

## Abundância das espécies de esponjas fotófilas em comunidades sujeitas ou não a estresse térmico em costões rochosos no sudeste do Brasil.

Jessica Rodrigues de Pinho<sup>1\*</sup>

Rodrigo Mariath<sup>2</sup>

Guilherme R. S. Muricy<sup>3</sup>

Sergio de A. Cabral

<sup>1</sup> Universidade Santa Úrsula (Rua Fernando Ferrari, 75 - Botafogo, Rio de Janeiro - RJ, 22231-040)

<sup>2</sup> Centro Educacional Espaço Integrado (R. Prof. Ferreira da Rosa, 150 - Barra da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ, 22611-230)

<sup>3</sup> Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro Departamento de Invertebrados (Quinta da Boa Vista, s/n, São Cristóvão, 20940-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil)

\*e-mail: jek\_pinho@hotmail.com

### RESUMO

Os padrões de distribuição e abundância das esponjas são muito influenciados pelas variáveis ambientais e pelas suas interações ecológicas. Estressores antropogênicos e/ou naturais podem ajudar a determinar as mudanças em longo prazo nas comunidades. O aumento da temperatura da água do mar ocasionado pelo funcionamento da Central Nuclear Almirante Alvaro Alberto é um dos fatores responsáveis, pelos padrões de distribuição e abundância das esponjas nos costões rochosos adjacentes a área da descarga. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi descrever e quantificar a frequência de ocorrência das espécies de esponjas fotófilas em comunidades sujeitas ou não ao estresse térmico na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. A Ponta do Arame (descarga) apresentou em todos os meses temperaturas superior a 28°C sendo a maior temperatura (32°C) registrada no mês de Março de 2013. Os demais locais amostrados apresentaram temperaturas inferiores a 26°C. Foi identificado um total de 14 espécies de esponjas fotófilas. Das onze espécies que ocorreram aos dois metros apenas *Tedania ignis* e *Amphimedon viridis* ocorreram em ambos os locais. Todavia, a quatro metros de profundidade das treze espécies identificadas, oito ocorreram em ambos locais. A dois metros de profundidade, *D. anchorata* que não ocorreu na Ponta do Arame (descarga) foi a esponja mais frequente na Ilha Sabacu, local controle. Sendo assim, nossos resultados sugerem que possivelmente o aquecimento da água do mar ocasionado pelo funcionamento da CNAAA afeta negativamente a taxocenose de esponjas, principalmente até 2 metros de profundidade onde foram registradas temperaturas superiores a 30°C.

**Palavras-chave:** Costão rochoso, esponjas, estresse térmico, usina nuclear.

### ABSTRACT

The patterns of distribution and abundance of sponges are strongly influenced by environmental variables and their ecological interactions. Anthropogenic and / or natural stressors can help determine long-term changes in communities. The increase in seawater temperature caused by the Central Nuclear Almirante Alvaro Alberto operation is one of the factors responsible for the distribution patterns and abundance of the sponges in the rocky shores adjacent to the discharge area. Therefore, the aim of this work was to describe and quantify the frequency of occurrence of photolytic sponge species in communities subject to or not subject to thermal stress in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. The site Ponta do Arame (discharge) presented temperatures above 28°C in all months, with the highest temperature (32°C) recorded in March 2013.

The other sites sampled had temperatures below 26°C. A total of 14 species of photophilic sponges were identified. Of the eleven species that occurred at two meters only *Tedania ignis* and *Amphimedon viridis* occurred at both sites. However, four meters deep of the thirteen species identified, eight occurred in both sites. At two meters of depth, *D. anchorata* that did not occur at the Ponta do Arame (discharge) was the most frequent sponge in Sabacú Island, a control site. Thus, our results suggest that possibly the heating of sea water caused by the CNAAA operation affects negatively sponges taxocenosis, mainly up to 2 meters deep where temperatures above 30 °C were recorded.

**Keywords:** Sponges ecology, thermal stress, power plant, Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro

## INTRODUÇÃO

O Filo Porifera é um dos grupos mais abundantes em ambientes de substratos consolidados nas regiões tropicais (Diaz e Rutzler, 2001), colonizando recifes de coral, costões rochosos e as mais variadas estruturas artificiais. São animais filtradores, em sua maioria, e que ocorrem da região de entre marés até grandes profundidades (Hooper e Van Soest, 2002). Existem aproximadamente 8.000 espécies descritas para o mundo, das quais cerca de 400 ocorrem no litoral brasileiro (Muricy et al. 2011). Algumas espécies de esponjas podem contribuir significativamente para a produção primária através de cianobactérias simbiotes (Rutzler, 1990). As esponjas filtram constantemente bactérias a partir dos milhares de litros de água que elas bombeiam por dia, influenciando fortemente as comunidades bacterianas dos habitats bentônicos e pelágicos em que vivem.

Compreender os padrões de distribuição e abundância das esponjas ao nível de comunidade pode ajudar a determinar consequências em longo prazo de estressores antropogênicos e/ou naturais já que esses organismos são muito influenciados pelas variáveis ambientais e pelas suas interações ecológicas (Powell et al. 2014). Wulff (2001) sugere que as esponjas devem ser integradas a programas de monitoramento devido a sua larga distribuição, contribuição de biomassa e função ambiental.

As variáveis bióticas como a predação por peixes do gênero *Pomacanthus* e *Holacanthus* (Batista et al. 2012) e pela tartaruga de pente *Erethmochelys imbricata* (Meyland, 1988), assim como a competição espacial e a disponibilidade de alimentos (Lesser et al. 2006), podem influenciar os padrões de distribuição das esponjas. As variáveis abióticas tais como sedimentação, hidrodinamismo, tipo de substrato, luz e temperatura são os principais responsáveis, pelos padrões de diversidade, abundância e distribuição das esponjas nos costões rochosos (Bell et al. 2004; Vilanova et al. 2004). Segundo Vilanova (2004) a temperatura associada com a presença de cloro e o alto fluxo de água de área da descarga da Usina Nuclear de Angra dos Reis é responsável pela redução da riqueza, diversidade, equitabilidade e densidade.

A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), localizada em Angra dos Reis-RJ (23°00'49,76''S e 44°26'37,7''O) utiliza água do mar em seu sistema de resfriamento. A descarga desse efluente aquecido é devolvida ao mar no Saco Piraquara de Fora. No local de descarga do efluente aquecido pela CNAAA a média de temperatura da água do mar varia de 28°C a 32°C (Vilanova et al. 2004; Mayer-Pinto et al. 2012; Mariath, 2014), com eventos no verão de altas temperaturas 36°C (Mayer-Pinto et al. 2012). Este efluente aquecido cria uma termoclina bem definida, restrita aos arredores da área de descarga, percebida principalmente pela elevada cobertura de

biofilme e baixa riqueza de macroinvertebrados (Vianna, 2004; Mayer-Pinto et al. 2012). Vilanova et al. (2004) também observou um impacto negativo da descarga do efluente aquecido pelo funcionamento da CNAAA na estrutura da taxocenose de esponjas, sugerindo-as como relevantes bioindicadoras de poluição térmica. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é descrever e quantificar a frequência de ocorrência das esponjas fotófilas em comunidades sujeitas ou não ao estresse térmico na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O presente estudo foi realizado no município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil (23°0'24''S e -44°19'5''O) (Figura 1A). A região sofre influência direta da Corrente do Brasil (Cirano et al. 2006), caracterizada por apresentar 36 de salinidade e temperatura superior a 20°C na superfície (Silveira et al. 2000).

A região de Angra dos Reis é banhada por uma baía abrigada, denominada de Baía da Ilha Grande, que possui uma área de 65.258ha e cerca de 350 km de perímetro na linha d'água. A área de estudo faz parte da Estação Ecológica de Tamoios, unidade de conservação criada pelo Decreto nº 98.864, de 23 de janeiro de 1990, compreende 29 ilhas, lajes e rochedos e seus respectivos entornos marinhos com raio de 1 km, representando 5,69% da área total da Baía da Ilha Grande. A estação ecológica tem como objetivos a proteção integral para a realização de pesquisa e monitoramento dos ambientes marinhos da Baía da Ilha Grande.

O trabalho foi realizado em duas estações. A Ponta do Arame (23°00'49,76''S e 44°26'37,7''O) está situada no Saco Piraquara de Fora (Figura 1 B). Esta área está sujeita ao impacto térmico causado pela descarga de efluentes da Central Nuclear (Figura 1C). A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) encontra-se em operação desde 1981 e atualmente possui duas unidades em funcionamento. Elas lançam seus efluentes aquecidos diretamente no mar, que promove o aumento da temperatura superficial da água do mar em até 6°C, chegando a 39°C, especialmente no verão (Curbelo-Fernandez, 2002). Os costões rochosos dessa área apresentam profundidade máxima de 10 metros e apresentam um fundo formado por pedras de tamanho aproximadamente uniformes, variando de 30 centímetros a 1 metros. Apresentando baixo hidrodinamismo. A Ilha Sabacú foi a segunda estação de amostragem. Está localizada dentro da Baía da Ilha Grande e distante aproximadamente a 6 km da Usina Nuclear (Figura 1B), não sofrendo assim influência da pluma térmica. A ilha Sabacú (Figura 1D) não sofre influência de atividade antrópica e foi escolhida como área controle por apresentar similaridades com o costão rochoso da CNAAA e por estar fora do alcance da pluma térmica gerada pela descarga dos efluentes aquecidos da Usina. A Ilha Sabacú apresenta costões rochosos com profundidade máxima de 12 metros e faz parte da Estação Ecológica de Tamoios.

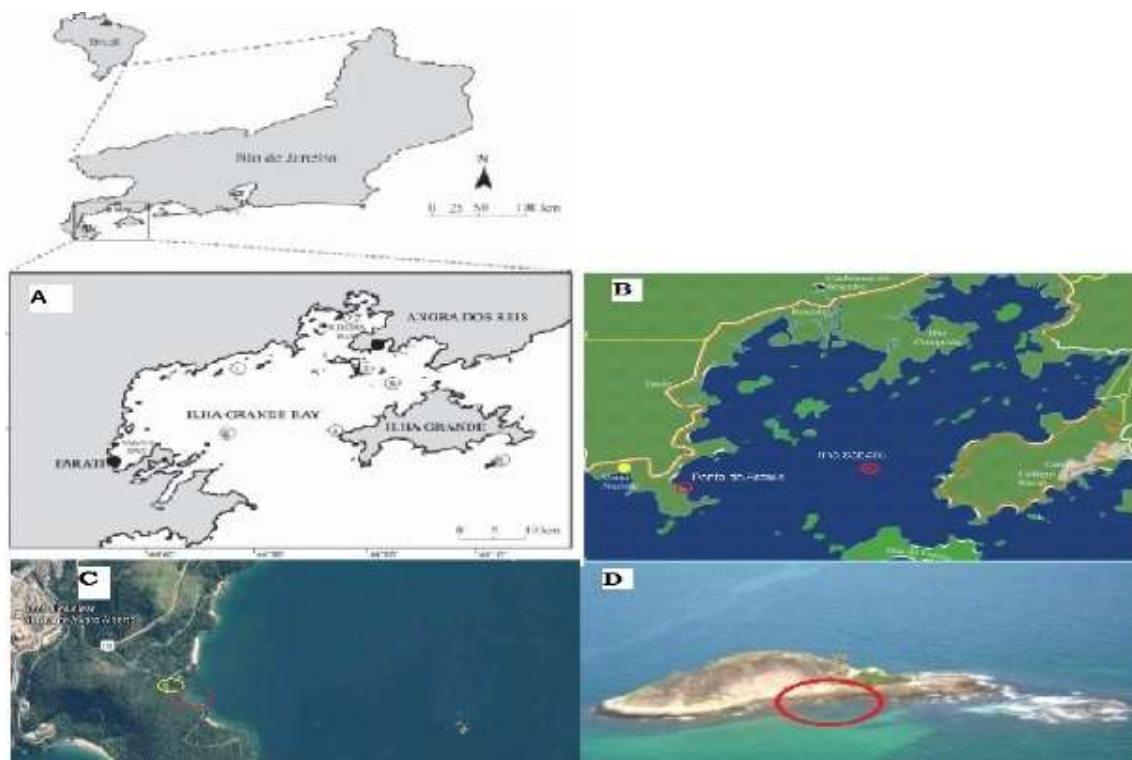


Figura 1: Área de estudo e as estações de coleta. A) Localização do Município de Angra dos Reis, RJ, na região sudeste do Brasil; B) Localização das estações de coleta (em vermelho) na Baía da Ilha Grande; C) Estação da Ponta do Arame. Em amarelo, a descarga da CNAEA e em vermelho o costão rochoso da Ponta do Arame; D) Estação da Ilha de Sabacú, considerada como ponto controle.

## Coleta de Dados

### Parâmetros abióticos

A temperatura da água na superfície e no fundo (2 e 4 metros respectivamente) foi medida durante todos os mergulhos com auxílio de um termômetro de mercúrio nas diferentes profundidades de cada ponto de amostragem. A Ponta do Arame onde é realizada a descarga dos efluentes aquecidos pela Central Nuclear e a Ilha Sabacú, local controle.

### Quantificação

Os locais de estudos foram analisados qualitativamente e quantitativamente para determinação da estrutura da comunidade estabelecida. As amostragens quantitativas foram realizadas nos meses de setembro, outubro e novembro de 2012 e janeiro e março de 2013 no estrato inferior das comunidades. Para isso, foram utilizados quatro transectos de linha ( $n=4$ ), medindo 10 metros de comprimento com 40 pontos marcados aleatoriamente em cada (Nandon e Stirling, 2006; Mariath et al. 2013), em duas profundidades (2 e 4 metros). A riqueza das esponjas fotófilas foi obtida pela identificação dos espécimes que ocorreram nos transectos.

Foi feito o registro das esponjas através de fotos com uma câmera digital SONY (Cybershot DSC-N2, 10.1 Megapixels) com caixa estanque por mergulho autônomo.

Em seguida, pequenos fragmentos foram coletados e encaminhados ao laboratório de Invertebrados do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para confirmação da identificação ao nível de espécie.

#### **Identificação das espécies**

Quando possível, as espécies foram identificadas *in situ*, com auxílio de guias de identificação (Muricy e Hajdu, 2006). Em caso de dúvida de identificação, os espécimes foram coletados, fixados em álcool 70%, armazenados em potes de plástico e conduzidos ao laboratório de invertebrados do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro para a confirmação da identificação ao nível específico, com auxílio de bibliografia especializada (Hooper e Van Soest, 2002; Muricy e Hajdu, 2006).

As esponjas foram identificadas através da observação das espículas, da organização do esqueleto e da morfologia externa (cor *in vivo* e pós- fixada, consistência e textura). As espículas foram separadas a partir da dissociação de cerca de 3 cm<sup>2</sup> de um fragmento de esponja, usando ácido nítrico quente. Os esqueletos das esponjas foram obtidos a partir de sucessivas etapas de desidratação de um pequeno fragmento (cerca de 5cm<sup>2</sup>), seguido por inclusão em parafina. Os blocos de parafina foram cortados transversalmente e tangencialmente com auxílio de um bisturi. As espículas dissociadas e os cortes dos esqueletos foram preparados com Entellan (Merck) em lâminas de microscopia.

#### **Análise Estatística**

Para a determinação dos padrões estruturais de ocorrência de esponjas foi feito a análise de dendrograma com 20 observações e 14 descritores, utilizando coeficientes de Bray-Curtis (Legendre e Legendre, 1983). A média da frequência de ocorrência de cada espécie de esponja foi obtida em transectos de linha com 20 pontos aleatórios (n=4). As diferenças da frequência de ocorrência das espécies de esponjas dos diferentes locais dentro de cada profundidade (2 e 4 metros) foi obtida através de permutações multivariadas ANOVA (PERMANOVA) incluindo um ou dois fatores fixos. Os fatores analisados foram o local (PA e IS) e as diferentes espécies de esponjas. As análises estatísticas (PERMANOVA, dendrograma) foram realizadas utilizando o software PRIMER (versão 6) + PEMAANOVA. As comparações, par a par foram realizadas para identificar onde ocorreram as diferenças significativas ( $p < 0.05$ )

## **RESULTADOS**

### **Variável abiótica temperatura**

Na Ponta do Arame (descarga) apresentou em todos os meses temperaturas superior a 28°C sendo a maior temperatura (32°C) registrada no mês de Março de 2013. Os demais locais amostrados apresentaram temperaturas inferiores a 26°C em todos os tempos amostrados. Sendo a menor temperatura (23°C) registrada nos meses de Outubro e Novembro na Ponta do Arame a quatro metros. A Ilha Sabacú (controle) não apresentou diferenças superiores a 1°C entre as profundidades. Todavia, a Ponta do Arame apresentou a formação de uma pluma com 4°C de diferença entre as profundidades (Figura 2).

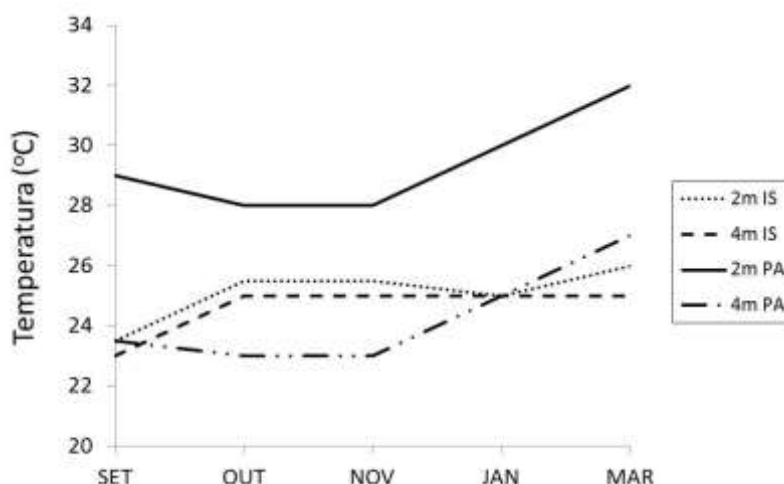


Figura 2: Variação da temperatura da água do mar nos diferentes meses, locais e profundidade. Dois metros de profundidade na Ilha Sabacú (2m IS), quatro metros na Ilha Sabacú (4m IS), dois metros na Ponta do Arame (2m PA) quatro metros na Ponta do Arame (4m PA). Nos diferentes meses de coleta, setembro (SET), outubro (OUT), novembro (NOV), janeiro (JAN), março (MAR).

### Composição da taxocenose

Um total de 14 táxons foi identificado na região estudada, compreendidas numa classe (Demospongiae), oito famílias e oito gêneros (Tabela 1).

Tabela 1: Espécies que ocorreram nos costões rochosos nas duas estações de amostragem.

Espécies de esponjas
Classe Demospongiae
Família Aplysinidae
<b><i>Aplysina fulva</i> (Pallas, 1766)</b>
Família Chondrillidae
<b><i>Chondrilla nucula</i> Schmidt, 1862</b>
Família Chalinidae
<b><i>Haliclona melana</i> (Muricy &amp; Ribeiro, 1999)</b>
<b><i>Haliclona</i> sp (Grant, 1841)</b>
<b><i>Haliclona manglaris</i> (Alcolado, 1984)</b>
Família Dysideidae
<b><i>Dysidea janiae</i> (Duchassaing &amp; Michelotti, 1864)</b>
Família Niphatidae
<b><i>Amphimedon viridis</i> (Duchassaing &amp; Michelotti, 1864)</b>
<b><i>Amphimedon compressa</i> (Duchassaing &amp; Michelotti, 1864)</b>
Família Mycalidae
<b><i>Mycale (Carmia) microsigmatosa</i> (Arndt, 1927)</b>
<b><i>Mycale Americana</i> (Van Soest, 1984)</b>
<b><i>Mycale angulosa</i> (Duchassaing &amp; Michelotti, 1864)</b>

Família Scopaliniidae

*Scopalina ruetzleri* (Wiedenmayer, 1977)

Família Tedaniidae

*Tedania (Tedania) ignis* (Duchassaing & Michelotti, 1864)

*Terpios fugax* (Duchassaing & Michelotti, 1864)

Família Desmacididae

*Desmapsamma ancorata* (Carter, 1882)

---

### Caracterização dos padrões estruturais das assembléias de esponjas fotófilas

A análise de dendrograma (Figura 2) com base na frequência de ocorrência das espécies de esponjas nos diferentes locais, profundidade e meses amostrados em função das 14 espécies de esponjas indicam a formação de três grupos com baixa similaridade (40%), nomeados como A, B e C.

O grupo A é formado por todas as amostragens realizadas na ilha Sabacu (controle) com exceção de Janeiro e Março, aos 2 metros, que ficaram agrupadas em B. O grupo A pode ser subdividido em dois outros grupos, em função da profundidade com mais de 60% de similaridade. O grupo B e o grupo C, possuem todas as amostragens realizadas na ponta do Arame, com exceção de Outubro a dois metros de profundidade.

O grupo B, apresentou três agrupamentos com mais de 60% de similaridade. O primeiro agrupamento é formado pelas amostragens realizadas no mês de Março a dois metros e a quatro metros no mês de Setembro. O segundo agrupamento é formado pelas amostragens realizadas em Janeiro na Ilha Sabacu e na Ponta do Arame (descarga) a dois metros de profundidade. O terceiro grupo é formado pelas amostragens realizadas no mês de Março a dois metros de profundidade na Ilha Sabacu e a quatro metros de profundidade na Ponta do Arame. O grupo C apresentou apenas os meses de Novembro e Janeiro a quatro metros de profundidade na Ponta do Arame com mais de 60% de similaridade.

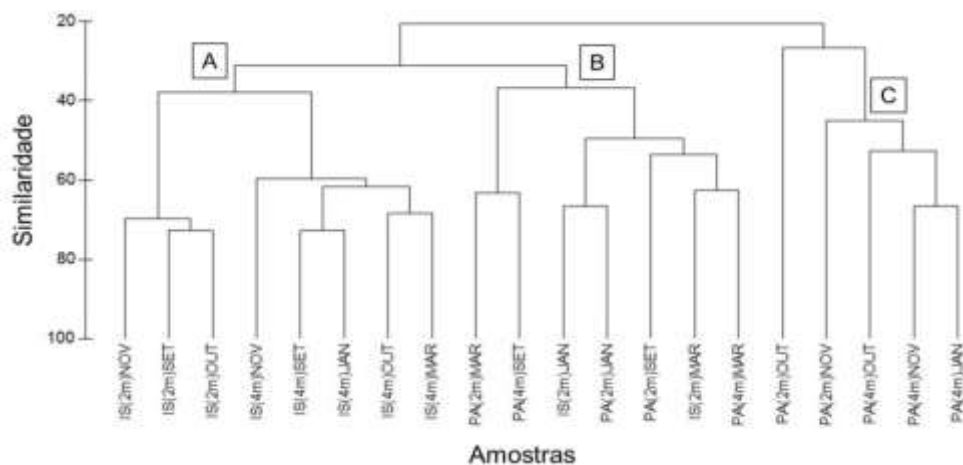


Figura 2: Dendrograma, mostrando a similaridade entre os transectos. Códigos dos transectos: IS= Ilha Sabacu; PA= Ponta do Arame; 2 metros e 4 metros de profundidade.

## Frequência de ocorrência das espécies de esponjas fotófilas dos diferentes locais, meses e profundidades

### Dois metros de profundidade

A frequência de ocorrência das espécies (Figura 3, Tabela 2) de esponja variou significativamente independentemente do local amostrado (PERMANOVA  $p < 0,01$ ) (Tabela 3).

Das onze espécies de esponjas que ocorreram aos dois metros apenas *Tedania ignis* e *Amphimedon viridis* ocorreram em ambos os locais. Independentemente do local amostrado *T. ignis* e *A. viridis* não apresentaram diferenças em suas ocorrências. Na Ilha Sabacu, *Desmapsamma anchorata* foi à espécie mais frequente, juntamente com *A. viridis*. Todavia, *D. anchorata* não ocorreu na Ponta do Arame a dois metros (Tabela 2). As espécies *A. compressa* e *A. Manglaris* que ocorreram apenas na Ilha Sabacú (controle) e *A. Melana* e *M. Microsigmatosa* que ocorreram apenas na Ponta do arame (descarga) foram tão frequentes quanto *T. ignis* e *A. viridis* de ambos locais. As espécies menos frequentes foram *S. ruetzleri* e *C. nucula* que somente ocorreram na Ilha Sabacu e *M. americana* e *T. fugax* que apenas ocorreram na Ponta do Arame.

### Quatro metros de profundidade

A frequência de ocorrência das espécies (Figura 3, Tabela 2) de esponja variou significativamente independentemente do local amostrado (PERMANOVA  $p < 0,01$ ) (Tabela 3).

Das treze espécies que ocorreram a quatro metros de profundidade, oito ocorreram em ambos locais. As espécies mais frequentes na Ilha Sabacu foram *Desmapsamma anchorata* e *Amphimedon viridis* e na Ponta do Arame *H. melana* que ocorreu apenas neste local. Todavia, a frequência de *D. Ancorada* e *A. Viridis* na Ponta do Arame foi menor que na Ilha Sabacu. As espécies menos frequentes que ocorreram em ambos os locais foram *T. ignis*, *M. americana*, *M. microsigmatosa*, *M. angulosa*, *D. janiae*, *S. ruetzleri*. As espécies *S. ruetzleri*, *C. nucula*, *A. compressa* e *A. fulva*, que ocorreram somente na Ilha Sabacu (controle) e *T. fugax* que ocorreu apenas na Ponta do arame (descarga) também foram pouco frequentes.

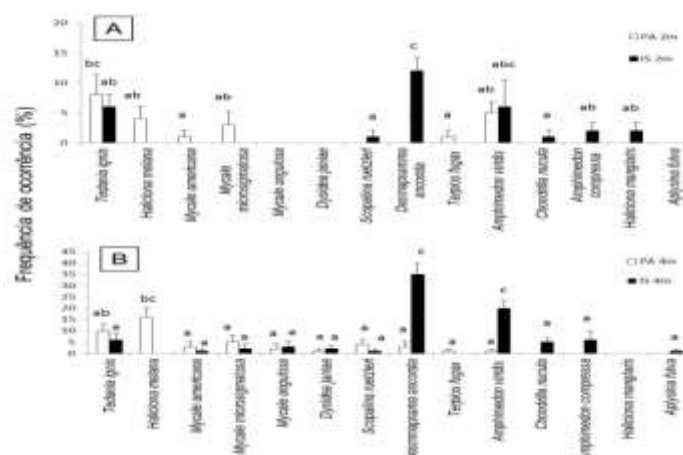


Figura 3: Frequência de ocorrência total das espécies de esponjas fotófilas em (A) dois metros de profundidade e (B) quatro metros de profundidade, nos diferentes locais (PA) Ponta do arame, local de descarga da água do mar aquecida e, (IS) Ilha Sabacu, local controle.



Tabela 2: Porcentagem da frequência de ocorrência das espécies de esponjas nos diferentes locais e profundidades.

Local	Descarga		Controle	
	2m	4m	2m	4m
<i>A.fulva</i>	0	0	0	1
<i>C.nucula</i>	0	0	1	5
<i>H.melana</i>	4	16	0	0
<i>H.manglaris</i>	0	0	2	0
<i>D.janiae</i>	0	1	0	2
<i>A.viridis</i>	5	1	6	20
<i>A.compressa</i>	0	0	2	6
<i>M.microsigmatosa</i>	3	5	0	2
<i>M.americana</i>	1	3	0	1
<i>M.angulosa</i>	0	2	0	3
<i>S.ruetzleri</i>	0	4	1	1
<i>T.ignis</i>	8	10	6	6
<i>T.fugax</i>	1	1	0	0
<i>D.ancorata</i>	0	3	12	35

Tabela 3: Resultados da análise multivariada PERMANOVA com dois fatores. Testando a diferença na frequência de ocorrência das esponjas fotófilas, sobre as variáveis, local e espécie. As diferenças significativas estão em negrito.

Grupo de organismos	GI	QM	Pseudo-F	p
<b>Frequência de ocorrência</b>				
<b>2 metros</b>				
Local	2	42,109	0,41008	0,9358
Espécies	11	601,77	5,8603	<b>&lt;0,001</b>
Local x Espécies	22	131,56	1,2812	0,0678
Resíduo		102,69		
<b>4 metros</b>				
Local	2	66,183	0,32167	0,8986
Espécies	17	2256,5	10,967	<b>&lt;0,001</b>
Local x Espécies	34	229,65	1,1162	0,2454
Resíduo		205,75		

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Efluentes aquecidos tem a tendência de se estratificarem na parte mais rasa, até aproximadamente 2 metros de profundidade explicando a temperatura elevada na superfície da área da descarga da CNAAA, causando uma termoclina que separa duas zonas distintas, uma próxima a superfície e outra próxima do fundo.

Organismos sésseis bentônicos são particularmente mais suscetíveis a efluentes aquecidos. A temperatura letal para maioria das espécies aquáticas fica entre ou abaixo

de 30 -35° C, em ambientes com clima tropical, onde a temperatura chega perto do limite de tolerância naturalmente, e o aumento de mais alguns graus podem ser letais para muitos organismos (Laws, 1993).

O aumento da temperatura da água do mar é um estresse que pode resultar no declínio de populações de esponjas (López-Legentil et al. 2008). Massaro et al (2012) manipularam o efeito da temperatura na viabilidade de *Rhopaloeides odorabile*, relataram que a 32°C diferentes espécimes apresentaram necrose. Após 24 horas, duas esponjas expostas a 32°C apresentaram necrose superficial variando de 10% a 50%. Após 72 horas, todas as esponjas a 32°C tinham necrose superficial completa com fibras esqueléticas protuberantes e grandes porções do tecido coberto num filme branco, apenas uma única esponja a 31°C morreu durante a experiência.

Nos diferentes locais estudados não houve diferença entre a frequência de ocorrência das esponjas, mas a composição de espécies foi diferente, principalmente aos dois metros onde apenas duas espécies *T. ignis* e *A. viridis* ocorreram em ambos locais. Diferente do que foi observado a quatro metros de profundidade, onde a maior parte das espécies estava presente nos dois locais amostrados. Vilanova (2004) não relatou a presença de *T. ignis*, *M. americana*, *A. viridis* and *H. melana* próximo à área da descarga do efluente aquecido, diferente do que foi observado neste estudo onde nós detectamos a ocorrência dessas espécies. Todavia, de acordo com Vilanova (2004) *M. microsigmatosa* também foi encontrada no transecto da superfície com baixa frequência.

*Desmapsamma anchorata* foi a espécie mais frequente da ilha Sabacú, contrastando com a sua ocorrência da Ponta do Arame que foi significativamente menor aos quatro metros, não ocorrendo aos dois metros onde foram obtidas as maiores medidas de temperatura, sugerindo uma possível resposta a esta variável ambiental que possivelmente é limitante. Todavia, estudos experimentais testando a temperatura na viabilidade de *D. ancorata* são necessários para que essa sensibilidade seja confirmada. Vilanova et al. 2004, mostra em seu estudo na Central nuclear de Angra dos Reis que a riqueza de espécies, diversidade, equitabilidade e densidade de esponjas na estação da descarga, principalmente nos transectos da superfície foi menor que na estação controle. Suas análises indicam impacto térmico, com associação de duas variáveis cloro e turbulência.

Segundo Webster (2007), o estresse térmico associado com a mudança climática global pode provocar um impacto considerável na saúde e sobrevivência das espécies de esponjas. Outros estudos mostram que as esponjas podem se recuperar rapidamente de eventos branqueamento cíclico e o aumento da salinidade, ambos os quais são aumentados em águas mais quentes (Coward et al. 2006; Lopez -Legentil et al. 2008). Estudos realizados na grande barreira de corais na Austrália sugerem que a análise da morfologia de esponjas e o seu comportamento alimentar pode ser um indicador para impacto térmico (Massaro et al. 2012). Sendo assim, estudos em pequena escala em ambientes sujeitos a variações térmicas pontuais podem viabilizar o entendimento das espécies que possivelmente são indicadoras de variações na temperatura da água do mar, sendo muito úteis para o estabelecimento de programas de monitoramento ambiental.

As esponjas fotófilas sujeitas ao estresse térmico nas comunidades estudadas apresentaram algumas diferenças relacionadas a suas ocorrências que aparentemente são ocasionadas pelo aumento da temperatura da água do mar. *Tedania ignis* e *Amphimedon viridis* são espécies que ocorreram nos dois ambientes estudados demonstrando uma

resistência a grandes variações na temperatura da água do mar (23°C-32°C), distribuindo-se nas comunidades independentemente da profundidade ou da temperatura. *Desmapsamma ancorata* não ocorreu na comunidade sujeita a temperatura superior a 28°C, sendo aparentemente sensível ao aumento da temperatura da água do mar, podendo ser uma bioindicadora de poluição térmica.

### Agradecimentos

Nós agradecemos a Fundação Boticário de Proteção a Natureza pelo apoio financeiro; à Eletronuclear pela hospedagem e transporte durante as atividades de campo e à ESEC-Tamoios pelo apoio com embarcação durante as atividades externas à área de influência da Usina Nuclear.

### Referências Bibliográficas

- Bell JJ, Smith D. Ecology of sponge assemblages (Porifera) in the Wakatobi region, south-east Sulawesi, Indonesia: richness and abundance. *J Mar Biol Assoc* 2004; 84(3): 581-591.
- Bell JJ. The functional roles of marine sponges. *Estuar Coast Shelf Sci* 2008; 79: 341-353.
- Belkin IM. Rapid warming of large marine ecosystems. *Prog Oceanogr* 2009; 81: 207-213.
- Batista D et al. High intraspecific variation in the diet of the french angelfish *Pomacanthus paru* in the south-western Atlantic. *Braz J Oceanogr* 2012; 60(3): 449-454.
- Curbelo-Fernandez MP. Impacto da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, Angra dos Reis, RJ, sobre as comunidades de organismos incrustantes e perfurantes de madeira. Rio de Janeiro. Dissertação [Mestrado Universidade Federal do Rio de Janeiro] 2002.
- Cirano M, Mata MM, Campos EJD, Deiró NFR. A circulação oceânica de larga-escala na região oeste do Atlântico Sul com base no modelo de circulação Global OCCAM. *Rev Bras Geof* 2006 Jun; 24(2): 209-230.
- Coutinho R, Zalmon IR. O Bentos de costões rochosos. In: Pereira RC, Soares-Gomes A (Ed.). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência; 2009. p. 281-298.
- Diaz MC, Rutzler K. Sponges: an essential component of Caribbean coral reefs. *Bull Mar Sci* 2001; 69: 535-546.
- Hooper JNA, Van Soest RWM. *Systema Porifera*. A guide to the classification of sponges. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2002.
- Lemoine N, Buell N, Hill A, Hill M. Assessing the utility of sponge microbial symbiont communities as models to study global climate change: a case study with *Halichondria bowerbanki*. *Porifera research: biodiversity, innovation, and sustainability* 2007; 28: 239-246.
- Lesser MP. Benthic-pelagic coupling on coral reefs: feeding and growth of Caribbean sponges. *J Exp Mar Biol Ecol* 2006; 328(2): 277-288.
- Laws EA. *Aquatic Pollution: An Introductory Text*. Nova York: John Wiley & Sons; 1993.
- López L, Song B, McMurray SE, Pawlik JR. Bleaching and stress in coral reef ecosystems: expression by the giant barrel sponge *Xestospongia muta*. *Mol Ecol* 2008; 17(7): 1840-1849.

- Mariath R, Riosmena-Rodriguez R, Figueiredo MAO. Succession of crustose coralline red algae (Rhodophyta) on coralgal reefs exposed to physical disturbance in the southwest Atlantic. *Helgol Mar Res* 2013; 67(4): 687.
- Mariath R. 2014. Espécies de macroalgas indicadoras do aquecimento da água do mar como ferramenta para avaliação do ambiente marinho. Tese [Doutorado em Botânica] – Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2014.
- Meyland A. Spongivory in hawksbill turtles: a diet of glass. *Science* 1988; 239: 393-395.
- Muricy G, Hajdu E. *Porifera brasiliis*: guia de identificação das esponjas mais comuns do Sudeste do Brasil. Rio de Janeiro: MN- UFRJ. 2006.
- Mayer-Pinto M, Ignacio BL, Szechy MTM, Viana MS, Curbelo-Fernandez MP, et al. “How Much Is Too Little to Detect Impacts? A Case Study of a Nuclear Power Plant.” *PLoS ONE* 2012; 7(10): e47871.
- Massaro AJ, Weisz JB, Hill MS, Webster NS. Behavioral and morphological changes caused by thermal stress in the Great Barrier Reef sponge *Rhopaloeides odorabile*. *J Exp Mar Biol Ecol* 2012; 416: 55-60.
- Marc-Olivier N, Stirling G. Field and simulation analyses of visual methods for sampling coral cover. *CoRIS* 2006; 25(2): 177-185.
- Powell A, Smith DJ, Hepburn LJ, Jones T, Berman J, Jompa J, et al. Reduced diversity and high sponge abundance on a sedimented Indo-Pacific reef system: implications for future changes in environmental quality. *PloS One* 2014; 9(1): e85253.
- Richardson AJ, Schoeman DS. Climate impact on plankton ecosystems in the Northeast Atlantic. *Science* 2004; 305(5690): 1609-1612.
- Ricklefs MC. *A History of Modern Indonesia since c. 1200*. United Kingdom: Palgrave Macmillan; 2008.
- Silva TA. Efeitos da eutrofização sobre as comunidades incrustantes em Angra dos Reis. Dissertação [Mestrado Universidade Federal do Rio de Janeiro] 1998.
- Silveira ICA, Schmidt ACK, Edmo JDC, Sueli SG, Yoshimine I. A corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. *Rev Bras Ocean* 2000 48(2): 171-183.
- Vilanova E, Mayer-Pinto M, Curbelo-Fernandez MP, Silva SHG. The impact of a nuclear power plant discharge on the sponge community of a tropical bay (SE Brazil). *Boll Mus Ist Biol Univ Genova* 2004; 68: 647.
- Webster NS, Cobb RE, Negri AP. Temperature thresholds for bacterial symbiosis with a sponge. *ISME J* 2008; 2: 830–842.
- Wulff J. Assessing and monitoring coral reef sponges: Why and how?. *Bull Mar Sci* 2001; 69(2): 831-846.