



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA MARINHA



Emily Brum de Arruda Conceição

**MACROALGAS DA REGIÃO SUBLITORAL RASA DE COSTÕES ROCHOSOS DA
ILHA DO PINTO, BAÍA DA RIBEIRA, ANGRA DOS REIS,
RIO DE JANEIRO**

Emily Brum de Arruda Conceição

MACROALGAS DA REGIÃO SUBLITORAL RASA DE COSTÕES ROCHOSOS DA
ILHA DO PINTO, BAÍA DA RIBEIRA, ANGRA DOS REIS,
RIO DE JANEIRO

Monografia apresentada ao Departamento de
Biologia Marinha para obtenção do diploma de
Bacharel em Biologia Marinha – Instituto de
Biologia – UFRJ

2020

Esta monografia foi realizada no Laboratório Integrado de Ficologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LIFic – UFRJ)

Orientadora Científica: Prof^a Maria Teresa Menezes de Széchy

Laboratório Integrado de Ficologia (LIFic)

Departamento de Botânica

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Orientador Acadêmico: Prof. Vinícius Peruzzi de Oliveira

Departamento de Biologia Marinha

Universidade Federal do Rio de Janeiro

CIP - Catalogação na Publicação

C744m Conceição, Emily Brum de Arruda
Macroalgas da região sublitoral rasa de costões rochosos da Ilha do Pinto, Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro / Emily Brum de Arruda
Conceição. -- Rio de Janeiro, 2020.
56 f.

Orientadora: Maria Teresa Menezes de Széchy.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Bacharel em Ciências Biológicas:
Biologia Marinha, 2020.

1. macroalgas. 2. diversidade. 3. costão rochoso. 4. distinção taxonômica. I. Széchy, Maria Teresa Menezes de, orient. II. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais que desde pequena me ensinaram a amar o mar e a ver a natureza como presente de Deus, que deveria ser admirado e cuidado por mim. Se hoje sou o que sou devo a Deus e a vocês.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por Seu infinito amor e Sua graça, que me fortaleceu todos os dias, me dando coragem para enfrentar as dificuldades sem desistir.

Agradeço a minha orientadora, Prof.^a Maria Teresa Menezes de Széchy, pela paciência, atenção e pelo cuidado em me ensinar e me orientar, por todos os conselhos, críticas, e ajuda na estruturação do trabalho.

Agradeço aos meus pais, por todo amor e carinho com que sempre cuidaram de mim, por todos os conselhos, ensinamentos, todo apoio e todas as oportunidades que me deram durante a minha vida. Agradeço por toda a paciência e orações com que acalmavam meus surtos de ansiedade durante a montagem desse trabalho. E por tentarem fazer esse processo o mais tranquilo possível para mim.

Agradeço ao biólogo Ivan, por me permitir usar o material coletado por ele e pela paciência ao me ensinar a identificar minhas primeiras algas.

Agradeço a todos no LIFic, pelo ótimo ambiente de trabalho e pelos momentos incríveis que passei com vocês.

Agradeço ao PIBIC- UFRJ, pela bolsa concedida que iniciou esse projeto.

E Agradeço a todos os meus amigos/irmãos que me incentivaram e oraram por mim durante esse período de faculdade. Em especial, a minha amiga e irmã Jéssica, por todos os conselhos e por ouvir minhas reclamações e preocupações durante esse período com o máximo de sua paciência.

Resumo

A rica diversidade da flora marinha da Baía da Ilha Grande vem sendo estudada por décadas. Nesse ambiente, as comunidades bentônicas estão especialmente vulneráveis a mudanças provenientes de atividades humanas, principalmente as relacionadas à urbanização, crescente ao redor da Baía da Ribeira. O objetivo desse trabalho foi o levantamento taxonômico das macroalgas ocorrentes na região sublitoral rasa da Ilha do Pinto, Baía da Ribeira, e a comparação com a flora ficológica de outras ilhas da Baía da Ribeira e de outras localidades próximas, na Baía da Ilha Grande, registrada em estudos pretéritos. As coletas foram feitas em outubro de 2015. A identificação em nível de espécie foi feita a partir das características morfológicas destacadas em Joly (1965), Littler & Littler (2000) e em estudos mais atuais e específicos. A atualização dos nomes dos táxons seguiu Wynne (2017). Para a comparação entre as ilhas, foram usados o coeficiente de similaridade de Jaccard em uma análise de agrupamento, o índice de distinção taxonômica média (AvTD ou Δ^+) e o índice de variação da distinção taxonômica (VarTD ou Λ^+), pela técnica do funil. Para a Ilha do Pinto foi identificado um total de 48 táxons em nível de espécie e 4 táxons em nível de gênero (*Derbesia* sp., *Chondria* sp., *Ceramium* sp. e *Gayliella* sp.). Do total de táxons identificados, 28 pertencem ao Filo Rhodophyta, 9 ao Filo Ochrophyta e 15 ao Filo Chlorophyta. Com o levantamento bibliográfico, foi obtida listagem de 128 espécies de macroalgas para as localidades estudadas, um total de 12 ilhas, sendo: 75 Rhodophyta, 22 Ochrophyta e 31 Chlorophyta. A composição florística na Ilha do Pinto mostrou-se similar à relatada para outras ilhas na região, estudadas anteriormente, tanto considerando o coeficiente de similaridade de Jaccard como considerando o índice de distinção taxonômica média. Apenas com os índices de distinção taxonômica média e de variação da distinção taxonômica, não foi possível caracterizar os locais como impactados, mesmos os locais sujeitos a distúrbios antropogênicos conhecidos, incluindo a Ilha do Pinto.

Abstract

The diversity of the marine flora in Ilha Grande Bay has been studied for decades. In this environment, benthic communities are especially vulnerable to changes due to human activities, mainly those related to urbanization, which is increasing around Ribeira Inlet. The objective of this study was the taxonomic survey of the macroalgae occurring in the shallow sublittoral region of Ilha do Pinto, Ribeira Inlet, and the comparison of the phycological flora among this island and other islands inside Ribeira Inlet and other nearby locations, in Ilha Grande Bay, recorded by previous surveys. Sampling was made in October 2015. The identification at the species level was made based on morphological characteristics, following Joly (1965), Littler & Littler (2000) and more specific and updated studies. Wynne (2017) was used for taxonomic classification and nomenclature. Jaccard coefficient, average taxonomic distinctness index (AvTD or Δ^+) and variation in taxonomic distinctness index (VarTD or Λ^+) were calculated and used for analyzing the similarities among the islands. 48 taxa at the species level and 4 taxa at the genus level (*Derbesia* sp., *Chondria* sp., *Ceramium* sp. and *Gayliella* sp.) were identified for Ilha do Pinto. 28 taxa belong to the Phylum Rhodophyta, 9 to the Phylum Ochrophyta and 15 to the Phylum Chlorophyta. The bibliographic survey gave a list of 128 species of macroalgae for the studied locations, a total of 12 islands, being: 75 Rhodophyta, 22 Ochrophyta and 31 Chlorophyta. The phycological flora of Ilha do Pinto showed to be similar to the other islands in the region, previously studied, both considering the Jaccard similarity coefficient and the average taxonomic distinction index. Based only on the rates of average taxonomic distinctness and variation in taxonomic distinctness, it was not possible to characterize the phycological flora of the studied sites as impacted, even those sites subjected to known anthropogenic disturbances, such as Ilha do Pinto.

Lista de Figuras

Figura 1: Baía da Riberia, com a indicação da localização da Ilha do Pinto.....	10
Figura 2: Ilha do Pinto, Baía da Ribeira, com a indicação dos pontos de coleta.....	11
Figura 3: Mapa mostrando as localidades consideradas para a construção da listagem de espécies.....	13
Figura 4: Análise da similaridade da composição de espécies nos pontos e profundidades estudados na Ilha do Pinto.....	23
Figura 5: Comparação entre as localidades da Baía da Ilha Grande, quanto ao número de espécies de macroalgas citadas na literatura e neste estudo.....	24
Figura 6: Análise da similaridade da composição de espécies entre as localidades, com base no coeficiente de Jaccard.....	25
Figura 7: Valores de Distinção Taxonômica Média de cada localidade, com limite de confiança superior e inferior de 95% e o valor médio da distinção taxômica da região com base na lista total de espécies (n=128).....	26
Figura 8: Valores da Variação em Distinção Taxonômica de cada localidade, com limite de confiança superior e inferior de 95% e o valor médio da distinção taxonômica da região com base na lista total de espécies (n=128).....	26
Figura 9: Relação do Esforço de Coleta com o nº de espécies encontrados por estudo.....	28
Figura 10: Número de espécies por unidade de esforço.....	28

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resumo da Síntese de estudos florísticos na Baía da Ilha Grande.....	5
Tabela 2: Bibliografia usada para a identificação de espécies de grupos taxonômicos determinados	12
Tabela 3: Estudos considerados para a construção de listas de espécies, localidades consideradas e coordenadas geográficas dos respectivos pontos estudados. * Ilhas pertencentes à Estação Ecológica de Tamoios.....	13
Tabela 4: Espécies encontradas nas duas faixas de profundidade, na Ilha do Pinto.....	20
Tabela 5: Dados dos esforços de coleta dos estudos considerados para a comparação da composição florística da ilha do Pinto com outras ilhas da Baía da Ilha Grande. Esforço de coleta = n° de pontos coletados x n° de coletas por ponto. C= Chlorophyta, R= Rhodophyta, O= Ochrophyta.....	27

Lista de Anexos

Anexo I: Lista total das espécies (n=128), compilada a partir do trabalho de laboratório (para Ilha do Pinto) e do levantamento bibliográfico (para as outras localidades).	41
--	----

Sumário

Ficha catalográfica	iv
Dedicatória.....	v
Agradecimentos	vi
Resumo	vii
Abstract.....	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas.....	x
Lista de Anexos.....	xi
Sumário	xii
Introdução.....	1
I.1. Breve síntese de estudos florísticos na Baía da Ilha Grande	2
I.2. Uso das macroalgas marinhas em avaliações ambientais	6
Objetivo.....	9
Objetivos Específicos	9
Metodologia	10
Área de Estudo	10
Coleta de material	11
Obtenção das listas de espécies.....	11
Análise de Dados.....	14
Resultados	16

Composição de espécies da assembleia de macroalgas da região sublitoral rasa da Ilha do Pinto	16
Sinopse das espécies da Ilha do Pinto, segundo a classificação de Wynne (2017).....	16
Composição de espécies de macroalgas entre diferentes locais e anos, com base no levantamento de estudos pretéritos	23
Comparação da composição de espécies de macroalgas entre a Ilha do Pinto e outras localidades da Baía da Ilha Grande, com base nos levantamentos de estudos pretéritos	24
Discussão	29
Conclusão	33
Referências bibliográficas	34
Anexo I: Lista total das espécies, compilada a partir do trabalho de laboratório (para Ilha do Pinto) e do levantamento bibliográfico (para as outras localidades)..	41

Introdução

A Baía da Ribeira, localizada no município de Angra dos Reis, sul do estado do Rio de Janeiro, faz parte da Baía da Ilha Grande, e possui 32 ilhas. Tanto no continente como nas ilhas, apresenta expressiva extensão ocupada por costões rochosos. Dentre estas ilhas, a Ilha do Pinto (22° 59'28,50"S, 44° 24'08,54"O), que se encontra a 12 km do centro da cidade de Angra do Reis, é caracterizada por possuir área de 91,5 km², perímetro de aproximadamente 1,3 km e elevação máxima de 29 m acima do nível do mar¹. Esta ilha se destaca das outras pelo total desmatamento da vegetação nativa, plantio de espécies exóticas, assim como pela presença de construções, sobretudo sobre os costões rochosos, como molhes e deques. Imagens de satélite da Ilha do Pinto mostram o quão o ecossistema terrestre foi modificado pelas atividades antropogênicas. Em relação ao ecossistema marinho, no que se refere às comunidades dos costões rochosos, pouco se conhece da diversidade de sua flora e fauna.

De acordo com Creed & Oliveira (2007a), os distúrbios diversos oriundos da urbanização, principalmente o despejo de esgoto doméstico sem tratamento prévio, diretamente na água do mar, vêm sendo considerados uma grande ameaça ao ecossistema marinho da Baía da Ilha Grande, causando a diminuição da biodiversidade. O crescimento desorganizado de centros urbanos e a instalação de indústrias, além de causarem poluição pelo lançamento de esgoto, também causam poluição pelo despejo de resíduos industriais e alteração dos habitats.

Macroalgas são importantes componentes de comunidades de costões rochosos, especialmente na região sublitoral rasa (até 10 m de profundidade), onde podem formar faixas conspícuas devido ao predomínio de determinadas espécies. Para os costões rochosos da Baía da Ilha Grande, duas paisagens são descritas para a região sublitoral rasa: a faixa da alga parda *Sargassum* C. Agardh e a faixa de calcárias articuladas (Széchy & Paula, 2000a). Associadas a estas macroalgas, outras espécies ocorrem, como epífitas ou abaixo do dossel. Algumas espécies características desses bancos são *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J.V. Lamour., *Dictyopteris delicatula* J.V. Lamour., *Jania adhaerens* J.V. Lamour., *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevis., *Gelidiopsis planicaulis* (W.R. Taylor) W.R. Taylor e *Padina gymnospora* (Kütz.) Sond. (Széchy & Paula, 2000b).

Historicamente, a Baía da Ilha Grande sempre recebeu o interesse de navegantes e exploradores, à procura de seus recursos naturais. Desde muito cedo, coletas de macroalgas foram feitas ao longo da costa do Brasil, incluindo a Baía da Ilha Grande. A partir destas coletas, feitas principalmente por pesquisadores estrangeiros em expedição ao “novo continente”,

¹ Dados de área, perímetro e distâncias foram obtidos através do Google Earth.

deram-se os primeiros registros de macroalgas. A seguir, será apresentada uma sequência de publicações, que listam espécies de macroalgas coletadas na Baía da Ilha Grande.

I.1. Breve síntese de estudos florísticos na Baía da Ilha Grande

Marshall A. Howe publicou em 1928 uma nota descrevendo uma visita ao Brasil feita por dois pesquisadores, em 1915, na qual foram identificadas seis espécies para a Ilha Grande, das 40 identificadas para a costa brasileira: *Sargassum cymosum* Ag., *Dictyopteris plagiogramma* (Montagne) Vickers, *Dictyopteris delicatula* J.V. Lamour., *Padina gymnospora* (Kütz.) Sond., *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacq.) J.V. Lamour. e *Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Sol.) Lamour.

Em 1962, em um estudo para descrever a fauna da região entre marés de substratos consolidados na costa do Rio de Janeiro, Henrique R. da Costa citou cerca de 14 espécies para a área da Baía da Ilha Grande. O autor, porém, não especifica o ponto de coleta, e nem exatamente quantas espécies foram identificadas.

Mitchell e colaboradores, em 1979, publicaram uma revisão sobre clorofíceas marinhas reportadas para o litoral do estado do Rio de Janeiro, citando 14 espécies para a região de Angra do Reis.

O estudo feito por Falcão *et al.* (1992), em 10 pontos na Ilha Grande, localizados nas Enseadas de Abraão, Lopes Mendes e Palmas, identificaram 124 espécies de macroalgas, sendo 26 Chlorophyta, 28 Ochrophyta e 74 Rhodophyta. Duas destas espécies foram citadas pela primeira vez para o litoral do estado do Rio de Janeiro: *Taenioma perpusillum* (J. Agardh) J. Agardh e *Lophocladia trichoclados* (C. Agardh) F. Schmitz.

Pedrini *et al.* (1994) reportaram a flora do Saco Piraquara de Fora, a oeste da Baía da Ribeira, como uma “[...] flora rica e diversificada, predominando em variedade em relação à Baía da Ribeira, Parati e parte da Ilha Grande. [...]”. Nesse estudo, foram listadas 134 espécies de macroalgas, sendo 4 delas ocorrências novas para o estado do Rio de Janeiro: *Ganonema farinosum* (J.V. Lamour.) K.-C. Fan & Yung-C. Wang, *Laurencia intricata* J.V. Lamour., *Laurencia dendroidea* J. Agardh, *Ceratodictyon intricatum* (C. Agardh) R. E. Norris e outros 4 táxons de *Laurencia*. Das 134 espécies levantadas: 32 eram Chlorophyta, 28 Ochrophyta e 74 Rhodophyta.

Gestinari *et al.* (1998) citaram para a área da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, 121 espécies de macroalga: 27 Chlorophyta, 21 Ochrophyta e 73 Rhodophyta. Foram 38 novas citações para a Ilha Grande.

Széchy & Paula (2000b) descrevem a composição e riqueza de espécies associadas a bancos de *Sargassum* em diferentes locais, ao longo do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, tendo coletado em 3 três locais da Baía da Ribeira, durante o ano de 1992. No total, foram identificadas 152 espécies, sendo 26 Chlorophyta, 25 Ochrophyta e 101 Rhodophyta, com uma média de 28 espécies por metro quadrado. A Baía da Ribeira teve uma variação de 15 a 34 espécies.m⁻².

Na área do Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca (antigo TEBIG), como parte de um projeto de monitoramento da área, Brito *et al.* (2002) citaram 63 espécies de macroalgas para a região entre marés de costões rochosos adjacentes ao terminal, sendo 13 Chlorophyta, 15 Ochrophyta e 35 Rhodophyta. Destas, *Derbesia tenuissima* (Moris & De Not.) P. Crouan & H. Crouan, *Myrionema strangulans* Grev. e *Lomentaria rawitscheri* A. B. Joly foram referidas como novas ocorrências para o litoral sul do Rio de Janeiro. Nesse estudo, cinco espécies que apresentaram maior frequência foram consideradas características da comunidade de costão rochoso da região: *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derbès & Solier, *Amphiroa fragilissima* (L.) J. V. Lamour., *Gelidium pusillum* (Stackh.) Le Jol., *Hypnea spinella* (C. Agardh) Kütz. e *Centroceras clavulatum sensu auct.*, non (C. Agardh in Kunth) Mont. in Durieu.

Oliveira (2002) identificou 14 espécies identificadas na região entre marés de dois costões da Ilha Grande, nas Praias do Crena e do Abraãozinho, sendo 6 Chlorophyta e 8 Rhodophyta.

Em um estudo visando a uma comparação histórica da flora ficológica da Baía da Ribeira, depois de 20 anos do funcionamento da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, Széchy & Nassar (2005) identificaram a ocorrência de 120 espécies de macroalgas, sendo que 20 delas eram novas ocorrências para a região. O número de espécies encontrado na profundidade de 2,0 – 4,0 m foi maior, quando comparado com a faixa de profundidade de 1,0 – 2,0 m. Essa profundidade corresponde à faixa de crescimento preferencial do *Sargassum*, e onde a temperatura da água é mais amena, principalmente no Saco Piraquara de Fora.

Mena (2005) cita para a Enseada do Abraão, Ilha Grande, um total de 132 táxons infra genéricos de macroalgas, decorrentes de coletas realizadas durante as quatro estações do ano. Dos 132 táxons, foram identificadas 31 Chlorophyta, 23 Ochrophyta e 79 Rhodophyta. Destas, 34 espécies eram novas ocorrências para Ilha Grande e 23 espécies eram novas ocorrências para a Enseada do Abraão.

Figueiredo & Tâmega (2007), através de um amplo estudo de biodiversidade marinha feito na Baía da Ilha Grande, com coletas realizadas em 42 estações no verão e 27 no inverno,

indicaram a presença de 111 espécies de macroalgas, onde 27 eram Chlorophyta, 24 Ochrophyta e 64 Rhodophyta; 7 espécies eram novas ocorrências para a Baía da Ilha Grande e 2 novas ocorrências para o Rio de Janeiro. Esses autores identificaram principalmente os representantes mais conspícuos da flora.

Ignácio (2008), durante seu estudo de comunidades de substratos consolidados na Baía da Ilha Grande, especificamente nas Ilhas da Gipóia e do Itanhangá e na Praia do Anil, citou 46 táxons de macroalgas para a região, sendo, 33 Rhodophyta, 9 Ochrophyta e 4 Chlorophyta.

Nas Ilhas Araraquara, Araraquarina e Comprida, Estação Ecológica de Tamoios, uma das unidades de conservação presentes na Baía da Ilha Grande, Freitas (2014) identificou 65 espécies de macroalgas para a região sublitoral rasa: 42 Rhodophyta, 9 Ochrophyta e 14 Chlorophyta. Destas, cinco eram novas ocorrências para a Baía da Ilha Grande: *Bryopsis corymbosa* J. Agardh, *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kütz., *Ceramium clarionense* Setch. & N.L. Gardn., *Callithamnion corymbosum* (Sm.) Lyngb. e *Melanothamnus gorgoniae* (Harvey) Díaz-Tapia & Maggs. O autor sugeriu que a presença de *Sargassum vulgare* C. Agardh interfere na composição de espécies do local.

Koutsoukos *et al.* (2015) identificaram 58 espécies de macroalgas para a região sublitoral das ilhas de Imboassica e Búzios Pequena, onde as comunidades de macroalgas foram caracterizadas pela alta frequência e percentual de cobertura de *Sargassum vulgare*. Das 58 espécies, 11 eram Chlorophyta, 7 Ochrophyta e 40 Rhodophyta.

Ao estudar macroalgas indicadoras de aquecimento na área de influência da pluma térmica gerada pela descarga da água usada no resfriamento dos condensadores da usina nuclear, Costa (2015) identificou 56 espécies de macroalgas nos cinco pontos estudados, sendo três deles no Saco Piraquara de Fora, que sofrem influência direta da pluma térmica. O gênero *Sargassum* foi mais abundante nos pontos fora da área da pluma térmica.

Díaz (2015), através do estudo da estrutura de assembleias de macroalgas da região sublitoral rasa de seis locais da região de Angra dos Reis e da relação dessas assembleias com a qualidade da água, identificou 76 espécies, sendo 47 Rhodophyta, 9 Ochrophyta e 20 Chlorophyta, e mostrou que as espécies do gênero *Sargassum* são indicadoras negativas de eutrofização, através de variáveis como densidade e cobertura do estrato superior.

Carneiro (2017), nas ilhas Búzios e Cobras, pertencentes à Estação Ecológica de Tamoios, identificou 58 espécies, sendo 34 Rhodophyta, 11 Ochrophyta e 13 Chlorophyta. 36 espécies foram acrescentadas à listagem de espécies da Ilha de Búzios feita em estudos pretéritos. Esse estudo também determinou a ilha de Búzios como um bom local de referência, entre as duas ilhas estudadas, para programas que utilizem o levantamento taxonômico das

macroalgas. Outro ponto levantado no trabalho foi a comparação do número de gêneros presentes em duas profundidades: 1,0 – 2,0 m e 3,0 – 4,0 m, não sendo encontrado diferença significativa entre os gêneros identificados em cada profundidade.

A rica diversidade de fauna e flora da Baía da Ilha Grande vem sendo alvo de interesse por décadas; e está continuamente sendo estudada pelos diferentes ramos da biologia. Em questão da diversidade da flora marinha da região, os muitos trabalhos já listados mostram como é extensa a listagem de espécies de diversos locais da Baía. Porém para a Baía da Ribeira, que pode estar sendo prejudicada por diversos distúrbios ambientais antropogênicos, não foram encontrados trabalhos que mostrassem a real condição da flora local comparada com o resto da Baía da Ilha Grande.

Tabela 1: Síntese de estudos florísticos na Baía da Ilha Grande.

Trabalho	Nº de Espécies			Total
	Ochrophyta	Rhodophyta	Chlorophyta	
Howe (1928)	4	2	-	6
Costa (1962)	3*	8*	3*	14*
Mitchell <i>et al.</i> (1979)	-	-	14**	14
Falcão <i>et al.</i> (1992)	28	74	26	124
Pedrini <i>et al.</i> (1994)	28	74	32	134
Gestinari <i>et al.</i> (1998)	21	73	27	121
Széchy & Paula (2000b)	25	101	26	152
Brito <i>et al.</i> (2002)	15	35	13	63
Oliveira (2002)	-	8	6	14
Széchy & Nassar (2005)	23	69	28	120
Mena (2005)	23	79	31	132
Figueiredo & Tâmega (2007)	24	64	27	111
Ignácio (2008)	9	33	4	46
Freitas (2014)	9	42	14	65
Koutsoukos <i>et al.</i> (2015)	7	40	11	58
Costa (2015)	9	36	11	56
Diaz (2015)	9	47	20	76
Carneiro (2017)	11	34	13	58

* Número incerto, pois o autor não cita com exatidão quantas espécies ele identificou.

** Revisão sobre clorófitas marinhas no litoral do Rio de Janeiro

I.2. Uso das macroalgas marinhas em avaliações ambientais

Comunidades bentônicas estão especialmente vulneráveis a mudanças ambientais. As atividades humanas vêm por décadas causando diversos impactos e alterando os ecossistemas marinhos. A composição e estruturação das assembleias bentônicas são significativamente alteradas através da construção humana (Di Franco, 2011),

Széchy & Nassar (2005) mostram que a riqueza de espécies é reduzida, com um número de espécies de Phaeophytas significativamente menor na área de influência direta do efluente líquido do C.N.A.A.A. quando em comparação com os locais fora dessa área de influência.

De acordo com Scherner *et al.* (2013), a riqueza de espécies de macroalgas foi positivamente correlacionada com a cobertura de vegetação terrestre da costa e negativamente correlacionada com a quantidade de moradias e o tamanho populacional do local. Assim áreas que possuíam a costa urbanizada apresentaram riqueza de macroalgas em média 30% menor do que em locais com maior vegetação. Essas condições também resultariam em uma alteração na comunidade bentônica com o aumento substancial na quantidade de Chlorophyta e a diminuição da cobertura de Phaeophyceae em áreas urbanizadas.

Gorman *et al.* (2020) mostram um declínio significativo na cobertura de macroalgas na costa brasileira nas últimas cinco décadas, que contrastou com o aumento em cobertura de algas filamentosas durante o mesmo período. Além disso, o estudo revela que as maiores perdas ocorreram nos pontos com maior crescimento populacional, maior aumento na temperatura da água e localizados em baías semi-protegidas.

A riqueza de espécies, apesar de muito usada em estudos de biodiversidade, apresenta algumas dificuldades quanto ao seu uso em comparações. De acordo com Clarke & Warwick (2001), um dos motivos é sua dependência ao tamanho/esforço amostral, pois esse tipo de medição possui alta sensibilidade ao tamanho amostral, sendo problemática a sua comparação entre estudos de diferentes níveis de esforço amostral. Para os autores, a medida ideal seria aquela que fosse menos sensível a diferenças ambientais naturais, mas que fosse altamente suscetível a distúrbios antropogênicos de longa duração. Uma forma de contornar esses problemas seria com o uso de uma medida que não fosse baseada na abundância de espécies de um local, mas na distância taxonômica entre os indivíduos do local.

“A medição da biodiversidade de um local deve, idealmente, dizer algo sobre o quão diferente os habitantes são uns dos outros” (Harper & Hawksworth, 1994).

Dessa forma, alguns índices de diversidade, baseados no parentesco entre as espécies de um local, apresentaram um grande potencial. De acordo com Warwick & Clarke (2001), em um contexto de conservação e monitoramento ambiental, o uso da distinção taxonômica/filogenética das espécies de uma comunidade resumiria características da sua estrutura hierárquica.

Dentre esses índices, a distinção taxonômica média (Average Taxonomic distinctness – AvTD) e a variação da distinção taxonômica (Variation in taxonomic distinctness – VarTD), para dados qualitativos, como uma listagem de espécies e dados de presença/ausência, apresentam uma grande possibilidade, pois são índices independentes do nível de esforço amostral empregado, o que permite comparações entre diferentes listagens de espécies. Sendo então, uma interessante forma de se comparar a listagem de espécies de diferentes localidades e períodos de tempo (Clarke & Warwick, 2001).

A *distinção taxonômica média* (AvTD ou Δ^+) foi apresentada por Clarke & Warwick (1998a), sendo derivado de outros dois índices de biodiversidade, o índice de *diversidade taxonômica* (Δ) e o índice de *distinção taxonômica* (Δ^*), ambos introduzidos por Warwick & Clarke (1995). A *variação em distinção taxonômica* (VarTD ou Δ^+) foi apresentada por Warwick & Clarke (2001).

Originalmente, Clarke & Warwick (1998) apresentaram o índice de distinção taxonômica média (AvTD ou Δ^+) através do estudo da diversidade de nematódeos marinhos de vida livre, quando compararam dados históricos de presença/ausência de 14 localidades diferentes na costa do Reino Unido. Mais tarde, estes mesmos autores exemplificaram a diminuição do índice em função de parâmetros relacionados à degradação ambiental, sugerindo seu potencial como um indicador ambiental (Clarke & Warwick, 1999).

O índice de distinção taxonômica média tem sido mais usado para o estudo de zoobentos e peixes (Rogers *et al.*, 1999; Salas *et al.*, 2006; Bevilacqua *et al.*, 2011; Bevilacqua *et al.*, 2012; Hu & Zhang, 2016; Azevedo *et al.*, 2017; Jiang *et al.*, 2020). Também é possível encontrar referências para o uso do índice em avaliações de qualidade ambiental (Jiang *et al.*, 2014). Porém, são poucas as referências que podem ser encontradas para o uso desse índice no estudo de assembleias de macroalgas.

Entre as referências encontradas, Price *et al.* (2006), objetivando identificar lugares de maior e menor diversidades de macroalgas no Oceano Índico, avaliaram a relação entre riqueza de espécies (S), raridade (R) e distinção taxonômica média (Δ^+), com base em dados de “baixa resolução” (presença/ausência). Apesar das diferenças conceituais e no rigor amostral exigido

em cada índice, esses autores encontraram concordância entre os índices para a separação de locais considerados “hotspots” e “coldspots” de biodiversidade.

Cheschia *et al.* (2007) aplicaram o índice de distinção taxonômica média para o estudo da diversidade de macroalgas no Golfo de Trieste, assim como avaliaram as vantagens do método no estudo de biodiversidade e no estabelecimento de prioridades de conservação. Concluíram que o índice de distinção taxonômica média pode ser de grande ajuda na interpretação de informações, fornecendo um valor limiar estatístico e objetivo para a significância dos dados. Ressaltaram, no entanto, que este índice não pode substituir outros índices, como riqueza de espécies e diversidade de Shannon.

Smale *et al.* (2011) usaram o índice de distinção taxonômica média, em adição à riqueza de espécies e ao índice de diversidade de Shannon-Wiener, para testar os padrões de diversidade de macroalgas em diferentes escalas espaciais na costa australiana. Observaram que os três índices mostraram uma variação semelhante ao longo da costa, onde aumentaram de forma sequencial desde as águas quentes até águas mais frias.

Até o presente momento, nenhuma referência foi encontrada para o uso desse índice no estudo das assembleias de macroalgas na costa brasileira.

No tocante à flora marinha de costões rochosos da Baía da Ilha Grande, em especial a da Baía da Ribeira, pergunta-se:

- 1) A Ilha do Pinto, assim como outros locais estudados mais recentemente, mostra padrão diferente de diversidade de macroalgas em relação a locais estudados há mais tempo?
- 2) A Ilha do Pinto, assim como outras ilhas localizadas na Baía da Ribeira, onde se concentram diferentes distúrbios antropogênicos ao ecossistema marinho, mostram composição de espécies de macroalgas diferente, se comparadas a locais fora da Baía da Ribeira, particularmente locais inseridos em unidades de conservação?
- 3) Os aspectos qualitativos das assembleias de macroalgas da Ilha do Pinto são equiparáveis aos de outros locais estudados anteriormente por outros autores, independentemente de padronização do esforço amostral entre estes estudos?
- 4) O que sugere o índice de distinção taxonômica média quanto ao impacto destes distúrbios antropogênicos na diversidade de macroalgas?

Objetivo

Esse estudo visou ao levantamento taxonômico das macroalgas ocorrentes na região sublitoral rasa da Ilha do Pinto, Baía da Ribeira, e à comparação com a flora ficológica de outras ilhas da Baía da Ribeira e de outras localidades próximas, na Baía da Ilha Grande, registrada em estudos pretéritos.

Objetivos Específicos

- Descrever a composição de espécies da assembleia de macroalgas da região sublitoral rasa da Ilha do Pinto, fornecendo listagem de espécies para duas faixas de profundidade.
- Analisar a similaridade da composição de espécies de macroalgas entre a Ilha do Pinto e diferentes locais e anos, com base no levantamento de estudos pretéritos.
- Comparar a Ilha do Pinto com outras ilhas da região, através do índice de distinção taxonômica média e do índice da variação em distinção taxonômica da flora ficológica da região.

Metodologia

Área de Estudo

Foi escolhida a Ilha do Pinto, localizada na parte mediana da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro (Figura 1).



Figura 1: Baía da Ribeira, com a indicação da localização da Ilha do Pinto

Foram estudados os costões rochosos de dois pontos na Ilha do Pinto ($22^{\circ}59'28,50''$ S, $44^{\circ}24'08,54''$ O) (Figura 2). O costão no Ponto 1 é caracterizado por ter uma inclinação de 15° - 35° e não ser exposto à movimentação de ondas. O costão do Ponto 2 apresenta inclinação de 0° - 40° , também não é exposto à movimentação de ondas e fica próximo a um dos ancoradouros da ilha (Carneiro, 2017).



Figura 2: Ilha do Pinto, Baía da Ribeira, com a indicação dos pontos de coleta.

Coleta de material

A Ilha do Pinto fez parte do projeto de dissertação de mestrado do Biólogo Ivan Monclaro Carneiro (Carneiro, 2017), que fez a coleta de exemplares de macroalgas, através de mergulho autônomo, no dia 15 de outubro de 2015. A coleta foi feita por busca livre, durante 30 minutos para cada uma das duas faixas de profundidade do costão rochoso: 1,0 a 2,0 m e 3,0 a 4,0 m. As macroalgas foram retiradas com o auxílio de uma espátula de pedreiro. As amostras das duas profundidades foram preservadas em solução de formaldeído a 4% e guardadas para posterior tratamento taxonômico.

Obtenção das listas de espécies

As amostras das duas profundidades da Ilha do Pinto foram triadas, sob microscópio estereoscópico, de modo a separar espécimes de dimensões menores e tipos morfológicos diferentes, incluindo epífitas em exemplares maiores de macroalgas.

Quando necessário, foram feitas mensurações de estruturas em microscópio óptico e cortes histológicos à mão livre, com o uso de lâmina de barbear.

Os espécimes foram identificados em nível de espécie, sempre que possível, inicialmente com base nas chaves de identificação taxonômica de Joly (1965) e de Littler & Littler (2000). No caso de ser identificado o gênero, mas não haver segurança para identificar as espécies, foi adotada a nomenclatura “spp.” após o epíteto genérico, indicando que havia mais de uma

espécie, mas que não puderam ser identificadas com a bibliografia existente. Alguns espécimes não puderam ser identificados por estarem fragmentados, ou não férteis, não apresentando as características morfológicas necessárias para seguir nas chaves de identificação.

Para alguns grupos taxonômicos, foram usadas referências específicas, mais recentes (Tabela 2).

Tabela 2: Bibliografia usada para a identificação de espécies de grupos taxonômicos determinados

Bibliografia	Grupos taxonômicos
	<i>Bryopsis</i>
Coto (2007)	<i>Chaetomorpha</i>
	<i>Cladophora</i>
Barros-Barreto <i>et al.</i> (2006)	<i>Ceramium</i>
Won <i>et al.</i> (2009)	<i>Centroceras</i>
Fujii (1991)	<i>Laurencia</i>
Cassano <i>et al.</i> (2007)	<i>Laurencia caduciramulosa</i>
Cassano & Pedrini (1993)	<i>Nemacystus howei</i>
Jesus (2014)	<i>Hypnea</i>
Nauer <i>et al.</i> (2015)	<i>Hypnea musciformis</i>
Paula (1988)	<i>Sargassum</i>
Belton <i>et al.</i> (2014)	<i>Caulerpa chemnitzia</i>
Gomes <i>et al.</i> (2020)	<i>Gayliella</i>

Dessa forma, foi criada uma lista de espécies para a Ilha do Pinto, agrupadas pelos filos Chlorophyta, Ochrophyta e Rhodophyta, e padronizada quanto à nomenclatura seguindo Wynne (2017).

Foram considerados os estudos de Figueiredo & Tâmega (2007), Freitas (2014), Diaz (2015) e Carneiro (2017) (Tabela 3) para a elaboração de listas de espécies para 11 outras localidades da Baía da Ilha Grande (Figura 3). Desta forma, foram consideradas 4 ilhas para a Baía da Ribeira, 3 ilhas para a Enseada de Angra dos Reis e 5 ilhas fora da Baía da Ribeira e da Enseada de Angra dos Reis. As listas de espécies para essas localidades também foram padronizadas quanto à nomenclatura seguindo Wynne (2017).

Tabela 3: Estudos considerados para a construção de listas de espécies, localidades consideradas e coordenadas geográficas dos respectivos pontos estudados. * Ilhas pertencentes à Estação Ecológica de Tamoios.

Autor(es)	Ilhas	Coordenadas
Figueiredo & Tâmega (2007)	Pingo d'Água*	23° 00' 1,38" S, 44° 25' 15,54" O
	Comprida	25° 57' 43,44" S, 44° 22' 0,54" O
	Murta	22° 58' 21,78" S, 44° 19' 48,42" O
Freitas (2014)	Araraquara*	23° 03' 15" S, 44° 33' 55" O
	Araraquarinha*	23° 02' 54" S, 44° 33' 19" O
	Comprida*	23° 03' 17" S, 44° 35' 51" O
Diaz (2015)	Bonfim	23° 01' 26" S, 44° 19' 54" O
	Tartaruga	23° 00' 16" S, 44° 15' 26" O
	Camorim	23° 00' 10" S, 44° 15' 26" O
Carneiro (2017)	Búzios*	23° 3' 25,10" S, 44° 24' 54,20" O
	Cobras*	23° 3' 20,83" S, 44° 24' 6,71" O

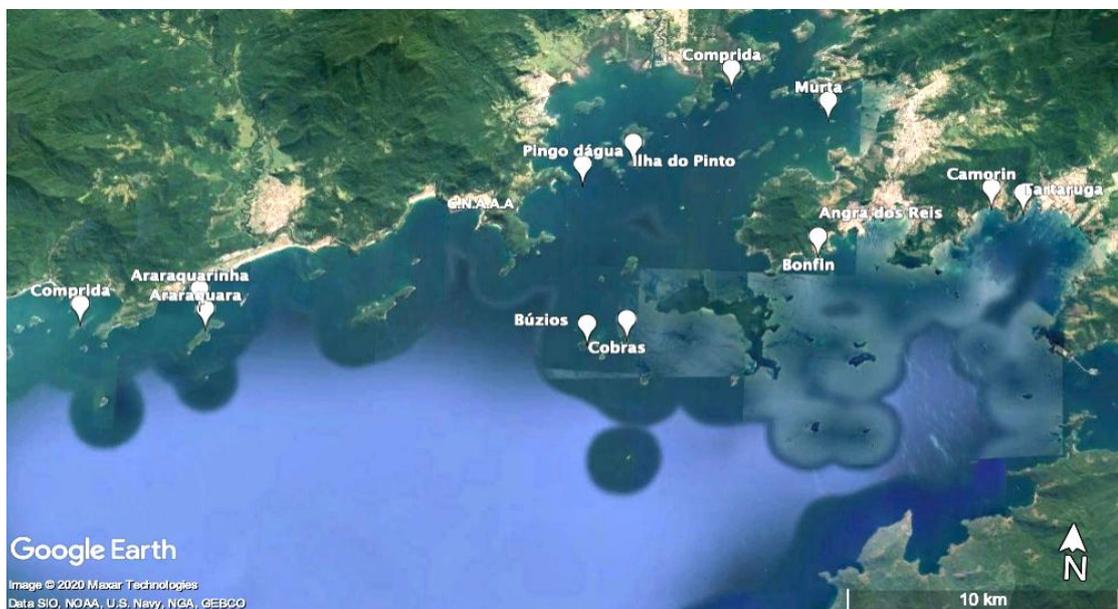


Figura 3: Mapa mostrando as localidades consideradas para a construção da listagem de espécies.

Análise de Dados

Com base na matriz de presença/ausência de espécies de macroalgas das 12 ilhas (lista total de espécies = *master list*) (Anexo I), foram feitas análises com base em três índices: coeficiente de similaridade de Jaccard, índice de distinção taxonômica média (AvTD – *Average Taxonomic Distinctness* ou Δ^+) e índice de variação da distinção taxonômica (VarTD – *Variation in Taxonomic Distinctness* ou Λ^+).

O índice de similaridade de Jaccard foi usado para uma análise de agrupamento a fim de analisar a similaridade entre as localidades quanto à composição de espécies de macroalgas.

Segundo Ceschia *et al.* (2007), a distinção taxonômica média de um local ou de uma região é definida como a média das distâncias taxonômicas dentro de uma hierarquia taxonômica, entre quaisquer pares de espécies escolhidas aleatoriamente. A variação em distinção taxonômica é a medida da variação da distância entre as espécies dentro de uma árvore taxonômica.

Para aplicação dos testes de AvTD e VarTD, foi necessária, além da listagem de presença/ausência de espécies das ilhas, a construção de uma planilha base com os dados de classificação taxonômica de cada espécie da listagem, em diferentes categorias taxonômicas até filo. Para esta classificação, foi usado o estudo de Wynne (2017). Com essa planilha foi possível a construção de uma árvore de distância taxonômica pelo programa Primer 7 - versão 7.0.13, organizando todas as espécies da listagem total dentro dessa árvore.

O programa, então, calculou a distância percorrida nessa árvore entre um par de espécies aleatórias e depois fazendo o mesmo para todas as espécies pareando-as aleatoriamente, somando os valores encontrados e calculando uma média para eles, que resultou no índice de distinção taxonômica média e a variância desses valores, resultou no índice de variação da distinção taxonômica.

Para ser possível o cálculo das distâncias, a cada nível taxonômico foi atribuído um peso, que é referente à importância do nível para o objetivo do estudo. Os valores foram atribuídos de forma automática pelo programa, considerando cada nível com o mesmo comprimento (comprimento = 1). Assim, o peso utilizado foi de 100 para Filo, 83,333 para Classe, 66,667 para Ordem, 50 para Família, 33,333 para Gênero e 16,667 para Espécie.

Os índices de distinção taxonômica média e o de variação da distinção taxonômica foram interpretados com base na construção do gráfico de funil (Warwick & Clarke, 1998a; Clarke & Warwick, 2001). Os gráficos mostram uma linha representando o valor do índice calculado para a lista total das espécies da região e os limites de confiança de 95% (média \pm 2. desvio-padrão).

Os valores dos índices para cada localidade foram plotados no gráfico de funil, a fim de comparar a lista de espécies de cada localidade com a lista total, independentemente do número de espécies de cada lista. Este é um teste estatístico, que visa a avaliar se o distanciamento de uma localidade em relação à linha que representa a lista total de espécies da região não é devido ao acaso. Assim, pode-se responder se a lista de espécies de cada localidade, quanto às distâncias taxonômicas, está dentro do esperado (dentro do funil) ou não.

Resultados

Composição de espécies da assembleia de macroalgas da região sublitoral rasa da Ilha do Pinto

Foi identificado um total de 48 táxons em nível de espécie e 4 táxons em nível de gênero (*Derbesia* sp., *Chondria* sp., *Ceramium* sp. e *Gayliella* sp.). Do total de táxons identificados, 28 pertencem ao Filo Rhodophyta, 9 ao Filo Ochrophyta e 15 ao Filo Chlorophyta. Durante o trabalho foram identificadas duas espécies do gênero *Ceramium*, *Ceramium dawsonii* e *Ceramium flaccidum*, que pela atualização do Wynne (2017) estão sendo consideradas, no Brasil, como pertencentes ao gênero *Gayliella*.

As ordens mais representativas, em termos de números de espécies, dentro de cada filo, foram Bryopsidales (Chlorophyta), Dictyotales e Fucales (Ochrophyta) e Ceramiales (Rhodophyta), esta última a mais importante, com 12 espécies.

Sinopse das espécies da Ilha do Pinto, segundo a classificação de Wynne (2017)

Chlorophyta

Ulvophyceae

Bryopsidales

Bryopsidaceae

Bryopsis plumosa (Huds.) C. Agardh

Caulerpaceae

Caulerpa ambigua Okamura

Caulerpa chemnitzia (Esper.) J.V. Lamour.

Caulerpa fastigata Mont.

Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh

Codiaceae

Codium isthmocladum Vickers

Codium taylori P.C. Silva

Derbesiaceae

Derbesia sp.*

Cladophorales**Cladophoraceae**

Chaetomorpha aerea (Dillwyn) Kütz.

Cladophora brasiliana G. Martens

Cladophora dalmatica Kütz.

Cladophora lehmanniana (Lindenb.) Kütz.

Cladophora vagabunda (L.) C. Hoek

Dasycladales**Polyphysaceae**

Acetabularia schenckii Möbius

Uvales**Ulvaceae**

Ulva flexuosa Wulfen

Ochrophyta**Phaeophyceae****Dictyotales****Dictyotaceae**

Canistrocarpus cervicornis (Kütz.) De Paula & De Clerck

Dictyota ciliolata Sond. ex Kütz.

Padina gymnospora (Kütz.) Sond.

Ectocarpales**Scytosiphonaceae**

Rosenvingea intricata (J. Agardh) Børgesen

Chordariaceae

Nemacystus howei (W.R. Taylor) Kylin

Fucales**Sargassaceae**

Sargassum cymosum C. Agardh

Sargassum filipendula C. Agardh

Sargassum vulgare C. Agardh

Sphacelariales**Sphacelariaceae**

Sphacelaria tribuloides Meneghini

Rhodophyta**Florideophyceae****Corallinales****Corallinaceae**

Jania adhaerens J.V. Lamour.

Jania capillacea Harv.

Jania unguolata (Yendo) Yendo

Amphiroa beauvoisii J.V. Lamour.

Amphiroa fragilissima (L.) J.V. Lamour.

Bonnemaisoniales**Bonnemaisoniaceae**

Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevis.

Ceramiales**Callithamniaceae**

Aglaothamnion cordatum (Børgesen) Feldm.-Maz.

Ceramiaceae

Centroceras gasparrinii (Menegh.) Kütz.

Ceramium sp.*

Gayliella sp. **

Dasyaceae

Dasya rigidula (Kütz.) Ardiss.

Heterosiphonia crispella (C. Agardh) M.J. Wynne

Rhodomelaceae

Acanthophora spicifera (Vahl) Børgesen

Chondria sp.*

Laurencia caduciramulosa Masuda & Kawaguchi

Laurencia dendroidea J. Agardh

Wrangeliaceae

Spermothamnion nonatoi A.B. Joly

Wrangelia argus (Mont.) Mont.

Nemaliales

Galaxauraceae

Dichotomaria marginata (J. Ellis & Sol.) Lam.

Gigartinales

Cystocloniaceae

Hypnea cervicornis J. Agardh

Hypnea musciformis (Wulfen in Jacq.) J.V. Lamour.

Hypnea spinella (C. Agardh) Kütz.

Gigartinaceae

Chondracanthus acicularis (Roth) Fredericq in Hommersand *et al.*

Halymeniales

Halymeniaceae

Dermocorynus dichotomus (J. Agardh) Gargiulo, Morabito & Manghisi

Rhodymeniales

Champiaceae

Champia compressa Harv.

Champia parvula (C. Agardh) Harv.

Lomentariaceae

Ceratodictyon planicaule (W.R. Taylor) M.J. Wynne

Ceratodictyon variable (Grev. ex J. Agardh) R.E. Norris

* ,** Não foi possível identificar no nível de espécie por falta de algumas características necessárias do material – material insuficiente ou sem estrutura de reprodução.

** Uma das espécies de *Ceramium* (*Ceramium flaccidum*), considerada por Wynne (2017) como *Gayliella* sp., recentemente teve seu nome atualizado a partir do trabalho de Gomes *et al.* (2020) para *Gayliella ardissoni* Barros-Barreto & F.P. Gomes.

Na profundidade de 1-2 m, foram identificados 37 táxons infragenéricos: 11 Chlorophyta, 5 Ochrophyta e 21 Rhodophyta. Na profundidade 3-4 m, foram identificados 46 táxons infragenéricos: 13 Chlorophyta, 9 Ochrophyta e 24 Rhodophyta (Tabela 4). As algas vermelhas foram as mais representativas em termos de número de espécies.

Tabela 4: Espécies encontradas nas duas faixas de profundidade, na Ilha do Pinto.

Espécies	Ponto 1		Ponto 2	
	1-2 m	3-4 m	1-2 m	3-4 m
Chlorophyta				
<i>Acetabularia schenckii</i>	X	X	X	
<i>Bryopsis plumosa</i>	X	X	X	X
<i>Caulerpa ambigua</i>	X	X	X	X
<i>Caulerpa chemnitzia</i>		X		
<i>Caulerpa fastigata</i>		X		X
<i>Caulerpa racemosa</i>	X	X	X	X
<i>Chaetomorpha aerea</i>		X	X	

Espécies	Ponto 1		Ponto 2	
	1-2 m	3-4 m	1-2 m	3-4 m
<i>Cladophora brasiliana</i>		X		X
<i>Cladophora dalmatica</i>		X	X	
<i>Cladophora lehmanniana</i>			X	
<i>Cladophora vagabunda</i>	X	X		
<i>Codium isthomocladum</i>				X
<i>Codium taylori</i>			X	
<i>Derbesia</i> sp.	X	X	X	
<i>Ulva flexuosa</i>	X	X		X
Ochrophyta				
<i>Canistrocarpus cervicornis</i>	X	X	X	X
<i>Dictyota ciliolata</i>		X		X
<i>Nemacystus howei</i>	X	X		X
<i>Padina gymnospora</i>	X	X	X	X
<i>Rosenvingea intricata</i>	X	X	X	X
<i>Sargassum cymosum</i>				X
<i>Sargassum filipendula</i>				X
<i>Sargassum vulgare</i>	X	X		X
<i>Sphacelaria tribuloides</i>		X		
Rhodophyta				
<i>Acanthophora spicifera</i>	X	X	X	X
<i>Aglaothamnion cordatum</i>			X	
<i>Amphiroa beauvoisii</i>		X	X	X
<i>Amphiroa fragilissima</i>	X	X	X	X
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	X	X	X	X
<i>Centroceras gasparrinii</i>	X	X	X	
<i>Ceramium</i> sp.	X			
<i>Ceratodictyon planicaule</i>	X	X	X	X
<i>Ceratodictyon variable</i>		X	X	
<i>Champia compressa</i>	X	X	X	X
<i>Champia parvula</i>	X	X	X	X

Espécies	Ponto 1		Ponto 2	
	1-2 m	3-4 m	1-2 m	3-4 m
<i>Chondracanthus acicularis</i>	x	x	x	
<i>Chondria</i> sp.			x	
<i>Dasya rigidula</i>		x		
<i>Dermocorymus dichotamus</i>				x
<i>Dichotomaria marginata</i>				x
<i>Gayliella</i> sp.		x		x
<i>Heterosiphonia crispella</i>	x			x
<i>Hypnea cervicornis</i>	x	x	x	x
<i>Hypnea musciformis</i>		x		
<i>Hypnea spinella</i>		x		x
<i>Jania adhaerens</i>	x	x	x	x
<i>Jania capillacea</i>		x	x	x
<i>Jania ungulata</i>		x	x	x
<i>Laurencia caduciramulosa</i>	x	x	x	
<i>Laurencia dendroidea</i>				x
<i>Wrangelia argus</i>	x	x	x	
Total de Espécies por ponto de coleta e profundidade:	26	39	31	33

Os maiores números de espécies foram encontrados na profundidade 3 – 4 m, especialmente no Ponto 1. Do total de espécies encontrados, 15 foram exclusivas dessa profundidade: *Caulerpa chemnitzia*, *Caulerpa fastigiata*, *Cladophora brasiliana*, *Codium isthomocladum*, *Dasya rigidula*, *Dermocorymus dichotomus*, *Dichotomaria marginata*, *Dictyota ciliolata*, *Gayliella* sp., *Hypnea spinella*, *Hypnea musciformis*, *Laurencia dendroidea*, *Sargassum cymosum*, *Sargassum filipendula* e *Sphacelaria tribuloides*

A composição de espécies foi similar (coeficiente de Jaccard \approx 60%) entre as duas faixas de profundidade e entre os pontos estudados, com base nos dados de presença/ausência das espécies (Figura 4).

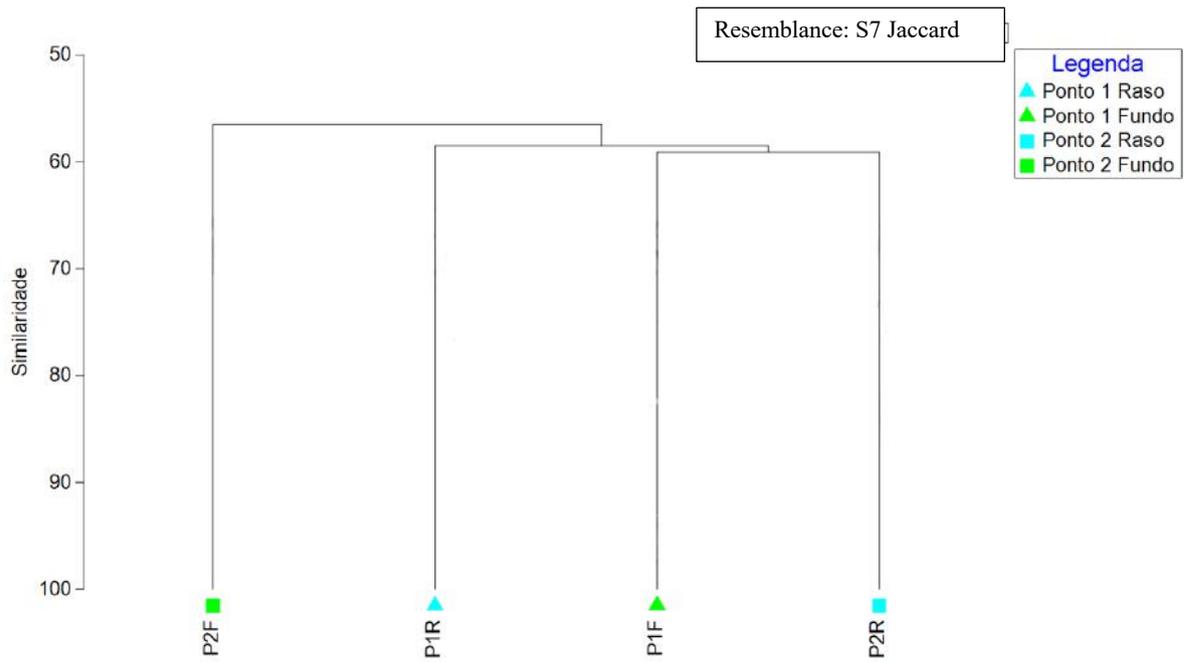


Figura 4: Análise da similaridade da composição de espécies nos pontos e profundidades estudados na Ilha do Pinto.

Composição de espécies de macroalgas entre diferentes locais e anos, com base no levantamento de estudos pretéritos

Com o levantamento bibliográfico, foi obtida listagem de 128 espécies de macroalgas (Anexo I) para as localidades estudadas, sendo: 75 Rhodophyta, 22 Ochrophyta e 31 Chlorophyta.

As ilhas que apresentaram citação dos maiores números de espécies foram Araraquara (n=53), Cobras (n= 52) e Pinto (n = 51), enquanto as ilhas com citação dos menores números de espécies foram: Murta (n= 13), Comprida (Figueiredo & Tâmega, 2007) (n= 16) e Pingo d'Água (n= 24) (Figura 5). A Ilha do Pinto apresentou 19 espécies comuns às outras ilhas da Baía da Ribeira. Por outro lado, a Ilha do Pinto apresentou 40 espécies comuns às ilhas fora da Baía da Ribeira. Das 128 espécies levantadas, oito foram exclusivas da Ilha do Pinto.

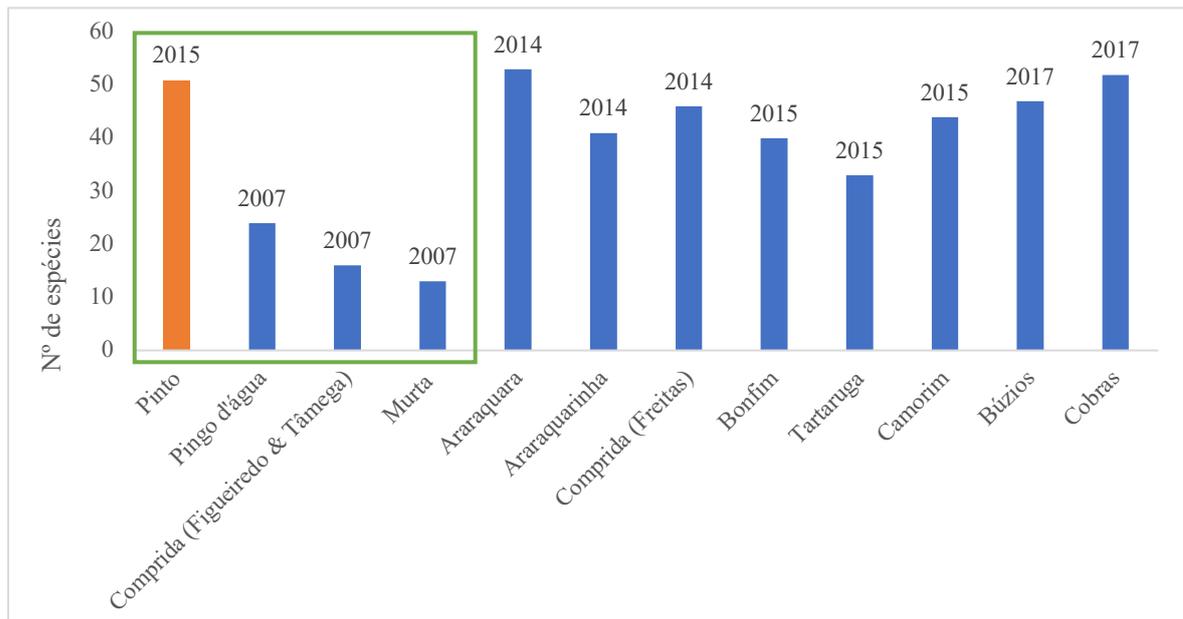


Figura 5: Comparação entre as localidades da Baía da Ilha Grande, quanto ao número de espécies de macroalgas citadas na literatura e neste estudo. A Ilha do Pinto em laranja; as ilhas dos estudos pretéritos em azul, ilhas da Baía da Ribeira destacadas em verde e acima das colunas, o ano de coleta em cada localidade.

Comparação da composição de espécies de macroalgas entre a Ilha do Pinto e outras localidades da Baía da Ilha Grande, com base nos levantamentos de estudos pretéritos

Com o dendrograma (Figura 6), foi possível definir três grupos com mais de 55% de similaridade: A- com as ilhas Araraquara, Araraquarinha e Comprida, B- com as ilhas Tartaruga e Bonfim e C- com as ilhas Cobras e Búzios. A ilha do Pinto apresentou baixa similaridade em relação às ilhas da Baía da Ribeira.

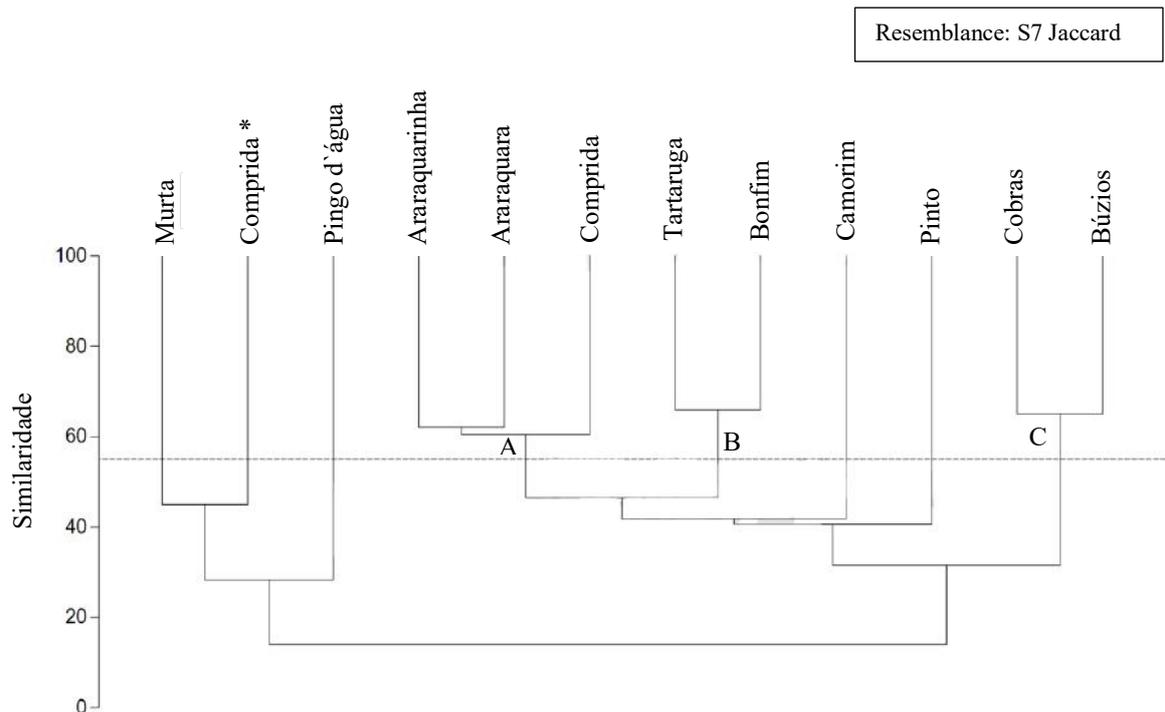


Figura 6: Análise da similaridade da composição de espécies entre as localidades, com base no coeficiente de Jaccard. Grupos formados com mais de 55% de similaridade: A – Araraquarinha, Araraquara e Comprida; B- Tartaruga e Bonfim e C – Cobras e Búzios. * Ilha Comprida (Figueiredo & Tâmega, 2007)

O gráfico de funil para distinção taxonômica média (Figura 7) mostrou que todas as localidades se posicionaram dentro dos limites esperados, variando 78,97 (Araraquarinha) a 85,42 (Comprida – Figueiredo & Tâmega, 2007). O valor para a lista total da região foi 82,00. Apesar da variação no número de espécies entre as listas das diferentes localidades, as ilhas de Murta, Bonfim e Búzios mostraram valores muito próximos ao calculado para a distinção taxonômica média da lista total da região. Por outro lado, outras ilhas, também com número diferente de espécies nas listas, mostraram-se mais distantes da linha representante da lista total da região: Ilha do Pinto, Ilha Comprida e Ilha de Pingo d'Água acima da linha; ilha de Araraquara, abaixo.

Em relação aos valores da variação média da distinção taxonômica Λ^+ (Figura 8), todas as ilhas também se posicionaram dentro dos limites de confiança do funil, ou seja, dentro do esperado. Os valores do índice de variação da distinção taxonômica variaram entre 361,00 (Murta) e 517,74 (Araraquara). O valor de Λ^+ para a lista total da região foi de 469,78. As ilhas do Pinto, Murta e Camorim ficaram muito próximas da linha do limite inferior do intervalo de confiança, enquanto as ilhas de Pingo d'Água e Cobras mostraram variação da distância taxonômica muito similar à da representante da lista total de espécies da região.

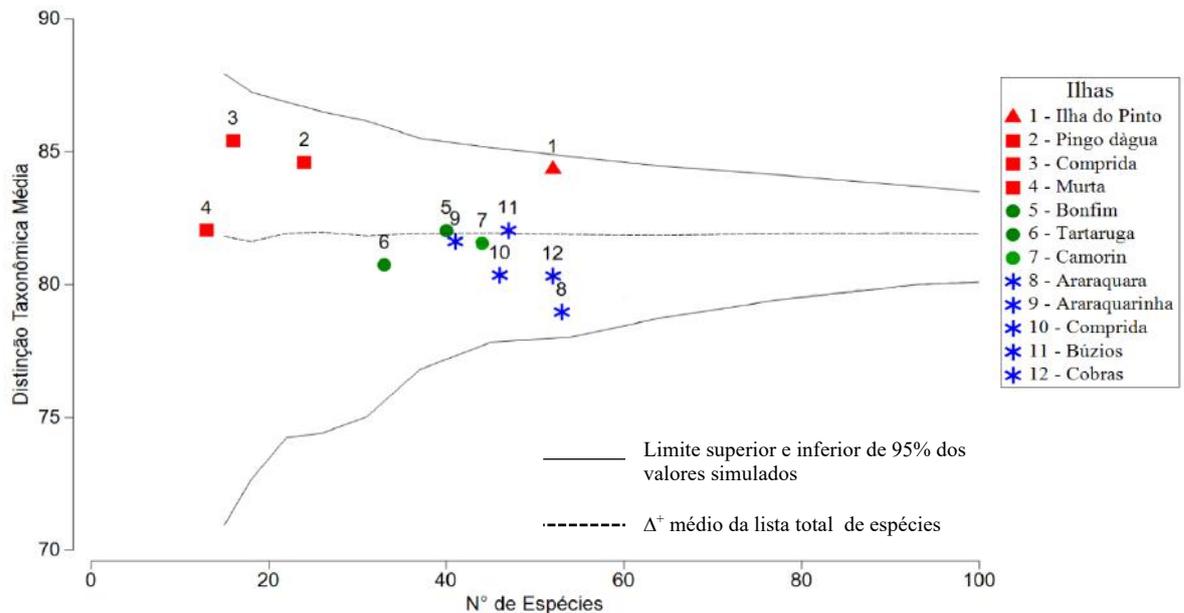


Figura 7: Valores de Distinção Taxonômica Média de cada localidade, com limite de confiança superior e inferior de 95% e o valor médio da distinção taxonômica da região com base na lista total de espécies (n=128). Vermelho – Ilhas da Baía da Ribeira, Azul – Ilhas da ESEC Tamoios e Verde: ilhas fora da Baía da Ribeira e que não pertencem a ESEC Tamoios

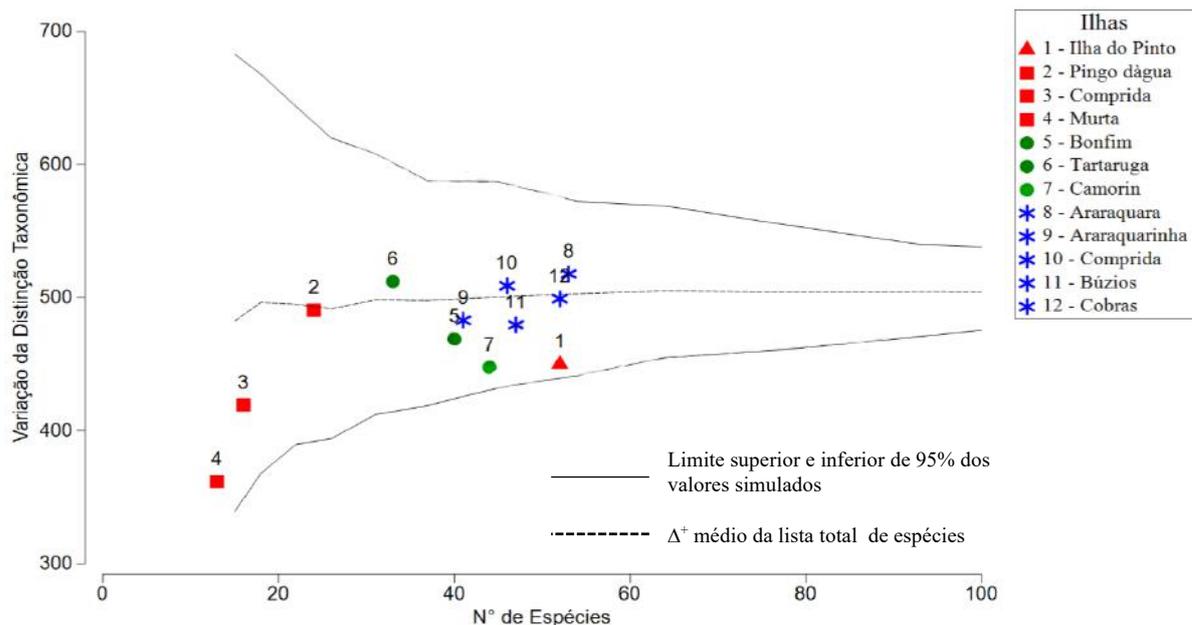


Figura 8: Valores da Variação em Distinção Taxonômica de cada localidade, com limite de confiança superior e inferior de 95% e o valor médio da distinção taxonômica da região com base na lista total de espécies (n=128). Vermelho – Ilhas da Baía da Ribeira, Azul – Ilhas da ESEC Tamoios e Verde: ilhas fora da Baía da Ribeira e que não pertencem a ESEC Tamoios.

Atentando para os dados obtidos através dos estudos pretéritos considerados na construção da listagem máster de espécies e seus respectivos esforços de coleta com os dados de esforço de coleta para a Ilha do Pinto (Tabela 5), observou-se que a Ilha do Pinto teve um esforço de coleta (Figura 9) menor que o da maioria dos autores, com exceção de Figueiredo e Tâmega (2007); porém, ela também foi a que apresentou o maior número de espécies por unidade de esforço (n=12) (Figura 10).

Tabela 5: Dados dos esforços de coleta dos estudos considerados para a comparação da composição florística da ilha do Pinto com outras ilhas da Baía da Ilha Grande. Esforço de coleta = n° de pontos coletados x n° de coletas por ponto. C= Chlorophyta, R= Rhodophyta, O= Ochrophyta

Autor	N° de espécies coletadas				N° de ilhas estudadas	Ano de coleta	N° de pontos coletados no total	N° de coletas por ponto	Esforço de coleta
	C	R	O	Total					
Figueiredo & Tâmega (2007)	6	17	10	33	3	2003	3	1	3
Freitas (2014)	14	39	9	62	3	2012	9	1	9
Diaz (2015)	18	37	6	61	3	2013	6	3	18
Carneiro (2017)	13	36	12	61	2	2015	6 x 2*	1	12
Presente estudo	15	9	27	51	1	2015	2 x 2*	1	4

*Coleta realizada em duas profundidades separadas

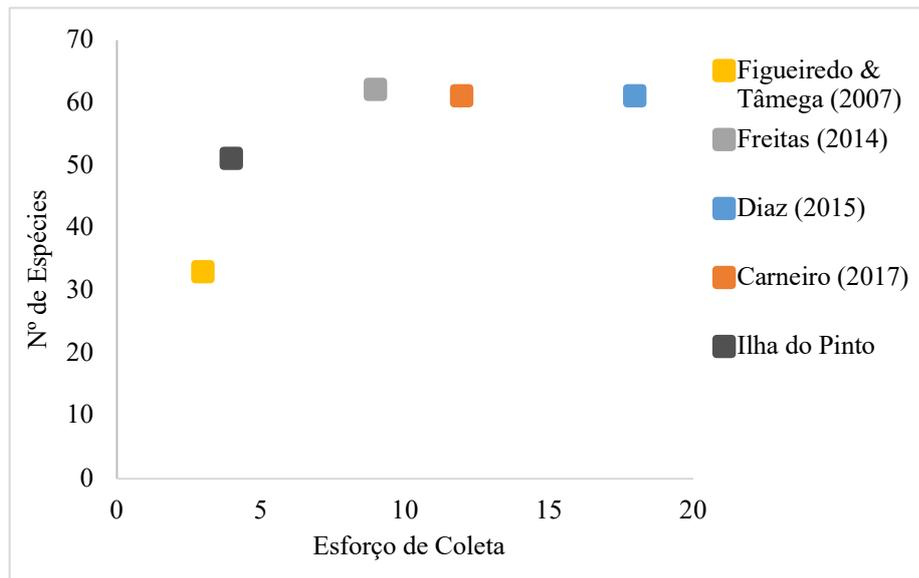


Figura 9: Relação do Esforço de Coleta com o nº de espécies encontrados por estudo.

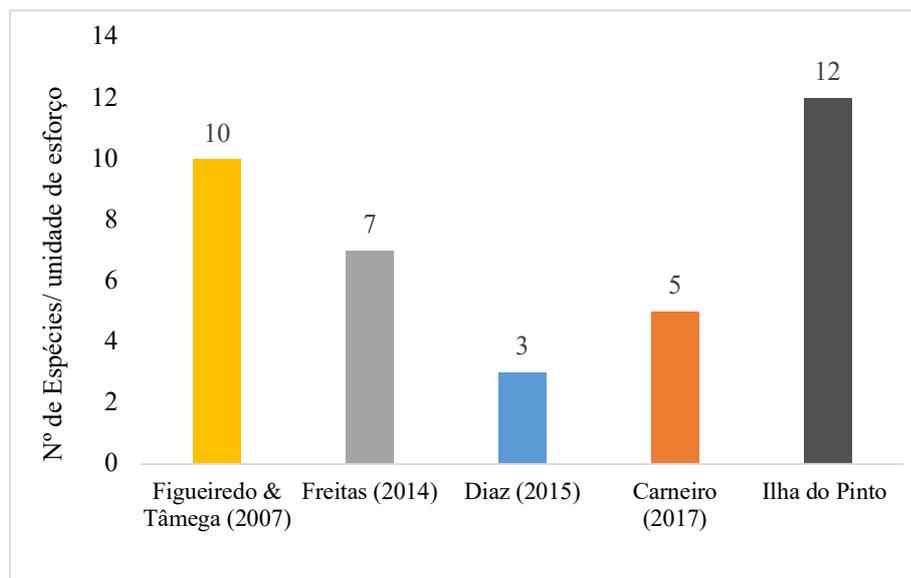


Figura 10: Número de espécies por unidade de esforço.

Discussão

A composição florística na Ilha do Pinto mostrou-se similar à composição relatada para outras ilhas na região, estudadas anteriormente, tanto considerando o coeficiente de similaridade de Jaccard como considerando o índice de distinção taxonômica média. Nesses estudos pretéritos, apesar da variação no número total de espécies de macroalgas listadas, as algas vermelhas foram as mais ricas e a ordem mais representativa em número de espécies foi Ceramiales (Pedrini *et al.*, 1994; Széchy e Paula, 2000b, Brito *et al.*, 2002; Széchy & Nassar, 2005; Koutsoukos *et al.*, 2015; Carneiro, 2017), como observado para a Ilha do Pinto.

Considerando as profundidades estudadas na região sublitoral do costão rochoso dos dois pontos de coleta da Ilha do Pinto, a composição de espécies de macroalgas se mostrou similar entre 1-2 m e 3-4 m. Além disso, apenas 29% das espécies identificadas foram exclusivas da profundidade 3-4 m, o que poderia sugerir um aumento do número de espécies de macroalgas nesta faixa de profundidade. Diferenças na composição e abundância de espécies de macroalgas entre profundidades diferentes da região sublitoral de costões rochosos da Baía da Ilha Grande são registradas por estudos pretéritos, especificamente em locais afetados pela pluma térmica da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (Széchy & Nassar, 2005; Costa, 2015), o que acontece há bastante tempo na Ilha de Pingo d'Água, por exemplo. No entanto, Freitas (2014) e Carneiro (2017), avaliando as assembleias de macroalgas da região sublitoral rasa de costões rochosos não submetidos à pluma térmica, em ilhas de diferentes áreas da Baía da Ilha Grande, ilustram como estas assembleias variam em pequena escala espacial, inclusive entre pequenas diferenças de profundidade, não mostrando um padrão. No entanto, em função da pouca representatividade de coletas na Ilha do Pinto em escala temporal, não podemos afirmar que a diversidade de macroalgas seja de fato diferente entre as duas profundidades.

A menor similaridade na composição de espécies de macroalgas encontrada para a Ilha do Pinto em relação a outras ilhas da Baía da Ribeira, se comparada a de ilhas mais distantes, pode ser explicada em função de dois fatores. O primeiro fator é a posição da Ilha do Pinto dentro da Baía da Ribeira, mais distante da saída de rios que passam pelos centros de urbanização de Angra dos Reis. É provável que esta posição mais próxima à entrada da Baía da Ribeira resulte em maior circulação da massa d'água e menor influência da água dos rios, com pouca influência nas comunidades dos costões rochosos. Então, apesar da Ilha do Pinto estar bastante impactada em seu ambiente terrestre, distúrbios antropogênicos locais não foram detectados com base na composição de espécies de macroalgas do ambiente marinho. Esta interpretação de que a flora ficológica da ilha, em seus aspectos qualitativos, não parece estar sofrendo ainda os distúrbios

antropogênicos da região, é ratificada pelo resultado obtido com o índice de distinção taxonômica média, que não mostrou diferença significativa em relação à flora local, ou seja, mostrou valor dentro do intervalo de confiança do gráfico do funil. Interessante notar que, apesar do alto valor para o número de espécies listado para a ilha, não houve identificação de espécie nova para a região.

Outro fator que pode explicar a menor similaridade na composição de espécies de macroalgas da Ilha do Pinto, em relação a outras ilhas da Baía da Ribeira, principalmente Murta e Comprida, estudadas por Figueiredo & Tâmega (2007), é a diferença no esforço amostral, especialmente no que se refere à triagem e identificação das amostras em laboratório. De acordo com a metodologia de Figueiredo & Tâmega (2007), as espécies foram, em sua maioria, identificadas em campo, ou seja, só foram consideradas para o estudo as espécies mais conspícuas. Enquanto nesse estudo e nos outros estudos pretéritos, as amostras foram triadas em laboratório, com a ajuda de equipamentos ópticos, sendo possível então a identificação de espécies não distinguíveis a olho nu.

Apesar do baixo esforço de coleta no estudo da Ilha do Pinto, quando se considera que os pontos de coleta foram visitados apenas uma vez, em comparação com ilhas estudadas em estudos pretéritos, como o de Diaz (2015), o número de espécies de macroalgas identificadas na Ilha do Pinto por unidade de esforço foi alto. Isto pode ser justificado pelo alto esforço na triagem e identificação do material, como mencionado acima. Aproximadamente 6% do total de espécies listadas para a região, apareceram apenas na Ilha do Pinto, dentre os estudos pretéritos considerados.

Espécies de algas pardas, especialmente representantes de *Sargassum*, indicadas como sensíveis à poluição por eutrofização (Taouil & Yoneshigue, 2002; Scherner *et al.* 2013), ocorriam na Ilha do Pinto. Esta observação é mais um indicativo de que o ambiente marinho ao redor da ilha ainda se encontra favorável à ocorrência de espécies de macroalgas comuns em costões rochosos da Baía da Ilha Grande, nesta faixa de profundidade.

Algumas localidades pertencentes à ESEC Tamoios bem como não pertencentes a nenhuma unidade de conservação se posicionaram sobre a linha média do funil que ilustra a variação dos valores calculados para a distinção taxonômica média. Este foi o caso para a Ilha de Murta, dentro da Baía da Ribeira e não pertencente à ESEC Tamoios, para a Ilha do Bonfim, próxima à cidade de Angra dos Reis, e para a Ilha de Búzios, distante da cidade de Angra dos Reis e pertencente à ESEC Tamoios, que mostraram os mesmos valores do índice de distinção taxonômica média. Lembrando que esta linha média representa a lista total de espécies da região, este resultado é bastante interessante em tomadas de decisão com fins de conservação,

pois dá ênfase à diversidade em termos de grupos taxonômicos presentes, e não ao número total de espécies (Warwick & Clarke, 1998; Rogers *et al.*, 1999). Os resultados apresentados pela análise de agrupamento e pela análise da variação do índice de distinção taxonômica média exemplificam bem esta divergência na ênfase do que se considera biodiversidade. Enquanto, no dendrograma, a Ilha de Murta se distanciou da maioria das localidades, com base na presença ou ausência de espécies, e indiretamente no número de espécies, no funil, as três localidades, as ilhas de Murta, Bonfim e Búzios, mostraram o mesmo valor do índice de distinção taxonômica.

Além de comparar localidades, uma das vantagens dos índices de distinção taxonômica (Δ^+ e Λ^+) é a possibilidade de comparar dados históricos, provenientes de estudos com diferentes esforços amostrais (Clarke & Warwick, 1998), como foi feito no presente estudo para localidades da Baía da Ilha Grande. Independente do esforço aplicado, localidades que tiveram sua flora ficológica levantada em diferentes épocas se posicionaram dentro do esperado para a Baía da Ilha Grande como um todo, indicando que, nos últimos 13 anos, não houve mudança significativa na composição de espécies de macroalgas da região, mesmo nas ilhas com o menor número de espécies, como Murta e Comprida, estudadas por Figueiredo & Tâmega (2007).

Alguns autores citam que a diminuição da distinção taxonômica média (AvTD) e o aumento da variação da distinção taxonômica média (VarTD), a longo prazo, são indicativos de uma significativa perda em diversidade de espécies (Cheschia *et al.*, 2007; Clarke & Warwick, 2001). Entretanto, considerando a Ilha do Pinto, como coleta mais recente na Baía da Ilha Grande, em comparação com as demais localidades, coletadas anteriormente, esta tendência não foi observada.

Idealmente, para comprovar algum tipo de impacto na comunidade de macroalgas das ilhas estudadas aqui, é recomendado ter amostragens em diferentes épocas, para ser possível a comparação dos valores dos índices de distinção taxonômica média e de variação na distinção taxonômica antes e depois do distúrbio. Além disso, é recomendando também o uso de outros índices. Como é relatado por alguns autores (Salas *et al.*, 2006; Cheschia *et al.*, 2007; Bevilacqua *et al.*, 2012), AvTd e VarTD não podem substituir os outros índices de diversidade, porém em conjunto com eles, podem ser uma ferramenta complementar na avaliação de impacto ambiental.

Segundo Warwick & Clarke (1998), Clarke & Warwick (2001) e Azevedo *et al.* (2017), os valores do índice de distinção taxonômica só vão cair abaixo do limite inferior do funil quando houver algum tipo de impacto causando uma mudança sobre a diversidade do ambiente estudado. Para Roger *et al.* (1999), esse índice é de grande valor para a interpretação da

estrutura de uma assembleia, onde os padrões de distinção e diversidade taxonômica são consequências de processos naturais, ou um resultado de perturbações, naturais ou antropogênicas, em escala local ou uma combinação entre os dois primeiros. No presente estudo, mesmo considerando as localidades com os menores valores para o índice de distinção taxonômica, estes valores se encontraram dentro do intervalo de confiança, não podendo ser consideradas, portanto, como impactadas, baseando-se apenas nos índices de distinção taxonômica.

No entanto, dentre as três ilhas cujos índices Λ^+ (variação em distinção taxonômica) se aproximaram da linha inferior do intervalo de confiança do funil, observa-se que todas vêm sofrendo distúrbios que podem constituir impactos nas comunidades dos costões rochosos. Na Ilha do Pinto, grande parte da vegetação terrestre típica da região foi devastada para a construção de casas, além da modificação de parte do costão pela construção de um píer. Na Ilha da Murta, uma casa ocupa quase totalmente a área da ilha, o que também consumiu a maior parte da vegetação típica da mata atlântica; além de ter tido o costão alterado também pela construção de um ancoradouro (Creed & Oliveira, 2007b). A ilha do Camorim, de acordo com Diaz (2015), classificada como não balneável, segundo o INEA, tem águas turvas principalmente quando são agitadas (pelas mudanças de maré, passagem de barcos constante e pelo pisoteamento). A aproximadamente 100 m da ilha, o autor observou a presença de uma vala a céu aberto. Além do trânsito de pessoas na ilha, que podem chegar a pé, durante a maré baixa.

Os distúrbios antropogênicos observados nessas três ilhas podem levar à redução da complexidade estrutural das comunidades bentônicas (Thibaut *et al.*, 2005). Por exemplo, o pisoteamento do costão rochoso, especialmente no ponto próximo ao ancoradouro da ilha, pode favorecer o crescimento de tufos de algas, mais resistentes, e a inibição do recrutamento das algas formadoras de dossel (Milazzo *et al.*, 2002). A alteração do costão para construções e o desmatamento da vegetação próxima podem aumentar o aporte de sedimentos sobre os costões rochosos, o que pode reduzir significativamente as taxas de recrutamento, o crescimento e a regeneração de algas (Umar *et al.*, 1998). Essas modificações na zona costeira também podem aumentar o sombreamento sobre o substrato rochoso, o que acarreta luz insuficiente para a manutenção metabólica das macroalgas, resultando em plantas mais suscetíveis ao desprendimento do substrato (Higgins *et al.*, 2008).

Conclusão

- Existe um padrão de diversidade de macroalgas entre os locais estudados na Baía da Ilha Grande, independente dos autores, considerando o índice de distinção taxonômica. Porém, considerando a riqueza e a composição de espécies não foi observado um padrão.
- Apesar de não ter ocorrido uma padronização no esforço amostral entre os estudos da Baía da Ilha Grande, os aspectos qualitativos das assembleias de macroalgas da Ilha do Pinto são equiparáveis aos de outros locais estudados anteriormente por outros autores, com base nos índices de distinção taxonômica.
- Nos últimos 13 anos, não foi possível detectar mudanças nas assembleias de macroalgas da Baía da Ilha Grande, usando os índices de distinção taxonômica.

Referências bibliográficas

- Azevedo, M.C.C.; Gomes-Gonçalves, R.S.; Mattos, T.M.; Uehara, W.; Guedes, G.H.S. & Araújo, F.G. 2017. Taxonomic and functional distinctness of the fish assemblages in three coastal environments (bays, coastal lagoons and oceanic beaches) in Southeastern Brazil. *Marine Environmental Research*, 129: 180 – 188.
- Barros-Barreto, M.B.; McIvor, L.; Maggs, C.A. & Ferreira, P.C.G., 2006. Molecular systematics of *Ceramium* e *Centroceras* (Ceramiaceae, Rhodophyta) from Brazil. *Journal of Phycology*, 42: 905 – 921.
- Belton, G. S.; Prud'homme van Reine, W. F.; Huisman, J. H.; Draisma, S. G. A. & Gurgel, C.F.D., 2014. Resolving phenotypic plasticity and species designation in the morphologically challenging *Caulerpa racemos-peltata* complex (Caulepaciae, Chlorophyta). *Journal of Phycology*, 50: 32 – 54.
- Bevilacqua, S.; Fraschetti, S.; Musco, L.; Guarnieri, G. & Terlizzi, A. 2011. Low sensitiveness of taxonomic distinctness indices to human impacts: Evidences across marine benthic organisms and habitat types. *Ecological Indicators*, 11: 448 – 455.
- Bevilacqua, S.; Sandulli, R.; Plicant, A. & Terlizzi, A. 2012. Taxonomic distinctness in Mediterranean marine nematodes and its relevance for environmental impact assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 64: 1409 – 1416.
- Brito, L.V.; Széchy, M.T.M. & Cassano, V. 2002. Levantamento taxonômico das macroalgas da zona das marés de costões rochosos adjacentes ao Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca, Baía da Ilha Grande, RJ. *Atlântica*, 24(1): 17-26.
- Carneiro, I.M. 2017. *Variabilidade em comunidades bentônicas do sublitoral de costões rochosos, em diferentes escalas espaciais, na Baía da Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado em Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 141 pp.
- Carneiro, I.M.; Paiva, P.C.; Bertocci, I. & Széchy, M.T.M. 2019. Reconciling vertical and horizontal variability in *Sargassum* populations for improved environmental monitoring. *Journal of Applied Phycology*. <<https://doi.org/10.1007/s10811-019-01882-x>>
- Cassano, V. & Pedrini, A. 1993. *Nemacystus howei* (Taylor) Kylin (Phaeophyta, Spermatochnaceae: Nova referência para a flora marinha Atlântica Sul-Americana. *Hoehnia*, 20: 93-100.

- Cassano, V.; Széchy, M.T.M. & Fujii, M.T. 2006. *Laurencia caduciramulosa* (Ceramiales, Rhodophyta) from Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil: A recent introduction into the Atlantic Ocean?. *Cryptogamie Algologie*, 27: 265-277.
- Ceschia, C.; Falace, A. & Warwick, R. 2007. Biodiversity evaluation of the macroalgal flora of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea) using taxonomic distinctness indices. *Hydrobiologia*, 580: 43 – 56.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35: 523 – 531.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1999. The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. *Marine Ecology Progress Series*, 184: 21 – 29.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 2001. Chapter 17: Biodiversity measures based on relatedness of species. *In*: K.R. Clarke, R.M. Warwick (eds) *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth Marine Laboratory, United Kingdom., 176 pp.
- Costa, H. 1962. Note Preliminaire sur les peuplements intercotidaux de sbstrat dur du littoral de Rio de Janerio. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 27(42): 197 - 207.
- Costa, R.M.V., 2015. *Espécies de macroalgas indicadoras do aquecimento da água do mar como ferramenta para avaliação do ambiente marinho*. Tese de Doutorado em Botânica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 219 pp.
- Coto, A.C.S.P. 2007. *Biodiversidade de Clorófitas Marinhas Bentônicas do Litoral do Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado em Botânica, Universidade de São Paulo, 166 pp.
- Creed, J. C. & Oliveira, A. E. S. 2007a. Uma metodologia e análise de impactos ambientais. pp. 349-377. *In*: J.C. Creed, D.O. Pires e M.A.O Figueiredo (eds.) Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 417 pp.
- Creed, J. C. & Oliveira, A. E. S. 2007b. Índice geográfico e descrição dos locais de estudo. pp. 77-107. *In*: J.C. Creed, D.O. Pires e M.A.O Figueiredo (eds.) Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 417 pp.
- Di Franco, A.; Graziano, M.; Franzitta, G.; Felling, S.; Chemello, R. & Milazzo, M. 2011. Do small marinas drive habitat specific impacts? A case study from the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 926 – 933.
- Diaz, R.S., 2015. *Estrutura de Assembleia de macroalgas da região sublitoral rasa de costões rochosos de Angra dos Reis, Baía da Ilha Grande, e sua relação com a qualidade da água*.

- Dissertação de Mestrado em Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 208 pp.
- Falcão, C.; Maurat, M.C.; Nassar, C.A.G.; Széchy, M.T.M. & Mitchell, G.P.J. 1992. Benthic Marine Flora of the Northeastern and Southeastern Coast of Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil: Phytogeographic Considerations. *Botanica marina*, 35: 357-364.
- Figueiredo, M. A. & Tâmega, F. T. 2007. Macroalgas Marinhas. pp:155-180. *In:* J. C. Creed, D. O. Pires & M. A. Figueiredo (Org.), *Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília,. 417 pp.
- Freitas, T.R.S. 2014. *Macroalgal assemblage structure, at different spatial scales, on islands from Estação Ecológica de Tamoios, Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro State*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 88 pp.
- Gestinari, L.M.S.; Nassar, C.A.G. & Arantes, P.V.S.A. 1998. Algas Marinhas Bentônicas da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 12(1): 67 – 76
- Gomes, F.P.; Maggs, C.A. & Barros-Barreto, M. B. B. 2020. Integrative approach reveals four new cryptic species in the genus *Gayliella* (Ceramiaceae, Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 56: 437 – 457.
- Gorman, D.; Horta, P.; Flores, A.A.V.; Turra, A.; Berchez, F.A.S.; Batista, M.B.; Lopez Filho, E.S.; Melo, M.S.; Ignacio, B.L.; Carneiro, I.M.; Villaça, R.C. & Széchy, M.T.M. 2020. Decadal losses of canopy-forming algae along the warm temperate coastline of Brazil. *Global Change Biology*, 00: 1 – 12.
- Guiry, MD in Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 04 April 2018.
- Harper, J.L. & Hawksworth, D.L., 1994. Biodiversity: measurement and estimation Preface. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 345: 5 – 12.
- Higgins, S.N.; Hecky, R.E. & Guildford, S.J. 2008. The collapse of benthic macroalgal blooms in response to self-shading. *Freshwater biology*, 53: 2557 – 2572.
- Howe, M. A. 1928. Notes on some marine algae from Brazil and Barbados. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 18(7): 186 – 194.
- Hu, G. & Zhang, Q. 2016. Seasonal variations in microbenthic taxonomic diversity and the application of taxonomic distinctness indices in Bohai Bay, northern China. *Ecological Indicators*, 71: 181 – 190.

- Ignácio, B.L. 2008. *Ecologia de comunidades de substratos consolidados da Baía de Ilha Grande com ênfase no papel de espécies introduzidas e criptogênicas*. Tese de Doutorado em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 172 pp.
- Jesus, P.B., 2012. *O gênero Hypnea J.V. Lamouroux (Gigartinales, Rhodophyta) no litoral do Estado da Bahia, Brasil: Aspectos morfológicos e anatômicos*. Dissertação de Mestrado em Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana, 185 pp.
- Jiang, X.; Pan, B.; Sun, Z.; Cao, L. & Lu, Y. 2020. Application of taxonomic distinctness indices of fish assemblages for assessing effects of river-lake disconnection and eutrophication in foodplain lakes. *Ecological Indicators*, 110: 1-8.
- Jiang, Y.; Xu, H. & Warren, A. 2014. Insights into discriminating environmental quality status using taxonomic distinctness based on a small species pool of ciliated protozoa in marine ecosystems. *Science of the Total Environment*, 468 - 469: 663 – 670.
- Joly, A.B. 1965. Flora marinha do litoral norte do estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Separata do Boletim n° 294. da Fac. Fil., Ciênc. e Letras*, Universidade de São Paulo, Botânica 21, 393 p.
- Koutsoukos, V.S.;Vilaça, R.C. & Széchy, M.T.M. 2015. The structure of subtidal macroalgal assemblages at the Tamoios Ecological Station, a threatened conservation unit in Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 63(1): 71 – 82.
- Littler, D.S; Littler, M.M. 2000. *Caribbean Reef Plants: An identification guide to the reef plants of the Carribean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Washington, Offshore Graphics, Inc., 542 p.
- Mena, C. M. M. *Levantamento taxonômico das macroalgas marinhas da Enseada do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ*. 2005. Dissertação de Mestrado em Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 174 pp.
- Milazzo, M.; Chemello, R.; Badalamenti, F.& Riggio, S. 2002. Short-term effect of human trampling on the upper infralittoral macroalgae of Ustica Island MPA (western Mediterranean, Italy). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82: 745 – 748.
- Mitchell, G.J.P.; Széchy, M.T.M. & Mitsuya, L.A. 1979. Sinopse das Clorofíceas marinhas bentônicas do litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Leandra*, 8/9: 91 - 123.
- Nauer, F.; Cassano, V. & Oliveira, M.C. 2015. Description of *Hypnea pseudomusciformis* sp. nov., a new species based on molecular and morphological analyses, in the context of the *H. musciformis* complex (Gigartinales, Rhodophyta). *Jornal of Applied Phycology*, 27: 2405 – 2417.

- Oliveira, A.E.S. 2002. *Estrutura da comunidade de macroalgas na franja do litoral em dois costões rochosos da Ilha Grande, RJ*. Dissertação de Mestrado em Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 106 pp.
- Paula, E.J. 1988. O 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
- Pedrini, A.G.; Cassano, V.; Coelho, L.G. & Labronici, G.J. 1994. *Macroalgas marinhas da região sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, Angra dos Reis, RJ, Brasil. I. Composição taxonômica*. Anais do 5º Congresso Geral de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 2: 727 - 731.
- Price, A.R.G.; Vincent, L.P.A.; Venkatachalam, A.J.; Bolton, J.J. & Basson, P.W. 2006. Concordance between different measures of biodiversity in Indian Ocean macroalgae. *Marine Ecology Progress Series*, 319: 85 – 91.
- Rogers, S.I.; Clarke, K.R. & Reynolds, J.D. 1999. The taxonomic distinctness of coastal bottom-dwelling fish communities of the North-east Atlantic. *Journal of Animal Ecology*, 68: 769 – 782.
- Salas, F.; Patrício, J.; Marcos, C.; Pardal, M.A.; Pérez-Rufaza, A. & Marques, J.C. 2006. Are taxonomic distinctness measures compliant to other ecological indicators in assessing ecological status? *Marine Pollution Bulletin*, 52: 162 – 174.
- Scherner, F.; Horta, P. A.; Oliveira, E. C.; Simonassi, J. C.; Hall-Spencer, J. M.; Chow, F.; Nunes, J. M. C. & Pereira, S. M. B., 2013. Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 76 (1-2): 106 – 115.
- Smale, D.A; Kendrick, G.A. & Wernberg, T. 2011. Subtidal macroalgal richness, diversity and turnover, at multiple spatial scales, along the southwestern Australian coastline. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 91: 224 – 231.
- Széchy, M.T.M.; Amado Filho, G.M.; Cassano, V.; De-Paula, J.C.; Barreto, M.B.B.B.; Reis, R.P.; Marins-Rosa, B.V. & Moreira, F.M. 2005. Levantamento florísticos das macroalgas da Baía da Sepetiba e adjacências, RJ: ponto de partida para o Programa GloBallast no Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19: 587 - 596
- Széchy, M.T.M. & Nassar, C.A.G. 2005. Flora ficológica bentônica da Baía da Ribeira, sul do Estado do Rio de Janeiro: avaliação após duas décadas de operação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto. *Reunião Brasileira de Ficologia*, 10, 2004, Salvador. Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos

- aquáticos: anais... Rio de Janeiro: Museu Nacional. pp. 373 – 397. Org. Sociedade Brasileira de Ficologia (Séries Livros; 10)
- Széchy, M.T.M. & Paula, É.J. 2000a. Padrões estruturais quantitativos de bancos de *Sargassum* (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. *Revta brasil. Bot.*, 23(2): 121 - 132.
- Széchy, M.T.M. & Paula, É.J. 2000b. Macroalgas associadas a bancos de *Sargassum* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. *Hoehnea*, 27(3): 235 - 257.
- Taquil, A. & Yoneshigue-Valentin, Y. 2002. Alterações na composição florística das algas pardas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). *Revista Brasil. Bot.*, 25: 405 – 412.
- Thibaut, T.; Pinedo, S.; Torras, X. & Ballesteros, E. 2005. Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira* spp. And *Sargassum* spp.) in the Albères coast (France, North-western Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 50: 1472 – 1489.
- Umar, M.J.; McCook, L.J. & Price, I.R. 1998. Effects of sediment deposition on the seaweed *Sargassum* on a fringing coral reef. *Coral Reefs*, 17: 169 – 177.
- Warwick, R.M. & Clarke, K.R. 1995. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*, 129: 301 – 305.
- Warwick, R.M. & Clarke, K.R. 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*, 35: 532 – 543.
- Won, B.Y.; Cho, T.O & Fredericq, S., 2009. Morphological and molecular characterization of species of the genus *Centroceras* (Ceramiacea, Caeramiales), including two new species. *Jornal of Phycology*, 45: 227 – 250.
- Wynne, M. J., 2017. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic: fourth revision. *Nova Hedwigia Beiheft* 145. 202 p.

Anexo

Anexo I: Lista total das espécies (n=128), compilada a partir do trabalho de laboratório (para Ilha do Pinto) e do levantamento bibliográfico (para as outras localidades). 1- Ilha do Pinto; 2 – Ilha Pingo d'Água; 3 – Ilha Comprida; 4 – Ilha da Murta; 5 – Ilha do Bonfim; 6 – Parcel da Tartaruga; 7 – Ilhota do Camorin; 8 – Ilha Araraquara; 9 – Ilha Araraquarina; 10 – Ilha Comprida; 11 – Ilha de Búzios; 12 – Ilha das Cobras; (1) = presença; (0)= ausência.

Espécies	Ilhas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Chlorophyta												
<i>Acetabularia schenckii</i> K. Mobius	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Boodlea composita</i> (Harvey) F. Brand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Bryopsis corymbosa</i> J. Agardh	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>Bryopsis pennata</i> J.V. Lamour.	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Agardh	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>Caulerpa ambigua</i> Okamura	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
<i>Caulerpa chemnitzia</i> (Esper) J.V. Lamour.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caulerpa fastigata</i> Mont.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskal) J. Agardh	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>Caulerpa scalpelliformis</i> (R. Br. ex Turner) C. Agardh	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Caulerpa sertularioides</i> (S. G. Gmel.) M. Howe	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Chaetomorpha brachygona</i> Harv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Chaetomorpha minima</i> Collins & Herv.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cladophora brasiliiana</i> G. Martens	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>Cladophora corallicola</i> Børgesen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenb.) Kütz.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) Hoek	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (C. Agardh) Børgesen	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Codium decorticatum</i> (Woodw.) M. Howe	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Codium isthmocladum</i> Vickers	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Codium taylori</i> P. C. Silva	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Derbesia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Kütz. ex Harv.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ulva compressa</i> L.	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0
<i>Ulva fasciata</i> Delile	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Ulva lactuca</i> L.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0

