

V Í V I A N C A R D O S O D A S I L V A

**E F E I T O S D A A N T R O P I Z A Ç Ã O S O B R E A E S T R U T U R A D E
A L G A S D O L I T O R A L N O R T E D O E S T A D O S A N T A
C A T A R I N A , B R A S I L .**

D i s s e r t a ç ã o d e M e s t r a d o a p r e s e n t a d a a o
P r o g r a m a d e P ó s - G r a d u a ç ã o B i o l o g i a d e F u n g o s , A l g a s e P l a n t a s
d a U n i v e r s i d a d e F e d e r a l d e S a n t a C a t a r i n a ,
c o m o p a r t e d o s r e q u i s i t o s n e c e s s á r i o s à o b t e n ç ã o d o t í t u l o d e
M e s t r e e m B i o l o g i a d e F u n g o s , A l g a s e P l a n t a s .

O r i e n t a d o r :

Prof.º Dr. José Bonomi Barufi

Florianópolis

2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

SILVA, VÍVIAN CARDOSO
EFEITOS DA ANTRÓPIZAÇÃO SOBRE A ESTRUTURA DE ALGAS DO
LITORAL NORTE DO ESTADO SANTA CATARINA, BRASIL. / VÍVIAN
CARDOSO SILVA ; orientador, José Bonomi Barufi -
Florianópolis, SC, 2015.
44 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-
Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas.

Inclui referências

1. Biologia de Fungos, Algas e Plantas. 2. Macroalgas.
3. Comunidade. 4. Riqueza. 5. Biomassa. I. Bonomi Barufi,
José. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa
de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas.
III. Título.

A G R A D E C I M E N T O S

Cheguei à etapa mais desafiadora deste trabalho, agradecer imensamente a todos que contribuíram para que este sonho se tornasse realidade. Gostaria de iniciar dizendo que cada um de vocês tem a minha admiração e carinho, guardo-os no coração.

A escolha para desenvolver um projeto na área de Biologia Vegetal foi um grande desafio. Desde os meus 14 anos, quando escolhi ser professora, almejava cursar Mestrado. Hoje este desafio se concretiza! Cursei a graduação de Ciências Biológicas- Licenciatura pela Universidade do Vale do Itajaí, no mesmo ano iniciei a Pós-Graduação em Competências Metodológicas para a Educação Básica e ainda neste, apenas três dias após a colação de grau, fui efetivada como professora no município de Navegantes aonde trabalho 40h. Sempre me esforcei perante todos os desafios, cada aprendizagem é um sonho que vai se tornando realidade. Iniciar o mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina foi uma grande realização. Inicio meus agradecimentos:

- ✓ A Deus, por permitir estar neste momento, vivenciando tudo de melhor que a vida tem a me oportunizar, na constante busca da realização dos meus sonhos;
- ✓ Aos meus pais Enio Pacheco da Silva e Sônia Teresinha Cardoso da Silva, pelos exemplos, criação, força de vontade, paciência nos momentos de desânimo; admiração, dedicação, orgulho, incentivo e por estarem presentes, mesmo que de longe, sempre que possíveis nas minhas conquistas, a quem devo todas as minhas caminhadas e sucesso. Principalmente, por demonstrarem todos os dias o verdadeiro significado da minha existência, recarregando a minha luz nos momentos obscuros, tranquilizando o meu coração para seguir sempre em frente e acima de tudo, respeitar e amar tudo o que faço.

- ✓ Ao meu irmão Anderson Cardoso da Silva e irmã Paula Cardoso da Silva por acompanharem em mais esta etapa.

Muitas foram às dificuldades encontradas no primeiro ano, principalmente em virtude de trabalhar e residir em Navegantes. E foi em meio a estas que pude contar com:

- ✓ O auxílio, apoio, ensinamentos e paciência do Profº. Dr. José Bonomi Barufi, a quem agradeço imensamente por todo acolhimento e amizade. Profº. Pablo Riul, que oportunizou novos desafios e aprendizagens; Programa de Pós- Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas; Profª Dra. Maria Alice pela acolhida e carinho; as futuras Doutoradas, já mestres Manuela Bernardes Batista, Vanessa Freire e Vanessa Poletto Borges pelo conhecimento dedicado as minhas longas triagens e identificações no laboratório, pelos ensinamentos, empenho em estarem sempre dispostas a ajudar!
- ✓ Á CAPES e Cnpq pelo apoio ao Programa de Pós Graduação Biologia de Fungos, Algas e Plantas.
- ✓ Dalva, minha amiga de 20 anos, que me acompanhou durante algumas noites de estudo e muitas identificações de laboratório. A cada espécie identificada vinha nossa vitória. Risadas, lanches recheados de esperança e força.

Organizei meus dias e minhas folgas do trabalho todas para o mestrado, desta forma não poderia deixar de mencionar minha segunda família, minha Escola Municipal Professora Elsir Bernadete Gaya, aonde leciono há 5 anos: minha Diretora e amiga Cátia R. da Costa pelo apoio e compreensão, por estar presente em mais uma vitória.

Quando surgiram disciplinas oferecidas em forma de intensi troquei minhas aulas para estar presente à todos os professores (as) da minha escola com quem pude contar, em especial professoras: Dâmáris

Correa, Regina C. da Silva S.R., Maria de Fátima S. de Moura, Clarice A. de Miranda e Márcia A. Gervásio; ao professor Eraldo L. Carneiro. As minhas amadas companheiras de apoio em todos os momentos, queridas secretária Ana C. Souza e orientadora Mara Ferreira. A todos os meus alunos (as), pelo reconhecimento e por estarem acompanhando novos conhecimentos e aprendizagens.

Meus incansáveis finais de semana e feriados eram dedicados às coletas, sempre acompanhadas da pessoa mais presente nesta caminhada:

- ✓ Meu amor Felipe Brun, a quem agradeço imensamente pela parceria, dedicação, animação e consolo nos momentos difíceis, positivismo nas metas não alcançadas, planejamento e força para recomeçar, sempre acreditando no meu esforço e incentivando a não desistir jamais. Há 11 anos escolhi você e sem saber, Deus me reservava a mais verdadeira felicidade. Sou muito grata por ter você comigo, por estar presente em todos os planos, objetivos e escolhas, pelos ensinamentos de reflexão, paciência, pelas mudanças ocorridas ao longo destes anos, pela evolução dos meus pensamentos e atitudes, devo-lhe toda a minha mudança e juntos alcançaremos muitas novas metas.

O mestrado foi um estudo constante e novo, vivenciei uma das experiências mais interessantes, a qual vou carregar comigo na caminhada da vida, levando todo o conhecimento adquirido a quem precisar.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que fazeres que se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a verdade”.

Paulo Freire

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAIS E MÉTODOS	16
2.1 Área de Estudo	16
2.2 Metodologia da coleta e processamento das amostras	21
2.3 Processamento de dados em laboratório	21
2.4 Análise dos dados	22
3. RESULTADOS	23
3.1 Dados Qualitativos	23
3.4 Sinopse taxonômica de táxons encontrados	23
3.5 Dados Quantitativos	26
4. DISCUSSÃO	34
5. CONCLUSÃO	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Setorização dos pontos escolhidos para as coletas no litoral norte de Santa Catarina. Fonte: Google Earth TM mapping (Acesso em outubro 2013). As praias estão marcadas com o apontador amarelo.....18

Figura 2: Detalhes dos costões rochosos por praia. Praia do Gravatá (mais impactada)- 1 e 2 - Aspectos do costão rochoso da Praia do Gravatá, localizada no município de Navegantes-SC. Praia do Perequê (mais impactada)- 3 -Aspecto do costão rochoso da Praia do Perequê, localizada no município de Porto Belo-SC. Praia da Tainha (menos impactada)- 4 -Aspecto do costão rochoso da Praia da Tainha, localizada no município de Bombinhas-SC. Praia Ponta das Canas (menos impactada)-5 - Praia de Ponta das Canas, localizada no município de Florianópolis SC, no norte da Ilha de Santa Catarina. Praia Costão do Santinho (menos impactada)- 6 -Aspecto do costão rochoso da Praia Costão do Santinho, localizada no município de Florianópolis-SC. Quadrante utilizado nas coletas - 7.20

Figura 3 - Riqueza e biomassa média e erro padrão das macroalgas de costões rochosos em praias mais impactadas (P1-São Miguel, P2-Gravatá - e P3-Perequê) e menos impactadas (P1- Tainha, P2- Costão do Santinho e P3-Ponta das Canas) no litoral de Santa Catarina, Brasil. ns - Não significativo; diferentes letras representam diferenças significativas ($p < 0,05$) de acordo com o teste de SNK. 30

Figura 4: MDS 100% - Escala Multi Dimensional das biomassas de macroalgas de costões rochosos em praias menos impactadas e mais impactadas no litoral de Santa Catarina, Brasil. As setas representam as espécies mais representativas ao longo dos eixos do MDS. 31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Localização dos pontos de coleta, datas das coletas, valor do Human Footprint Index e situação designada neste trabalho para efeitos de impacto. Os locais com HFI maiores do que 30 foram categorizados como mais impactados, e os locais com HFI menores do que 30 foram designados como menos impactados..	19
Tabela 2: Histórico de balneabilidade medido pela FATMA no período de quatro anos para os pontos diferentes de coletas definidos neste trabalho. (-) significa ausência de análise para a referida praia. Classificação das praias: P=Própria. I= Imprópria..	19
Tabela 3: Biomassa média (\pm erro padrão) por amostra (quadrados de 30x30 cm) das espécies de macroalgas em seis praias do litoral de Santa Catarina. IR – importância relativa de cada espécie (% da biomassa total em todos os locais amostrados) das espécies com $IR > 1\%$. (menos impactadas: P1- Tainha, P2-Santinho, P3- Ponta das Canhas; mais impactadas: P1- São Miguel, P2- Gravatá, P3- Perequê). PVI: percentual de importância de representatividade.	26
Tabela 4: Sumário da análise de variância hierárquica comparando a riqueza das espécies de macroalgas marinhas coletadas em três praias mais impactadas e três praias menos impactadas em costões rochosos de Santa Catarina. Os fatores foram considerados significativos quando $P < 0,05$ (negrito)..	29
Tabela 5: Sumário da análise de variância hierárquica comparando a biomassa das espécies de macroalgas marinhas coletadas em três praias mais impactadas e três praias menos impactadas em costões rochosos de Santa Catarina. Os fatores foram considerados significativos quando $P < 0,05$ (negrito)..	29

Tabela 6: Resultado da PERMANOVA demonstrando variação na biomassa das macroalgas de costões rochosos em praias menos impactadas e mais impactadas no litoral de Santa Catarina, Brasil. Df, graus de liberdade. Os fatores foram considerados significativos quando $P < 0,05$ (negrito) 31

Tabela 7: Sumário dos resultados do SIMPER. Similaridade média entre as amostras de locais menos impactado, dos locais mais impactados e dissimilaridade média entre locais menos impactado e mais impactados e a contribuição e contribuição acumulada por espécie das espécies mais representativas em cada grupo.. 33

RESUMO

A poluição é capaz de provocar mudanças na riqueza (diversidade alfa), nas abundâncias e/ou composição (diversidade beta) de comunidades biológicas. A entrada de nutrientes e as mudanças na penetração da luz são processos considerados entre os que afetam o crescimento de macroalgas e impactam a estrutura de comunidades. Esse cenário pode resultar em deslocamento na composição de espécies, com a dominância de algas oportunistas. Este trabalho teve como objetivo a análise das diferenças entre os padrões estruturais de comunidades de macroalgas bentônicas em habitats mais impactados e menos impactados do litoral de Santa Catarina, Brasil, com base na análise de dados coletados durante o verão em diferentes praias. A amostragem quantitativa das algas se deu por raspagem das algas presas às rochas, delimitadas por quadrados de cano de PVC de 30 x 30 cm. Foram coletados nos costões rochosos 15 quadrados por praia. Para cada espécie foi obtida a biomassa seca. No aspecto qualitativo, foram identificadas 52 espécies distribuídas entre os filos Rhodophyta, Chlorophyta e Ochrophyta (considerando apenas a Classe Phaeophyceae). A riqueza e a biomassa variaram significativamente entre as praias. Além disso, considerando apenas a biomassa, foram detectadas diferenças entre os ambientes de acordo com seu grau de impacto, de acordo com a análise de variância. Os efeitos significativos da antropização na estruturação das comunidades algais do litoral norte do estado também foram detectados por meio de uma PERMANOVA. A beta-diversidade presente neste trabalho, representada quantitativamente demonstrou os valores superiores encontrados no ambiente menos impactado, através do número superior de indivíduos por praia, motivada por sua maior biomassa relativa de algas calcárias.

Palavras-chave: macroalgas, comunidade, impactos ambientais, riqueza, biomassa.

ABSTRACT

The pollution can provide changes in richness (alpha diversity), biomass and general composition (beta diversity) of biological communities. Nutrient entrance and light penetration changes can be considered as the main processes which affect macroalgae growth rates and also impact community structures. This scenario may result in species composition shift, with opportunistic species becoming dominants. This study aimed to analyse the differences in structural patterns of benthic macroalgal communities in different habitats with high or less impact degree in Santa Catarina coast, Brazil, in accordance with data collected in the summer at different beaches. Quantitative sampling of algae was done by complete removal of species attached to rocky shores. The area of sampling was determined by PVC quadrats with 30 x 30 cm. 15 quadrats were collected by beach. 52 species were identified, distributed among phylum Rhodophyta, Chlorophyta and Ochrophyta (only Phaeophyceae Class). Biomass and richness varied significantly among different beaches. If considering only biomass, environments more impacted showed lower biomass than those less impacted (in accordance to ANOVA results). Anthropic effects on algal community structures were detected by PERMANOVA. The quantitative beta-diversity observed in this study showed higher values in less impacted environments, with more individuals per beach, motivated by their highest calcareous species relative biomass.

Keywords: macroalgae, communities, antropic effects, richness, dry biomass.

INTRODUÇÃO

A poluição é capaz de provocar mudanças na riqueza (diversidade alfa), nas abundâncias e/ou composição (diversidade beta) de comunidades biológicas. A entrada de nutrientes e as mudanças na transparência de água são processos considerados entre os que afetam o crescimento de macroalgas, mais visivelmente no litoral sob condições turvas e de excesso nutrientes, ocasionando um deslocamento na composição de espécies, podendo levar a dominância de oportunistas (Johnston et al., 2009; Orfanidis, 2008; Jensen et al., 2007; Santos et al., 2006; Orfanidis et al., 2003). As principais atividades com impactos sobre os ecossistemas marinhos incluem pesca recreativa, a aquicultura, engenharia costeira (alteração de habitat), e a poluição. A maioria dessas atividades afetam principalmente ecossistemas costeiros de zonas entre-marés principalmente por causa de substâncias poluentes (Halpern et al., 2008). A elevada concentração de nutrientes desestabilizam algas vermelhas Rhodophyta (Fáveri, 2012). A contaminação antrópica altera a dinâmica competitiva entre espécies de algas marinhas bentônicas no processo inicial de colonização, resultando em períodos reprodutivos longos e perturbações na genética das populações, o que pode representar a perda de espécies e alterações de dispersão. O impacto humano coloca a composição e estrutura das comunidades de algas em risco (Szechy et al., 1989; Ogawa, 1984; Johnston et al., 2009).

Macrófitas marinhas são um grupo chave para avaliação do estado ecológico, e por serem sensíveis a estresse antropogênico, foram recentemente incorporados como elementos nos programas de monitoramento de qualidade da água (Ballesteros et al., 2007). A tolerância de espécies oportunistas tem sido reconhecida como um potencial bioindicador de sistemas afetados, reforçando simultaneamente o domínio de espécies invasoras (Szechy et al., 1989; Ogawa, 1984; Johnston et al., 2009). A través da riqueza algal, os demais organismos resistem melhor a alterações no meio aquático, inclusive às alterações decorrentes da atividade humana (Fáveri, 2012; Vidotti et al., 2004; Santos et al., 2006). Como são organismos sensíveis a mudanças ambientais são considerados organismos bioindicadores, qualquer alteração no ambiente vem influenciar diretamente na sua biodiversidade e no aparecimento de espécies resistentes que impedirão o desenvolvimento de outras. Por outro lado, alga oportunista *U. lactuca* lida bem com as variações na poluição urbana, um estudo indicou que a

sua aptidão fisiológica melhora na proximidade de áreas urbanas (Schermer et al., 2012).

Segundo Jensen et al. (2007), a abundância de algas oportunistas ao longo de um gradiente de eutrofização artificial demonstrou uma mudança na composição de algas: domínio inicial de algas vermelhas corticadas e filamentosas, e após o fenômeno de eutrofização artificial, houve uma mudança para o domínio das algas verdes foliáceas, um aumento na fração de algas verdes oportunistas e um declínio das algas pardas perenes em águas rasas. Essas respostas foram motivadas por aumentos sucessivos na concentração de nutrientes num estuário dinamarquês ao longo de um período de 50 anos (Hernández et al., 2010). Crescimento de *Ulva* sp. semelhante em diferentes lagoas costeiras do Mediterrâneo parece ser controlado pela temperatura de verão. *Ulva* spp. são capazes de rápida absorção e acumulação de nutrientes (Orfanidis, 2008). No Brasil, trabalhos que abordam a estrutura de comunidades de macroalgas mostraram uma diminuição na diversidade de espécies quando submetidas a locais que recebem influências da urbanização (Bouzon et al., 2006).

As áreas urbanas no estado de SC têm experimentado um processo de crescimento acentuado nas décadas passadas. O estudo de Martins et al. (2012) comparou a estrutura e composição de algas em ambientes entremarés do estado, e encontrou 74 espécies. Além disso, esses autores mostraram perda de biodiversidade de macroalgas qualitativa e quantitativa (Martins et al. 2012). A presença de espécies sensíveis, isto é, aqueles suscetíveis à poluição, principalmente, os estrategistas *K*, indica um ambiente preservado, ao passo que a dominância de espécies oportunistas, ou estrategistas *r*, é um indicador de má qualidade ecológica. As praias sob maior pressão humana (antropizadas) foram dominadas por espécies oportunistas como *Ulva* ou *Cladophora*. As espécies *Ulva flexuosa*, *U. chaetomorpha* e *Cladophora flexuosa* estavam presentes apenas em praias urbanizadas. *U. lactuca* foi responsável por uma cobertura de 62,55% em ambientes antropizados (Martins et al. 2012). Entre os trabalhos que relataram a flora ficológica da região entre marés no estado de Santa Catarina descreveram as Rhodophyta, Chlorophyta e Phaeophyceae. As espécies que melhor

retratam este aumento pertencem as Rhodophyta (75%), Chlorophyta (15%) e as Phaeophyceae (10%) (Batista, 2012).

A través de análises de praias antropizadas (contaminadas pela ação humana) e praias não antropizadas (em situação de menor impacto), é possível uma avaliação das mudanças ocasionadas em função da composição do ambiente em que estão inseridos tais organismos e suas respostas (Aguilar et al., 1990). Segundo Tuomisto (2010) e Anderson et al. (2011), o conceito de diversidade é utilizado para referir-se a variedade de espécies encontradas numa dada área amostral. Cody (1975), Bratton (1975) e Whittaker (1977) definiram como taxa de rotatividade ou mudança na composição. Jurasinski et al. (2009) definiu que alfa e beta resultam da totalidade de resultados obtidos das unidades selecionadas e quantificadas, neste caso, a riqueza de espécies. S. Martins et al. (2012) mencionou que a presença ou ausência de determinadas espécies em costões rochosos não representa, por si só, um preciso descritor de qualidade ambiental. A variabilidade de ambientes requer abordagens quantitativas e a utilização de índices ecológicos sintéticos e descritores da comunidade em busca de um informativo de padrões de evolução histórica com base na análise estatística. Carvalho (2013) comenta em seu estudo que os dados qualitativos e quantitativos auxiliam no entendimento de como se comportam as macroalgas em regiões entremarés sob efeito da urbanização e subsidiam estudos de resposta a um gradiente de poluição com demais organismos bentônicos. Neste contexto, verificou-se a necessidade de complementar a avaliação quantitativa, agora a partir da biomassa dos dados das algas no litoral norte do estado de Santa Catarina, que resultou com o presente estudo.

Este trabalho teve como objetivo qualificar e quantificar as diferenças entre os padrões estruturais de comunidades de macrófitas bentônicas dentro e entre habitats mais impactados e menos impactados do litoral de Santa Catarina, Brasil, com base na análise de dados coletados durante o verão em diferentes praias. Neste trabalho foi testada a hipótese de que o grau de impacto negativo afeta a riqueza, a biomassa e a composição das comunidades de macroalgas em costões rochosos do litoral Norte do Estado de Santa Catarina.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

Este trabalho foi desenvolvido no Litoral Norte do Estado de Santa Catarina. A fim de avaliar o efeito da antropização nas comunidades de macroalgas, os locais de coleta foram classificados como mais impactados ($HFI > 30$) e menos impactados ($HFI < 30$) de acordo com o "Human Footprint Index" (HFI - Sanderson, et al. 2002). O HFI integra variáveis como: densidade da população humana, assentamentos, tamanho e afastamento de um área de zonas urbanizadas, perturbação na flora e fauna a partir da distância da infra-estrutura humana (por exemplo, estradas, oleodutos, assentamentos) e outros fatores para mapear o impacto antrópico em uma escala global (ver Sanderson, et al. 2002 para mais detalhes).

Além da classificação proveniente do HFI, os locais definidos como mais impactados são locais sob influência direta de emissários de esgoto urbano enquanto os locais menos impactados estão sob menor influência/mais afastados dos emissários. A FATMA - Fundação do Meio Ambiente (Estado de Santa Catarina) executa pesquisas de balneabilidade, analisa as águas de cada balneário e determina se estão Próprias ou Impróprias para o banho. Esta classificação leva em conta se as praias estão contaminadas ou não por esgotos domésticos. A existência de esgoto é verificada por meio da contagem da bactéria *Escherichia coli* presente nas fezes de animais de sangue quente, que podem colocar em risco a saúde dos turistas e da população local. A análise de balneabilidade tem início com a coleta de amostras da água do mar em 195 pontos dos 500 quilômetros da costa catarinense. Os pontos são selecionados de modo que todo o litoral seja avaliado, concentrando as coletas justamente nos locais mais suscetíveis de poluição - os de maior fluxo de banhistas. As coletas são feitas mensalmente de abril a outubro e sem anualmente de novembro a março - o pico da temporada de Verão. Os técnicos fazem as coletas da água do mar a até 1 (um) metro de profundidade, na quantidade de 250 mililitros em cada ponto. O material coletado é submetido a exames bacteriológicos durante 24 horas. São necessárias 5 (cinco) semanas

consecutivas de coleta para se obter um resultado tecnicamente confiável.

A partir dos resultados das análises acima delineadas, a água pode ser considerada:

Própria: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Imprópria: quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior que 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Os pontos escolhidos para coleta foram costões rochosos localizados ao norte do estado de Santa Catarina, totalizando seis praias em municípios diferentes, de acordo com a Figura 1.

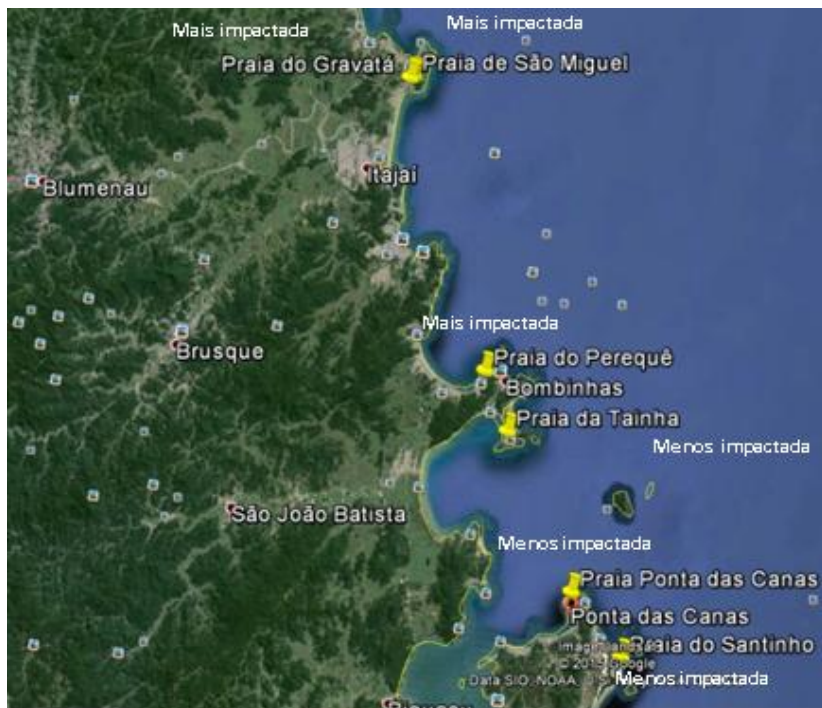


Figura 1: Setorização dos pontos escolhidos para as coletas no litoral norte de Santa Catarina. Fonte: Google Earth TM mapping (Acesso em outubro 2013). As praias estão marcadas com o apontador amarelo.

Foram escolhidas seis praias. Três delas foram consideradas como menos impactadas, de acordo com o HFI (Tabela 1) e os dados de balneabilidade da FATMA (Tabela 2): Praias da Tainha, Ponta das Canas e Costão do Santinho; e outras três foram tratadas como mais impactadas: Praias de São Miguel, Gravatá e Perequê. Os costões rochosos que foram amostrados em cada local estão ilustrados na Figura 2.

Tabela 1: Localização dos pontos de coleta, datas das coletas, valor do Human Footprint Index e situação designada neste trabalho para efeitos de impacto. Os locais com HFI maiores do que 30 foram categorizados como o mais impactados, e os locais com HFI menores do que 30 foram designados como o menos impactados.

Praia	Local de Coleta - município	Localização	Data da coleta	HFI	Situação
São Miguel	Penha	26°49'33.5"S 48°36'59.07"O	09/02/2013	45	Mais impactado
Gravatá	Navegantes	26°49'38.57" S 48°37'15.14"O	10/02/2013	50	Mais impactado
Perequê	Porto Belo	27°09'19.01"S 48°33'46.49"O	17/02/2013	50	Mais impactado
Tainha	Bombinhas	27°12'58.66"S 48°30'38.61"O	12/02/2013	0	Menos impactado
Ponta das Canas	Florianópolis	27°23'36.8" S 48°26'11.02"O	03/03/2013	0	Menos impactado
Santinho	Florianópolis	27°27'58.68" S 48°22'36.07"O	03/03/2013	28	Menos impactado

Tabela 2: Histórico de balneabilidade medido pela FATMA no período de quatro anos para os pontos diferentes de coletas definidos neste trabalho. (-) significa ausência de análise para a referida praia. Classificação das praias: P=Própria. I= Imprópria.

Praia / Histórico de Balneabilidade	Ponto de coleta da FATMA	2014	2013	2012	2011
São Miguel	Centro - em frente à rua principal.	P e I	I	I	I
Gravatá	Praia de Navegantes - Foz do Rio Gravatá	P e I	I	P e I	I
Perequê	Foz do Rio Perequezinho	I	I	I	I
Tainha	Sem pontos de coleta	-	-	-	-
P. das Canas	100 m esquerda da Igreja	P	P	P	P
Santinho	Costão Sul	P	P	P	P

A praia da Tainha não apresenta registros de balneabilidade, possivelmente pelo seu difícil acesso.

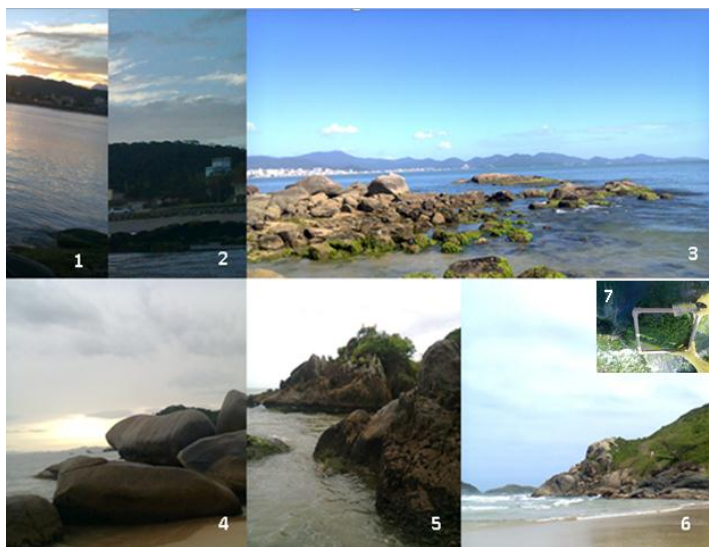


Figura 2: Detalhes dos costões rochosos por praia. Praia do Gravatá (mais impactada)- 1 e 2 - Aspectos do costão rochoso da Praia do Gravatá, localizada no município de Navegantes-SC. Praia do Perequê (mais impactada)- 3 - Aspecto do costão rochoso da Praia do Perequê, localizada no município de Porto Belo-SC. Praia da Tainha (menos impactada)- 4 -Aspecto do costão rochoso da Praia da Tainha, localizada no município de Bombinhas-SC. Praia Ponta das Canas (menos impactada)-5 - Praia de Ponta das Canas, localizada no município de Florianópolis SC, no norte da Ilha de Santa Catarina. Praia Costão do Santinho (menos impactada)- 6 -Aspecto do costão rochoso da Praia Costão do Santinho, localizada no município de Florianópolis-SC. Quadrante utilizado nas coletas- 7.

2.2. Metodologia da coleta e processamento das amostras.

Em cada ponto de coleta, a maré foi previamente consultada no site <http://www.tabuademares.com/br/santa-catarina>, estando no máximo em 0,3.

A amostragem das algas se deu por raspagem das algas presas às rochas, delimitadas por quadrados de cano de PVC de 30x30 cm (Figura 2 – detalhe). Os pontos de coleta dos quadrados em cada costão foram definidos da seguinte maneira: ao chegar ao costão, demarcou-se com a trena 30 metros, em direção ao ponto máximo de acessibilidade para coleta e estendeu-se transecto de um metro e meio, depois dos primeiros 5m, em sentido horizontal ao costão rochoso, aonde foram coletados cinco quadrados, sendo dois acima da linha de marcação e três abaixo, após a coleta dos cinco quadrados, andou-se mais 5 m e demarcou-se novamente 1,5m para a coleta de novos cinco quadrados e então, andou-se 5 m para coletar os cinco quadrados restantes no espaço de 1,5m. O total foi de 15 quadrados por praia. Em algumas praias, um único costão já possuía espaço suficiente para coleta, em outros, foi necessário um costão com mais de uma rocha, em virtude do seu comprimento ser menor que a área total para a coleta dos 15 quadrados.

Após coletar as amostras de algas em cada quadrante, estas foram armazenadas em sacos plásticos (simples, amarrados), sendo dois sacos para cada amostra, identificados através de um papel vegetal indicando o local da coleta e a ordem - a lápis (número registrado do 1º ponto para o 15º de acordo com a ordem e a letra indicando a localização da praia coletada, o 1º ponto coletado era o mais distante da areia e assim sucessivamente até chegar ao 15º ponto de coleta próxima a areia). A ordem ficou estabelecida pela proximidade do costão, coletou-se primeiramente no ponto final dos 30 m em direção ao ponto inicial (areia), em virtude da acessibilidade ficar reduzida conforme o aumento da maré, aumentando conforme o tempo de coleta, este em média de 1 hora de duração.

2.3. Processamento dos dados em laboratório

Após as coletas, as amostras foram fixadas em formaldeído 4% e foram levadas ao Laboratório de Ficologia da Universidade Federal de Santa Catarina. Nesse local, elas foram triadas, sendo cada unidade taxonômica separada das demais. Após a triagem, foram identificadas as espécies de cada quadrante no microscópio óptico de luz modelo Leica

DM 500 e também com auxílio de um estereomicroscópio. Para uma adequada identificação das espécies, foram consultadas as bibliografias de acordo com Barbosa et al., (2008); Jensen, et al., (2007); Bouzon et al., (2006); Ouriques (1997); e Cordeiro-Marino (1978); durante o processo de identificação, também foram confeccionadas lâminas histológicas permanentes.

Para cada espécie, foi obtida a biomassa fresca - úmida, na balança modelo Electronic Balance FA -2104N - Bioprecisa. Em seguida, as algas foram secadas na estufa a 60°C por aproximadamente 48 horas, e então pesadas novamente para registro da biomassa seca. Parte das algas foi também reidratada em água doce e armazenada para a produção de exsiccatas, nas quais foram registrados o local e data da coleta, nome da espécie e nome do pesquisador para o herbário. As exsiccatas foram depositadas no Herbário FLOR da Universidade Federal de Santa Catarina.

2.4. Análise dos dados

Para testar as hipóteses de efeito do grau de antropização na biomassa e na riqueza de espécies de macroalgas de costões rochosos em diferentes praias do litoral norte de Santa Catarina foi utilizada uma Análise de Variância (ANOVA) Hierárquica (Underwood, 1997). As variáveis dependentes foram a biomassa e a riqueza de macroalgas e as independentes ambiente (mais impactado ou menos impactado) fixo e praias (P1-P3) aleatórias e aninhadas em ambiente. A homogeneidade das variâncias foi avaliada com o teste de Cochran (Underwood, 1997) e para satisfazer o pressuposto de homogeneidade os dados de biomassa foram transformados ($\log x+1$). Quando diferenças entre as médias foram detectadas, o teste de Student-Newman-Keuls (SNK) foi empregado para identificá-las (Underwood, 1997).

Para visualizar o padrão multivariado da estrutura da comunidade foi utilizada a análise de escalonamento multi-dimensional não métrica (NMDS - Clarke e Warwick, 1994). Para testar a hipótese de que o grau de antropização provocou mudanças na diversidade beta das comunidades de macroalgas de macroalgas foi utilizada a Análise de Variância Multivariada por Permutação (PERMANOVA) verificando as repostas simultâneas da biomassa das espécies de macroalgas aos fatores Ambiente e Praias (Anderson, 2001; McArdle e Anderson, 2001). Finalmente a análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) foi

empregada para estimar a contribuição de cada espécie dentro e entre os ambientes (Clarke e Warwick, 2001). As matrizes de similaridade usadas foram calculadas com o índice de Bray-Curtis e os valores de biomassa foram transformados (raiz quadrada).

As ANOVAs e os Testes de Cochran e SNK foram feitas no pacote GAD (Sandrini-Neto e Camargo, 2014) enquanto o nMDS no pacote vegan (Oksanen et al., 2013) ambas no ambiente R de estatística computacional (R Core Team, 2014). As análises PERMANOVA e SIMPER foram feitas no PRIMER 6 + PERMANOVA (PRIMER-ELtd., Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, United Kingdom).

RESULTADOS

3.1. Dados qualitativos

No aspecto qualitativo, foram identificadas 52 espécies distribuídas entre os filos Rhodophyta, Chlorophyta e Ochrophyta (considerando apenas a Classe Phaeophyceae). Essas espécies estão designadas na sinopse taxonômica abaixo, no item 3.1.1. As algas vermelhas totalizaram 30 espécies, distribuídas em 6 ordens sendo a mais representativa Ceramiales com 10 espécies. Dentre as algas verdes, o total de 14 espécies foi distribuído em 3 ordens, sendo Cladophorales e Ulvales as mais representativas com 6 espécies cada. Quanto às algas da Classe Phaeophyceae, 8 espécies diferentes foram detectadas, distribuídas em 4 ordens. Considerando as espécies mais frequentes em todas as praias, *Ulva rigida* ocorreu em 100% dos locais coletados, seguida de *Centroceras clavulatum*, e *Gelidium floridanum* ambas com 83%.

3.1.1. Sinopse taxonômica dos táxons encontrados

RHODOPHYTA

Ceramiales

Callithamniaceae

Callithamnion felipponei Howe

Ceramiceae

Centroceras clavulatum (C.A. Gardh) Montagne

Ceramium brasiliense A .B .Joly

Ceramium dawsonii A . . B . Joly

Rhodomelaceae

Bryothamnion seaforthii (Turner) Kützing

Laurencia flagellifera (J. A gardh) K . W . Nam

Laurencia microcladia Kützing

Polysiphonia scopulorum Harvey

Pterosiphonia parasitica (Hudson) Falkenberg

Pterosiphonia pennata (C .A gardh) Sauvageau

Corallinales

Corallinaceae

Arthrocardia variabilis (Harvey) Weber-van Bosse

Jania adhaerens J.V .Lam ouroux

Jania capillacea Harvey

Jania rubens (Linnaeus) J.V .Lam ouroux

Gelidiales

Gelidiaceae

Gelidium crinale (Hare ex Turner) Gaillon

Gelidium floridanum W .R .Taylor

Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis

Pterocladaceae

Pterocladia capillacea (S.G .G melin) Bornet in Bornet &
Thuret

Gigartinales

Gigartinaceae

Chondracanthus acicularis (Roth) Fredericq in
Hommersand, Guiry, Fredericq & Leister

Chondracanthus elegans (Greville) Guiry in Hommersand et
al.

Chondracanthus teedei (M ertens ex Roth) Kützing

Gigartina teedei (M ertens ex Roth) Kützing

Cystocloniaceae

Hypnea musciformis (W ulfen) J.V .Lam ouroux

Hypnea spinella (C .A gardh) Kützing

Gracilariales

Gracilariaceae

Glacilariopsis andersonii (G runow) Kylin

Gracilaria cervicornis (Turner) J.A gardh

Gracilaria domingensis (Kützing) Sonder ex Dickie

Phyllophoraceae

Gymnogongrus griffithsiae (Turner) M artius

Halymeniales

H alym eniaceae

G ratelou pia cuneifolia J.A gardh

R hodom eniales

R hodom elaceae

G elidiopsis gracilis (K ütz ing) Feldm an

C H L O R O P H Y T A

B ryopsidales

C aulerpaceae

C aulerpa fastigiata M ontagne

C odiaceae

C odium isthm ocladum V ickers

C ladophorales

C ladophoraceae

C haetomorpha aerea (D illw yn) K ütz ing

C haetomorpha antennina (B ory de Saint-V incent) K ütz ing

C ladophora fascicularis (M ertins ex A gardh) K ütz ing

C ladophora flexuosa (O . F. M üller) K ütz ing

C ladophora prolifera (R oth) K ütz ing

C ladophora rupestris (Linnaeus) K ütz ing

U lvales

U lvaceae

U lva clathrata (R oth) C .A gardh

U lva fasciata Linnaeus

U lva flexuosa W ulfen

U lva micrococa (K ütz ing) G obi- U nchecked

U lva ram ulosa S mith

U lva rigida C .A gardh

O C H R O P H Y T A

D ictyotales

D ictyotaceae

D ictyopteris delicatula J.V .Lam ouroux

D ictyota ciliolata Sonder ex K ütz ing

E ctocarpales

A cinestoporaceae

F eldmania irregulares (K ütz ing) G .H amel

F eldmania m itchelliae (H arvey) H .-S.K im

F ucales

S argassaceae

S argassum sp.

S argassum cym osum C .A gardh

Sphacelariales

Sphacelariaceae

Sphacelaria rigidula Kützing

Sphacelaria brachygonia Montagne

3.2. Dados quantitativos

A biomassa de algas vermelhas do filo Rhodophyta foi predominante nas praias menos impactadas, com destaque para as algas filamentosas e calcárias. Já nas praias mais impactadas, a maior biomassa foi a de algas do filo Chlorophyta. A Tabela 3 apresenta os dados de biomassa média obtidos por praia para as espécies mais significativas. Do total de 52 espécies encontradas, apenas 7 delas apresentaram importância relativa na quantificação da biomassa maior ou igual que 5%. Entre essas espécies, destacam-se *Arthrocardia variabilis* (26%), *Ulva rigida* (17%), *Jania Rubens* (13%), *Chaetomorpha antennina* (8%), *Jania capillacea* (7%), *Gymnogongrus griffithsiae* (6%) e *Centroceras clavulatum* (5%) (Tabela 3).

Ao comparar a riqueza e biomassa das espécies de macroalgas classificadas como as mais impactadas e menos impactadas (Tabela 3), pode-se observar que as praias mais impactadas apresentavam grande biomassa de Chlorophyta enquanto que as praias menos impactadas estavam com predominância das Rhodophyta.

Tabela 3 - Biomassa média (\pm erro padrão) por amostra (quadrados de 30x30 cm) das espécies de macroalgas em seis praias do litoral de Santa Catarina. IR – importância relativa de cada espécie (% da biomassa total em todos os locais amostrados) das espécies com IR > 1%. (menos impactadas: P1 - Tainha, P2 - Santinho, P3 - Ponta das Canhas; mais impactadas: P1 - São Miguel, P2 - Gravatá, P3 - Perequê). PVI: percentual de importância de representatividade.

Ambiente	Menos impactado			Mais impactado			PVI
	p1	p2	p3	p1	p2	p3	
<i>Arthrocardia variabilis</i>	3.132 (±1.68)	17.706 (±8.133)	3.677 (±2.844)	-	-	0.292 (±0.292)	26%
<i>Bryothamnion seaforthii</i>	-	-	-	0.865 (±0.865)	0.001 (±0.001)	<0.001	1%
<i>Callithamnion felipponei</i>	<0.001	-	-	-	-	-	<1%
<i>Centroceras clavatum</i>	0.001 (±<0.001)	2.279 (±1.739)	1.872 (±0.767)	0.002 (±0.001)	-	0.393 (±0.231)	5%
<i>Ceramium brasiliense</i>	0.001 (±<0.001)	-	-	0.003 (±0.003)	-	-	<1%
<i>Ceramium tenerrimum</i>	0.008 (±0.005)	-	-	-	-	-	<1%
<i>Condracantus acicularis</i>	-	-	-	0.001 (±0.001)	0.013 (±0.013)	0.002 (±0.002)	<1%
<i>Condracantus elegans</i>	-	-	-	-	0.046 (±0.026)	-	<1%
<i>Condracantus teedii</i>	-	-	-	-	0.031 (±0.031)	-	<1%
<i>Gelidiopsis gracilis</i>	-	-	0.003 (±0.003)	-	-	-	<1%
<i>Gelidium crinale</i>	-	-	-	-	-	0.052 (±0.052)	<1%
<i>Gelidium floridanum</i>	-	0.686 (±0.686)	0.008 (±0.008)	0.001 (±0.001)	0.08 (±0.046)	0.069 (±0.053)	1%
<i>Gelidium pusillum</i>	-	-	-	-	0.08 (±0.08)	-	<1%
<i>Gigartina teedii</i>	-	-	-	-	-	0.214 (±0.213)	<1%
<i>Glarcilariopsis andersonii</i>	-	-	-	-	<0.001	-	<1%
<i>Gracilaria cervicornis</i>	-	-	-	-	-	0.035 (±0.035)	<1%
<i>Gracilaria domingensis</i>	-	-	-	-	-	0.068 (±0.059)	<1%
<i>Grateloupia cuneifolia</i>	0.005 (±0.003)	-	-	-	-	0.003 (±0.003)	<1%
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>	0.021 (±0.01)	-	1.983 (±1.983)	-	2.824 (±0.826)	0.563 (±0.3)	6%
<i>Hypnea musciformis</i>	1.33 (±0.406)	-	-	0.004 (±0.004)	0.017 (±0.012)	0.292 (±0.215)	2%
<i>Hypnea spinella</i>	-	-	-	-	0.001 (±0.001)	-	<1%
<i>Jania adhaerens</i>	0.961 (±0.607)	0.049 (±0.049)	1.682 (±1.301)	-	-	-	3%
<i>Jania capillacea</i>	4.738 (±1.232)	0.279 (±0.153)	1.582 (±1.223)	-	-	0.105 (±0.105)	7%
<i>Jania rubens</i>	4.055 (±2.05)	8.374 (±4.178)	-	-	-	0.043 (±0.043)	13%
<i>Laurencia flagellifera</i>	-	-	-	-	0.003 (±0.003)	0.044 (±0.035)	<1%
<i>Laurencia microcladia</i>	-	-	-	-	-	0.011 (±0.011)	<1%

Ambiente	Menos impactado		Mais impactado			PVI	
<i>Polysiphonia scopulorum</i>	-	-	0.203 (±0.155)	-	-	-	<1%
<i>Pterocladia capillacea</i>	-	-	-	-	0.007 (±0.007)	-	<1%
<i>Pterosiphonia parasitica</i>	0.494 (±0.27)	-	<0.001	-	-	-	1%
<i>Pterosiphonia pennata</i>	0.285 (±0.221)	-	<0.001	-	0.001 (±0.001)	0.013 (±0.008)	<1%
<i>Dictyopteris delicatula</i>	-	-	<0.001	-	-	<0.001	<1%
<i>Dictyota ciliolata</i>	-	-	-	-	0.139 (±0.139)	-	<1%
<i>Feldmania irregularis</i>	<0.001	-	-	-	-	-	<1%
<i>Feldmania mitchelliae</i>	0.003 (±0.002)	-	-	-	-	0.035 (±0.035)	<1%
<i>Sargassum cymosum</i>	0.13 (±0.082)	-	-	-	-	0.021 (±0.021)	<1%
<i>Sargassum sp</i>	0.009 (±0.007)	1.043 (±1.043)	-	-	-	0.007 (±0.007)	1%
<i>Sphacelaria brachygonia</i>	0.083 (±0.041)	0.006 (±0.006)	-	0.015 (±0.015)	-	0.013 (±0.013)	<1%
<i>Sphacelaria rigidula</i>	0.159 (±0.101)	-	-	-	-	-	<1%
<i>Caulerpa fastigiata</i>	-	-	-	-	-	0.05 (±0.05)	<1%
<i>Cladofora fascicularis</i>	-	3.675 (±3.195)	0.002 (±0.001)	-	<0.001	0.001 (±0.001)	4%
<i>Cladofora flexuosa</i>	-	-	-	-	<0.001	-	<1%
<i>Cladophora prolifera</i>	-	2.344 (±2.344)	-	-	-	-	3%
<i>Cladophora rupestris</i>	-	<0.001	-	-	-	0.001 (±0.001)	<1%
<i>Chaetomorpha antennina</i>	6.913 (±2.179)	-	-	-	-	0.519 (±0.519)	8%
<i>Chaetomorpha aerea</i>	-	-	-	-	0.001 (±<0.001)	-	<1%
<i>Codium isthmocladum</i>	-	<0.001	-	-	-	-	<1%
<i>Ulva clathrata</i>	-	-	-	-	0.015 (±0.015)	-	<1%
<i>Ulva fasciata</i>	-	-	-	0.101 (±0.101)	-	-	<1%
<i>Ulva flexuosa</i>	-	-	0.017 (±0.015)	0.119 (±0.068)	0.018 (±0.015)	-	<1%
<i>Ulva micrococa</i>	-	-	-	0.126 (±0.113)	-	-	<1%
<i>Ulva ramulosa</i>	-	-	0.008 (±0.006)	0.029 (±0.022)	0.004 (±0.003)	0.32 (±0.185)	<1%
<i>Ulva rigida</i>	0.86 (±0.415)	9.407 (±7.251)	1.202 (±0.292)	1.771 (±0.356)	1.883 (±0.383)	1.104 (±0.265)	17%

As análises de variância hierárquicas (Tabela 4 e 5) indicaram que o fator ambiente (menos impactado ou mais impactado) resultou em variações significativas para os dados de biomassa das algas, sendo uma biomassa maior para os ambientes menos impactado (Figura 3). Quanto à riqueza, não foram verificados efeitos significativos do fator ambiente nessa análise (Tabela 4). Para o caso do fator praia, efeitos significativos foram detectados tanto na avaliação da riqueza quanto na biomassa.

Tabela 4 – Sumário da análise de variância hierárquica comparando a riqueza das espécies de macroalgas marinhas coletadas em três praias mais impactadas e três praias menos impactadas em costões rochosos de Santa Catarina. Os fatores foram considerados significativos quando $P < 0,05$ (negrito).

Fonte de variação	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Ambiente	1	48,4	48,4	1,134375	0,346865
Praia	4	170,6667	42,66667	28,77944	4,57E-15
Resíduo	84	124,5333	1,48254		

Tabela 5 – Sumário da análise de variância hierárquica comparando a biomassa das espécies de macroalgas marinhas coletadas em três praias mais impactadas e três praias menos impactadas em costões rochosos de Santa Catarina. Os fatores foram considerados significativos quando $P < 0,05$ (negrito).

Fonte de variação	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Ambiente	1	57,02016	57,02016	8,258126	0,0453
Praia	4	27,61894	6,904734	3,802773	0,006851
Resíduo	84	152,5197	1,81571		

Entre as praias, houve diferenças quanto à riqueza, sendo que no ambiente menos impactado, a Praia da Tainha (P1) apresentou maior riqueza do que as demais. Já para o ambiente mais impactado, a praia do Perequê (P3) teve maior riqueza de algas. Com relação à biomassa, os maiores valores foram detectados para as praias Praia da Tainha (P1) e

Praia Costão do Santinho (P2) no ambiente menos impactado (Figura 3), enquanto que no ambiente mais impactado não houve diferenças significativas entre as três praias analisadas.

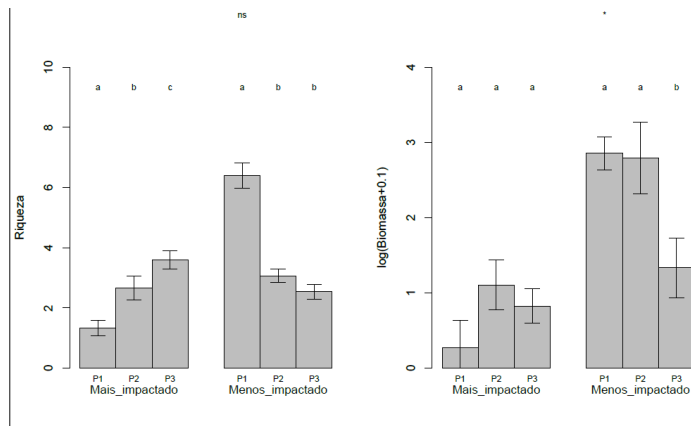


Figura 3 - Riqueza e biomassa média e erro padrão das macroalgas de costões rochosos em praias mais impactadas (P1-São Miguel, P2-Gravatá - e P3-Perequê) e menos impactadas (P1- Tainha, P2- Costão do Santinho e P3-Ponta das Canas) no litoral de Santa Catarina, Brasil. ns - Não significativo; diferentes letras representam diferenças significativas ($p < 0,05$) de acordo com o teste de SNK.

O MDS (Figura 4) representa distribuição espacial das amostras. Nota-se uma separação espacial e concentração das amostras resultantes do ambiente mais impactado, enquanto que as amostras do ambiente menos impactado estão mais espalhadas. Nesse ambiente, entre as espécies que foram mais importantes estão *Arthrocardia variabilis*, *Chaetomorpha antennina*, *Jania capillacea*, *Jania Rubens* e *Hypnea musciformis*. No ambiente mais impactado entre as espécies que foram mais representativas estão *Ulva flexuosa* e *Ulva ramulosa*.

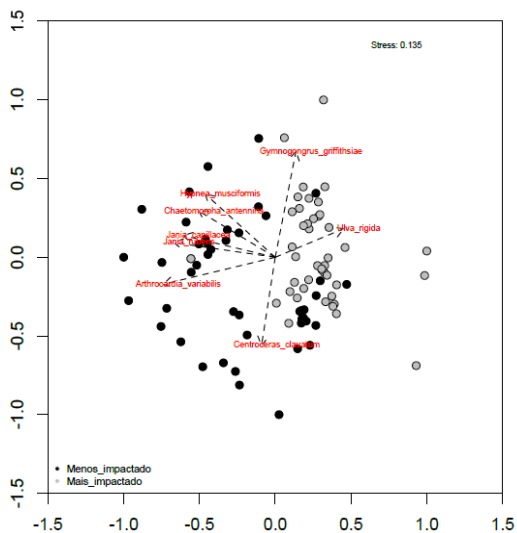


Figura 4: MDS 100% - Escala Multi Dimensional das biom assas de macroalgas de costões rochosos em praias menos impactadas e mais impactadas no litoral de Santa Catarina, Brasil. As setas representam as espécies mais representativas ao longo dos eixos do MDS.

A análise de variância permutacional (PERMANOVA) apresentou resultados com influências significativas do tipo de ambiente e das praias quanto ao total de biomassa das algas deste estudo (Tabela 6), mostrando diferenças significativas entre o ambiente menos impactado e mais impactado.

Tabela 6: Resultado da PERMANOVA demonstrando variação na biomassa das macroalgas de costões rochosos em praias menos impactadas e mais impactadas no litoral de Santa Catarina, Brasil. Df, graus de liberdade. Os fatores foram considerados significativos quando $P < 0,05$ (negrito).

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	U.perms	P(MC)
ambiente	1	40253	40253	2,866	0,072	120	0,008
praia(am)	4	56275	14069	4,9501	0,001	996	0,001
Resíduo	81	2,30E+05	2842,2				
Total	86	3,26E+05					

Os resultados do SIMPER apresentaram espécies com maior similaridade e abundância (Tabela 7), entre elas as espécies mais representativas do grupo de menos impactado: *Ulvia rigida*, com maior representatividade, em seguida *Arthrocardia variabilis*, *Centroceras clavatum* *Jania capillacea*, *Jania rubens*, *Chaetomorpha antennina*, com similaridade média de 11.49; as espécies mais representativas do grupo mais impactado: *Ulvia rigida*, *Gymnogongrus griffithsiae* com similaridade média de 27.45. Os ambientes de menos impactado e mais impactado obtiveram como resultado de dissimilaridade média, 90,70. Entre os ambientes menos impactados e mais impactados as espécies com maior contribuição: *Ulvia rigida*, *Arthrocardia variabilis*, *Jania rubens*, *Centroceras clavatum*, *Chaetomorpha antennina*, *Gymnogongrus griffithsiae*, *Jania capillacea* e *Hypnea musciformis* (Tabela 7).

Tabela 7 – Sumário dos resultados do SIMPER. Similaridade média entre as amostras de locais menos impactado, dos locais mais impactados e dissimilaridade média entre locais menos impactado e mais impactados e a contribuição e contribuição acumulada por espécie das espécies mais representativas em cada grupo.

Comparação / Espécie	Contribuição (%)	Contrib. acumulada (%)
Grupo: menos impactado		
Similaridade média: 11,49		
<i>Ulv a _ r i g i d a</i>	22,58	22,58
<i>Arthrocardia_variabilis</i>	18,93	41,51
<i>Centroceras_clavatum</i>	15,78	57,29
<i>Jania_capillacea</i>	15,21	72,5
<i>Jania_rubens</i>	11,98	84,48
<i>Chaetomorpha_antennina</i>	11,68	96,16
Grupo: mais impactado		
Similaridade média: 27,45		
<i>Ulv a _ r i g i d a</i>	86,09	86,09
<i>Gymnogongrus_griffithsiae</i>	10,54	96,63
Grupo: mais impactados vs. menos impactados		
dissimilaridade média: 90,70		
<i>Ulv a _ r i g i d a</i>	15,55	15,55
<i>Arthrocardia_variabilis</i>	14,11	29,66
<i>Jania_rubens</i>	11,66	41,32
<i>Centroceras_clavatum</i>	11,35	52,67
<i>Chaetomorpha_antennina</i>	9,75	62,43
<i>Gymnogongrus_griffithsiae</i>	9,08	71,51
<i>Jania_capillacea</i>	8,86	80,36
<i>Hypnea_musciformis</i>	2,25	82,61
<i>Jania_adhaerens</i>	2,07	84,69
<i>Cladophora_prolifera</i>	1,74	86,43
<i>Polysiphonia_scopulorum</i>	1,35	87,78
<i>Ulv a _ r a m u l o s a</i>	1,27	89,05
<i>Bryothamnion_seaforthii</i>	1,14	90,19

DISCUSSÃO

Nesse estudo foram encontradas 52 espécies de macroalgas em costões rochosos com maior e menor influência de impactos ambientais no litoral de Santa Catarina.

Embora não tenham sido observadas diferenças na riqueza de espécies entre os ambientes mais e menos impactados os resultados da ANOVA confirmaram as hipóteses de que o grau de impacto provoca variação na biomassa de espécies de macroalgas. Além disso, também foram observadas diferenças locais entre as praias. Em nosso estudo, o MDS mostrou uma separação entre dois grupos. E a PERMANOVA confirmou a hipótese de que o grau de antropização provoca variação diversidade beta da comunidade de macroalgas.

As espécies que foram encontradas no maior número de praias foram: *Ulva rigida* ocorreu em 100% dos locais coletados, seguida de *Centroceras clavulatum*, e *Gelidium floridanum* ambas com 83%. As alterações que foram observadas entre a flora em praias mais impactadas e menos impactadas seguem os mesmos resultados em outras partes do mundo em estudos realizados por Martins et al., (2012), Batista, (2012), Johnston, et al., (2009), Bouzon et al., (2006) e Littler et al., (1975). As análises estatísticas no presente trabalho comparando a riqueza e biomassa das espécies de macroalgas marinhas coletadas nas três praias mais impactadas e três praias menos impactadas em costões rochosos de Santa Catarina, indicaram a redução da biomassa nos ambientes mais impactados em comparação com aqueles mais preservados. Poucos estudos identificaram um aumento na riqueza de espécies associadas com a contaminação antropogênica (Johnston et al., 2009). Wells et al. (2007) a partir de listas de espécies que ocorriam e deixaram de ocorrer, descobriu que a proporção de Rhodophyta pode diminuir em relação à de Chlorophyta.

Pinto et al. (2009) comprovaram que a riqueza de algas e abundância em áreas menos impactadas foram diferentes do que as áreas mais impactadas. Além disso, a maioria das espécies encontradas nos ambientes impactados pertence à divisão Rhodophyta. Estas espécies são caracterizados pela presença de ficobiliproteínas, que proporcionam melhores condições fisiológicas para lidar com ambientes de baixa

intensidade de luz. Essas características são atribuídas não só para a sua tolerância a condições adversas do ambiente, mas também para sua capacidade reprodutiva grande.

A praia de São Miguel (P1- impacto) obteve os menores resultados de biomassa e riqueza (entre as praias), possivelmente decorrentes do grande despejamento de esgoto de dois municípios em suas proximidades provindos, um deles do rio Gravatá (Penha e Navegantes- SC), tendo em vista que esta praia é uma praia isolada do mar aberto, posicionada de forma a contribuir para o armazenamento de substâncias decorrentes da poluição local.

As praias da Tainha (P1) e Costão do Santinho (P2) obtiveram os resultados maiores de biomassa comparados com as demais praias por apresentarem em sua maior parte algas calcárias. Houve diferenças significativas na riqueza de ambas as praias. Foi verificada uma maior variedade de espécies nas praias menos impactadas, demonstrando os efeitos da eutrofização. Espécies oportunistas identificadas nos ambientes mais impactados reforçam os impactos decorrentes destes despejamentos de esgoto urbano nas praias do litoral de Santa Catarina. Johnston et al. (2009) explicam que a contaminação antrópica dos habitats marinhos pode ser frequentemente associada a uma redução da biodiversidade, seja como resultado da riqueza reduzida de espécies, aumento da dominância de espécies tolerantes, ou uma combinação de ambos fatores. De acordo com a meta-análise, os efeitos dos poluentes sobre a riqueza de espécies foram muito consistentes para os habitats marinhos, resultando em uma redução média na riqueza de espécies de 30 a 50% .

Em particular, as algas verdes incluindo as espécies de *Ulva*, podem colonizar ambientes em torno de emissários de esgoto e substituir espécies de algas perenes e sésseis, típicas de ambientes menos impactados. Espécies oportunistas, por serem de fácil adaptação e crescimento acelerado, deslocam espécies importantes para o ambiente como as algas pardas, de crescimento lento e ciclo mais perene, que com isso acabam em menor biomassa ou ausentes destes ambientes. Estas espécies indicadoras de poluição orgânica, dos gêneros *Ulva*, *Cladophora*, bem como as espécies *Chondracanthus acicularis*, *Centroceras clavulatum* estão abundantes em ambientes que tem sido

submetido a vários impactos antrópicos (Carvalho, 2013; Batista 2012; Hernández et al. 2010; Johnston et al, 2009; Orfanidis, 2008; Jensen et al, 2007; Bouzon et al. 2006; Santos et al. 2006; Berchez & Oliveira 1992; Szechy et al, 1989; Teixeira et al. 1987). A espécie *Chondracanthus acicularis* citada nos trabalhos acima, foi encontrada neste estudo apenas em praias mais impactadas. O estudo realizado por Martins et al. (2012) apresentou a espécie sendo considerada com perene e encontrada apenas em praias menos impactadas. Por ser esta uma espécie que melhor se adapta a condições extremas de ambientes marinhos, possivelmente ao longo do tempo desenvolveu mecanismos de adaptação para ser encontrada em ambientes com diferentes graus de impacto. Tanto este estudo quanto o de Martins et al. fizeram levantamento quantitativo e qualitativo, em bora aquele tenha avaliado a distribuição a partir de fotoquadrados e este fez uma avaliação a partir da biomassa.

A análise em escala multidimensional (MDS) sugere que as amostras das comunidades dos ambientes mais impactados são mais parecidas entre, enquanto que as amostras de ambientes menos impactados são mais diferentes entre si. As espécies dominantes nos ambientes poluídos foram *Bryothamnion seaforthii*, *Condracanthus acicularis*. Para Santos et al., (2006) as espécies *Ulva lactuca*, *Ulva flexuosa*, *Chondracanthus acicularis*, *Chaetomorpha antennina*, *Centroceras clavulatum*, *Hypnea musciformis*, *Ulva fasciata*, *Jania capillacea* e *Acantophora spicifera*, além dos gêneros *Laurencia*, *Chondracanthus* e *Gelidium* são indicadoras de poluição, de ambientes impactados juntamente com as espécies já citadas. *Centroceras clavulatum* e *Ulva flexuosa* podem ser consideradas como indicadoras da qualidade da água em ambientes sujeitos a variações físico-químicas acentuadas, baixa diversidade e influência de águas provenientes de drenagem continental. Neste trabalho as espécies *Chaetomorpha antennina*, *Centroceras clavulatum*, *Hypnea musciformis* e *Jania capillacea* foram encontradas em ambientes mais impactados e menos impactados.

As algas calcárias representaram diferenças em sua biomassa comparadas às demais algas. Demonstraram sensibilidade relacionada aos impactos do ambiente. Amado-Filho et al. (2012) citaram as algas

calcárias como algas extremamente sensíveis ao fenômeno de acidificação. Esta sensibilidade se dá pelo fato de a calcita, forma mineral do carbonato de cálcio das algas calcárias com elevados teores de magnésio, ser considerada mais solúvel sob condições de impacto ambiental.

Valores fora dos padrões, iguais a zero ou muito elevados, como os observados nas áreas mais urbanizadas, podem ter sido produzidos pela exclusão de algumas espécies, principalmente algas pardas, e favorecimento de espécies oportunistas, representadas por alguns grupos de algas vermelhas e verdes (Johnston et al., 2009). Por isso quando se trata de riqueza e biomassa é preciso considerar toda a comunidade, para ter um resultado mais preciso, pois espécies de algas pardas, por exemplo, podem apresentar valores significativos e as algas calcárias podem representar de forma diferenciada a sua biomassa, por apresentarem valores superiores a outras espécies. Desta forma, a ausência de algas pardas nas praias impactadas, por exemplo, nas regiões centrais das baías, onde a densidade populacional é maior, pode ser explicada pela poluição por hidrocarbonetos derivados de petróleo em níveis que afetam especialmente processos reprodutivos destas algas. Pesquisas indicam maior sensibilidade delas à poluição, baixa irradiância e mudança na temperatura, reduzindo sua riqueza e biomassa, afetando seu ciclo de vida e reprodução (Bouzon et al., 2006; Berchez & Oliveira, 1992). O SIMPER em seus resultados de similaridade média apresentou 14,95% entre as praias de menos impactadas e 35,65% entre as praias mais impactadas, 86,75% de dissimilaridade entre as praias, com base na biomassa de cada espécie encontrada por ambiente. Isso confirmou diferenças entre as praias em função da biomassa de cada praia/espécie.

As respostas das macroalgas à contaminação podem ser espécie-específicas variando entre as diferentes espécies. Assim, é importante identificar espécies sensíveis à contaminação com experimentos manipulativos em laboratório para poder subsidiar programas de monitoramento ambiental com custos reduzidos. Tem-se a necessidade de trabalhos quantificando as comunidades para que sejam obtidos dados históricos e também na perspectiva de realizar projeções futuras. Trabalhos como este podem contribuir para os testes de

balneabilidade da FATMA, tendo em vista que os testes são baseados unicamente em coleta da água. Espécies de macroalgas indicadoras encontradas por praia poderiam complementar as análises.

CONCLUSÃO

As análises multivariadas demonstraram que houve mudanças na composição das comunidades, indicando um efeito da poluição nas comunidades de macroalgas da costa de Santa Catarina.

As comunidades de ambientes mais impactados são dominadas por espécies do gênero *Ulva*, características de ambientes contaminados. Já os ambientes menos impactados são dominados por espécies de algas calcárias articuladas de crescimento lento do gênero *Jania* além de *Chaetomorpha*.

Os resultados do presente estudo indicaram que as estratégias locais de tratamento de efluentes não tem sido suficientes para evitar um efeito negativo nas comunidades de macroalgas de costões rochosos na costa do estado de Santa Catarina. Com isso, a poluição afeta a composição das comunidades de macroalgas em costões rochosos do litoral Norte do Estado de Santa Catarina.

Estes resultados contribuem para estudos futuros de identificação e comparação de espécies de macroalgas ao longo dos anos, monitoramento de ecossistemas marinhos e fitogeografia das macroalgas do sul do Brasil, para análises de impactos direto e indireto das atividades antrópicas sobre estas comunidades por conter a quantificação das macroalgas do litoral norte de Santa Catarina, com isso melhorar a categorização das praias realizadas pela FATMA, podendo utilizar dados quantitativos e qualitativos das pesquisas de macroalgas realizadas nas praias juntamente com a análise da água, gerando dados mais exatos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A GUILAR R.R., GALINDO A.M. **Ecological aspects of *Sargassum muticum* (Fucales, Phaeophyta) in Baja California, Mexico: reproductive phenology and epiphytes.** *Hydrobiologia*, 1990. 204-205.

A M A D O - F I L H O G . M . ; M O U R A R . L . ; B A S T O S A . C . ; S A L G A D O L . T . ; S U M I D A P . Y . **Rhodolith Beds Are Major CaCO₃ Bio-Factories in the Tropical South West Atlantic.** *PLoS ONE* 2012. 7(4): e35171.
doi:10.1371/journal.pone.0035171

A M A D O F I L H O , G . M . , P E R E I R A F I L H O , G . H . , B A H I A , R . G . , D E M O U R A , R . L . , F R A N C I N I F I L H O , R . B . , B A S T O S , A . C . A N D M A T H E U S , Z . **The mesophotic zone of the only South Atlantic Atoll is dominated by rhodolith beds.** IV INTERNATIONAL RHODOLITH WORKSHOP, 2012. Abstract Volume, Granada, Espanha. p10.

A N D E R S O N , M . J . , C R I S T , T . O . , C H A S E , J . M . , V E L L E N D , M . , I N O U Y E , B . D . , F R E E S T O N E , A . L . , S A N D E R S , N . J . , C O R N E L L , H . V . , C O M I T A , L . S . , D A V I E S , K . F . , H A R R I S O N , S . P . , K R A F T , N . J . B . , S T E G E N , J . C . , S W E N S O N , N . G . **Navigating the multiple meanings of biodiversity: a roadmap for the practicing ecologist.** *Ecology Letters* 2011.14/19-28.

A N D E R S O N , M . J . **A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.** *Aust. Ecol.* 2001.26/32-46.

B A L L E S T E R O S , E . , T O R R A S , X . , P I N E D O , S . , G A R C I A , M . , M A N G I A L A J O , L . , T O R R E S , M . **A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive.** Elsevier Ltd, 2007.

B A R B O S A , S . O . , F I G U E I R E D O , M . A . O . , T E S T A , V . **Estrutura e dinâmica de comunidades bentônicas dominadas por macrófitas na zona intramareal da Praia de Jacaraípe, Espírito Santo, Brasil.** *Hoehnea* 2008. 35/563-575.

B A T I S T A , M . B . **Macrófitas marinhas da Ilha de Santa Catarina, Brasil.** UFSC, CCB. Departamento de Botânica. 2012.

B E R C H E Z , F . A . S . , O L I V E I R A , E . C . **Temporal changes in the benthic marine flora of the Baía de Santos, SP, Brazil, over the last four decades.** In: Cordeiro-Marino, M., Azevedo, M.T.P., Sant'Anna, C.L., Yamaguishi-Tomita, N., Plastino, E.M. (Eds.), *Algae and Environment*, CETESB, São Paulo 1992. pp. 120-131.

- BOUZON, J. L., HORTA, P. A., SALLES, J. P., BOUZON, Z. **Aspectos florísticos e fitogeográficos das macroalgas marinhas das baías da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** 2006. *Ínsula* 35/ 69-84.
- BRATTON, S. P. **A comparison of the beta diversity function of the overstory and herbaceous understory of a deciduous forest.** *Bull. Torrey Bot.* 1975. *Cub* 102/ 55-60.
- CARVALHO, V. F. **Avaliação dos impactos da urbanização sobre as comunidades de macroalgas bentônicas no litoral do Espírito Santo, Brasil.** UFRPE, Programa de Pós Graduação em Botânica. 2013.
- CLARKE, K. R., WARWICK, R. M. **Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation.** Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. 1994.
- CLARKE K. R. & R. M. WARWICK. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** Plymouth, PRIMER-E, UK, 2001. 2nd ed., 172p.
- CODY, M. L. **Towards a theory of continental species diversities: bird distributions over Mediterranean habitat gradients.** In: Cody, M. L. and Diamond, J. M. (eds), *Ecology and evolution of communities.* Harvard Univ. 1975. Press, 214-257.
- CORDEIRO-MARINO, M. **Rodofíceas Bentônicas Marinhas do Estado de Santa Catarina.** São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1978. Vol.7, 243p.
- FATMA. **Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. Florianópolis- SC.** Disponível em : <http://www.fatma.sc.gov.br/>. 2013.
- http://www.fatma.sc.gov.br/laboratorio/dlg_balneabilidade2.php. Acesso em : janeiro, fevereiro e março, 2013, confirmação dos dados em 2015.
- FÁVERI, C. **Avaliação do impacto da urbanização e extremos de temperatura sobre a fisiologia e morfologia de *Hypnea musciformis* J. V. Lamouroux (Gigartinales, Rhodophyta) – uma avaliação do efeito sinérgico.** *Biologia Vegetal.* UFSC. 2012.
- HALPERN, B. S., WALBRIDGE, S., KIMBERLY, A. S., KAPPEL, C. V., MICHELI, F., D'AGROSA, C., BRUNO, J. F., CASEY, K. S., EBERT, C., FOX, E. H., FIJITA, R., HEINEMANN, D., LENIHAN, H., MADIN, E. M. P., PERRY, M. J., SELIG, E. R., SPALDING, M., STENECK, R., WATSON, R. **A global map of human impact on marine ecosystems.** *Science*, 2008. Vol. 319.

HERNÁNDEZ, I., BERMEJO, R., GARCÍA-MARÍN, P., BRUN, F. G., VERGARA, J. **Marine macrophytes and the water from work directive: preliminar studies in Southern Spain.** Universidade de Cádiz. Área de Ecología. Facultad de Ciencias del Mar. 11510 Puerto Real Cádiz (Spain). Revista Interdisciplinar de Las Ciencias Ambientales, *Ambientalia*. 2010.

HORTA, P.A., AMANCIO, E., COIMBRA, C.S. & OLIVEIRA, E.C. **Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras.** 2001. *Hoehnea* 28/ 243-265.

JENSEN, D. K.; CARSTENSEN, J.; DAHL, K. **Total and opportunistic algal cover in relation to environmental variables.** *Marine Pollution Bulletin*, Elsevier. 2007.

JOHNSTON, E. L., ROBERTS, D. A. **Contaminants reduce the richness and evenness of marine communities: a review and meta-analysis.** *Environmental Pollution* 157/1745-1752. Elsevier Ltd. 2009.

JURASINSKI, G., RETZER, V., BEIERKUHNLEIN, C., **Inventory, differentiation, and proportional diversity: a consistent terminology for quantifying species diversity.** *Oecologia* 2009.159/15-26.

LITTLER, M. M., MURRAY, S. N. **Impact of sewage on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macroorganisms.** *Mar. Biol.* 1975. 30/ 277-291.

MARTINS, C. D. L., ARANTES, N., FAVERI, C., BATISTA, M. B., OLIVEIRA, E. C., PAGLIOSA, P. R., FONSECA, A. L., NUNES, J. M. C., CHOW, F., PEREIRA, S. B., HORA, P. A **The impact of coastal urbanization on the structure of phyto-benthic communities in southern Brazil.** *Marine Pollution Bulletin* . 2012. 64/ 772-778.

MCCARDLE, B. H., ANDERSON, M. J. **Fitting multivariate models to community data: a comment on distance based redundancy analysis.** *Ecology* 2001.82/290-297.

OGAWA, H. **Effects of treated municipal wastewater on the early development of sargassaceous plants.** Department of Fishery Science, Faculty of Agriculture. 1984.

OKSANEN, J; GUILLAUME, F; BLANCHET, G; KINDT, R; LEGENDRE, P; MINCHIN, P. R; O'HARA, R. B; SIMPSON, G. L; SOLYMOS, P; STEVENS, M. H. H. and WAGNER, H. **Vegan: Community Ecology Package.** R package version 2.0-10. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. 2013.

ORFANIDIS, S., PINNA, M., SABETTA, L., STAMATIS, N., NAKOU, K.. **Aquatic Conserv: Marine and Freshwater**. Freshw. Ecosyst. 18: S45 -S61, Wiley InterScience. 2008.

ORFANIDIS, P. S.; PANAYOTIDIS, N.; STAMATIS, N. **An insight to the ecological evaluation index (EEI)**. Elsevier Ltd. 2003.

OURIQUES, L. C. **Feofíceas do litoral do estado de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro – Universidade Estadual Paulista. São Paulo. 1997.

PINTO, T. V., ALMEIDA, F. V. R., CANTOR, M., SCHERNER, F., BATISTA, M. B., FONSECA, A., PAGLIOSA, P. R., HORTA, P. A. **EFFECT OF DOCKSON MACROPHYTOBENTHIC COMMUNITY: A CASE STUDY IN STUARY**. Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia, São Lourenço- MG. 2009.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.2014.

SANDERSON, E. W.; JAITEH, M.; LEVY, M. A.; REDFORD, K. H.; WANNENO, A. V.; and WOOLMER, G. **The Human Footprint and the Last of the Wild**. BioScience..2002. Vol. 52, N° 10/ 891-904.

SANDRINI-NETO, L. & CAMARGO, M. G. **GAD: an R package for ANOVA designs from general principles**. Available on CRAN. 2014.

SANTOS, A. A., COCENTINO, A. M. M., REIS, T. N. V. **Macroalgas com o indicadores da qualidade ambiental da praia de Boa Viagem - Pernambuco, Brasil**. Bol. Téc. Cient. CEPENE, 2006. Tamandaré, v. 14, n. 2, p. 25-33.

SCHERNER, F., BARUFI, J. B., HORTA, P. A. **Photosynthetic response of two seaweed species along an urban pollution gradient: Evidence of selection of pollution-tolerant species**. Marine Pollution Bulletin 2012. 64/ 2380-2390.

SZECHY, M. T. M., NASSAR, C. A. G. **ASPECTOS FENOLOGICOS DE *Padina gymnospora* (KÜETZING) SONDER (DICTYOTALES, PHAEOPHYTA)**. Florianopolis, 1989. 51-70.

TEIXEIRA, V. L., PEREIRA, R. C., JÚNIOR, A. N. M., LEITÃO FILHO, C. M., SILVA, C. A. R. **Seasonal variations in infralitoral seaweed communities under a pollution gradient in Baía da Guanabara, Rio de Janeiro (Brazil)**. Cien. Cult. 1987. 39, 423-428.

TUOMISTO, H. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. Dept of Biology FI-20014 Univ of Turku, Finland. *Ecography* 2010. 33/2-22.

UNDERWOOD, A. J. Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance. Cambridge University Press, Cambridge. 1997.

VIDOTTI, E. C; ROLLEMBERG, M. C. E. Algae: from aquatic environment economy to bioremediation and analytical chemistry. *Quím. Nova* vol.27 no.1 São Paulo Jan./Feb. 2004

WELLS, E., WILKINSON, M., WOOD, P., SCANLAN, C., The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European Water Framework Directive. Elsevier Ltd. 2007.

WHITTAKER, R. H. Evolution of species diversity in land communities. *Evol. Biol.* 1977. 10/1-67.