



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Escola Politécnica & Escola de Química  
Programa de Engenharia Ambiental

**RAQUEL DE AZEREDO MUNIZ**

**USO DAS MACROALGAS COMO INDICADORES DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS. ESTUDO DE  
CASO: BANCOS DE *SARGASSUM VULGARE* (OCHROPHYTA) DA PRAINHA, ARRAIAL DO CABO,  
RJ.**

**Rio de Janeiro, RJ**

**2011**



UFRJ

**RAQUEL DE AZEREDO MUNIZ**

**USO DAS MACROALGAS COMO INDICADORES DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS. ESTUDO DE  
CASO: BANCOS DE *SARGASSUM VULGARE* (OCHROPHYTA) DA PRAINHA, ARRAIAL DO CABO,  
RJ.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental

Orientadora: Cristina Aparecida Gomes Nassar

Rio de Janeiro, RJ

2011



UFRJ

**BIOMONITORAMENTO DE DOIS BANCOS DE MACROALGAS NA PRAINHA, ARRAIAL DO CABO, RJ.**

Raquel de Azeredo Muniz

Orientadora: Cristina Aparecida Gomes Nassar

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada em 15/12/2011

---

D. Sc. Cristina Aparecida Gomes Nassar  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Biologia (Orientadora)

---

D. Sc. Sérgio Luiz da Costa Bonecker - Instituto de Biologia (Membro interno)

---

D. Sc. Yocie Yoneshigue Valentin - Instituto de Biologia (Membro externo)

---

D. Sc. Alexandre Gusmão Pedrini – UERJ (Membro externo)

Rio de Janeiro

2011

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu filho e marido queridos, por todo apoio em todos os momentos;

A minha orientadora: Cristina Aparecida de Gomes Nassar, pelo incentivo e paciência o tempo todo;

A Dra. Maria Teresa Menezes de Széchy pelo carinho e amizade e ao Dr. Joel de Paula, pela ajuda nos momentos precisos;

Aos amigos: José Eduardo de Arruda Gonçalves; Simone Santos; Gisa Eneida Marques Machado e Carlos Eduardo Ferreira Leite, Francisco Antonio, pela guarita, dicas, conversas e tudo mais;

Aos colegas das Faculdades Integradas Maria Thereza;

Aos alunos Fener Abdalla de Souza Abud e Bruno Carvalho, pela guarita e acompanhamento nos mergulhos em campo;

A Rafaela Farias da Resex de Arraial do Cabo

A todos os professores e funcionários do progame de engenharia ambiental pelos ensinamentos e paciência;

Ao mar

## RESUMO

Muniz, Raquel de Azeredo. Use of macroalgae as environmental change indicators: Study Case: *Sargassum vulgare* (Ochrophyta) beds at Prainha, Arraial do Cabo, RJ. Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Estudos sobre o monitoramento e avaliação da degradação de ecossistemas são recorrentes no ambiente terrestre. Entretanto, no ambiente marinho, tais estudos não são tão frequentes, principalmente no litoral brasileiro. Neste ambiente, as comunidades bentônicas oferecem importantes bens e serviços ambientais, sendo que na região sudeste do Brasil, estas são representadas pelo gênero *Sargassum*. Na Prainha, em Arraial do Cabo, um banco de algas dominado por *Sargassum vulgare* foi estudado entre 1999 e 2000. Todavia, este banco não tem apresentado seu ciclo normal de desenvolvimento. Sendo assim, o objetivo geral do presente estudo foi o de verificar se ainda existe a possibilidade de regeneração natural deste banco de *Sargassum*, na Prainha, em Arraial do Cabo. E como objetivos específicos: 1) Observar quais são os impactos mais importantes no local de estudo; 2) Fornecer subsídios para ações de recuperação e preservação desta área altamente ameaçada pelas atividades de turismo e pesca descontrolada. Para tal, dois bancos, na referida praia foram acompanhados trimestralmente, e os organismos foram quantificados utilizando-se quadrados de interseção (N=10), com trinta pontos marcados aleatoriamente, dispostos ao longo de um transecto de 30 m, numa profundidade média entre 3-4m. Uma listagem dos principais impactos ambientais da área também foi realizada. As diferenças nas abundâncias entre os bancos estudados e a amostragem do banco submerso atualmente e a 10 anos foi avaliada através do teste de Kruskal –Wallis. Os resultados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas quanto a sua dinâmica. Sendo que o principal impacto observado foi o soterramento, que provavelmente está relacionado ao processo de erosão costeira, ligado ao crescimento urbano desordenado da área. Todavia, esta hipótese deve ser melhor avaliada em estudos experimentais futuros.

Palavras-chave: *Sargassum vulgare*, Prainha, erosão costeira.

## ABSTRACT

Muniz, Raquel de Azeredo. **Biomonitoramento in two macroalgae beds at na Prainha, Arraial do Cabo**, RJ. Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Monitoring studies and evaluation of ecosystem degradation are recurrent in the terrestrial environment. However, the marine environment, such studies are not as frequent, especially on the Brazilian coast. In this environment, benthic communities offer important environmental resources and services, and in the southeast region of Brazil, these are represented by the genus *Sargassum*. In Prainha, Arraial do Cabo, the *Sargassum vulgare* was studied between 1999 and 2000. However, this bed has not presented this normal development cycle. Thus, the major aim of this study was to determine whether there is still the possibility of natural regeneration of *Sargassum* bed, Prainha, Arraial do Cabo. And the following objectives: 1) Observe what the impacts are most important in the study area, 2) Provide grants to actions for recovery and preservation of this area highly threatened by tourism activities and uncontrolled fishing. To this end, two banks, in that beach were monitored quarterly, and organisms were quantified using quadrats of intersection (n = 10), scored thirty points randomly arrayed along a transect of 30 m, an average depth between 3-4m. A listing of the main environmental impacts at the area was performed too. The differences in abundances among the banks surveyed and sampled the submerged bank today and 10 years was assessed using the Kruskal-Wallis test. The results not present significant differences in these dynamics. And the major impact observed was the soterramento, wich are probably related with coastal erosion process, linked to crescimento urbano desordenado da área. Todavia, esta hipótese deve ser melhor avaliada em estudos experimentais futuros. However, these factors should be better evaluated in future experimental studies.

Keywords: *Sargassum vulgare*, Prainha, coastal erosion.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Dados de balneabilidade das Praias da Arraial do Cabo (INEA, 2011).	31
Figura 2	Mapa da área de Arraial do Cabo, com estrela vermelha indicando a área de estudo, na enseada da Prainha (DHN, 1997).	32
Figura 3	Foto da área de estudo, retirada em 1999, por José Eduardo Arruda Gonçalves, mostrando o bando de algas atualmente degradado, envolvido por círculo vermelho; e o banco de algas protegido, assinalado pela seta laranja.	32
Figura 4	Foto da metodologia empregada no campo (Foto de Bruno Carvalho, 2010).	33
Figura 5	Aspecto geral de um indivíduo de <i>Sargassum vulgare</i> da Prainha. (Foto de José Eduardo Gonçalves, 2000).	37
Figura 6	Aspecto geral do banco submerso com algas foliáceas ( <i>Ulva</i> e <i>Padina</i> ). (Foto de Bruno Carvalho, 2010).	38
Figura 7	Aspecto geral do banco submerso com algas foliáceas ( <i>Ulva</i> e <i>Dictyota</i> ). (Foto de Bruno Carvalho, 2010).	38
Figura 8	Comparação da abundância relativa (porcentagem de cobertura) da comunidade bentônica submersa e do costão da Prainha, Arraial do Cabo representada pelos morfotipos de macroalgas, invertebrados e substrato arenoso.	42
Figura 9	Análise de grupamento das comunidades estudadas, entre épocas do ano, quanto à composição da comunidade.	43
Figura 10	MDS com as amostras de costão e submersas em função do fator localização da amostra (c – costão e s – banco submerso).	44
Figura 11	MDS com as amostras de costão e submersas em função do fator época do ano (p primavera; v - verão; i – inverno e o – outono).	44
Figura 12	A) Detalhe das construções irregulares no cordão arenoso da Prainha, na direção do costão rochoso estudado; B) Detalhe das construções na Prainha, lado oposto ao estudado (Fotos da autora, julho de 2011).	48

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Variação da percentagem de cobertura (média  $\pm$  erro-padrão) dos grupos morfo funcionais por coleta no costão do lado direito da Prainha, Arraial do Cabo. 40
- Tabela 2 Variação da percentagem de cobertura (média  $\pm$  erro-padrão) dos grupos morfo funcionais por coleta no banco submerso da Prainha, Arraial do Cabo 41
- Tabela 3 Lista de impactos ambientais registrados na Prainha, Arraial do Cabo, RJ. 45

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ACAS – Águas Centrais do Atlântico Sul

DHN – Diretoria de Hidrografia e navegação

CNA - Companhia Nacional de Alcalis

FAO – Food and agriculture organization

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA – Instituto estadual do Ambiente

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MS – Ministério da Saúde

MCT- Ministério de Ciência e Tecnologia

ZEE – Zona Econômica Exclusiva

## SUMÁRIO

1. Introdução	11
1.2 Objetivos	14
2. Revisão bibliográfica	15
2.1. Histórico populacional e econômico de Arraial do Cabo	15
2.2. Gestão dos recursos marinhos	19
2.3. As macroalgas como recursos econômicos	23
2.4. As macroalgas como organismos indicadores de impactos ambientais	27
3. Materiais e métodos	30
3.1. Área de Estudo	30
3.2. Metodologia	33
3.2.1. Análise da cobertura da comunidade de organismos bentônicos	33
3.2.2. Análises estatísticas	34
3.3.3. Avaliação dos impactos ambientais	35
4. Resultados	36
4.1. A comunidade bentônica	36
4.2. Impactos ambientais	45
5. Discussão	49
6. Conclusões	56
7. Referências	58

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre a ecologia e, portanto, sobre a avaliação da degradação de ecossistemas naturais são recorrentes no ambiente terrestre. Entretanto, no ambiente marinho, tais estudos não são tão freqüentes (MENGE et al. 2009), principalmente no litoral brasileiro. Dentre os ecossistemas marinhos do litoral brasileiro, os costões rochosos são os mais representativos, principalmente nas regiões sul sudeste (HORTA, 2000). Tais ecossistemas apresentam uma grande diversidade de espécies, e uma alta produtividade (MANN, 1973, LOURENÇO; MARQUES JÚNIOR, 2002).

A diversidade e produtividade estão ligadas em grande parte, a presença das macroalgas marinhas, que são organismos de suma importância para a manutenção destes ecossistemas, pois compõem a base da cadeia alimentar e, portanto, são utilizadas como fonte de alimento por outros organismos. Além disso, fornecem substrato, abrigo, refúgio e local de reprodução para várias espécies de animais e outras algas epífitas ou associadas (BRAWLEY, 1992, BROSNAN, 1992, SZÉCHY *et al.* 2001, GODOY; COUTINHO, 2002; TANAKA; LEITE, 2003; MUNIZ; GONÇALVES; SZÉCHY, 2003; MUNIZ, 2008, SZÉCHY; SÁ, 2008). Outros bens e serviços ambientais podem ser gerados pela presença de bancos de macroalgas, nas regiões costeiras, como: manutenção dos estoques pesqueiros, seqüestro de carbono (CARVALHO; HAYASHIZAKI; OGAWA, 2009) e proteção da costa contra a erosão marinha (AIROLDI; BALATA; BECK, 2008).

Dentre as macroalgas, o gênero *Sargassum* destaca-se em termos de abundância nos costões rochosos do litoral sudeste do Brasil (PAULA; ESTON, 1987, SZÉCHY; PAULA, 2000; AMADO FILHO *et al.*, 2003), podendo inclusive ser caracterizado como uma espécie engenheira, que por definição, são aquelas espécies cuja presença dominante regula os

recursos disponíveis no ecossistema e, conseqüentemente, altera as condições ambientais, facilitando, ou suprimindo o crescimento e sobrevivência de outras espécies (JONES; LAWTON; SHACHAK, 1994, 1997). Neste contexto, as espécie deste gênero se enquadram no conceito citado, pois, assim como outras algas formadoras de dossel, podem modificar o ambiente e, portanto, limitar ou facilitar a presença de outros organismos associados aos seus talos pelo: sombreamento (FIGUEIREDO; KAIN; CONNELL, 2003; TOOHEY et al., 2004), varredura dos organismos, exercida pela movimentação das suas frondes no substrato marinho (KENNELLY, 1989; KIIRIKKI, 1996; ECKMAN; DUGGINS; SIDDON 2003), ou pelo simples aumento da complexidade do habitat (BECK, 2000).

O gênero *Sargassum* apresenta como característica marcante, um ciclo de vida sazonal com fases distintas, a saber: assentamento, crescimento vegetativo, reprodução, senescência e regeneração (ANG JR., 1985; GILLESPIE; CRITCHLEY, 1999). Neste ciclo de vida sazonal, os ramos reprodutivos se tornam senescentes, disponibilizando o substrato e amenizando a intensa competição intra-específica de recrutas com adultos (KENDRICK, 1994a,b). A ausência da parte ereta dos talos de *Sargassum* também torna o substrato, assim como outros recursos, como luz, disponíveis para outras espécies de macroalgas, principalmente àquelas menos competitivas, e de crescimento rápido, frequentemente presentes em estádios intermediários se sucessão, neste tipo de ambiente (FONSECA, 1998).

Na fase de senescência a perda dos ramos pode ser total, como foi observado para diferentes populações deste gênero (GODOY; COUTINHO, 2002; MUNIZ; GONÇALVES; SZÉCHY, 2003), restando apenas os apressórios aderidos ao substrato para posterior regeneração. Contudo, existem populações de *Sargassum* onde os indivíduos não perdem a totalidade de seus talos ao longo de um ano, mantendo a constante produção de ramos vegetativos e férteis, sendo denominadas, portanto, como perenes ou hemifarenofíceas (DE WREEDE, 1976; SZÉCHY.; GALLIEZ; MARCONI, 2006, VELOSO; SZÉCHY, 2008).

Neste caso os indivíduos permanecem vivos por mais de um ano, mas perdem anualmente a parte ereta do talo, em porções variáveis.

No Estado do Rio de Janeiro, as populações de *Sargassum* podem apresentar estas duas características em relação ao seu ciclo de vida (sazonal ou perene), dependendo do local de ocorrência. Na região de Arraial do Cabo, onde o fenômeno da ressurgência é marcante, os bancos de *Sargassum* geralmente apresentam seus talos eretos na época de verão até início do outono, quando as águas não só são mais frias e mais ricas em nutrientes. Com o decorrer do outono e inverno, estas algas entram no período de senescência, apresentando seus apressórios soterrados, devido ao constante revolvimento de sedimentos, relacionado às freqüentes entradas de frentes frias e tempestades, comumente observadas nesta época do ano. Sendo assim, estes talos só irão se regenerar novamente no final da primavera (GUIMARAENS; COUTINHO, 1996, FERREIRA *et al.*, 1998, GODOY; COUTINHO 2002; MUNIZ, 2000; MUNIZ, GONÇALVES; SZÉCHY, 2003; ALMADA; YONESHIGUE-VALENTIN; NASSAR, 2008).

A Prainha, localizada nesta região, apresenta um banco sazonal de *Sargassum vulgare* na zona infralitoral, o qual foi estudado entre os anos de 1999 e 2000 (MUNIZ; GONÇALVES; SZÉCHY, 2003), em relação à assembléia de algas epífitas. Todavia, em 2009 foi observado que esta população de *S. vulgare* não estava regenerando seus talos, desde 2006 (José Arruda Gonçalves, comunicação pessoal).

Sendo assim, foram geradas as seguintes perguntas:

- A população de *S. vulgare*, no banco submerso continua a não se regenerar efetivamente?

- Existe a possibilidade de que outra população de *S. vulgare*, localizada na mesma praia, porém, no costão rochoso adjacente, também não estar se regenerando de acordo com o padrão esperado?
- Qual a dinâmica destas comunidades biológicas, em ambos os pontos, ao longo de um ano de estudo?
- Existe impacto ambiental na região costeira que possam estar influenciando a dinâmica destas comunidades?

## 1.2- OBJETIVOS

### Objetivo geral

Em função das questões formuladas no decorrer deste estudo, foram gerado como objetivo avaliar a utilização de bancos de *Sargassum* como indicadores da qualidade ambiental.

### Objetivos específicos

- Comparar dois bancos submersos na Prainha, Arraial do Cabo;
- Indicar qual dos bancos estudados melhor pode ser utilizado em um monitoramento da comunidade bentônica da região;
- Relacionar os principais impactos ambientais presentes na Prainha e seus potenciais efeitos e magnitude sob a biota marinha.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Histórico populacional e econômico de Arraial do Cabo

Localizada na região norte do Estado do Rio de Janeiro, e com uma população atual de aproximadamente: 27.715 habitantes, e uma densidade demográfica de 172,91(hab/km<sup>2</sup>), a cidade de Arraial do Cabo encontra-se vinculada histórica e economicamente à cidade de Cabo Frio, do qual era sede distrital até muito recentemente (IBGE, 2011).

A formação da região de Arraial do Cabo começou, quando, pela ação dos ventos e de correntes marítimas, foram incorporadas ao continente três antigas ilhas, que hoje são conhecidas como: Morros do Mirante, do Forno e Pontal do Atalaia (IBGE, 2011). Geologicamente, a cidade de Arraial do Cabo faz parte do Complexo Cabo Frio, de idade Arqueozóica, que se estende de Búzios até pouco além da localidade de São Pedro da Aldeia. Ainda em termos geológicos, a região é considerada como uma área de planícies fluvio-marinhas, ou seja, resultante da acumulação de sedimentos arenosos da Era Quaternária (ESPÍNDOLA, 2005).

Seus primeiros habitantes humanos chegaram há cerca de cinco mil anos, composta povos nômades, que viviam em grupos no alto dos morros e desciam apenas para buscar alimentos, basicamente peixes e moluscos. Mais tarde, esta região foi ocupada por indígenas dos ramos dos Tamoios e Goitacazes, sendo ambas tribos hostis aos conquistadores (BERANGER, 1993). Estes eram considerados mais avançados, pois, viviam em aldeias, caçavam, plantavam (principalmente a mandioca) e confeccionavam peças de cerâmica. Destaca-se, ainda a cultura tupinambá, também com o manuseio da cerâmica. Segundo estudos arqueológicos, haviam cerca de 50 aldeias Tupinambás na região, estimando-se uma população que poderia variar de 25 a 75 mil habitantes antes da conquista européia (IBGE, 2011).

Sendo assim, os municípios de Cabo Frio e Arraial do Cabo apresentam notável importância histórica por abrigar muitos sítios pré-históricos, e terem feito parte de uma das primeiras capitâneas, a de São Tomé. Em 1503 aí aportaram naus, enviadas pela coroa portuguesa, na Praia da Rama, atual Praia dos Anjos, dando início à cidade de Arraial do Cabo. Toda esta região passou por períodos de muitas lutas entre portugueses, que a defendiam, e os navegadores de outras nações que pretendiam abastecer seus navios ou fazer contrabando, principalmente do pau-brasil (FONSECA-KRUEL et al., 2006).

Os colonizadores desta região tiveram que se adaptar as realidades desta nova terra e, portanto, aprenderam a viver, adaptando e misturando seus conhecimentos àqueles adquiridos com os índios. Aprenderam novas técnicas e ao mesmo tempo introduziram instrumentos e materiais à cultura local. Com o passar dos anos a população, descendente principalmente de portugueses, devido ao isolamento geográfico e econômico, foi obrigada a produzir seus objetos de uso doméstico, exercendo assim atividade profissional como artesãos (PRADO, 2002).

Em 1615, foi fundada a cidade de Santa Helena, que a partir de 1616 passou a ser conhecida como Nossa Senhora da Assunção de Cabo Frio, tendo sido ponto importante para o desenvolvimento e conquista do território fluminense. Embora a colonização e o desenvolvimento da região tenham tomado velocidade com a fundação da cidade de Cabo Frio, Arraial do Cabo viveu durante muito tempo esquecido e isolado. Não havia acesso a outros povoados, a não ser pela praia, por onde os moradores transitavam, a pé ou a cavalo, para trocar, vender e comprar mercadorias, principalmente o pescado. Pois, a pesca sempre foi uma atividade econômica de grande importância para a economia local (PRADO, 2002; IBGE, 2011).

O núcleo urbano de Cabo Frio sempre foi formado por poucas famílias de pescadores, até ser fortemente impulsionado, a partir a implantação da Companhia Nacional de Alcalis (CNA), a maior produtora de sal (cloreto de sódio) do Brasil e a única produtora de barrilha (carbonato de sódio) da América do Sul, instalada na restinga de Massambaba. A instalação se deu durante o período da Segunda Guerra Mundial, devido ao colapso do fornecimento de álcalis sódico no mercado, fato que gerou uma grande ameaça ao funcionamento de diversos setores industriais, empenhados em substituir as matérias importadas. A chegada desta indústria à região gerou uma modificação social e econômica marcante, causando também os primeiros impactos, diretos e indiretos, decorrentes desta atividade, como o crescimento da especulação imobiliária e o turismo sem controle. (BRITTO, 1999; ESPÍNDOLA, 2005)

A partir deste momento, as atividades turísticas e de veraneio começaram a ser mais exploradas, sendo considerado um dos melhores do Estado do Rio de Janeiro. O Distrito criado com denominação de Arraial do Cabo, pela lei estadual nº 1816, de 28-01-1924, subordinado ao município de Cabo Frio, sendo elevado a categoria de município, independente de Cabo Frio, a partir da lei estadual nº 839, de 13 de maio de 1985 (IBGE, 2011).

Com o crescimento da região e, portanto, com o aumento da utilização dos recursos naturais, se deram as primeiras discussões sobre a criação da Reserva Extrativista de Marinha de Arraial do Cabo, que tiveram início em 1993, a partir do contato da Prefeitura Municipal com o IBAMA/CNPT. Nos anos entre 1994 e 1995, os conceitos e idéias foram amadurecendo e, em janeiro de 1996, o IBAMA/CNPT reuniu-se com os pescadores de várias localidades do Arraial, para efetivarem e definirem as etapas a serem cumpridas para o fechamento da proposta de criação desta Unidade de Conservação. Organizados formalmente, primeiro em colônia, depois em Associação, os pescadores locais também apresentavam uma

complexa organização informal, que lhes permite a repartição do uso do espaço onde desenvolvem suas atividades de pesca. Assim, foi criada a Reserva por meio do Decreto S/Nº de 3 de Janeiro de 1997, beneficiando aproximadamente 300 famílias de pescadores.

A atividade pesqueira no Município de Arraial do Cabo é muito antiga e culturalmente arraigada. Neste contexto, o objetivo da criação da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo, foi a de conciliar o gerenciamento e o controle da exploração sustentável dos recursos naturais renováveis, neste caso, os recursos pesqueiros, com a cultura e identidade da população *cabista*, formada em na sua base por pescadores artesanais (IBAMA, 2011).

Esta unidade de conservação de uso sustentável localiza-se a cerca de 180 km do município do Rio de Janeiro e 14 km de Cabo Frio. Compreende um cinturão pesqueiro que se estende de leste para oeste desde as proximidades da Lagoa Pernambuco, na divisa com o município de Araruama, e contornando a Ilha de Cabo Frio, até a Praia do Pontal ainda no município de Arraial do Cabo. Todo esse limite inclui uma faixa marinha de três milhas da costa em direção ao mar, entre as coordenadas 22°56'57"S e 42°04'19"W (Fonseca-Kruel, et al., 2006).

Esta população local de pescadores apresenta diversas modalidades de pesca, como: as "campanhas" de cerco de praia, com sua canoas seculares; as canoas pequenas e sua redinhas; a pesca de linha, praticada tanto na pedra como em pequenas embarcações, os "*caícos*", a pesca da lula com atração luminosa e ainda formas mais modernas, como: as pequenas traineiras de cerco e a caça submarina do polvo (IBAMA, 2011). Entretanto, este esperado uso sustentável dos recursos pesqueiros não é tão eficiente, pela não eficiência do poder público, na gestão desta unidade de conservação (SILVA, 2004), e pela ineficiência do poder de polícia exercido pelo IBAMA, frente aos pescadores externos, que apresentam técnicas e equipamentos de pesca agressivos ao meio ambiente, como o arrasto (José Arruda Gonçalves,

comunicação pessoal). Atualmente, a região de Arraial do Cabo como um todo, tem passado por um processo de urbanização desordenado, com o crescimento de áreas de favelas, com ocupação de áreas de proteção.

## **2.2. Gestão dos recursos marinhos**

A população mundial cresceu em aproximadamente 3,7 bilhões de habitantes, entre 1950 e 2002 (U.S. Census Bureau, 2004) e, atualmente, a taxa de crescimento se aproxima de 1,13% ao ano, o que significa que a cada ano, o planeta comporta mais 74 milhões de pessoas. Neste contexto, o Brasil se enquadra na quinta posição no ranking mundial, com 2,9% da população mundial, totalizando cerca de 180 milhões de habitantes, com uma densidade demográfica de 21 hab/km<sup>2</sup>, e uma taxa de crescimento declinante de 1,2 ao ano. Sendo assim, nosso país tende a uma menor complexidade em termos populacionais, em relação ao que era previsto na década de 80 (BRAGA et al., 2005). Todavia, ações governamentais deverão ser mais efetivas quanto ao crescimento populacional muito em breve, principalmente em relação ao uso dos recursos naturais.

No que toca os recursos marinhos, a zona costeira brasileira compreende uma faixa aproximada de 8.698km de extensão, com largura variável. Ao longo desta, ocorrem um conjunto de ecossistemas contíguos em uma área de aproximadamente 324.000 km<sup>2</sup>. Inclui 17 Estados da Federação, e cerca de 400 municípios, onde vivem cerca de 25% da população brasileira (em torno de 36,5 milhões de pessoas), com uma densidade média de 121 hab./km<sup>2</sup>, seis vezes superior à média nacional (20 hab./km<sup>2</sup>) (MMA, 2011).

Treze capitais desses Estados situam-se à beira-mar, e doze regiões metropolitanas que, no período de 1996 a 2000, apresentaram elevadas taxas de crescimento populacional variando entre 1,68% ao ano no Rio de Janeiro (RJ), até 4,85% ao ano em Belém (PA). A

costa brasileira também apresenta grande relevância econômica, pois nesta região, ocorrem atividades responsáveis por cerca de 70% do PIB nacional, sendo as mais importantes associadas aos setores portuário, turístico e petroquímico (SOUZA, 2009).

Ainda em relação aos recursos marinhos, estes têm despertado especial interesse de diversos cientistas, a respeito de seus diversos potenciais biotecnológicos, desde o término da 2ª Guerra Mundial. Todavia, as dificuldades de coleta neste ambiente, retardaram o início da exploração destes recursos, que só foram realmente alavancados a partir da década de 70, com o desenvolvimento de novas tecnologias de equipamentos para a coleta, de análise e cultivo, dentre outras (MS, MCT, 2010).

Com o crescimento da população humana crescem também suas atividades, o consumo de recursos e conseqüentemente os impactos ambientais, que devem ser detectados e entendidos, no que diz respeito à influência destes nos ecossistemas naturais. Neste contexto, todos os problemas gerados pelo crescimento em progressão geométrica da população humana, como já previstos por Malthus, em 1798, podem ser mitigados pelo desenvolvimento tecnológico, pelo menos até certo ponto (ROBBINGS, HINTZ; MOORE, 2010). No ambiente marinho, os impactos diretos e indiretos derivados do crescimento populacional humano têm sido inúmeros. Podemos citar neste contexto, a exploração de recursos alimentares, que estão ocasionando a sobre-pesca, e conseqüentemente, a diminuição crítica dos estoques pesqueiros em muitas regiões do mundo.

Quanto à pesca, cabe citar que inicialmente se tratava de uma atividade artesanal e, portanto, em pequena escala, sendo alavancada a partir da Revolução Industrial, com o rápido desenvolvimento das tecnologias de pesca. Numa atitude “embrionária” em relação ao gerenciamento destes recursos, os países europeus foram os primeiros a iniciarem seus estudos, sobre os estoques pesqueiros, no final do séc. XIX, principalmente em relação às populações de bacalhau, arenque e linguado, amplamente consumidos nestes países. Esta

atitude se tornou efetivamente relevante para tais países, pois já na última década deste século os recursos pesqueiros no Mar do Norte já haviam declinado em cerca de 30% (CASTELLO, 2007).

No período entre 1945-95 as capturas mundiais marinhas aumentaram quase quatro vezes, de menos de 20 para mais de 80 milhões de toneladas. Neste período, as tecnologias voltadas para a pesca e navegação avançaram de forma a permitir que áreas consideradas “virgens” pudessem ser exploradas, e que outros países pudessem fazer frente a esta disputa, principalmente os menos desenvolvidos. Sendo assim, em 1982, as Nações Unidas firmaram, na sua Convenção sobre as Leis do Mar, a Zona Econômica Exclusiva (ZEE). Mediante esse instrumento jurídico, os Estados costeiros são donos e gestores dos recursos existentes nos fundos marinhos e a coluna de água compreendidos entre a costa até 200 m de profundidade (CASTELLO, 2007).

Entretanto, mesmo com estas medidas, atualmente a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (2005) registrou que, cerca de 25% dos recursos pesqueiros mundiais estão sobre-explorados ou em depleção. No Brasil, a realidade sobre o gerenciamento dos recursos pesqueiros ainda é mais agravante, pois existem poucos dados disponíveis, e os modelos utilizados em países temperados não podem ser adequadamente aplicados a nossa realidade (CASTELLO, 2008).

Tendo em vista esta situação atual, muitas áreas marinhas são utilizadas para a aqüicultura de diversos organismos utilizados na alimentação, como: macroalgas, moluscos e crustáceos. Entretanto, a aqüicultura também pode gerar diversos impactos, tais como: modificação do habitat, e conseqüente alteração da comunidade marinha local, aumento da eutrofização da água, proliferação de espécies oportunistas indesejadas e até maior vulnerabilidade a invasão por espécies exóticas (SILVA; SOUZA, 2004). Algumas alternativas para mitigar os impactos decorrentes desta atividade vêm sendo desenvolvidas,

como o cultivo consorciado de espécies. Como exemplo, pode-se citar o cultivo consorciado entre o camarão da espécie *Litopenaeus vannamei*, e a espécie de macroalga *Ulva fasciata*. Segundo Ramos e colaboradores (2008) a macroalga promoveu a retirada de sólidos suspensos e de nutrientes dissolvidos na água, provenientes do cultivo do camarão, aumentando a qualidade desta, em tanques experimentais.

Além da busca cada vez maior por alimento, o crescimento populacional humano exige também uma maior demanda de energia. Apesar do ambiente marinho nos proporcionar diferentes formas de utilização de energia considerada ‘limpa’, como por exemplo energia térmica e mecânica, através da movimentação de ondas e correntes, como têm sido explorado por alguns países como a França e Havai (HARARI; CAMARGO; ALMEIDA, 2009), a extração de combustíveis fósseis em mar profundo têm gerado uma verdadeira “corrida” mundial, na qual o Brasil lidera, em termos de desenvolvimento tecnológico.

Tendo em vista que a produção de petróleo em regiões marinhas no Brasil é uma atividade que tem se desenvolvido com muita intensidade, e na última década chegou as regiões mais profundas dos oceanos, onde atingiu a denominada região do Pré-Sal. Portanto, esta realidade atual gera também uma série de desafios importantes no desenvolvimento conjunto entre novas tecnologias para a exploração e produção de petróleo, como o conhecimento científico sobre estas zonas marinhas, e a formação e capacitação de recursos humanos qualificados nas ciências do mar (REZENDE, 2011).

### 2.3. As macroalgas como recursos econômicos.

As macroalgas marinhas são um recurso importante da zona costeira a ser conservado. Podem ser utilizadas diretamente na alimentação, como ocorre em inúmeros países, principalmente os asiáticos, na forma de sopas, saladas ou acompanhando arroz e peixe cru. Como exemplo, podemos citar a espécie *Laminaria japônica* Areshoug, conhecida vulgarmente como *kombu*; a *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar ou *wakame*; *Himanthalia elongata* (Linnaeus) S. F. Gray, conhecida como “espaguete do mar”; e no Chile e na Nova Zelândia, algas do gênero *Durvillea* são tradicionalmente consumidas. Diversas espécies de algas pardas são utilizadas como condimentos em muitos pratos, como: biscoitos, molhos, mostardas, pães, bebidas, temperos, chocolates, etc) (DE REVIERS, 2006). Ou também pode ocorrer o uso indireto das algas, relacionado à extração de ficocolóides, ou seja, galactanos sulfatados encontrados associados à parede celular duas Divisões de algas (Rhodophyta e Ochrophyta), que são amplamente utilizadas por diferentes segmentos industriais (PINTO, 2011).

Nas algas vermelhas (Rhodophyta), os ficocolóides presentes são: carragenanas (extraídas preferencialmente dos gêneros *Chondrus* Stackhouse, *Eucheuma* J. Agardh; *Kappaphycus* Doty ou *Mastocarpus* Kützing), e os agares (extraídos dos gêneros: *Ahnfeltia* Fries, *Gelidium* J.V. Lamouroux, *Gelidiella* Feldmann & G. Hamel, *Gracilaria* Greville e *Pterocladella* B. Santelices & Hommersand. As carragenanas são amplamente utilizadas na indústria de alimentos como espessantes ou geleificantes, podendo ser utilizadas em sobremesas lácteas (pois apresenta elevado poder geleificante quando misturado com leite) e carnes. São também utilizadas em cosméticos e dentifrícios (DE REVIERS, 2006; PEDRINI, 2010).

Os agares, apesar de não geleificarem no leite, também são amplamente utilizados para a fabricação de doces e glacês. Estas substâncias formam géis muito resistentes e termorreversíveis, e por isso, também são muito utilizados em laboratórios, na eletroforese, cromatografia e como meio de cultura na microbiologia. Na indústria farmacêutica, os agares são utilizados como: laxante, emulsificante, espessante e agente de dispersão de comprimidos (DE REVIERS, 2006; LEE, 2008; PEDRINI, 2010).

As macroalgas pardas (Ochrophyta), da Classe Phaeophyceae também apresentam ficocolóides, os alginatos, que se encontram entre as paredes das células destes organismos, e são utilizados como suporte em diversas atividades ligadas à biotecnologia. Este ficocolóide pode ser empregado em diversas indústrias com muitas finalidades, pode-se citar, dentre outras, a utilização desta substância na indústria alimentar (na produção de sorvetes, molhos e maioneses), na indústria têxtil (na fabricação de impermeabilizantes de tecidos e couros) e na indústria de tintas e vernizes, como aditivos (DE REVIERS, 2006; PEDRINI, 2010).

Ecologicamente, tais substâncias oferecem uma série de vantagens adaptativas ao meio em que estas algas estão fixas, garantindo a sua sobrevivência nestes, como:

- Maleabilidade do talo, o que permite a sobrevivência destes organismos, em locais com grande embate de ondas;
- Tolerância a períodos de dessecação, já que os ficocolóides são substâncias de natureza hidrofílica, e, portanto, são essenciais àquelas algas que ocupam locais sujeitos a influência das marés;
- Diminuição da incrustação por organismos epibiontes, pois o talo se apresenta mais escorregadio e, portanto, mais difícil de ser colonizado por outros organismos.

Entretanto, os ficocolóides tornam as algas mais sujeitas à ação dos herbívoros. Esta desvantagem pode ser compensada pela produção de metabólitos secundários, com o objetivo de inibir a ação dos herbívoros. Estes metabólitos secundários são substâncias, de natureza química diversa, e podem apresentar grande valor farmacológico, a ser explorado por diversos grupos de algas (SMIT, 2004). Muitas apresentam ação antiviral (BARBOSA et al. 2004; PEREIRA et al., 2004; ABRANTES, et al., 2011), e antitumoral como a espécie *Sargassum stenophyllum* (DIAS, et al., 2005).

Outros tipos de relevantes de aproveitamentos econômicos relacionados às macroalgas podem ser aqui mencionados, como por exemplo, a utilização de determinadas espécies na agricultura, como insumo agrícola, ou ainda na alimentação de animais de interesse econômico, principalmente as aves, cuja alimentação é baseada principalmente no milho e na soja, alimentos pobres em minerais, o que faz necessário a complementação destes elementos em sua dieta (MUNIZ, et al., 2007).

Como por exemplo, pode-se citar a espécie *Lithothamnium calcareum*, Neste caso, as algas calcárias, denominadas vulgarmente como rodolitos são preferencialmente exploradas, para a sua utilização na ração animal. Estas algas pertencem à Divisão Rhodophyta, Família Coralinaceae, e são importantes fontes de cálcio e magnésio. Estas substâncias estão presentes associadas às paredes celulares, conferindo algumas vantagens adaptativas a estas algas, como: o melhor aproveitamento da fotossíntese (seqüestro de carbono), e inibição da herbivoria.

Estas algas calcárias também foram utilizadas, no passado, para a construção civil, pois formavam a argamassa das casas, quando misturadas à gordura de baleia, e atualmente podem ser exploradas para cirurgias ósseas, tratamento de água, na indústria de cosméticos, na agricultura e como complemento alimentar (DIAS, 2000).

Sendo assim, apesar de tais vantagens, a utilização de macroalgas apresenta uma vulnerabilidade no que toca a exploração predatória dos bancos naturais, sem se levar em consideração a sua capacidade de regeneração, ou seja, sem um plano de manejo previamente elaborado, tornando a aquicultura destes organismos uma prática cada vez mais necessária, em função do aumento progressivo da demanda de ficocolóides pelo mercado. Entretanto, a prática de cultivo comercial de macroalgas no Brasil vem se desenvolvendo lentamente (ACCIOLY, 2005).

O cultivo de algas no mundo é uma prática antiga, como exemplo, podemos citar o cultivo artesanal de *Porphyra*, conhecida na culinária japonesa como “*nori*” iniciada na baía de Tóquio, aproximadamente em 1700 (LEE, 2008). Entretanto, o cultivo em grande escala para fins comerciais só veio a ser implementada a partir da década de 60, com o desenvolvimento de uma nova tecnologia, alavancada pela descoberta da biologia reprodutiva e, portanto, o domínio do conhecimento de todo o ciclo reprodutivo desta alga, pela cientista inglesa Kethleen Drew Baker, no ano de 1949 (LU; YARISH, 2011).

No Brasil, a prática mais comum de exploração de espécies de macroalgas para fins comerciais, é a coleta de algas vermelhas, diretamente nos bancos naturais, principalmente àquelas dos gêneros *Gracilaria* (C. Agardh) e *Hypnea* (J.V.Lamouroux), na costa nordestina (PEREIRA et al., 2007). Estas algas vêm sendo intensamente exploradas e exportadas para a extração do ficocolóide carragenana. Apenas uma pequena parcela da produção permanece no Brasil, para o processamento e produção de agar-agar, processo realizado por três indústrias brasileiras processadoras de algas (OLIVEIRA et al., 2002). Uma espécie de alga exótica, a *Kappaphycus alvarezii*, no litoral sudeste, também é cultivada, não chegando a suprir o mercado interno (MARINHO-SORIANO, et al., 2002; GHILARDI et al., 2008).

#### 2.4. As macroalgas como organismos indicadores de impactos ambientais

A avaliação da “saúde ambiental” necessita de um critério cientificamente reconhecido. Como exemplo clássico, cabe citar aqui os métodos empregados em toxicologia, pois o biomonitoramento tem suas raízes na química ambiental. Todavia, além dos métodos tradicionais, ligados à análise química, também devem ser empregados métodos alternativos para a avaliação da qualidade ambiental, como no caso biomonitoramento através do uso de biosensores ou biomarcadores no campo, o que torna este monitoramento prático e menos caro, o que já têm sido muito empregado em diversos estudos (BORJA; MUXICA; FRANCO, 2003, BATES, et al. 2007; DONNELLY et al., 2007, FLATEN et al., 2007, BREMNER, 2008, BARRET; BUXTON; EDGAR, 2009, CHEUNG et al., 2009).

Os programas de biomonitoramento são empregados atualmente por órgãos governamentais e instituições de pesquisa, em diversas regiões do mundo, (NORRIS, 1995, ROBERTS; JOHNSTON; POORE, 2008). Tais programas podem fornecer informações sobre regiões que necessitam de maior fiscalização (ou proteção), e avaliar o quanto instrumentos de conservação (*e.g.*, leis, programas de recuperação ambiental) estão produzindo resultados positivos.

Segundo Van Der Oost e colaboradores (2003), cinco métodos de monitoramento devem ser empregados para a avaliação o risco do distúrbio específico, relacionado ao risco de contaminantes aos organismos, e qualidade ambiental. São estes: O **monitoramento químico** (relacionado à mensuração dos contaminantes mais bem conhecidos); o da **bioacumulação** (avalia o grau de exposição, medindo os níveis de contaminantes nos organismos ou determinando a dose crítica no local de interesse); o **monitoramento de efeito biológico** – (avalia o grau de exposição através do efeito, determinando as primeiras alterações adversas, sendo estas parcial ou totalmente reversíveis (biomarcadores)); **monitoramento da saúde** – (avalia o efeito da exposição ao contaminante, através do exame da ocorrência de doenças

irreversíveis ou danos no tecido dos organismos); **monitoramento dos ecossistemas** – avalia a integridade de um ecossistema através de um inventário de composição, densidade e diversidade das espécies, entre outros.

Quando organismos vivos são usados no monitoramento ambiental para avaliar mudanças no meio ambiente ou na qualidade da água o monitoramento é chamado de monitoramento biológico ou biomonitoramento. Segundo Figueira (2006), para que um biomonitoramento seja bem sucedido é importante a boa escolha do biomonitor, para que este atenda algumas características importantes, dentre elas:

- apresentar distribuição generalizada na área de estudo;
- identificação taxonômica fácil;
- que tenha sua fisiologia, ecologia e morfologia suficientemente estudada.

Como abordado por Schmitt e Osenberg (1996), a escolha de um organismo ‘biomonitor’, no campo, se deve simplesmente a observação de quanto mais rápido e facilmente ele sobrevive, ou não, às condições adversas. Sendo assim, as macroalgas podem ser utilizadas no biomonitoramento ambiental com eficiência. Segundo Díez e colaboradores (1999), por serem organismos bentônicos sésseis, as macroalgas sofrem diretamente a influência das modificações do meio externo o que as faz excelentes sensores biológicos das condições ambientais e das tendências evolutivas de seus ecossistemas.

Impactos ou distúrbios ambientais são a primeira causa para a criação de espaço livre para a re-colonização, e início de um processo de sucessão secundária (HUTCHINSON; WILLIAMS, 2003). Segundo a teoria do distúrbio intermediário, distúrbios de média intensidade e frequência são considerados positivos por levar ao aumento da diversidade local, todavia, distúrbios de alta intensidade e frequência levam a perda da diversidade. Se muito frequentes, tais distúrbios impedem o aumento deste parâmetro, em função de sempre

levar uma comunidade biológica aos seus estádios sucessionais iniciais, impedindo o desenvolvimento do processo de sucessão ecológica (CREED, 2006).

Neste contexto, pode-se observar que a simplificação de ecossistemas bentônicos devido aos distúrbios provenientes da eutrofização das águas, proveniente do despejo de esgoto é um processo global. Em função disto, atualmente existem muitas iniciativas voltadas para o monitoramento dos ecossistemas marinhos, assim como o mapeamento das áreas em função da intensidade de poluição, fundamentados em índices baseados no tipo de comunidade bentônica local, como já vem sendo aplicado no litoral Europeu (BORJA; MUXICA; FRANCO, 2003).

Em comunidades impactadas, geralmente ocorre uma diminuição da diversidade local, e proliferação de algas verdes (Chlorophyta) e de algas simples, formadoras de tapete (AIROLDI; BALATA; BECK, 2008), e extinção local de outras espécies, principalmente de algas pardas (Ochromytha). Na Austrália, Adams e colaboradores (2008) verificaram que o desaparecimento da alga parda *Hormosira banksii* (Turner) estava ligada a intoxicação crônica por amônia, presente no efluente sanitário, que interferia principalmente no recrutamento desta alga.

No Brasil, muitos estudos relacionados à utilização da riqueza e composição das assembléias de algas, de acordo com os grupos morfo-funcionais (STENECK; DETHIER, 1994), como indicadores biológicos têm sido aplicados, com o intuito de verificar possíveis distúrbios nos ecossistemas (TEIXEIRA, et al, 1987, TAOUIL; YONESHIGUE-VALETIN, 2002; FIGUEIREDO; TÂMEGA, 2007, FAVERI, et al., 2010).

Assim como estudos, nos quais foram utilizadas macroalgas, principalmente dos gêneros *Padina* e *Ulva* como bioindicadores através da bioacumulação de metais pesados em seus tecidos (VASCONCELOS; LEAL 2001, NASSAR et al. 2002, VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004, NASSAR; YOCIE YONESHIGUE-VALENTIN; 2006; SÁ, 2011).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

Arraial do Cabo se caracteriza por apresentar uma precipitação média anual de 823 mm, e temperatura média de 23°C, sendo o calor distribuído o ano todo. A umidade relativa do ar é de 83%. Predominam nesta região, durante praticamente todo o ano ventos no quadrante N, com percentuais de frequência superiores a 58%, e velocidades pouco variáveis entre 4 e 6 m/s, com ênfase especial para aqueles de NE, caracterizando o microclima local como uma variação do Clima Semi-Árido Quente (BSh) (ARAUJO, 2000).

O clima da região é único para o litoral sudeste brasileiro, com pluviosidade reduzida em relação às regiões contíguas. Esta individualização climática deve-se à própria situação de cabo (projeção de planície mar adentro), ao afastamento da Serra do Mar da linha da costa, à presença de uma grande lagoa (Araruama) e ainda à brusca mudança da direção da linha da costa e a presença de águas frias devido ao fenômeno da ressurgência (ARAUJO, 2000).

O fenômeno da ressurgência é associado na região, ao regime de ventos e batimetria, e se apresenta com mais intensidade de influência entre os meses de outubro e abril, quando a temperatura média da água é de 18° C, podendo alcançar 13° C. A salinidade varia entre 35 e 36 (VALENTIN, 1984).

Este fenômeno é de suma importância para a riqueza marinha na região, pois além de fornecer um aporte de nutrientes, também propicia a criação de diferentes ambientes em relação à temperatura da água, propiciando condições ideais para o crescimento de espécies de algas adaptadas a águas frias, àquelas que são adaptadas à águas quentes (consideradas estenotérmicas, por sobreviverem somente numa faixa restrita de tolerância) e àquelas que conseguem tolerar uma grande variação de temperatura (denominadas euritérmicas, por sobreviverem em uma ampla faixa de temperatura), ocupando uma área de transição (ecótono) termal (YONESHIGUE, 1985; GUIMARAENS; COUTINHO, 1996).

Segundo a avaliação realizada pelo Instituto Estadual do Ambiente – INEA, sobre a balneabilidade das praias do Estado do Rio de Janeiro, a Prainha se apresentou recomendada para o banho, em todos os meses do ano, entre 2010 e 2011, com exceção do mês de junho de 2010 (Figura 1). Esta avaliação é baseada em índices microbiológicos, em conformidade com os critérios determinados pelo Padrão de Balneabilidade do Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama (Resolução nº 274/2000) (INEA, 2011).

Nesta região, o local escolhido para o presente estudo foram dois bancos de *Sargassum vulgare* presentes na enseada da Prainha (22° 57,5` S e 42° 02` W), (Fig. 2). O primeiro banco é permanentemente submerso, e estas algas, assim como os outros organismos bentônicos são fixados aos matacões de pedra e ossos de baleia, presentes sobre o substrato arenoso, em uma profundidade aproximadamente de 4 metros. O segundo banco localiza-se sobre o costão rochoso, e matacões de pedra dispostos ao longo deste (Fig. 3).

Histórico dos Boletins Semanais de Praias - Região dos Lagos/SUPLAJ - 2010

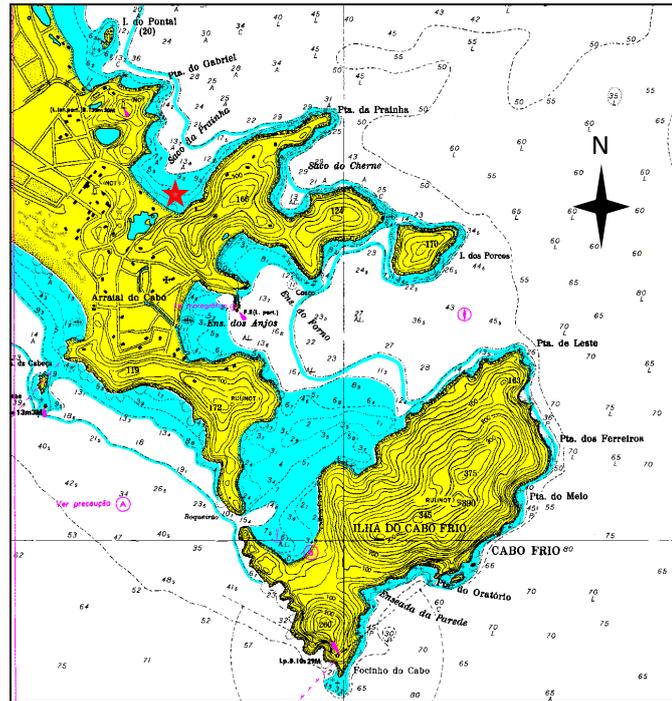
MUNICÍPIOS	PRAIAS MONITORADAS	jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10
		13	3	3	14	5	19	16	14	11	22	20	24
ARRAIAL DO CABO	Monte Alto	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Pontal	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Praia Grande	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Anjos	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Prainha	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Histórico dos Boletins Semanais de Praias - Arraial do Cabo - 2011

PRAIAS MONITORADAS	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11	jun/11	jul/11	ago/11	set/11	out/11	nov/11	dez/11
	5	2	16	6	4	8	6	3	14	5	9	
Monte Alto	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Pontal	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Praia Grande	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Anjos	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Prainha	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Recomendada ao Banho de mar █  
 Não Recomendada ao banho de mar █  
 Recomendada com restrições █  
 Não Realizado █

Figura 1: Dados de balneabilidade das Praias da Arraial do Cabo (INEA, 2011).



42° 02`

22° 57,5`

Figura 2: Mapa da área de Arraial do Cabo, com estrela vermelha indicando á área de estudo, na enseada da Prainha (DHN, 1997).



Figura 3: Foto da área de estudo mostrando o banco de algas (círculo vermelho) e o banco no costão (seta laranja). (Foto de José Eduardo Arruda Gonçalves, 1999)

## 3.2. Metodologia

### 3.2.1. Análise quantitativa da comunidade bentônica

A análise da cobertura dos organismos do estrato superior de ambos os bancos foi realizada com o auxílio de quadrados de 100 interseções ( $n=10$ ), das quais trinta foram marcadas aleatoriamente, para a quantificação dos organismos presentes logo abaixo destas, somente por observação, numa análise não destrutiva. Estes quadrados foram distribuídos aleatoriamente, ao longo de um transecto de 30 m, numa profundidade entre 3-5 m (Figura 4).

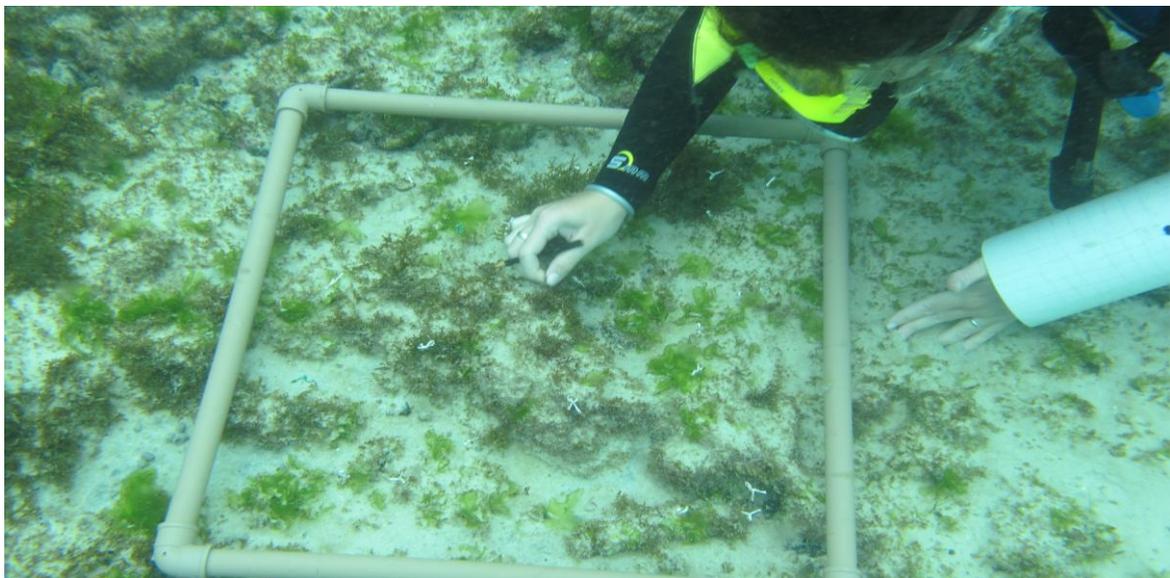


Figura 4: Foto da metodologia empregada no campo. (Foto de Bruno Dias, 2010).

A quantificação das macroalgas foi realizada em relação aos seus morfo-tipos, baseando-se o modelo desenvolvido por Steneck e Dethier (1994) de grupos morfo-funcionais, que leva em consideração a forma do talo e sua forma de crescimento. As algas foram reunidas nos grupos determinados como: **filamentosas** (talos formados células organizadas em fileiras, podendo ser uni ou multisseriada); **foliáceas** (achatados formados por uma ou duas camadas, de células, configurando as algas foliáceas simples; ou por mais camadas de células justapostas, configurando as algas foliáceas corticadas); **Cilindrico-**

**corticadas** (talos cilíndricos, podendo ser achatados em algumas porções, compostos por células externas, geralmente pequenas e pigmentadas, formadoras do córtex, e células grandes e geralmente, sem pigmentos, formadoras da medula); **coriáceas** (talos complexos, formados por muitas camadas de células, configurando um apressório, eixos primários e secundários, filóides, receptáculos e aerocistos), **calcárias articuladas** (talos pluricelulares, parcialmente calcificados, cujas porções calcificadas são denominadas intergênicos, e as não calcificadas gênicos), e **calcárias crostosas** (talos totalmente calcificados, apresentando crescimento prostrado ao substrato).

Os animais bentônicos vágéis e sésseis foram todos reunidos como invertebrados, e o substrato nu também foi quantificado. Esta análise foi realizada em intervalos trimestrais, entre 2009 e 2010, por meio de mergulho livre ou autônomo, sempre que possível.

Após a quantificação dos organismos em seus respectivos pontos, os dados foram transformados em porcentagem de cobertura, assumindo que os 30 pontos do quadrado equivaliam a 100% da área analisada. Sendo assim, a cobertura dos organismos ou substrato foi estimada em relação a este total de pontos, levando-se em consideração a quantidade de pontos sobre cada um destes elementos.

### 3.2.2. *Análises estatísticas*

Visto que os dados não foram homogêneos (teste de Cochran) em todas as amostras, mesmo após a transformação dos dados para arco-seno da raiz quadrada da proporção da espécie, as diferenças entre médias de cobertura foram comparadas a partir do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (ZAR, 2010).

A similaridade entre as amostras de porcentagem de cobertura foi avaliada pela análise de agrupamento hierárquico aglomerativo, com base no coeficiente de Bray-Curtis e método da associação média (VALENTIN, 2000).

A análise de Escalonamento Multi-Dimensional (MDS) foi utilizada para separar as amostras a partir de fatores identificados *a priori* com localização da amostra (costão ou banco submerso) e época do ano (verão, outono, primavera e verão), com base no coeficiente de Bray-Curtis sob os dados não transformados.

### 3.3.3. Avaliação de impactos ambientais.

Foram registrados os principais impactos ambientais da área de estudo, baseando-se no estudo realizado por Creed e Oliveira (2007), que geraram um índice de impacto ambiental, para avaliar os impactos ambientais nas praias da baía da Ilha Grande. No presente estudo, entretanto, a avaliação da magnitude foi subjetiva uma vez que os impactos não foram quantificados.

## 4- RESULTADOS

### 4.1 A comunidade bentônica.

Em novembro de 2009, no banco localizado no costão rochoso, foi observado que a abundância de algas coriáceas, representadas pela espécie *Sargassum vulgare* (Figura 5), foi extremamente baixa, com uma maior proliferação de algas foliáceas, representadas principalmente pelo gênero *Padina*, seguidas das algas filamentosas ( $H=14,66$ ,  $p=0,007$ ) (Figuras 6 e 7). As coriáceas e filamentosas declinaram, enquanto que as foliáceas cresceram em abundância neste período ( $H=21,57$ ;  $p<0,0001$ ) ao longo de todo o ano de estudo.

Em maio de 2010, foi observada a completa ausência de algas coriáceas assim como um declínio na abundância de algas foliáceas, uma cobertura relativamente maior de algas filamentosas, de diferentes espécies ( $H=5,46$ ;  $p=0,02$ ). Em agosto, as algas não ocorreram no banco, que foi totalmente coberto pelo substrato arenoso, e só foi observado um novo recobrimento deste banco por macroalgas em novembro de 2010, quando as algas coriáceas começaram novamente a se proliferar, seguidas das foliáceas e filamentosas ( $H=11,45$ ;  $p=0,003$ ).

No banco submerso próximo ao costão rochoso da Prainha, as algas coriáceas, do gênero *Sargassum* não estiveram presentes entre os meses de novembro de 2009 e fevereiro de 2010. Neste primeiro mês de observação, a cobertura das algas foliáceas foi maior do que a de coriáceas, segundo o teste de Kruskal-Wallis ( $H=14,05$ ,  $p\leq 0,001$ ). Enquanto que no segundo, não foram detectadas diferenças nas coberturas das algas coriáceas e foliáceas, estas últimas representadas principalmente por espécies do gênero *Dictyota*, *Padina* e *Ulva*. Espécies do gênero *Dictyota* foram frequentemente observadas crescendo as frondes de *Sargassum*, como epífitas. Entre os meses de maio e agosto os talos das algas coriácea (*S.*

*vulgare*) não foram registrados na área de estudo, sendo observados novamente, somente em novembro de 2010.



Figura 5: Aspecto geral de um individuo de *Sargassum vulgare* da Prainha. (Foto de José Eduardo Gonçalves, 2000).



Figura 6: Aspecto geral do banco submerso com algas foliáceas (*Ulva* e *Padina*) .  
(Foto de Bruno Carvalho, 2010).



Figura 7: Aspecto geral do banco submerso com algas foliáceas (*Ulva* e *Dictyota*) .  
(Foto de Bruno Carvalho, 2010).

Em maio, o banco foi coberto por espécies de algas de talos simples, como foliáceas, filamentosas e cilíndrico-corticadas, as últimas representadas pelo gênero *Laurencia*, sem ser

observada nenhuma diferença na abundância relativa destes grupos de algas, neste mês de estudo. Em agosto ocorreu uma cobertura insignificante de algas neste local, sendo que o costão se encontrava coberto por areia, no entanto, em novembro de 2010 as algas foliáceas foram as mais abundantes ( $H=9,16$ ;  $p=0,01$ ), seguidas pelas algas filamentosas e calcárias articuladas, enquanto que as coriáceas não haviam sido observadas (Fig. 7).

No início do mês de março de 2011, tanto o banco submerso, quanto o banco do costão rochoso foram visitados e foi constatado que ambas as populações de *S. vulgare* já haviam desaparecido. Em seu lugar havia apenas algas filamentosas e corticadas (Raquel de Azeredo Muniz, observação pessoal). Entretanto, em fevereiro de 2011, pode-se observar novamente a proliferação da espécie *Nemacystus howei* (W. R. Taylor) (José Eduardo Arruda Gonçalves, observação pessoal).

Tabela 1: Variação da percentagem de cobertura (média  $\pm$  erro-padrão) dos grupos morfo funcionais por coleta no costão do lado direito da Prainha, Arraial do Cabo.

costão	2009		2010			
	novembro	fevereiro	maio	agosto	novembro	
	primavera	verão	outono	inverno	primavera	
coriácea	19,7 $\pm$ 15,3	31,5 $\pm$ 25,6				
foliáceas	75,3 $\pm$ 17,5	20,2 $\pm$ 18,9	5,3 $\pm$ 7,4	1,0 $\pm$ 3,2	26,0 $\pm$ 29,5	
filamentosas			7,7 $\pm$ 14,4		12,0 $\pm$ 31,6	
cilíndrica corticada	0,3 $\pm$ 1,1	3,0 $\pm$ 5,4	17,7 $\pm$ 31,4	6,0 $\pm$ 8,1		
calcária articulada	0,3 $\pm$ 1,1	0,0	2,7 $\pm$ 8,4	1,0 $\pm$ 1,9	4,3 $\pm$ 5,2	
molusco						
crosta					0,3 $\pm$ 1,1	
substrato arenoso	4,3 $\pm$ 6,3	45,3 $\pm$ 21,4	66,7 $\pm$ 29,6	92,0 $\pm$ 11,0	56,0 $\pm$ 35,8	
esponja					1,3 $\pm$ 4,2	

Tabela 2: Variação da percentagem de cobertura (média  $\pm$  erro-padrão) dos grupos morfo funcionais por coleta no banco submerso da Prainha, Arraial do Cabo.

banco submerso	2009		2010			
	agosto	novembro	fevereiro	maio	agosto	novembro
	inverno	primavera	verão	outono	inverno	primavera
coriácea	2,3 $\pm$ 4,1	1,6 $\pm$ 2,3	1,4 $\pm$ 3,0			31,0 $\pm$ 16,4
foliáceas	43,6 $\pm$ 9,3	15,3 $\pm$ 9,7	32,7 $\pm$ 10,9	4,6 $\pm$ 5,2		10,0 $\pm$ 4,7
filamentosas	7,3 $\pm$ 11,8	5,6 $\pm$ 4,1	0,7 $\pm$ 1,6	14,3 $\pm$ 11,8		8,6 $\pm$ 9,9
cilíndrica corticada	5,3 $\pm$ 5,4			0,6 $\pm$ 1,4		0,6 $\pm$ 1,4
calcária articulada	2,0 $\pm$ 4,2					
molusco	0,3 $\pm$ 1,0					
crosta	0,3 $\pm$ 11,0					
substrato arenoso	38,6 $\pm$ 11,7	77,3 $\pm$ 10,6	65,2 $\pm$ 11,8	80,3 $\pm$ 16,2	100 $\pm$ 0	49,6 $\pm$ 14,8

A figura 10 apresenta a variação da percentagem de cobertura nos bancos de forma comparativa. Fica clara a grande proporção de substrato vazio e algas foliáceas ao longo do ano em ambos os bancos, correspondendo a mais de 60% dos valores de cobertura.

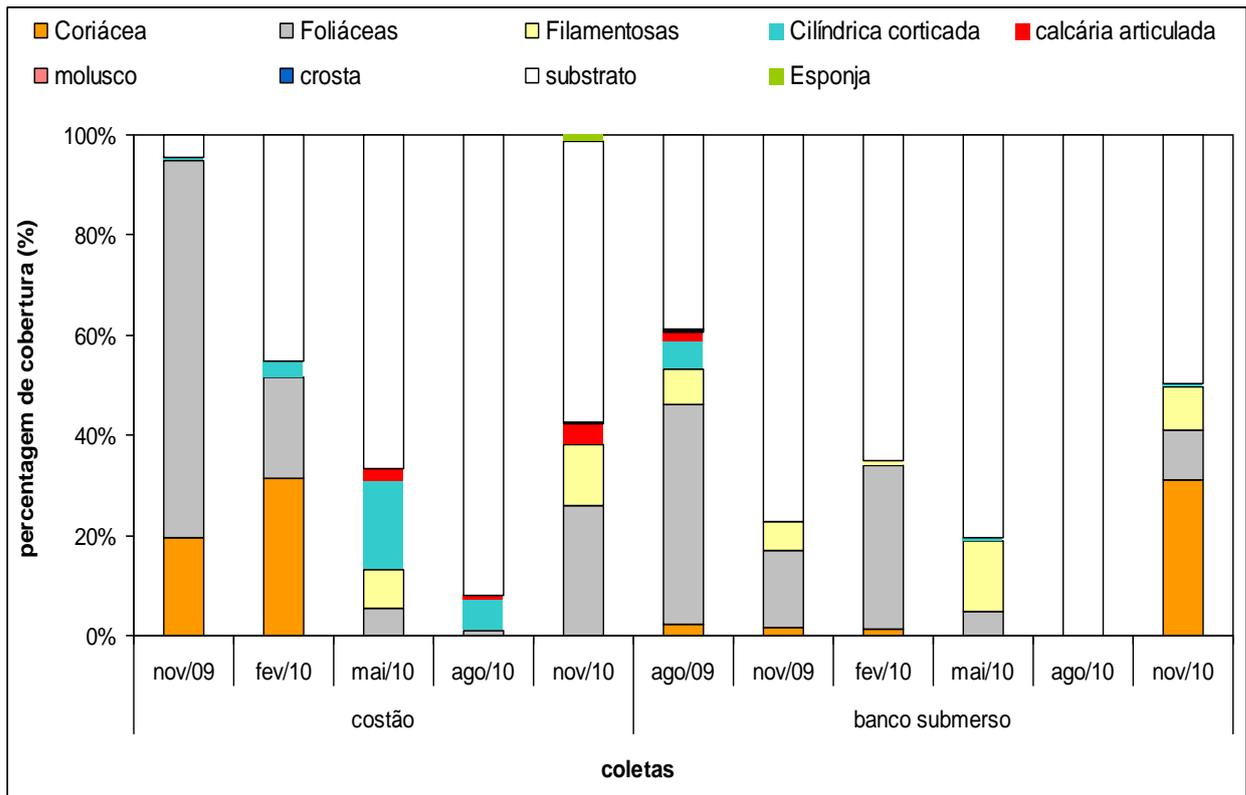


Figura 8: Comparação da abundância relativa (porcentagem de cobertura) da comunidade bentônica submersa e do costão da Prainha, Arraial do Cabo representada pelos morfotipos de macroalgas, invertebrados e substrato arenoso.

A análise de grupamento formou dois grandes grupos, deixando uma amostra isolada (costão novembro de 2009). O primeiro grupo reuniu as amostras caracterizadas em média pela maior cobertura de substrato nú ( $83,3\% \pm 13,0\%$ ) e com reduzida ocorrência de algas com foliáceas ( $5,3\% \pm 6,1\%$ ) e filamentosas ( $5,5\% \pm 6,0\%$ ), indicando uma comunidade na fase inicial de colonização. Já no grupo 2, houve uma redução do espaço vazio ( $51,0\% \pm 10,2\%$ ) e uma maior contribuição de algas coriáceas ( $13,2\% \pm 16,5\%$ ) e foliáceas ( $26,5\% \pm 12,7\%$ ), ocorrendo principalmente nos meses de primavera e verão, com exceção da amostra de agosto de 2009 (inverno).

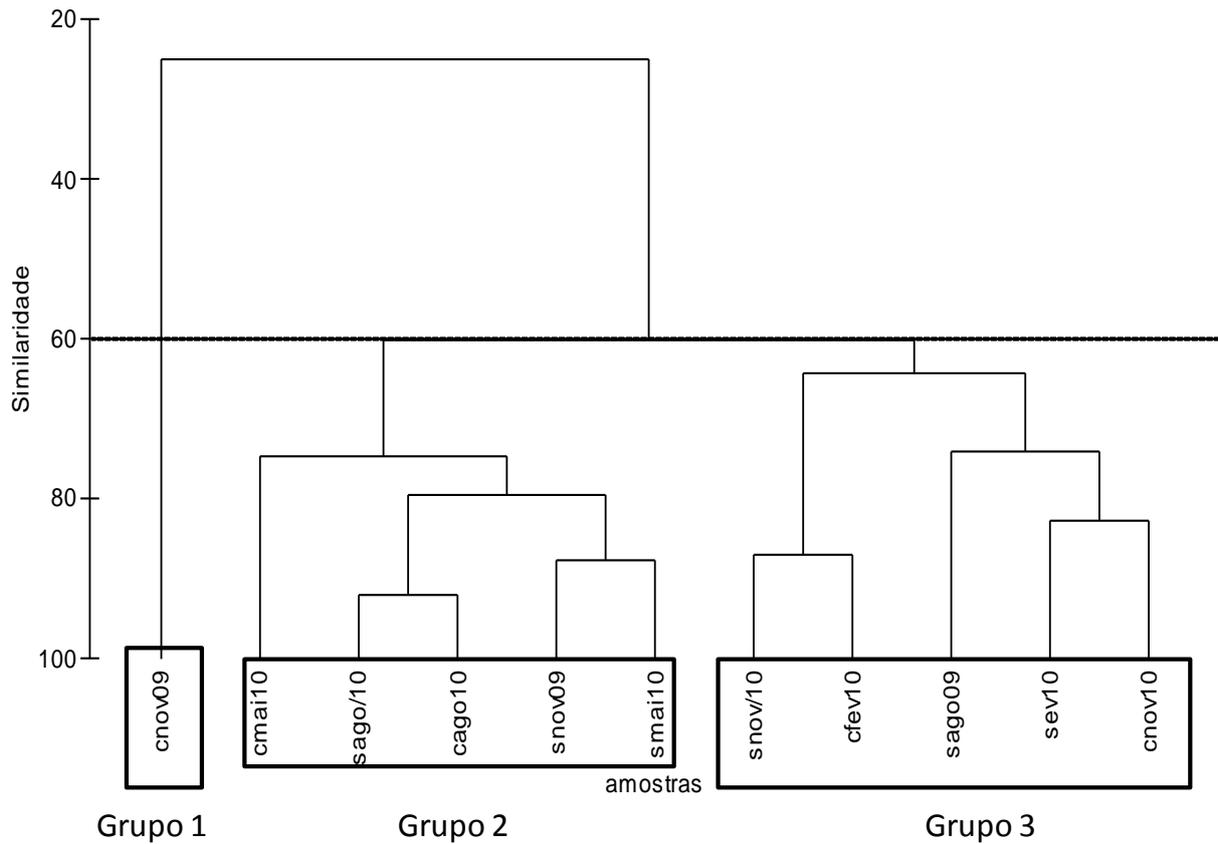


Figura 9: Análise de grupamento das comunidades estudadas, entre épocas do ano, quanto à composição da comunidade.

As Figuras 10 e 11 demonstram as distribuições por “fatores definidos *a priori*”. O fator localização (costão ou banco submerso) não separou as amostras pelo teste de ANOSIM ( $R = -0,08$  e nível de significância = 74,5%). Também o fator época do ano não foi significativo ( $R = -0,07$  e significância = 64%) e não separou as amostras provenientes de diferentes estações do ano.

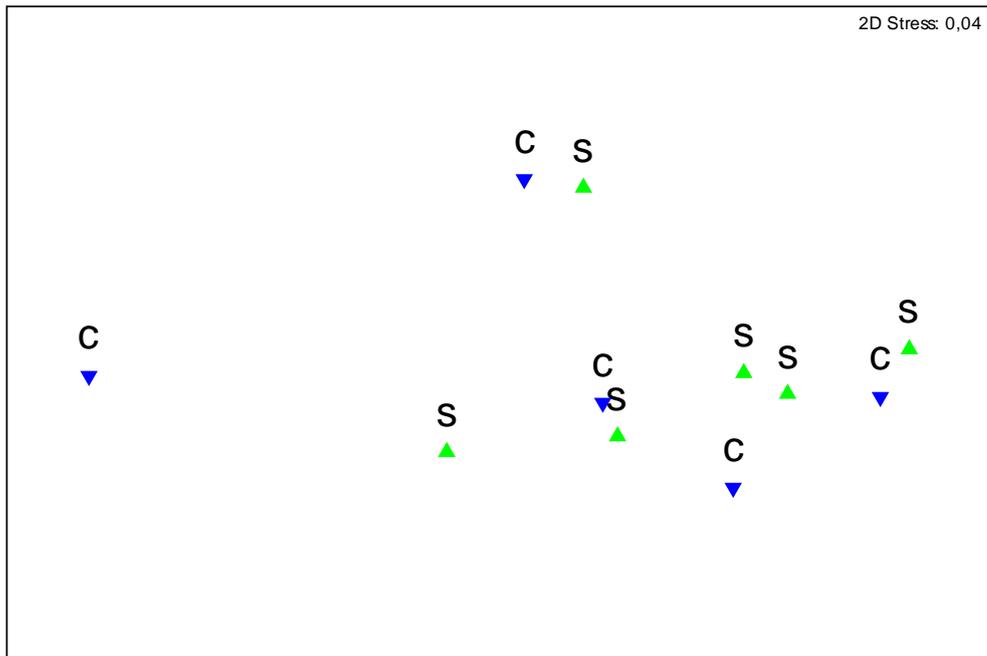


Figura 10: MDS com as amostras de costão e submersas em função do fator localização da amostra (c – costão e s – banco submerso).

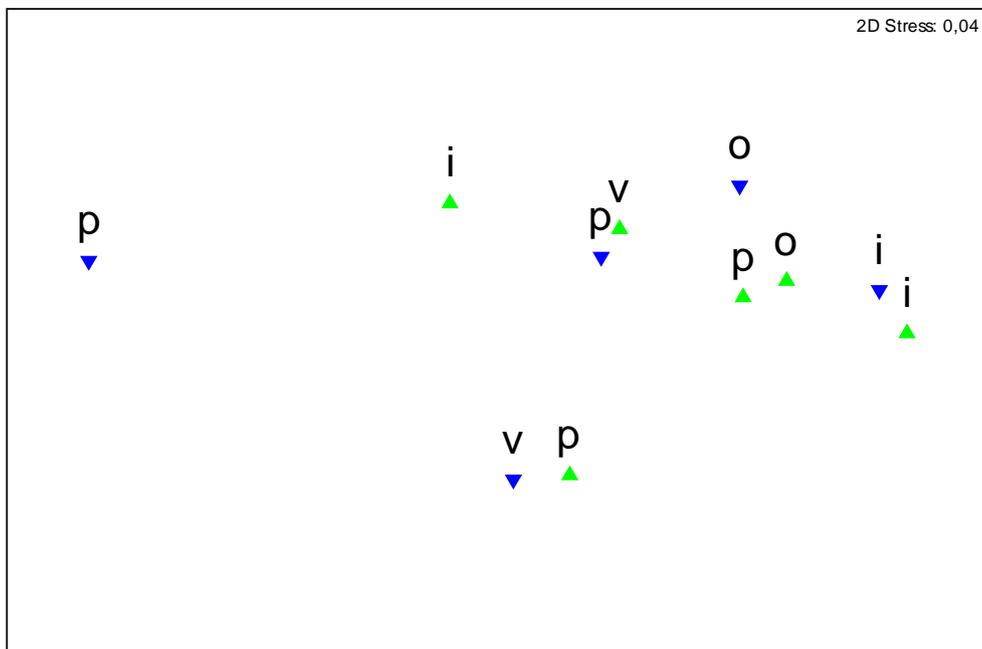


Figura 11: MDS com as amostras de costão e submersas em função do fator época do ano (p primavera; v - verão; i – inverno e o – outono).

## 4.2. Impactos ambientais

Os principais impactos ambientais, observados na área estudada foram elencados, e relacionados na Tabela 3, ressaltando-se os efeitos potenciais e sua magnitude.

Tabela 3: Lista de impactos ambientais registrados na Prainha, Arraial do Cabo, RJ.

Impactos	Efeitos potenciais	Magnitude
Desenvolvimento urbano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da lixiviação;</li> <li>• Carreamento de poluentes diversos no ecossistema;</li> <li>• Aumento da pressão sobre os recursos marinhos;</li> <li>• Geração de lixo e esgoto</li> </ul>	Acentuado, com construções invadindo o cordão arenoso
Construções locais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da lixiviação;</li> <li>• Aumento da sedimentação</li> <li>• Entrada de poluentes diversos;</li> <li>• Aumento da pressão sobre os recursos marinhos;</li> <li>• Geração de lixo e esgoto.</li> </ul>	Acentuado, com construções invadindo o cordão arenoso
Uso do solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da lixiviação;</li> <li>• Erosão e carreamento de sedimentos e nutrientes;</li> </ul>	Preferencialmente urbano, com criação de um parque e de uma estação de tratamento próxima a praia
Lançamento de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de nutrientes e outros poluentes orgânicos e inorgânicos;</li> </ul>	Minimizado em função da estação de tratamento
Ancoradouros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição por combustíveis;</li> <li>• Poluição por tintas anti-incrustantes;</li> <li>• Alteração ou perda de habitats;</li> <li>• Dragagem;</li> <li>• Perturbações geradas pela ancoragem das embarcações, como o revolvimento de sedimentos;</li> <li>• Lixo e esgoto gerados pelas embarcações.</li> </ul>	Existem poucos barcos ancorados na praia.
Lixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração do habitat;</li> <li>• Poluição química;</li> <li>• Danos físicos</li> </ul>	Este impacto varia sazonalmente a sua magnitude, sendo agudo na época de alta temporada (verão).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução ou extinção local das espécies nativas;</li> </ul>	Ainda não foi observada na área de estudo.

Presença de espécies exóticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração na dinâmica do ecossistema.</li> </ul>	Entretanto, a ameaça de ocupação é real, pois já existem espécies exóticas registradas em Arraial do Cabo: o molusco <i>Isognomon bicolor</i> e os corais: <i>Tubastrea coccinea</i> e <i>Stereonephthya curvata</i> (Silva; Souza, 2004)
Pesca artesanal e amadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução dos recursos pesqueiros;</li> <li>• Danos físicos aos organismos;</li> <li>• Redução seletiva de determinados organismos;</li> <li>• Alteração na dinâmica do ecossistema.</li> </ul>	A pesca é presente na região, com impacto moderado, por se tratar de uma Resex. Todavia, a fiscalização não é efetiva, e a praia está sujeita ao arrasto praticado por pescadores de fora do município
Caça submarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução dos recursos pesqueiros;</li> <li>• Danos físicos aos organismos;</li> <li>• Redução seletiva de determinados organismos;</li> <li>• Alteração na dinâmica do ecossistema</li> </ul>	Verificada na região, principalmente na época do verão. Foi observado ainda que esta prática, em sua maioria era realizada por amadores, sem experiência e sem orientação, podendo gerar, além dos problemas ambientais, risco de acidentes aos banhistas.
Prática de mergulho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danos físicos à determinados organismos;</li> <li>• Redução seletiva de determinados organismos, devido à coleta para aquarofilia ou artesanato;</li> <li>• Alteração na dinâmica do ecossistema</li> </ul>	Observado, com mais frequência durante o verão, principalmente do mergulho de apnéia. Foram observadas várias práticas irregulares ligadas a esta atividade, como: estresse de animais marinhos por tentativa de contato; destruição e soterramento de organismos por batimento de nadadeiras, e pisoteamento.
Derramamento de óleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudanças na produtividade do ecossistema local;</li> <li>• Alteração nas trocas gasosas entre atmosfera e água;</li> <li>• Contaminação por metais pesados;</li> <li>• Prejuízos à comunidade bentônica</li> </ul>	Constatada na área de Arraial do Cabo, e com alta suscetibilidade, em função da exploração nas proximidades

Erosão marinha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição da linha arenosa da praia</li> <li>• Destruição das construções</li> <li>• Soterramento dos organismos bentônicos, devido ao revolvimento dos sedimentos, dado pela alteração do regime natural de deposição e retirada de sedimento na linha de praia.</li> </ul>	Evento naturalmente observado na região, com efeitos agravados, em função das construções irregulares, porém ainda não monitorado com o devido critério.
Pisoteio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração e simplificação do ecossistema;</li> </ul>	Presente, principalmente em partes mais rasas do costão direito da Prainha, durante o período do verão
Turismo desordenado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande frequência de veículos de alta velocidade, como banana boat e Jet ski, que aumentam o revolvimento de sedimentos, e ocasionam também o despejo de material combustível na água;</li> <li>• Aumento da quantidade de lixo depositado no local;</li> <li>• Aumento de resíduos solúveis em água, como protetor solar;</li> <li>• Atropelamento de animais marinhos, principalmente tartarugas, que são frequentes na área</li> <li>• Aumento do revolvimento de sedimento de fundo, pelas atividades humanas</li> <li>• Presença de um grande número de pessoas no local, sem um estudo prévio, sobre a capacidade de suporte da praia.</li> </ul>	Impactos observados de forma marcante, principalmente no verão, e em feriados prolongados.

Nesta praia, o processo de ocupação desordenada ocorrido com o constante crescimento em direção a faixa de areia, com inúmeras construções irregulares presentes no cordão arenoso .

Os impactos relacionados ao crescimento urbano desordenado (Figuras 14 A, B) foram considerados os mais relevantes, no referido local, seguidos pelo impacto do lixo, que é significativo na época do verão. Impactos potencialmente crescentes e nocivos, como a introdução de espécies exóticas e poluição por óleo também foram registrados.



A



B

Figura 12: A) Detalhe das construções irregulares no cordão arenoso da Prainha, na direção do costão rochoso estudado; B) Detalhe das construções na Prainha, lado oposto ao estudado (Fotos da autora, julho de 2011).

## 5- DISCUSSÃO

Apesar de não terem apresentado diferenças significativas o longo do período de estudo, pôde ser observado uma tendência à variações nas comunidades monitoradas. Entre novembro de 2009 e novembro de 2010, a população de algas coriáceas, representadas pela espécie *Sargassum vulgare* se mostrou extremamente reduzida, mesmo no período do verão, quando geralmente se mostra bastante vigorosa, em função da presença das águas de ressurgência (MUNIZ; GONÇALVES; SZÉCHY, 2003).

A ausência desta macroalga, que é caracterizada como um componente das comunidades clímax dos ecossistemas de costões rochosos da região sudeste do Brasil (VELOSO; SZÉCHY, 2008), pode estar relacionada ao aumento dos impactos ambientais nesta área. Este fato pode interferir em outros danos ambientais, pois, a presença de *Sargassum* nestes ambientes é de suma importância, pois influencia, entre outras coisas, no aumento da diversidade local, devido à complexidade de seus talos, como é afirmado pela teoria da complexidade do habitat, segundo (BECK, 2000).

Sendo assim, as espécies deste gênero contribuem para a manutenção de uma elevada qualidade ambiental, devido a algumas características intrínsecas, como a alta complexidade de seus talos, pois estes geralmente se apresentam altamente ramificados, com ramos cilíndricos e achatados numa mesma fronde (PAULA, 1988), e, portanto, fornecem microambientes que podem ser explorados por outros organismos.

Como no ambiente marinho o substrato disponível para fixação é um recurso extremamente limitante para muitas populações, principalmente aquelas que apresentam uma de suas fases de vida planctônicas (ROUGHGARDEN; IWASA; BAXTER, 1985), a fixação de determinadas espécies sobre outras, caracterizando a epibiose (DA GAMA; PEREIRA; COUTINHO, 2009), é um hábito obrigatório para a sobrevivência de muitas espécies.

Estudos sobre o levantamento de outras algas epífitas sobre *Sargassum* fornecem exemplos de como esta complexidade estrutural pode contribuir, em relação à riqueza e diversidade biológica. Neste contexto, podem se citado o estudo realizado por Muniz e colaboradores (2003), neste mesmo banco submerso do presente estudo, entre 1999 e 2000, no qual foram registradas 40 espécies de algas epífitas, sobre talos de *S. vulgare*. Széchy e Sá (2008) verificaram a presença de 46 espécies de algas epífitas eretas, em talos desta mesma espécie, numa população da baía da Ilha Grande. Széchy e Paula (1997), estudando epífitas em diferentes espécies de *Sargassum*, em populações de 12 locais nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, listaram 81 táxons infragenéricos de macroalgas.

Entretanto, como já foi citado anteriormente, estas algas são vulneráveis aos diversos impactos ambientais, que atualmente são recorrentes nos ambientes naturais, principalmente como consequência das atividades humanas. De acordo com a Resolução CONAMA no 001/86, art. 1º, o termo "impacto ambiental" é definido como toda alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, o bem estar da população e a qualidade do meio ambiente. Sendo assim, a poluição derivada do despejo de esgoto doméstico é um impacto ambiental que leva a redução e até extinção local de algas pardas de um modo geral. Como já foi citado anteriormente, este é um padrão mundial, que já foi detectado em muitos estudos (TAOUIL; YONESHIGUE-VALENTIN, 2002; ADAMS, et al., 2008, AIROLDI; BALATA; BECK, 2008; BALLESTEROS et al., 2009).

Na Prainha, pôde-se observar que a poluição orgânica não é o impacto predominante, pois esta é a única praia que possui um sistema de captação e tratamento de esgoto. Próximo a esta estação de tratamento existe uma lagoa, e segundo alguns moradores, esta transbordava até o mar, em dias de chuva excessivas, geralmente no verão, mas segundo os mesmos este

evento não ocorre atualmente. Entretanto, esta não é a mesma realidade das outras praias deste município, pois a Praia dos Anjos ainda sofre derramamentos esporádicos de esgoto in natura, devido ao transbordamento do canal, em dias de chuva, ou em função do aumento populacional, em épocas de alta temporada, como verão e feriados longos (PAIXÃO; SOUZA JÚNIOR, 2011).

Todavia, sugere-se que o principal impacto sobre as comunidades biológicas estudadas são: o soterramento freqüente das algas por areia, o que pode estar começando à impedir a resiliência destas comunidades, principalmente pelo atraso na recuperação das populações de *S. vulgare*. Apesar desta hipótese não ter sido testada experimentalmente, foi notado um freqüente soterramento das comunidades por areia, principalmente do banco submerso, ao longo do período do presente estudo. Neste caso, os recrutas foram observados no verão de 2010, no banco submerso, mas não se desenvolveram, pois foram soterrados. Chama-se atenção também ao fato de que os talos de *S. vulgare* não foram observados no início de março de 2011, ou seja, antes do período esperado, pois em março de 2000, esta espécie ainda podia ser encontrada em abundância (MUNIZ; GONÇALVES; SZÉCHY, 2003).

Umar e colaboradores (1998) também verificaram, através de um estudo experimental, que a deposição de sedimentos causa uma diminuição na taxa de recrutamento, crescimento, sobrevivência e regeneração vegetativa da espécie *Sargassum micophyllum*, na franja da Grande Barreira Australiana.

Outro indício da influência da sedimentação no ambiente, está na proliferação de algas com talos de menor complexidade morfológica, como: filamentosas, foliáceas e cilíndrico-corticadas, o que foi frequente ao longo do período de estudo. Segundo MacManus e colaboradores (2004), estas algas podem crescer emaranhadas formando um “tapete”. Estas algas formadoras de tapete (“*turf algae*”) são consideradas as mais adaptadas à deposição de sedimentos (KENDRICK, 1991; STEWART, 1989), pois apresentam como característica a

retenção de sedimentos, podendo acumular, no espaço entre os talos, uma quantidade dez vezes maior que a própria biomassa (AIROLDI; RIND; CINELLI, 1995).

Além do soterramento, a abrasão que os sedimentos exercem nos organismos, representam uma fonte de estresse e distúrbio para comunidades bentônicas, e podem se tornar agentes seletivos na sobrevivência de determinadas espécies de algas, por causar redução de luz e oxigênio (D'ANTONIO, 1986) na coluna d'água e, também por prejudicar o processo de fixação dos recrus no substrato (ERIKSSON; JOHANSSON, 2003).

Esta movimentação e influência do substrato arenoso sobre os organismos está associada diretamente à dinâmica de costa. De fato, muitos estudos sobre a dinâmica da costa brasileira têm chamado a atenção para o processo de erosão marinha, que tem acometido o litoral de vários Estados brasileiros, entre eles o Rio de Janeiro (MUEHE, 2010). Esta dinâmica de deposição e retirada de sedimentos é um fenômeno natural, das praias, e varia ao longo do ano. Segundo Machado e colaboradores (2010), o período de acréscimo de sedimentos nas praias brasileiras ocorre entre Dezembro e Março. Em abril começa o ciclo de erosão das praias arenosas do sudeste do Brasil, em função dos regimes de ventos, marés e tempestades, entretanto, este processo de erosão tem aumentado em função das mudanças climáticas globais, que tem levado a um aumento dos eventos de tempestades desde 2001 (MACHADO et al., 2010; MUEHE, 2010).

Apesar de ser um problema ambiental grave, os estudos sobre erosão costeira ainda são muito pontuais e portanto, a realização de estudos para identificação de indicadores desta é uma necessidade emergencial, para que o gerenciamento costeiro integrado tenha sucesso no Brasil (SOUZA, 2009)

O aumento de construções no cordão arenoso, também leva a uma modificação na dinâmica destes ecossistemas, levando a um aumento da erosão marinha (SOUZA, 2009; MUEHE, 2010). Neste ponto, as praias de Arraial do Cabo se encontram seriamente

ameaçadas, pela construção urbana irregular que toma conta do cordão arenoso, como foi observado e registrado no presente estudo. Outro tipo de construção não planejada, como a do quebra-mar da Enseada dos Anjos, também em Arraial do Cabo, já levou a alterações da paisagem local, e da dinâmica de sedimentos, como verificado por Savi (2007). Este padrão é comum no Brasil, onde o processo de urbanização acontece sem planejamento, de forma rápida e com poucos recursos, resultando na falta de infra-estrutura básica e tratamento de resíduos. Sendo assim, a zona costeira sofre fortes pressões antrópicas, devido ao adensamento populacional humano, ao uso de recursos naturais e materiais primas.

Este processo de erosão também está associado às mudanças climáticas, que é um evento global, e que pode agravar a erosão costeira, com o aumento do nível de mar, com o aumento da intensidade e frequência de ressacas. Os efeitos sinérgicos destes impactos já foram apontados, em um estudo realizado na região metropolitana de Recife, no qual foi constatado que diante de um cenário otimista, que leva em consideração o aumento do nível do mar, na ordem de 0,5 m, é esperado que, pelo menos 39,32 km<sup>2</sup> da área dos municípios analisados constituam zonas potencialmente inundadas (COSTA, et al, 2009). Chama-se atenção também para um estudo realizado na Praia de Piratininga, no município de Niterói, no Estado do Rio de Janeiro, onde as ressacas têm provocado problemas recorrentes nesta orla (SILVA; SILVA; SANTOS, 2009), o que pode ser ainda mais agravado com as mudanças climáticas. Sendo assim, muitas pessoas certamente serão afetadas pelas consequências ambientais sociais e econômicas, geradas por tais impactos, entretanto, esta vulnerabilidade ainda é comentada e divulgada de forma muito tímida, pelos meios de comunicação no Brasil (NICOLODI; PATERMANN, 2010).

Ainda no contexto de mudanças climáticas, chama-se atenção para outro fator ambiental, decorrente destas, que pode estar interferindo na estrutura e dinâmica das comunidades bentônicas do presente estudo, que é o aumento da temperatura da água do mar.

De fato, o processo de mudanças climáticas em função do aquecimento global está sendo mais rápido do que se previa, como foi registrado no terceiro relatório de avaliação do IPCC (IPCC, 2007). Este processo tem sido atribuído, por muitos pesquisadores, ao aumento dos níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera terrestre, fato que tem sido respaldado por avaliações paleoclimáticas, principalmente nos pólos terrestres (CRAWFORD, 1997; INDERMUEHLE, et al., 1999, PETIT et al., 1999, KUKLA; GAVIN, 2004). Este aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico leva, conseqüentemente, ao aumento da concentração deste gás na água do mar, o que pode gerar sérias conseqüências como a acidificação da água do mar, e mudanças na dinâmica das correntes oceânicas (HARLEY et al., 2006; FINDLAY et al., 2008).

O próprio aumento da temperatura da água dos mares tem gerado mudanças relevantes nos ambientes marinhos, levando a descaracterização da estrutura e dinâmica das comunidades biológicas (FIELDS et al. 1993). Esta se dá principalmente pela perda de espécies estenotérmicas, com afinidade em águas frias, e conseqüente perda de recursos pesqueiros, além de agravar o problema da bioinvasão (OCCHIPINT-AMBROGI, 2007; CHEUNG et al., 2009) e proliferação de espécies oportunistas. Este perfil já foi detectado em diferentes regiões do mundo, e a utilização de macroalgas como bioindicadoras foi fundamental para a observação destas alterações, como foi constatado por Shiel e colaboradores (2004), na Califórnia. Estes perceberam mudanças significativas na comunidade bentônica, e observaram o declínio de algas pardas, formadoras de dossel, e proliferação de algas oportunistas, de talo foliáceo.

No Brasil, algumas mudanças na assembléia de algas também já foram observadas, em alguns pontos do nosso litoral, em função do aquecimento da água. Em Santa Catarina, local que de águas frias, Faveri e colaboradores (2010) observaram a proliferação de espécies características de águas quentes.

A temperatura da água pode ser um fator de suma importância para o desenvolvimento de *Sargassum*. Muitos autores já constataram que populações deste gênero, crescem de forma mais exuberante, em águas com temperatura variando na faixa entre 18° e 24°C (EAGLE, 1969; DE WREED, 1976; NORTON, 1977 a e b; PAULA, 1994; YOSHIDA; MURASE; TERAWAKI, 1999), entretanto Hanisak e Samuel (1987), verificando o crescimento ótimo de diferentes espécies de *Sargassum* coletadas na Flórida, constataram que o crescimento destas decaiu rapidamente quando a temperatura ultrapassava os 30°C.

De fato, a variação da temperatura da água na região de Arraial do Cabo deve ser um fator especialmente monitorado, pois existem populações que estão adaptadas ao ciclo das ACAS (águas centrais do Atlântico Sul), que torna as águas frias e ricas em nutrientes no período do final de primavera até o fim do verão (VALENTIM, 1984). Entretanto, em um estudo realizado por Paixão e Souza Júnior (2010) foi observado uma temperatura média da água de 27,5° C, em 2m de profundidade, próximo à enseada dos Anjos, na época de final de primavera.

Sendo assim, estudos experimentais e monitoramento em uma escala temporal maior devem ser direcionados à área estudada, gerando desta forma, maiores esclarecimentos sobre a dinâmica destas comunidades e, portanto, para a devida aplicação de futuras políticas públicas de proteção ambiental. Visto que esta área apresenta uma grande riqueza de espécies de macroalgas, podendo ser considerado um centro de diversidade, e ainda apresenta estudos pontuais, e sem uma padronização adequada das metodologias (BRASILEIRO, et al., 2009).

## 6- CONCLUSÕES

- Apesar de não ter sido observada uma diferença sazonal estatisticamente significativa, foi observada uma tendência à alteração do processo de regeneração das populações de *Sargassum*, ao longo do período de estudo, quando comparado com estudos passados;
- Em ambas as comunidades estudadas houve uma tendência à proliferação de algas oportunistas, com talos menos complexos, principalmente as do grupo morfo-funcional foliáceo, o que caracteriza distúrbios freqüentes no ambiente;
- Os dois bancos estudados se mostraram adequados ao monitoramento, pois estão sujeitos à impactos diretos, como: degradação por rede de arrasto e soterramento por sedimento arenoso. Sendo que o banco do costão rochoso mostra maiores vantagens quanto à praticidade de aplicação da metodologia;
- Sugere-se que o impacto mais marcante na praia estudada seja o crescimento desordenado de construções sobre a faixa arenosa, que pode agravar o processo de erosão costeira;
- A erosão costeira pode estar gerando uma alteração no processo de movimentação de sedimentos na praia estudada, o que pode causar um aumento no período de soterramento dos organismos bentônicos, e por consequência, a mortalidade destes;
- O turismo sem planejamento também foi observado como um impacto marcante na região, pois acarreta em impactos diretos e indiretos na área de estudo, e merece uma

análise mais cuidadosa do poder público, no que toca ao ordenamento, para mitigação de tais impactos;

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, J.L.; BARBOSA, J.P.; CAVALCANTI, D.N.; VILLAÇA, R.C.; PEREIRA, R.C.; FONTEES, C.F.L.; TEIXEIRA, V.L.; GIONGO, V.A.; BARBOSA, J.E.; SOUZA, T.M.L.; PAIXÃO, I.C.N.P., Atividade antiviral (anti HSV-1) de diterpenos isolados de algas marinhas. Terceiro Workshop da REDEALGAS biodiversidade, aplicação tecnológica e sustentabilidade Paty do Alferes, RJ, 2011, p36.

ACCIOLY, M. C. **Esforços para estabelecer cultivos artesanais de macroalgas marinhas na Bahia**. Publicações Avulsas do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 10: 107-114, 2005.

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

AIROLDI, L.; RIND, F.; CINELLI, F. Structure, seasonal dynamics and reproductive phenology of a filamentous turf assemblage on a sediment influenced, rocky subtidal shore. **Botanica Marina** 38, 227-237, 1995

AIROLDI, L.; BALATA, D.; BECK, M. W. The Gray Zone: Relationships between habitat loss and marine diversity and their applications in conservation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 366: 8–15, 2008.

ALMADA, C. H.B. A.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. e NASSAR, C. A. G. Aspectos populacionais de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Ochrophyta, Fucales) na Ponta do Arpoador - Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**. 12 (2): 291-298, 2008.

AMADO-FILHO, G. M.; BARRETO, M. B. B. B.; MARINS, B.V.; FELIX, C.; REIS, R.P. Estrutura das comunidades fitobentônicas do infralitoral da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. 26: 329-342, 2003.

ANG JUNIOR, P.O. Phenology of *Sargassum siliquosum* J. Ag. And *S. paniculatum* J. Ag. (Sargassaceae, Phaeophyta) in the reef flat of Balibago (Calatagan, Philippines). In **Proceedings of V International Coral Reef Congress** (V.M. Harmelin. & B. Salvat, eds.) Antenne Museum – EPHE, Moorea, v.5, p.51-57, 1985.

ARAÚJO, D.S.D. **Análise Florística e Fitogeográfica das Restingas do estado do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de Pós-graduação em Ecologia, 2000.

ARRAIAL DO CABO. Lei Estadual nº 839, de 13 de maio de 1985.

BALLESTEROS, E.; GARRABOU, J.; HEREU, B.; ZABALA, M.; CEBRIAN, E. e SALA, E. Deep-water stands of *Cystoseira zosteroides* C. Agardh (Fucales, Ochrophyta) in the Northwestern Mediterranean: Insights into assemblage structure and population dynamics. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 82: 477–484, 2009.

BARBOSA, J.P. PEREIRA, R.C.; ABRANTES, J.L.; SANTOS, C.C.C; REBELLO, M.A.; FRUGULHETTI, I.C.P.P e TEIXEIRA, V.L. In vitro antiviral diterpenes from the brazilian Brown alga *Dictyota paffii*. **Plant Med**, 70: 856-869, 2004.

BARRETT, N. S.; BUXTON, C. D.; EDGAR, G. J. Changes in invertebrate and macroalgal populations in Tasmanian marine reserves in the decade following protection. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 370: 104–119, 2009.

BATES, C. R.; SCOTT, G.; TOBIN, M.; THOMPSON, R. Weighing the costs and benefits of reduced sampling resolution in biomonitoring studies: Perspectives from the temperate rocky intertidal. **Biological Conservation**. 137: 617-625, 2007.

BECK, M.W. Separating the elements of habitat structure: independent effects of habitat complexity and structural components on rocky intertidal gastropods. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 249: 29-49, 2000.

BERANGER, Abel Ferreira. **Dados históricos de Cabo Frio** (2ª ed.). Cabo Frio: PROCAF, 108 p., 1993.

BORJA, A.; MUXIKA, I. & FRANCO, J. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. **Marine Pollution Bulletin** 46: 835–845, 2003.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N E EIGER, S. **Introdução à**

**Engenharia Ambiental. O desafio do desenvolvimento sustentável.** Ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo. 318p., 2005.

BRASILEIRO, P. S.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; BAHIA, R.G.; REIS, R. P.; AMADO FILHO, G. M.. Algas marinhas bentônicas da região de Cabo Frio e arredores: Síntese do conhecimento. **Rodriguesia**. 60 (1): 039-066, 2009.

BRAWLEY, S.H., 1992. Mesoherbivores. *In* John, D.M., Hawkins, S.J. & Price, J.H. (Eds.) **Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos**. The Systematics Association Special Volume No. 46, Clarendon Press, Oxford, 253-263.

BREMNER, J. Species' traits and ecological functioning in marine conservation and management. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 366:37-47, 2008.

BRITTO, R.C.C. **Modernidade e Tradição – Construção da identidade social dos pescadores de Arraial do Cabo, RJ.** Niterói: Eduff. , 1999.

BRITO L.V.R DE. , SZÉCHY, M.T.M DE. , & 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(1): 17-26, 2002.

BROSNAN, D.H.M., 1992. Ecology of tropical rocky shores: plant-animal interactions in tropical and temperate latitudes. *In* John, D.M., Hawkins, S.J. & Price, J.H. (Eds.) **Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos**. The Systematics Association Special Volume No. 46, Clarendon Press, Oxford, 101-131.

CAFAVERI, C. FERNANDO SCHERNER, JULYANA FARIAS, EURICO C. DE OLIVEIRA; PAULO A. HORTA. Temporal changes in the seaweed flora in Southern Brazil and its potential causes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 5(2): 350-357, 2010.

CARVALHO, M. C.; HAYASHIZAKI, K.I.; OGAWA, H. Carbon stable isotope discrimination: a possible growth index for the kelp *Undaria pinnatifida*. **Marine Ecology Progress Series**. 381: 71-82, 2009

CASTELLO, J. P. Gestão sustentável dos recursos pesqueiros, isto é realmente possível? **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 2 (1): 47-52, 2007.

CASTELLO, J. P. Re-pensando o estudo e o manejo da pesca no Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 3 (1): 18-22, 2008.

CHEUNG, W.W.L.; LAM, V.W.Y.; SARMIENTO, J. L.; KEARNEY, K.; WATSON, R.; PAULY, D. Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. **Fish and Fisheries**. 10, 235–251, 2009.

CONNELL, S. D. The monopolization of understory habitat by subtidal encrusting coralline alga: a test of the combined effects of canopy-mediated light and sedimentation. **Marine Biology** 142, 1065-1071, 2003.

COSTA, M. B. S. F.; MALLMANN, D. B.; PONTES, P. M. e ARAUJO, M. Vulnerability and impacts related to the rising sea level in the Metropolitan Center of Recife, Northeast Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 5(2): 341-349, 2010.

CRAWFORD, E., 1997. Arrhenius'1896 Model of Greenhouse effect in context. *Ambio*, 26 (1): 6-11.

CREED, J.C. **Perturbações em comunidades biológicas** In: Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Sluys, M.V. & Alves, M.A.S. *Biologia da Conservação: Essências*. Editora Rima, 183-210p., 2006.

CREED, J.C.; OLIVEIRA, A.E.S., 2007. Uma metodologia e análise de impactos ambientais. In: Creed, J.C.; Pires, D.O. & Figueiredo, M.A.O. (Eds.), **Biodiversidade marinha da baía da Ilha Grande**. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas - Departamento de Conservação da Biodiversidade. Biodiversidade 23. Brasília. 349-377 pp.

D`ANTONIO, C. M. The role of sand in domination of hard substrata by the intertidal alga *Rhodomela larix*. **Marine Ecology Progress Series**. 27, 263-275, 1986.

DA GAMA, B.A. P.; PEREIRA, R. C.; COUTINHO, R. A bioincrustação marinha. (In) Pereira, R.C. e Soares-Gomes, A. **Biologia Marinha**. Editora Interciência. 299-318., 2009.

DONNELLY, A.; JONES, M.; O'MAHONY, T. e BYRNE, G. Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, 27: 161–175, 2007.

DE REVIERS, B. **Biologia e filogenia das algas**. Porto Alegre: Artmed. 2006. 280p.

DE WREED, R.E. Phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. **Phycologia**. 15: 175-183, 1976.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/cartas.html>. 1997. Acesso em: 05 março 2011.

DIAS, G. T.M. Granulados Bioclásticos – Algas calcárias. **Brazilian Journal of Geophysics**, 18(3), 2000.

DIAS, P.F.; SIQUEIRA JR., J. M.; VENDRUSCOLO, L. F.; NEIVA, T. J.; GAGLIARDI, A. R.; MARASCHIN, M.; RIBEIRO-DO-, R. M. Antiangiogenic and antitumoral properties of a polysaccharide isolated from the seaweed *Sargassum stenophyllum*. **Cancer Chemotherapy Pharmacology**. 56: 436–446, 2005.

DÍEZ, I.; SECILLA, A.; SANTOLARIA, A.; GOROSTIAGA, J.M.. Phytobenthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient. **Marine Pollution Bulletin**. 38:463-472, 1999.

ECKMAN, J.E., DUGGINS, D. O. e SIDDON, C. E. Current and wave dynamics in the shallow subtidal: implications to the ecology of understory and surface-canopy kelps. **Marine Ecology Progress Series**. 265, 45-56, 2003.

EARLE, S.A. Phaeophyta of the eastern Gulf of Mexico. **Phycologia**, 7: 71-254, 1969.

ESPÍNDOLA, R. P., 2005. **Arraial do Cabo: Levantamento dos impactos causados pela expansão do processo de segunda residência**. Monografia defendida no Programa de Formação Profissional em Ciências Ambientais, UFRJ (Instituto de Biologia e Escola Politécnica. 86p.

ERIKSSON, B. K. E JOHANSSON, G. Sedimentation reduces recruitment success of *Fucus vesiculosus* (Phaeophyceae) in Baltic Sea. **European Journal Phycology**. 38, 217-222, 2003.

FAO, 2005. **Review of the state of world marine fishery resources**. Food and Agriculture Organization, Rome, 235 p.

FAVERI, C.; SCHERNER, F.; FARIAS, J.; OLIVEIRA, E. C. e HORTA, P. A. Temporal changes in the seaweed flora in Southern Brazil and its potential causes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 5(2): 350-357, 2010.

FELDMANN, J. Les types biologiques des d'algues marines benthiques. **Bulletin de la Société Botanique de France e Memoires**: 45-60, 1966.

FERREIRA, C.E.L; GONÇALVES, J.E.A.; COUTINHO, R.; PERET, A.C. Herbivory by the damselfish *Stergastes fucus* (Cuvier, 1830) in a tropical rocky shore: effects on the benthic community. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 229, 241-264, 1998.

FIELDS, P. A., GRAHAM, J. B.; ROSENBLATT, R. J.; SOMERO, G. N. Effects of expected global climate change on marine faunas. **Trends in Ecology and Evolution**. 8:361– 367, 1993.

FIGUEIREDO, M. A. DE O.; KAIN (JONES), J. M. e NORTON, T. A. Settlement and survival of epiphytes on two intertidal crustose coralline algae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 213, 247-260, 1997.

FIGUEIREDO, M. A. DE O.; KAIN (JONES), J. M. e NORTON, T. A. Responses of crustose corallines to epiphyte and canopy cover. **Journal of Phycology** 36, 17-24, 2000.

FIGUEIREDO, M.A.O. e TÂMEGA, F.T.S. Macroalgas Marinhas. In: Creed, J.C.; Pires, D.O. & Figueiredo, M.A.O. (Eds.), **Biodiversidade marinha da baía da Ilha Grande**. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas - Departamento de Conservação da Biodiversidade. Biodiversidade 23. Brasília. 153-180 pp., 2007.

FINDLAY, H. S.; KENDALL, M. A.; SPICER, J. I.; TURLEY, C.; WIDDICOMBE, S. NOVEL. microcosm system for investigating the effects of elevated carbon dioxide and temperature on intertidal organisms. **Aquatic Biology**. 3: 51–62, 2008.

FONSECA, A. C.. **Estudos sucessionais em uma comunidade dominada por *Sargassum furcatum* Kützing, na região de Búzios, RJ.** 185f. Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha) - Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 1998.

FONSECA-KRUEL, V. S.; PEIXOTO, A. L.; ARAUJO, D. S. D.; FARNEY, C. C. S.; SILVA, W. L.; FERREIRA, A. J. , 2006. **Plantas úteis da restinga:** O saber dos pescadores artesanais de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 42p.

FLATEN; G. R.; BOTNEN, H.; GRUNG, B. e KVALHEIM, O. M. Quantifying disturbances in benthic communities—comparison of the community disturbance index (CDI) to other multivariate methods. **Ecological Indicators**, 7: 254–276, 2007.

GILLESPIE, R.D.; CRITCHLEY, A.T., 1999. Phenology of *Sargassum* spp. (Sargassaceae, Phaeophyta) from Reunion Rocks, Kwazulu, Natal, South Africa. **Hydrobiologia**, 399: 201-210.

GODOY, E.A.S.; COUTINHO, R. Can artificial beds of plastic mimics compensate for seasonal absence of natural beds of *Sargassum furcatum*? **ICES Journal of Marine Science**. 59: 111-115, 2002.

GHILARDI, N. P.; HAYASHI, L.; BERCHEZ, F.; YOKOGA, N. S.; OLIVEIRA E. C. An alternative environmental monitoring approach for nonindigenous species introduced for maricultural purple: the case of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) cultivation in Brazil. **Oecologia brasiliensis**, v.12, n.2, p. 270-274, 2008.

GUIMARAENS, M. A.; COUTINHO, R. Spatial and temporal variation of benthic marine algae at the Cabo Frio upwelling region, Rio de Janeiro, Brazil. **Aquatic Botany**, 52: 283-299, 1996.

HANISAK, M.D.; SAMUEL, M.A. Growth rates in culture of several species of *Sargassum* from Florida, USA. **Hydrobiologia**, 151/152: 399-404, 1987.

HARARI, J.; CAMARGO, R.; ALMEIDA, E. G. Como o mar pode mover o mundo. Oceanos: Origens, transformações, e o futuro. **Scientific American**. 32-39, 2009.

HARLEY, C. D. G.; HUGHES, A. R.; HULTGREN, K. M.; MINER, B. G.; SORTE, C. J. B.; THORNER, C. S.; RODRIGUEZ, L. F.; TOMANEK L.; WILLIAMS, L. S. The impacts of climate change in coastal marine systems. **Ecology Letters**, 9: 228–241, 2006.

HORTA, P.A. **Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia**. 2000. (Tese de Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2000.

HUTCHINSON, N.; WILLIAMS, G. A. Disturbance and subsequent recovery of mid-shore assemblages on seasonal, tropical, rocky shores. **Marine Ecology Progress Series**. 249: 25–38, 2003.

IBAMA <http://www.ibama.gov.br/resex/arraial/arraial.htm>, (acessado em: 09 jun. 2011).

IBGE <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> (acessado em: 09 mai. 2011)

INEA. <http://www.inea.rj.gov.br/index/index.asp> (acessado em: nov. 2011).

INEA. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Resolução Conama nº 274/2000.

INEA. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Resolução CONAMA no 001/86, art. 1º.

INDERMUEHLE, A.; STOCKER, T. F.; JOOS, F.; FISCHER, H.; SMITH, H. J.; WAHLEN, M.; DECK, B.; MASTROIANNI, D.; TSCHUMI, J.; BLUNIER, T.; MEYER R.; STAUFFER, B.. Holocene carbon-cycle dynamics based on CO<sub>2</sub> trapped in ice at Taylor Dome, Antarctica. **Nature**. 398: 121- 126,1999.

IPCC, 2007. The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Vol. 1. Intergovernmental panel on climate change, Geneva, Switzerland.

JONES, C.G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos**, 69: 373-386, 1994.

JONES, C.G.; LAWTON, J. H. & SHACHAK, M. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. **Ecology**. 78(7): 1946-1957, 1997.

Kendrick, G. A. Recruitment of coralline crusts and filamentous turf algae in the Galapagos archipelago: effect of simulated scour, erosion and accretion. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 147: 47-63, 1991.

KENDRICK, G.A. Effects of propagule settlement density and adult canopy on survival of recruits of *Sargassum* spp. (Sargassaceae: Phaeophyta). **Marine Ecology Progress Series**. 103: 129-140, 1994a.

KENDRICK, G.A. Role of recruitment in structuring beds of *Sargassum* spp. (Phaeophyta) at Rottnest Island, western Australia. **Journal of Phycology**. 30: 200-208, 1994b.

KENNELLY, S. J. Effects of kelp canopies on understory species due to shade and scour. **Marine Ecology Progress Series**, 50, 215-224, 1989

KIIRIKKI, M. Experimental evidence that *Fucus vesiculosus* (Phaeophyta) controls filamentous algae by means of the whiplash effect. **European Journal of Phycology**. 31, 61-66, 1996.

KUKLA, G.; GAVIN, J., Milankovitch climate reinforcements. **Global and Planetary Change** 40: 27-48, 2004.

LEE, R. E.. **Phycology**. Cambridge University Press, 581p, 2008.

LOURENÇO, S. DE O.; MARQUES JÚNIOR, A.N., 2002. Produção primária marinha. In: Crespo, R.P. & Soares-Gomes, A. (Eds), **Biologia marinha**. Editora Interciência. 196-227.

LU, S.; YARISH, C. Interaction of photoperiod and temperature in the development of conchocelis of *Porphyra purpurea* (Rhodophyta: Bangiales). **Journal of Applied Phycology**. 23:89-96, 2011.

MACHADO, A. A.; CALLIARI, L. J.; MELO, E.; KLEIN, A. H. F. Historical assessment of extreme coastal sea state conditions in southern Brazil and their relation to erosion episodes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 5(2): 277-286, 2010.

MACMANUS, J. W.; POLSENBERG, J. F. Coral-algal phase shifts on coral reefs: ecological and environmental aspects. **Progress in Oceanography**. 60, 263-279, 2004.

MANN, K.H.. Seaweeds: Their productivity and strategy for growth. **Science**, v. 182, 975-981; 1973.

MARINHO-SORIANO, E.; MORALES, C.; MOREIRA, W.S.C. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) in shrimp Pound effluents in Brasil. **Aquaculture Research**, n.33, p.1081-1086, 2002.

MENGE, B. A.; CHAN, F.; DUDAS, S.; EERKES-MEDRANO, D.; GRORUD-COLVERT, K.; HEIMAN, K.; HESSING-LEWIS, M; ILES, A.; MILSTON-CLEMENTS, R.; NOBLE, M.; PAGE-ALBINS, K.; RICHMOND, E.; RILOV, G.; ROSE, J.; TYBURCZY, J.; VINUEZA, L.; ZARNETSKE, P. Terrestrial ecologists ignore aquatic literature: Asymmetry in citation breadth in ecological publications and implications for generality and progress in ecology. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 377: 93–100, 2009.

MMA - Ministério do Meio Ambiente (2008) – **Projeto Orla**. Brasília. MMA-MPO, Brasília D.F., Brasil. <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=11> (Acessado em Agosto de 2011).

MS, MCT – Ministério da Saúde e Ministério de Ciência e Tecnologia 2011. Caracterização do Estado da arte em biotecnologia marinha no Brasil. <http://www.mar.mil.br/sercim> (Acessado em: 05 set. 2011).

MUEHE, D. Brazilian coastal vulnerability to climate change. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 5(2): 173-183, 2010.

MUNIZ, E.B., A.M.V. ARRUDA, E.J. FASSANI, A.S. TEIXEIRA; E.S. PEREIRA. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Caatinga**, 20: 5-14, 2007.

MUNIZ, R.A; GONÇALVES, J.E.A.; SZÉCHY, M.T.M. Variação temporal de macroalgas epífitas em *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) da Praia, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**. 58, 13-24, 2003.

MUNIZ, R. A. **Efeitos do dossel de *Sargassum vulgare* (Ochrophyta – Fucales) em duas comunidades na Baía da Ilha Grande, RJ.** Tese (Doutorado em Botânica). 159p. 2008. Escola Nacional de Botânica Tropical – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

NASSAR, C.A.G.; LAVRADO, H.P. & YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Effects of iron-ore particles on propagule release, growth and photosynthetic performance of *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales). **Revista Brasileira de Botânica**. 25(4):459-468, 2002.

NASSAR, C.A.G., SALGADO, L.T.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; AMADO FILHO, G. M. The effect of iron-ore particles on the metal content of the brown alga *Padina gymnospora* (Espírito Santo Bay, Brazil). **Environmental Pollution**. 123: 301–305, 2003.

NASSAR; C.A.G.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Iron ore particles on four seaweed species from Cambruri beach (Espírito Santo State, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**. 54(2/3):155-159, 2006.

NICOLODI, J. L. e PETERMANN, R. M.. Potential vulnerability of the Brazilian coastal zone in its environmental, social, and technological aspects. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 5(2): 184-204, 2010.

NORRIS, R.H. Biological monitoring: the dilemma of data analysis. **Journal of the North American Benthological Society**. 14: 440-450, 1995.

NORTON, T.A. The growth and development of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 26: 41-53, 1977a.

NORTON, T.A. Ecological experiments with *Sargassum muticum*. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 57: 33-43, 1977b.

OCCHIPINTI-AMBROGI, A. Global change and marine communities: Alien species and climate change. **Marine Pollution Bulletin**. 55: 342–352, 2007.

OLIVEIRA, E. C. Macro-algas Marinhas da Costa Brasileira: estado do conhecimento, uso e conservação biológica. In: ARAUJO, E. L. et al. **Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002, p. 122-126.

PAIXÃO, S. V.; SOUSA JÚNIOR, S. B. ESTUDO DE HIDROGRAFIA NA ENSEADA DE ARRAIAL DO CABO DURANTE OCORRÊNCIA DE LANÇAMENTO DE ESGOTO NA PRAIA DOS ANJOS. **V Simpósio Brasileiro de Oceanografia**. Oceanografia e Políticas Públicas, Santos, SP, Brasil, 2011

PAULA, E. J.; ESTON V. R. Are there other *Sargassum* species potentially as invasive as *S. muticum*? **Botanica Marina**, 30(5), 405-410, 1987.

PAULA, E.J. Gênero *Sargassum* C. Ag.(Phaeophyta-Fucales) no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, 10: 65-118, 1988.

PAULA, E.J. Influência da temperatura, luz e salinidade no crescimento de plântulas de *Sargassum cymosum* C. Agardh var. *cymosum* (Phaeophyta-Fucales). **Revista Brasileira de Botânica**. 17: 53-60, 1994.

PEDRINI, A. de G. **Macroalgas – uma introdução à taxonomia**. Série Flora Marinha do Brasil. V.1. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 124p.

PEREIRA, S.M.B.; RIBEIRO, F.A.; BANDEIRA-PEDROSA, M.E. Algas Pluricelulares do Infralitoral da Praia de Gaibú (Pernambuco-Brasil). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, 5(2):951-953, 2007. <http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/782/670> Acesso em 29.01.2011.

PEREIRA; H.S.; LEÃO-FERREIRA, L.R.; MOUSSATCHÉ, N.; TEIXEIRA, V.L.; CAVALCANTI, D.N.; COSTA, L.J.; DIAZ, R. e FRUGULHETTI, I.C.P.P. Antiviral activity of diterpenes isolated from the Brazilian marine alga *Dictyota menstrualis* against human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1). **Antiviral Research**, 64: 69–76, 2004.

PETIT, J. R.; JOUZEL J.; RAYNAUD, D.; BARKOV, N. I.; BARNOLA, J.M.; BASILE, I.; BENDER, M.; CHAPPELLAZ, J.; DAVISK, M.; DELAYGUE, G.; DELMOTTE, M.; KOTLYAKOV, V. M. ; LEGRAND, M.; LIPENKOV, V. Y.; LORIUS, C.; PE´ PIN, L.; RITZ, C.; SALTZMANK E. & STIEVENARD. M. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. **Nature**. 399: 429-436, 1999.

PINTO, E. Biocombustíveis a partir de macroalgas: uma visão global. Terceiro Workshop da REDEALGAS biodiversidade, aplicação tecnológica e sustentabilidade Paty do Alferes, RJ, 2011, p30.

PRADO, S.M. **Da anchova ao salário mínimo: Uma etnografia sobre injunções de mudança social em Arraial do Cabo, RJ**. Niterói: Eduff, 2002.

RAMOS, R; VINATEA, L; ANDREATTA, E. R. e COSTA. Tratamento de efluentes de tanques de criação de *Litopenaeus vannamei* por sedimentação e absorção de nutrientes pela macroalga *Ulva fasciata*. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**. 34(3): 345 – 353, 2008.

ROUGHGARDEN, J; IWASA, Y; BAXTER, C. Demographic theory of an open marine population with space-limited recruitment. **Ecology**, 66(1): 54-67, 1985.

REZENDE, C. E. O desafio na produção do conhecimento científico e abordagens ambientais sobre a exploração de petróleo em regiões marinhas. **Terceiro Congresso Brasileiro de Biologia Marinha**. Natal, RN. 152-156, 2011.

ROBBINS, P; HINTZ J.; MOORE, S. A., 2010. **Environment and society. A critical introduction to geography**. Winley-Blackwell. 295p.

ROBERTS, D.A.; JOHNSTON, E. L.; POORE, A. G.B. Biomonitoring and the assessment of ecological impacts: Distribution of herbivorous epifauna in contaminated macroalgal beds. **Environmental Pollution**, 156: 489 -503, 2008.

SÁ, A. D. F. **MACROALGAS BENTÔNICAS DA BAÍA DO ESPÍRITO SANTO E ADJACÊNCIAS: DISTRIBUIÇÃO, CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS E INFLUÊNCIA DO MINÉRIO DE FERRO PARTICULADO**. 2011. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Escola Politécnica - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

SAVI, D. C., 2007. Erosão e acreção costeira na enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ. **Revista Brasileira de Geofísica**. 25(1): 91-99, 2007.

SCHIEL, D. R.; STEINBECK, J. R.; FOSTER, M. S. Ten years of induced ocean warming causes comprehensive changes in marine benthic communities. **Ecology**. 85(7), 1833–1839, 2004.

SILVA, A. L. C.; SILVA, M. A. M. e SANTOS, C. L.. Morfodinâmica e a estabilidade da praia de Piratininga, Niterói (RJ). **Revista Brasileira de Geociências** 39(4): 685-694, 2009.

SILVA, P. P. From common property to co-management: lessons from Brazil's first maritime extractive reserve. **Marine Policy**. 28: 419–428, 2004.

SILVA, J. S. V. e SOUZA, R. C. C L. **Água de lastro e bioinvasão**. Editora Interciência. 158-172, 2004.

SMIT, A.J. Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: A review. **Journal of Applied Phycology**. 16: 245–262, 2004.

SOUZA, C. R. G. A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. 9(1):17-37, 2009.

STENECK, R.S.; DETHIER, M.N. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. **Oikos**, 69, 476-498, 1994.

SZÉCHY, M.T.M.; PAULA, E.J. Macroalgas epífitas em *Sargassum* (Phaeophyta-Fucales) do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. **Leandra**. 12: 1-10, 1997.

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**. 23(2), 121-132, 2000.

SZÉCHY, M.T.M.; VELOSO, V.G. & PAULA, E.J. Brachyura (Decapoda, Crustacea) of phytobentic communities of the sublittoral region of rocky shores of Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil. **Tropical Ecology**. 42: 231–241, 2001

SZÉCHY, M.T.M.; GALLIEZ, M.; MARCONI, M.I. Quantitative variables applied to phenological studies of *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae – Fucales) from Ilha Grande Bay, State of Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, 29, 27-37, 2006.

SZÉCHY, M.T.M.; SÁ A, D. F. Variação sazonal do epifitismo por macroalgas em uma população de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae – Fucales) da Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**. 12(2): 291-298, 2008.

STEWART, J. G. Establishment, persistence and dominance of *Corallina* (Rhodophyta) in algal turf. **Journal of Phycology**. 25, 436-446, 1989.

TAOUIL, A.; YONESHIGUE – VALENTIN, Y. Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). **Revista Brasileira de Botânica**. 25(4): 405-412, 2002.

TANAKA, M.O.; LEITE, F.P.P.. Spatial scaling in the distribution of macrofauna associated with *Sargassum stenophyllum* (Mertens) Martius: analyses of faunal groups, gamarid life

habitats, and assemblage structure. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 293:1-22, 2003

TEIXEIRA, V.L.; PEREIRA, R.C.; JÚNIOR, A.N.M., LEITÃO FILHO, C.M. & SILVA, C.A.R. Seasonal variations. In Infralitoral seaweed communities under a pollution gradient in Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Brazil). **Ciência e Cultura**, 39: 423-428, 1987.

TOOHEY, B.; KENDRICK, G. A.; WERNBERG, T.; PHILLIPS J. C.; MALKIN, S. e PRINCE, J. The effects of light and thallus scour from canopy on an associated foliose algal assemblage: the importance of photoacclimation. **Marine Biology**, 144, 1019 – 1027, 2004

UMAR M. J.; MCCOOK, L. J.; PRICE, I. R. Effects of sediment deposition on the seaweed *Sargassum* on a fringing coral reef. **Coral Reefs**. 17: 169-177, 1998.

U.S. Census Bureau. 2004. <http://www.census.gov/prod/www/abs/p25.html> (acessado em: 8 de jan. 2011)

VASCONCELOS, M.T.S.D.; LEAL, M.F.C. Seasonal variability in the kinetics of Cu, Pb, Cd and Hg accumulation by macroalgae. **Marine Chemistry**, 74:65-85, 2001.

VALENTIN, J.L. Analyse des paramètres hydrobiologiques dans remontée de Cabo Frio, Brésil. **Marine Biology**. 82: 259-276, 1984.

VALENTIN, J.L. 2000. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 117p.

VAN DER OOST R. BEYER, J.; VERMEULEN N.P.E. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology** 13:57-149, 2003.

VELOSO, A. P. A.; SZÉCHY, M.T.M.. Variações espaciais e temporais no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da macroalga *Sargassum* C. Agardh (Fucales, Phaeophyceae) – síntese do conhecimento. **Oecologia Brasiliensis**. 12 (2): 275-290, 2008.

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

YONESHIGUE, Y. Taxonomie et ecologie dês algues marines dans la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brésil (Docteur d'État Sciences, Université d'Àix, Marseille, 1985.

YOSHIDA, G.; MURASE, N. e TERAWAKI, T. 1999. Comparisons of germling growth abilities under various culture conditions among two *Sargassum horneri* populations and *S. filicinum* in Hiroshima Bay. **Bulletin of Fisheries and Environment of Inland Sea**,1: 45-54.

ZAR, J. H. 1984. **Bioestatistical analysis**. 2<sup>nd</sup> ed. Prentice-Hall International, London, 718pp.