

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Campus MACAÉ - PROFESSOR ALOÍSIO TEIXEIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
CONSERVAÇÃO

Laíssa Gomes de Miranda

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS COMUNIDADES
DE MACROALGAS MARINHAS BENTÔNICAS EM TRÊS COSTÕES ROCHOSOS
DA REGIÃO DO NORTE FLUMINENSE-RJ, BRASIL**

MACAÉ
2016

Laíssa Gomes de Miranda

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS COMUNIDADES
DE MACROALGAS MARINHAS BENTÔNICAS EM TRÊS COSTÕES ROCHOSOS
DA REGIÃO DO NORTE FLUMINENSE-RJ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciências Ambientais e Conservação, Universidade
Federal do Rio de Janeiro, *Campus* Macaé Professor
Aloísio Teixeira.

Orientadora: Profa. Dra. Lísia Mônica de Souza
Gestinari

Coorientadora: Profa. Dra Cristina Aparecida Gomes
Nassar

MACAÉ

2016

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS COMUNIDADES
DE MACROALGAS MARINHAS BENTÔNICAS EM TRÊS COSTÕES ROCHOSOS
DA REGIÃO DO NORTE FLUMINENSE-RJ, BRASIL**

Laíssa Gomes de Miranda

Orientadora: Profa. Dra. Lísia Mônica de Souza Gestinari

Coorientadora: Profa. Dra. Cristina Aparecida Gomes Nassar

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação, *Campus Macaé* Professor Aloísio Teixeira, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Conservação.

Aprovada por:

Dra. Lisia M S Gestinari, Presidente

Dra. Tatiana U.P. Konno, Titular – Membro Interno

Dr. Bruno P. Masi, Titular – Membro Externo

MACAÉ

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Miranda, Laíssa Gomes de

Avaliação dos impactos da urbanização sobre as comunidades de macroalgas marinhas bentônicas em três costões rochosos da região do Norte Fluminense-RJ, Brasil / Laíssa Gomes de Miranda. - Rio de Janeiro: UFRJ/ PPGCiAC, 2016.

vi, 51f.: il.

Orientadora: Lísia Mônica de Souza. Gestinari

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ PPGCiAC/ Programa de Pós-graduação Ciências Ambientais e Conservação, 2016.

Referências: f. 43-46.

1. Biodiversidade. 2. Ecossistema marinho. I. Gestinari, Lísia Mônica de Souza. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação. III. Título.

Eu sou, mar, tu bem sabes, teu discípulo,
Que nunca digas, mar, que não foste meu mestre.

Vinicius de Moraes

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora Dra. Lísia Gestinari pelos ensinamentos, apoio e dedicação, responsáveis pelo meu crescimento e desenvolvimento no caminho científico.

À minha coorientadora Cristina Nassar, pelas fotos, orientação e ensinamentos.

À Dra. Ana Petry, à Dra. Tatiana Konno e demais docentes do curso de pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação da UFRJ Macaé por todos os ensinamentos.

À Maria Silvina (pelos ensinamentos na estatística), Mariana Huguet, Thiago Benevides, Bruno, Rafaela, Daniela, Rodrigo, Larissa e todos (as) os (as) amigos (as) e técnicos (as) do Laboratório Integrado de Ecologia Aquática do NUPEM/UFRJ, por toda ajuda nas análises físicas e químicas, além da amizade e carinho que sempre tiveram comigo.

Ao Thiago Rangel, vulgo Tigrão, pela ajuda na análise de Georreferenciamento e aos amigos do Laboratório de Ciências Ambientais e outros (as) grandes amizades que fiz na Universidade Estadual do Norte Fluminense, na qual cursei a minha graduação.

À minha querida amiga Laíla e o seu companheiro Guilherme por todo carinho, ajuda e apoio nessa trajetória.

As minhas amigas e companheiras de laboratório Indiara e Rosi, pela ajuda de sempre e por compartilhar momentos de alegria e tristeza. Sou eternamente grata a vocês!

À linda família Dibai (Hilma, Arival, Melissa, Natalia, Mateus e Nina Maria) por todo apoio, amor e carinho, sendo fundamentais na minha vida.

Aos meus queridos colegas de turma, Daniele Ferreira (amiga de longa data), Arthur Bauer, Arthur Justen, Marielza, Glenda, e Rannyele pelo companheirismo e amizade.

Aos amigos que o NUPEM me proporcionou, Naiara, Ariel, Ricardinho (muito grata pela amizade e pelas ajudas nos campos), Melissa, Alan, Natália.

Aos funcionários da segurança, limpeza e cantina do NUPEM, pelo carinho de sempre e por tornarem o ambiente de trabalho tão agradável.

Aos meus pais Geraldo Magela de Miranda e Mara Regina Gomes de Miranda por serem pais maravilhosos que me criaram com muito amor e carinho e sempre me deram apoio, sendo fundamentais nessa etapa da minha vida.

Aos meus irmãos, Henrique Gomes de Miranda (meu melhor amigo), por todo apoio e amor e Fernando Gomes de Miranda, meu companheiro de infância, sou muito grata por ter vocês na minha vida.

À minha vovó querida, Terezinha Pina e demais parentes pelo apoio e carinho.

Aos membros da banca pelas críticas e sugestões sempre muito construtivas e oportunas, em especial ao Dr. Rodrigo Lemes que atuou como pré-banca contribuindo para a melhoria deste trabalho.

À CAPES pela bolsa de ensino concedida.

RESUMO

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS COMUNIDADES
DE MACROALGAS MARINHAS BENTÔNICAS EM TRÊS COSTÕES ROCHOSOS
DA REGIÃO DO NORTE FLUMINENSE-RJ, BRASIL**

Laíssa Gomes de Miranda

Orientadora: Profa. Dra. Lísia Mônica de Souza Gestinari

Coorientadora: Profa. Dra. Cristina Aparecida Gomes Nassar

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Conservação.

As macroalgas exercem um papel central nos ecossistemas costeiros e podem ser utilizadas como bioindicadoras, funcionando como uma possível ferramenta para o monitoramento desses ambientes. Com isso, o presente estudo teve como objetivo principal caracterizar qualitativa e quantitativamente as comunidades de macroalgas marinhas bentônicas do costão rochoso da praia dos Cavaleiros, do Mar do Norte e de Itapebussus, além de analisar se as mesmas sofrem alterações de acordo com os diferentes graus de urbanização, contribuindo para futuras pesquisas na região. No presente estudo foram realizadas quatro coletas: agosto e novembro de 2014; março e julho de 2015, na zona do mediolitoral dos costões rochosos, durante as marés sizíguas. No momento da amostragem, para as análises qualitativas, foram coletadas macroalgas para posterior identificação taxonômica e estimados em cada ponto de coleta, os dados abióticos, assim como coletadas amostras de água para posteriores análises de nutrientes. Para as análises quantitativas foi realizada a metodologia do fotoquadrado, onde é estimada a cobertura vegetal das espécies bioindicadoras. As espécies mais características dos pontos de amostragem foram fotografadas para elaboração de um catálogo fotográfico. A partir dos dados de percentual de cobertura das macroalgas, baseados nas análises dos fotoquadrados foram calculados a riqueza e o Índice de diversidade de Shannon-Wiener para cada costão, nas três faixas do mediolitoral, nos quatro períodos. De acordo com as análises dos resultados é possível indicar que ocorrem alterações nas comunidades de macroalgas marinhas bentônicas de acordo com os diferentes graus de urbanização. No costão da praia dos Cavaleiros, a mais próxima do centro urbano, foram encontradas maior cobertura vegetal de macroalgas oportunistas como a *Ulva* e menor cobertura vegetal da macroalgas que não são estresse tolerante, comparado às praias mais afastadas do centro urbano (praia do Mar do Norte e de Itapebussus).

Palavras-chave: macroalgas, bioindicadoras, urbanização.

Macaé

Abril, 2016

ABSTRACT

ASSESSMENT OF THE IMPACTS OF URBANIZATION ON COMMUNITIES OF MARINE BENTHIC SEAWEEDS IN THREE ROCKY SHORES OF THE REGION OF NORTE FLUMINENSE-RJ, BRAZIL**Laíssa Gomes de Miranda****Orientadora:** Profa. Dra. Lísia Mônica de Souza Gestinari**Coorientadora:** Profa. Dra. Cristina Aparecida Gomes Nassar

Abstract da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Conservação.

The macroalgae play a central role in coastal ecosystems and can be used as bio indicators, acting as useful tool for the monitoring of these environments. The present study aimed to characterize quali-quantitatively the communities of marine benthic seaweeds of the rocky shore of the Cavaleiros, Mar do Norte and Itapebussus beaches. It also intends to analyze if the communities change according to the different degrees of urbanization. The samples were collected in the midlittoral zone during syzygies tides in August and November 2014; March and July 2015. During the sampling, macroalgae were collected for further taxonomic identification for the qualitative analysis; the abiotic data were also estimated in each collection point and water samples were collected for nutrient analysis. The photo quadrat methodology was performed to estimate the percentage cover of bio indicators species. The most characteristic species of the study area were photographed for the preparation of a photographic catalogue. The richness and the Shannon-Wiener diversity index were calculated for each rocky shore, in three midlittoral zones (*Sargassum*, Coralline algae and *Ulva*-barnacle). The results indicated changes in the communities of marine benthic seaweeds according to the different degrees of urbanization. On the rocky shore of Cavaleiros Beach, the closest of urban center, there was an increase in the percentage of opportunistic macroalgae coverage, such as *Ulva*, and the decreased in the coverage of seaweeds that are not stress tolerant, compared to the beaches further away from the urban center (Mar do Norte and Itapebussus beaches).

Key-words: macroalgae, bioindicators, urbanization.

Macaé

Abril, 2016

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	1
Lista de Tabelas.....	3
1. Introdução.....	4
2. Objetivo geral.....	8
2.1. Objetivos específicos.....	8
3. Hipótese.....	9
4. Metodologia.....	9
4.1. Área de estudo.....	9
4.2. Amostragem das algas.....	15
4.2.1. Etapas de campo.....	15
4.2.2. Etapas de laboratório.....	17
4.2.3. Tratamento de dados.....	18
5. Resultados e discussão.....	20
5.1. Caracterização qualitativa das macroalgas marinhas na área de estudo	20
5.2. Caracterização das áreas de estudo em relação às variáveis físicas e químicas.....	25
5.3. Caracterização quantitativa das macroalgas marinhas na área de estudo.....	29
5.3.1. Macroalgas indicadoras de distúrbios ambientais.....	33
5.3.2. Avaliação dos índices ecológicos por faixa.....	35
6. Conclusão.....	43
7. Referências.....	45
8. Anexos.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das praias de Cavaleiros (22°24'17''S e 41°47'42''W), do Mar do Norte (22°27'15''S e 41°51'17''W) e de Itapebussus (22°29'13''S e 41°53'7''W). Imagem Google Earth	10
Figura 2 Localização georreferenciada dos pontos de amostragens e dos pontos de lançamento de esgoto na área de estudo	11
Figura 3: Vista geral do costão rochoso da Praia dos Cavaleiros. (Foto: Vieira, A.C.M.)	12
Figura 4: Tubulação de esgoto em frente a um hotel (22°24'29.1''S e 41°48'8''W) na Praia dos Cavaleiros (Foto: Miranda, L).	12
Figura 5: Tubulação de esgoto em frente aos restaurantes da orla (22°24'22''S e 41°47'58''W) na Praia dos Cavaleiros (Foto: Miranda, L).	13
Figura 6: Vista geral do costão rochoso da Praia de Mar do Norte. (Foto: Gestinari, L.)	14
Figura 7: Vista geral da Praia de Itapebussus, mostrando a sede da Fazenda Itapebussus (Foto: Arquivo PMRO).	14
Figura 8: Representação da divisão do mediolitoral do costão rochoso da praia dos Cavaleiros, onde a seta azul indica a faixa 1 (região que predomina a alga verde do gênero <i>Ulva</i>); a seta vermelha indica a faixa 2 (onde predominam as algas calcárias); e a seta marrom indica a faixa 3 (onde predomina a alga parda do gênero <i>Sargassum</i>). (Foto: L.G. Miranda)	16
Figura 9: Fotoquadrado na faixa de algas calcárias no mediolitoral do costão rochoso de Itapebussus. (Foto: Gestinari, L.)	16
Figura 10: Obtenção dos parâmetros abióticos no costão rochoso da Praia dos Cavaleiros. (Foto: Gestinari, L.)	17
Figura 11: Representatividade dos Filos Rhodophyta, Chlorophyta e Ochrophyta registrada no levantamento florístico dos costões rochosos da praia dos Cavaleiros, do Mar do Norte e de Itapebussus	21
Figura 12: Percentagem de cobertura vegetal de <i>Ulva</i> sp. ao longo do período de estudo (A/14=Agosto de 2014, N/14=Novembro de 2014, M/15=Março de 2015, J/15=Julho de 2015) nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).	33
Figura 13: Percentual de cobertura vegetal de algas calcárias ao longo do período de estudo (A/14=Agosto de 2014, N/14=Novembro de 2014, M/15=Março de 2015, J/15=Julho de 2015) nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).	34
Figura 14: Percentual de cobertura vegetal de <i>Sargassum</i> sp. ao longo do período de estudo (A/14=Agosto de 2014, N/14=Novembro de 2014, M/15=Março de 2015, J/15=Julho de 2015) nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).	35
Figura 15: Comparações das médias dos valores de riqueza e diversidade na Faixa 1, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).	37

- Figura 16: Escalonamento multidimensional métrico (MDS), baseado no coeficiente de Bray-Curtis, utilizando os dados quantitativos de percentual de cobertura de macroalgas, na faixa 1, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT). 38
- Figura 17: Comparações das médias dos valores de riqueza e diversidade na Faixa 2, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT). 39
- Figura 18: Escalonamento multidimensional métrico (MDS), baseado no coeficiente de Bray-Curtis, utilizando os dados quantitativos de percentual de cobertura de macroalgas, na faixa 2, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT). 40
- Figura 19: Comparações das médias dos valores de riqueza e diversidade na Faixa 3, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT). 41
- Figura 20: Escalonamento multidimensional métrico (MDS), baseado no coeficiente de Bray-Curtis, utilizando os dados quantitativos de percentual de cobertura de macroalgas, na faixa 3, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT). 42
- Figura 21: Escalonamento multidimensional métrico (MDS) obtido com os dados de percentual de organismos marinhos ao longo do período de estudo nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT). 43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ocorrência organismos marinhos bentônicos registrados ao longo do período de estudo nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).	22
Tabela 2: Dados das variáveis físicas e químicas das praias de Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT) durante o período deste estudo (agosto de 2014=ago/14, novembro de 2014= nov/14, março de 2015=mar/15 e julho de 2015=jul/15).	27
Tabela 3: Resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA) baseado nas variáveis físicas e químicas e porcentagem de cobertura vegetal dos táxons, dos 3 costões, na três sub faixas no mediolitoral.	28
Tabela 4: Percentual de cobertura das macroalgas registrado ao longo do período de estudo nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).	30

1. Introdução

As macroalgas marinhas bentônicas desempenham importante papel ecológico como produtoras primárias, competidoras e engenheiras do ecossistema, exercendo um papel central em habitats costeiros que vão desde florestas de algas até recifes de corais (Harley *et al.*, 2012). Do ponto de vista econômico, além de serem utilizadas na alimentação dos seres vivos, as macroalgas podem servir como matéria-prima para indústrias de diversos setores (Pedrini, 2010). Esses organismos também podem ser utilizados para indicar distúrbios ambientais (Figueiredo *et al.*, 2004) funcionando como possível ferramenta de monitoramento a auxiliar os planos de gestão ambiental (Sousa & Cocentino, 2004).

A sobrevivência, o crescimento e a reprodução desses organismos são conhecidos por variarem de acordo com as inúmeras alterações climáticas e ambientais (Harley *et al.*, 2012). Elas são potenciais bioindicadoras por serem sensíveis a poluição orgânica, ao pisoteio por banhistas e turistas, dentre outros impactos locais, gerados pela ação do homem. Além disso, as macroalgas marinhas bentônicas são de fácil monitoramento por serem sésseis e presentes nos mais variados ambientes costeiros, como os costões rochosos e os recifes de coral (Vasconcelos, 2012; Carvalho, 2013; Scherner *et al.*, 2013).

O aumento das concentrações de dióxido de carbono na atmosfera e nos oceanos está direcionando a ocorrência de diversas mudanças físicas e químicas importantes. Essas mudanças podem gerar alterações a nível global, como a acidificação das águas dos oceanos, aquecimento e aumento do nível do mar. Embora as macroalgas sejam conhecidas por serem vulneráveis às mudanças físicas e químicas no ambiente marinho, ainda se conhece pouco sobre os impactos contínuos das ações antrópicas e futuras mudanças climáticas sobre as comunidades de macroalgas (Harley *et al.*, 2012).

Diante do atual cenário onde o processo de urbanização só tem aumentando, nas mais diversas regiões do país e do mundo, os estudos sobre as macroalgas marinhas são essenciais para o monitoramento e manejo onde esses organismos habitam (Machado *et al.*, 2010; Scherner *et al.*, 2013), pois alguns estudos já indicam que os impactos da urbanização podem alterar os padrões ecológicos e até biogeográficos, exercendo influência sobre fatores evolutivos essenciais nos processos de seleção natural (Freitas, 2012). Sendo assim, o conhecimento das espécies e dos seus habitats, devem ser explorados em pesquisas como uma das formas de avançar na conservação do meio ambiente (Brodie *et al.*, 2009; Vasconcelos, 2012).

O aumento da urbanização pode ser evidenciado na cidade de Macaé, conhecida nacionalmente como a capital do petróleo, que apresenta sérios problemas relacionados à descarga de efluentes sanitários de bairros residenciais e da indústria de óleo e gás nas praias da região, como é o caso do bairro Parque Valentina Miranda e do Terminal de Imbetiba (local de apoio às atividades de extração de petróleo na plataforma continental) (Absalão & Pimenta, 2005). A praia dos Cavaleiros está localizada próxima a este terminal e faz parte de um bairro residencial, além de ser altamente frequentada para fins recreativos e possuir costão rochoso de fácil acesso, sujeito a pisoteio (Yoneshigue-Valetin *et al.*, 2008).

Assim como Macaé, a cidade de Rio das Ostras também se encontra inserida no contexto turístico (região das Baixadas Litorâneas do estado do Rio de Janeiro) e industrial (região Norte Fluminense) (PMRO, 2003). Na década de 90, Rio das Ostras começou a sofrer grandes mudanças com a descoberta do petróleo na Bacia de Campos e com a instalação da Petrobras em Macaé (cidade vizinha), acarretando grande crescimento populacional e com ele os impactos ambientais e sociais (Gomes, 2009).

A praia do Mar do Norte, localizada em Rio das Ostras, encontra-se relativamente próxima a praia dos Cavaleiros, e possui uma paisagem relativamente conservada (Széchy, 1986), apesar da presença de condomínios próximos, deixando em evidência as transformações causadas pela instalação de moradias (SEMAP–R.O., 2004)

Com a especulação imobiliária e industrial, a ocupação humana sem planejamento entrou em desacordo com as legislações ambientais e urbanas. Com isso, em 2004 a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca do município de Rio das Ostras realizou importantes estudos ambientais para a elaboração de políticas públicas e dentre eles estão o Plano de Manejo do Monumento Natural dos Costões Rochosos e o Plano de Manejo da Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) de Itapebussus (Gomes, 2009).

A ARIE de Itapebussus foi reconhecida como Unidade de Conservação (UC) em 2002, pelo Decreto nº 038, sendo uma das cinco UCs de Rio das Ostras. Essa região apresenta uma paisagem litorânea que abriga expressiva biodiversidade, com ambientes relacionados à vegetação de restinga, matas de tabuleiro e matas ciliares, todas componentes da Mata Atlântica, além da presença de lagoas, como a de Itapebussus. Com base no Plano de Manejo, pode-se concluir que o ARIE de Itapebussus é um importante patrimônio para estudos científicos e para o ecoturismo controlado, tendo em vista as poucas Unidades de Conservação litorâneas na região sudeste do Brasil (SEMAP–R.O., 2004).

Apesar de ser uma Unidade de Conservação, a ARIE de Itapebussus não possui fiscalização efetiva, sendo a mesma sujeita a impactos causados pelo turismo predatório (pesca, pisoteio dos costões rochosos e prática de mergulho com caça subaquática), especulação imobiliária e atividades petrolíferas da Bacia de Campos (Gomes, 2009).

As praias de Cavaleiros (Macaé), de Mar do Norte e de Itapebussus (Rio das Ostras) possuem grande importância ecológica uma vez que constituem habitats diferenciados para muitas espécies da flora e da fauna marinha. Essa diversidade de habitats se deve ao fato desta região sofrer a influência de diferentes massas de água (Yoneshigue-Valentin *et al.*, 2008). Neste contexto, ações ligadas à conservação como maior fiscalização nas Unidades de Conservação, trabalhos de educação ambiental (Santos & Alves, 2011), incentivo de pesquisas na região, além de uma relação maior entre o poder público e privado no sentido de parcerias nas elaborações de planos de desenvolvimento sustentáveis (Herculano, 2010), dentre outras medidas, são necessárias para a conservação, garantindo o desenvolvimento socioambiental desta região.

Com o aumento da atividade turística e industrial, especialmente em áreas costeiras do sudeste, é necessária a adoção de estratégias de manejo para reduzir os impactos gerados às comunidades de costões rochosos (Ferreira & Rosso, 2009). A análise da cobertura vegetal de macroalgas marinhas bentônicas dos costões rochosos pode funcionar como potencial ferramenta para o manejo, utilizando esses organismos como sensores biológicos, de acordo com a frequência de ocorrência das macroalgas que indicam um ambiente de pouco impacto e aquelas que indicam impacto ambiental. Para isso, as classes de macroalgas indicadoras são selecionadas segundo a frequência de ocorrência na praia estudada e pelo histórico de vida relatado em bibliografias. Além disso, é avaliada a riqueza e diversidade de macroalgas comparando os costões próximos a diferentes graus de urbanização, para entender como esses organismos reagem aos mais diversos ambientes (Sousa & Cocentino, 2004; Carvalho, 2013; Freitas, 2012; Scherner *et al.*, 2013; Vasconcelos, 2013; Reis, 2012). Os estudos com macroalgas como bioindicadoras, realizados em substratos consolidados em sua maioria no estado de Pernambuco, revelam uma relação entre a alteração da comunidade de macroalgas e a proximidade com os centros urbanos.

Segundo Scherner *et al.* (2013) a urbanização pode ser medida utilizando-se os seguintes parâmetros: como densidade populacional humana, número de habitações e percentual de cobertura vegetal terrestre para avaliar a perda da biodiversidade de algas.

No estudo de Sousa & Cocentino (2004), na praia da Piedade, Jaboatão dos Guararapes (PE), os principais impactos analisados foram de caráter antrópico devido à grande concentração urbana próxima às praias, gerando um aumento de matéria orgânica na área e aumentando a biomassa das algas clorofíceas, principalmente a *Enteromorpha flexuosa*, *Enteromorpha lingulata*, *Ulva fasciata* e *Ulva lactuca* (Sousa & Cocentino, 2004).

Já Freitas (2012) realizou um estudo de abordagem ecológica dos impactos da urbanização sobre as comunidades de macrofitobentos no mesolitoral inferior de Pernambuco, verificando a estrutura das macroalgas, assim como levantamento florístico, nas praias urbanizadas (Forno de Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama, Muro Alto). O autor encontrou menor riqueza e diversidade nas praias urbanizadas, assim como o aumento da biomassa de algumas algas oportunistas como a *Ulva* L. A praia Pontas de Pedra foi a que mais apresentou características de sofrer impacto antropogênicos, servindo de alerta para as autoridades, segundo o autor da pesquisa. Outro estudo em Pernambuco, utilizou as macroalgas para avaliar a qualidade ambiental das praias da região costeira metropolitana (Praia de Boa Viagem e Piedade) e sul (Enseada dos Corais e Tamandaré), apresentando um gradiente de impacto urbano (Vasconcelos, 2012). O autor utilizou um índice de qualidade ambiental baseado na frequência das algas tidas como bioindicadoras (de acordo com a bibliografia) e observou diferença na composição de comunidades de macroalgas dos locais mais próximos do centro urbano, comparado aos locais mais distantes dos centros urbanos.

Carvalho (2013) estudou os impactos da urbanização nas comunidades de macroalgas em praias situadas em áreas urbanas e em áreas pouco urbanizadas do Espírito Santo. A análise de variância demonstrou que a Ilha do Frade apresentou menor riqueza de espécies, enquanto 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 também corroboraram ao fato de que há diferenças na composição de comunidades entre as praias urbanizadas e não urbanizadas no litoral do Espírito Santo.

Ao avaliar o impacto da urbanização sobre as comunidades de macroalgas marinhas, em três regiões do sudoeste do Atlântico Scherner *et al.* (2013) evidenciou uma diminuição na riqueza e diversidade de macroalgas em ambientes urbanizados, observando um aumento substancial de macroalgas com ciclo de vida rápido, em sua maioria do filo Chlorophyta em

áreas urbanizadas, comparado as áreas menos urbanizadas. O autor utilizou os parâmetros anteriormente mencionados para avaliar a perda da biodiversidade de algas no sudoeste do Atlântico.

Esses parâmetros serviram de base para ajudar a identificar os locais como urbanizados ou menos urbanizados.

Uma vez que inexitem registros na literatura, até o momento, sobre a flora de macroalgas bentônicas nos costões rochosos da praia de Itapebussus, e apenas um registro para os de Mar do Norte (Széchy, 1986) e dos Cavaleiros (Yoneshigue-Valentin *et al.*, 2008), a necessidade de avaliação dos possíveis impactos da urbanização sobre as macroalgas dos costões de Macaé e Rio das Ostras, com as atividades antrópicas na região, justifica-se a relevância do presente estudo, visto que os resultados obtidos contribuirão para o conhecimento em relação à distribuição das macroalgas marinhas bentônicas no litoral do estado Rio de Janeiro e, conseqüentemente, do Brasil, fornecendo subsídios para o manejo sustentável e a preservação destas áreas.

2. Objetivo Geral

O presente estudo teve como objetivo principal caracterizar quali-quantitativamente as comunidades de macroalgas marinhas bentônicas do costão rochoso da praia dos Cavaleiros, do Mar do Norte e de Itapebussus, além de analisar se as mesmas sofrem alterações de acordo com os diferentes graus de urbanização.

2.1. Objetivos específicos

- Identificar e listar as espécies de macroalgas marinhas do mediolitoral dos costões rochosos ao menor nível taxonômico.
- Analisar se as características físicas e químicas das águas dos costões indicam algum padrão de urbanização dos locais estudados.
- Selecionar as espécies de macroalgas indicadoras de distúrbios ambientais nesses costões rochosos, de acordo com a dominância e ciclo de vida, baseado na literatura disponível.
- Comparar a estrutura de comunidades de macroalgas entre os costões das praias urbanizadas e não urbanizadas.

- Avaliar se os índices ecológicos são capazes de diferenciar os níveis de urbanização.
- Indicar qual é a faixa do costão é mais indicada para determinar a ocorrência de distúrbios ambientais nesses costões rochosos.
- Elaborar um catálogo fotográfico dos organismos bentônicos mais conspícuos nas praias estudadas.

3. Hipóteses

No presente estudo pretende-se testar a hipótese de que a riqueza e a diversidade de espécies de comunidades de macroalgas da região do mediolitoral é influenciada por atividades antrópicas que podem alterar a composição e a estrutura das comunidades de macroalgas marinhas da região do mediolitoral (Schermer *et al.*, 2013), tendo em uma praia mais próxima do centro urbano, o aumento da biomassa, maior presença de macroalgas oportunistas e diminuições na diversidade e riqueza de espécies, comparada às praias menos ou muito afastadas dos centros urbanos.

4. Metodologia

4.1. Área de estudo

Para a realização do presente estudo foram selecionadas três praias: uma em Macaé: Cavaleiros (22°24'17''S e 41°47'42''W), e duas praias em Rio das Ostras: Mar do Norte (22°27'15''S e 41°51'17''W) e Itapebussus (22°29'13''S e 41°53'7''W) (Figura 1). Os três pontos de amostragem apresentam costões rochosos topograficamente similares, com declividade do costão variando de 40° a 60°, o que os torna adequados para comparar sistematicamente as populações de macroalgas marinhas bentônicas. As praias foram selecionadas em função da variação da proximidade de centros urbanos, seguindo um gradiente, onde a praia de Cavaleiros se encontra próxima do centro urbano, seguido de Mar do Norte, com alguns condomínios nos arredores e Itapebussus, que é praia mais afastada do centro urbano e faz parte de uma Área de Relevante Interesse Ecológico (Figura 1).

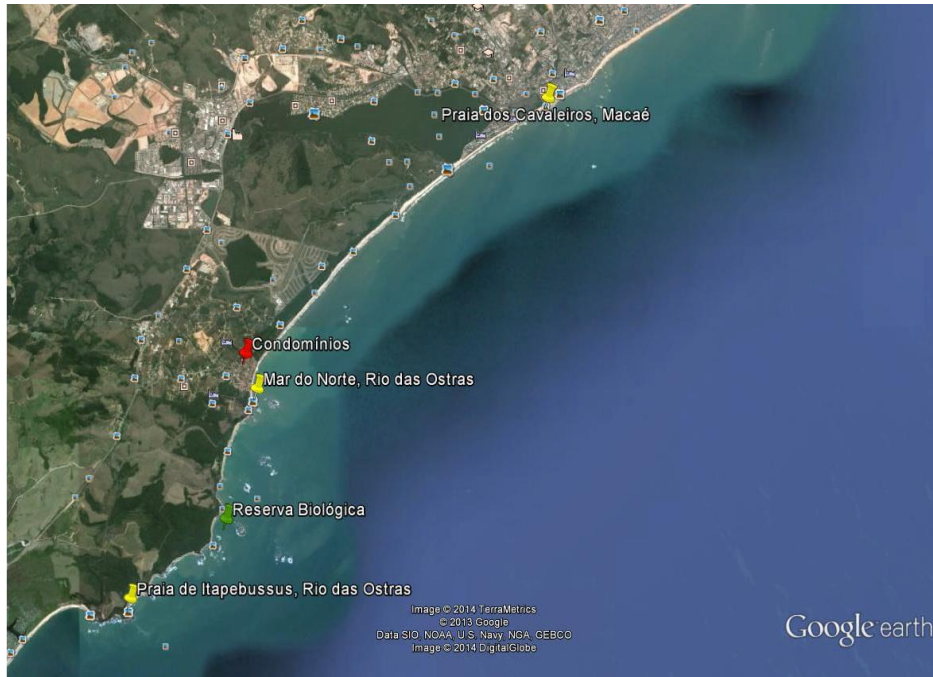


Figura 1: Localização das praias de Cavaleiros ($22^{\circ}24'17''S$ e $41^{\circ}47'42''W$), do Mar do Norte ($22^{\circ}27'15''S$ e $41^{\circ}51'17''W$) e de Itapebussus ($22^{\circ}29'13''S$ e $41^{\circ}53'7''W$). Imagem Google Earth.

Para uma melhor caracterização dos pontos de amostragem foi realizado o georreferenciamento das áreas de estudo a partir das coordenadas geográficas das praias. Essa análise ilustra a cobertura vegetal terrestre (em verde claro), assim como a parte urbanizada (prédios, casas e outras regiões sem vegetação - Figura 2).

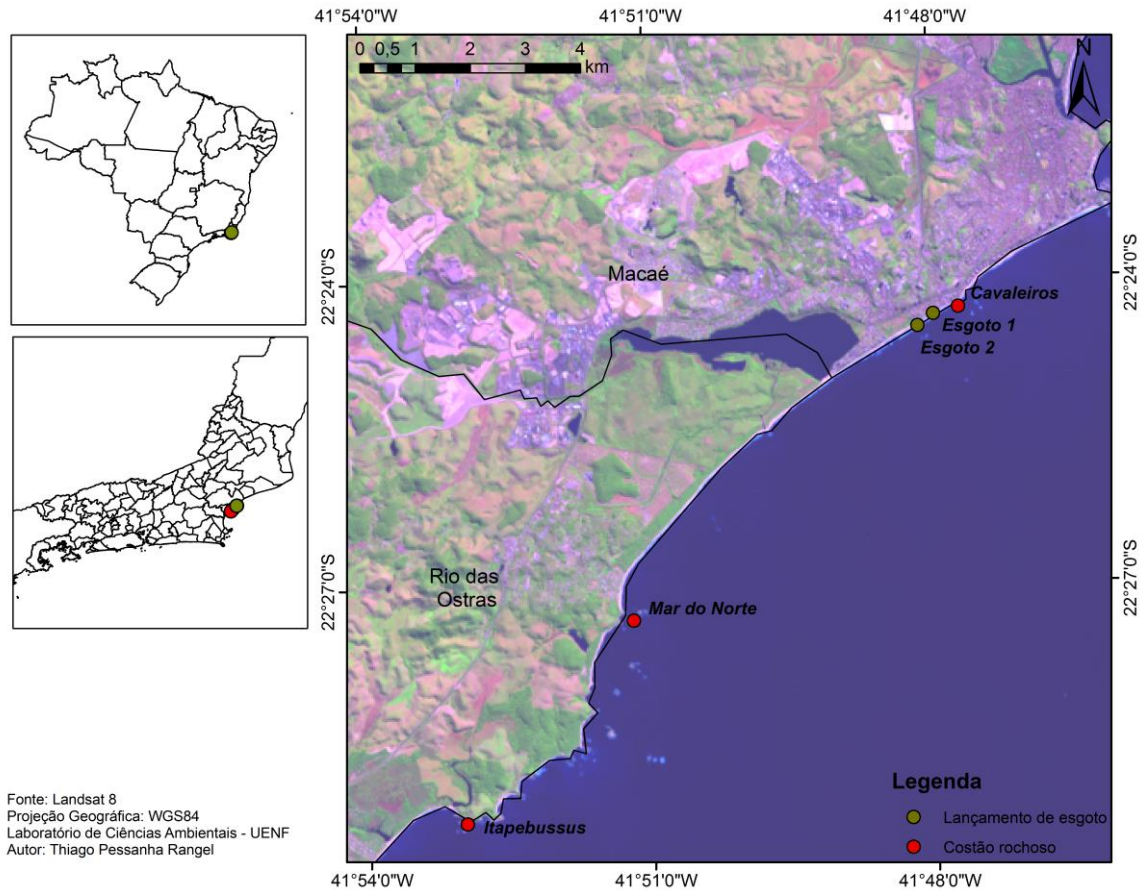


Figura 2: Localização georreferenciada dos pontos de amostragens e dos pontos de lançamento de água de drenagem.

A praia dos Cavaleiros possui cerca de 1500 metros de extensão e de acordo com o senso do IBGE, do ano de 2010, o bairro dos Cavaleiros possui uma população de 2551 habitantes (PMDM, 2012). Além disso, na praia existem dois pontos de lançamento de água de drenagem: um deles situado em frente a um hotel ($22^{\circ}24'29.1''S$ e $41^{\circ}48'8''W$) e o outro em frente aos restaurantes da orla ($22^{\circ}24'22''S$ e $41^{\circ}47'58''W$), estando ambos próximos ao costão rochoso estudado (Figura 3-5). Apesar dos documentos oficiais da Prefeitura de Macaé, seguir a legislação pertinente e declarar que as águas despejadas são de origem fluvial, o efluente possui forte odor de matéria orgânica, seu despejo não está relacionado a ocorrência de chuvas e a prefeitura não garante a inexistência de ligações clandestinas de residências para o despejo de esgoto na rede fluvial.



Figura 3: Vista geral do costão rochoso da Praia dos Cavaleiros (Foto: Vieira, A.C.M.).



Figura 4: Tubulação de drenagem em frente a um hotel ($22^{\circ}24'29.1''S$ e $41^{\circ}48'8''W$) na Praia dos Cavaleiros (Foto: Miranda, L).



Figura 5: Tubulação de drenagem em frente aos restaurantes da orla ($22^{\circ}24'22''S$ e $41^{\circ}47'58''W$) na Praia dos Cavaleiros (Foto: Miranda, L).

Já a praia do Mar do Norte possui aproximadamente 7000 metros de extensão e de acordo com o senso do IBGE de 2014, a população do bairro do Mar do Norte é de 2361 habitantes (dados disponíveis na SEMAP-R.O., 2014). A praia do Mar do Norte possui costões rochosos mais afastados do centro urbano (região do bairro do centro de Rio das Ostras- figura 1 e 2), apesar de possuir condomínios no seu entorno (Figura 6).



Figura 6: Vista geral do costão rochoso da Praia de Mar do Norte (Foto: Gestinari, L.).

Com aproximadamente 2000 metros de extensão, a praia de Itapebussus é a mais isolada do centro urbano e faz parte da ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico) de Itapebussus e com isso, não tendo sido encontrado qualquer dado sobre habitantes do entorno (Figura 7).



Figura 7: Vista geral da Praia de Itapebussus, mostrando a sede da Fazenda Itapebussus (Foto: Arquivo PMRO).

4.2. Amostragem das macroalgas

4.2.1 Etapas em campo

Para fins de levantamento florístico foram realizadas quatro amostragens: agosto/2014; novembro/2014; março/2015 e julho/2015. As coletas manuais foram efetuadas na zona do mediolitoral (região entre marés) dos costões rochosos, durante as marés sizíguas (máxima de 0,2m). As amostras foram coletadas com a ajuda de uma espátula, para a raspagem do substrato e retirada dos exemplares por inteiro. Após a retirada dos exemplares fora acondicionados em sacos plásticos para, posteriormente, serem armazenados em freezer ou fixado em solução de formaldeído a 4% com água do mar, protegido da luz solar e calor, de acordo com a metodologia descrita por Nunes (2010).

Tomando como base o padrão de zonação das macroalgas nos substratos rochosos (Coutinho, 1995), para a análise quantitativa o mediolitoral de cada costão foi subdividido em 3 faixas: (i) faixa 1, onde predomina a alga verde do gênero *Ulva*, conhecida como região litorânea; (ii) faixa 2, onde predominam as algas calcárias, conhecida como região eulitorânea e (iii) faixa 3, com a predominância da alga parda do gênero *Sargassum*, conhecida como região sublitorânea (Figura 8). Em cada faixa foi utilizado um transecto de 10 metros, onde foram plotados 10 quadrados de 625 cm², equidistantes em 1 metro, totalizando assim, 30 quadrados para cada costão por amostragem. As imagens destes quadrados (fotoquadrados – Figura 9) foram registradas por meio da câmara fotográfica Power Shot Canon G12, mantida a uma distância padronizada de 40 cm do substrato (Carvalho, 2013; Scherner *et al.*, 2013).

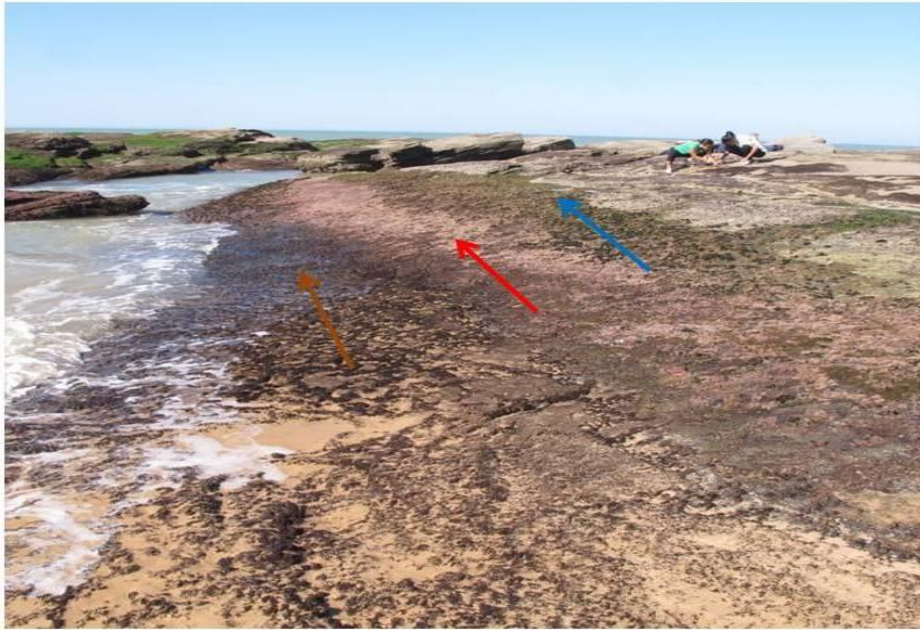


Figura 8: Representação da divisão do mediolitoral do costão rochoso da praia dos Cavaleiros, onde a seta azul indica a faixa 1 (região que predomina a alga verde do gênero *Ulva*); a seta vermelha indica a faixa 2 (onde predominam as algas calcárias); e a seta marrom indica a faixa 3 (onde predomina a alga parda do gênero *Sargassum*) (Foto: L.G. Miranda).



Figura 9: Fotoquadrado na faixa de algas calcárias no mediolitoral do costão rochoso de Itapebussus. (Foto: Gestinari, L.)

No momento da amostragem, os dados abióticos pontuais de temperatura e salinidade da água foram estimados com auxílio de um termômetro de mercúrio e refratômetro portátil (Modelo; Marca), respectivamente (Figura 10). Amostras de água dos três pontos foram coletadas e armazenadas em um galão de 5 litros para as análises de pH, alcalinidade, turbidez, clorofila a, nitrogênio total, nitrogênio dissolvido, fósforo total, orto-fosfato e carbono orgânico dissolvido (COD).



Figura 10: Obtenção dos parâmetros abióticos no costão rochoso da Praia dos Cavaleiros. (Foto: Gestinari, L.)

4.2.2 Etapas em laboratório

A análise qualitativa das amostras foi realizada no Laboratório Integrado de Botânica do NUPEM/UFRJ. As macroalgas foram triadas e identificadas até o nível de gênero e, quando possível, em nível de espécie com o auxílio de bibliografia pertinente, utilizando-se microscópios estereoscópico e óptico. Foram feitas exsicatas com as espécies identificadas, as

quais serão incorporadas ao Herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da UFRJ (RFA).

Os dados quantitativos foram obtidos a partir da análise dos fotoquadrados realizada segundo a metodologia descrita por Kolcker & Gill (2006), que estima o percentual de cobertura para caracterização da estrutura da comunidade, utilizando o programa CPCe (Coral Point Count with Excel extensions) versão 4.1, gerando 50 pontos aleatórios para cada fotoquadrado. Este programa é utilizado em estudos com recifes de coral e, para os costões rochosos, acrescenta-se ao banco de dados os organismos presentes nestes ecossistemas (Carvalho, 2013). O percentual de cobertura foi obtido a partir da frequência de cada espécie em cada foto, de acordo com a quantidade de pontos encontrados sobre estes organismos. Esta metodologia tem como principal vantagem a otimização do tempo em campo, proporcionando a oportunidade de, se necessário, repetir o procedimento várias vezes caso a qualidade da foto anterior esteja comprometida. A otimização do tempo para realizar os procedimentos no campo é muito importante devido ao regime de marés que, ao subir, dificulta a realização do trabalho (Macedo *et al.*, 2006)

As espécies mais características dos pontos de amostragem foram fotografadas para elaboração de um catálogo fotográfico (em anexo) com auxílio da câmera fotográfica Power Shot Canon G12. Essas espécies representantes dos filos Chlorophyta, Ochrophyta e Rhodophyta foram selecionadas de acordo com as suas dominâncias nos locais de estudo. Além das macroalgas marinhas, registrou-se também a ocorrência de organismos da fauna bentônica como cracas, mexilhões, anêmonas, entre outros.

No Laboratório Integrado de Ecologia Aquática do NUPEM/UFRJ, as variáveis físicas e químicas como clorofila a, fósforo e nitrogênio foram analisadas segundo as seguintes metodologias: Nusch & Palmer (1975), Golterman *et al.* (1978) e Mackereth *et al.* (1978) (Tabela 1).

4.2.3 Tratamento dos dados

A riqueza de espécies e o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener foram calculados a partir dos dados de percentual de cobertura das macroalgas obtidos no programa CPCe, para cada costão, nas três faixas do mediolitoral, nas quatro amostragens. Estas métricas foram calculadas com o programa de análises estatísticas Past versão 2.17c.

Para comparar os dados de riqueza e diversidade entre os costões foi realizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para os dados que não apresentaram normalidade nem foram homocedásticos, por meio do programa Statistica, versão 7.0. O teste a posteriori para comparar os valores de p, foi o teste de comparação múltipla das variáveis independentes. A análise de Spearman e a Análise dos Componentes Principais (PCA), foram realizadas baseadas nos dados das variáveis físicas e químicas no programa Statistica, versão 7.0. Além disso, foram feitas Análises de Correspondência Canônica, utilizando os dados das variáveis físicas e químicas que apresentaram maiores correlações na PCA associadas aos dados de porcentagem de cobertura vegetal dos táxons, no programa PC-ORD, versão 4.0. As análises de escalonamento multidimensional métrico (MDS), também foram feitas no programa PC-ORD, onde uma delas foi baseada no coeficiente de Bray-Curtis, utilizando os dados quantitativos (porcentagem de cobertura dos organismos bentônicos dos três costões) e as outras análises foram baseadas nos dados de porcentagem de cobertura dos organismos bentônicos por faixa (todos os MDS obtiveram nível de *stress*-Standardized Residual Sum of Squares- menores que 20%). Valores menores que 20 % são considerados aceitáveis para as análises do percentual de cobertura dos táxons (McCunne & Mefford, 2011; Digby & Kempton, 1987). Estas análises e a representação gráfica delas foram realizadas no programa PC-ORD.

5. Resultados e discussão

5.1. Caracterização qualitativa das macroalgas marinhas na área de estudo

No levantamento florístico dos costões rochosos da praia dos Cavaleiros, do Mar do Norte e de Itapebussus, amostrados em quatro períodos (08/14, 11/14, 03/15 e 07/15) foi registrado um total de 79 espécies de macroalgas marinhas bentônicas, sendo 44 do filo Rhodophyta (macroalgas vermelhas), 18 do filo Chlorophyta (macroalgas verdes) e 17 do filo Ochrophyta (macroalgas pardas) (Tabela 1). No filo Rhodophyta as ordens mais numerosas foram: Corallinales, Ceramiales e Gigartinales. No filo Ochrophyta, as ordens Dictyotales, Fucales e Ectocarpales foram as mais representadas. Já no filo Chlorophyta, as ordens Ulvales, Cladophorales e Bryopsidales foram as mais ricas (Figura 11). O maior número de macroalgas vermelhas já era esperado, por ser característico da flora tropical (Yoneshigue-Valentin *et al.*, 2008). O padrão observado no que se refere à predominância de Rhodophyta, seguidas de Chlorophyta e Ochrophyta também foi encontrado por Yoneshigue-Valentin *et al.* (2008) na praia dos Cavaleiros e por outros estudos realizados ao longo do litoral brasileiro (Vasconcelos, 2012; Carvalho, 2013; Scherner *et al.*, 2013). No estudo de Carvalho (2013), foram identificadas 125 espécies, distribuídas entre 75 Rhodophyta, 30 Chlorophyta e 20 Ochrophyta, corroborando com o padrão da flora tropical citado anteriormente.

No presente estudo, o maior número de táxons ocorreu no costão dos Cavaleiros (57 táxons), seguido do Mar do Norte (49 táxons) e por último de Itapebussus (43 táxons) (Tabela 1). Foi observado um maior número de táxons do Filo Chlorophyta nos Cavaleiros (13 táxons), seguido de Mar do Norte (12) e Itapebussus (10 táxons). Ao longo das coletas foi possível observar uma dominância da clorofícea do gênero *Ulva* em todos os períodos amostrados no costão rochoso dos Cavaleiros. Carvalho (2013) observou que as espécies do gênero *Ulva*, *Colpomenia sinuosa* e *Arthrocardia variabilis* foram as algas dominantes nas praias urbanizadas, enquanto *Palisada perforata*, *Amphiroa anastomosans* e *Codium intertextum* nas não urbanizadas. Taouil e Yoneshigue-Valentin (2002) correlacionaram os seus dados com levantamentos pretéritos realizados para a Praia de Boa Viagem (RJ) e evidenciaram que após 30 anos houve uma diminuição de 30 táxons e o aparecimento de 14 espécies, com a dominância de *Ulva fasciata* Delile e *Ulva compressa* L naquele local. Freitas (2012) encontrou 110 táxons infragenéricos entre Rhodophyta (62), Chlorophyta (30)

Ochrophyta (18), também encontrando uma dominância da clorofícea do gênero *Ulva* nas praias mais próximas do centro urbano.

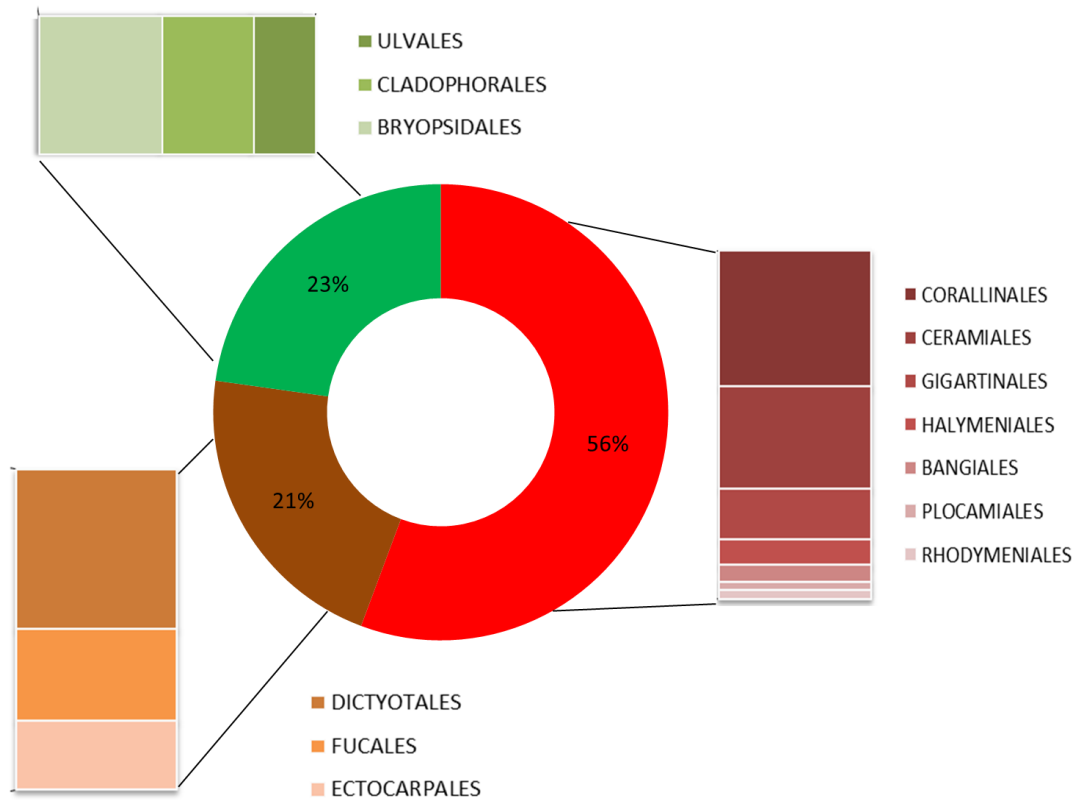


Figura 11: Representatividade dos Filos Rhodophyta (em vermelho), Chlorophyta (em verde) e Ochrophyta (em marrom) encontradas no levantamento florístico dos costões rochosos da praia dos Cavaleiros, do Mar do Norte e de Itapebussus.

A zona entre marés nos costões rochosos abriga grupos de algas e/ou animais que formam agregados (manchas), proporcionando microhabitats que estruturam ambientes propícios para a camuflagem, alimentação e abrigo para vários organismos (Coutinho, 1995). Nos pontos de amostragem, além das macroalgas, foram registrados os grupos: Crustacea (*Chthamalus* sp. e *Pachygrapus* sp.), Mollusca (*Chiton* sp., *Perna perna*, *Isognomon* sp., *Brachidontes* sp., *Littorarina* sp., *Echinolittorina* sp.), Polychaeta, Echinodermata (*Echinometra lucunter*) e Cnidaria (*Bunodosoma*) (Tabela 1). Esses organismos conhecidos popularmente como cracas, mariscos, mexilhões, minhocas do mar, ouriço e anêmona,

<i>Chiton</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Perna perna</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Brachidontes</i> sp.	+	+	+									
<i>Littoraria</i> sp.	+					+	+	+	+		+	
Total: 6	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3
POLYCHAETA												
<i>Phragmatopoma</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Total: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ECHINODERMATA												
<i>Echinometra lucunter</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Total: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
CNIDARIA												
<i>Bunodosoma</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total: 1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Caracterização das áreas de estudo com relação às variáveis físicas e químicas.

Os efluentes despejados pelas tubulações de drenagem na praia dos Cavaleiros possuem forte cheiro de matéria orgânica e não é garantida a inexistência de ligações clandestinas de residências para o despejo de esgoto na rede fluvial. Com base no exposto, as amostragens também levaram em consideração as variáveis físicas e químicas da água como nitrogênio dissolvido, nitrogênio total; fósforo total; ortofosfato; carbono orgânico dissolvido; clorofila a; turbidez; temperatura; oxigênio dissolvido (Tabela 2). Essas variáveis serviram de base para a realização da Análise de Componentes Principais (PCA), que foi feita para analisar as correlações entre as variáveis físicas e químicas. A PCA transforma os dados em uma projeção linear que nos casos dos eixos 1 e 2 (principais eixos da PCA), somaram 55% de explicabilidade. Com isso, as variáveis que apresentaram 4 correlações ou mais, foram retiradas para a realização das Análises de Correspondência Canônica (CCA). Essas variáveis foram nitrogênio dissolvido, salinidade e temperatura. A CCA permitiu relacionar essas variáveis físicas e químicas com o percentagem de cobertura vegetal dos táxons estudados nos três costões, por subfaixa do mediolitoral (faixa 1, 2 e 3). Essa última análise indicou que não existe um padrão significativo que separa as comunidades de macroalgas e outros organismos dos três costões, de acordo com as variáveis físicas e químicas, onde o teste de Monte Carlo apresentou valores de p menores que 0,05 para todas as subfaixas (Tabela 4). Na CCA, apesar da porcentagem de acumulação explicativa ser maior no eixo 1 e 2, nas faixas 1 e 3, os autovalores não apresentaram significância, pois são menores que 0,5, além das correlações de Pearson apresentarem altos valores (Ter Braak, 1994). Com isso, as variáveis físicas e

químicas, no presente estudo, não podem ser utilizadas como parâmetro de caracterização dos diferentes graus de urbanização, sendo necessária uma continuidade no monitoramento dessas variáveis para obter uma maior amplitude sazonal e constatar se de fato elas não influenciam nas diferenças entre as comunidades de organismos dos costões estudados.

Laquila (2006), ao estudar a estrutura de comunidades de algas marinhas bentônicas no Canal de São Sebastião, SP, também realizou a PCA, mas baseada na porcentagem de cobertura das espécies, em relação às estações amostrais, faixas do costão (superior e inferior) e estações do ano, onde o eixo 1 e 2 apresentaram 65% de explicabilidade. Nas análises, os locais de estudo, apesar de haver uma tendência, não mostraram diferenças significativas na distribuição da maioria das espécies e dos grupos morfofuncionais.

Tabela 2: Dados das variáveis físicas e químicas das praias de Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT) durante o período deste estudo (agosto de 2014=ago/14, novembro de 2014= nov/14, março de 2015=mar/15 e julho de 2015=jul/15; ND = Nitrogênio dissolvido; NT = Nitrogênio total; PT = Fósforo total; Orto = ortofosfato; COD = Carbono Orgânico Dissolvido; Chl a = Clorofila a; Tur = Turbidez; T = Temperatura; OD = Oxigênio Dissolvido).

Local	Período	ND (ppm)	NT (ppm)	PT (µg/L)	Orto (µg/L)	COD (mg/l)	Chl a	Tur (NTU)	Sal	Cond (µs/L)	pH	T (°C)	OD (µg/L)
CA	ago/14	0,3057	0,201712	74,648	16,306	1,263	2,2	16,9	36,7	55,4	6,6	20	7,8
CA	nov/14	0,1767	0,317552	110,112	10,168	0,8237	3,73	25	36,5	55,2	5,6	17,7	7,7
CA	mar/15	0,191	0,404	26,6	144,147	0,9082	0,66896	4,7	36,7	55,4	6,1	24	8,3
CA	jul/15	0,00146	0,1844	38	159,172	0,6336	51,16064	1,87	39,05	54,6	6,4	21,5	7,9
MN	ago/14	0,2831	0,181552	48,453	20,088	1,122	1,2	6,8	36,8	55	7,1	21	9,5
MN	nov/14	0,2107	0,293872	140,864	27,528	0,9279	6,6	5,5	36,5	55	5,5	18,2	7,7
MN	mar/15	0,00216	0,1433	19,9	152,155	0,7699	4,5	7,3	36,9	55	5,5	22	7,3
MN	jul/15	0,1585	0,276	25,2	177,179	0,7159	0,74074	14,7	39,04	55,5	8,5	22,4	8,5
IT	ago/14	0,2376	0,0111792	57,319	19,344	1,166	1	9	36,7	55	7,2	20	10,5
IT	nov/14	0,1797	0,046032	36,022	5,053	0,9903	2,4	4,4	36,7	55,2	6,1	21,2	7,9
IT	mar/15	0	0,4014	13,4	0	0	0,40728462	5,6	36,8	55,3	5,6	24	6,9
IT	jul/15	0,1623	0,3977	25,2	173,176	0,7244	1,57431373	6,21	38,9	55	8,1	22,1	7,8

Tabela 3: Resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA) baseado nas variáveis físicas e químicas e porcentagem de cobertura vegetal dos táxons, dos 3 costões, na três sub faixas no mediolitoral.

Faixas	Resultados do CCA	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Faixa 1	Autovalor	0.331	0.115	0.061
	Explicação acumulativa (%)	50.2	67.6	76.9
	Correlação de Pearson	0.972	0.974	0.970
	Teste Monte Carlo (valores de p)	0.2583	0.2733	0.2332
Faixa 2	Autovalor	0.169	0.086	0.080
	Explicação acumulativa	25.5	38.6	50.7
	Correlação de Pearson (%)	0.992	0.828	0.915
	Teste Monte Carlo (valores de p)	0.5806	0.967	0.1061
Faixa 3	Auto valor	0.447	0.164	0.081
	Explicação acumulativa	41.1	56.2	63.6
	Correlação de Pearson (%)	0.986	0.971	0.776
	Teste de Monte Carlo (valores de p)	0.2132	0.7037	0.9409

5.3. Caracterização quantitativa das macroalgas marinhas na área de estudo

Com as análise do percentual da cobertura de macroalgas foi possível evidenciar diferenças, embora não significativas ($p>0,05$) nos três pontos de amostragem, com um maior percentual total de macroalgas verdes no costão dos Cavaleiros (57,3%) em relação ao costão do Mar do Norte (33,6%) e ao de Itapebussus (22,8%), nos quatro períodos do estudo (Tabela 4). Segundo Scherner *et al.*(2013) o aumento da cobertura vegetal de macroalgas verdes é um dos indicativos de ambientes impactados, pois algumas clorofíceas, como o gênero *Ulva*, possuem ciclo de vida mais curto e são consideradas macroalgas oportunistas tolerantes ao estresse. Esta diferença encontrada entre os costões pode ocorrer, possivelmente, por consequência do bairro da praia dos Cavaleiros estar localizado em uma área mais urbanizada, com maior número de habitantes, além de ser a mais frequentada para fins recreativos, por possuir fácil acesso, bem como a saída de efluentes domésticos, conforme ilustrado anteriormente.

Tabela 4: Percentual de cobertura das macroalgas registrado ao longo do período de estudo nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

	Agosto/14			Novembro/14			Março/15			Julho/15		
	CA	MN	IT	CA	MN	IT	CA	MN	IT	CA	MN	IT
RHODOPHYTA												
Filamentosas vermelhas	1,5%	0,4%	0,06%	0,06%		0,066%						
Calcárea incrustrante		1%	3,1%	0,6%	0,4%	1,33%	1,2%	3,4%	2,3%	1,06%	0,86%	5,13%
BANGIALES												
<i>Pyropia</i> sp.	0,13%	0,68%	3,9%	0,53%	0,2%	0,66%				0,73%	0,066%	1,66%
CORALLINALES												
<i>Amphiroa</i> sp.	17,3%	10%	4,2%	7,6%	6,33%	19,26%	0,13%	5,7%	14,06%	18,4%	16,06%	15,26%
<i>Arthrocardia</i> sp.	2%	21,6%	18%	21,93%	18,8%	4,8%	14,3%	22,4%	3,8%	16,46%	15,93%	8,26%
<i>Jania cultrata</i>								0,46%	0,3%			
<i>Jania</i> .sp.	3,8%	3,83%	5,2%	7,13%	5,46%	6,2%	5%	4,7%	9,4%	10,73%	1,8%	2,5%
CERAMIALES												
<i>Centroceras</i> sp.	1,5%	0,34%	1,7%	1,6%	4,93%	0,93%	10,9%	0,3%	4,4%	5,13%	0,13%	
<i>Bryocladia</i> sp.	12%			0,33%			4%		0,06%		0,066%	0,066%
GELIDIALES												
<i>Pterocladia</i> sp.			0,06%									
GIGARTINALES												
<i>Hypnea</i> sp.	4,8%	2%	4%	0,4%	4%	4,53%	4%	5,5%	8,5%	0,73%	2,8%	2,73%

<i>Chondracanthus acicularis</i>				0,8%		0,46%						0,066%
HALYMENIALES												
<i>Cryptonemia</i> sp.	0,06%	0,13%	0,13%	0,06%	0,2%	0,2%		0,2%				0,33%
PLOCAMIALES												
<i>Plocamium brasiliense</i>								0,5%			0,53%	0,066%
Total de Rhodophyta (%)	43,1%	40,0%	40,35%	41,01%	40,2%	38,3%	39,5%	43,16%	42,82%	53,24	38,5%	35,5%
OCHROPHYTA												
DICTYOTALES												
<i>Dictyota</i> sp.	2%	0,2%	0,2%	1,13%	0,13%	0,46%					0,26%	0,73%
<i>Dictyopteris delicatula</i>	4,6%	1,2%	0,06%		0,46%	0,13%	0,26%					
<i>Padina</i> sp.										0,066%	1%	
SPHACELARIALES												
<i>Sphacelaria</i> sp.		1,2%								0,066%	0,066%	
FUCALES												
<i>Sargassum</i> sp.	6,4%	16,2%	18,4%	11,46%	22,1%	18,2%	13,7%	13,4%	17,7%	9%	16,3%	22,7%
ECTOCARPALES												
<i>Levringia brasiliensis</i>			0,13%	0,26%	0,13%	0,33%	0,4%		0,13%	0,53%		
<i>Colpomenia sinuosa</i>	1,8%	0,1%	0,62%	2,66%	1,06%	1,53%	1,2%	0,6%	1,2%	0,86%		0,73%
<i>Chnoospora mínima</i>				0,86%				0,06%	0,06%			
Total de Ochrophyta (%)	15%	18,9%	19,4%	16,37%	23,8%	20,6%	15,56%	14%	19%	10,5%	17,6%	24,1%
CHLOROPHYTA												
Filamentosas verdes	0,9%			0,66%	0,46%					0,46%		
ULVALES												
<i>Ulva</i> sp.	5%	0,3%	3,6%	9,53%	7,13%	2%	13%	0,8%	0,6%	14,4%		1,4%

CLADOPHORALES			0,06%							0,4%	0,066%	
<i>Cladophoropsis</i> sp.	0,06%	0,06%		0,066%								
<i>Chaetomorpha antennina</i>	1%		0,2%	2,33%	1,06%	1,6%	1,2%		2,06%	1,73%	0,8%	1,13%
BRYOPSIDALES												
<i>Bryopsis</i> sp.	2,8%	1,2%		2,93%	0,93%	0,066%	0,2%			0,2%	5,26%	0,066%
<i>Codium intertextum</i>	0,1%	5,3%	4,2%	0,33%	0,93%	1,26%	0,06%	4,6%	2,8%		3,13%	3,93%
<i>Codium isthmocladum</i>		0,7%				0,26%						
<i>Codium taylorii</i>			0,06%			0,33%		0,06%				0,46
<i>Caulerpa racemosa</i>		0,7%						0,46%	0,13%			
Total de Chlorophyta (%)	9,8%	8,2%	4,9%	15,8%	10,45%	5,5	14,6%	5,9%	5,5%	17,1	9,1	6,9%
Total da fauna bentônica (%)	16,8%	22%	13,6%	11,2%	12,06%	15,8%	13,3%	17,2%	12,2%	9,9%	12%	11,7%
Substrato (%)	15,7%	10,9%	21,75%	14,78%	12,31%	19,8%	17,04%	19,74%	20,48%	9,26%	23%	21,8%

5.3.1 Macroalgas indicadoras de distúrbios ambientais

Comparando a faixa 1 dos três pontos de amostragem, a cobertura vegetal de *Ulva* sp. foi significativamente maior no costão de Cavaleiros em todos os períodos, seguido de Mar do Norte, e por fim de Itapebussus (Figura 12). As análises dos dados evidenciaram diferença significativa ($p > 0,05$) da cobertura de *Ulva* sp. A praia dos Cavaleiros teve a maior cobertura, sendo significativamente diferente de Mar do Norte ($p = 0,0005$) e de Itapebussus ($p = 0,001$), não havendo diferença significativa da cobertura desta clorófitcea entre Mar do Norte e Itapebussus.

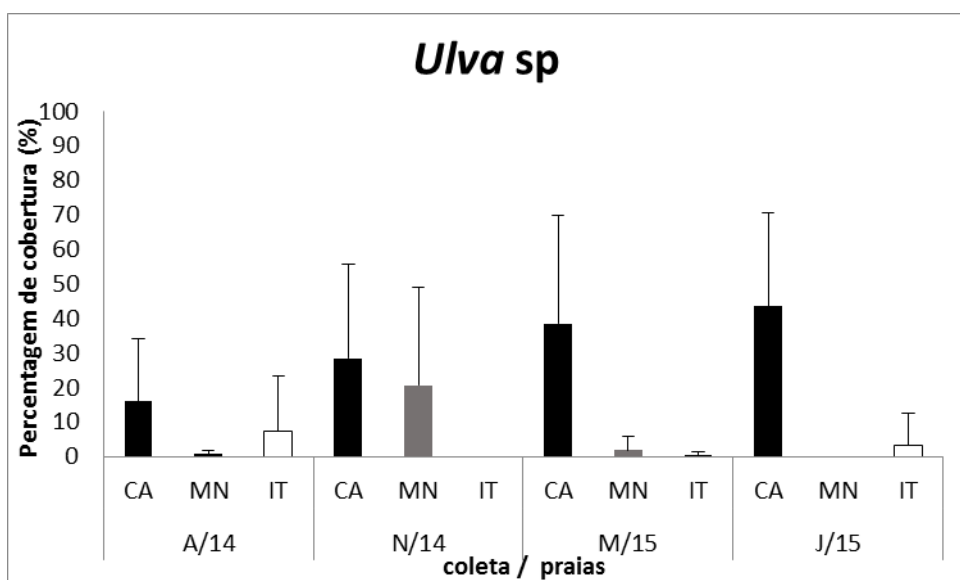


Figura 12: Percentagem de cobertura vegetal de *Ulva* sp. ao longo do período de estudo (A/14=Agosto de 2014, N/14=Novembro de 2014, M/15=Março de 2015, J/15=Julho de 2015), na faixa 1, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

As espécies de macroalgas marinhas bentônicas utilizadas como indicadoras de alteração no ambiente, podem variar de acordo com a região estudada (Sousa & Cocentino, 2004; Freitas, 2012; Vasconcelos, 2012; Carvalho, 2013; Scherner *et al.*, 2013). Contudo, estes mesmos estudos mostram que os táxons que são utilizados como bioindicadores, em sua maioria, fazem parte do filo Chlorophyta (algas verdes), em especial a clorófitcea *Ulva*, que é referência de organismo estresse-tolerante e é encontrada em diversas regiões do país e do mundo.

Scherner (2010), ao estudar os impactos da urbanização sobre os mecanismos fotossintéticos da macroalga verde *Ulva*, chegou à conclusão que a *Ulva* tem a capacidade de tolerar exposição prolongada a distúrbios ambientais sem alterações significativas sobre o desempenho fotossintético.

No presente estudo, a faixa 2 não apresentou diferenças significativas entre os costões ($p>0,05$) para os gêneros *Ulva*, *Sargassum* e para as algas calcárias.

Já na faixa 3, foram encontradas diferenças significativas baseada nos dados de porcentagem de algas calcárias, onde o costão da praia dos Cavaleiros teve menor porcentagem de cobertura vegetal comparada ao de Mar do Norte ($p=0,04$). As calcárias do costão de Itapebussus apresentaram diferenças significativas apenas com Mar do Norte ($p=0,0002$) (Figura 13). Figueiredo *et al.* (2004), ao utilizarem as algas calcárias como bioindicadoras, evidenciaram que nas praias com menos impacto antropogênico (Ilha Comprida, Saco da Velha e Praia Vermelha), ocorreu maior abundância de espécies coriáceas e calcárias articuladas, que possuem ciclo de vida longo e crescimento lento, características essas de composição da flora de regiões com baixos distúrbios.

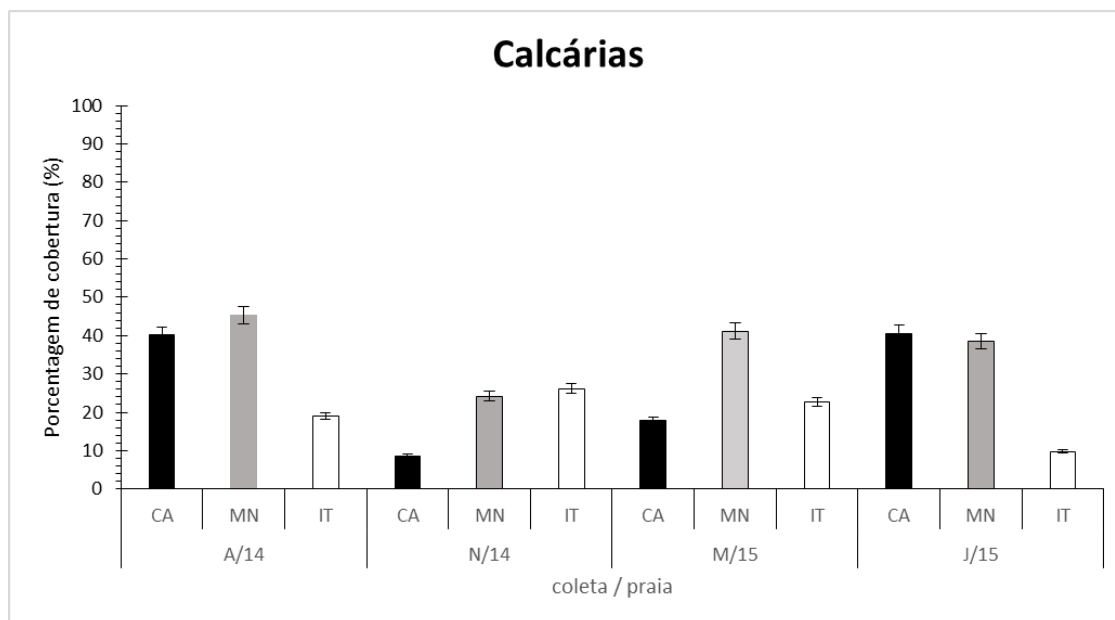


Figura 13: Percentual de cobertura vegetal de algas calcárias ao longo do período de estudo (A/14=Agosto de 2014, N/14=Novembro de 2014, M/15=Março de 2015, J/15=Julho de 2015), na faixa 3, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

Nesta mesma faixa (3) a cobertura de *Sargassum* foi maior no costão de Itapebussus (77%), seguida de Mar do Norte (68%), e por fim de Cavaleiros (40,5%) (Tabela 4). Esta cobertura de *Sargassum* foi significativamente menor para os Cavaleiros comparado a Itapebussus ($p=0,001$), a qual obteve maior cobertura vegetal; já Mar do Norte, apesar de ser a segunda maior porcentagem de *Sargassum*, não apresentou diferença significativa (Figura 14).

Scherner *et al.* (2013), ao avaliarem o impacto da urbanização sobre as comunidades de macroalgas marinhas, em três regiões do sudoeste do Atlântico, também observaram um declínio marcante do filo Ochrophyta e um aumento substancial do filo Chlorophyta em áreas urbanizadas. O autor chegou à conclusão que macroalga parda do gênero *Sargassum*, considerada macroalga estruturadora de comunidades, teve o desempenho fotossintético comprometido nos locais mais urbanizados. Estes autores utilizaram como parâmetros de urbanização a densidade populacional, número de habitações e percentual de cobertura vegetal terrestre. O estudo demonstrou que a urbanização costeira está causando uma perda na biodiversidade de algas no sudoeste do Atlântico, mudando de forma considerável as comunidades de algas da região.

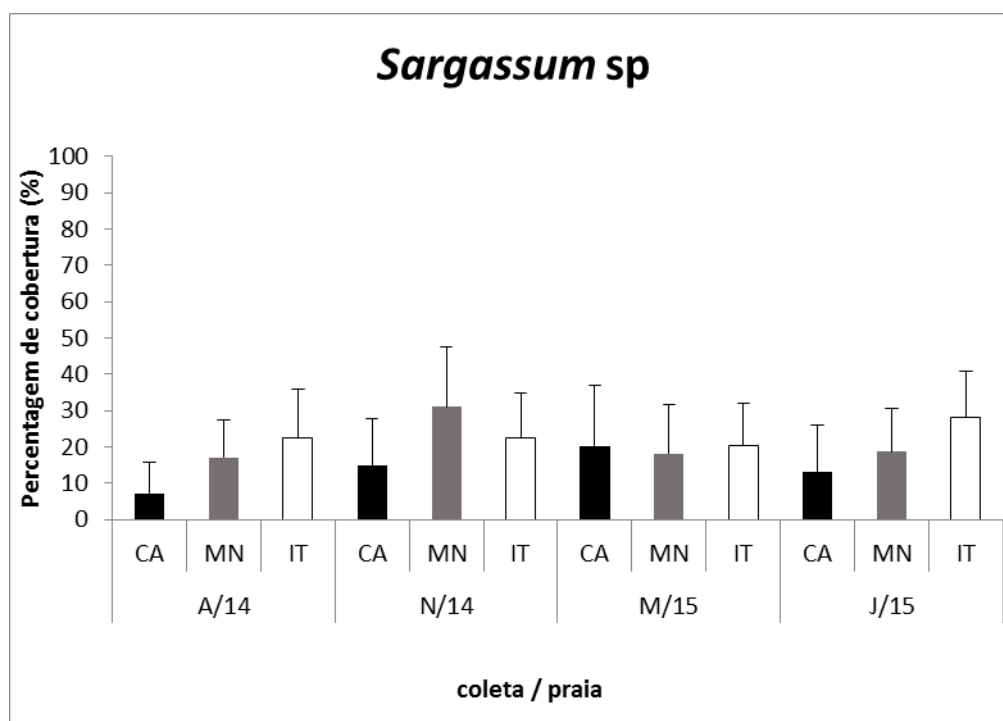


Figura 14: Percentual de cobertura vegetal de *Sargassum sp.* ao longo do período de estudo (A/14=Agosto de 2014, N/14=Novembro de 2014, M/15=Março de 2015, J/15=Julho de 2015)

nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

5.3.2 Avaliação dos índices ecológicos por faixa

As análises de riqueza e diversidade baseadas nos dados de porcentagem dos táxons de todas as amostragens, registraram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os costões, na faixa 1. O costão dos Cavaleiros apresentou menor riqueza comparada ao costão de Itapebussus ($p = 0,00005$) e Mar do Norte ($p = 0,006$) (Figura 15). Os costões de Itapebussus e Mar do Norte não apresentaram diferenças significativas de riqueza entre eles, sendo esses dois últimos os mais afastados do centro urbano (Figura 1-2). Já para diversidade, na faixa 1, o costão dos Cavaleiros também apresentou diferença significativa ($p = 0,00002$) com o costão de Itapebussus, onde Cavaleiros obteve menores valores de diversidade (Figura 15). O costão de Mar do Norte não apresentou diferenças significativas para diversidade, comparado aos outros costões (Figura 15). Esses fatos também foram evidenciados no estudo de Carvalho (2013), que trabalhando com macroalgas como bioindicadoras nos costões das praias do litoral do Espírito Santo, encontrou maior riqueza e diversidade de espécies nos costões das praias menos urbanizadas e menor riqueza e diversidade, assim como um aumento de macroalgas oportunistas, em locais mais próximos aos centros urbanos.

O gráfico de escalonamento multidimensional métrico (MDS), baseado nos dados quantitativos (percentual de cobertura vegetal da faixa 1) (Figura 16), ilustra uma tendência de agrupamento entre os costões rochosos das praias menos urbanizadas (Mar do Norte e Itapebussus) e o isolamento do costão rochoso da praia mais urbanizada (Cavaleiros).

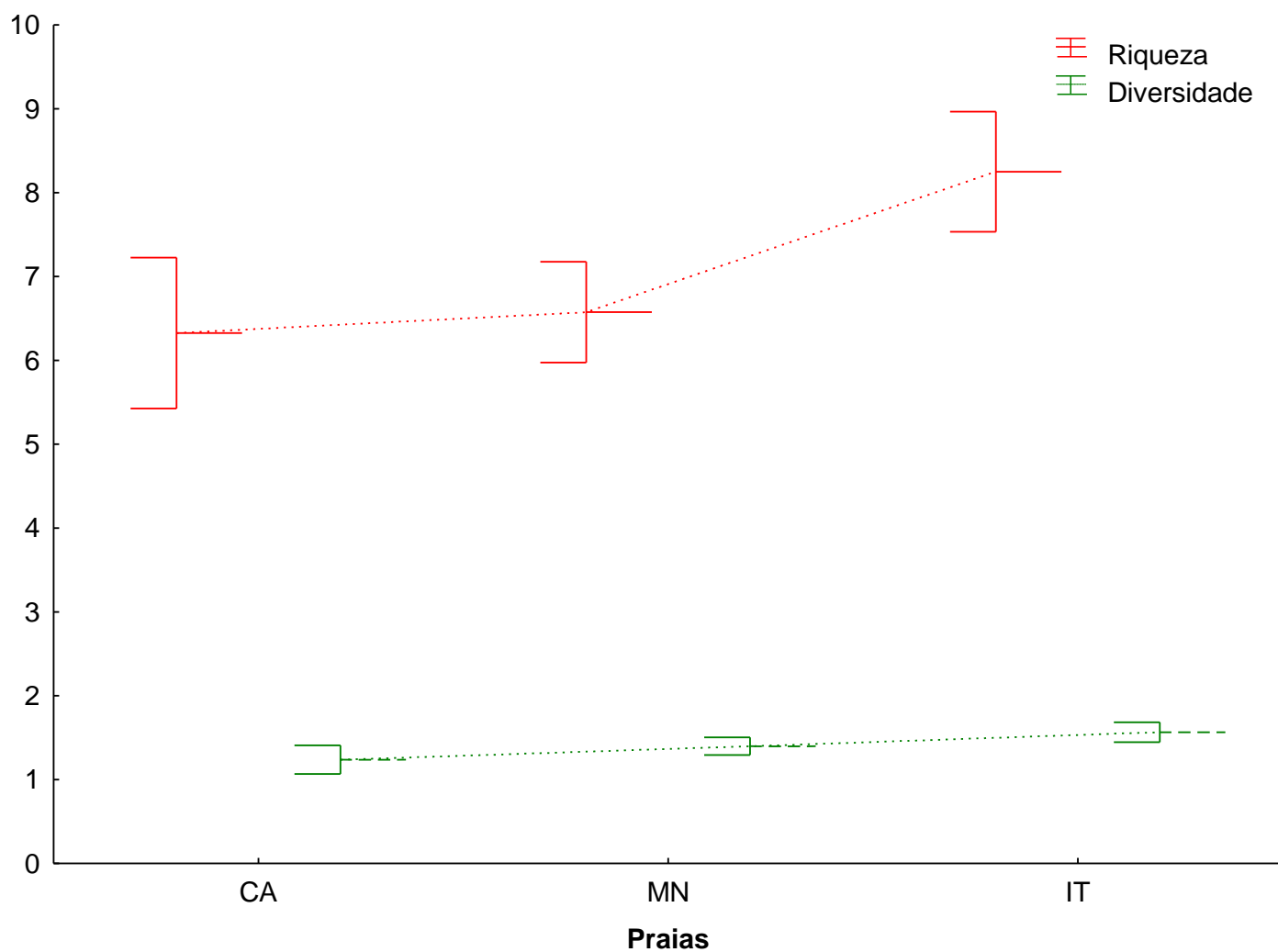


Figura 15: Comparações das médias dos valores de riqueza e diversidade na Faixa 1, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

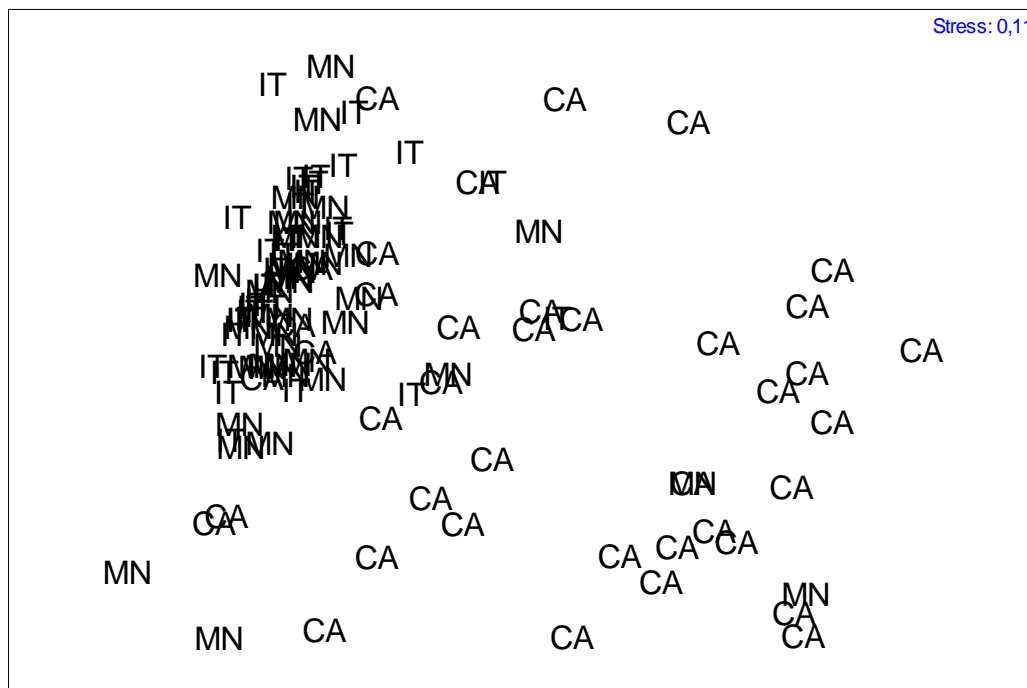


Figura 16: Escalonamento multidimensional métrico (MDS), baseado no coeficiente de Bray-Curtis, utilizando os dados quantitativos de percentual de cobertura de macroalgas, na faixa 1, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

Na faixa 2 não foram encontradas diferenças de riqueza e diversidade entre os costões, contudo Itapebussus teve maiores valores de riqueza comparada aos costões de Cavaleiros e Mar do Norte (Figura 17). Na faixa 2 há o predomínio das algas calcárias e quando comparou-se os valores de cobertura vegetal das mesmas entre os costões, não foram encontradas diferenças significativas, apesar de o costão dos Cavaleiros apresentar menores valores de porcentagem de cobertura vegetal dessas algas calcárias (Figura 17).

Apesar de não ter ocorrido diferenças significativas para riqueza e diversidade na faixa 2, o gráfico de escalonamento multidimensional métrico (MDS), baseado nos dados quantitativos (percentual de cobertura vegetal da faixa 2) (Figura 18), representa uma tendência de agrupamento entre os costões rochosos das praias menos urbanizadas (Mar do Norte e Itapebussus) e o isolamento do costão rochoso da praia mais urbanizada (Cavaleiros).

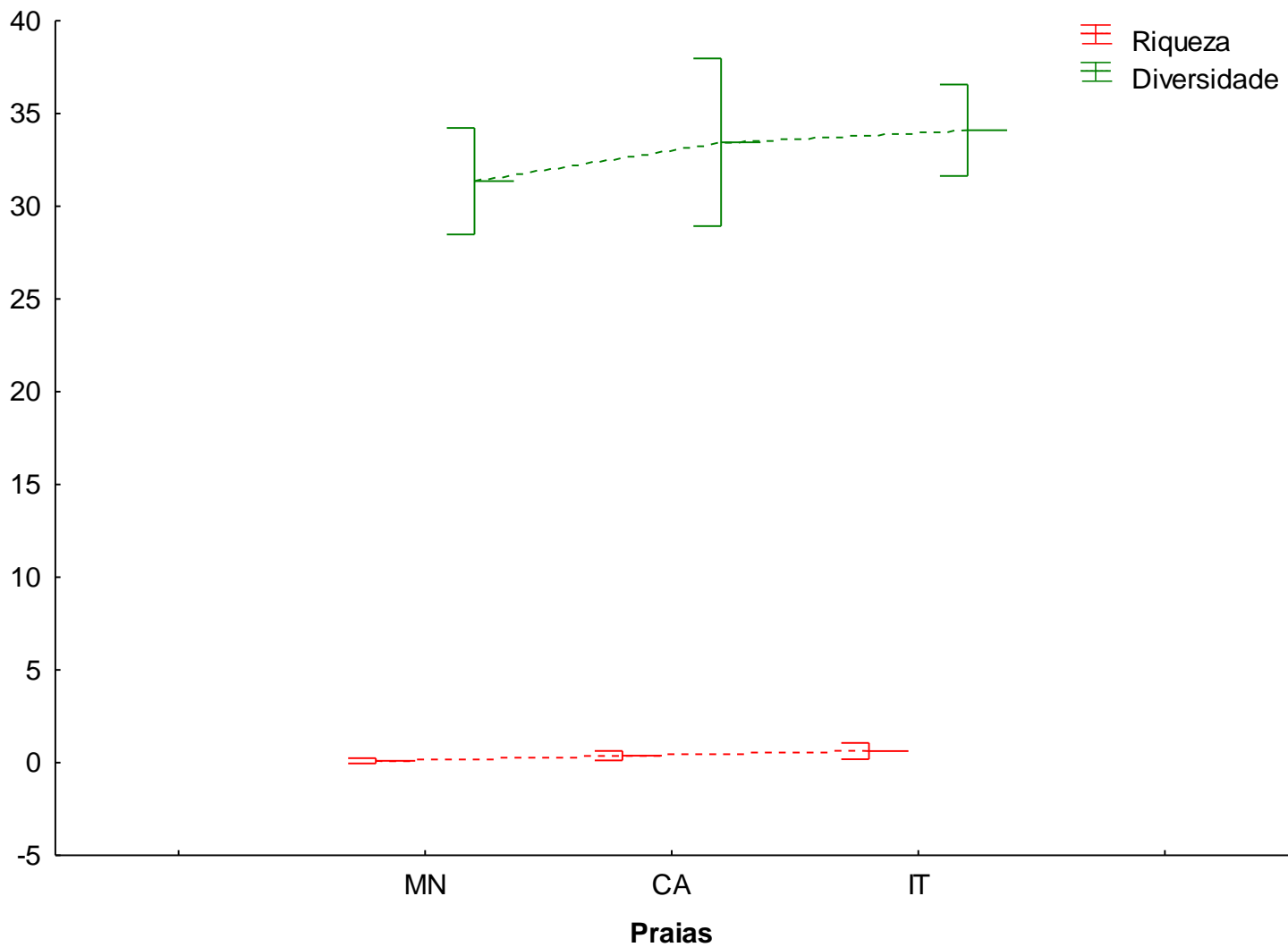


Figura 17: Comparações das médias dos valores de riqueza e diversidade na Faixa 2, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

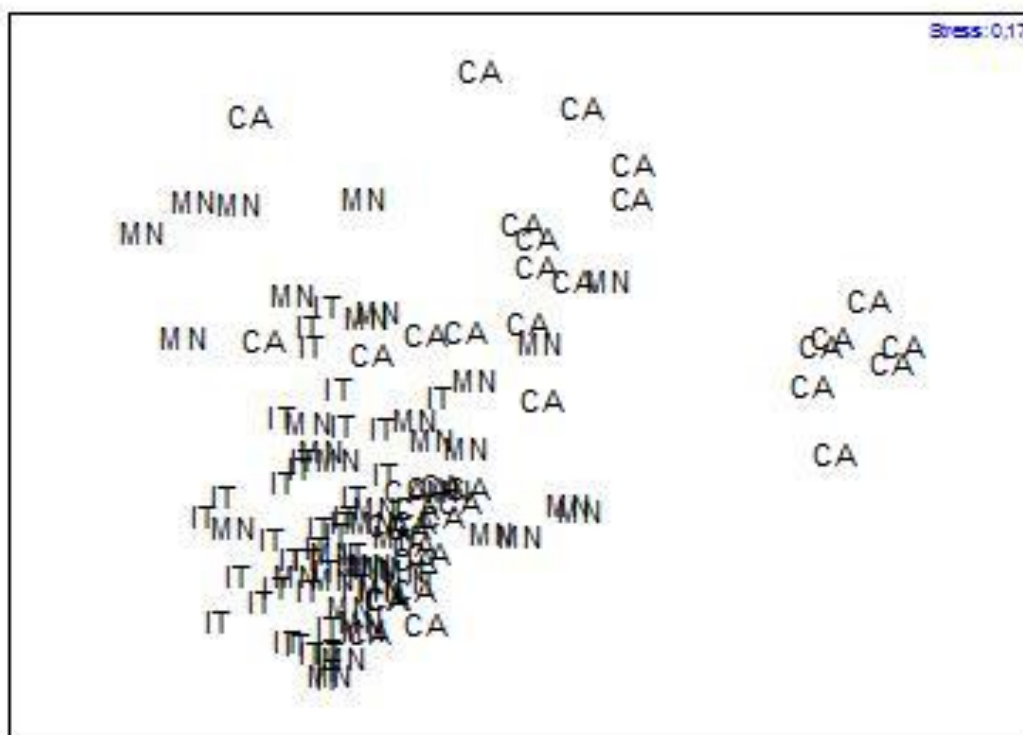


Figura 18: Escalonamento multidimensional métrico (MDS), baseado no coeficiente de Bray-Curtis, utilizando os dados quantitativos de percentual de cobertura de macroalgas, na faixa 2, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

Nas análises dados da faixa 3, apesar de não ter encontrado diferenças significativas de riqueza e diversidade entre os costões, os valores de riqueza do costão dos Cavaleiros foram maiores que os de Mar do Norte e Itapebussus (Figura 19). O gráfico de escalonamento multidimensional métrico (MDS), baseado nos dados quantitativos (percentual de cobertura vegetal da faixa 3) (Figura 20), também apresenta uma tendência de agrupamento entre os costões rochosos das praias menos urbanizadas (Mar do Norte e Itapebussus) e o isolamento do costão rochoso da praia mais urbanizada (Cavaleiros).

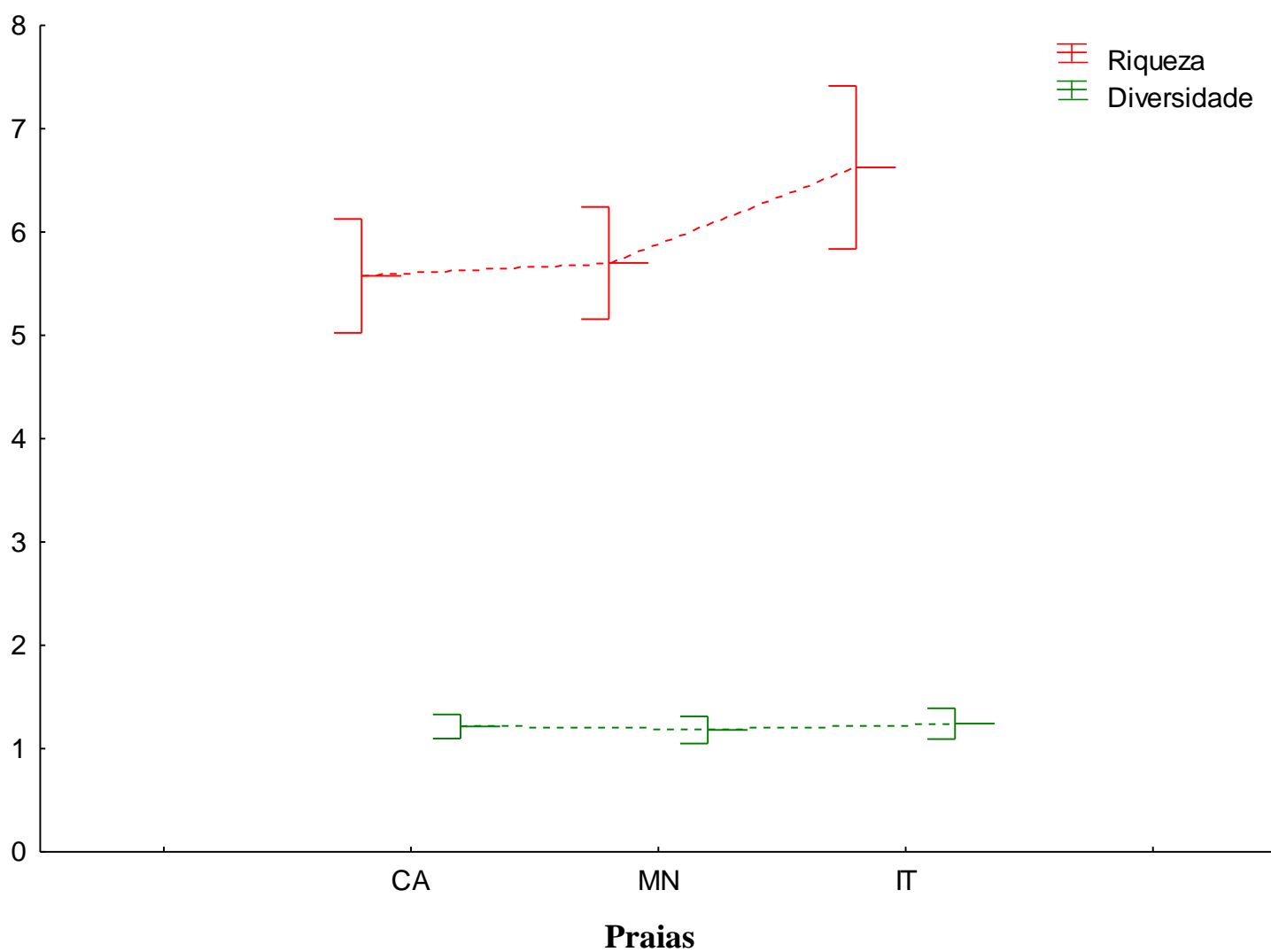


Figura 19: Comparações das médias dos valores de riqueza e diversidade na Faixa 3, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

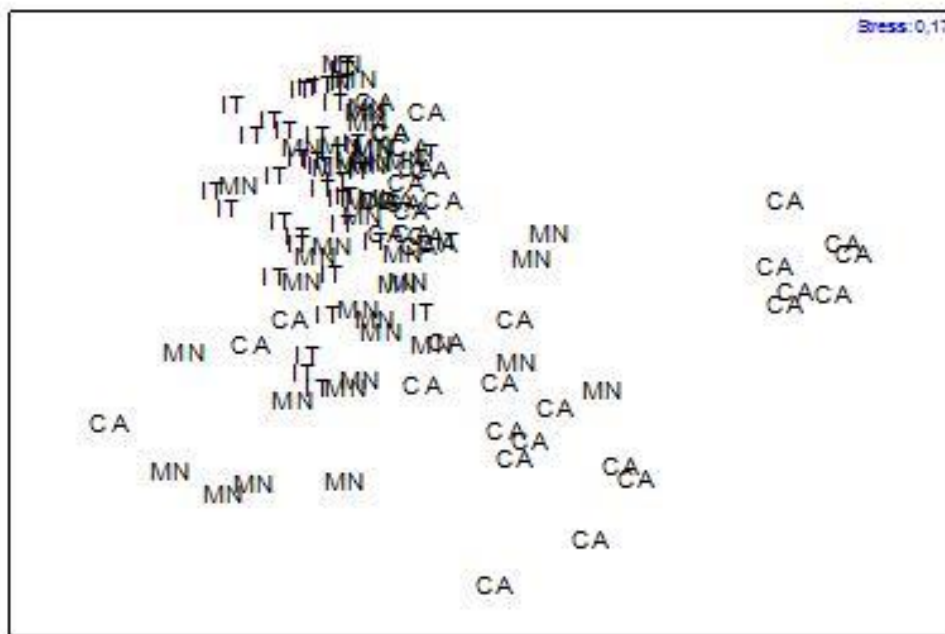


Figura 20: Escalonamento multidimensional métrico (MDS), baseado no coeficiente de Bray-Curtis, utilizando os dados quantitativos de percentual de cobertura de macroalgas, na faixa 3, nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

O gráfico de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), baseado nos dados quantitativos (porcentagem de cobertura vegetal) (Figura 21), mostra uma tendência de agrupamento entre os costões rochosos das praias menos urbanizadas (Mar do Norte e Itapebussus) e o isolamento do costão rochoso da praia mais urbanizada (Cavaleiros). Tais resultados também foram obtidos por Scherner *et al.* (2013), que utilizaram esses mesmos gráficos para ilustrar o agrupamento entre as áreas de referência e entre as áreas urbanizadas, assim como Carvalho (2013), que obteve os mesmos agrupamentos, indicando que as composições das comunidades de macroalgas dos costões rochosos seguem os diferentes graus de urbanização.

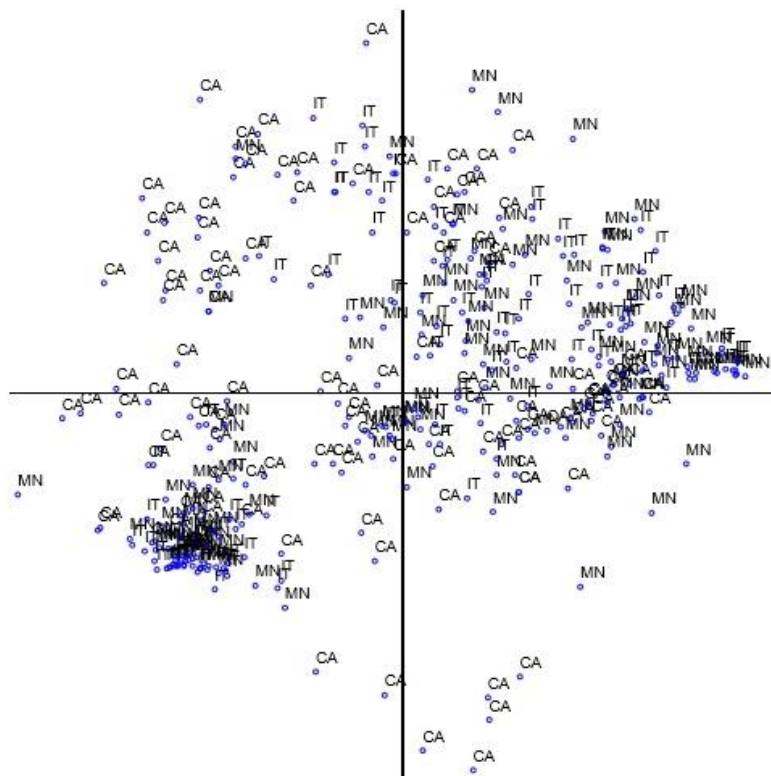


Figura 21: Escalonamento multidimensional métrico (MDS) obtido com os dados de percentual de organismos marinhos ao longo do período de estudo nos costões rochosos da praia dos Cavaleiros (CA), do Mar do Norte (MN) e de Itapebussus (IT).

6. Conclusão

De acordo com os táxons identificados e com as análises da cobertura vegetal dos três costões rochosos é possível indicar que ocorrem alterações nas comunidades de macroalgas marinhas bentônicas de acordo com os diferentes graus de urbanização. Estes graus foram baseados no número de habitantes, cobertura vegetal terrestre e a ausência dela (prédios, casas e afins), evidenciados no georreferenciamento, nas praias estudadas.

Na faixa 1, o costão da praia dos Cavaleiros, a mais próxima do centro urbano, apresentou um aumento da cobertura vegetal da macroalga oportunista do gênero *Ulva* e

diminuição da riqueza e diversidade comparado aos outros costões rochosos mais afastados do centro urbano (Mar do Norte e Itapebussus).

Na Faixa 3 ocorreu diminuição significativa da cobertura vegetal da macroalga mais sensíveis (*Sargassum* e as algas calcárias) nos Cavaleiros, comparado aos outros costões. Por isso as faixas 1 e 3 foram as que melhor indicaram a ocorrência de distúrbios e esses fatos foram ilustrados nas análises multidimensionais métricas, onde é visível um agrupamento entre os costões de Mar do Norte e de Itapebussus e um isolamento do costão dos Cavaleiros.

Já as análises baseadas nas variáveis físicas e químicas indicaram que não existe um padrão significativo que separa as comunidades de macroalgas e outros organismos dos três costões, de acordo com as variáveis físicas e químicas, sendo necessária uma continuidade do monitoramento dessas variáveis ambientais, para averiguar se de fato as mesmas não possuem influência significativa.

Desta forma, sugere-se que posteriores estudos de monitoramento sejam realizados nestes três pontos de amostragem a fim de registrar as alterações que estas comunidades de macroalgas irão sofrer ao longo dos anos, pois certamente irão afetar todo o equilíbrio destes ecossistemas e os organismos que nele são encontrados.

Referências

- Absalão, R. S. & Pimenta, A. D.; 2005. Moluscos marinhos da APA do Arquipélago de Santana, Macaé, RJ: chave ilustrada para identificação das espécies do substrato inconsolidado. **Ciência Moderna**, Rio de Janeiro. v. 149, p.77-91.
- Almada, A. B. H. C.; Yoneshigue-Valentin, Y.; Nassar, G. A. C. 2008. Aspectos populacionais de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Ochrophyta, Fucales) na ponta do Arpoador – Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**. v. 12, p. 291-298.
- Brodie, J.; Andersen A. R.; Kawachi, M. & Millar, K. J. A. 2009. Endangered algal species and how to protect them. **Phycologia**. v. 48, p. 423-438.
- Carvalho, F. V. 2013. **Avaliação dos impactos da urbanização sobre as comunidades de macroalgas bentônicas no litoral do Espírito Santo, Brasil**. Dissertação de mestrado da Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Coutinho, R. 1995. Avaliação crítica das causas da zonação dos organismos bentônicos em costões rochosos. **Oecologia brasiliensis**. v. 1, p. 259-271.
- Digby, P. G. N. & Kempton, R. A. 1987, **Multivariate analyses of Ecological communities**. London. Chapman and Hall. v. 23, p. 405-447.
- Ferreira, M. N. & Rosso, S. 2009. Effects of human trampling on a rocky shore fauna on the Sao Paulo coast, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. v. 69, p. 993–999
- Freitas, S. A. 2012. **Avaliação dos impactos da urbanização sobre o macrofitobentos em trechos recifais do litoral de Pernambuco, Brasil**. Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Figueiredo, O. A. M.; Barreto, B. B. M & Reis, P. R. 2004. Caracterização das macroalgas nas comunidades marinhas da Área de Proteção Ambiental de Cairuçu, Parati, RJ – subsídios para futuros monitoramentos. **Revista Brasil de Botânica**. v. 27, p.11-17.
- Gomes, M. L. M. 2009. Ocupação Urbana de Rio das Ostras: Elementos Definidores e os Impactos nos Recursos Hídricos. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 3, p. 145-161.
- Harley G. D. C.; Anderson, M. K.; Demes W. K.; Jorve P. J.; Kordas L. R. & Coyle, A. T. 2012. Effects of climate change on global seaweed communities. **Journal of Phycology**. v. 48, p. 1064–1078.

- Herculano, S. 2010. Desenvolvimento local, responsabilidade sócio-ambiental e royalties: a Petrobrás em Macaé (RJ). *In*: Herculano S. (org.). **Oficina sobre Impactos ambientais, sociais e urbanos das atividades petrolíferas em Macaé (RJ). UFF-PPGSD e Lacta.** p. 46 Disponível em: http://www.uff.br/macaeimpecto/OFICINAMACAE/pdf/12_SeleneHerculano.pdf. Acesso em: 07/2013.
- Kohler, E. K. & Gill, M. S. 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.** v. 32, p. 1259–1269.
- Laquila, V. 2006. **Estrutura de comunidades de algas marinhas bentônicas no Canal de São Sebastião, SP e presença dos hidrocarbonetos de petróleo.** Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, SP.
- Levinton, J. S. 1995. Marine biology: function, biodiversity and ecology. Oxford University Press, New York.
- Lewis, J. R. 1964. The Ecology of Rocky Shore. English University Press, London.
- Machado, M.E.G., Nassar, G.A.C. & Széchy, M.T.M. 2010. Flora ecológica da região sublitorânea rasa de costões rochosos do Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo. **Acta Botanica Brasilica.** v. 25, p. 71-82.
- Macedo, M. I.; Masi, P. B. & Zalmon, R. I. 2006. Comparison of rocky intertidal community sampling methods at the Northern Coast of Rio de Janeiro State, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography.** v. 54, p. 147-154.
- Mackereth, J. F. H.; Heron, J. & Talling, J.F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. **Fresh water Biological Association.** v. p. 36-121.
- McCune, B. & Mefford, M J. 2011, PC-ORD – **Multivariate Analysis of Ecological Data.** Version 6. MjM software.
- Nascimento, F. E. & Torres, A. F. M. 2006. Macroinvertebrados associados a agregados de tubos de *Nicoleauspiana* Nogueira, 2003 (POLYCHAETA, TEREBELLIDAE) nos recifes da praia de Boa viagem, Recife-Pernambuco. **Boletim Técnico Científico CEPENE,** Tamandaré.
- Nunes, J.M.C. 2010. Taxonomia Morfológica: Metodologia de trabalho. *In*: Pedrini G.A., 2010 **Macroalgas uma introdução à taxonomia.** Rio de Janeiro: Ed. Technical Books.

- Nusch, E. A. & Palme, G. 1975. Biologischemethoden für die praxis der gewässeruntersuchung. Bestimmung des Chlorophyll a und phaeopigmentgehaltes in oberflächenwasser. **GWF Wasser/Abwasser**. v. 116. p. 562-565.
- Necchi, O. 1989. Rhodophyta de água doce do Estado de São de Paulo: levantamento taxonômico. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**. v. 11, p. 11-69.
- Pedrini, A.G. 2010. **Macroalgas uma introdução à taxonomia**. Rio de Janeiro: Ed. Technical Books.
- PMDM. Prefeitura Municipal de Macaé. 2012. **Anuário de Macaé**. Disponível em: http://www.macaerj.gov.br/midia/uploads/anuario/anuario_v1.pdf. Acesso em: 01/2014.
- PMRO. 2003. Comissão de Estudos Ambientais. **Estudos ambientais**. Rio das Ostras: Prefeitura Municipal de Rio das Ostras.
- Ter Braak C. J. F. 1994. **Canonical Community Ordination. Part I: basic theory and linear methods**. *Écoscience*.
- Reis, V. N. T. 2012. **Biodiversidade de macroalgas: uma ferramenta indicadora de tensores ambientais na região do Complexo Portuário de Suape, Pernambuco, Brasil. f. Departamento** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- SEMAP – R.O. Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca do Município de Rio das Ostras. 2004. **Plano de Manejo da ARIE de Itapebussus**. Disponível em: <http://www.riodasostras.rj.gov.br/leis-e-codigos.html> Acesso em: 12/2013.
- Santos, R.T. & Alves, A.M. Região costeira do Rio de Janeiro, no corredor da serra do mar. 2011. *In*: Valente, M. R.; Silva, C. M. J.; Straube, C. F.; Nascimento, X. L. J. (Orgs). **Conservação de Aves Migratórias Neárticas no Brasil Santos**. Belém: Conservação Internacional. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/avesmigratorias/avesmigratoriasnearticasnobrasil.pdf>. Acesso em: 09/2014.
- Silva, C. M. J.; Straube, C. F. & Nascimento, X. L. J. (Orgs). **Conservação de Aves Migratórias Neárticas no Brasil Santos**. Belém: Conservação Internacional. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/avesmigratorias/avesmigratoriasnearticasnobrasil.pdf>. Acesso em: 09/2014.

- Sousa, S. G. & Cocentino, M. L. A. 2004. Macroalgas como indicadoras da qualidade ambiental da praia de Piedade – PE. **Tropical Oceanography**. v. 32, p. 1-22.
- Scherner, F.; Horta, A. P.; Oliveira, C. E.; Simonassi, C. J.; Hall-Spencer, M. J.; Chow, F.; Nunes, C.M.J. & Pereira, S. M. B. 2013. Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**. v. 76, p. 106–115.
- Scherner, F. 2010. **Impacto da urbanização sobre a performance fotossintética de macroalgas marinhas**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Széchy, M. T. M. 1986. **Feofíceas do litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Vasconcelos, P. P. T. R. E. 2012. **Índice de Distúrbio Ambiental (IDA) Através das Macroalgas Marinhas Bentônicas dos Recifes Areníticos de Pernambuco**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- Yoneshigue-Valentin, Y.; Loivos, M. A.; Silva, C. C. R. & Fernandes, P. R. D. 2008. Contribuição ao conhecimento e preservação das algas multicelulares bentônicas do Costão dos Cavaleiros – Macaé, estado do Rio de Janeiro. **Iheringia, Série Botânica**. p. 63, v. 129-134.

ANEXOS



Catálogo das macroalgas marinhas bentônicas dos costões rochosos da Região Norte Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.



Catálogo da fauna bentônica dos costões rochosos da Região Norte Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.