

VANESSA FREIRE DE CARVALHO

**Avaliação dos impactos da urbanização sobre
as comunidades de macroalgas bentônicas no
litoral do Espírito Santo, Brasil**

Recife

2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**Avaliação dos impactos da urbanização sobre
as comunidades de macroalgas bentônicas no
litoral do Espírito Santo, Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), para a obtenção do título de Mestre em Botânica.

ORIENTADORA:

Profa. Dra. Sonia Maria Barreto Pereira

CO-ORIENTADORES:

Prof. Dr. Paulo Antunes Horta Júnior

Profa. Dra. Diógina Barata

Recife

2013

Ficha Catalográfica

C311a	Carvalho, Vanessa Freire de Avaliação dos impactos da urbanização sobre as comunidades de macroalga bentônicas no litoral do
Espírito	Santo, Brasil / Vanessa Freire de Carvalho. -- Recife, 2013.
	66 f. : il.
	Orientador(a): Sonia Maria Barreto Pereira. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de
Biologia,	Recife, 2013. Inclui anexo e referência.
	1. Taxonomia 2. Ecologia 3. Algas bentônicas 4. Bioindicadores 5. Antropização 6. Fotoquardado I.
Pereira,	Sonia Maria Barreto, Orientadora II. Título
	CDD 581

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS COMUNIDADES
DE MACROALGAS BENTÔNICAS NO LITORAL DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL.**

Vanessa Freire de Carvalho

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica. Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora:

Orientadora: _____

Dra. Sonia Maria Barreto Pereira
Titular / UFRPE

Examinadores:

Dr. Enio Wocylis Dantas
Titular / UEPB

Dra. Maria Elizabeth Bandeira Pedrosa
Titular / UFRPE

Dra. Maria de Fátima de Oliveira Carvalho
Titular / UFPE

Dra. Ariadne do Nascimento Moura
Suplente / UFRPE

Data da aprovação: / /2013

**RECIFE
2013**

Dedicatória

A minha família, principalmente a minha inesquecível avó Lourdes (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Tenho que admitir a minha dificuldade em escrever agradecimentos e homenagens. Talvez por medo de não expôr adequadamente a minha gratidão e meu sentimento por aqueles que merecem, talvez por medo de esquecer de pessoas que me foram muito caras ao longo de um processo. Como foram muitas pessoas que contribuíram positivamente na minha vida ao longo destes dois anos, desde já peço desculpas se esqueci de alguém. Aviso também que todas as pessoas que citarei desempenharam diferentes papéis e foram igualmente importantes, independente da ordem em que apareçam no texto.

Primeiramente, agradeço a Coordenação do Programa de Pós-graduação em Botânica, pelo auxílio financeiro na viagem de coleta e pela bolsa de mestrado concedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

À minha orientadora Profa. Dra. Sonia Maria Barreto Pereira por ter depositado toda a confiança em mim desde a graduação e pela sua orientação e paciência para guiar este trabalho e ajuda financeira nas coletas.

Aos meus Conselheiros Prof. Dr Paulo Antunes Horta da Universidade Federal de Santa Catarina pela sugestões dadas e a Profa. Dra. Diógina Barata da Universidade Federal do Espírito Santo, e a seus alunos Fabrício, Juliana, Nair e Bruno, pela grande ajuda nas coletas. Sem o auxílio de vocês não teria sido possível percorrer todas as praias no período programado.

Aos meus queridos colegas do Laboratório de Ficologia (LABOFIC) Fátima, Beth, Douglas, Fernando, Mayara, Cássio e Léo que me ajudaram nas dúvidas que tive neste e em outros trabalhos, principalmente nos momentos mais difíceis e dramáticos. Também não posso esquecer dos conselhos valiosos e das boas risadas nos momentos de descontração.

Aos professores das disciplinas que tive ao longo do mestrado, Dra. Enide Eskinazi, Dra. Simone Cunha, Dr. José Barufi, Dra. Carmen Zickel e Dra. Ariadne Moura. Vocês inspiraram ideias ao longo desse tempo, que serviram não só para a execução da minha Dissertação como de outros trabalhos que virão.

Aos meus amigos de graduação, que fizeram parte da turma linda que marcou minha vida e que permaneceu junta, mesmo depois de finalizado o curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Agradeço

pelo apoio de vocês e por me acompanharem nessa nova fase da minha vida. Aos amigos que fiz ao longo do Mestrado em Botânica, pelo apoio e sugestões nas disciplinas e trabalhos.

Agradeço a Deus por ter me permitido ser filha dos pais que tenho, pelo apoio que me deram em todos os anos da minha vida e em cada escolha que fiz, pela educação, pela paciência e até pelas broncas. Vocês são meu porto seguro, minha fortaleza, minhas duas jóias preciosas e as lamparinas que me fizeram enxergar os caminhos que percorri pela vida. Agradeço aos meus demais familiares, meu querido irmão Victor, primos, avós, tios, tias e agregados, por terem crescido comigo, por torcerem por mim em cada nova etapa, desde meu primeiro passo, até a minha defesa da dissertação. Tenho certeza que continuarão torcendo em todos os demais momentos.

Agradeço a Eduardo, meu amigo e namorado, que mesmo com a longa distância física, consegue me passar a sua serenidade, simplicidade e amor. Aos colegas que dividem o mesmo teto que eu, que transformaram dias cinzas, em que eu chegava em casa cansada, sem energia em dias mais alegres. Agradeço a companhia de vocês e a ajuda nas situações em que seria tudo mais difícil se eu morasse sozinha.

Os meus mais sinceros agradecimentos a todos. Vocês ajudaram a construir tudo o que sou hoje!

RESUMO

Mundialmente, os impactos causados pela urbanização tem levado ao declínio da biodiversidade de macroalgas. Este trabalho tem como objetivo apresentar estudos sobre os impactos da urbanização nas comunidades de macroalgas da costa do Espírito Santo. Foram determinadas nove praias para amostragem, quatro situadas em áreas urbanizadas e cinco em áreas pouco urbanizadas. As coletas foram feitas em substratos consolidados, na região de mesolitoral, durante as marés de sizigia. Para a amostragem com fotoquadrados, foram plotados três transectos por praia, nos quais foram lançados 30 quadrados, para posterior análise de cobertura percentual de macroalgas. Amostras de macroalgas foram coletadas para a identificação. Foram calculados os índices ecológicos de Shannon-Wiener, Margalef e equitabilidade de Pielou e esses dados foram utilizados para realizar a análise de similaridade (ANOSIM) e análise de variância (ANOVA). Foram identificadas 125 espécies, distribuídas entre 75 Rhodophyta, 30 Chlorophyta e 20 Heterokontophyta (Phaeophyceae). Espécies do gênero *Ulva*, *Colpomenia sinuosa* e *Arthrocardia variabilis* foram as algas predominantes nas praias urbanizadas, enquanto *Palisada perforata*, *Amphyroa anastomosans* e *Codium intertextum*, nas não urbanizadas. Tanto a análise de similaridade qualitativa quanto a quantitativa mostraram diferenças significativas entre as praias. A análise de variância mostrou que a Ilha do Frade apresentou menor riqueza de espécies. A Ilha do Frade e a Ilha do Boi, localizadas na cidade de Vitória, capital do estado, apresentaram a menor diversidade de espécies. Os resultados demonstram que há diferenças na composição de comunidades entre as praias urbanizadas e não urbanizadas no litoral do Espírito Santo.

Palavras-chave: Algas bentônicas, bioindicadores, antropização, ecologia, fotoquadrado.

ABSTRACT

The impacts caused by the urbanization have led to the decline of macroalgal biodiversity worldwide. This work aimed to study the impacts of urbanization on macroalgal communities on the coast of Espírito Santo. Nine areas were chosen for the surveys, four in urban centers and five distant from urban centers. The sampling procedures were made in consolidated substrates, on the intertidal zone during low tides. Photoquadrats were used for sampling. In each area three transects were positioned parallel to the coast and 30 quadrats were plotted to determine macroalgal percent cover. In each area macroalgae samples were collected for identification. The ecological indices: Shannon-Wiener, Margalef and Pielou evenness, were calculated and this data was used to perform the analysis of similarity (ANOSIM) and analysis of variance (ANOVA). 125 species were identified, of which 75 were Rhodophyta, 30 Chlorophyta and 20 Heterokontophyta (Phaeophyceae). Species of the genus *Ulva*, *Colpomenia sinuosa* and *Arthrocardia variabilis* were the dominant species in urban beaches, while *Palisada perforata*, *Amphyroa anastomosans* and *Codium intertextum* dominated in reference areas. Both the analysis of qualitative as quantitative similarity showed significant differences between the areas. The ANOVAS showed that Ilha do Frade have the lowest species richness. Ilha do Frade and Ilha do Boi, located in Vitória city, the state capital, showed the lowest diversity. The results show differences in the composition of macroalgal communities between urban and reference beaches of the coast of Espírito Santo.

Keywords: benthic algae, bioindicators, anthropization, ecology, photoquadrat.

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO

- Figura 1.** Zona Costeira do Estado do Espírito Santo, com a demarcação das praias de coleta. Modificado de Guimarães (2003).....32
- Figura 2.** Gráfico comparativo da ocorrência do número de espécies de macroalgas entre os filos em áreas urbanizadas, não urbanizadas e ambas áreas do litoral do Espírito Santo, Brasil, em março de 2012.....42
- Figura 3.** Dendrograma de similaridade entre as praias estudadas no litoral do estado do Espírito Santo em março de 2012.....47
- Figura 4.** Escala multidimensional métrica (MDS), evidenciando o agrupamento formado entre praias urbanizadas (▲) e não urbanizadas (▽) do litoral do Espírito Santo, Brasil, em março de 2012, baseando-se nos dados quantitativos (cobertura percentual de macroalgas) (A) e em dados qualitativos (presença e ausência) (B).....49
- Figura 5.** Valores médios (n=3) ± desvio padrão dos índices de riqueza de Margalef (A), equitatividade (B) e diversidade de Shannon-Wiener (C) nas praias urbanizadas (em preto) e não urbanizadas (em cinza) do litoral do Espírito Santo, Brasil, em março de 2012. Letras diferentes sobre as barras indicam diferenças significativas entre as médias, de acordo com o teste de Newman-Keuls.50

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO

Tabela 1. Localização, classificação quanto à urbanização e população das áreas estudadas no litoral do Espírito Santo, em março de 2012.....	33
Tabela 2. Sinopse das espécies encontradas no mês de março de 2012 em praias urbanizadas e não urbanizadas do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil.	38
Tabela 3. Distribuição das espécies encontradas no mês de março de 2012 em praias urbanizadas e não urbanizadas do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil.....	40
Tabela 4: Contribuição percentual das espécies entre as praias urbanizadas e não urbanizadas do litoral do Espírito Santo, em março de 2012.....	46

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE FIGURA.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	viv
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
4. OBJETIVOS	24
4.1. GERAL	24
4.2. ESPECÍFICOS	24
5. HIPÓTESE	25
6. RESULTADOS	26
MANUSCRITO SUBMETIDO A MARINE POLLUTION BULLETIN	27
RESUMO	28
1. INTRODUÇÃO	29
2. MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	31
2.2. ETAPA DE CAMPO.....	32
2.2.1. DELINEAMENTO AMOSTRAL	32
2.3. ETAPA DE LABORATÓRIO.....	34
2.3.1. ESTUDOS TAXONÔMICOS	34
2.3.2. PERCENTUAL DE COBERTURA	34
2.3.3. ANÁLISE DOS DADOS ECOLÓGICOS.....	35
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	36
4. REFERÊNCIAS	53
ANEXO	57

1. INTRODUÇÃO

A estrutura das comunidades de ecossistemas aquáticos pode sofrer alterações quando recebem contaminantes de origem orgânica ou inorgânica (ROLDÁN, 1992). Essas mudanças podem ser decorrentes de atividades humanas, que causam a degradação de ecossistemas recifais (ROBERTS et al., 2002) e em costões rochosos (WORM; LOTZE, 2006) e podem estar relacionadas ao crescimento não planejado dos núcleos urbanos (PAGLIOSA; BARBOSA, 2006; PAGLIOSA; FONSECA; BARBOSA, 2006; SHIBUYA et al., 2011).

Fatores como turismo, complexos portuários e adensamento populacional podem causar mudanças nas comunidades de algas e outros organismos, por serem sensíveis às mudanças causadas pela antropização (ORTEGA, 2000). Alguns organismos sésseis são mais sensíveis aos efeitos de alterações ambientais, desaparecendo ou aumentando a sua população quando expostos a ambientes impactados, o que os torna bons bioindicadores (DÍEZ et al., 1999; DÍEZ et al., 2012). A resposta a estas condições pode ser individual (modificações bioquímicas e fisiológicas) populacional, comunitária ou ecossistêmica, e sua intensidade varia com o tempo, a proporção e a natureza da perturbação (PINILLA, 2000). Ao nível de comunidade, esses impactos têm levado ao declínio na diversidade e a alterações de comunidades de macroalgas (CONNELL et al., 2008; ERIKSSON; JOHANSSON; SNOEIJIS, 2002; LIU et al., 2007; TERLIZZI et al., 2002). Por este motivo, busca-se cada vez mais, entender os processos que levam a alterações no ambiente, a fim de prevenir possíveis declínios de biodiversidade (CONNELL et al., 2008).

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Espírito Santo, várias praias do litoral capixaba recebem influências da urbanização, sendo usadas como áreas de lazer em centros urbanos e recebendo descargas de esgotos sanitários, os quais podem provocar alterações na estrutura de comunidades macroalgais. Estas são representadas por organismos sésseis e sensíveis aos efeitos das alterações ambientais, o que os torna bons bioindicadores (DÍEZ et al., 1999, 2012). Desta forma, quando um ambiente é exposto a níveis maiores de poluição, as espécies mais vulneráveis que nele habitam tendem a desaparecer, dando espaço para o crescimento de espécies mais tolerantes (ERIKSSON; JOHANSSON; SNOEIJIS,

2002; KAREZ et al., 2004). A diminuição do número de espécies, biomassa total, diversidade e equitabilidade estão relacionadas a descargas de metais pesados advindos da urbanização, com conseqüente domínio de espécies tolerantes (AMADO FILHO et al., 2003).

O aumento da eutrofização dos ambientes costeiros causa a proliferação excessiva de algas verdes (FLETCHER, 1996). As clorofíceas *Ulva fasciata* Delile e *Ulva compressa* L. são dominantes em ambientes com maior grau de poluição orgânica (TAOUIL; YONESHIGUE-VALENTIN, 2002). No entanto, espécies coriáceas e calcárias articuladas, que possuem ciclo de vida longo e crescimento lento, são consideradas características de regiões com baixos distúrbios (FIGUEIREDO; BARRETO; REIS, 2004).

A caracterização da estrutura de comunidades de macroalgas bêmicas tem sido utilizada como uma importante ferramenta no diagnóstico de alterações destas comunidades (AMADO FILHO et al., 2003; HORTA et al., 2008; OLIVEIRA; QI, 2003; STENECK; DETHIER, 1994, TAOUIL; YONESHIGUE-VALENTIN, 2002). Para a análise de estruturas de comunidades, Vasconcelos (2009) e Villaça, Yoneshigue-Valentin e Boudouresque (2008) utilizaram um método destrutivo, utilizando quadrados como amostras. Além deste, existe um método não destrutivo, por meio de fotoquadrados, que vem sendo bastante utilizado por ser de execução mais rápida, permitir uma maior amostragem e, portanto, uma maior robustez dos dados (PRESKITT, VROOM e SMITH, 2004). Para o Estado do Espírito santo, os trabalhos sobre estrutura de comunidades ainda são reduzidos, destacando-se Barbosa, Figueiredo e Testa (2008), que aponta o turismo local como provável fator impactante para as comunidades fitobentônicas na Praia de Jacaraípe.

Este trabalho teve como objetivo verificar diferenças na estrutura da comunidade macrofitobentônica em áreas à diferentes distâncias de centro urbanos do Espírito Santo. Faz parte do projeto financiado pelo Programa Nacional de Apoio e Desenvolvimento da Botânica (Edital PNADB N°17/2009 – CAPES), intitulado “Avaliação dos impactos da urbanização sobre a biodiversidade marinha: uma análise sob a perspectiva do fitobentos”, do Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), integrando a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Federal da Bahia (UFBA).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Johnston e Roberts (2009), afirmam que a biodiversidade marinha vem sendo afetada por processos de origem antrópica. De acordo com este trabalho, os efeitos sobre a riqueza de espécies são mais notáveis, que os efeitos sobre os habitats marinhos. Em escala mundial, vários estudos que abordam a influência das mudanças no ambiente causadas por impactos antrópicos em algas têm sido realizados, os quais serão abordados a seguir.

Segundo Golubic (1970) as comunidades de macroalgas bentônicas possuem potencial de bioindicadoras por serem sensíveis a poluição orgânica. No entanto, o autor aponta que algumas espécies são sensíveis o suficiente para serem usadas como bioindicadores qualitativos de ambientes poluídos, como a ausência de *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C.Agardh e a presença de *Ulva lactuca* L. e *Codium tomentosum* Stackhouse. No entanto, indicadores quantitativos são mais precisos e eficientes.

Borowitzka (1972), em estudo realizado em Sydney, registraram um valor reduzido de riqueza e diversidade em regiões próximas a descargas de poluentes. O autor observou uma diminuição de espécies mais acentuadas nas Phaeophyceae e Rhodophyta.

Murray e Littler (1984) realizaram um estudo em Whites Point (Los Angeles, Califórnia), local sujeito a descargas industriais e municipais, constatando o predomínio de espécies oportunistas (filamentosas ramificadas) e algas coralinas articuladas e crustosas.

Trabalhos como os de Díez et al. (1999) e Gorostiaga e Díez (1996) para o Norte da Espanha e Liu et al. (2007) ao longo de um região de Yellow Sea, China, mostraram que em áreas mais poluídas, há um aumento de biomassa macroalgas, além do maior desenvolvimento de espécies de crescimento mais rápido e de morfologia simples. No entanto, o trabalho de Johansson, Bellwood e Depczynski, (2010) comentam que nem sempre a maior biomassa de macroalgas pode ser considerado um bioindicador de recifes degradados. Estes autores estudaram um recife de coral em Ningaloo, Austrália, caracterizado por ser intacto e não possuir influência direta de impactos humanos. Frequentemente, em áreas impactadas, a elevada biomassa de macroalgas e equinóides é considerada um bioindicador de

impacto em ambientes recifais. Porém, neste estudo, os autores observaram que a maior cobertura de macroalgas no recife analisado, não está relacionada aos impactos antropogênicos. O estudo mostra que a baixa abundância de herbívoros e substratos favoráveis ao crescimento das macroalgas é o fator primordial na estruturação da comunidade.

Benedetti-Cecchi et al. (2001) afirmam que, no Mediterrâneo, os costões rochosos geralmente são dominados pelas espécies do gênero *Cystoseira*, mas a urbanização causou alterações que levou a substituição dessas espécies pelas formadoras de “turf”, categoria formada por algas de rápido crescimento e de morfologia simples. Os autores sugerem que ações para a preservação de *Cystoseira*, simultaneamente ajudaria na manutenção de outros organismos. Aroldi (1998) afirma que essas algas formadoras do “turf” se reproduzem vegetativamente, sendo uma importante estratégia para a tolerância à perturbações.

Orfanidis, Panayotidis e Stamatis (2001, 2003) sugerem um índice de avaliação ecológica (EEI) para avaliar o status ecológico das águas de transição e costeiras de acordo com o European Water Framework Directive (WFD). Dessa forma, a estrutura e função do ecossistema marinho são avaliadas através da classificação das macroalgas bentônicas em dois grupos ecológicos: ESG I, que inclui algas com o talo carnoso ou calcáreo, baixa taxa de crescimento e ESG II, com algas folhosas e filamentosas, com rápido crescimento (oportunistas).

No Brasil, Figueiredo et al. (2008) apresentaram uma revisão dos trabalhos realizados até então sobre os recifes. Verificaram que anteriormente eles foram dominados por corais e atualmente são dominados por macroalgas. Estes autores comentam que essas alterações podem ter sido decorrentes da eutrofização antropogênica e sobre-pesca, diminuindo, desta forma, os animais que antes predariam as algas. Shibuya et al. (2011) mensuraram a concentração de elementos tóxicos e essenciais em macroalgas de Salvador (BA), Vitória (ES), Praia do Forte (BA) e Fernando de Noronha (PE). As regiões dos municípios de Salvador e Vitória mostraram-se bastante eutrofizadas, enquanto que Fernando de Noronha, mesmo distante de fontes de descarga de poluentes de origem antrópica, apresentou altas concentrações de alguns metais, provavelmente originados da própria formação geológica do arquipélago.

Na região nordeste do Brasil merecem destaque alguns estudos que abordam de estrutura e composição de comunidades e a influência dos impactos causados pela urbanização, como Souza e Cocentino (2004) para a Praia de Piedade (PE); Ribeiro et al. (2008) e Santos, Cocentino e Reis (2006), para a Praia de Boa Viagem (PE); Pereira et al. (2008), para a Praia de Enseada dos Corais (PE), Marins et al. (2008), para a Baía de Todos os Santos, (BA), Azevedo et al. (2011), para Pirangi (RN) e Freitas (2012) para o litoral de Pernambuco. Os trabalhos referidos apontam uma diversidade ficológica relativamente baixa em locais impactados, sugerindo que a influência da elevada densidade demográfica, especulação imobiliária e turismo frequente nos referidos locais, podem estar influenciando no desenvolvimento das comunidades de macroalgas.

Na região Sul do Brasil, Bouzon et al. (2006) realizaram um levantamento da flora ficológica das baías da Ilha de Santa Catarina, constatando que as estas áreas urbanizadas possuem padrões fitogeográficos diferentes do que foi encontrado anteriormente por Horta et al. (2001), principalmente devido ao desaparecimento das espécies que são sensíveis a condições estressantes. No mesmo estado, Horta et al. (2008) analisaram a composição e estrutura dos fitobentos na Reserva Biológica do Arvoredo, onde foram amostradas as Ilhas Arvoredo, Deserta e Galés. Observaram uma maior diversidade de organismos filamentosos na Ilha de Galés, onde há maior proximidade aos impactos diretos e indiretos da urbanização.

Cabral (2009) estudou a efetividade das Unidades de Conservação (UC) marinhas do litoral de Santa Catarina por meio da composição das comunidades de macroalgas. Destacou as espécies *Jania cubensis* Mont. ex Kütz. (como *Halitilton cubense*) e *Amphiroa* spp. como dominantes e verificou que há diferenças significativas entre as comunidades encontradas nas ilhas protegidas e nas áreas costeiras, destacando a importância de preservar estas últimas, a fim de garantir a efetividade das UC. Este fato pode ser devido a este local sofrer mais distúrbios que os outros, sendo, portanto, mais influenciado pelos impactos da urbanização, favorecendo o crescimento de algas de ciclo de vida mais curto. Ainda em Santa Catarina, Scherner, Barufi e Horta (2012) avaliou os danos fisiológicos causados pela urbanização no sistema fotossintético de *Ulva lactuca* L e *Sargassum stenophyllum* Mart. O autor observou que, à longo prazo, a instabilidade no ambiente em áreas urbanizadas é mais estressante para *S. stenophyllum* do que para *U. lactuca*, que se mostrou tolerante a esses estresses.

Na região Sudeste do Brasil, os estudos ecológicos com as algas marinhas iniciaram com Nonato e Pérès (1961), na praia de Ubatuba (SP). Estes autores analisaram a distribuição das macroalgas em costões batidos e protegidos, descrevendo a distribuição das comunidades em função do grau de exposição das ondas. Posteriormente, para esta região, foram feitos trabalhos sobre a composição florística e estrutura de comunidades de macroalgas influenciadas pelos impactos da urbanização. Oliveira e Berchez (1978) realizaram um estudo comparativo na Baía dos Santos (SP), relacionando o número das espécies encontradas naquele ano, com o obtido por Joly (1957), constatando uma diminuição de 36 espécies de macroalgas.

Teixeira et al. (1987) verificaram na Baía de Guanabara (RJ) que os locais mais degradados pela poluição mostraram maiores variações na diversidade e equitabilidade. Este fato foi evidenciado pelas mudanças na cobertura relativa de *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek, que influenciou o crescimento e a ocorrência de outras espécies. O contrário foi observado no local não degradado, com valores de diversidade e equitabilidade mais constantes ao longo do período de estudo. Széchy e Paula (2000) apontaram a interferência humana, herbívoros e tipo de sedimento como fatores que podem influenciar nas comunidades dominadas por bancos do gênero *Sargassum* em costões rochosos dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo.

Taouil e Yoneshigue-Valentin (2002) compararam os seus dados com levantamentos realizados em 30 anos para a Praia de Boa Viagem (RJ). Os resultados mostraram uma diminuição de 30 táxons (49%) e o aparecimento de 14 espécies. A flora apresentou dominância das espécies indicadoras de poluição orgânica, como *Ulva fasciata* Delile e *Ulva compressa* L. (como *Enteromorpha compressa*).

Oliveira e Qi (2003) compararam os dados florísticos da Baía dos Santos (SP) com aqueles obtidos por Joly (1957) e Berchez e Oliveira (1992). Observaram que houve uma considerável redução de espécies em relação ao trabalho de Joly (1957)

e um retorno de algumas espécies de macroalgas, em comparação com os dados da década de 50, fato atribuído aos esforços feitos pelo governo local para diminuir a poluição.

Amado Filho et al. (2003) observaram um maior número de espécies, de biomassa total, de diversidade e de equitabilidade da região mais interna da Baía de Sepetiba (RJ) para a mais próxima do mar aberto. Os autores relacionaram a influência de fatores ambientais e antrópicos nesta última região, com a descarga de metais pesados. As áreas com maiores concentrações de Zn e Cd foram dominadas por feofíceas tolerantes a altas concentrações de metais pesados.

Figueiredo, Barreto e Reis (2004) observaram que na Praia da Conceição e Ponta de Cajaíba, Área de Proteção Ambiental de Cairuçu, Parati (RJ), há uma maior dominância de algas crostosas, cobertas por tufo de algas filamentosas, na maior parte do ano. Enquanto que outras praias, como Ilha Comprida, Saco da Velha e Praia Vermelha, foram consideradas mais estáveis. Nestes locais ocorre uma maior abundância de espécies coriáceas e calcárias articuladas, que possuem ciclo de vida longo e crescimento lento, consideradas características de algas que vivem em regiões de baixos distúrbios. Esta constatação corresponde aos estudos de Steneck e Dethier (1994), que sugerem maior dominância de grupos morfo-funcionais com talos mais complexos em áreas que sofrem menos distúrbios físicos e biológicos. Desta forma, os autores concluíram que a APA de Cairuçu encontra-se bem conservada, se comparada a áreas adjacentes.

Almada, Yoneshigue-Valentin e Nassar (2008) trabalhando com uma população de *Sargassum vulgare* C. Agardh no costão rochoso da Ponta do Arpoador (RJ), relacionaram a baixa fertilidade e o reduzido tamanho das frondes observado no inverno ao fato do banco de *Sargassum* sofrer pisoteio pelos surfistas durante esse período.

Para o litoral do Espírito Santo, a maioria dos estudos com macroalgas ainda são mais focados na área da florística (BARATA, 2004; BARATA; FUJII, 2006; BEHAR, 1972; CRISPINO, 2000; GUIMARÃES, 1990; GUIMARÃES; AMADO-

FILHO, 2008; GUIMARÃES; PEREIRA, 1993; NASSAR; SOUZA; YONESHIGUE-VALENTIN, 2001; OLIVEIRA FILHO, 1969; VILLAS-BOAS et al., 2009). Trabalhos abordando os impactos nas comunidades de macroalgas bentônicas causados pela urbanização ainda são escassos. Merece destaque a pesquisa de Barbosa, Figueiredo e Testa (2008) para a Praia de Jacaraípe, município de Serra (ES), em uma lagoa do platô recifal e outra na borda de um recife. Os autores encontraram uma diferença significativa entre borda e platô no que se refere a riqueza, diversidade, biomassa e equitabilidade no inverno e uma maior abundância da cobertura e grupos morfofuncionais no verão. Também apontam o turismo local como provável agente impactante, podendo atuar na redução da diversidade de espécies.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMADA, C. H. B. A; YONESHIGUE-VALENTIN, Y; NASSAR, C. A. P. Aspectos populacionais de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Ochrophyta, Fucales) na Ponta do Arpoador – Rio de Janeiro. **Oecologia Brasilienses**, v. 12, n. 2, p. 291-298, 2008.

AMADO FILHO, G. M et al. Subtidal benthic marine algae of the marine state park of Laje de Santos (São Paulo, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v.54, p. 225-234, 2003.

AROLDI, L. Roles of disturbance, sediment stress, and substratum retention on spatial dominance in algal turf. **Ecology**, v. 79, n. 8, p. 2759-2770, 1998.

AZEVEDO, C. A. A. et al. Macroalgae as na indicator of the environmental health of the Pirangi reefs, Rio Grande do Norte, Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 21, n. 2, p. 323-328, 2011.

BARATA, D. **Clorofíceas marinhas bentônicas do Estado do Espírito Santo**. 2004. 210 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2004.

BARATA, D; FUJII, M. T. Ctenocladaceae e Ulvellaceae (Chlorophyta) do Espírito Santo e Litoral Norte de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, vol. 33, n. 3, p. 359-370, 2006.

BARBOSA, S. O.; FIGUEIREDO, M. A. DE O.; TESTA, V. Estrutura e dinâmica de comunidades bentônicas dominadas por macrófitas na zona intramareal da Praia de Jacaraípe, Espírito Santo, Brasil. **Hoehnea**, v. 35, n. 4, p. 563-575, 2008.

BEHAR, L. **Clorofíceas do litoral sul do estado do ES. I- Siphonales e Siphonocladales**. 1972. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

BENEDETTI-CECCHI, L. et al. Predicting the consequences of anthropogenic disturbance: large-scale effects of loss of canopy algae on rocky shores. **Marine Ecology Progress Series**, v. 214, p. 137–150, 2001.

BERCHEZ, F.A.S.; OLIVEIRA, E.C. Temporal changes in benthic marine flora of the Baía de Santos, SP, Brazil, over the last four decades. In: CORDEIRO-MARINO, M., AZEVEDO, M.T.P., SANT'ANNA, C.L., TOMITA, N.Y. AND PLASTINO, E.M. (eds). **Algae and Environment: a General Approach**. São Paulo: Soc. Bras. Ficologia e CETESB. S. Paulo, 1992. p. 120– 131.

BOROWITZKA, M. A. Intertidal algal species diversity and effects of pollution. **Australian marine Freshwater Research**, v. 23, p. 73-84. 1972.

BOUZON, J. L. et al. Aspectos florísticos e biogeográficos das macroalgas marinhas das Baias da Ilha de Santa Catarina. **Insula**, Florianópolis, v. 35, p. 69-84, 2006.

CABRAL, D. Q. **Avaliação da efetividade de uma Unidade de Conservação Marinha a partir da análise da comunidade fitobêntica – um estudo de caso no sudoeste do Atlântico**. 2009. 43p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

CONNELL, S. D. et al. Recovering a lost baseline: missing kelp forests from a metropolitan coast. **Marine Ecology Progress Series**, v. 360, n. 63-72, 2008.

CRISPINO, L.M.B. **Feofícias do litoral do Estado do Espírito Santo**. 2000. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2000.

DÍEZ, I. et al. Development of a tool for assessing the ecological quality status of intertidal coastal rocky assemblages, within Atlantic Iberian coasts. **Ecological indicators**, v. 12, n. 1, p. 58-71, 2012.

DÍEZ, I. et al. Phytobenthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient. **Marine Pollution Bulletin**, v. 38, n. 6, p. 463-472, 1999.

ERIKSSON, B. K.; JOHANSSON, G.; SNOEIJIS, P. Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar Fjord, Swedish Skagerrak coast. **Journal of Phycology**, v. 38, p. 284-296, 2002.

FIGUEIREDO, M. A. O.; BARRETO, M. 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, n. 1, p. 11-17, 2004.

FIGUEIREDO, M. A. O. et al. Benthic marine algae of the coral reefs of Brazil: a literature review. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 258-269, 2008.

FLETCHER, R. L. The Occurrence of "Green Tides": a Review. In: SCHRAMM, W., NIENHUIS, P. H. (eds.). **Marine Benthic Vegetation: Recent Changes and the Effects of Eutrophication**. Springer, Berlin, 1996. p. 7–43.

FREITAS, A. S. **Avaliação dos impactos da urbanização sobre os macrofitobentos em trechos recifais do litoral de Pernambuco, Brasil.** 2012. 79p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

GOLUBIC, S. Effects of organic pollution on benthic communities. **Marine Pollution Bulletin**, v. 1, p. 56-57, 1970.

GOROSTIAGA, J. M.; DíEZ, I. Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (Northern Spain). **Marine Ecology Progress Series**, v. 130, p. 157-167, 1996.

GUIMARÃES, S.M.P.B. **Rodófitas marinhas bentônicas do Espírito Santo: ordem Cryptonemiales.** 1990, 275 p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

GUIMARÃES, S.M.P.B.; AMADO-FILHO, G. M. Deep water gelatinous rhodophytes from southern Espírito Santo State, Brazil. **Botanica Marina**, vol. 51, p. 378-387. 2008.

GUIMARÃES, S.M.P.B.; PEREIRA, A.P.V. Rodófitas marinhas bentônicas do estado do Espírito Santo, Brasil: gênero *Calliblepharis* (Cystocloniaceae, Gigartinales). **Hoehnea**, v. 20, p. 35-46, 1993.

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

HORTA, P. A. et al. Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da reserva biológica marinha do arvoredo, Santa Catarina, Brasil – Implicações para a Conservação. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 2, p. 243-257, 2008.

JOHANSSON, C. L.; BELLWOOD, D. R.; DEPCZYNSKI, M. Sea urchins, macroalgae and coral reef decline: a functional evaluation of an intact reef system, Ningaloo, Western Australia. **Marine ecology progress series**, v. 414, p. 65-74, 2010.

JOHNSTON, E. L.; ROBERTS, D. A. Contaminants reduce the richness and evenness of marine communities: A review and meta-analysis. **Environmental Pollution**, v. 157, p. 1745-1752, 2009.

JOLY, A. B. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Bahia de Santos e Arredores. **Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade de São Paulo**, v. 27, n. 14, p. 1-196, 1957.

KAREZ, R. et al. Biomass response and changes in composition of ephemeral macroalgal assemblages along an experimental gradient of nutrient enrichment. **Aquatic botany**, v. 78, p. 103-117, 2004.

LIU, D. et al. The Impact of sewage discharge on the macroalgae community in the yellow sea coastal area around Qingdao, China. **Water, Air and Soil Pollution: Focus**, v. 7, p. 683–692, 2007.

MARINS, B. et al. Algas marinhas bentônicas do infralitoral da Baía de Todos os Santos, Bahia – Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 229-242, 2008.

MURRAY, N. S; LITTLER, M. Seasonal analyses of standing stock and community structure of macroorganisms. In: LITTLER, M. M., MURRAY, N. S (eds.) **Influence of domestic wastes on the structure and energetics of intertidal communities near Wilson Cove, San Clemente Island**. Tech Compl Rep 164, Davis: California Water Resources Center, 1977. p. 7-32.

NASSAR, C.A.G.; SOUZA, R.R; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Inventário florístico das algas marinhas bentônicas do Arquipélago das Três Ilhas (Espírito Santo, Brasil): estudo preliminar. **Leandra**, v. 16, p. 1-10, 2001.

NONATO, E.; PÉRÈS, J. M. Observations sur quelques peuplements intertidaux de substrat sur dans la region d'Ubatuba (État de São Paulo). **Cahiers de Biologie Marine**, v. 2, p. 263-270, 1961.

OLIVEIRA, E.C.; BERCHEZ, F. A. S. Marine benthic algae of Santos Bay – Changes in the flora between 1957-1978. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 6, p. 49-59, 1978.

OLIVEIRA, E. C.; QI, Y. Decadal changes in a polluted Bay as seen from its seaweed flora: The Case of Santos Bay in Brazil. **Ambio**, v. 32, n. 6, set. 2003.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. Algas marinhas do sul do Estado do ES (Brasil): I-Ceramiales. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, série Botânica**, v. 26, p. 1-297, 1969.

ORFANIDIS, S., PANAYOTIDIS, P., STAMATIS, N. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. **Mediterranean Marine Science**, v. 2, p. 45-65, 2001.

ORFANIDIS, S., PANAYOTIDIS, P., STAMATIS, N. An insight to the ecological evaluation index (EEI). **Ecological Indicators**, v. 3, p. 27-33, 2003.

ORTEGA, J. L. G. Algas. In: **Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)**. G. L. Espino, S. H. Pulido, J. L. C. Pérez (Eds.). Playa y Valdés, México, 2000. p. 109-193.

PAGLIOSA, P. R.; BARBOSA, F.A. Assessing the environment-benthic fauna coupling in protected and urban áreas of southern Brazil. **Biological Conservation**, v. 129, p. 408-417, 2006.

PAGLIOSA, P. R.; FONSECA, A.; BARBOSA, F. A. Evidence of systemic changes in trace metal concentrations in subtropical estuarine sediments as a result of urbanization. **Journal of Coastal Research**, v. 39, p. 1078 – 1083, 2006.

PEREIRA, S. M. B. et al. Caracterização estrutural das macroalgas de ambiente recifal da praia de enseada dos corais – PE – Brasil. In: Congresso Brasileiro de Ficologia, 11 Simpósio Latino-americano Sobre Algas Nocivas, 2008, Itajaí, Santa Catarina. **Aplicações da Ficologia: anais...** Rio de Janeiro: Museu Nacional. Organização da Sociedade Brasileira de Ficologia. (Serie Livros, 30). 2008. p. 231-242.

PINILLA, G. **Indicadores biológicos em ecossistemas acuáticos continentales de Colombia: compilación bibliográfica**. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. p. 67. 2000.

PRESKITT, L. B.; VROOM, P. S.; SMITH, C. A. A rapid ecological assessment (REA) quantitative survey method for benthic algae using photo quadrats with scuba. **Pacific Science**, v. 58, p. 201-209, 2004.

RIBEIRO, F. A. et al. Análise quantitativa de populações algáceas na praia de Boa Viagem, Pernambuco-Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 2, p. 222-228, 2008.

ROBERTS, C.M. et al. Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. **Science**, v. 295, n. 5558, p. 1280-1284. 2002.

ROLDÁN, G (Ed.). **Fundamentos de Limnología Neotropical**. Medellín: Edit Universidad de Antioquia, 1992. 529 p.

SANTOS, A. A.; COCENTINO, A. L. 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.

SCHERNER, F.; BARUFI, J. B.; HORTA, P. A. Photosynthetic response of two seaweed species along an urban pollution gradient: Evidence of selection of pollution-tolerant species. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 2380-2390, 2012.

SHIBUYA, E. K. et al. Metais tóxicos e nutrientes em macroalgas de regiões da costa brasileira com diferentes níveis de atividades antrópicas. In: Simpósio Brasileiro de oceanografia, 5. 2011, Santos, SP, **Resumo...** Santos, 2011.

SOUSA, G. S; COCENTINO, A. L. M. Macroalgas como indicadoras 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.; 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**, São Paulo, v. 23, n.2, p. 121-132, jun. 2000.

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, 2002.

TEIXEIRA, V.L. et al. Seasonal variation in infralittoral seaweed communities under a pollution gradient in Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 39 n. 4 p. 423-428. 1987.

TERLIZZI, A. et al. The effects of sewage discharge on shallow hard substrate sessile assemblages. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, p. 544-550, 2002.

VASCONCELOS, E.R.T.P.P. **Comparação entre métodos de amostragem para comunidade de macroalgas marinhas nos recifes de arenito da praia de Boa Viagem – PE**. 2009, 53p. Centro de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

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

VILLAS-BOAS, A. B. et al. Rhodolith-forming Species of *Lithophyllum* (*Corallinales*; Rhodophyta) from Espírito Santo State, Brazil, Including the Description of *L. depressum* sp. nov. **Phycologia**, v. 48, n. 4, p. 237-248, 2009.

WORM, B., LOTZE, H.K. Effects of eutrophication, grazing, and algal blooms on rocky shores. **Limnology and oceanography**, v. 51, n. 11, p. 569–579, 2006.

4. OBJETIVOS

4.1. Geral

Avaliar os impactos da urbanização sobre a estrutura das comunidades de macroalgas da região entre marés do litoral do Espírito Santo.

4.2. Específicos

1. Identificar os representantes das Chlorophyta, Heterokontophyta (Phaeophyceae) e Rhodophyta;
2. Estabelecer uma comparação da estrutura de comunidade de macroalgas entre as praias urbanizadas e não urbanizadas, considerando o percentual de cobertura dos táxons e categoria morfofuncional;
4. Avaliar os resultados dos índices ecológicos realizados a partir dos dados de cobertura dos macrofitobentos nas áreas impactadas e não impactadas pela urbanização;
5. Identificar as possíveis causas que influenciam a alteração da estrutura de comunidade em áreas urbanizadas.

5. HIPÓTESE

A composição e estrutura das comunidades de macroalgas da região entre-marés são alteradas com o aumento da urbanização.

6. RESULTADOS

MANUSCRITO

Avaliação dos impactos da urbanização sobre as comunidades de macroalgas bentônicas no litoral do Espírito Santo

Este trabalho será submetido à Revista **Marine Pollution Bulletin**.



Avaliação dos impactos da urbanização sobre as comunidades de macroalgas bentônicas no litoral do Espírito Santo

V. F. Carvalho ^{a,*}, F. Scherner ^a, D. Barata ^b, P. A. Horta ^c, S. M. B. Pereira ^{a,d}

^a Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, R. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil

^b Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Litorâneo, 29932-540 São Mateus, ES, Brasil

^c Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Botânica, Trindade, 88010-970 Florianópolis, SC, Brasil

^d Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, R. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil

* Autor para correspondência. Tel.: +55 81 33206361; fax: +55 81 33206360.
E-mail: carvalhovf2@gmail.com (V. F. Carvalho).

RESUMO - Os impactos causados pela urbanização tem levado ao declínio da biodiversidade de macroalgas e, por isto, busca-se cada vez mais, entender os processos que levam a alterações no ambiente. Este trabalho apresenta um estudo sobre os impactos da urbanização nas comunidades de macroalgas da costa do Espírito Santo, Brasil. A amostragem da comunidade foi feita por fotoquadrados em praias urbanizadas (Ilha do Frade, Ilha do Boi, Praia das Castanheiras e Praia da Costa) e não urbanizadas (Praia da Bacutia, Enseada das Garças, Coqueiral de Aracruz, Praia de Parati e Praia de Castelhanos), no mês de março de 2012. Nas praias urbanizadas as espécies predominantes estavam representadas por *Ulva*, *Colpomenia sinuosa* e *Arthrocardia variabilis* enquanto que nas praias não urbanizadas por *Palisada perforata*, *Amphyroa anastomosans* e *Codium intertextum*. Tanto a análise de similaridade qualitativa quanto a quantitativa mostraram diferenças significativas entre as praias. A análise de variância mostrou que a Ilha do Frade apresentou menor riqueza de espécies. A Ilha do Frade e a Ilha do Boi apresentaram a menor diversidade de espécies. Os resultados demonstram que há diferenças na composição de comunidades entre as praias urbanizadas e não urbanizadas no litoral capixaba.

Palavras-chave: Algas bentônicas, bioindicadores, antropização, ecologia, fotoquadrado.

1. INTRODUÇÃO

A biodiversidade marinha vem sendo afetada por processos de origem antrópica, que causam a diminuição na riqueza de espécies (Johnston e Roberts, 2009), como o desaparecimento de membros da macroflora (Ducrottoy, 1999). Estudos mostram que as atividades humanas tem causado a degradação de ecossistemas recifais (Roberts et al., 2002) e de costões rochosos (Worm e Lotze, 2006).

Alguns organismos sésseis são mais sensíveis aos efeitos de alterações ambientais, desaparecendo ou aumentando a sua população quando expostos a ambientes impactados, o que os torna bons bioindicadores (Díez et al., 1999; Díez et al., 2012). Desta forma, quando submetidos a níveis maiores de poluição, as espécies mais sensíveis tendem a ser substituídas por espécies mais tolerantes (Eriksson et al., 2002; Karez et al., 2004). Algumas espécies são sensíveis o suficiente para serem usadas como bioindicadoras qualitativas. Porém Golubic (1970) considera bioindicadores quantitativos mais precisos e eficientes. Levine (1984) considera mais vantajosa a utilização de organismos bioindicadores sésseis para análise de poluição em um ambiente marinho, no lugar de análises químicas por medidas pontuais, já que a resposta aos efeitos da poluição requerem tempo.

As áreas mais urbanizadas recebem maiores descargas de esgotos, causando a poluição em áreas costeiras (Juanes et al., 2008). Estudos mostram que, em áreas mais poluídas, há um aumento da biomassa de macroalgas e o maior desenvolvimento de espécies de crescimento mais rápido e de morfologia simples (Gorostiaga e Díez, 1996; Benedetti-Cecchi et al., 2001; Liu et al., 2007). Dessa

forma, os impactos de origem antrópica levam ao declínio na diversidade e a alterações de comunidades de macroalgas (Eriksson et al., 2002; Terlizzi et al. 2002; Liu et al., 2007; Connell et al., 2008). A diminuição do número de espécies, biomassa total, diversidade e equitabilidade estão relacionadas a descargas de metais pesados advindos da urbanização, com consequente domínio de espécies tolerantes (Amado-Filho et al. (2003).

O aumento da eutrofização dos ambientes costeiros causa a proliferação excessiva de algas verdes (Fletcher, 1996). As clorofíceas *Ulva fasciata* Delile e *Ulva compressa* L. são dominantes em ambientes com maior grau de poluição orgânica (Taouil e Yoneshigue-Valentin, 2002). No entanto, espécies coriáceas e calcárias articuladas, que possuem ciclo de vida longo e crescimento lento, são consideradas características de regiões com baixos distúrbios (Figueiredo et al., 2004).

A caracterização da estrutura de comunidades de macroalgas bênticas tem sido utilizada como uma importante ferramenta no diagnóstico de alterações (Amado Filho et al., 2003; Oliveira e Qi, 2003; Horta et al., 2008). Para a análise de estruturas de comunidades, existe o método destrutivo, utilizando quadrados como amostras (Villaça et al., 2008; Vasconcelos et al., 2011) e o método não destrutivo, por meio de fotoquadrados. Este vem sendo bastante utilizado por ser de execução mais rápida, permitir uma maior amostragem e, portanto, uma maior robustez dos dados (Preskitt et al., 2004).

No Brasil, tem sido realizados trabalhos que abordam a estrutura de comunidades de macroalgas mostrando uma diminuição na diversidade de espécies quando submetidas a locais que recebem influências da urbanização (Souza e Cocentino, 2004; Bouzon et al., 2006; Azevedo et al., 2011). Segundo a Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Espírito Santo, várias praias deste estado recebem influência da urbanização, sendo utilizadas como áreas de lazer em centros urbanos e recebendo descargas de esgotos sanitários. Barbosa et al. (2008), estudando a praia de Jacaraípe (ES), apontaram o turismo como provável agente impactante, causando redução da diversidade de espécies de macroalgas. Por este motivo, busca-se cada vez mais, entender os processos que levam a alterações no ambiente, a fim de prevenir possíveis declínios da biodiversidade (Connell et al., 2008).

Este trabalho tem como objetivo caracterizar a composição das comunidades de macroalgas do mesolitoral inferior do litoral do Estado do Espírito Santo em áreas à diferentes distâncias de centro urbanos. O estudo parte das seguintes hipóteses: 1- As comunidades de macroalgas apresentam menor riqueza e diversidade em áreas mais urbanizadas; 2- as algas oportunistas possuem maior cobertura em áreas urbanizadas. Desta forma, para testar estas hipóteses, serão feitas amostragens por meio de fotoquadrados em áreas urbanizadas e não urbanizadas a fim de investigar se as comunidades apresentam diferenças entre as áreas escolhidas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A costa do Espírito Santo apresenta cerca de 430km de extensão (Fraga e Peixoto, 2004), fazendo fronteira com o estado da Bahia desde Ponta dos Lençóis (18 ° 20' S - 39 ° 40'W) até a foz do Rio Itabapoana, no Rio de Janeiro (21 °18' S - 40 ° 57'W) (Guimarães, 2003) (Figura 1). É influenciada pela corrente brasileira advinda do Oceano Atlântico Sul, com temperatura da superfície marinha variando entre 21 e 27° C (Lavrado, 2006). O clima do litoral é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (1948).

Considerando as zonas ficogeográficas do litoral brasileiro, a costa do Espírito Santo situa-se em uma região de transição, cuja flora ficológica possui características tanto da costa nordeste quanto da costa sul do Brasil. A abundância de substratos consolidados proporcionam condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da rica flora ficológica encontrada (Horta et al., 2001).

Guimarães (2003) comenta que na costa do Espírito Santo ocorrem costões rochosos de granito-gnaiss, que correspondem ao afloramento do pré-cambriano. Os afloramentos do relevo baixo são importantes substratos para a colonização de organismos bentônicos. Também são encontrados recifes de arenito ferruginoso, formados por sedimentos arenosos e areno-argilosos, com depósitos de material

ferruginoso, além de recifes de arenito, formados por material calcáreo (Mabesoone e Coutinho, 1970).

Guimarães (2003) menciona, ainda, os chamados “pulsos” de ACAS (Água Central do Atlântico Sul), originados a partir da ressurgência da região de Cabo Frio, característicos dos meses de outubro a março, causando o abaixamento da temperatura nas águas marinhas do litoral do Espírito Santo, o que possibilitaria a ocorrência concomitante de espécies estenotérmicas e euritotérmicas.

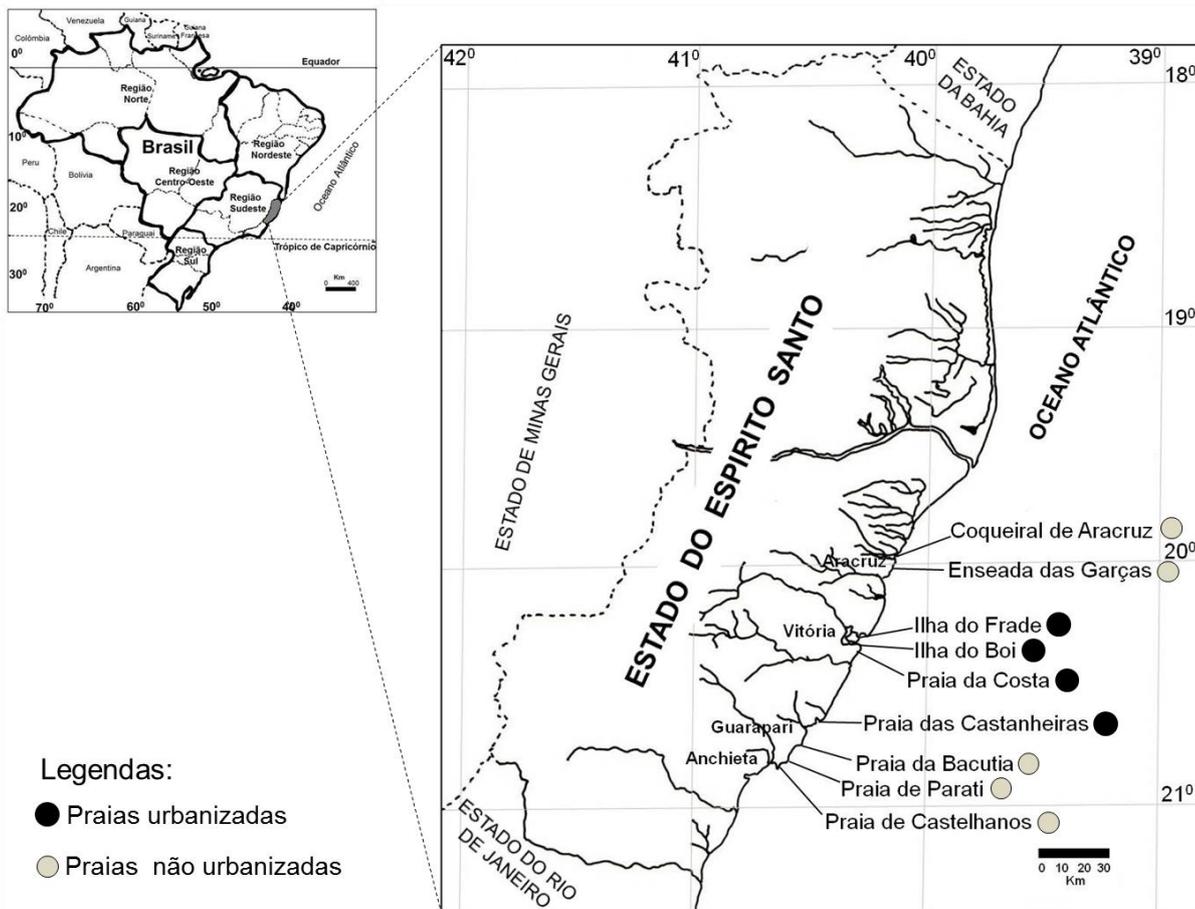


Figura 2. Zona Costeira do Estado do Espírito Santo, com a demarcação das praias de coleta. Modificado de Guimarães (2003).

2.2. ETAPA DE CAMPO

2.2.1. Delineamento amostral

Para a coleta das amostras, foram selecionadas praias localizadas em áreas urbanizadas e outras em áreas distanciadas de grandes centros urbanos (áreas não urbanizadas). Foram consideradas urbanizadas as áreas com população maior que 100.000 habitantes. As praias escolhidas estão indicadas na Figura 1 e Tabela 1.

Tabela 1. Localização, classificação quanto à urbanização e população das áreas estudadas no litoral do Espírito Santo, em março de 2012.

Cidade	Coordenadas	Áreas estudadas	Classificação quanto à urbanização	População*
Vitória	20°18' S; 40°16' O	Ilha do Boi	Urbanizada	325.453
	20°18' S; 40°16' O	Ilha do Frade	Urbanizada	325.453
Vila Velha	20°19' S; 40°16' O	Praia da Costa	Urbanizada	412.402
Guarapari	20°40' S; 40°29' O	Praia das Castanheiras	Urbanizada	100.268
	20°44' S; 40°31' O	Praia da Bacutia	Não urbanizada	4.959**
Aracruz	19°56' S; 40°08' O	Coqueiral de Aracruz	Não urbanizada	10.339**
Fundão	19°59' S; 40°08' O	Enseada das Garças	Não urbanizada	14.382
Anchieta	20°50' S; 40°17' O	Praia de Castelhanos	Não urbanizada	18.153
	20°48' S; 40°35' O	Praia de Parati	Não urbanizada	18.153

*Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/Censo 2010.

** População rural

As praias de Coqueiral de Aracruz e Bacutia pertencem ao limite territorial da cidade de Aracruz (81.746 pessoas) e Guarapari (105.227), respectivamente, sendo cidades com grandes adensamentos populacionais. Porém, as áreas escolhidas para amostragem encontram-se em áreas afastadas dos centros urbanos, sendo Coqueiral de Aracruz distante 19 km da cidade de Aracruz e Bacutia, a 9 km de Guarapari.

A coleta foi realizada em março de 2012 em compartimento recifal e costão rochoso, no mesolitoral inferior, durante as marés de sizígia (máximo 0.2). Cada praia foi subdividida em 3 subáreas, nas quais foram traçados transectos de 30 metros, onde foram plotados 30 quadrados de 625 cm², equidistantes em 1 metro. Imagens destes foram captadas através da Câmera fotográfica Canon WP-DC34, mantida a uma distância aproximada de 50 cm do substrato, não utilizando zoom, a fim de evitar distorções da imagem ou perda da qualidade da foto. A partir da análise

dos fotoquadrados seguindo a metodologia descrita por Kolcker e Gill (2006), foi utilizado como descritor o percentual de cobertura para posterior caracterização da estrutura da comunidade.

O material coletado foi, posteriormente, conduzido ao Laboratório de Ficologia (LABOFIC) do Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) para a identificação taxonômica.

2.3. ETAPA DE LABORATÓRIO

2.3.1. Estudos taxonômicos

Em laboratório, foi feita uma triagem das macroalgas, para posterior identificação taxonômica, com base nas características morfo-anatômicas. Para análise da morfologia interna, foram feitas dissociações e cortes com o auxílio de estiletes e/ou lâminas de aço. Os cortes foram montados em lâminas semi-permanentes em solução de glicerina (50%). A identificação foi baseada em bibliografia pertinente. Não foram incluídas na análise taxonômica as algas calcáreas incrustantes, devido à dificuldade na sua identificação. Desta forma, foram separadas das Rhodophyta na análise do percentual de cobertura e classificadas na categoria “algas coralinas”. Para os posicionamentos dos táxons, seguiu-se Wynne (2011) e Guiry e Guiry (2012) para *Cladophora rupestris* (Linnaeus) Kützinger.

2. 3. 2. Percentual de cobertura

Foi utilizado o programa CPCe (*Coral Point Count with Excel extensions* Kolcker e Gill (2006) versão 4.0., gerando 50 pontos aleatórios em cada fotoquadrado. Vale salientar que este programa inicialmente foi criado com o objetivo de calcular o percentual de cobertura de corais. No entanto, o seu banco de dados foi modificado adicionando-se as espécies e categorias funcionais encontradas nos locais de estudo. O percentual de cobertura das espécies e das outras categorias funcionais foi obtida a partir da freqüência de ocorrência das mesmas em cada ponto.

Dessa forma, para a visualização dos percentuais, primeiramente foi realizado um gráfico com a média de cobertura de macroalgas das praias urbanizadas e não urbanizadas, agrupando-as nos filós Chlorophyta, Rhodophyta e Heterokontophyta

(Classe Phaeophyceae), classificados segundo Wynne (2011), além dos grupos morfofuncionais “turfs”, formado por algas filamentosas e de rápido crescimento, que formam camadas no substrato (Bahartan et al. 2010), pardas filamentosas e calcárias incrustantes. As categorias “turf” e calcárias incrustantes serão representadas de maneira separada dos três filós, devido ao fato de serem categorias dominantes em diferentes níveis de distúrbio (Steneck e Dethier, 1994). As chamadas pardas filamentosas (ex.: representantes dos gêneros *Hincksia*, *Feldmania*, *Bachelotia* e *Sphacelaria*) foram separadas em uma categoria a parte por ocorrerem juntas na maioria das vezes e por possuírem uma morfologia externa muito parecida, o que dificulta a identificação individual de cada espécie pela foto. Materiais abióticos como areia, cascalho e rocha, e os demais organismos bentônicos que eventualmente ocorriam nas imagens foram considerados como “outros”.

2.3.3. Análise dos dados ecológicos

Após a obtenção dos dados do percentual de cobertura das macroalgas através do programa CPCe, a similaridade entre os transectos das áreas estudadas foi investigada através da análise de similaridade (ANOSIM), para a avaliação de eventuais diferenças na estrutura de comunidades de macroalgas entre as áreas de estudo, utilizando-se matrizes de similaridade calculadas pelo índice de Bray-Curtis. Para uma abordagem qualitativa, os mesmos dados foram utilizados, porém usando o índice de Sorensen. Para essas análises os dados foram transformados por Raiz². Para possibilitar a visualização, foram gerados gráficos bidimensionais com a técnica da escala multidimensional métrica (MDS) e gráficos de agrupamento em clusters, através do programa PRIMER 6.0. (Programa Estatístico do Plymouth Marine Laboratory, UK). A análise de similaridade percentual (SIMPER) foi empregada para a avaliação da contribuição percentual das diferentes espécies para as diferenças encontradas entre áreas urbanizadas e não urbanizadas.

A partir dos dados de percentual de cobertura, foram calculados o índice de Margalef, índice de diversidade de Shannon-Wiener e equitatividade de Pielou (PRIMER 6.0). Após verificação da normalidade e homogeneidade das variâncias, sendo esta última testada a partir do teste de Cochran, foram realizadas análises de variância unifatorial (ANOVAs) para testar se há diferenças significativas entre a composição de comunidade dos locais de coleta. Foram utilizados valores médios e

desvio padrão de cada sub-área amostral (n=3). Análises *post-hoc* foram feitas utilizando o teste de Newman-Keuls, por meio do programa STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc. 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 125 espécies, sendo 75 Rhodophyta, 30 Chlorophyta e 20 Heterokontophyta (Phaeophyceae) (Tabela 2). No Filo Rhodophyta, a ordem Ceramiales destacou-se qualitativamente, com 26 táxons infragenéricos, seguida pelas Corallinales, com doze táxons. Entre as Chlorophyta, a ordem Bryopsidales foi a mais representativa, com 18 espécies. Nas Phaeophyceae foi registrado um maior número de espécies para as ordens Dictyotales (9) e Fucales (6). A ordem Ceramiales foi encontrada anteriormente como predominante na Baía de Vitória (Arantes et al., 1995) e na Praia de Jacaraípe (Barbosa et al., 2008), localizadas no Espírito Santo. O destaque para as ordens Dictyotales, Fucales (Phaeophyceae) e Bryopsidales (Chlorophyta) também foi observado por Barbosa et al. (2008). Observações correspondentes foram encontradas por Szechy e Cordeiro-Marino (1991) e Taouil e Yoneshigue-Valentin (2002), para a flora ficológica do norte do Rio de Janeiro, região vizinha ao litoral capixaba.

Com relação ao número de espécies, nas praias não urbanizadas ocorreram 97, enquanto nas urbanizadas, 75 (Tabela 3). A diminuição da riqueza específica é um dos sinais evidenciados pela composição das macroalgas quando submetidas aos efeitos da poluição (Gollubic, 1970; Díez et al., 1999). Estudos anteriores registraram um menor número de espécies em ecossistemas marinhos que sofrem impactos de origem antrópica, quando comparados aos ambientes não impactados (Wells et al., 2007; Juanes et al., 2008; Johnston e Roberts, 2009; Bahartan et al., 2010; Díez et al., 2012).

Comparando-se o número de espécies dos grupos que ocorreram nas praias urbanizadas e não urbanizadas observou-se a predominância do filo Rhodophyta e Phaeophyceae nas áreas não urbanizadas (Figura 2). Quanto ao filo Chlorophyta, o número de espécie foi muito semelhante (22 nas áreas urbanizadas e 21 nas não

urbanizadas. Estes dados corroboram com os estudos de Borowitzka (1972) e Hardy et al. (1993), quando observaram uma redução mais acentuada das Rhodophyta e Phaeophyceae em áreas mais poluídas. A prevalência das Rhodophyta foi observada anteriormente tanto em áreas mais próximas da poluição quanto nas mais distantes (Arévalo et al., 2007), resultado semelhante ao observado no presente estudo. Liu et al. (2007) também observaram um decréscimo acentuado de macroalgas vermelhas quando comparou-se a flora ficológicas ao longo de duas décadas em áreas que vinham recebendo descargas de poluentes.

Com relação as algas que ocorreram em ambas as áreas, o padrão observado no que se refere a predominância das Rhodophyta, seguida das Chlorophyta e Phaeophyceae foi igualmente encontrada na Baía de Vitória por Arantes et al. (1995) e Barbosa et al. (2008), para a Praia de Jacaraípe, localizadas no Espírito Santo.

Tabela 2. Sinopse das espécies encontradas no mês de março de 2012 em praias urbanizadas e não urbanizadas do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil.

RHODOPHYTA	<i>Centroceras clavatum</i> sensu auct., non (C. Agardh in Kunth) Mont. In Durieu	Gigartinales
Bangiales		Cystocloniaceae
Bangiaceae	Dasyaceae	<i>Hypnea cervicornis</i> J. Agardh
<i>Porphyra</i> sp.	<i>Dasya baillouviana</i> (S.G. Gmel.) Mont.	<i>H. musciformis</i> (Wulfen in Jacq.) J.V. Lamour.
Corallinales	<i>D. hutchinsiae</i> Harv.	<i>H. spinella</i> (C. Agardh) Kütz.
Corallinaceae	<i>D. ocellata</i> (Gratel.) Harv. In Hook.	Gigartinaceae
<i>Arthrocardia variabilis</i> (Harv.) Weber Bosse	<i>Heterosiphonia crispella</i> (C. Agardh) M.J. Wynne	<i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq in Hommersand et al.
<i>Corallina officinalis</i> L.	<i>H. gibbesii</i> (Harv.) Falkenb.	<i>Chondracanthus elegans</i> (Grev. in J. St.-Hil.) Guiry
<i>C. panizzoi</i> Schnetter.	Rhodomelaceae	Rhizophyllidaceae
<i>Jania adhaerens</i> J. V. Lamour.	<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Borgesen	<i>Ochtodes secundiramea</i> (Mont.) M. Howe
<i>J. capillacea</i> Harv.	<i>Amansia multifida</i> J.V. Lamour.	Solieriaceae
<i>J. cubensis</i> Mont. Ex Kütz.	<i>Bryothamnion seaforthii</i> (Turner) Kütz.	<i>Meristotheca echinocarpa</i> (Aresch.) E.J. Faye & Masuda in E.J. Faye et al.
<i>J. rubens</i> (L.) J. V. Lamour.	<i>Heterosiphonia</i> sp.	<i>Solieria filiformis</i> (Kütz.) P.W. Gabrielson
<i>J. sagittata</i> (J. V. Lamour.) Blainv.	<i>H. gibbesii</i> (Harv.) Falkenb.	Gracilariales
<i>Amphiroa anastomosans</i> Weber Bosse	<i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Ambronn	Gracilariaceae
<i>A. beauvoisii</i> J. V. Lamour.	<i>Laurencia</i> sp.	<i>Gracilaria</i> sp.
<i>A. fragilissima</i> (L.) J. V. Lamour.	<i>L. dendroidea</i> J. Agardh	<i>G. cervicornis</i> (Turner) J. Agardh
<i>A. rigida</i> J. V. Lamour.	<i>L. obtusa</i> (Huds.) J.V. Lamour.	<i>G. cuneata</i> Aresch.
Nemaliales	<i>L. tepida</i> Yamada	<i>G. domingensis</i> (Kütz.) Sond. Ex Dickie
Liagoraceae	<i>Neosiphonia gorgoniae</i> (Harv.) S.M. Guim. & M. T. Fujii	<i>G. mammillaris</i> (Mont.) M. Howe
<i>Nemalion helminthoides</i> (Valley in With.) Batters	<i>N. howei</i> (Hollenb. In W.R. Taylor) Skelton & G. R. South	<i>Hydropuntia caudata</i> (J. Agardh) Gurgel & Fredericq
Galaxauraceae	<i>Neosiphonia tepida</i> (Hollenb.) S. M. Guim. & M.T. Fujii	Halymeniales
<i>Dichotomaria marginata</i> (J. Ellis & Sol.) Lam.	<i>Palisada perforata</i> (Bory) K.W. Nam	Halymeniaceae
<i>D. obtusata</i> (J. Ellis & Sol.) Lam.	<i>Polisiphonia schneideri</i> Stuercke & Freshwater	<i>Cryptonemia bengryi</i> W.R. Taylor
<i>Galaxaura rugosa</i> (J. Ellis & Sol.) J. V. Lamour.	<i>Vidalia obtusiloba</i> (C. Agardh) J. Agardh	<i>C. seminervis</i> (C. Agardh) J. Agardh
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow.	Spyridiaceae	<i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamour.) C. Agardh
Scinaiaaceae	<i>Spyridia hypnoides</i> (Bory in Belanger) Papenf.	<i>Halymenia</i> sp.
<i>Scinaia furcellata</i> (Turner) J. Agardh	Wrangeliaceae	<i>H. duchassaingii</i> (J. Agardh) Kylin
Bonnemaisoniales	<i>Haloplegma duperreyi</i> Mont.	<i>H. pseudofloresii</i> Collins & M. Howe
Bonnemaisoniaceae	Gelidiales	Peyssoneliales
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevis.	Gelidiaceae	Peyssoneliaceae
Ceramiales	<i>Gelidium floridanum</i> W.R. Taylor	<i>Peyssonelia</i> sp.
Callithamniaceae	<i>G. pusillum</i> (Stackh.) Le Jol.	Plocamiales
<i>Aglaothamnion uruguayense</i> (W.R. Taylor) Aponte, D.L. Ballant. & J.N. Norri	Pterocladaceae	Plocamiaceae
Ceramiaceae	<i>Pterocladia capillacea</i> (S.G. Gmel.) Santel. & Hommers.	<i>Plocamium brasiliense</i> (Grev. In J. St.-Hil.) M. Howe & W.R. Taylor
<i>Antithamnionella atlantica</i> (E.C. Oliveira) C.W. Schneid.		

Tabela 2. Continuação

Rhodymeniales	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Roth) Derbès & Solier in Castagne	<i>C. lanuginosa</i> J. Agardh
Rhodymeniaceae		<i>C. prolifera</i> (Forssk.) J. V. Lamour.
<i>Botryocladia pyriformis</i> (Borgensen) Kylin.	Scytothamniales	<i>C. racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh
<i>Chrysomenia enteromorpha</i> Harv.	Bachelotiaceae	<i>C. scalpelliformis</i> (R. Br. Ex Turner) C. Agardh
<i>Rhodymenia divaricata</i> E.Y. Dawson	<i>Bachelotia antillarum</i> (Grunow) Gerloff.	<i>C. sertularioides</i> (S. G. Gmel.) M. Howe
Champiaceae	CHLOROPHYTA	<i>C. verticillata</i> J. Agardh
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harv.	Ulvales	<i>C. webbiana</i> Mont.
HETEROKONTOPHYTA (PHAEOPHYCEAE)	Ulviceae	Halimedaceae
Dictyotales	<i>Ulva fasciata</i> Delile	<i>Halimeda cuneata</i> K. Hering
Dictyotaceae	<i>U. flexuosa</i> Wulfen	Udoteaceae
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kütz.) De Paula & De Clerck	<i>U. lactuca</i> L.	<i>Udotea flabellum</i> (J. Ellis & Sol.) J. V. Lamour.
<i>Dictyopteris delicatula</i> J. V. Lamour.	<i>U. rigida</i> C. Agardh	
<i>Dictyota</i> sp.	Cladophorales	
<i>Dictyota crenulata</i> J. Agardh	Anadyomenaceae	
<i>Lobophora variegata</i> (J. V. Lamour.) Womersley ex E. C. Oliveira	<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen in Jacq.) C. Agardh	
<i>Padina gymnospora</i> (Kütz.) Sond.	Cladophoraceae	
<i>Styopodium zonale</i> (J. V. Lamour.) Papenf.	<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kütz.	
<i>Zonaria tournefortii</i> (J. V. Lamour.) Mont.	<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kütz.	
Sphacelariales	<i>C. rupestris</i> (Linnaeus) Kütz.	
Sphacelariaceae	<i>C. vagabunda</i> (L.) C. Hoek	
<i>Sphacelaria tribuloides</i> Menegh.	Siphonocladales	
Fucales	Boodleaceae	
Sargassaceae	<i>Cladophoropsis membranacea</i> (C. Agardh) Borgesen	
<i>Sargassum cymosum</i> C. Agardh	Siphonocladaceae	
<i>S. furcatum</i> Kütz.	<i>Dictyosphaeria versluysii</i> Weber Bosse	
<i>S. polyceratium</i> Mont.	Valoniaceae	
<i>S. rigidulum</i> Kütz.	<i>Valonia aegagropila</i> C. Agardh	
<i>S. stenophyllum</i> Mart.	Bryopsidales	
<i>S. vulgare</i> C. Agardh <i>nom. illeg.</i>	Bryopsidaceae	
Ectocarpales	<i>Bryopsis</i> sp.	
Acinetosporaceae	<i>B. pennata</i> (Huds.) C. Agardh	
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) Hamel	<i>B. plumosa</i> (Huds.) C. Agardh	
<i>Hinckesia mitchelliae</i> (Harv.) P. C. Silva in P.C. Silva et al.	.Codiaceae	
<i>H. onslowensis</i> (Amsler & Kapraun) P.C. Silva et al.	<i>Codium decortcatum</i> (Woodw.) M. Howe	
Scytosiphonaceae	<i>C. intertextum</i> Collins & Herv.	
	<i>C. isthmocladum</i> Vickers	
	<i>C. taylorii</i> P.C. Silva	
	Caulerpaeae	
	<i>Caulerpa cupressoides</i> (H. West in Vahl) C. Agardh	
	<i>C. fastigiata</i> Mont.	

Tabela 3. Distribuição das espécies encontradas no mês de março de 2012 em praias urbanizadas e não urbanizadas do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil.

Táxons	Praias								
	Não urbanizadas					Urbanizadas			
	BA	CTE	PA	CA	EG	IB	IF	PC	CTA
<i>Acanthophora spicifera</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aglaothamnion uruguayense</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Amansia multifida</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>A. anastomosans</i>	-	+	+	+	-	-	-	+	-
<i>A. beauvoisii</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>A. fragilissima</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>A. rigida</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anadyomene stellata</i>	+	-	+	+	+	-	-	-	+
<i>Antithamnionella atlantica</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Arthrocardia variabilis</i>	+	-	-	+	-	+	+	+	+
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	+	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>Bachelotia antillarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Botryocladia pyriformis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Bryopsis</i> sp.	-	+	+	-	-	-	-	+	-
<i>B. pennata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>B. plumosa</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	+
<i>Bryothamnion seaforthii</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Canistrocarpus cervicornis</i>	-	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Caulerpa cupressoides</i>	+	-	+	-	+	-	-	-	+
<i>C. fastigiata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>C. lanuginosa</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>C. prolifera</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. racemosa</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>C. scalpelliformis</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>C. sertularioides</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>C. verticillata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>C. webbiana</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Centroceras clavatum</i>	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Chaetomorpha antennina</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	+
<i>Chondracanthus acicularis</i>	+	-	-	-	+	-	-	+	+
<i>C. elegans</i>	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Chrysomenia enteromorpha</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora prolifera</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	+
<i>C. rupestris</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>C. vagabunda</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	-
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Codium decorticatum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. intertextum</i>	+	+	+	-	+	-	-	+	+
<i>C. isthmocladum</i>	+	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>C. taylorii</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>C. sinuosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. officinalis</i>	+	-	-	-	+	-	-	+	+
<i>C. panizzoi</i>	+	-	-	-	+	+	+	+	-
<i>Cryptonemia bengryi</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>C. seminervis</i>	+	-	+	-	-	+	-	+	-
<i>Dasya baillouviana</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. hutchinsiae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>D. ocellata</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	+
<i>Dichotomaria marginata</i>	+	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>D. obtusata</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Dictyopteris delicatula</i>	+	+	+	-	+	+	+	-	+
<i>Dictyosphaeria versluysii</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyota</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>D. crenulata</i>	-	+	+	+	+	-	-	-	+

Tabela 3. Continuação.

Táxons	Praias								
	Não urbanizadas					Urbanizadas			
	BA	CTE	PA	CA	EG	IB	IF	PC	CTA
<i>Feldmannia irregularis</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>Galaxaura rugosa</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Gelidium floridanum</i>	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>G. pusillum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Gracilaria cervicornis</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Gracilaria cuneata</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria domingensis</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria mammillaris</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria sp.</i>	-	+	-	+	-	-	+	-	-
<i>Grateloupia filicina</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Halimeda cuneata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Halymenia duchassaingii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Halymenia pseudofloresii</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Halymenia sp.</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>Haloplegma duperreyi</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Herposiphonia secunda</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia crispella</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia gibbesii</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Hincksia mitchelliae</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Hincksia onslowensis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropuntia caudata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Hypnea cervicornis</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Hypnea musciformis</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hypnea spinella</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jania adhaerens</i>	+	-	+	+	-	-	-	+	-
<i>Jania capillacea</i>	+	-	+	-	+	+	-	-	+
<i>Jania cubensis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Jania rubens</i>	+	-	+	-	-	+	-	+	+
<i>Jania sagittata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Laurencia tepida</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Laurencia dendroidea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Laurencia obtusa</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Laurencia sp.</i>	-	+	-	-	-	-	+	+	-
<i>Lobophora variegata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Meristotheca echinocarpa</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Nemalion helminthoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Neosiphonia gorgoniae</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Neosiphonia howei</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Neosiphonia tepida</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Ochtodes secundiramea</i>	+	+	-	+	-	+	-	-	+
<i>Padina gymnospora</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Palisada perforata</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Polisiphonia schneideri</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Porphyra sp.</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Peyssonelia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Plocamium brasiliense</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Pterocladia capillacea</i>	+	-	-	-	+	+	-	+	+
<i>Rhodymenia divaricata</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Sargassum cymosum</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Sargassum furcatum</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Sargassum polyceratium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sargassum rigidulum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Sargassum stenophyllum</i>	+	-	-	+	+	-	-	+	-
<i>Sargassum vulgare</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Scinaia furcellata</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Tabela 3. Continuação.

Táxons	Praias								
	Não urbanizadas					Urbanizadas			
	BA	CTE	PA	CA	EG	IB	IF	PC	CTA
<i>Solieria filiformis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Sphacelaria tribuloides</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Spyridia hypnoides</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Styopodium zonale</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Udotea flabellum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Ulva fasciata</i>	+	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Ulva flexuosa</i>	+	-	+	-	-	-	-	+	-
<i>Ulva lactuca</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ulva rigida</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Valonia aegagropila</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Vidalia obtusiloba</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Zonaria tournefortii</i>	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Número de espécies	97					75			

BA: Bacutia; CTA: Praia das Castanheiras; CA: Coqueiral de Aracruz; EG: Enseada das Garças; IB: Ilha do Boi; IF: Ilha do Frade; CTE: Praia de Castelhanos; PC: Praia da Costa; PA: Praia de Parati. – ausência; + presença.

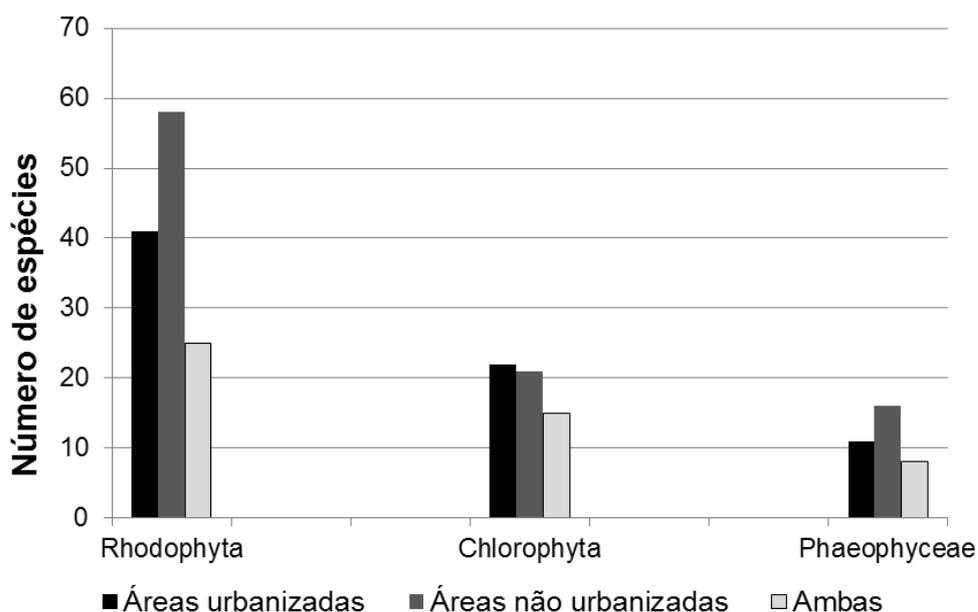


Figura 2. Gráfico comparativo da ocorrência do número de espécies de macroalgas entre os filos em áreas urbanizadas, não urbanizadas e ambas áreas do litoral do Espírito Santo, Brasil, em março de 2012.

A Tabela 4 apresenta a contribuição percentual das espécies de macroalgas entre as praias urbanizadas e não urbanizadas. De acordo com os resultados da análise SIMPER, as algas que tiveram maior contribuição para a diferenciação das comunidades foram *Ulva* sp., *Arthrocardia variabilis*, *Palisada perforata*, *Colpomenia sinuosa*, *Codium intertextum*, *Ulva lactuca*, *Amphyroa anastomosans*, *Turf* e *Hypnea musciformis*.

Entre as rodofíceas, *Arthrocardia variabilis* (2,25) e *Hypnea musciformis* (1,54) foram mais abundantes nas praias urbanizadas, enquanto *Palisada perforata* (2,01) e *Amphiroa anastomosans* (1,24), nas não urbanizadas. Estudos indicam que algas calcárias vermelhas são tolerantes a locais poluídos (Benedetti-Cecchi et al., 2001; Arévalo et al., 2007; Díez et al., 2009; Díez et al., 2012). Murray e Littler (1984) estudaram as algas que habitam as áreas impactadas na região entremarés da costa próxima a WhitesPoint, Califórnia, Estados Unidos. A flora encontrada estava constituída por algas oportunistas, calcárias articuladas e algas incrustantes, sendo caracterizadas como mais adaptadas a distúrbios ambientais. No entanto, Borowitzka (1972) registrou menor desenvolvimento de calcárea articulada *Corallina officinalis* em regiões próximas a descargas de poluentes, quando comparadas as regiões mais distantes.

O resultados do estudo de Borowitzka (1972) corrobora com a classificação Orfanidis et al. (2001, 2003), que sugerem um índice de avaliação ecológica (EEI) para avaliar o “status” ecológico das águas de transição e costeiras de acordo com o European Water Framework Directive (WFD). Dessa forma, a estrutura e função do ecossistema marinho são avaliadas através da classificação das macroalgas bentônicas em dois grupos ecológicos: ESG I, que inclui algas com o talo carnoso ou calcáreo, baixa taxa de crescimento e ESG II, com algas folhosas e filamentosas, com rápido crescimento (oportunistas).

No entanto, Arévalo (2007) e Díez et al. (2009) concordam que métodos baseados em grupos morfofuncionais podem dar uma resposta imprecisa quanto ao estado da qualidade do ambiente estudado, pois espécies do mesmo grupo morfofuncional podem dar uma resposta diferente a poluição. Esta afirmação pode ser constatada no presente estudo quando se observa a cobertura das algas calcáreas articuladas *Arthrocardia variabilis*, predominantes nas áreas urbanizadas e *Amphiroa anastomosans*, nas não urbanizadas. A expressiva cobertura do gênero *Hypnea* nas áreas urbanizadas corrobora com os estudos realizados por Souza e Cocentino (2004) e Orfanidis et al. (2001, 2003), que o encontraram em abundância nos locais impactados.

Representantes do gênero *Laurencia* foram registrados em estudos anteriores por apresentarem maior cobertura em áreas controles (Díez et al., 1999, 2009, 2012). É importante salientar que o gênero *Palisada*, que predominou nas praias não urbanizadas, faz parte do complexo *Laurencia* (Nam, 2007), apresentando a

morfologia e resposta a poluição semelhante ao que foi observado para o referido gênero.

Entre as feofíceas, *Colpomenia sinuosa* predominou tanto nas praias urbanizadas (3,21), quanto nas não urbanizadas (1,74) (Tabela 4). Terlizzi et al. (2002) registraram a ocorrência de *C. sinuosa* exclusivamente em locais poluídos na Itália. Esta espécie é bastante comum na região sudeste (Brito et al., 2002; Széchy e Paula, 2000), embora ocorra um maior percentual para as áreas urbanizadas do presente estudo.

Dentre as Chlorophyta, a predominância das algas do gênero *Ulva* foi mais acentuada nas praias urbanizadas (4,34, somando-se a abundância média de *Ulva* sp. e *Ulva lactuca*), do que nas não urbanizadas (2,50) (Tabela 4). O gênero *Ulva* foi anteriormente referido para o estado do Espírito Santo no trabalho de Barbosa et al. (2008) como predominante na Praia de Jacaraípe, local que sofre impacto devido ao turismo.

Em meio natural, o gênero *Ulva* se desenvolve em locais com altos níveis de nutrientes e distúrbios ambientais de origem antropogênica, sendo classificada como tolerante a poluição (Bishop et al., 2002; Oliveira e Qi, 2003; Arévalo et al., 2007). Alguns autores mencionam o ciclo de vida curto e a alta taxa de crescimento de *Ulva*, como fatores que favorecem o sucesso e a sobrevivência deste gênero em ambientes poluídos (Borowitzka, 1972; Orfanidis et al., 2003). Panayotidis et al. (2004) mostraram que, em áreas mais degradadas de regiões metropolitanas da cidade de Atenas (Grécia), ocorre a substituição de *Cystoseira* spp., considerada espécie(s) perene (s), pelo gênero *Ulva*. Sherner et al. (2012), após realizarem o transplante de *Sargassum stenophyllum* e *Ulva lactuca* para locais poluídos, registraram declínio eficiência fotossintética da primeira espécie, enquanto a segunda, apresentou melhoras nas áreas urbanizadas.

Codium intertextum foi a segunda espécie de Chlorophyta mais abundante, predominando nas áreas não urbanizadas (1,61). No entanto, a sua ocorrência foi associada a locais com moderado grau de poluição por outros autores (Díez et al., 1999; Liu et al., 2007). Wells et al. (2007) comenta que nem sempre as espécies que são sensíveis em um local, respondem da mesma forma em outro. Espécies efêmeras, mais sensíveis à poluição, podem sofrer modificações de forma a sobreviverem em um determinado ambiente submetido a alterações.

A categoria “turf” apresentou um maior percentual nas praias não urbanizadas (2,06) (Tabela 4), apesar de serem características de ambientes perturbados (Aroldi, 1998; Díez et al., 1999; Benedetti-Cecchi et al., 2001). As algas formadoras do “turf” se reproduzem vegetativamente, sendo uma importante estratégia para a tolerância à perturbações (Aroldi 1998). No entanto, no litoral do ES, esta categoria foi predominante nas praias menos impactadas. Esta categoria pode ter sido composta por algas filamentosas corticadas (Ex.: *Heterosiphonia*, *Neosiphonia* e *Polysiphonia*), que segundo Karez et al. (2004), crescem em ambientes menos eutrofizados. Estudos posteriores corroboram com os resultados do referido autor (Liu et al., 2006; Torres e Caille, 2009). Liu et al. (2006) observaram um crescimento de *Heterosiphonia* em áreas mais distantes do foco de poluição na região entremarés em Yellow Sea, China. Torres e Caille (2009) observaram a ausência de espécies como *Polysiphonia argentinica* em locais impactados de Puerto Madryn, Argentina.

Tabela 4: Contribuição percentual das espécies entre as praias urbanizadas e não urbanizadas do litoral do Espírito Santo, em março de 2012.

Espécies	Abundância média		Dissimilaridade média	DP (Dissimilaridade)	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
	Urbanizadas	Não urbanizadas				
<i>Ulva</i> sp.	3,13	1,43	4,64	1,19	6,33	6,33
<i>Arthrocardia variabilis</i>	2,25	0,84	3,31	1,23	4,51	10,83
<i>Palisada perforata</i>	0,2	2,01	2,97	1,07	4,04	14,88
<i>Colpomenia sinuosa</i>	3,21	1,74	2,88	1,28	3,92	18,8
<i>Codium intertextum</i>	0,57	1,61	2,32	1,18	3,16	21,96
<i>Ulva lactuca</i>	1,21	1,07	2,31	1,01	3,14	25,1
<i>Amphyroa anastomosans</i>	0,38	1,24	2,11	0,78	2,87	27,97
Turf	1,58	2,06	2	1	2,72	30,69
<i>Hypnea musciformis</i>	1,54	1,27	1,97	1,23	2,69	33,38
<i>Jania</i> sp.	1,16	0,79	1,95	0,95	2,66	36,04
<i>Amphyroa</i> sp.	0	1,26	1,89	0,95	2,58	38,62
<i>Corallina panizzoi</i>	1,01	0,36	1,83	0,82	2,49	41,11
<i>Padina gymnospora</i>	0,32	1,26	1,79	1,1	2,44	43,54
<i>Dictyota crenulata</i>	0,38	1	1,78	0,66	2,43	45,97
<i>Caulerpa racemosa</i>	0,34	1,12	1,71	0,98	2,33	48,3
<i>Sargassum stenophyllum</i>	0,56	0,81	1,68	0,78	2,29	50,59
<i>Centroceras clavatum</i>	0,86	0,33	1,48	0,76	2,02	52,61
<i>Pterocliadiella capillacea</i>	0,93	0,23	1,48	0,81	2,01	54,62
<i>Anadyomene stellata</i>	0,06	1	1,47	0,95	2	56,62
Alga coralina	1,73	1,72	1,29	1,21	1,75	58,38
<i>Halimeda cuneata</i>	0,2	0,75	1,24	0,82	1,69	60,06
<i>Corallina officinalis</i>	0,74	0,16	1,16	1,05	1,58	61,64
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	0,76	0,07	1,14	0,53	1,55	63,19
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	0,44	0,5	1,12	0,89	1,52	64,71
<i>Laurencia</i> sp.	0,43	0,62	1,11	0,89	1,52	66,23
<i>Sargassum</i> sp.	0,27	0,53	1,09	0,58	1,48	67,71
<i>Halymenia</i> sp.	0,6	0,14	1,07	0,55	1,46	69,17
<i>Sargassum polyceratium</i>	0,65	0	0,95	0,41	1,29	70,46
<i>Dichotomaria marginata</i>	0	0,65	0,93	0,65	1,26	71,73
Pardas filamentosas	0,55	0,23	0,91	0,88	1,24	72,96
<i>Amphiroa rigida</i>	0	0,59	0,89	0,47	1,22	74,18
<i>Canistrocarpus cervicornis</i>	0	0,58	0,89	0,51	1,21	75,39
<i>Corallina</i> sp.	0,57	0	0,88	0,44	1,2	76,59
<i>Hydropuntia caudata</i>	0	0,6	0,88	0,46	1,2	77,79
<i>Sargassum vulgare</i>	0,23	0,39	0,88	0,48	1,2	78,99
<i>Hypnea</i> sp.	0,43	0,23	0,86	0,62	1,18	80,17
<i>Codium isthmocladum</i>	0	0,51	0,77	0,91	1,05	81,22
<i>Dictyopteris delicatula</i>	0,45	0,25	0,75	0,94	1,02	82,24
<i>Gracilaria</i> sp.	0,16	0,34	0,61	0,78	0,83	83,07
<i>Solieria filiformis</i>	0	0,39	0,57	0,39	0,78	83,85
<i>Jania rubens</i>	0,37	0	0,55	0,46	0,74	84,6
<i>Jania cubensis</i>	0	0,33	0,52	0,42	0,71	85,31
<i>Dictyota</i> sp.	0	0,34	0,5	0,72	0,68	86
<i>Ulva fasciata</i>	0,32	0	0,5	0,3	0,68	86,68
<i>Ulva flexuosa</i>	0,29	0,06	0,5	0,36	0,68	87,35
<i>Chaetomorpha antennina</i>	0,28	0	0,44	0,57	0,6	87,95
<i>Sargassum cymosum</i>	0,26	0	0,39	0,41	0,53	88,48
<i>Jania adhaerens</i>	0	0,24	0,35	0,47	0,47	88,96
<i>Ochtodes secundiramea</i>	0,16	0,16	0,34	0,91	0,47	89,43
<i>Gelidium</i> sp.	0,23	0	0,34	0,34	0,46	89,88
<i>Gelidium floridanum</i>	0,18	0,07	0,33	0,5	0,46	90,34

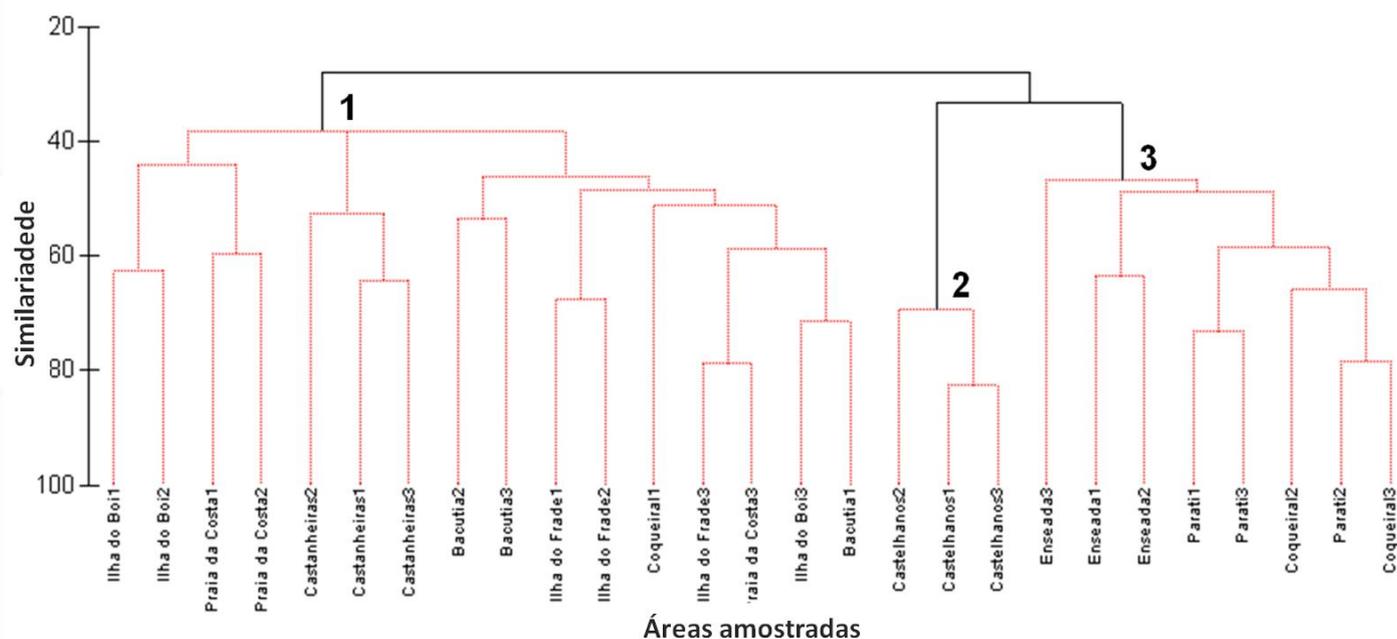


Figura 3. Dendrograma de similaridade entre as praias estudadas no litoral do estado do Espírito Santo em março de 2012.

O dendrograma de similaridade entre os transectos das áreas estudadas evidenciou a formação de 3 grupos (Figura 3): 1, foi formado pelas praias urbanizadas (Ilha do Frade, Ilha do Boi, praia das Castanheiras e praia da Costa) e praia da Bacutia (não urbanizada); 2, formado pela praia de Castelhanos (não urbanizada) e 3, formado pelas demais praias não urbanizadas (Enseada das Garças, Coqueiral de Aracruz e Parati).

A similaridade entre a composição de comunidade da Bacutia com as praias urbanizadas (Ilha do Boi, Ilha do Frade, Praia da Costa e Castanheiras), indicou que a comunidade de macroalgas desta praia assemelha-se com a das praias urbanizadas. Por ser a praia não urbanizada com uma distância menor do centro urbano dentre as eleitas para o estudo (9 km de distância, em relação à Coqueiral de Aracruz, com 19 km), pode tratar-se de uma área intermediária quanto ao nível de influência que recebe da urbanização. Quanto ao grupo 2, este caracterizou-se por uma cobertura mais acentuada das algas *Palisada perforata* e *Amphyroa anastomosans* em relação as demais praias não urbanizadas.

A análise de similaridade (ANOSIM) baseada em dados de cobertura mostrou diferenças significativas entre os transectos das praias urbanizadas e não

urbanizadas ($p < 0,001$; $R: 0.305$), como mostra o gráfico MDS (Figura 4A). O resultado da análise qualitativa também mostrou diferenças significativas entre os transects ($p < 0.001$; $R: 0.358$), como pode ser visualizado pelo gráfico MDS da figura 4B. Dessa forma, observa-se uma tendência de agrupamento entre as praias tanto no que se refere à cobertura de macroalgas, quanto à ocorrência das diferentes espécies nas áreas estudadas. Estes dados indicam que a composição da comunidade de macroalgas é influenciada pela urbanização. A perda das características do habitat natural diminui sua complexidade, causando efeitos como a diminuição de macroalgas de morfologia mais complexa, dando espaço para o crescimento de algas mais efêmeras, além de ser uma ameaça à variabilidade genética em indivíduos e populações (Airoldi et al., 2008).

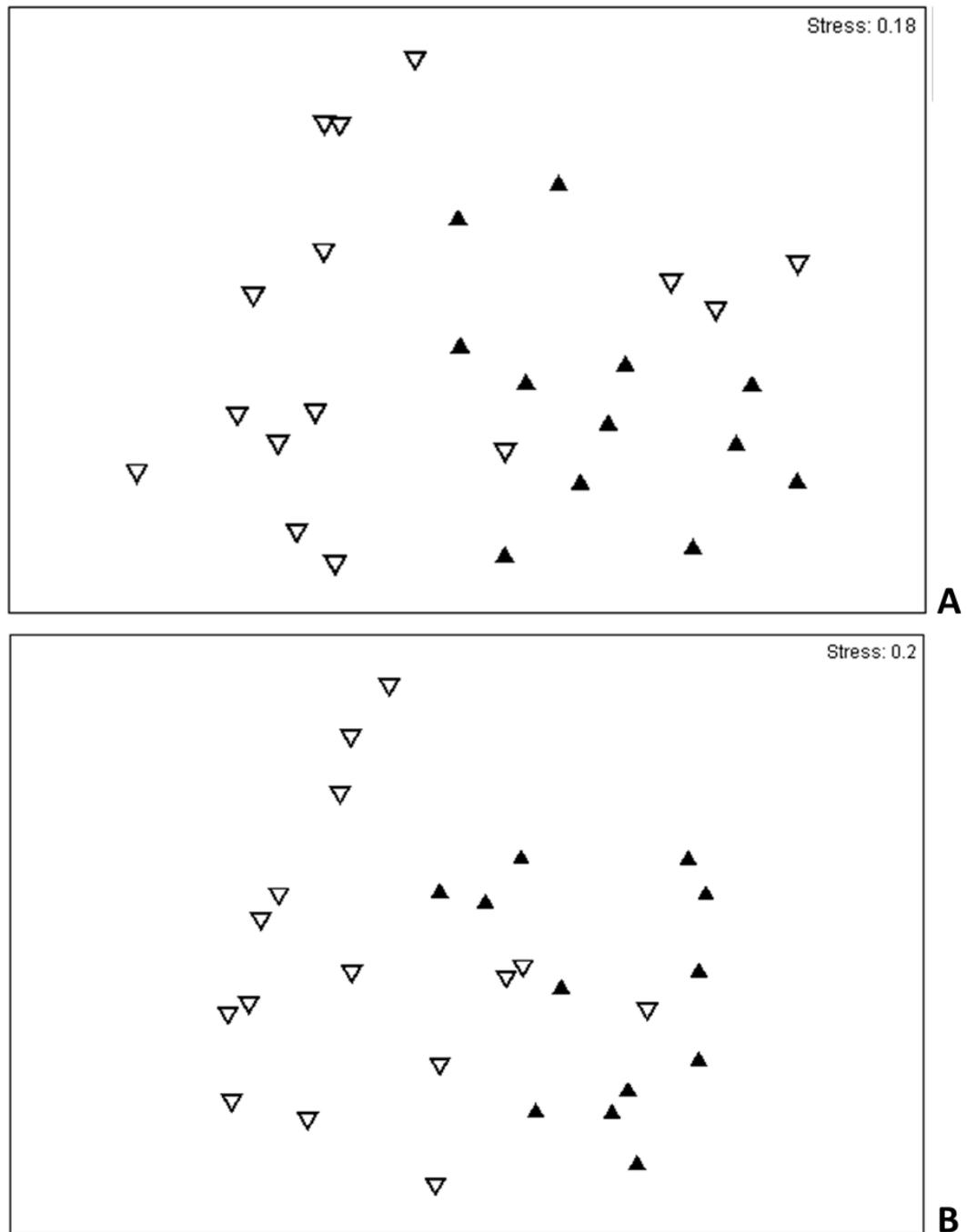


Figura 4. Escala multidimensional métrica (MDS), evidenciando o agrupamento formado entre praias urbanizadas (▲) e não urbanizadas (▽) do litoral do Espírito Santo, Brasil, em março de 2012, baseando-se nos dados quantitativos (cobertura percentual de macroalgas) (A) e em dados qualitativos (presença e ausência) (B).

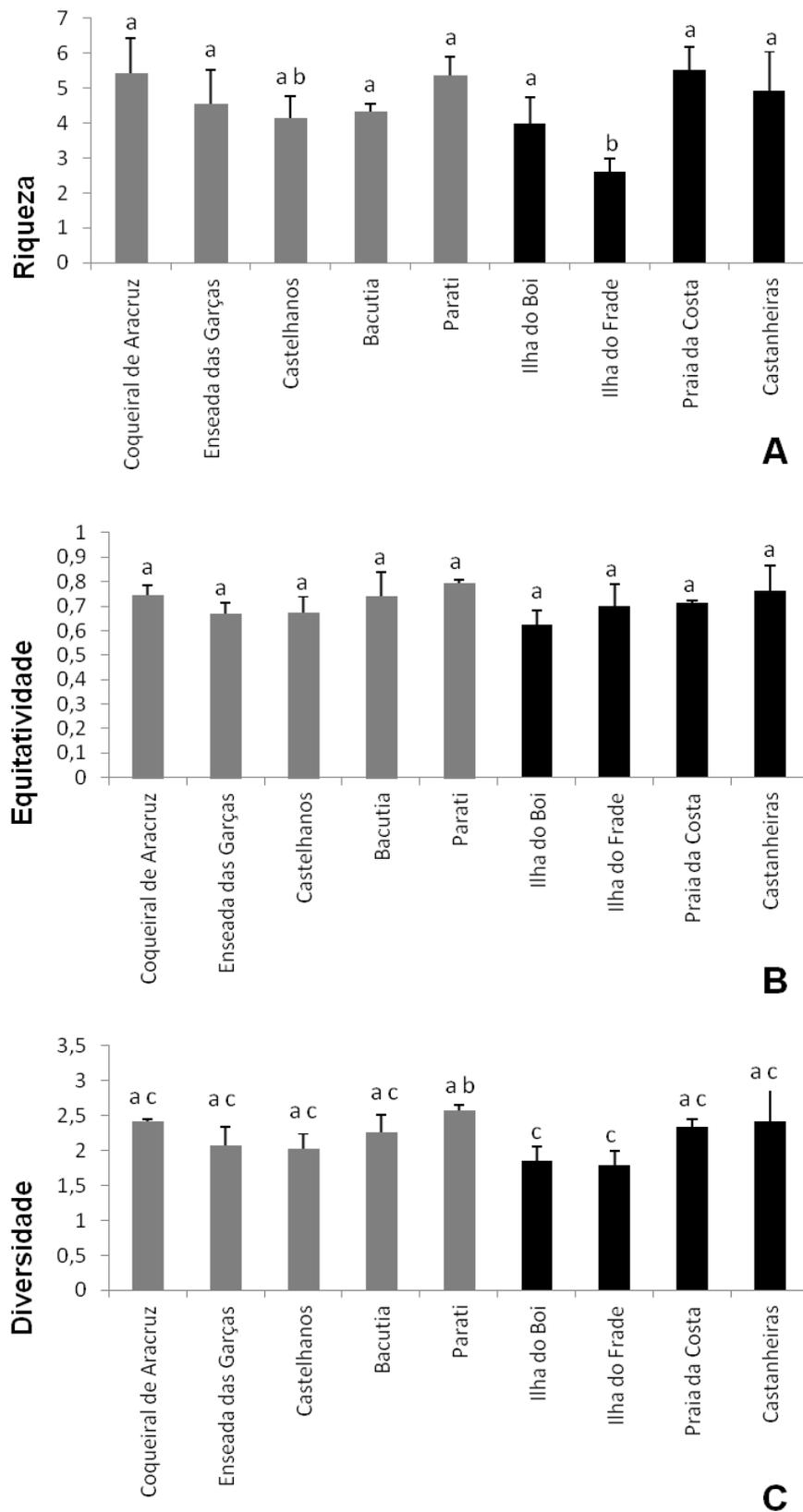


Figura 5. Valores médios ($n=3$) \pm desvio padrão dos índices de riqueza de Margalef (A), equitatividade (B) e diversidade de Shannon-Wiener (C) nas praias urbanizadas (em preto) e não urbanizadas (em cinza) do litoral do Espírito Santo, Brasil, em março de 2012. Letras diferentes sobre as barras indicam diferenças significativas entre as médias, de acordo com o teste de Newman-Keuls.

Os resultados obtidos apontam diferenças nos índices de riqueza (Margalef) ($F=4.52$; $p<0.005$) e diversidade de Shannon-Wiener ($F=3.97$; $p<0.01$) entre as praias urbanizadas e não urbanizadas (Figura 5). Porém, o teste post hoc de Newman Keuls indica diferenças significativas apenas entre algumas áreas. A Ilha do Frade apresentou menor riqueza, enquanto a Ilha do Boi e a Ilha do Frade apresentaram menor diversidade. Essas ilhas encontram-se na cidade de Vitória, capital do estado do Espírito Santo, impactada pela urbanização, industrialização, formação de aterros, atividades portuárias e descarga de esgotos, onde já foram registradas altas concentrações de Fe, Zn, Cu, Pb, Mn e Hg. (Jesus et al., 2004). As águas mais rasas da plataforma continental e as baías fechadas, localizadas em áreas de maiores concentrações urbanas e industriais, são as mais afetadas por impactos antrópicos (Eriksson et al., 2002; Guimarães, 2003).

A exposição a locais contaminados pela urbanização e por resíduos industriais em ambientes aquáticos resulta na diminuição da diversidade e riqueza de espécies, de modo que as mais sensíveis são substituídas pelas mais tolerantes ao estresse (Simboura et al., 1995; Je et al., 2004; Arévalo et al., 2007; Díez et al., 2012). De acordo com Gorostiaga e Díez (1996), as descargas de origem urbana em ambientes marinhos podem levar ao aumento de sedimentação, turbidez e toxicidade da água. Em resposta, as comunidades algais respondem simplificando a sua estrutura, de modo que há uma diminuição na riqueza e abundância.

Quanto à equitatividade, não foram observadas diferenças significativas entre as áreas estudadas de acordo com ANOVA. Isso pode estar relacionado à substituição de espécies sensíveis por espécies tolerantes. Os resultados são semelhantes ao estudo de Jonsthorpe e Roberts (2009), quando comentaram que a riqueza de espécies e a diversidade de Shannon-Wiener tendem a ter reduções maiores que a equitatividade de Pielou, nas regiões entremarés, quando sofrem impactos causados pela poluição.

Estudos mostram que um dos efeitos primários da exposição do ambiente a contaminação do sedimento por descargas industriais e urbanas é a eliminação de espécies sensíveis a estas condições e permanência das espécies tolerantes. Como consequência, há a diminuição da riqueza e diversidade (Simboura et al., 1995; Je et al., 2004). O aumento dos níveis de poluição também foi apontada por Oliveira e Qi,

(2003) como uma das causas da diminuição da diversidade biológica. A perda da biodiversidade marinha diminui a capacidade de fornecimento de alimentos, manutenção da qualidade da água e a recuperação das perturbações. No entanto, é um processo reversível (Worm et al. 2006). Isso deve ser levado em consideração, para a realização de esforços por partes do governo e população local para a tomada de medidas de conservação do ambiente marinho. Diversos autores registraram um aumento do número de espécies e o retorno de espécies perenes em ambientes marinhos, decorrentes da melhoria da qualidade ambiental (Gorostiaga e Díez, 1996; Oliveira e Qi, 2003). Por outro lado, o tratamento inadequado das descargas urbanas nos ambientes marinhos causa o declínio de espécies sensíveis à poluição devido a diminuição da atividade fotossintética, havendo um decréscimo de espécies perenes (Schermer et al., 2012).

O resultado do presente estudo mostrou que há uma diminuição da diversidade e riqueza nas áreas mais urbanizadas e a maior cobertura de espécies oportunistas em relação às áreas menos urbanizadas. Estes dados auxiliam no entendimento de como se comportam as macroalgas em regiões entremarés sob efeito da urbanização e subsidiam estudos de resposta a um gradiente de poluição com demais organismos bentônicos.

4. REFERÊNCIAS

- Aroldi, L. 1998. Roles of disturbance, sediment stress, and substratum retention on spatial dominance in algal turf. *Ecology* 79, 2759-2770.
- Amado filho, G.M., Horta, P., Brasileiro, P.S., Fujii, M.T., Barreto, M.B.B. 2003. Subtidal benthic marine algae of the marine state park of Laje de Santos (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography* 54, 225-234.
- Arantes, P.V.S., Nassar, C.A.G., Gestinari, L.M.S. 1995. Comunidade de algas calcárias articuladas na Baía do Espírito Santo. *Nerítica* 9, 33-48.
- Arévalo, R., Pinedo, S., Ballesteros, E. 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin* 55, 104-113.
- Azevedo, C.A.A., Carneiro, M.A.A., Oliveira, S.R., Marinho-Soriano, E. 2011. Macroalgae as na indicator of the environmental health of the Pirangi reefs, Rio Grande do Norte, Brazil. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 21, 323-328.
- Bahartan, K., Zibdah, M., Ahmed, Y., Israel, A., Brickner, I., Abelson, A. 2010. Macroalgae in the coral reefs of Eilat (Gulf of Aqaba, Red Sea) as a possible indicator of reef degradation. *Marine Pollution Bulletin* 60, 759-764.
- Barbosa, S.O., Figueiredo, M.A.O., Testa, V. 2008. Estrutura e dinâmica de comunidades bentônicas dominadas por macrófitas na zona intramareal da Praia de Jacaraípe, Espírito Santo, Brasil. *Hoehnea* 35, 563-575.
- Benedetti-Cecchi, L., Pannacciulli, F., Bulleri, F., Moschella, P.S., Airoldi, L., Relini, G., Cinelli, F., 2001. Predicting the consequences of anthropogenic disturbance: large-scale effects of loss of canopy algae on rocky shores. *Marine Ecology Progress Series* 214, 137-150.
- Bishop, M.J, Underwood, A.J., Archambault, P. 2002. Sewage and environmental impacts on rocky shores: necessity of identifying relevant spatial scales. *Marine Ecology Progress Series* 236, 121-128.
- Borowitzka, M. A. 1972. Intertidal algal species diversity and effects of pollution. *Freshwater Research* 23, 73-84.
- Bouzon, J.L., Salles, J.P., Bouzon, Z., Horta, P.A. 2006. Aspectos florísticos e biogeográficos das macroalgas marinhas das Baías da Ilha de Santa Catarina. *Insula* 35, 69-84.
- 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*, Rio Grande 24, 17-26.
- Connell, S.D., Russell, B.D., Turner, D.J., Shepherd, S.A., Kildea, T., Miller, D., Airoldi, L., Cheshire, A. 2008. Recovering a lost baseline: missing kelp forests from a metropolitan coast. *Marine Ecology Progress Series* 360, 63-72.
- Díez, I., Bustamante, M., Santolaria, A., Tajadura, J., Mugerza, N., Borja, A., Muxika, I., Saiz-Salinas, J.I., Gorostiaga, J.M. 2012. Development of a tool for assessing the ecological quality status of intertidal coastal rocky assemblages, within Atlantic Iberian coasts. *Ecological indicators* 12, 58-71.
- Díez, I., Santolaria, A., Secilla, A., Gorostiaga, J.M. 1999. Phytobenthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient. *Marine Pollution Bulletin* 38, 463-472.

- Díez, I., Santolaria, A., Secilla, A., Gorostiaga, J.M. 2009. Recovery stages over long-term monitoring of the intertidal vegetation in the 'Abra de Bilbao' area and on the adjacent coast (N. Spain). *European Journal of Phycology* 44, 1-14.
- Ducrottoy, J.P. 1999. Indications of Change in the Marine Flora of the North Sea in the 1990s. *Marine Pollution Bulletin* 38, 646-654.
- Eriksson, B.K., Johansson, G., Snoeijs, P. 2002. Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar Fjord, Swedish Skagerrak coast. *Journal of Phycology* 38, 284-296.
- Figueiredo, M.A.O., Barreto, M.B., Reis, R.P. 2004. Caracterização das macroalgas nas comunidades marinhas da Área de Proteção Ambiental de Cairuçu, Parati, RJ: subsídios para futuros monitoramentos. *Revista Brasileira de Botânica* 27, 11-17.
- Fletcher, R. L. 1996. The Occurrence of "Green Tides": a Review., in: Schramm, W., Nienhuis, P. H. (Eds.), *Marine Benthic Vegetation. Recent Changes and the Effects of Eutrophication*. Springer, Berlin, 7-43.
- Golubic, S. 1970. Effects of organic pollution on benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 1, 56-57.
- Gorostiaga, J.M., Díez, I. 1996. Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (Northern Spain). *Marine Ecology Progress Series* 130, 157-167.
- Guimaraes, S.M.P.B. 2003. Uma análise da diversidade da flora marinha bentônica do estado do Espírito Santo, Brasil. *Hoehnea* 30, 11-19.
- Guiry, M.D., Guiry, G.M. 2012. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- Hardy, F. G., Evans, S. M., Tremayne, M. A. 1993 Long-term changes in the marine macroalgae of three polluted estuaries in north-east England. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 172, 81-92.
- Horta, P.A., Amâncio, E., Coimbra, C.S., Oliveira, E. C. 2001. Considerações sobre distribuição e a origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28, 243-265.
- 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 reserve biológica marinha do arvoredo, Santa Catarina, Brasil – Implicações para a Conservação. *Oecologia Brasiliensis* 12, 243-257.
- Je, J.G., Belan, T., Levings, C., Koo, B.J. 2003. Changes in benthic communities along a presumed pollution gradient in Vancouver Harbour. *Marine Environmental Research* 57, 121-135.
- Jesus, H.C., Costa, E.A., Mendonça, A.S.F., Zandonade, E. 2004. Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória-ES. *Química Nova* 27, 378-386.
- Johnston, E.L., Roberts, D.A. 2009. Contaminants reduce the richness and evenness of marine communities: A review and meta-analysis. *Environmental Pollution* 157, 1745-1752.
- Juanes J.A., Guinda, X., Puente, A., Revilla, J.A. 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. *Ecological Indicators* 8, 351-359.
- Karez, R., Engelbert, S., Kraufvelin, P., Pedersen, M.F., Sommer, U. 2004. Biomass response and changes in composition of ephemeral macroalgal assemblages along an experimental gradient of nutrient enrichment. *Aquatic botany* 78, 103-117.

- Kolcker, K.E., Gill, S.M. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences* 32, 1259-1269.
- Köppen, W. 1948. *Climatologia como un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica.
- Lavrado, H.P. 2006. Caracterização do ambiente e da comunidade bentônica, in: Lavrado, H.P., Ignácio, B.L. (Eds.), *Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 19–64.
- Levine, H.G. 1984. The use of seaweeds for monitoring coastal waters, in: Shubert, L.E. (ed.). *Algae as Ecological Indicator*. Academic Press. New York, 189–212.
- Liu, D., Bai, J., Song, S., Zhang, J., Sun, P., Li, Y., Han, G. 2007. The Impact of sewage discharge on the macroalgae community in the yellow sea coastal area around Qingdao, China. *Water, Air and Soil Pollution: Focus* 7, 683–692.
- Mabesoone, J.M., Coutinho, P.N. 1970. Litoral and shallow marine geology of northern and northeastern Brazil. *Trabalhos Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco* 12, 1-214.
- Murray, S.N., Littler, M.M. 1984. Analysis of seaweed communities in a disturbed rocky intertidal environment near Whites Point, Los Angeles, California. *Hydrobiologia* 116/117, 374-382.
- Nam, K.W. 2007. Validation of the generic name *Palisada* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Algae* 22, 53-55.
- 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.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P., Stamatis, N. 2003. An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecological Indicators* 3, 27-33.
- Panayotidis, P., Montesanto, B., Orfanidis, S. 2004. Use of lowbudget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *Journal of Applied Phycology* 16, 49-59.
- Preskitt, L. B., Vroom, P. S., Smith, C. A. 2004. A rapid ecological assessment (REA) quantitative survey method for benthic algae using photo quadrats with scuba. *Pacific Science* 58, 201-209.
- Roberts, C.M., McClean, C.J., Veron, J.E.N., Hawkins, J.P., Allen, G.R., McAllister, D.E., Mittermeier, C.G., Schueler, F.W., Spalding, M., Wells, F., Vynne, C., Werner, T.B. 2002. Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. *Science* 295, 1280-1284.
- Schnerer, F., Barufi, J.B., Horta, P.A. 2012. Photosynthetic response of two seaweed species along an urban pollution gradient: Evidence of selection of pollution-tolerant species. *Marine Pollution Bulletin* 64, 2380-2390.
- Simboura, N., Zenetos, A., Panayotidis, P., Makra, A. 1995. Changes in benthic community structure along an environmental pollution gradient. *Marine Pollution Bulletin* 30, 470-474.
- Sousa, G.S., Cocentino, A.L.M. 2004. Macroalgas como indicadores da qualidade ambiental da Praia de Piedade-PE. *Tropical Oceanography* 32, 1-22.
- 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., Cordeiro-Marino, M. 1991. Feofíceas do litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Hoehnea* 18, 205-241.

- 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.
- Taouil, A., Yoneshigue-Valentin, Y. 2002. Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). *Revista Brasileira de Botânica* 25, 405-412.
- Terlizzi, A., Frascetti, S., Guidetti, P., Boeri, F. 2002. The effects of sewage discharge on shallow hard substrate sessile assemblages. *Marine Pollution Bulletin* 44, 544-550.
- Torres, A., Caille, G. 2009. Las comunidades del intermareal rocoso antes y después de la eliminación de un disturbio antropogénico: un caso de estudio en las costas de Puerto Madryn (Patagonia, Argentina). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44, 517-521.
- Vasconcelos, E.R.T.P.P., Reis, T.N.V., Guimarães-Barros, N.C., Soares, L.P., Miranda, G.E.C., Cocentino, A.L.M. 2011. Métodos de amostragem para comunidades de macroalgas marinhas em recifes de arenito. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* 6, 17-29.
- Villaça, R., Yoneshigue-Valentin, Y., Boudouresque, C. F. 2008. Estrutura da comunidade de macroalgas do infralitoral do lado exposto da ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ). *Oecologia Brasilienses* 12, 206-221.
- 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, 151-161.
- Worm, B., Lotze, H.K., 2006. Effects of eutrophication, grazing, and algal blooms on rocky shores. *Limnology and oceanography* 51, 569-579.
- Wynne, M.J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia, Beiheft* 140, 1-166.

ANEXO

MARINE POLLUTION BULLETIN

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Types of paper

Research Reports; Shorter Research Notes; Baseline Records of Contamination Levels; Viewpoint Articles; Letters to the Editor; Focus Articles (short reviews of 1500 words); Reviews.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Contributors

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal

Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement. Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers you the option of making your article freely available to all via the ScienceDirect platform. To prevent any conflict of interest, you can only make this choice after receiving notification that your article has been accepted for publication. The fee of \$3,000 excludes taxes and other potential author fees such as color charges. In some cases, institutions and funding bodies have entered into agreement with Elsevier to meet these fees on behalf of their authors. Details of these agreements are available at <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Authors of accepted articles, who wish to take advantage of this option, should complete and submit the order form (available at <http://www.elsevier.com/locate/openaccessform.pdf>). Whatever access option you choose, you retain many rights as an author, including the right to post a revised personal version of your article on your own website. More information can be found here: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Language Services

Manuscripts should be written in English. Authors who are unsure of correct English usage should have their manuscript checked by someone proficient in the language. Manuscripts in which the English is difficult to understand may be returned to the author for revision before scientific review. Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and postsubmission please visit <http://www.elsevier.com/languagepolishing> or our customer support site at <http://epsupport.elsevier.com> for more information. Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our Terms & Conditions: <http://www.elsevier.com/termsandconditions>.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail. Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/mpb/>

Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of three potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Page charges

Marine Pollution Bulletin has no page charges.

PREPARATION**Use of wordprocessing software**

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your wordprocessor.

LaTeX

If the LaTeX file is suitable, proofs will be produced without rekeying the text. The article should preferably be written using Elsevier's document class 'elsarticle', or alternatively any of the other recognized classes and formats supported in Elsevier's electronic submissions system, for further information see <http://www.elsevier.com/wps/find/authorsview.authors/latex-ees-supported>.

The Elsevier 'elsarticle' LaTeX style file package (including detailed instructions for LaTeX preparation) can be obtained from the Quickguide: <http://www.elsevier.com/latex>. It consists of the file: elsarticle.cls, complete user documentation for the class file, bibliographic style files in various styles, and template files for a quick start.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself. This should not exceed 150 words.

Graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples. Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements: Illustration Service

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

eywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Where relevant these should include the main species concerned, the geographical area and the contaminant. Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Database linking

Elsevier encourages authors to connect articles with external databases, giving their readers oneclick access to relevant databases that help to build a better understanding of the described research.

Please refer to relevant database identifiers using the following format in your article: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN). See <http://www.elsevier.com/databaselinking> for more information and a full list of supported databases.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as 'graphics' or enclose the font.

- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF: Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is'.

Please do not:

- Supply files that are optimised for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference management software

This journal has standard templates available in key reference management packages EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to wordprocessing packages, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style which is described below.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), Introduction to the Electronic Age. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and

animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, highresolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Data at PANGAEA

Electronic archiving of supplementary data enables readers to replicate, verify and build upon the conclusions published in your paper. We recommend that data should be deposited in the data library PANGAEA (<http://www.pangaea.de>). Data are quality controlled and archived by an editor in standard machine-readable formats and are available via Open Access. After processing, the author receives an identifier (DOI) linking to the supplements for checking. As your data sets will be citable you might want to refer to them in your article. In any case, data supplements and the article will be automatically linked as in the following example: doi:10.1016/0016-7037(95)00105-9. Please use PANGAEA's web interface to submit your data (<http://www.pangaea.de/submit/>).

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)

• Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge)

and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print

- If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*): <http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059> When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given

at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>. If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Contributors to Elsevier journals are entitled to a 30% discount on most Elsevier books, if ordered directly from Elsevier.

AUTHOR INQUIRIES

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. For detailed instructions on the preparation of electronic artwork, please visit <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You can also check our Author FAQs at <http://www.elsevier.com/authorFAQ> and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.