



Programa Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica)  
Quinta da Boa Vista s/nº  
São Cristóvão – Rio de Janeiro – RJ  
20.940-040

# **Estrutura de comunidades de costões rochosos de Angra dos Reis, Baía da Ilha Grande e sua relação com a qualidade da água**

**Rodrigo dos Santos Diaz**

Projeto de Dissertação apresentado à disciplina Projetos 2012.2, do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Botânica, do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ.

**Orientadora:** Dra. Maria Teresa Menezes de Széchy

**Coorientador:** Dr. Rodolfo Paranhos

Rio de Janeiro

2012

## Sumário

1. Introdução.....	3
1.1 Estado da arte.....	3
1.2 Justificativa .....	3
1.3 Fundamentação teórica .....	4
1.4 Hipóteses.....	7
1.5 Objetivo .....	8
1.5.1 Objetivos específicos.....	8
2 Metodologia .....	8
2.1 Obtenção de dados .....	8
2.2 Trabalho de laboratório.....	13
2.2.1 Dados biológicos .....	13
2.2.2 Dados abióticos .....	14
2.3 Tratamento dos dados.....	15
3 Resultados esperados.....	15
Referências bibliográficas.....	16
5 Cronograma de Execução .....	19
6 Previsão de custos .....	19

## 1. Introdução

### 1.1 Estado da arte

Dentre os estudos realizados nos ecossistemas da Baía da Ilha Grande (BIG), destaca-se CREED *et al.* (2007), que fez o levantamento de diferentes grupos de organismos do bento de fundos consolidados e inconsolidados, incluindo as macroalgas. Neste estudo, as amostragens foram realizadas em 43 locais, no verão e no inverno.

No que diz respeito às macroalgas, uma listagem dos estudos realizados para a área é fornecida por SZÉCHY & NASSAR (2005). No entanto, nenhum desses trabalhos foi realizado nas proximidades da cidade de Angra dos Reis.

### 1.2 Justificativa

A BIG apresenta extensa área ocupada por costões rochosos, tanto no continente como ao redor de suas ilhas. Nestes costões rochosos, quando não submetidos ao aporte de água doce, nem ao sombreamento, as macroalgas são os componentes dominantes, particularmente na região sublitorânea rasa, onde bancos de *Sargassum* são comuns, mostrando-se mais exuberantes no verão (FALCÃO & SZÉCHY 2005; SZÉCHY *et al.* 2006)

A BIG constitui um santuário de vida marinha singular, sendo considerada de extrema importância para a conservação da biodiversidade brasileira. Por causa de sua beleza cênica, a região cresceu como pólo turístico seguido de urbanização desorganizada, o que corresponde à séria ameaça aos ecossistemas costeiros, principalmente devido à poluição orgânica (CREED *et al.* 2007). Apesar da reconhecida importância ecológica dos ecossistemas costeiros da BIG, o monitoramento continuado da biodiversidade marinha não é realizado. Apenas o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), como órgão público, monitora a qualidade da água, fazendo testes mensais de balneabilidade em praias da região. Embora os testes mostrem que 70% das praias são consideradas impróprias para o banho, 81% do total de esgoto produzido na região continuam sendo lançados diretamente no mar (DIÁRIO DO VALE 2012).

Tendo em vista a grande importância das algas como bioindicadores, sendo estas o principal elemento biológico usado em vários países do mundo para avaliar a qualidade da água, o presente estudo pretende criar subsídios para a criação de um índice biológico com base nas macroalgas de costões rochosos da BIG, que poderá ser usado no monitoramento ambiental e em ações de conservação da área. Desta forma, este estudo contribuirá para o conhecimento do “status” ambiental de praias do município de Angra dos Reis.

Levando em consideração a realidade social, política, econômica e ambiental da região, faz-se necessária a criação de um meio alternativo para avaliação da qualidade ambiental, de modo direto e imediato. O uso de um índice biológico, além de barato, poderá ser transmitido para a população usuária das praias, mediante sua inserção em programas de educação ambiental.

Muitos dos estudos pretéritos que relacionam a estrutura de comunidades de costões rochosos à eutrofização o fazem de maneira indireta, sem considerar dados sobre a concentração de nutrientes da água do mar, o que pode levar a interpretações ambíguas. Além disso, muitos estudos foram realizados em locais muito próximos à saída de esgoto, provavelmente locais hipertróficos, onde características da própria água, como odor desagradável e turbidez indicam que estão poluídas, não sendo necessárias medidas para tanto.

### **1.3 Fundamentação teórica**

Os costões rochosos são um dos ecossistemas marinhos mais produtivos do planeta e, por outro lado, os que mais sofrem interferências de atividades humanas (PEDRINI 2010; COUTINHO & ZALMON 2007; CREED *et al.* 2007). Nestes ecossistemas, geralmente as macroalgas são os componentes dominantes. Por serem sésseis, as macroalgas tendem a integrar efeitos de distúrbios em longo prazo, sendo consideradas ótimas bioindicadoras de alterações em águas costeiras marinhas, causadas por poluição (DIÉZ *et al.* 1999).

Ecossistemas aquáticos podem ser descritos usando termos que se referem à disponibilidade de nutrientes limitantes ao aumento da produção primária. De acordo com SMITH (1998), águas costeiras marinhas podem ser classificadas de acordo as magnitudes relativas de seus aportes de nutrientes, considerando a concentração de

nitrogênio total e fósforo total, como também a concentração de clorofila *a* e transparência da água, como oligotróficos, mesotróficos, eutróficos e hipertróficos, correspondendo a sistemas com pouca, intermediária, muita e excessiva disponibilidade de nutrientes (SMITH 1996) (Tabela 1). A eutrofização, processo pelo qual um determinado sistema fica cada vez mais eutrófico, a partir do abastecimento crescente de nutrientes, é um dos fatores que mais contribuem para a diminuição da biodiversidade marinha, constituindo um problema crescente no mundo todo, principalmente devido ao lançamento de esgotos não tratados em áreas costeiras (SCHRAMM & NIENHUIS 1996; SMITH 1998; ARÉVALOS & BALLESTEROS 2007).

O aumento do volume de esgotos domésticos lançados no mar pode ser relacionado ao grau de urbanização da área costeira (MARTINS *et al.* 2012; SHERNER *et al.* 2012).

Tabela 1: Valores médios dos quatro estados tróficos de águas costeiras marinhas

Estado trófico	NT (mg m <sup>-3</sup> )	FT (mg m <sup>-3</sup> )	Clo <i>a</i> (mg m <sup>-3</sup> )	DS (m)
Oligotrófico	<260	<10	>1	>6
Mesotrófico	260-350	10-30	1-3	3-6
Eutrófico	350-400	30-40	3-5	1,5-3
Hypertrófico	>400	>40	>5	1,5

Tabela adaptada de Smith (1998). NT= nitrogênio total; FT= fósforo total; Clo *a*; DS= transparência por disco de Secchi.

MARTINS *et al.* (2012) compararam a estrutura de comunidades e composição de espécies de macroalgas do sublitoral de costões rochosos de quatro municípios do litoral sudeste do Brasil. Em cada município foram selecionadas duas praias, sendo uma próxima à urbanização e outra distante, selecionadas com base no padrão de densidade de ocupação humana e imagens de satélite de alta resolução. Os autores verificaram que o número de espécies de macroalgas e biodiversidade foram maiores em locais com pouca ou nenhuma urbanização, assim como a ocorrência de Rhodophyta. Por outro lado, nos locais urbanizados houve maior ocorrência de algas oportunistas.

Na Califórnia (USA), LITTLER & MURRAY (1975) compararam locais com baixo volume de esgotos domésticos com locais controles, mostrando diferenças na cobertura, frequência e diversidade de macroalgas. Na Espanha, diversas alterações na estrutura de

comunidades de costão rochoso foram relacionadas aos efeitos de resíduos industriais e domésticos (GOROSTIAGA & DIÉZ 1996, DIÉZ *et al.* 1999). Na costa sudeste do Brasil, TAOUIL & YONESHIGUE-VALENTIN (2002), para uma praia da Baía de Guanabara (RJ), e OLIVEIRA FILHO & QI (2003), para a Baía de Santos (SP), descrevem alterações na diversidade de macroalgas, ao comparar inventários florísticos realizados com intervalos de 30 a 40 anos.

Estudos da estrutura de comunidades de costões rochosos, como os exemplificados acima, constataram que a eutrofização levou ao desaparecimento de algumas espécies de macroalgas, principalmente as pardas, como *Sargassum* C. Agardh e outros representantes da ordem Fucales, enquanto que as algas de tipo morfológico mais simples, como *Ulva* Linnaeus, foram as dominantes em locais com este tipo de impacto.

As concentrações de nutrientes podem interferir no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de *Sargassum*, influenciando a estrutura das populações. Nesse contexto, LAIPOINTE (1986) avaliou o crescimento médio de populações de *S. natans* Gaillon e *S. fluitans* Børgesen, do mar de sargasso da Flórida e a importância relativa do nitrogênio e fósforo. O autor verificou que o fósforo pode ser o nutriente primário limitante no crescimento e produtividade das plantas estudadas. ESPINOZA & RODRIGUEZ (1987), ao estudarem a fenologia de *S. sinicola* Setchell et Gardner, no Golfo do México, observaram maior altura das plantas no período de menor concentração de nitrato, indicando uma relação inversa. Em estudo em laboratório, DIAZ-DIAZ-PULIDO & Mc COOK (2005) testaram o efeito do aumento de nutrientes no desenvolvimento de *S. siliquosum* J. Agardh e verificaram que tanto as biomassas das estruturas vegetativas e reprodutivas, como o número de receptáculos por ramo, foram menores em plantas submetidas a maiores quantidades de nutrientes.

Índices são comumente usados para medir efeitos de poluição no ambiente marinho. De um modo geral, esses índices buscam avaliar o “status” ecológico do ambiente através de variáveis biológicas e/ou físico-químicas da água do mar. Principalmente em países desenvolvidos, onde a política de uso das águas é bem estabelecida, há um forte investimento em estudos com índices biológicos, para os quais as macroalgas são elemento-chave (GARCIA-SANCHEZ *et al.* 2012).

Diversos desses índices foram criados por pesquisadores vinculados a “Water Framework Directive”, da Europa, como o “Ecological Evaluation Index” (EEI) (ORFANIDIS *et al.* 2001) (ORFANIDIS *et al.* 2003), que se baseia na cobertura de macroalgas e

distinção entre grupos morfofuncionais (macrófitas corticadas e coriáceas, espécies de estágio sucessional avançado, e filamentosa e foliácea (espécies oportunistas anuais); “Quality of Rocky Bottoms” (CFR) (JUANES *et al.* 2008), que se baseia na riqueza de populações de macroalgas características, sua cobertura total, presença de espécies oportunistas e condições fisiológicas de toda comunidade; “Expect Macrophyte Quality Index” (E-MaQI) (SFRISO *et al.* 2009) (SFRISO & FACCA 2011), que se baseia na presença e ausência de espécies associadas a uma pontuação (0= tolerante, 1= indiferente, 2, sensível); e o BENTHOS índice (PINEDO *et al.* 2007), que se baseia na relação entre a composição de comunidades de costões rochosos e variáveis ambientais (grau de exposição da costa, tipo e natureza do substrato amostrado, orientação do local de estudo, distância das cidades) biológicas (cobertura de macroalgas e macroinvertebrados) e química e microbiológicos (nitrito, nitrato, amônia, fosfato, silicato, coliforme fecal total e *Streptococcus*), indicando impactos antropogênicos elevados. Paralelamente ao emprego de índices biológicos, programas de monitoramento usam medições diretas de compostos químicos da água, que expressam o grau de eutrofização (DELVIN *et al.* 2007).

A literatura aponta divergências entre os autores quanto às vantagens e desvantagens das diferentes estratégias, ou seja, medidas diretas da eutrofização e medidas indiretas, através da avaliação das mudanças nas comunidades marinhas (PINEDO *et al.* 2007). Neste contexto, ressalta-se a importância de adequação dos índices ao ecossistema e ao tipo de impacto a serem avaliados.

#### **1.4 Hipóteses**

- Populações de *Sargassum* apresentarão menor desenvolvimento e menor densidade em locais com alta disponibilidade de nitrogênio;
- Menor número de espécies de algas pardas ocorrerá em comunidades de costões rochosos de locais com muita disponibilidade de nutrientes, quando comparadas a locais com menor disponibilidade de nutrientes;
- Maior similaridade quanto à composição de espécies de macroalgas existirá entre comunidades de costões rochosos de locais com muita disponibilidade de nutrientes;

- Comunidades de costões rochosos da região sublitorânea rasa de locais com muita disponibilidade de nutrientes apresentarão maior cobertura de macroalgas de talo simples;

## 1.5 Objetivo

Avaliar o padrão de variação na estrutura de comunidades de costões rochosos do município de Angra dos Reis, Baía da Ilha Grande (BIG) e sua relação com a qualidade da água.

### 1.5.1 Objetivos específicos

- (I) Descrever as comunidades de costões rochosos de diferentes locais com base na composição e número de espécies de algas pardas;
- (II) Descrever a cobertura relativa do estrato superior, incluindo macroalgas e macroinvertebrados;
- (III) Descrever a estrutura de populações de *Sargassum*, com base na densidade, altura, fases de desenvolvimento e estágio reprodutivo;
- (IV) Comparar os locais de coleta quanto às variáveis biológicas;
- (V) Relacionar as variáveis biológicas com variáveis físicas, químicas e bacteriológicas da água do mar;
- (VI) Propor um índice biológico para avaliar a qualidade ambiental.

## 2 Metodologia

### 2.1 Obtenção de dados

Amostragens serão realizadas nas proximidades da cidade de Angra dos Reis, nas Enseadas de Japuíba, Angra dos Reis e Jacuecanga, durante o verão de 2013 (n=3 campanhas) (Figura 1). Foram escolhidos 6 locais, com base nos seguintes critérios: adensamento populacional, estimado pela área urbanizada, visualizada por imagem de



satélite (Google Earth) e presença ou não de tubulações ou valas de escoamento de esgotos domésticos. Um desses locais foi considerado referência em contraponto aos demais, que estão localizados mais próximos de centros de urbanização.



Figura 1: Baía da Ilha Grande, nas proximidades da cidade de Angra dos Reis, e áreas a serem amostradas.

Tabela 2: Locais de coleta selecionados para o estudo.

Enseadas	Locais
Japuiba	Tanguazinho
Angra dos Reis	Ilha do Bonfim
	Costeirinha
	Camorim Grande
Jacuacanga	Machado
	Tartaruga

## 2.1.a Dados biológicos

Dados biológicos serão obtidos para cada local de coleta, uma vez por mês, durante três meses sucessivos (Figura 2)

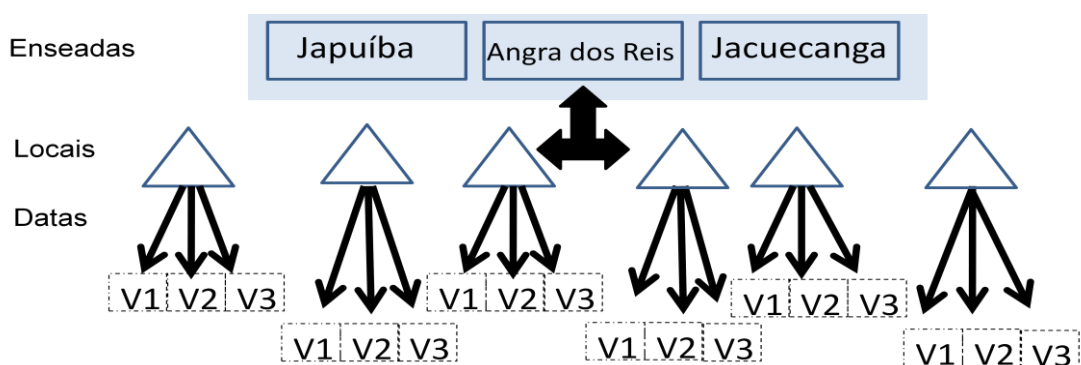


Figura 2: Proposta da estratégia amostral a ser adotada no estudo.

Serão selecionados costões rochosos protegidos do embate direto das ondas, não sombreados, distantes da saída de rios e com substrato rochoso com inclinação inferior a 60 graus. O domínio amostral será delimitado por uma tralha de 25 m de comprimento, disposta paralelamente à linha d'água, entre 1 -2 m de profundidade. Esta tralha terá 50 pontos marcados aleatoriamente ao longo de sua extensão, com pelo menos 10 cm de distância entre os pontos (Figura 3).

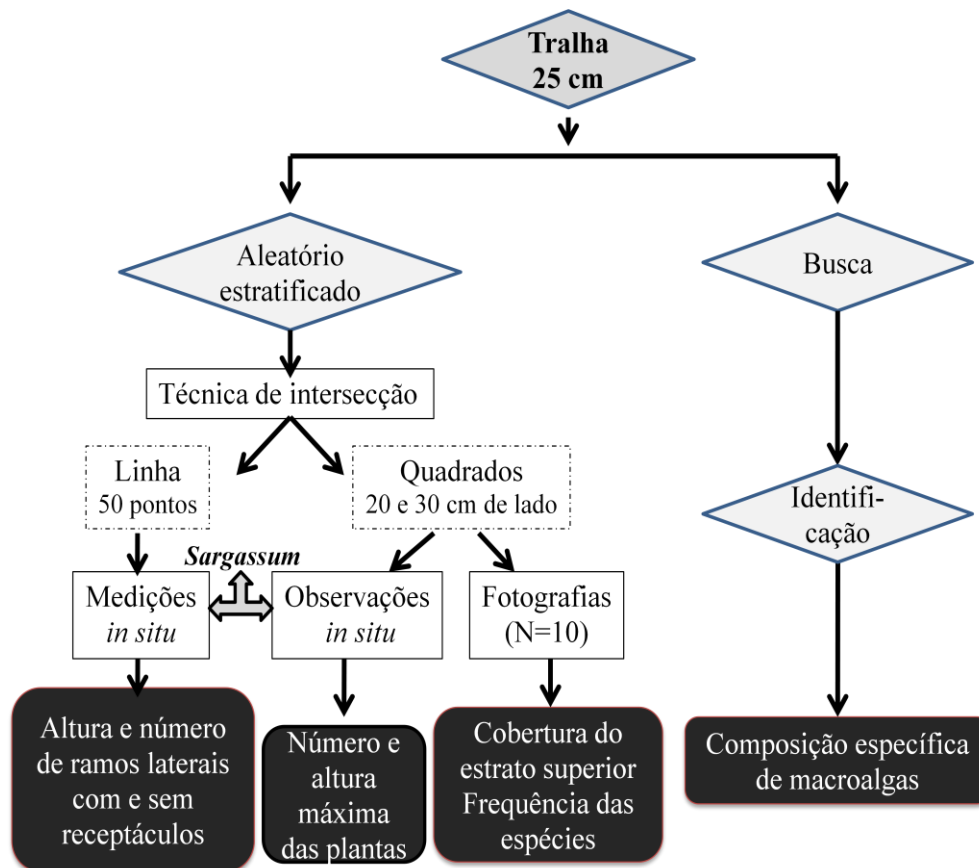


Figura 3: Metodologia para obtenção de dados biológicos, na região sublitorânea rasa de cada local de coleta.

Para o estudo da estrutura das comunidades, será usado método de amostragem não destrutiva, a partir da técnica de fotoquadrados, segundo PRESKITT *et al.* (2004). Os quadrados terão 25 cm de lado ( $n=10$ ). Serão feitas coletas apenas de algas de difícil identificação em campo.

Para o estudo das populações de *Sargassum*, dados serão tomados “in situ”, com base em 50 pontos aleatórios da tralha posicionada a 1-2 m de profundidade, para estimativa das seguintes variáveis: 1) frequência do gênero em cada local, pela leitura de sua presença em 50 pontos; 2) percentagem de plantas em diferentes fases de desenvolvimento, segundo ANG JR. (1985) (recruta, jovem, adulta não fértil, adulta fértil, adulta senescente, adulta regenerando); 3) altura média da população, pela mensuração do comprimento entre o apressório e o ápice do maior ramo de cada planta adulta.

### **2.1.b Dados abióticos**

Em cada local de coleta, dados abióticos serão obtidos com um mês de antecedência em relação à obtenção dos dados biológicos, com frequência quinzenal. Para cada período, as amostragens serão feitas pela manhã e à tarde.

As variáveis físicas e químicas da água do mar avaliadas em campo serão: temperatura superficial e transparência por disco de Secchi (figura 4). Também serão avaliados em campo os indícios de atividades antropogênicas impactantes, seguindo os critérios de CREED *et al.* (2007). Amostras de água serão coletadas entre 40 e 50 cm da superfície, imediatamente armazenadas em caixas térmicas e em seguida congeladas, para posterior análise em laboratório quanto a: amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio total, fosfato, fósforo total, silicato, clorofila *a*, turbidez, material particulado em suspensão e bacterioplâncton, pelos métodos padrão em Oceanografia (PARANHOS 1996, GRASSHOFF *et al.* 1999). Será considerada também a classificação de balneabilidade feita pelo INEA, com base na avaliação de bactérias do gênero *Enterococcus*, para algumas praias do município de Angra dos Reis. Os dados da massa d'água serão usados para estimar o grau de eutrofização dos locais, seguindo SMITH (1998).

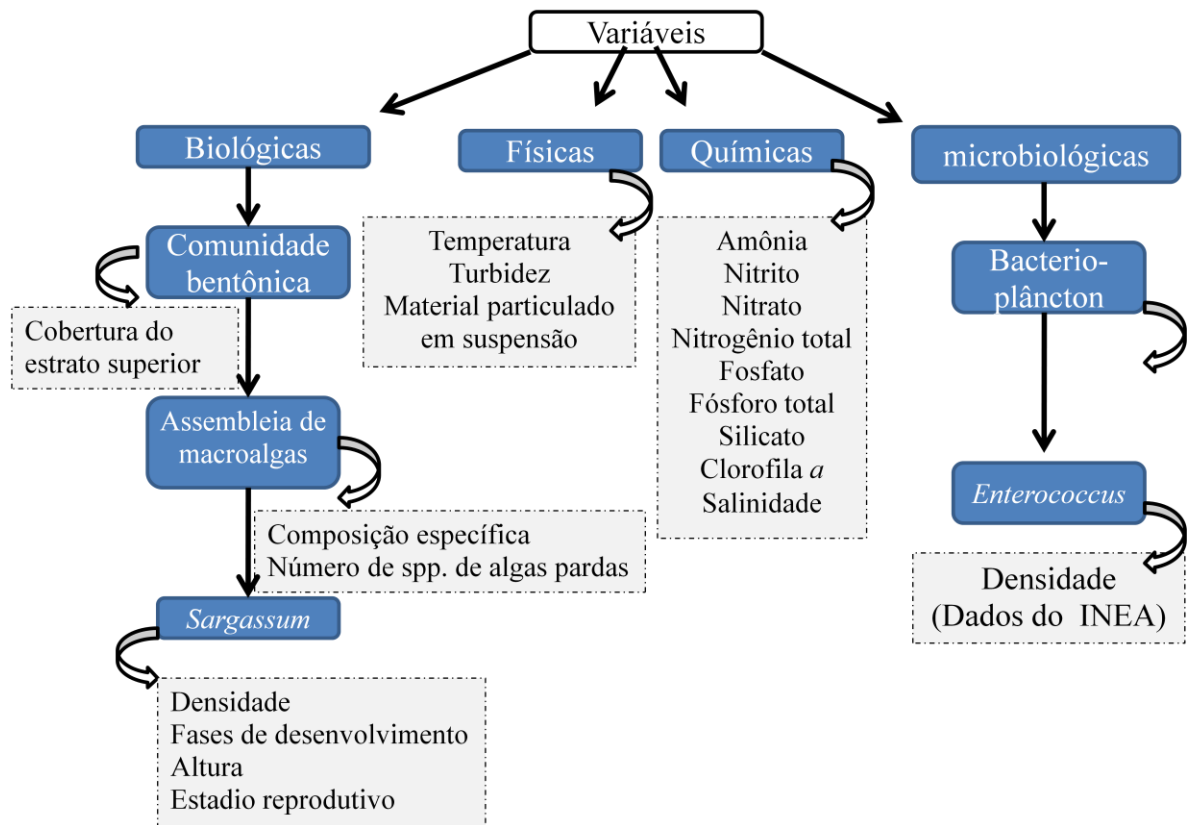


Figura 4: Variáveis biológicas e abióticas a serem avaliadas no estudo dos costões rochosos da Baía da Ilha Grande, município de Angra dos Reis, para caracterização da qualidade da água do mar.

## 2.2 Trabalho de laboratório

### 2.2.1 Dados biológicos

A leitura dos fotoquadrados, com base na técnica de intersecção, para 50 pontos de intersecção aleatórios, será feita através do Programa CPCe (KOHLENER & GILL 2006). Quando a identificação em nível de espécies dos organismos não for possível, o mesmo será identificado ao nível taxonômico possível e/ou com base em classificação morfológica, segundo STENECK & DETHIER (1994).

As macroalgas provenientes das coletas de buscas serão identificadas com base em referências pertinentes a material do litoral do Brasil, tomando-se o cuidado de seguir as devidas atualizações, conforme aponta WYNNE (2011). Será dada ênfase a material com dimensões superiores a 1 cm de altura. Exemplares inteiros e bem preservados serão herborizados para inclusão em herbário.

### 2.2.2 Dados abióticos

Para todos os nutrientes, as amostras serão analisadas em triplicata. O ortofosfato reativo será determinado pelo método fosfomolibídico (Grasshoff *et al.* 1999). O nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3+N-NH_4^+$ , a partir de agora denominado simplesmente de amônia) será determinado pelo método do azul de indofenol (Parsons *et al.* 1984). O nitrito será avaliado pelo método da diazotação (Grasshoff *et al.*, 1999). O nitrato será determinado por redução em coluna de Cd-Cu seguido de diazotação (Grasshoff *et al.* 1999), tendo sido analisado via análise por injeção em fluxo. O silicato será determinado pelo método silicomolibídico (Grasshoff *et al.* 1999). Os métodos colorimétricos serão executados em espectrofotômetro UV-Vis Perkin-Elmer Lambda 20, com duplo feixe ótico e em cubetas de até 10 cm de percurso ótico.

Além dos parâmetros de controle de qualidade analítico internos, o Laboratório de Hidrobiologia da UFRJ participa desde 2003 do "*Programa de Proficiência em Análises Ambientais*", organizado pela Rede Metrológica RS. Toda vidraria volumétrica (balões e pipetas) empregada é material certificado.

A salinidade será determinada por titulação com nitrato de prata através da clorinidade, por argentometria – método de Möhr-Knudsen (Grasshoff *et al.* 1999), e os reagentes calibrados contra Água do Mar Padrão (salinidade 34,997 S) da *Ocean Scientific International Ltd.*

A clorofila *a* será determinada após extração em acetona 90% durante um período de 18 horas a 4 °C. Tanto as medidas, em fluorímetro Turner Designs® TD-700, quanto os cálculos serão baseados nos procedimentos e nas equações descritas por Parsons *et al.* (1984), e a detecção dos métodos será realizada com enfoque em metrologia (Matos 2001; Paiva 2001). Os aparelhos serão calibrados com clorofila *a* pura (Sigma® C-6144) e o limite de detecção para este ensaio será de 0,02  $\mu g.L^{-1}$  (Matos 2001).

### 2.3 Tratamento dos dados

O grau de similaridade entre os diferentes locais, quanto à composição de espécies de macroalgas e quanto à cobertura do estrato superior, bem como a definição de padrões, serão analisados por meio de técnicas de ordenação, como escalonamento multidimensional não paramétrico (nMDS). Os dados de cobertura em percentuais deverão ser transformados. As variáveis biológicas de maior contribuição para explicar a variação dos dados deverão ser indicadas por meio de SIMPER (Programa Primer v.6). Também deverá ser experimentado o tratamento das matrizes multivariadas por meio do PERMANOVA (ANDERSON 2009).

Os dados de cobertura serão usados para a definição de espécies indicadoras, de acordo com o procedimento da análise ISA (Indicator Species Analysis), do programa Statistica

A comparação das variáveis biológicas de maior contribuição será feita por análise de variância bifatorial (local x data da campanha) (Programa Sigma Stat v.3).

A relação entre os dados biológicos e as variáveis físicas, químicas e bacteriológicas, deverá ser definida através de análise de correspondência canônica ou pela análise BIO-ENV do programa Primer. Coeficiente de Pearson ou de Spearman será aplicado entre variáveis biológicas selecionadas, como altura de *Sargassum*, e as variáveis físicas e químicas, em separado.

Para a criação do índice biológico, serão selecionadas as variáveis biológicas que se mostrarem significativamente correlacionadas com o grau de eutrofização e que mostrarem diferenças significativas entre o local de referência e os demais.

### 3 Resultados esperados

- (I) Listagem das espécies de macroalgas e sua distribuição nas Enseadas de Japuíba, Angra dos Reis e Monsuaba;
- (II) Caracterização das espécies quanto à frequência na área de estudo;
- (III) Descrição de padrão estrutural para as comunidades de costões rochosos de locais não expostos ao embate das ondas das proximidades da cidade de Angra dos Reis;

- (IV) Comparação das populações de *Sargassum* de costões rochosos em função da qualidade da água;
- (V) Definição de espécies indicadoras de locais eutrofizados;
- (VI) Proposição de índice ambiental com base nas macroalgas;
- (VII) Avaliação da classificação de balneabilidade do INEA para alguns dos locais estudados.

## Referências bibliográficas

- ANG JR., PO. 1985. Phenology of *Sargassum siliquosum* J. Ag. And *S. paniculatum* J.Ag. (Sargassaceae, Phaeophyta) in the reef flat of Balibago (Calatagan, Philippines). Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Coral Reef Congress, Tahiti, vol. 5.
- ARÉVALOS, RA; PINEDO, S; BALLESTEROS, E. 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin* 55: 104-113.
- CNEXO, 1983. *Manuel des analyses chimiques au milieu marin*. Aminot, A. & Chaussepied, M. (eds), CNEXO-BNDO, Brest, 395pp.
- COUTINHO, R.; ZALMON, IR. 2009. O bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, RC. SOARES-GOMES, A. *Biologia marinha*. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 147-158.
- CREED, JC; PIRES, DO; FIGUEIREDO, MAO. (org.). 2007. *Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 416pp. (Série Biodiversidade 23)
- DELVIN, M; PAINTING, S; BEST, M. 2007. Setting nutrient threshold to support an ecological assessment based on nutrient enrichment, potential primary production and undesirable disturbance. *Marine Pollution Bulletin* 55: 67-73.
- DIÁRIO DO VALE, Angra dos Reis, 16 fev. 2012. Disponível em: <<http://diariodovale.uol.com.br/noticias/0,53125,Angra-pode-ter-85-do-esgoto-tratado-ate-o-final-de-2013.html#axzz1w7WLTpzm>>. Acesso em: 26 mai. 2012.
- Diaz-Pulido, G; McCook, L.J. 2005. Effects of nutrient enhancement of the fecundity of a coral reef macroalga. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 317 (1): 13-24.



- DIÉZ, I; SECILLA, A; SANTOLARIA, A; GOROSTIAGA, JM. 1999. Phytobenthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient. *Marine Pollution Bulletin* 38: 463-472.
- ESPINIZA, J. RODRIGUEZ, H. 1987. Seasonal phenology and reciprocal transplantation of *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner in the southern Gulf of California. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 100: 183-195.
- FALCÃO, C; SZÉCHY, MTM. 2005. Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta). *Botanica Marina*, Berlin 48 (2): 208-217.
- GARCIA-SANCHEZ, M; PÉREZ-RUZAFÁ, IM. 2012. Suitability of benthic macrophyte indices (EEI, E-MaQI and BENTHOS) for detecting pressures in a Mediterranean coastal lagoon (Mar Menor, Spain). *Ecological Indicators* 19: 48-60.
- GOROSTIAGA, JM; DIÉZ, I. 1996. Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (Northern Spain). *Marine Ecology Progress Series* 130: 157-167.
- GRASSHOFF, K; ERHARDT, M; KREMLING, K. 1999. *Methods of seawater analysis*. Verlag-Chemie, Weinheim. 600pp.
- JUANES, JA; GUINDA, X; PUENTE, A; REVILLA, JA. 2008. Macroalgae: a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. *Ecological indicators* 8: 351-359.
- KOHLER, K.E. & GILL, S.M. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences* 32: 1259–1269.
- LAPOINTE, EB. 1986. Phosphorus-limited photosynthesis and growth of *Sargassum natans* and *Sargassum fluitans* (Phaeophyceae) in the western North Atlantic. *Deep-Sea Research* 33 (3): 397-399.
- LITTLER, MM; MURRAY, SN. 1975. Impact of sewage on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macro-organisms. *Marine Biology* 30: 277-291.
- MARTINS, DL; ARANTES, N; FAVERI, C; BATISTA, MB; OLIVEIRA EO; PAGLIOSA PR; FONSECA, AL; NUNES, JMC; CHOWM F; PEREIRA, SB; HORTA, PA. 2012. The impact of coastal urbanization on the structure of phytobenthic communities in southern Brazil. *Marine pollution bulletin* 64:772-778.

- MATOS, A.G.B. 2001. *Dissertação de Mestrado*, Programa de Pós-graduação em Metrologia Para Qualidade Industrial – Instituto Tecnológico, PUC-RJ.
- OLIVEIRA FILHO, EC; QI, Y. 2003. Decadal changes in a polluted bay as seen from its seaweed flora: the case of Santos Bay in Brazil. *Ambio* 32 (6): 403-405.
- ORFANIDIS, S; PANAYOTIDIS, P; SATAMATIS, N. 2003. An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecological Indicators* 3: 27-33.
- ORFANIDIS, S; STAMATIS, N. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: a marine benthic macrophytes-based model. *Mediterranean Marine Science* 2 (2): 45-65.
- PARANHOS, R. 1996. Alguns métodos para análises da água. *Cadernos disáticos da URFJ* 19, RJ, 281p.
- PEDRINI, AG. (org.). 2010. *Macroalgas: uma introdução à taxonomia*. Rio de Janeiro: Technical Books. 128pp. (Série Flora Marinha do Brasil).
- PINEDO, S; GARCÍA, M; SATTÀ, MP; TORRES, M; BALLESTEROS, E. 2007. Rocky-shore communities as indicators of water quality: a case study in the Northwestern Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin* 55: 126-135.
- PRESKITT, LB; VROOM, OS; SMITH, CM. 2004. A rapid assessment (REA) quantitative survey method for benthic algae using photoquadrats with scuba. *Pacific Science* 2: 201-209.
- SCHRAMM, W. NIEHUIS, PH. (eds). 1996. *Marine Benthic Vegetation: recent changes and the effects of eutrophication*. Springer, Berlin, 470pp.
- SFRISO, A; FACCA, C. 2011. Macrophyte in the anthropic constructions of the Venice littorals and their ecological assessment by an integration of the “CARLIT” index. *Ecological indicators* 11 (3): 772-781.
- SFRISO, A; FACCA, C; GHETTI, PF. 2009. Validation of the macrophyte quality index (MaQI) set up to assess the ecological status of Italian marine transitional environments. *Hidrobiologia* 617: 117-141.
- SMITH, DAS. 1996. The effect of domestic sewage effluent on marine communities at Coffs Harbour, New South Wales, Australia. *Marine Pollution Bulletin* 33: 309-316.
- SMITH, VH. 1998. Cultural eutrophication of inland, estuarine, and coastak waters. In: PACE, ML, GROFFMAN, PM (eds). *Successes, limitations and frontiers in ecosystem science*. Springer, New York, p.7-49.
- STENECK, R.S. & DETHIER, M.N. 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos* 69 (3): 476-498.

- SZÉCHY MTM; MARCONI, MI. 2006. Quantitative variables applied to phenological studies of *Sargasum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae, Fucales) from Ilha Grande Bay, state of Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 27-37.
- TAOUIL, A; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. 2002. Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). *Revista Brasileira de Botânica* 5: 405-412.
- WYNNE, M.J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia* 140: 1- 166.

## 5 Cronograma de Execução

	Trimestre	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
Atividades									
Atualização do levantamento bibliográfico		X	X	X	X	X	X	X	X
Campanha de atividade de campo			X	X					
Identificação das algas coletadas			X	X	X				
Leitura dos fotoquadrados			X	X	X				
Análise das amostras de água			X	X	X				
Montagem de matrizes de dados				X	X	X			
Tratamento estatístico dos dados (parcial e total)					X	X	X		
Elaboração de relatório					X				
Elaboração da dissertação							X	X	X

## 6 Previsão de custos

Especificação	Preço (R\$)	Justificativa
Aluguel de embarcação	800,00 x 3	Acesso aos locais de estudo e coleta
Aluguel de equipamento de mergulho (cilindro)	30,00 x 18	Mergulho autônomo para leitura das intersecções <i>in situ</i>
Combustível	100 x 12	Transporte até o municípios de Angra dos Reis

**Total 4.140,00**