzon, Z.L. 2008. Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da reserva biológica marinha do arvoredo, Santa Catarina, Brasil-implicações para a conservação. *Oecologia Brasiliensis* 12:243-257.
- Instituto Estadual do Ambiente- INEA. 2012. Disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br>>. Acesso em 15.10.2012.
- Joly, A.B. 1965. 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. Série Botânica* 21:1-393.
- Knoppers, B., Kjerfve, B., Carmouze, J.P. 1991. Trophic state and water turn-over time in six choked coastal lagoons in Brazil. *Biogeochemistry* 14:149-166.
- Knoppers, B.A., Ekau, W., Figueiredo-Júnior, A.G. & Soares-Gomes, A. 2009. A interface terra-mar do Brasil. *In Biologia Marinha* (R.C. Pereira & A. Soares-Gomes, eds.). Interciência. Rio de Janeiro, p. 529-550.
- Lambert, G. & Steinke, T.D. 1986. Effects of destroying juxtaposed mussel-dominated and coralline algal communities at Umtoni Park, Natal coast, South Africa. *South African Journal of Marine Science* 4:203-217.
- Machado, G.E.M., Silva, B.S.O. & Nassar, C.A.G. 2007. Macroalgas marinhas bentônicas do núcleo Picinguaba - Parque Estadual da Serra do Mar (Ubatuba-SP): Enseada da Fazenda. *Revista Brasileira de Biociências* 5:165-167.
- Marins, R.V., Paula-Filho, F.J., Maia, S.R.R., Lacerda, L.D., Marques, W.S. 2004. Distribuição de mercúrio total como indicador de poluição urbana e industrial na costa brasileira. *Química Nova* 27:763-770.
- Marins, B.V., Brasileiro, P.S., Barreto, M.B.B., Nunes, J.M.C., Yoneshigue-Valentin, Y. & Amado-Filho, G.M. 2008. Subtidal benthic marine algae of the Todos os Santos bay, Bahia State, Brazil. *Oecologia Brasiliensis* 12:229-242.
- Mayer-Pinto, M. & Junqueira, A.O.R. 2003. Effects of organic pollution on the initial development of fouling communities in a tropical bay, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 46:1495-1503.
- Monteiro-Neto, C., Tubino, R.A., Moraes, L.E.S., Mendonça-Neto, J.P., Esteves, G.V. & Fortes, W.L. 2008. Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. *Iheringia* 98:50-59.
- Muniz, R.A., Gonçalves, J.E.A. & Széchy, M.T.M. 2003. Variação temporal das macroalgas epifitas em *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) da Prainha, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia* 58:13-24.
- Muniz, R.A., Reis, R.P., Marroig, R., Amado-Filho, G. 2013. Algas marinhas do monumento natural das ilhas Cagarras. *In História, Pesquisa e Biodiversidade do Monumento Natural das Ilhas Cagarras - Série Livros* 48. (Moraes, F., Bertoncini, A., Aguiar, A.). 1 ed. Museu Nacional, Rio de Janeiro. p 49-61.
- Neto, J.M., Gaspar, R., Pereira, L., Marques, J.C. 2012. Marine Macroalgae Assessment Tool (MarMAT) for intertidal rocky shores. Quality assessment under the scope of the European Water Framework Directive. *Ecological Indicators* 19:39-47.
- Nybakken, J.W. 1997. *Marine Biology: an ecological approach*. Addison Wesley, Longman, California. 481p.

- Oliveira, E.C. & Qi, Y. 2003. Decadal Changes in a Polluted Bay As Seen from Its Seaweed Flora: The Case of Santos Bay in Brazil. *Ambio* 32:403-405.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P. & Stamatis, N. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Mediterranean Marine Science* 2:45-65.
- Paula, A.F., Figueiredo, M.A.O. & Creed, J.C. 2003. Structure of the macroalgal community associated with the seagrass *Halodule wrightii* Ascherson in the Abrolhos Marine National Park, Brazil. *Botanica Marina* 46:413-424.
- Pedrini, A.G., De Paula, J.C. & Barreto, M.B.B.B. 1998. Algas bentônicas da lagoa de Itaipu, Niterói, RJ, Brasil. Composição taxonômica e variação espaço-temporal. *In Anais do IV Congresso Latino-Americano, II Reunião Ibero-Americana, VII Reunião Brasileira de Ficologia* (M. Cordeiro-Marino, coord.). Sociedade Ficológica da América Latina e Caribe, São Paulo, v.2, p. 217-231.
- Pedrini, A.G., Monteiro, M.H.D.A. & De Paula, J.C. 2002. Algas bentônicas da lagoa de Piratininga, Niterói, RJ, Brasil. Composição taxonômica e variação espaço-temporal. *Revista de Estudos Ambientais* 3:98-109.
- Raven, J.A. 2010. Inorganic carbon acquisition by eukaryotic algae: four current questions. *Photosynthesis Research* 106:123-134.
- Reis, R.P. 2009. Caracterização da assembleia fitobentônica da praia do Kutuca, ilha da Marambaia, baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23:297-304.
- Ribeiro, F.A., Travassos Júnior, 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. & Yoneshigue-Valentin, Y. 2008. Análise quali-quantitativa das populações algáceas de um trecho recifal na raia de Boa Viagem, PE. *Oecologia Brasiliensis* 12:222-228.
- RIMA - Relatório de Impacto Ambiental. Dragagem para Adequação das Bacias de Evolução e do Canal de Acesso para os Terminais Aquaviários das Ilhas Comprida e Redonda - Baía de Guanabara. Disponível em: <http://www.observatoriodopresal.com.br/wp-content/uploads/2011/09/RIMA-DRAGAGEM-TAIC.pdf>. 2010. Acesso em: 07.04.2014.
- Santos, A.A., Cocentino, A.M.M. & Reis, T.N.V. 2006. Macroalgas como indicadoras da qualidade ambiental da praia de Boa Viagem-Pernambuco, Brasil. *Boletim Técnico Científico do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste* 14:25-33.
- Santos, C.L., Silva, M.A.M. & Salvador, M.V.S. 2004. Dinâmica sazonal e os efeitos das ressacas nas praias de Niterói / RJ. *Revista Brasileira de Geociências* 34:355-360.
- Schreider, M.J., Glasby, T.M. & Underwood, A.J. 2003. Effects of height on the shore and complexity of habitat on abundances of amphipods on rocky shores in New South Wales, Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 293:57-71.
- Silveira, M.P. 2004. 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.
- Steneck, R.S. & Dethier, M.N. 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos* 69:476-498.
- Széchy, M.T.M. & Paula, E.J. 2000. 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* 23:121-132.
- Tanaka, M.O. & Leite, F.P.P. 2003. Spatial scaling in the distribution of macrofauna associated with *Sargassum stenophyllum* (Mertens) Martius: analyses of faunal groups, gammarid life habits, and assemblage structure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 293:1-22.
- Taouil, A. & Yoneshigue-Valentin, Y. 2002. Alterações na composição florística das macroalgas da praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). *Revista Brasileira de Botânica* 25:405-412.
- Teixeira, V.L., Pereira, R.C., Júnior, A.N.M., Leitão Filho, C.M. & Silva, C.A.R. 1987. Seasonal variations in infralitoral seaweed communities under a pollution gradient in Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Brazil). *Ciência e Cultura* 39:423-428.
- Thompson, R.C., Crowe, T.P. & Hawkins, S.J. 2002. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation* 29:168-191.
- Villaça, R., Yoneshigue-Valentin, Y. & Boudouresque, C.F. 2008. Estrutura da comunidade de macroalgas do infralitoral do lado exposto da ilha de Cabo Frio (Araraial do Cabo, RJ). *Oecologia Brasiliensis* 12:206-221.
- Vidotti, E.C. & Rollemberg, M.C.E. 2004. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bio-remediação e à química analítica. *Química Nova* 27:139-145.
- Underwood, A.J. 1997. *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge 495p.
- Wallenstein, F.M.E., Neto, A.I., Patarra, R.E., Prestes, A.C.L., Álvaro, N.V. Rodrigues, A.S & Wilkinson, M. 2013. Indices to monitor coastal ecological quality of rocky shores based on seaweed communities: simplification for wide geographical use. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 13:15-25.
- Wells, E., Wilkinson, M., Wood, P., Scanlan, C. 2007. 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* 55(1-6):151-61.
- Wynne, M.J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia* 140:1-166.
- Zar, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. Fifteenth edition. Prentice-Hall International, London. 718p.