

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA

ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE
MACROALGAS NO MESOLITORAL
ROCHOSO DO ATLÂNTICO SUDOESTE
CENTRAL
(26° S – 34° S)

KARINE MARIANE STEIGLEDER

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE.

Orientador: Dr^a. Margareth Copertino

RIO GRANDE
Janeiro 2015

À minha família

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por toda a dedicação e o incentivo e principalmente, por todas as palavras motivacionais.

Ao Julio Zemor pela parceria de sempre, por fazer o possível para me alegrar e tornar os dias em Rio Grande mais agradáveis. Muito obrigada por me ajudar a voltar para o chão depois dos momentos de crise com o final do mestrado, e por sempre fazer aquele churrasquinho energizador.

À Universidade Federal do Rio Grande, ao Instituto de Oceanografia e ao Laboratório de Ecologia Vegetal Costeira, pelo espaço de trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Oceanografia Biológica pela oportunidade e pelo suporte financeiro. E à querida secretária Vera Regina Oliveira Santos, nossa amada Verinha, por todo apoio e auxílio tanto profissional quanto pessoal desde o primeiro dia de matrícula.

À minha orientadora Margareth Copertino pelos ensinamentos e auxílio durante o mestrado.

A Mutue Toyota Fuji pelos ensinamentos taxonômicos, pelo auxílio nas identificações das macroalgas e pela disposição e receptividade no Instituto de Botânica em São Paulo.

Aos meus colegas de laboratório, pelas conversas, conselhos, contribuições no trabalho, almoços no RU e momentos de descontração. E a todos os colegas da pós que compartilham das mesmas alegrias e dificuldades dessa fase de nossas vidas profissionais.

Aos meus irmãos da graduação que estiveram sempre presentes Vanessa, Juliana, Carlos Vinicius, Roberto e Matias.

À minha querida e amada Luciana Menezes que além de mestre guru estatística, também foi fundamental na realização das saídas de campo, sem ela, esse trabalho não teria saído do papel. Parceria sem igual. E a minha irmã Thais pela parceria e mão de obra no primeiro campo.

À Tia Maria Helena e ao Tio César por mais uma vez me acolherem nos meus trabalhos de campo em Torres. À minha irmã do coração Betina pela ajuda e esforço durante os dias de ajudante de Bióloga Marinha.

Aos amigos do Karumbé e ao amigo Colorado que nos deram suporte logístico durante a estadia para o trabalho de campo.

Ao Caminho Marinho pelo suporte durante os campos de Santa Catarina.

Aos membros da Banca Examinadora, Prof^o. Dr^o. Gerhard Kinas (IO-FURG), Prof^o. Dr^o. Leonir André Colling (IO-FURG) e Prof^o. Dr^o. Paulo Antunes Horta (UFSC), pelas correções e contribuições ao trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2. OBJETIVOS.....	14
2. 1 Objetivos específicos.....	14
3. CAPÍTULO I – RIQUEZA E BIOGEOGRAFIA DAS MACROALGAS NO MESOLITORAL ROCHOSO DO ATLÂNTICO SUDOESTE CENTRAL.....	15
3.1 Introdução.....	16
3.2 Objetivos.....	20
3.2.1 Objetivos específicos.....	20
3.3 Material e Métodos.....	21
3.3.1 Área de estudo.....	21
3.3.2 Dados históricos.....	23
3.3.3 Amostragem <i>in situ</i>	24
3.3.4. Análise dos dados.....	25
3.4 Resultados.....	27
3.4.1 Riqueza de espécies.....	27
3.4.2 Comparação entre dados históricos e recentes.....	29
3.4.3 Considerações biogeográficas.....	30
3.5 Discussão.....	32
3.5.1 Riqueza de espécies.....	32
3.5.2 Comparação entre dados históricos e recentes.....	36
3.5.3 Considerações biogeográficas.....	39
3.6. Conclusões.....	41
4. CAPÍTULO II – PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS COMUNIDADES DE MACROALGAS DO MESOLITORAL ROCHOSO DO ATLÂNTICO SUDOESTE CENTRAL.....	56
4.1 Introdução.....	57
4.2 Material e métodos.....	61
4.2.1 Local de estudo.....	61

4.2.2 Amostragem.....	64
4.2.3 Caracterização dos costões.....	67
4.2.4 Análises dos dados.....	69
4.3 Resultados	70
4.3.1 Diversidade de espécies e abundância de grupos morfofuncionais.....	70
4.3.2 Análises de variância.....	75
4.3.3 Análises multivariadas.....	76
4.3.4 Análise topográfica.....	81
4.4 Discussão.....	85
4.4.1 Diversidade de espécies e abundância de grupos morfofuncionais.....	85
4.4.2 Diferenças e similaridades entre áreas e locais.....	88
4.4.3 Influência do Substrato.....	91
4.5 Conclusões.....	93
LITERATURA CITADA.....	100

RESUMO

O litoral do extremo sul do Brasil é caracterizado como zona biogeográfica temperada-quente, apresentando uma redução na riqueza de espécies no sentido norte-sul. Os poucos estudos sobre as macroalgas dos substratos rochosos da região foram realizados nas décadas de 1970 e 1980. O presente estudo objetivou realizar uma revisão sobre a riqueza e composição de espécies de macroalgas do mesolitoral rochoso do Atlântico Sudoeste, da região de Santa Catarina até o Uruguai (28° S – 33° S), analisando comparativamente os padrões de estruturação destas comunidades. A composição das espécies, abundância dos grupos morfofuncionais e características físicas e morfológicas do substrato foram avaliadas ao longo de 21 transversais, distribuídas entre sete locais (costões) e quatro áreas (Santa Catarina, Torres-RS, Rio Grande-RS e Uruguai). Os resultados geraram uma lista de 300 táxons infragenéricos (207 vermelhas, 56 verdes e 37 pardas), sendo registradas 11 novas ocorrências locais. O alto valor de similaridade entre a flora do Uruguai, Rio Grande e Torres reflete a influência da pluma do Rio da Prata na região, que forma uma importante barreira biogeográfica. As correlações entre as características topográficas dos substratos avaliados e o número de espécies não foram significativas. A similaridade entre a flora foi maior entre diferentes áreas, do que entre locais da mesma área, em função das características do substrato.

Palavras-chave: Biogeografia, costão rochoso, mesolitoral, macroalgas, riqueza de espécies, grupos morfofuncionais.

ABSTRACT

The extreme southern coast of Brazil is characterized as a temperate-warm biogeographical area, presenting a decrease in flora richness from north to south direction. The latest studies carried out in this region are from the decades of 1970 and 1980. The present study aimed to evaluate the richness and floristic composition of macroalgal communities and structure of the shores at rocky mesolittoral of the southwest Atlantic, the region of Santa Catarina to Uruguay (28° S – 33° S), comparatively analyzing the structure of these communities patterns. The species composition, abundance of functional morphology groups and physical and morphological characteristics of the substrate were evaluated over 21 transversal, distributed among seven sites (rocky shores) and four areas (Santa Catarina, Torres-RS, Rio Grande-RS and Uruguay). This study compiled and updated a list of 300 taxa of algae (207 red, 56 green e 37 brown) from southern Brazil and Uruguay region, with 11 new species occurrences reported at a local level. The high value of similarity between the floras of Uruguay, Rio Grande and Torres indicates that the plume from La Plata River influences marine algae at this region, and forms an important biogeographical barrier. Correlations between topographic features and the number of species were tested, but the results were not significant. The similarity between the flora was higher among different areas, than between sites in the same area, depending on the characteristics of the substrate.

Keywords: Biogeography, rocky shore, mesolittoral, macroalgae, species richness, morphological and functional groups.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A distribuição geográfica de grande parte dos organismos marinhos é determinada principalmente por gradientes latitudinais de temperatura do mar, aliado à presença de substrato apropriado e às correntes favoráveis para a dispersão, seja larval ou de estruturas reprodutivas (Coutinho & Zalmon 2009).

As variações latitudinais e de massas de águas são fatores determinantes para a distribuição biogeográfica das macroalgas (Kerswell 2006). Entretanto, evidências recentes apontam para efeitos de mudanças climáticas globais sobre as floras algais, com consequências nas interações interespecíficas da comunidade (Harley *et al.* 2012). Variações na distribuição latitudinal das macroalgas em função do aquecimento global e de outras alterações ambientais têm sido relatadas em diversas regiões do globo (Beardall *et al.* 1998, Wernberg *et al.* 2011), incluindo no Brasil (Horta *et al.* 2012).

A distribuição de macroalgas bentônicas ao longo da costa do Brasil está condicionada à interação de diversos fatores biogeográficos, físicos e biológicos tais como: características das massas de água, disponibilidade de substrato consolidado, turbidez, ação das ondas, presença de cursos de água doce e de interações bióticas (Oliveira *et al.* 2001, Masi & Zalmon 2008, Coutinho & Zalmon 2009). Na região do mesolitoral a distribuição e abundância das macroalgas são determinadas, principalmente, por fatores físicos como a tolerância à dessecação, as variações dos níveis de maré, a ação das ondas, a inclinação, orientação e o tipo de substrato (Kerswell 2006).

As condições oceanográficas e climáticas da região Sudeste e Sul do Brasil apresentam características de uma zona biogeográfica temperada-quente (Horta *et al.* 2001, Copertino & Seeliger 2010). Nesta região, observa-se um empobrecimento e redução da diversidade da flora no sentido norte-sul (Coll & Oliveira 1999, Horta *et al.* 2001), possivelmente causadas pela redução do substrato disponível e também pelas maiores variações de temperatura ao longo do ano, o que dificultaria a presença de espécies estenotérmicas (Horta *et al.* 2001). A região litorânea do sul do Brasil e do Uruguai é fortemente influenciada pelos aportes de água doce do Rio da Prata (35° S) e da Lagoa dos Patos (32° S), sendo o Rio da Prata responsável por uma importante fonte de nutrientes para o Atlântico Sudoeste (Campos *et al.* 2008, Pivel 2009). Em geral, sua pluma de baixa temperatura e baixa salinidade, alcança 32° S (região de Rio Grande, RS) durante a primavera e verão, chegando até 27° S (sul de Florianópolis, SC) no inverno, podendo variar em função dos ventos e do El Niño Southern Oscillation (ENSO), já tendo sido registrada até a latitude de 23° S (Campos *et al.* 2008). Externamente à pluma ocorre o encontro de massas de água subantártica de plataforma, originárias da Patagônia, com águas subtropicais de plataforma, mais salinas, influenciadas principalmente pelas águas subtropicais derivadas da Corrente do Brasil (Piola *et al.* 2000).

As praias do extremo sul do Brasil são arenosas e de ampla extensão, com escassez de substratos consolidados, dificultando o estabelecimento de organismos bentônicos sésseis como as macroalgas (Coutinho 1982). O único ponto de substrato consolidado natural do Rio Grande do Sul são os costões rochosos da região de Torres, norte do Estado do RS, limite sul de ocorrência

dos costões brasileiros (Coutinho & Zalmon 2009). No Rio Grande do Sul também são encontrados alguns substratos artificiais de localização esparsa, como as plataformas de pesca nas praias de Atlântida, Tramandaí e Cidreira, os Molhes da Barra de Imbé-Tramandaí (com 250 m de comprimento), e os Molhes da Barra de Rio Grande-São José do Norte (com 3,8 km e 4,5 km de extensão, respectivamente). Poucos estudos avaliaram a composição da flora dos substratos presentes no litoral sul da região do Atlântico Sudoeste. Cerca de 86 espécies de macroalgas marinhas foram registradas em Torres (Baptista 1974), 57 espécies em Rio Grande (Coutinho 1982) e 70 espécies no Uruguai (Coll 1976), sendo que a maior similaridade foi encontrada entre as floras do Rio Grande e Uruguai (Coutinho 1982).

Por ser o substrato consolidado mais representativo em uma faixa de 600 km de costa do extremo sul do Brasil, os Molhes da Barra de Rio Grande modificam a biogeografia das macroalgas marinhas e demais organismos bentônicos da região (Coutinho 1982). Os substratos rochosos mais próximos aos molhes situam-se a aproximadamente 300 km de distância em direção sul (La Coronilla, Uruguai) e norte (Torres, RS) de Rio Grande.

A região de Rio Grande e São José do Norte têm observado um desenvolvimento urbano e industrial acelerado nas últimas décadas, em função da expansão do Pólo Naval, resultando em um aumento do tráfego de navios de grande porte, expansão de infra-estruturas costeiras, prolongamento dos Molhes e aumento na frequência de dragagens para manutenção do canal. Adicionalmente, modificações climáticas e hidrológicas foram registradas para a região nos últimos 30 anos (aumento da precipitação e temperatura média),

com reflexos para a oceanografia e ecologia do estuário da Lagoa dos Patos (Seeliger & Odebrecht 2010), incluindo reduções na distribuição e abundância de pradarias submersas e aparecimento de macroalgas oportunistas (Copertino & Seeliger 2010). É possível que tais modificações tenham afetado a composição da ficoflora marinha do extremo sul do Brasil, entretanto avaliações mais profundas são ainda necessárias.

As macroalgas marinhas desempenham importante papel na conservação e manutenção dos ecossistemas, uma vez que são utilizadas como alimento e abrigo para diversas espécies animais, podendo também ser utilizadas como bioindicadoras da qualidade ambiental (Matos & Oliveira 1999, Oliveira *et al.* 2001, Kohler & Gill 2006, Juanes *et al.* 2008). O aumento na incidência e na abundância de macroalgas oportunistas, como certas espécies de *Ulva*, *Cladophora* e *Chaetomorpha*, que se desenvolvem bem em áreas impactadas, podem denunciar a saúde ecológica destes ambientes (Joly 1957, Juanes *et al.* 2008).

A ecologia dos costões rochosos brasileiros ainda é incipiente, com estudos concentrados no litoral da região Sudeste (São Paulo e Rio de Janeiro). Em virtude da deficiência de informações sobre as comunidades de macroalgas do Atlântico Sudoeste, e mediante o aumento de pressões antropogênicas e naturais que os ecossistemas costeiros têm sofrido, o presente trabalho objetiva contribuir para os estudos sobre riqueza e diversidade de macroalgas da região, compreender seus padrões de distribuição local e biogeografia regional.

2. OBJETIVOS

Este estudo objetivou avaliar a composição, abundância e os padrões de distribuição das comunidades de macroalgas no mesolitoral rochoso do Atlântico Sudoeste Central (do litoral de Santa Catarina ao Uruguai), em função de gradientes espaciais (vertical e latitudinal) e de características do substrato, através da compilação de dados históricos de trabalhos realizados na área foco do estudo, bem como de amostragens para avaliação de alterações nas floras.

2. 1 Objetivos específicos

- Avaliar a composição e riqueza de espécies de macroalgas em função do gradiente latitudinal.
- Avaliar possíveis mudanças na composição da flora, ocorridas durante as últimas décadas.
- Caracterizar e comparar a composição das espécies e abundância dos grupos morfofuncionais de macroalgas, em função do gradiente latitudinal.
- Estudar o padrão de distribuição das macroalgas em função das características do substrato, como topografia e complexidade estrutural.

3. CAPÍTULO I

Riqueza e biogeografia das macroalgas no mesolitoral rochoso do Atlântico Sudoeste Central (26° S – 34° S)

3.1 Introdução

A distribuição geográfica de grande parte dos organismos marinhos está condicionada principalmente aos gradientes de temperatura e salinidade da água do mar (Palacio 1982, Lüning 1990). Fatores como correntes e massas de água são importantes para a dispersão dos organismos, seja larval ou de estruturas reprodutivas (Connolly & Roughgarden 1998, Coutinho & Zalmon 2009). No entanto, a condição essencial para a presença de macroalgas ao longo da costa é a existência de substratos consolidados (Lüning 1990).

As assembleias de macroalgas contribuem significativamente para o aumento da produtividade primária, além de proporcionar habitats para diversos táxons da fauna bentônica, bem como servirem de alimento para variadas espécies de invertebrados e peixes (Santelices *et al.* 2009). Quanto maior a diversidade, maior é a estabilidade do ecossistema, já que o elevado número de espécies funcionalmente equivalentes, com diferentes capacidades de tolerância a estresse ambiental, aumenta o potencial das comunidades de resistir às alterações ambientais (Chapin III *et al.* 1997).

O conhecimento das características ecológicas associadas aos grupos taxonômicos, como a capacidade de dispersão, a resistência ao estresse ambiental e as interações biológicas, servem como base para prever os

impactos ecológicos do aquecimento global e para conservar a biodiversidade ameaçada pela atividade humana (Okuda *et al.* 2010). Variações na distribuição latitudinal das macroalgas em função do aquecimento global e de outras influências antropogênicas têm sido relatadas em variadas regiões do globo (Beardall *et al.* 1998, Russel *et al.* 2009, Wernberg *et al.* 2011), incluindo o Brasil (Horta *et al.* 2012).

No estado atual de mudanças ambientais globais, a biogeografia das espécies e a definição de áreas biogeográficas são fundamentais para o gerenciamento e a conservação da biodiversidade marinha (Floeter *et al.* 2009). Poucos estudos, entretanto, abordaram a biogeografia das macroalgas e as zonas ficogeográficas na costa brasileira (Oliveira Filho 1977, Oliveira *et al.* 2001, Horta *et al.* 2001).

Horta *et al.* (2001) considerou a divisão da costa do Brasil em províncias ficogeográficas explicadas pelas preferências de temperatura: uma província tropical ao norte e outra temperada-quente ao sul, com uma área de transição entre estas. A província tropical estende-se do Ceará até o Sul da Bahia, onde começa a zona de transição que compreende o Estado do Espírito Santo e norte do Rio de Janeiro (Horta *et al.* 2001). Do Rio de Janeiro até a região do Rio da Prata encontra-se a província temperada-quente.

O litoral da região Sul do Brasil é considerado uma área intermediária de espécies subtropicais para temperadas (Floeter *et al.* 2009), onde se observa um empobrecimento e redução da diversidade da flora no sentido norte-sul (Palacio 1982, Coll & Oliveira 1999, Horta *et al.* 2001).

O limite sul da zona biogeográfica temperada quente é pouco definido, em função da influência e sazonalidade da pluma do Rio da Prata e das diferentes correntes oceanográficas, que concedem à região sul características distintas das demais áreas. A região que compreende desde Rio Grande ao sul do Uruguai é considerada uma área de transição de massas d'água, com águas costeiras influenciadas pela pluma do Rio da Prata, com temperaturas que variam de 15° C no inverno a 23° C no verão, e salinidades inferiores a 33 ‰ (Campos *et al.* 2008). Adjacente à pluma, entre 32° e 36° S, ocorre o encontro das massas de água subantártica de plataforma - originária da Patagônia - com águas subtropicais de plataforma, mais salinas, influenciadas pelas águas quentes da Corrente do Brasil (Piola *et al.* 2000).

O litoral do extremo sul do Brasil é caracterizado por praias arenosas extensas e de alta dinâmica, sem a presença de costões rochosos e baías protegidas (Tomazelli & Villwock 1992.), dificultando o estabelecimento de macroalgas e outros organismos bentônicos sésseis (Coutinho 1982). O único local com substrato consolidado natural do Rio Grande do Sul são os costões rochosos da praia de Torres, ao norte do Estado, que representam o limite sul de ocorrência dos costões brasileiros (Coutinho & Zalmon 2009). Os próximos costões naturais em direção sul situam-se a aproximadamente 800 km de distância, no norte do Uruguai. O mais representativo substrato consolidado entre os costões de Torres e de La Coronilla são os Molhes da Barra de Rio Grande, que apresentam uma elevada importância biogeográfica para as macroalgas marinhas e demais organismos bentônicos (Coutinho 1982).

Poucos estudos avaliaram a composição da flora dos substratos presentes no litoral sul do Atlântico Sudoeste, os quais foram: Baptista, 1974 em Torres; Coll, 1976 e Coll e Oliveira, 1999 no Uruguai e Coutinho, 1982 em Rio Grande. Tais estudos foram realizados nas décadas de 1970 e 1980 e, portanto, necessitam atualizações. É possível que modificações climáticas, hidrológicas e ecológicas, registradas para a região durante os últimos 30 anos (Seeliger & Odebrecht 2010) tenham já afetado a composição florística dos substratos rochosos, particularmente no mesolitoral e infralitoral raso. De acordo com Horta *et al.* (2001) é necessário um levantamento mais detalhado da região temperada quente e um melhor conhecimento das espécies de macroalgas que compõe essa região. Sem tal conhecimento não se pode inferir sobre mudanças e declínios de diversidade.

Outra questão levantada é a atualização da taxonomia e nomenclatura das macroalgas. Os gêneros e as espécies fitobentônicas, principalmente de ampla distribuição, estão constantemente sendo estudados e reavaliados em relação aos seus aspectos morfológicos, anatômicos e moleculares (Moura & Guimarães 2002, Guimarães *et al.* 2004, Milstein & Oliveira 2005, Won *et al.* 2009), apresentando frequentes modificações nomenclaturais, adições e proposições de novos táxons para a flora brasileira e para a ciência (Bandeira-Pedrosa *et al.* 2004, Cassano *et al.* 2012, Rocha-Jorge *et al.* 2013, Nauer *et al.* 2014).

3.2 Objetivos

O presente estudo objetiva fazer uma revisão sobre as espécies de macroalgas no mesolitoral do Atlântico Sudoeste, desde a costa de Santa Catarina até o Uruguai (26° a 34° S), através da compilação de dados históricos e levantamentos mais recentes, visando a melhor compreensão da distribuição biogeográfica da ficoflora Brasileira.

3.2.1 *Objetivos específicos*

- Compilar, revisar e atualizar uma lista de espécies de macroalgas para os substratos consolidados da região;
- Realizar um levantamento de espécies de macroalgas do supralitoral até a franja superior do infralitoral de costões rochosos da região, coletadas no sul de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e norte do Uruguai;
- Analisar a distribuição espacial das espécies e a similaridade entre as floras dos locais avaliados, em função do gradiente latitudinal.

3.3 Material e Métodos

3.3.1 Área de estudo

O presente estudo abrangeu o litoral sul do Brasil (RS e SC) e do Uruguai, área que integra a região temperada quente do Atlântico Sudoeste (Horta *et al.* 2001).

O litoral do Estado de Santa Catarina possui uma extensão de 531 km e é formado por costões rochosos, praias arenosas, manguezais e lagoas e marismas costeiras. Este Estado corresponde ao limite latitudinal sul da distribuição de manguezais, os quais são utilizados como substrato por uma grande variedade de espécies de macroalgas (Pupo *et al.* 2011).

Fazendo divisa com Santa Catarina, encontra-se o município de Torres, Rio Grande do Sul, onde estão os últimos costões rochosos naturais do Brasil (Baptista 1974). Os outros 622 km da costa do Estado do Rio Grande do Sul são formados por uma ampla extensão de praias arenosas, o que torna difícil o estabelecimento de macroalgas e outros organismos bentônicos sésseis (Coutinho 1982).

Ao longo da costa sul-rio-grandense são encontrados alguns substratos artificiais de localização esparsa, como as plataformas de pesca nas praias de Atlântida, Tramandaí e Cidreira, os molhes da Barra de Imbé – Tramandaí, com 250 m de comprimento, e os molhes da Barra de Rio Grande – São José do Norte, com 3,8 km e 4,5 km de extensão.

Os molhes da Barra de Rio Grande, construídos entre 1898 e 1915, constituem a modificação antrópica mais expressiva do sul do Brasil (Calliari *et al.* 2010). Mesmo com as diversas modificações hidrológicas e geológicas (Calliari *et al.* 2010), os molhes proporcionam um aumento na diversidade de macroalgas no estuário da Lagoa dos Patos, devido à disponibilidade de substrato duro (Seeliger 2004).

Ao sul de Rio Grande, o próximo local com formações rochosas favoráveis à fixação de macroalgas é em La Coronilla, costão rochoso do norte do Uruguai (Coll 1976). O litoral do Uruguai possui 400 km, e é formado por costões rochosos dispersos ao longo da costa, intercalados por praias arenosas. Seguindo em direção sudoeste (de Piriápolis a Montevidéu) os afloramentos rochosos diminuem e a influência do estuário do Rio da Prata é bastante expressiva, com elevada turbidez e baixa salinidade (Coll 1976).

A região estudada é fortemente influenciada pelos aportes de água doce do Rio da Prata (35° S) e da Lagoa dos Patos (32° S), sendo o Rio da Prata uma importante fonte de nutrientes para o Atlântico Sudoeste (Campos *et al.* 2008, Pivel 2009). Em geral, a pluma do Rio da Prata, de baixa temperatura e baixa salinidade, alcança 32° S (região de Rio Grande, RS) durante a primavera e verão, chegando até 27° S (sul de Florianópolis, SC) no inverno.

Essa região também é influenciada por duas massas de água distintas: águas subantárticas de plataforma (Sub-Antarctic Shelf Water - SASW), derivadas da plataforma continental Patagônica, e águas subtropicais de plataforma (Subtropical Shelf Water - STSW), influenciadas principalmente

pelas águas tropicais e mais salinas derivadas da Corrente do Brasil (Piola *et al.* 2000).

3.3.2 Dados históricos

Os dados históricos de composição florística foram compilados a partir de 6 listas de espécies de macroalgas existentes para a região, as quais foram: Coll (1976) e Coll e Oliveira (1999) para o Uruguai (34° a 33° S); Coutinho (1982) para Rio Grande (32° S); Baptista (1974) para Torres (29° S) e Pupo *et al.* (2011) para Santa Catarina (26° a 28° S) (Fig. 3.1). Além das distribuições locais, também foi utilizada Oliveira *et al.* (2001) que apresenta a distribuição das espécies de macroalgas ao longo de toda a costa brasileira.

A lista final de espécies teve sua nomenclatura atualizada de acordo com Wynne (2011), que apresenta uma revisão de macroalgas marinhas do Oeste do Atlântico Sul Tropical e Subtropical, e com o banco de dados da plataforma internacional AlgaeBase (Guiry & Guiry 2014) que é constantemente atualizado. Na ocorrência de divergências quanto ao nome das espécies, optou-se pela referência mais atual.

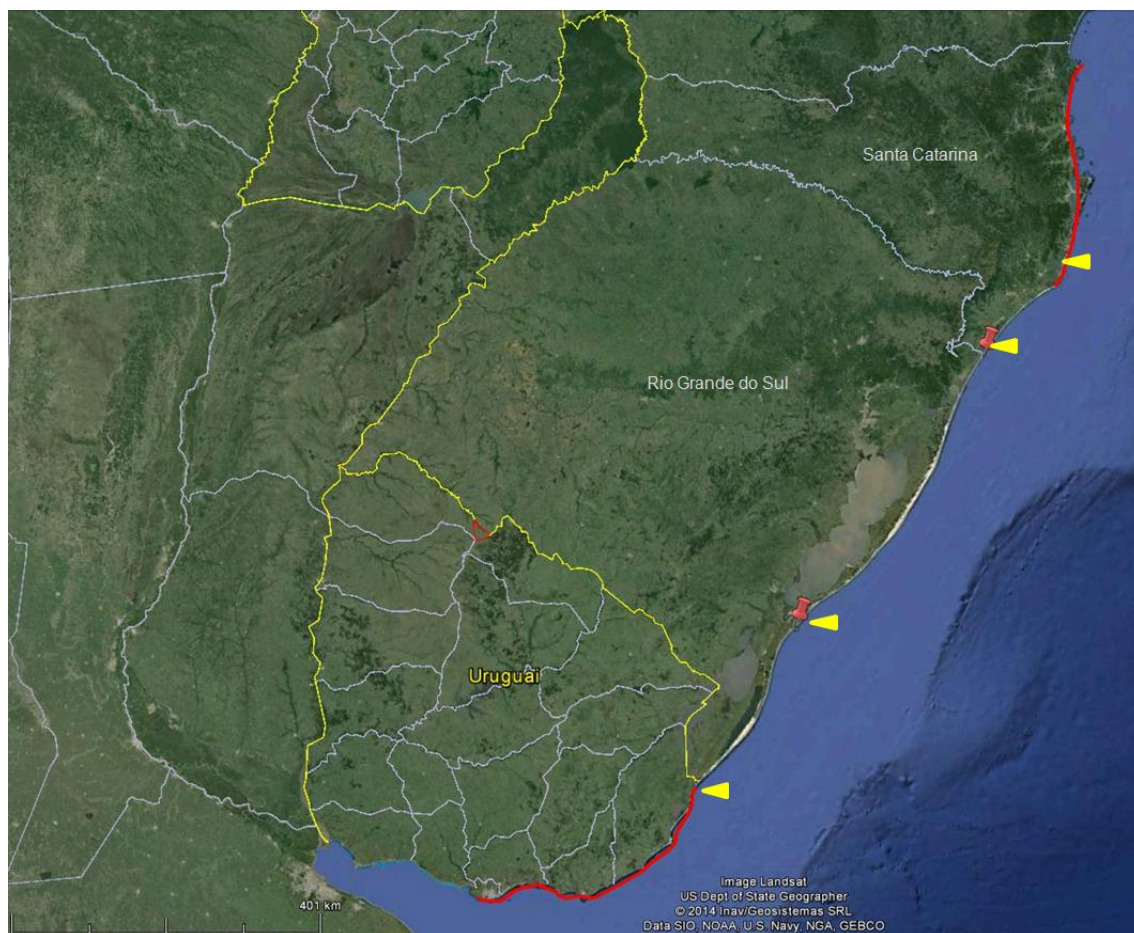


Figura 3.1 – Área de estudo. Linhas e pontos em vermelho representam os locais onde foram realizados os estudos do levantamento histórico e setas em amarelo são as áreas das amostragens realizadas no presente estudo.

3.3.3 Amostragem *in situ*

Foi realizado um levantamento *in situ* nos substratos consolidados de quatro áreas (Fig. 3.1), do Sul de Santa Catarina até o norte do Uruguai, seguindo um gradiente latitudinal. Os locais da amostragem foram determinados devido à existência de históricos realizados, citados anteriormente. Os pontos escolhidos foram: molhes da Praia do Porto – Imbituba, SC, Brasil. (28° 13' S; 48° 39' W); Praia de Itapirubá – Imbituba, SC, Brasil (28° 20' S; 48° 42' W); Praia da Cal – Torres, RS, Brasil (29° 21' S; 49°

43' W); Morro das Furnas – Torres, RS, Brasil (29° 21' S; 49° 43' W); molhes da Praia do Cassino – Rio Grande, RS, Brasil (32° 10' S; 52° 05' W); Punta Coronilla (ou Pesqueiro) – La Coronilla, Rocha, UY (33° 55' S; 53° 30' W); Punta de los Loberos (ou Cerro Verde) – La Coronilla, Rocha, UY (33° 56' S; 53° 30' W).

Em cada local foram percorridas três transversais contíguas dispostas perpendicularmente à linha de costa, com 20 cm de largura cada, desde o supralitoral até a franja superior do infralitoral. O comprimento da transversal foi proporcional à faixa de substrato exposto durante a maré baixa, em cada região amostrada. Todas as amostragens foram realizadas na primavera de 2013, já que estudos anteriores afirmam que, juntamente com o outono, a primavera apresenta um maior número de espécies nessa região (Coutinho 1982).

As macroalgas foram raspadas rente ao substrato, armazenadas em sacos plásticos e fixadas em formalina a 4% em água do mar. Posteriormente no laboratório, as amostras foram classificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de lupas, microscópio e bibliografia específica.

3.3.4. Análise dos dados

A partir da compilação dos registros históricos, bem como da presente amostragem, foi formulada uma matriz de presença e ausência de espécies de macroalgas, para cada local e período amostrado. Sendo que para a

amostragem atual foram somadas as três réplicas de cada local avaliado para definir a ocorrência. Os grupos de algas foram comparados através do índice de similaridade de Jaccard (Mueller-Dombois & Elleberg 1974). Também foi calculado o Índice de Feldmann (1937), através da divisão do número de algas vermelhas pelo número de algas pardas. Este índice foi utilizado para verificar se a flora encontrada apresenta proporções características de regiões tropicais ou temperadas, como as descritas no hemisfério norte por Feldmann (1937).

A partir da similaridade calculada foi realizada uma análise de agrupamento através do método de grupos pareados (Unweighted Pair-Group Method with arithmetic mean - UPGMA). Para avaliar a nitidez dos grupos formados, foram realizadas 999 recombinações da matriz de presença de ausência de espécies (Crowley 1992). O grau de deformação provocado pela construção do dendograma foi avaliado pelo coeficiente de correlação cofenético, o qual é calculado pela comparação da matriz de similaridade com a matriz resultante da simplificação pelo método de agrupamento (matriz cofenética) (Valentin 2000). O maior coeficiente cofenético representa o menor grau de distorção e, portanto, a maior capacidade de evidenciar a existência de grupos (Valentin 2000).

Para realização das análises foi utilizado o pacote estatístico Past 2.08B (Hammer *et al.* 2001)

3.4 Resultados

3.4.1 Riqueza de espécies

Entre o Estado de Santa Catarina e o Uruguai ocorreram um total de 300 táxons infragenéricos de macroalgas, sendo 207 Rhodophyta (69%), 56 Ulvophyceae (18,7%) e 37 Phaeophyceae (12,3%) (Tabela 3.1, em anexo).

A proporção de número de espécies dos grandes grupos de macroalgas foi semelhante entre os dados pretéritos e os dados coletados (Fig. 3.2). Foi encontrado um terço das espécies dos dados históricos (295 spp.) na amostragem realizada pelo presente estudo (100 spp.).

Com base na soma das listas de espécies da tabela 3.1, observou-se que a região de Santa Catarina (SC) apresentou o maior número de espécies em relação às demais áreas (249 spp.).

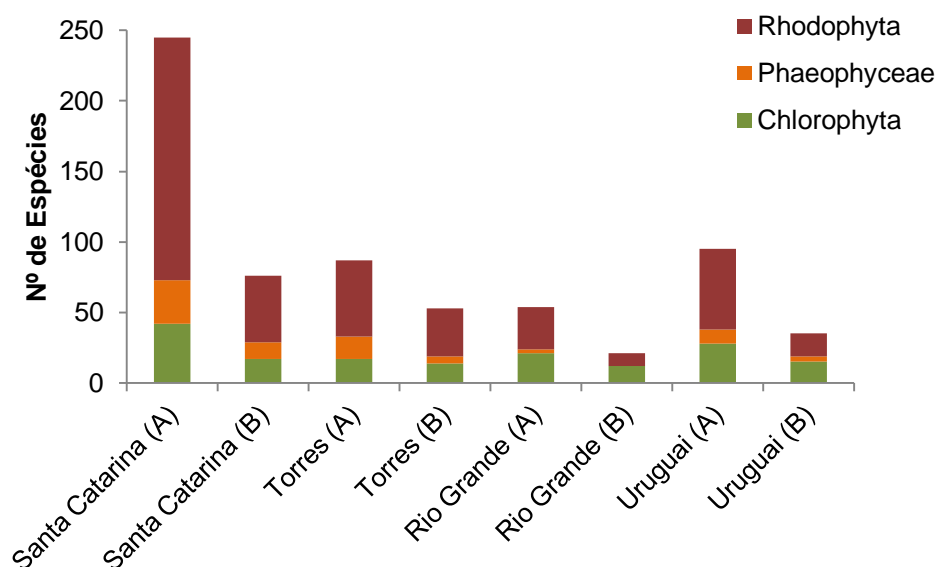


Figura 3.2 – Número de espécies e distribuição dos grupos taxonômicos de macroalgas presentes nos locais estudados de acordo com os dados compilados dos levantamentos taxonômicos pretéritos (A) e da amostragem *in situ* realizada no presente estudo (B).

As regiões de Torres (com 92 spp.) e Rio Grande (com 56 spp.) apresentaram um declínio no número de espécies encontradas, em relação a locais amostrados no Estado de Santa Catarina. A costa do Uruguai (com 102 spp.) apresentou menor riqueza de espécies, comparada ao Estado de Santa Catarina; entretanto com maior riqueza de espécies que a costa do Rio Grande do Sul.

Os valores do Índice de Feldmann apresentaram diferenças acentuadas entre a amostragem recente (2013) e os dados históricos compilados (Fig. 3.3). Como não foram encontradas algas pardas na coleta realizada em Rio Grande no presente estudo, o valor do índice Feldman não pode ser avaliado neste caso. Não foram observadas diferenças entre os índices gerados a partir dos dados históricos e a matriz completa de espécies (soma dos levantamentos, Fig. 3.3).

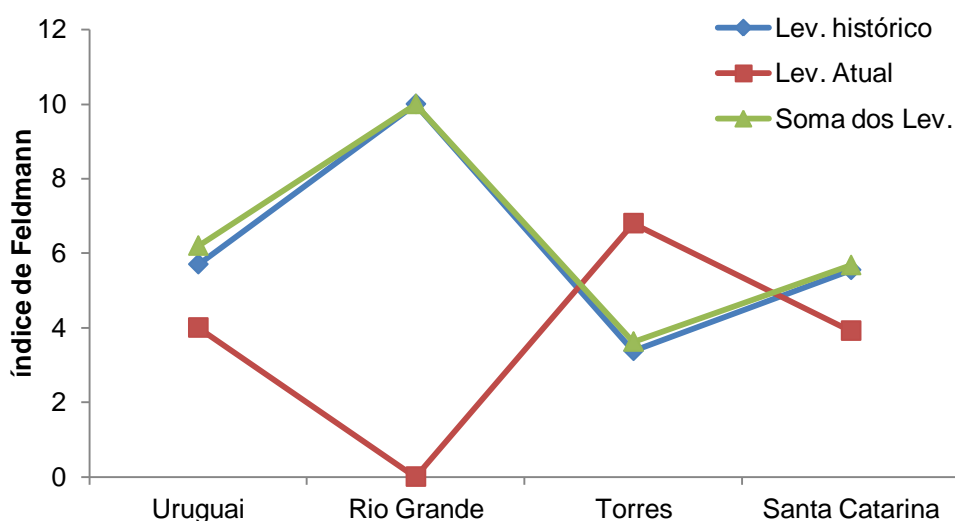


Figura 3.3 – Valores do Índice de Feldmann (razão Rodophyta: Pheophyceae) calculados para as áreas estudadas.

3.4.2 Comparação entre dados históricos e recentes

Na amostragem realizada no presente estudo cinco táxons tiveram sua identificação específica indeterminada, ficando registrados apenas em nível genérico, os quais foram: *Porphyra* sp. e *Jania* sp. em Santa Catarina; *Lithophyllum* sp. em Torres; *Cladophora* sp. em Rio Grande e *Ceramium* sp. no Uruguai.

Foram encontradas 12 espécies que não haviam sido registradas nos trabalhos anteriores, as quais são: *Chaetomorpha antennina* (Bory de Saint-Vincent) Kützing em Rio Grande; *Pyropia acanthophora* (E. C. Oliveira & Coll) M. C. Oliveira, D. Milstein & E. C. Oliveira, *Arthrocardia variabilis* (Harvey) Weber-van Bosse, *Polysiphonia scopulorum* Harvey e *Nitophyllum punctatum* (Stackhouse) Greville no Uruguai; *Porphyra rizzinii* Coll & E. C. Oliveira, *Pyropia leucosticta* (Thuret) Neefus & J. Brodie, *Corallina officinalis* Linnaeus e

Jania adhaerens J. V. Lamouroux em Torres e *Porphyra atropurpurea* (Olivi) De Toni em Santa Catarina. *Ulva rigida* C. Agardh foi encontrada em todos os locais amostrados, porém anteriormente só havia sido registrada em Santa Catarina (Tabela 3.1).

Tabela 3.2 – Número de espécies registradas em cada local de acordo com os levantamentos realizados.

	Spp. exclusivas do Lev. Bibliográfico	Spp. exclusivas do Presente Estudo	Spp. presentes em Ambos Lev.	Total de Spp.
Santa Catarina	173	4	72	249
Torres	39	5	48	92
Rio Grande	35	2	19	56
Uruguai	67	7	28	102

3.4.3 Considerações biogeográficas

Os valores do índice de similaridade de Jaccard, resultantes das comparações entre as diferentes floras analisadas, são apresentados na Tabela 3.3. Por estes resultados observamos que as floras de Rio Grande e Uruguai possuem a maior similaridade (0.38). Torres apresenta similaridade com as floras tanto do norte (Santa Catarina) quanto do sul (Rio Grande e Uruguai), podendo ser considerada uma área intermediária.

Tabela 3.3 – Matriz de similaridade de Jaccard calculada para comparação entre a ocorrência de espécies nas diferentes áreas relacionadas contendo substratos consolidados do Atlântico Sudoeste Central.

	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
Uruguai	1			
Rio Grande	0.38	1		
Torres	0.35	0.35	1	
Santa Catarina	0.20	0.19	0.32	1

Os grupos formados pela análise de agrupamento (dendograma, Fig. 3.4) corroboram com os resultados do índice de similaridade (Tabela 3.3),

sendo reforçados pelo alto valor do coeficiente de correlação cofenético (CCC = 0.85), que valida os grupos formados.

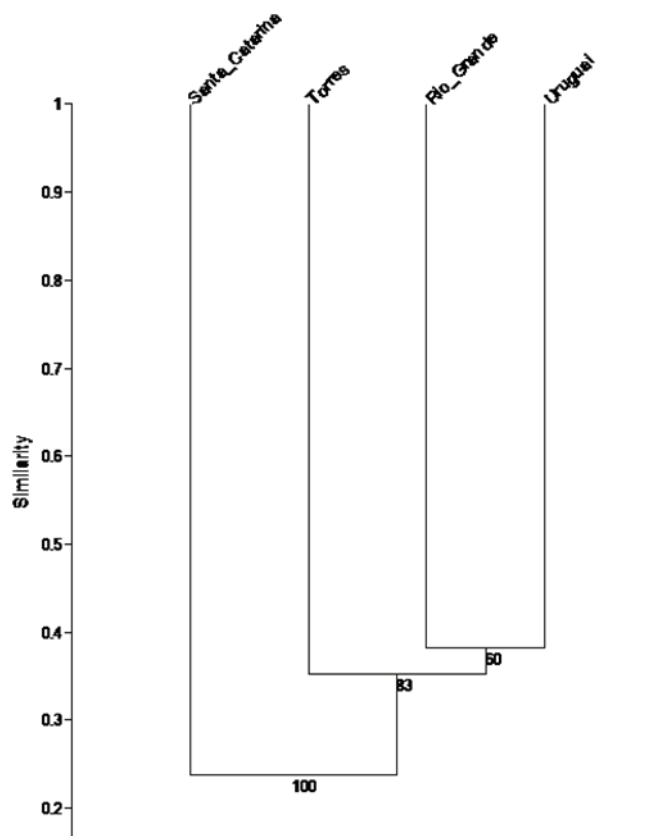


Figura 3.4 – Grupos formados pela análise de agrupamento, com base na lista completa de espécies de macroalgas (CCC = 0.85). Números nos nós do dendrograma indicam porcentagem de vezes que o grupo se manteve nas 999 recombinações.

A flora de Santa de Catarina apresentou-se como a mais distinta, formando um grupo a parte em 100% das reamostragens e apresentando os menores valores de similaridade com a flora das demais regiões (Santa Catarina x Uruguai = 0.20; Santa Catarina x Rio Grande = 0.19; Santa Catarina x Torres = 0.32). As floras de Rio Grande e Uruguai formaram um clado em 60% das reamostragens, confirmando o observado por Coutinho (1982).

Uruguai, Rio Grande e Torres formaram um clado em 83% das reamostragens (Fig. 3.4). Mesmo com a distância geográfica de centenas de quilômetros (Figura 3.1), o Uruguai apresentou maiores valores de similaridade com Rio Grande e Torres.

3.5 Discussão

3.5.1 Riqueza de espécies

O declínio da riqueza de espécies de SC em direção ao sul também é observado por outros autores (Horta *et al.* 2001). A redução da riqueza de espécies com o aumento da latitude nesta região é reportado não só para macroalgas como também para gastrópodes (Floeter & Soares-Gomes 1999). O maior número de espécies observado em SC pode estar relacionado à presença de espécies de ocorrência típica em manguezais, como *Bostrychia*, *Caloglossa*, *Catenella* e *Cladophoropsis*, que podem ocorrer fixas aos troncos e raízes das árvores de manguezais (Cunha *et al.* 1999). Embora bem adaptadas à vida nos manguezais, essas espécies são também encontradas em costões rochosos (Nassar 2012). Além de ser o limite sul (28° 30'S) de ocorrência de manguezais (Rezende *et al.* 2009), Santa Catarina possui influência tanto de correntes quentes (Corrente do Brasil) como frias (oriundas do sul do continente sul-americano), que alcançam a região no inverno (Campos *et al.* 2008). Desta maneira, a maior diversidade de habitats e as condições oceanográficas de Santa Catarina possibilitam a propagação de

espécies tanto tropicais como temperadas, desde que apresentem tolerâncias fisiológicas às variações de temperatura e salinidade.

A redução na riqueza de espécies no Rio Grande do Sul, em relação à Santa Catarina e Uruguai, é causada principalmente pela redução da disponibilidade de substrato duro. Adicionalmente, as grandes variações oceanográficas da região, em função da mobilidade e influência sazonal das plumas do Rio da Prata e Lagoa dos Patos, dificultaram o desenvolvimento da maioria das espécies estenotérmicas (Horta *et al.* 2001) e estenohalinas (Coutinho 1982).

A menor riqueza de espécies de Rio Grande possivelmente decorre da ausência de substratos rochosos naturais, bem como do constante aporte de água salobra do Estuário da Lagoa dos Patos. Os Molhes da Barra de Rio Grande constituem uma construção artificial, formada por empilhamento de blocos de granito, com topografia muito irregular. A irregularidade topográfica dos molhes promove condições abióticas distintas, e por vezes adversas, de sombreamento e batimento de ondas, proporcionando uma alta heterogeneidade de nichos para o desenvolvimento das espécies bentônicas (Coutinho 1982, Masi & Zalmon 2008). Além disto, o constante aporte de água doce proveniente da Lagoa dos Patos, e alta variabilidade das condições físico-químicas associadas, limita a ocorrência de espécies estritamente marinhas (Copertino & Seeliger 2010). Portanto, as características geomorfológicas e hidrológicas locais (reduzida variação de maré, alta turbidez, baixa salinidade média), provavelmente restringem a ocupação do eulitoral por espécies de macroalgas marinhas. Desta maneira,

gêneros como *Sargassum*, *Chnoospora*, *Padina*, *Dictyota* e *Levringia*, presentes tanto em Torres como no Uruguai, são ausentes dos Molhes de Rio Grande.

Sendo composta por espécies de macroalgas tanto de origem tropical como temperada, a flora do Uruguai apresentou características de zona de transição biogeográfica. Aproximadamente 45% das espécies encontradas por Coll & Oliveira (1999) representam uma extensão sul da flora subtropical e 38% são uma extensão norte da flora temperada, tendo ainda várias espécies cosmopolitas. O estuário do Rio da Prata e sua extensa pluma reduzem a influência das correntes subantárticas de plataforma no litoral uruguaio. Desta maneira, constituem uma barreira fitogeográfica que separa a zona temperada quente e a temperada fria da América do Sul (Coutinho 1982). As características oceanográficas da região possibilitam a colonização dos costões uruguaio por espécies tropicais de ampla distribuição (como *Codium* sp.), bem como por algumas espécies de origem temperada, de maior tolerância fisiológica e capacidade de dispersão (*Pyropia columbina* (Montagne) W.A.Nelson).

Os elevados valores do Índice de Feldman encontrados para o Uruguai e Rio Grande poderiam sugerir uma tropicalização da flora. Coutinho (1982), em Rio Grande, e Coll & Oliveira (1999), no Uruguai, também observaram altos valores na relação Rhodophyta/Phaeophyceae, devido à drástica redução no número de espécies de algas pardas. Entretanto, a utilização deste índice pode ser alterada em função de fatores locais como instabilidade ambiental, grau de impacto antrópico, áreas de ressurgência ou

influência límnic, que interferem na fixação e crescimento de espécies de algas pardas (Feldman 1937, Cormaci 2008). Neste estudo a alta instabilidade da circulação das águas do Estuário da Lagoa dos Patos, em função do regime de ventos, aportes pluviais e dragagens, bem como o substrato artificial extremamente irregular são possivelmente os fatores responsáveis pelo menor número de espécies de algas pardas em Rio Grande. No litoral do Uruguai, a baixa representatividade de algas pardas se deve, provavelmente, à influência das águas salobras da pluma do Rio da Prata.

O valor do índice de Feldman para Santa Catarina (5.68) caracteriza a flora como tropical (Feldman 1937). Um aumento neste índice foi sugerido para o litoral sul de Santa Catarina, em um estudo comparativo entre a flora da década de 70 e a atual (Faveri *et al.* 2010). Os altos valores encontrados por Faveri *et al.* (2010) e pelo presente estudo podem indicar um aumento da temperatura para a região, causado por variabilidade climática ou mudanças climáticas globais. De fato, nas últimas duas décadas, houve um aumento na frequência de dias quentes de inverno e na média da temperatura de verão para o sul do Brasil, de acordo com registros de temperatura do ar e da superfície do mar (Marengo & Camargo 2007). É necessário ressaltar que os estressores locais, como a eutrofização, também devem ser avaliados, de modo a fornecer pistas sobre a atribuição dos impactos causados por mudanças climáticas ou outras alterações antropogênicas (Russell *et al.* 2009).

3.5.2 Comparação entre dados históricos e recentes

A ausência de muitas das espécies na amostragem atual provavelmente está relacionada à diferença nos locais amostrados, já que o presente levantamento foi pontual e apenas uma estação do ano. Os trabalhos de Coll (1976) e Pupo *et al.* (2011) abrangeram toda a costa uruguaia e catarinense, respectivamente. Já os trabalhos em Rio Grande (Coutinho 1982) e Torres (Baptista 1974), além de amostrarem um maior número de locais ou pontos, foram realizados em diferentes estações do ano.

As variações sazonais nos parâmetros abióticos como luz, temperatura, nutrientes e salinidade, afetam os valores de riqueza, sendo a temperatura um dos fatores mais importantes que afetam o ciclo reprodutivo e o crescimento das espécies de macroalgas (Hurd *et al.* 2014). Faveri *et al.* (2010) observou maiores valores de riqueza específica no inverno, possivelmente devido ao enriquecimento de nutrientes, já que a região é influenciada pelo processo de ressurgência costeira do Cabo de Santa Marta. Tais regiões, como Cabo de Santa Marta em Santa Catarina e Cabo Frio no Rio de Janeiro, tipicamente apresentam variações na composição e na riqueza de espécies de macroalgas, relacionadas com a entrada de nitrogênio novo advectados do fundo, durante as épocas de ressurgência (Yoneshigue-Valentin & Valentin 1992).

Apesar das diferenças metodológicas e da abrangência espacial dos estudos, a ausência de certas espécies pode indicar perdas de biodiversidade da região em função de alterações ambientais. As inferências podem ser

sugeridas a partir das características fisiológicas das espécies em questão. Por exemplo, a ausência de *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link nas amostragens recentes realizadas em Torres e sul de Santa Catarina, comparada com os dados passados, pode indicar aumento da temperatura para a região, como sugerido também por Faveri *et al.* (2010), ao encontrar resultado similar em um costão próximo aos pontos de amostragem do presente estudo. Esta espécie de alga parda necessita temperaturas inferiores a 20° C para induzir a formação do macrotalo (Orfanidis *et al.* 1996).

Algumas das espécies encontradas na presente amostragem, não registradas nos dados históricos, podem estar relacionadas às dificuldades de identificações taxonômicas pelos métodos convencionais, baseados somente na morfologia e anatomia dos tecidos e órgãos reprodutivos. Algumas espécies de *Porphyra* e *Pyropia*, por exemplo, eram atribuídas ao mesmo gênero (*Porphyra*), sendo recentemente separadas com base em estudos moleculares (Sutherland *et al.* 2011). Estas espécies possuem características semelhantes, que podem variar de acordo com o estágio de desenvolvimento (Milstein & Oliveira. 2005). Do mesmo modo, a separação entre as espécies de *Jania* pode ser bastante complicada pelos métodos taxonômicos tradicionais. Mateo-Cid *et al.* (2013) considerou o tipo de ramificação dos eixos principais, a forma intergenicular e a posição do conceptáculo para diferenciar algumas espécies deste gênero. No entanto, este mesmo autor afirma que a análises das características vegetativas e reprodutivas não é suficiente, necessitando-se estudos moleculares para alcançar uma identificação mais consistente.

A espécie *Corallina officinalis*, encontrada em diversos estados brasileiros (Oliveira *et al.* (2001), também foi encontrada com frequência no litoral do Uruguai (Coll 1976) e está amplamente distribuída pelo globo (Guiry & Guiry 2014). Esta espécie cresce no mesolitoral inferior sobre rochas e mexilhões, frequentemente associada a outras algas coralináceas (Coll 1976). Portanto, é possível que *C. officinalis* já ocorria em Torres na época do estudo de Baptista (1974), não tendo sido coletada por este autor devido as dificuldades de acesso ao mesolitoral inferior.

O aparecimento de *Ulva rigida* em todos os locais, diferente dos levantamentos históricos onde esta espécie havia sido registrada somente em Santa Catarina, pode estar também relacionado a um problema de identificação taxonômica. Mais ao sul, na Argentina, esta espécie foi registrada por Boraso de Zaixso (2004 e 2013). De acordo com Boraso de Zaixso (2004) essa espécie pode ter sido registrada no Uruguai como *Ulva fasciata* Delile. Em Rio Grande, Coutinho (1982) observou que *Ulva lactuca* Linnaeus apresentou características de *U. rigida* em baixas salinidades, que foram desaparecendo gradativamente com o aumento da salinidade. Steffensen (1976b) fez observações similares em um estuário na Nova Zelândia, onde ambas as espécies de *Ulva* citadas compartilharam características como dentes microscópicos marginais na fase inicial de crescimento do talo ou mais próximos à base quando em estágio mais avançado de desenvolvimento. Segundo Steffensen (1976b), os critérios morfológicos usados para distinguir estas duas espécies de *Ulva*, não são conservativos no caso de estuários.

3.5.3 Considerações biogeográficas

O elevado valor de similaridade entre as floras do Uruguai e Rio Grande, formando um clado pela análise de agrupamento, demonstra a maior afinidade entre as floras destes locais, como indicado em comparações qualitativas por Coutinho (1982). Essas duas regiões são influenciadas por aportes continentais significativos como o Rio da Prata ao sul do Uruguai e o Estuário da Lagoa dos Patos em Rio Grande, agindo diretamente na comunidade presente neste ponto (Palacio 1982), e, mais ao largo, o encontro das massas de água subantártica de plataforma com águas subtropicais de plataforma (Piola *et al* 2000). A porção sul da Corrente do Brasil fornece condições ecológicas adequadas para a presença de espécies tropicais, desde que estas apresentem plasticidade fisiológica para tolerar as variações ambientais (Palacio 1982). Essas características também promovem similaridades na fauna marinha encontrada nestas duas regiões (Eichler *et al.* 2012). O estudo biogeográfico realizado com Gastropoda na região sudoeste do Atlântico, também evidenciou elevada heterogeneidade na composição de espécies, sendo estas comuns às províncias mais próximas (Floeter & Soares-Gomes 1999). A similaridade entre Rio Grande e Uruguai está também associada à influência local de águas mais salobras, a saber: o estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande) e Canal de Andreoni (Cerro Verde).

O valor de similaridade entre Torres e Uruguai foi acima do esperado, considerando a distância geográfica (aproximadamente 630 km), diferença

latitudinal (29° S e 33,5° S) e a descontinuidade de costões rochosos naturais entre estes dois locais. A influência da pluma do Rio da Prata pode chegar até 27° S (sul de Santa Catarina) no inverno, afetando assim toda a oceanografia da região avaliada, bem como os parâmetros de temperatura superficial da água do mar e salinidade médias.

A região de Santa Catarina é o limite sul de distribuição da flora marinha de origem caribenha (Joly 1964), o que explica a baixa similaridade com as demais regiões avaliadas, apresentando também espécies de origem tropical. A maior diferenciação da comunidade de Santa Catarina também está relacionada com a maior diversidade de habitats propícios para a colonização das diversas espécies de macroalgas. O litoral deste Estado é composto por costões rochosos com variadas configurações e níveis de exposição à hidrodinâmica, incluindo também a presença de manguezais (Pupo *et al.* 2011), essa elevada diversidade de nichos contribui para a maior riqueza nesta área.

A formação do clado Uruguai, Rio Grande e Torres sugere que a pluma do Rio da Prata funcione como uma ponte dispersora de espécies no sentido sul-norte. A pluma, juntamente com o Estuário da Lagoa dos Patos, é responsável por produzir condições macroambientais particulares na região sul do Brasil e no Uruguai, impondo um limite fisiológico às demais espécies que ocorrem até Santa Catarina, onde a pluma apresenta menor frequência e intensidade. De acordo com Baptista (1974), Torres apresenta uma flora tropical reduzida, predominando elementos de ampla distribuição geográfica de origem temperada. Eichler *et al.* (2012) também observou uma dispersão

latitudinal passiva de larvas de espécies de foraminíferos bentônicos nesta mesma região, pela ação das correntes.

A região do norte do Uruguai e o Estado do Rio Grande do Sul é considerada o limite sul da zona ficogeográfica temperada quente, de acordo com Horta *et al* 2001. Esta região de condições ambientais muito específicas possui representantes tanto da flora tropical como elementos de regiões temperadas, podendo ser considerada, portanto, um ecótono ou zona de transição ficogeográfica no Atlântico Sudoeste.

3.6. Conclusões

O presente estudo compilou e atualizou uma lista de 300 táxons de macroalgas, presentes nos costões rochosos do Atlântico Sudoeste Central, compreendendo desde o litoral de Santa Catarina até o Uruguai. Dentre estes táxons foram registradas 11 novas ocorrências.

O menor número de espécies registradas pela amostragem recente (100 spp), comparada com os dados históricos (295 spp), decorreu principalmente devido às diferenças metodológicas entre os estudos, como área de abrangência e períodos amostrais. Muitas das diferenças entre os dados amostrados e compilados se deram devido a questões de taxonomia e sistemática, as quais foram atualizadas no presente trabalho. Entretanto, o aparecimento de espécies generalistas e cosmopolitas (e.g. *Chaetomorpha antennina* (Bory de Saint-Vincent) Kützing, em Rio Grande), e a ausência de algumas espécies estenotérmicas (e.g. *Scytosiphon lomentaria*,

em Santa Catarina e Torres), indica impactos sobre a biodiversidade da região, de ordem antropogênica ou climática. Um maior conhecimento sobre as tolerâncias fisiológicas e funções ecológicas destas espécies de macroalgas contribuirá para melhor compreender as causas e consequências destas alterações.

A partir dos resultados foi possível observar uma quebra no número de espécies da flora marinha no sentido norte – sul, possivelmente pela baixa presença de substratos naturais no litoral do Rio Grande do Sul, corroborando com Horta *et al.* 2001. Mesmo a região estudada sendo caracterizada como temperada quente (Oliveira Filho 1977), os valores do índice de Feldman, foram altos principalmente para a região do Uruguai e de Rio Grande. Este índice é afetado por estressores ambientais (Bouzon *et al.* 2006), como menor salinidade, grau de eutrofização e instabilidade nas condições ambientais em geral e, portanto, deve ser usado e interpretado com cautela.

A alta similaridade entre a flora do Uruguai, Rio Grande e Torres, com a formação de um único clado, indica que a pluma do Rio da Prata influencia a composição da ficoflora marinha em toda esta região costeira. As condições ambientais desta região são bastante complexas, caracterizando uma área de transição biogeográfica entre temperada-quente e temperada-fria da América do Sul.

O detalhamento, profundidade e confiabilidade das identificações taxonômicas, assim como a localização geográfica exata das ocorrências, são questões fundamentais nos estudos biogeográficos (Miranda & Marques 2011). Sendo assim, sugere-se a complementação dos levantamentos

taxonômicos para outras épocas do ano e locais, assim como estudos filogenéticos e moleculares, para melhor explicar a biogeografia das macroalgas da região do Atlântico Sudoeste Central e diagnosticar mudanças ou perdas de biodiversidade.

(ANEXO) Tabela 3.1 – Macroalgas presentes no mesolitoral rochoso do Atlântico Sudoeste Central (26° S à 34° S), abrangendo a região entre o norte do Estado de Santa Catarina, Brasil (26° S) e sul do Uruguai (34° S) para dados históricos e para o presente estudo a região do sul do Estado de Santa Catarina (28° S) até o norte do Uruguai (33° S). Dados históricos compilados de Coll, 1976 e Coll e Oliveira, 1999 (Uruguai), Coutinho, 1982 (Rio Grande), Baptista, 1974 (Torres), Pupo *et al.* 2011 (Santa Catarina). (*) Identificações duvidosas.

Chloroficofitas – Classe Ulvophyceae	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Acetabularia caliculus</i> J.V.Lamouroux				x				
<i>Blidingia marginata</i> (J.Agardh) P.J.L.Dangeard (*)	x	x		x	x	x		
<i>Boodleopsis pusilla</i> (F.S.Collins) W.R.Taylor, A.B.Joly & Bernatowicz				x				
<i>Bryopsis corymbosa</i> J.Agardh				x				
<i>Bryopsis hypnoides</i> J.V.Lamouroux	x			x				
<i>Bryopsis pennata</i> J.V.Lamouroux	x		x	x			x	x
<i>Bryopsis pennata</i> var. <i>leprieurii</i> (Kützing) Collins & Hervey	x		x		x			
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C.Agardh	x	x	x	x			x	
<i>Caulerpa fastigiata</i> Montagne				x				
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing	x	x	x	x		x	x	x
<i>Chaetomorpha brachygona</i> Harvey	x							
<i>Chaetomorpha gracilis</i> Kützing				x				
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory de Saint-Vincent) Kützing	x		x	x		x	x	x
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kutzing	x	x		x	x			x
<i>Cladophora capensis</i> (C.Agardh) De Toni				x				
<i>Cladophora catenata</i> (Linnaeus) Kützing				x				
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützing				x				x
<i>Cladophora conferta</i> P.L.Crouan & H.M.Crouan	x				x			
<i>Cladophora corallicola</i> Børgesen				x				
<i>Cladophora echinus</i> (Biaioletto) Kützing				x				
<i>Cladophora flexuosa</i> (O.F.Müller) Kützing	x	x		x	x	x		
<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing				x				
<i>Cladophora glomerata</i> var. <i>crassior</i> (C.Agardh) Hoek		x		x				
<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützing	x			x	x			x
<i>Cladophora liebetruthii</i> Grunow	x							

Tabela 3.1 - Continuação

Chloroficofitas – Classe Ulvophyceae	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Ulva linza</i> Linnaeus	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müller	x							
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh				x	x	x	x	x
<i>Ulvella viridis</i> (Reinke) R.Nielsen, C.J. O'Kelly & B.Wysor	x		x					
Feoficofitas – Classe Phaeophyceae								
<i>Asterocladon rhodochortonoides</i> (Rargesen) Uwai, Nagasato, Motomura & Kogame				x				
<i>Asteronema breviararticulatum</i> (J. Agardh) Ouriques & Bouzon				x				
<i>Bachelotia antillarum</i> (Grunow) Gerloff			x	x				
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kützing) De Paula & De Clerck			x	x				
<i>Chnoospora minima</i> (Hering) Papenfuss			x	x				
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier	x		x	x				x
<i>Dictyopteris delicatula</i> J.V.Lamouroux				x				
<i>Dictyota bartayresiana</i> J.V.Lamouroux				x				
<i>Dictyota ciliolata</i> Sonder ex Kützing				x				
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux (*)	x		x					
<i>Dictyota menstrualis</i> (Hoyt) Schnetter, Hörning & Weber-Peukert				x				
<i>Ectocarpus intermedius</i> Kützing	x				x			
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye		x						
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kützing) G.Hamel			x	x			x	x
<i>Feldmannia mitchelliae</i> (Harvey) H.-S.Kim	x	x	x	x	x		x	x
<i>Levringia brasiliensis</i> (Montagne) A.B.Joly	x		x	x	x		x	x
<i>Lobophora variegata</i> (J.V.Lamouroux) Womersley ex E.C.Oliveira				x				x
<i>Macrocystis pyrifera</i> (Linnaeus) C.Agardh	x							
<i>Neoralfsia expansa</i> (J.Agardh) P.-E.Lim & H.Kawai ex Cormaci & G.Furnari			x	x			x	x
<i>Padina gymnospora</i> (Kützing) Sonder			x	x				x

Tabela 3.1 - Continuação

Feoficofitas – Classe Phaeophyceae	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Petalonia zosterifolia</i> (Reinke) Kuntze	x							
<i>Petalonia fascia</i> (O.F.Müller) Kuntze	x	x	x	x			x	x
<i>Punctaria latifolia</i> Greville	x							
<i>Rosenvingea orientalis</i> (J.Agardh) Børgesen				x				
<i>Sargassum cymosum</i> C. Agardh			x	x				x
<i>Sargassum cymosum</i> var. <i>nanum</i> E.de Paula & E.C.Oliveira				x				x
<i>Sargassum filipendula</i> C. Agardh var. <i>filipendula</i>				x				x
<i>Sargassum filipendula</i> C. Agardh var. <i>laxum</i> J. Agardh				x				
<i>Sargassum rigidulum</i> Kützing				x				x
<i>Sargassum stenophyllum</i> Martius			x	x				
<i>Sargassum vulgare</i> C.Agardh				x				
<i>Sargassum vulgare</i> var. <i>foliosissimum</i> (J.V.Lamouroux) C.Agardh				x				
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link	x		x	x	x			
<i>Spatoglossum schroederi</i> (C.Agardh) Kützing				x				
<i>Sphacelaria brachygonia</i> Montagne			x	x				
<i>Sphacelaria rigidula</i> Kützing				x				
<i>Sphacelaria tribuloides</i> Meneghini			x	x				
Rodoficofitas – Divisão Rhodophyta								
<i>Acanthophora spicifera</i> (M.Vahl) Børgesen				x				
<i>Acrochaetium epispiculum</i> A.B. Joly & Cordeiro				x				
<i>Acrochaetium flexuosum</i> Vickers		x		x				
<i>Acrochaetium globosum</i> Børgesen		x	x	x				x
<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli ex Kützing) Nägeli		x	x	x				x
<i>Acrosorium ciliolatum</i> (Harvey) Kylin				x				
<i>Agardhiella subulata</i> (C.Agardh) Kraft & M.J.Wynne				x				
<i>Aglaothamnion boergesenii</i> (Aponte & D.L.Ballantine) L'Hardy-Halos & Rueness				x				

Tabela 3.1 - Continuação

Rodoficofitas – Divisão Rhodophyta	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i> (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer (*)	x							
<i>Aglaothamnion uruguayense</i> (W.R.Taylor) N.E.Aponte, D.L.Ballantine & J.N.Norris	x	x	x	x				x
<i>Aglaothamnion felponei</i> (Howe) Aponte, Ballantine & J.N.Norris	x			x				x
<i>Ahnfeltia plicata</i> (Hudson) E.M.Fries	x							
<i>Amphiroa anastomosans</i> Weber-van Bosse				x				
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux				x				x
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V.Lamouroux	x	x	x	x			x	x
<i>Anotrichium tenue</i> (C.Agardh) Nägeli				x				
<i>Anotrichium yagii</i> (Okamura) Baldock				x				
<i>Antithamnionella atlantica</i> (E.C.Oliveira) C.W.Schneider				x				
<i>Antithamnionella breviformis</i> (E.Y.Dawson) Wollaston				x				
<i>Archestenogramma brasiliense</i> (A.B.Joly) C.W.Schneider, Chengsupanimit & G.W.Saunders				x				
<i>Arthrocardia variabilis</i> (Harvey) Weber-van Bosse			x	x	x		x	x
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon			x	x				
<i>Asteromenia peltata</i> (W.R.Taylor) Huisman & A.J.K.Millar				x				
<i>Bangia atropurpurea</i> (Mertens ex Roth) C.Agardh	x	x		x				
<i>Bangia fuscopurpurea</i> (Dillwyn) Lyngbye	x		x	x				
<i>Bostrychia calliptera</i> (Montagne) Montagne				x				
<i>Bostrychia moritziana</i> (Sonder ex Kützing) J.Agardh			x	x				
<i>Bostrychia radicans</i> (Montagne) Montagne	x		x	x				x
<i>Bostrychia tenella</i> (J.V.Lamouroux) J.Agardh				x				
<i>Botryocladia wynnei</i> Ballantine				x				
<i>Branchioglossum minutum</i> C.W.Schneider				x				
<i>Bryocladia thyrsgera</i> (J.Agardh) F.Schmitz		x	x	x				
<i>Bryothamnion seaforthii</i> (Turner) Kützing				x				
<i>Callithamnion corymbosum</i> (Smith) Lyngbye				x				

Tabela 3.1 - Continuação

Rodoficofitas – Divisão Rhodophyta	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Callithamnion tetragonum</i> (Withering) S.F.Gray	x		x	x				
<i>Caloglossa leprieurii</i> (Montagne) G.Martens				x				
<i>Caloglossa ogasawaraensis</i> Okamura				x				
<i>Catenella caespitosa</i> (Withering) L.M.Irvine				x				
<i>Catenella impudica</i> (Montagne) J.Agardh				x				
<i>Centroceras clavulatum</i> (C.Agardh) Montagne			x	x			x	x
<i>Centrocerocolax ubatubensis</i> A.B. Joly			x	x				
<i>Ceramium brasiliense</i> A.B.Joly	x	x	x	x			x	x
<i>Ceramium brevizonatum</i> var. <i>caraicum</i> H.E.Petersen & Børgesen		x	x	x			x	
<i>Ceramium codii</i> (H.Richards) Mazoyer				x				
<i>Ceramium comptum</i> Børgesen				x				
<i>Ceramium corniculatum</i> Montagne	x							
<i>Ceramium dawsonii</i> A.B.Joly			x	x			x	x
<i>Ceramium deslongchampsii</i> Chauvin ex Duby				x				
<i>Ceramium leutzelburgii</i> Schmidt				x				
<i>Ceramium siliquosum</i> var. <i>lophophorum</i> (Feldman-Mazoyer) Serio	x				x			
<i>Ceramium</i> sp.					x			
<i>Ceramium tenerrimum</i> (G.Martens) Okamura				x				
<i>Ceramium tenuicorne</i> (Kützing) Waern	x							
<i>Ceramium uruguayense</i> W.R.Taylor	x							
<i>Ceramium variegatum</i> (Kützing) Okamura (*)	x							
<i>Ceramium virgatum</i> Roth (*)	x							
<i>Ceratodictyon variable</i> (J.Agardh) R.E.Norris				x				
<i>Champia minuscula</i> A.B.Joly & Ugadim				x				
<i>Champia parvula</i> (C.Agardh) Harvey				x				
<i>Champia salicornioides</i> Harvey				x				
<i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq	x		x	x			x	

Tabela 3.1 - Continuação

Rodoficofitas – Divisão Rhodophyta	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Chondracanthus elegans</i> (Greville) Guiry	x		x	x			x	x
<i>Chondracanthus teedei</i> (Mertens ex Roth) Kützing	x	x	x	x				
<i>Chondria atropurpurea</i> Harvey	x							
<i>Chondria capillaris</i> (Hudson) M.J.Wynne (*)	x							
<i>Chondria curvilineata</i> F.S.Collins & Hervey				x				
<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C.Agardh (*)	x							
<i>Chondria platyramea</i> A.B.Joly & Ugadim				x				
<i>Chondria polyrhiza</i> F.S.Collins & Hervey				x				
<i>Colaconema codicola</i> (Børgesen) H.Stegenga, J.J.Bolton, & R.J.Anderson			x	x				x
<i>Colaconema hallandicum</i> (Kylin) Afonso-Carillo, Sanson, Sangil & Diaz-Villa	x							
<i>Compsothamnion thuyoides</i> (Smith) Nägeli				x				
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	x	x		x			x	x
<i>Cottoniella filamentosa</i> (M.A.Howe) Børgesen				x				
<i>Crouania attenuata</i> (C.Agardh) J.Agardh				x				
<i>Cryptonemia delicatula</i> Joly & Cordeiro				x				
<i>Cryptopleura ramosa</i> (Hudson) L.Newton	x	x	x	x		x		x
<i>Dasya brasiliensis</i> E.C.Oliveira Filho & Y.Y.Braga				x				
<i>Dasya rigidula</i> (Kützing) Ardissona				x				
<i>Dermocorynus dichotomus</i> (J.Agardh) Gargiulo, M.Morabito & Manghisi				x				
<i>Dichotomaria marginata</i> (J.Ellis & Solander) Lamarck				x				
<i>Diplothamnion tetrastichum</i> A.B.Joly & Yamaguishi				x				
<i>Dipterosiphonia dendritica</i> (C.Agardh) F.Schmitz				x				
<i>Dipterosiphonia rigens</i> (Shousboe ex C.Agardh) Falkenberg				x				
<i>Dohrniella antillarum</i> (W.R.Taylor) Feldmann-Mazoyer				x				
<i>Dohrniella antillarum</i> var. <i>brasiliensis</i> A.B.Joly & Ugadim				x				
<i>Erythrocladia endophloea</i> M.A.Howe	x							

Tabela 3.1 - Continuação

Rodoficofitas – Divisão Rhodophyta	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge				x				
<i>Erythrocladia pinnata</i> W. R. Taylor				x				
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	x	x	x	x	x		x	x
<i>Erythrotrichia porphyroides</i> N.L.Gardner				x				
<i>Erythrotrichia vexillaris</i> (Montagne) G.Hamel	x							
<i>Gastroclonium parvum</i> (Hollenberg) C.F.Chang & B.M.Xia			x				x	
<i>Gayliella flaccida</i> (Harvey ex Kützing) T.O.Cho & L.J.Mclvor				x				
<i>Gelidium corneum</i> (Hudson) J.V.Lamouroux (*)	x							
<i>Gelidium crinale</i> (Hare ex Turner) Gaillon	x	x	x	x		x	x	x
<i>Gelidium floridanum</i> W.R.Taylor		x	x	x		x	x	x
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	x		x	x			x	
<i>Gelidium spinosum</i> (S.G.Gmelin) P.C.Silva				x				
<i>Gloiocladia iyoensis</i> (Okamura) R.E.Norris				x				
<i>Gonimophyllum africanum</i> M.T.Martin & M.A.Pocock	x							
<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J.Agardh				x				
<i>Gracilaria domingensis</i> (Kützing) Sonder ex Dickie				x				
<i>Gracilaria foliifera</i> (Forsskål) Børgesen	x							
<i>Gracilaria tepocensis</i> (E.Y.Dawson) E.Y.Dawson			x	x				
<i>Gracilariopsis tenuifrons</i> (C.J.Bird & E.C.Oliveira) Fredericq & Hommersand				x				
<i>Grateloupia cuneifolia</i> J.Agardh	x	x	x			x	x	x
<i>Grateloupia doryphora</i> (Montagne) M.A.Howe	x			x				
<i>Grateloupia filicina</i> (J.V.Lamouroux) C.Agardh	x	x	x	x			x	
<i>Grateloupia filiformis</i> Kützing				x				
<i>Griffithsia globulifera</i> Harvey ex Kützing				x				
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i> (Turner) Martius	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gymnothamnion elegans</i> (Schousboe ex C.Agardh) J.Agardh			x	x				

Tabela 3.1 - Continuação

Rodoficofitas – Divisão Rhodophyta	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Herposiphonia secunda</i> (C.Agardh) Ambronn			x	x				
<i>Herposiphonia tenella</i> (C.Agardh) Ambronn			x	x				
<i>Heterosiphonia crispella</i> (C.Agardh) M.J.Wynne var. <i>crispella</i>				x				
<i>Heterosiphonia gibbesii</i> (Harvey) Falkenberg				x				
<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini	x	x		x	x	x		
<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain				x				
<i>Hydropuntia caudata</i> (J.Agardh) Gurgel & Fredericq				x				
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V.Lamouroux	x	x	x	x			x	x
<i>Hypnea spinella</i> (C.Agardh) Kützing			x	x			x	x
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i> (Stackhouse) F.S.Collins & Hervey				x				
<i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux				x			x	x
<i>Jania capillacea</i> Harvey				x				
<i>Jania cubensis</i> Montagne ex Kützing				x				
<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	x	x	x	x	x		x	x
<i>Jania sagittata</i> (J.V.Lamouroux) Blainville			x	x				x
<i>Jania</i> sp.								x
<i>Jania ungulata</i> (Yendo) Yendo				x				x
<i>Jania verrucosa</i> J.V.Lamouroux				x				x
<i>Laurencia caraibica</i> P.C. Silva			x					
<i>Laurencia catarinensis</i> Cordeiro-Marino & Fujii				x				
<i>Laurencia dendroidea</i> J.Agardh				x				
<i>Laurencia microcladia</i> Kützing				x				
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V.Lamouroux				x				
<i>Leptosiphonia schousboei</i> (Thuret) Kylin	x							
<i>Lithophyllum margaritae</i> (Harriot) Heydrich				x				
<i>Lithophyllum stictaeforme</i> (• • Areschoug) Hauck				x				

Tabela 3.1 - Continuação

Rodoficofitas – Divisão Rhodophyta	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Lithophyllum</i> sp.			x				x	
<i>Lithothamnion crispatum</i> Hauck				x				
<i>Lomentaria corallicola</i> Børgesen				x				
<i>Melyvonnea erubescens</i> (Foslie) Athanasiadis & D.L.Ballantine				x				
<i>Murrayella pericladus</i> (C.Agardh) F.Schmitz				x				
<i>Myriogramme prostrata</i> (E.Y.Dawson, Neushul & Wildman) M.J.Wynne				x				
<i>Nemalion elminthoides</i> (Vellay) Batters	x		x	x			x	x
<i>Neosiphonia ferulacea</i> (Suhr ex J.Agardh) S.M.Guimarães & M.T.Fujii				x				
<i>Neosiphonia gorgoniae</i> (Harvey) S.M.Guimarães & M.T.Fujii				x				
<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> (Børgesen) M.-S.Kim & I.K.Lee				x				
<i>Neuroglossum binderianum</i> Kützing				x				
<i>Nitophyllum punctatum</i> (Stackhouse) Greville				x	x			x
<i>Ophidocladus simpliciusculus</i> (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Falkenberg				x				
<i>Palisada flagellifera</i> (J.Agardh) K.W.Nam				x				
<i>Palisada perforata</i> (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam				x				
<i>Parviphyucus pannosus</i> (Feldmann) G.Furnari				x				
<i>Parviphyucus trinitatis</i> (W.R.Taylor) M.J.Wynne				x				
<i>Peyssonnelia armorica</i> (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Weber-van Bosse				x				
<i>Peyssonnelia boudouresquei</i> Yoneshigue				x				
<i>Peyssonnelia inamoena</i> Pilger				x				
<i>Phymatolithon calcareum</i> (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin				x				
<i>Phymatolithon masonianum</i> Wilks & Woelkerling				x				

Tabela 3.1 - Continuação

Rodoficofitas – Divisão Rhodophyta	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Phymatolithon purpureum</i> (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Woelkerling & L.M.Irvine				x				
<i>Pleonosporium mexicanum</i> E.Y.Dawson				x				
<i>Plocamium brasiliense</i> (Greville) M.A.Howe & W.R.Taylor			x	x				x
<i>Pneophyllum fragile</i> Kützing			x				x	
<i>Polysiphonia decussata</i> Hollenberg			x	x				x
<i>Polysiphonia denudata</i> (Dillwyn) Greville ex Harvey				x				
<i>Polysiphonia foetidissima</i> Cocks ex Bornet	x	x	x	x	x		x	x
<i>Polysiphonia fucoides</i> (Hudson) Greville	x							
<i>Polysiphonia howei</i> Hollenberg			x	x			x	x
<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harvey			x	x	x		x	x
<i>Polysiphonia subtilissima</i> Montagne	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Polysiphonia virgata</i> (C.Agardh) Sprengel	x	x	x		x		x	
<i>Porphyra acanthophora</i> var. <i>brasiliensis</i> E.C. Oliveira & Coll				x				
<i>Porphyra atropurpurea</i> (Olivi) De Toni								x
<i>Porphyra pujalsiae</i> Coll & E.C.Oliveira	x	x		x	x	x		x
<i>Porphyra rizzinii</i> Coll & E.C.Oliveira	x	x			x	x	x	
<i>Porphyra</i> sp.								x
<i>Porphyra spiralis</i> var. <i>amplifolia</i> E.C.Oliveira & Coll				x				x
<i>Pterocladia caerulescens</i> (Kützing) Santelices & Hommersand				x				
<i>Pterocladia capillacea</i> (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand	x	x	x	x			x	x
<i>Pterocladia taylorii</i> (Joly) Santelices				x				
<i>Pterosiphonia parasitica</i> (Hudson) Falkenberg				x				x
<i>Pterosiphonia parasitica</i> var. <i>australis</i> A.B.Joly & Cordeiro-Marina			x	x				x
<i>Pterosiphonia pennata</i> (C.Agardh) Sauvageau			x	x				x

Tabela 3.1 - Continuação

Rodoficofitas – Divisão Rhodophyta	Dados Históricos				Presente Estudo			
	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina	Uruguai	Rio Grande	Torres	Santa Catarina
<i>Ptilothamnion speluncarum</i> (F.S.Collins & Hervey) D.L.Ballantine & M.J.Wynne			x	x				
<i>Pyropia acanthophora</i> (E.C.Oliveira & Coll) M.C.Oliveira, D.Milstein & E.C.Oliveira			x	x	x		x	x
<i>Pyropia columbina</i> (Montagne) W.A.Nelson (*)	x							
<i>Pyropia leucosticta</i> (Thuret) Neefus & J.Brodie	x				x		x	
<i>Rhodymenia delicatula</i> P.J.L.Dangeard				x				
<i>Rhodymenia obtusa</i> (Greville) Womersley	x							
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> (J.V.Lamouroux) P.C.Silva	x	x		x				
<i>Sahlingia subintegra</i> (Rosenvinge) Kornmann	x	x	x	x			x	x
<i>Scagelia americana</i> (Harvey) Athanasiadis (*)	x							
<i>Sebdenia flabellata</i> (J.Agardh) P.G.Parkinson				x				
<i>Solieria filiformis</i> (Kützing) P.W.Gabrielson				x				
<i>Sonderophycus capensis</i> (Montagne) M.J.Wynne				x				
<i>Spongoclonium caribaeum</i> (Børgesen) M.J.Wynne				x				
<i>Spyridia clavata</i> Kützing				x				
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey				x				
<i>Spyridia hypnoides</i> (Bory de Saint-Vincent) Papenfuss				x				
<i>Streblocladia corymbifera</i> (C.Agardh) Kylin				x				
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K.M.Drew	x	x		x				x
<i>Taenioma perpusillum</i> (J.Agardh) J.Agardh				x				
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J.Ellis & Solander) Huisman & Borowitzka				x				
<i>Vertebrata lanosa</i> (Linnaeus) T.A.Christensen (*)	x							
<i>Wrangelia argus</i> (Montagne) Montagne				x				

4. CAPÍTULO II

Padrões de distribuição espacial das macroalgas no mesolitoral rochoso do Atlântico Sudoeste Central (29° S à 34° S)

4.1 Introdução

Os costões rochosos estão entre os ambientes marinhos mais produtivos do planeta, contendo uma alta riqueza de espécies de elevada importância ecológica e econômica (Little & Kitching 1996). Esses ambientes recebem um elevado aporte de nutrientes provenientes dos sistemas terrestres e marinhos, gerando uma elevada biomassa de microfitobentos e de macroalgas (Coutinho & Zalmon 2009).

A distribuição vertical, horizontal e abundância das macroalgas no litoral são determinadas, principalmente, por fatores físicos como as variações de temperatura, níveis de maré, ação das ondas, topografia e a tolerância à dessecação (Lobban & Harrison 1997). Além dos fatores físicos, os biológicos como taxas de recrutamento, competição, pastagem e predação também influenciam a distribuição dos organismos nos costões rochosos (Coutinho 1995, Thomas 2002, Hurd *et al.* 2014).

De maneira geral, os fatores físicos influenciam a distribuição potencial das macroalgas, de acordo com as suas tolerâncias fisiológicas, atuando sobre as fases iniciais de desenvolvimento e determinando os limites superiores da zonação (estresse físico). Os fatores biológicos afetam as abundâncias e distribuição final, de acordo com as diferentes habilidades competitivas das espécies e pressões sofridas pelas populações, determinando os limites

inferiores da zonação (estresse biológico). Apesar de incontestável o fato de haver zonação na região entre marés, em todos os oceanos do mundo, não se conhece a plenitude de desdobramentos ecofisiológicos que os respectivos fatores, e suas interações, produzem nas respectivas populações e comunidades (Hurd *et al.* 2014). Esta lacuna no conhecimento se amplia quando estes aspectos se desdobram para diferentes escalas espaciais, requerendo estudos localizados e sob diferentes escalas, desde a célula à comunidade, até a biogeografia (Hurd *et al.* 2014).

As macroalgas marinhas desempenham um importante papel na conservação e manutenção dos ecossistemas, uma vez que são utilizadas como alimento e abrigo para diversas espécies animais, podendo também ser utilizadas como bioindicadoras da qualidade ambiental (Matos & Oliveira 1999, Oliveira *et al.* 2001, Ellis 2003, Kohler & Gill 2006, Juanes *et al.* 2008). Além disso, as macroalgas apresentam alta diversidade, natureza sésil e ampla distribuição, o que as torna boas descritoras das comunidades dos costões rochosos, sendo amplamente utilizadas para caracterizar e monitorar sistemas costeiros (Piazzi *et al.* 2002) e perturbações antrópicas (Veiga *et al.* 2013). Em função dessas características, macroalgas são incluídas como organismos essenciais para a determinação do estado ecológico dos ambientes marinhos e costeiros dentro de diversos protocolos internacionais (Juanes *et al.* 2008) (e.g. European Water Framework Directive; Natural Geography In Shore Areas – NaGISA; Rede de Monitoramento dos Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos).

Para facilitar a caracterização dos ambientes bentônicos, as espécies de macroalgas têm sido agrupadas em categorias diferentes, de acordo com seus atributos morfológicos e funcionais (Litter & Litter 1980; Steneck & Dethier 1994; Balata *et al.* 2011). Analisar os padrões das comunidades de macroalgas marinhas com base em grupos morfofuncionais possui diversas vantagens em estudos ecológicos e de conservação. A abundância e a diversidade taxonômica de cada grupo indicam determinadas condições ambientais, ajudam a prever as respostas das comunidades aos estressores ambientais, assim como as possíveis consequências para o equilíbrio ecológico do sistema recifal. A abordagem pode ser aplicada em diferentes escalas espaciais, desde estudos entre diferentes faixas de um costão até comparações biogeográficas mais amplas (Steneck & Dethier 1994).

A riqueza e a abundância de espécies e de grupos morfofuncionais são afetadas também pela diversidade de habitats (Little & Kitching 1996). Além dos fatores físicos e biológicos que afetam a zonação vertical das macroalgas, o efeito de fatores horizontais pode ser significativo desde entre manchas da mesma faixa do costão até entre diferentes regiões costeiras (Benedetti-Cecchi 2001).

As condições climáticas e oceanográficas do Atlântico Sudoeste Central determinam uma zona ficogeográfica temperada-quente (Horta *et al.* 2001, Copertino & Seeliger 2010), possivelmente transição para a zona temperada fria da América do Sul. Adicionalmente, a pluma do Rio da Prata influencia fortemente a composição das espécies bentônicas nesta região costeira, a qual recebe ainda influências de origem tropical (Cap. 1). Os

estudos sobre as comunidades de macroalgas do litoral do Rio Grande do Sul e do Uruguai são escassos, baseados na grande maioria em inventários florísticos, realizados nas décadas de 70 e 80 (Baptista 1974, Coutinho & Seeliger 1986, Coll & Oliveira 1999). Estudos que tenham abordado aspectos sobre os padrões de distribuição e zonação das macroalgas, assim como estudos sobre biogeografia regional, são ausentes.

Existem indícios de que fatores antrópicos e climáticos já estejam impactado a riqueza e diversidade da flora bentônica no litoral sul do Brasil (Faveri *et al.* 2010; Copertino & Seeliger 2010; Scherner *et al.* 2012, presente estudo - Cap. 1). O crescimento acelerado da população e a intensa urbanização ao longo da região costeira do Sul do Brasil, durante as últimas décadas (IBGE 2005), podem já estar impactando as comunidades bentônicas, particularmente nos ambientes rasos e intermareais.

O presente trabalho objetivou estudar comparativamente os padrões de estruturação das comunidades de macroalgas do mesolitoral rochoso do Atlântico Sudoeste Central, desde o sul de Santa Catarina até o litoral norte do Uruguai (28° S – 33° S). O padrão de distribuição das espécies e dos grupos morfofuncionais foi avaliado através do gradiente vertical do mesolitoral, abrangendo escalas espaciais desde poucos metros (transversais), poucos quilômetros (costões) até centenas de quilômetros (áreas). As características físicas dos costões foram avaliadas, visando correlacionar o padrão de distribuição das comunidades com o gradiente latitudinal e com as características geomorfológicas locais.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Local de estudo

A região estudada está inserida no Atlântico Sudoeste Central, Divisão Rio Grande, de acordo com as zonas de pesca determinadas pela FAO¹. Os substratos rochosos estudados localizam-se entre a região do sul de Santa Catarina até o norte do Uruguai, abrangendo aproximadamente 850 km de litoral (28° 13' S até 33° 56' S). Esta região é fortemente influenciada por ventos de NE durante o ano, sendo no inverno dominada por ventos do quadrante Sul em função das passagens de sistemas frontais polares (Tomazelli 1993).

O padrão de ondas predominante é na direção norte-nordeste, gerada pelos ventos locais, no entanto, as ondas de origem Sul, mesmo apresentando menor frequência de ocorrência, são as que apresentam maior influência no transporte sedimentar (Lima *et al.* 2001). Esta região apresenta um regime de micromarés astronômicas semidiurnas, com médias anuais de 0,5 m, e que estão fortemente condicionadas às variações meteorológicas (Tomazelli & Villwock 1992). A direção de onda sudeste é predominante na costa do Rio Grande do Sul, caracterizada por ondas de maior período (longas do tipo *swell*), que apresentam maiores alturas no outono, acima de sete metros, e menor altura e energia durante a primavera (Lélis 2003).

O litoral do Rio Grande do Sul é formado por uma extensa faixa de praias arenosas, cortadas por desembocaduras de algumas lagoas costeiras

¹ <http://www.fao.org/fishery/area/Area41/en#NA0096>

como a Lagoa dos Patos, a Lagoa do Peixe e a Lagoa de Tramandaí, não oferecendo condições ideais para a fixação de macroalgas (Baptista 1974). Essa grande faixa arenosa é delimitada ao norte pelos costões da região de Torres (RS) e ao sul pelos costões de La Coronilla, litoral norte do Uruguai.

Na região da desembocadura da Lagoa dos Patos estão localizados os Molhes da Barra de Rio Grande, que constituem a modificação antrópica mais expressiva e de maior influência na costa do Rio Grande do Sul (Calliari *et al.* 2010). O afunilamento da desembocadura e aprofundamento do canal interfere na penetração da cunha salina, intensificam o fluxo da saída de água e redirecionam as correntes de enchente e de vazante (Calliari *et al.* 2010). Os molhes também promovem um aumento na diversidade e abundância do zoobentos sésil no estuário (Capitoli 1998), propiciando substrato para mais de 30 espécies de macroalgas marinhas, tanto tropicais como temperadas (Coutinho 1982, Seeliger 2004).

A região estudada é fortemente influenciada pelos aportes de água doce do Rio da Prata (35° S) e da Lagoa dos Patos (32° S), sendo o Rio da Prata responsável por uma importante fonte de nutrientes para o Atlântico Sudoeste (Campos *et al.* 2008, Pivel 2009). Em geral, a pluma do Rio da Prata, de baixa temperatura e baixa salinidade, alcança durante a primavera e verão 32° S (região de Rio Grande, RS), chegando até 27° S (sul de Florianópolis, SC) no inverno, podendo variar em função dos ventos e em anos de *El Niño* e *La Niña* (Campos *et al.* 2008).

As regiões da plataforma continental abaixo e fora da pluma do Rio da Prata são ocupadas por duas massas de água distintas: águas subantártica de

plataforma (Sub-Antarctic Shelf Water – SASW), derivadas da plataforma continental Patagônica, e águas subtropicais de plataforma, mais salinas, (Subtropical Shelf Water – STSW), influenciadas principalmente pelas águas subtropicais derivadas da Corrente do Brasil (Piola *et al.* 2000). A transição termohalina nítida entre SASW e STSW, conhecida como Frente Subtropical de Plataforma (Subtropical Shelf Front – STSF), ocorre aproximadamente na plataforma interna, ao largo do Rio Grande, Brasil (32° S).

As macroalgas foram avaliadas em sete locais: dois em Santa Catarina, dois em Torres, um em Rio Grande e dois no Uruguai (Fig. 4.1; Tabela 4.1), sendo realizadas duas amostragens em cada local: uma no outono (Maio – Junho / 2013) e outra na primavera (Outubro – Novembro / 2013). Os locais estudados foram: molhes da Praia do Porto – Imbituba, SC, Brasil. (28° 13' S / 48° 39' W); Praia de Itapirubá – Imbituba, SC, Brasil (28° 20' S / 48° 42' W); Praia da Cal – Torres, RS, Brasil (29° 21' S / 49° 43' W); Morro das Furnas – Torres, RS, Brasil (29° 21' S / 49° 43' W); molhes da Barra de Rio Grande – Rio Grande, RS, Brasil (32° 10' S / 52° 05' W); Punta Coronilla (ou Pesqueiro) – La Coronilla, Rocha, UY (33° 55' S / 53° 30' W); Punta de los Loberos (ou Cerro Verde) – La Coronilla, Rocha, UY (33° 56' S / 53° 30' W).



Figura 4.1 – Imagem da região estudada (Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Uruguai), com os locais (costões) amostrados em cada área. A - molhes da Praia do Porto; B - Praia de Itapirubá; C - Praia da Cal; D - Morro das Furnas; E - molhes da Barra de Rio Grande; F - Pesqueiro; G - Cerro Verde.

Tabela 4.1 - Locais avaliados no presente estudo

	Área	Local	Substrato	Lat / Long
A	SC	Imbituba	Molhes / Granito	28° 13' S / 48° 39' W
B	SC	Itapirubá	Natural / Granito	28° 20' S / 48° 42' W
C	RS - N	Praia da Cal	Natural / Basalto	29° 21' S / 49° 43' W
D	RS - N	Furnas	Natural / Basalto	29° 21' S / 49° 43' W
E	RS - S	Rio Grande	Molhes / Granito	32° 10' S / 52° 05' W
F	UY	Pesqueiro	Natural / Granito	33° 55' S / 53° 30' W
G	UY	Cerro Verde	Natural / Granito	33° 56' S / 53° 30' W

4.2.2 Amostragem

A metodologia empregada neste estudo foi adaptada a partir do protocolo de monitoramento estabelecido para o projeto *Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros (ReBentos)*, no qual este estudo está inserido.

Em cada costão foram avaliadas três transversais contíguas dispostas perpendicularmente à linha de costa, de modo que estas compreenderam toda a zona exposta do mesolitoral de cada costão. O comprimento da transversal foi proporcional à faixa de substrato exposto durante a maré baixa.

A estrutura da comunidade de macroalgas foi quantificada utilizando o método de fotoquadrados (Preskitt *et al.* 2004), onde as imagens digitais foram capturadas ao longo das transversais, paralelamente ao substrato. O elemento amostral utilizado foi um quadrado (20 cm²) gradeado (400 subquadrados de 1 cm²) e um sem grades, postos em sequência até o limite superior do infralitoral (Fig. 4.2). Em cada quadrado foi registrado o percentual de cobertura dos grupos morfofuncionais. Devido à sobreposição de agregados formados pelas diferentes espécies de algas (dossel, sub-dossel, tapetes de algas, tufos, incrustantes), os valores de abundância total dentro dos quadrados foram, em alguns casos, superiores a 100%.

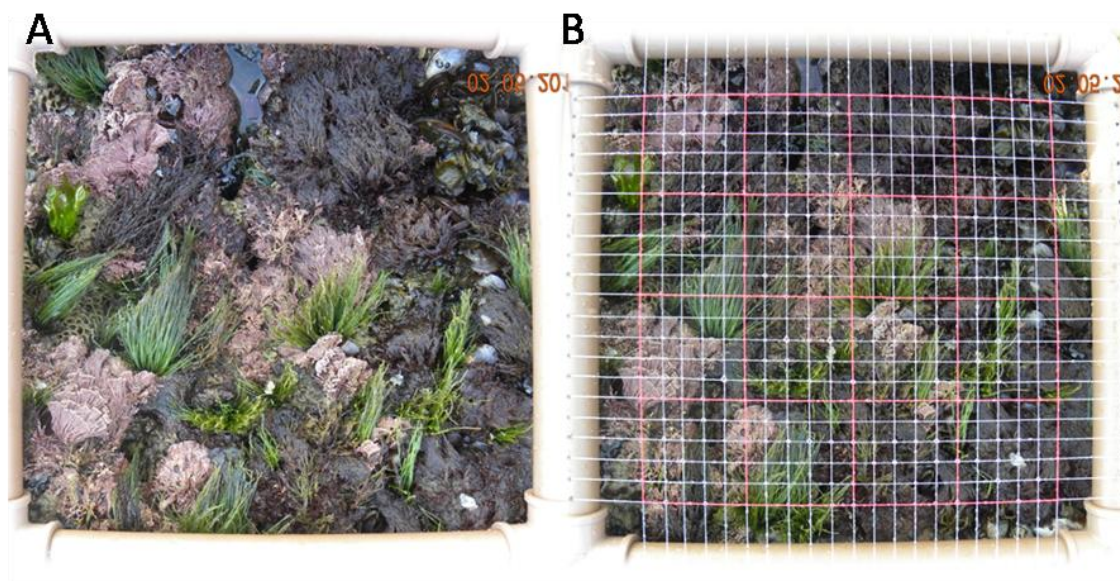


Figura 2 – Quadrado amostral utilizado para estimar cobertura vegetal. A: sem subquadrados e B: com subquadrados de 1 cm².

As macroalgas foram classificadas em seis grupos: Filamentosas Finas (FIF), Ramificadas (RAM), Robustas (ROB), Calcárias Articuladas (CAL ART), Laminadas (LAM) e Incrustantes (INC). A classificação em grupos morfofuncionais foi feita de a partir de adequações derivadas da combinação das propostas de Littler & Arnold (1982), Steneck & Dethier (1994), Phillips *et al.* (1997) e Balata *et al.* (2011).

Adjacente às transversais foram realizadas coletas pontuais de todos os espécimes de macroalgas presentes nos quadrados, pelo método de raspagem do substrato, com auxílio de espátulas e faca. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e fixadas em formalina a 4 % em água do mar.

A identificação do material foi feita inicialmente no Instituto de Botânica de São Paulo, sob a supervisão da Dr^a Mutue Toyota Fujii, especialista em biologia e taxonomia de macroalgas. Posteriormente, as

análises foram continuadas no Laboratório de Ecologia Vegetal Costeira do Núcleo Oceanografia Biológica da FURG. As algas foram identificadas a partir da análise de estruturas morfológicas e anatômicas do talo e de estruturas reprodutivas. O material foi examinado com ajuda de lupa e microscópio binocular Nikon. As medidas macroscópicas foram feitas com régua e as microscópicas com uma ocular micrométrica (μm). Os cortes histológicos, quando necessários, foram feitos à mão livre, com auxílio de lupa e uso de lâminas de barbear.

Para a identificação e classificação do material, foi utilizada literatura específica de taxonomia de algas nacional e internacional (Joly 1967, Baptista 1974, Coll 1976, Cordeiro-Marino 1978, Coutinho 1982, Broom *et al.* 2002, Guimarães *et al.* 2004, Milstein & Oliveira 2005, Coto & Pupo 2009, Won *et al.* 2009, Pupo *et al.* 2011, Wynne 2011 Guiry & Guiry 2014). Vouchers encontram-se depositados na coleção do Lab. de Ecologia Vegetal Costeira, FURG, e no Instituto de Botânica em São Paulo.

Os parâmetros pontuais de temperatura do ar e da água, e salinidade, foram obtidos de cada local no momento da amostragem, outono e primavera.

4.2.3 Caracterização dos costões

Para caracterização morfológica dos costões e substratos consolidados amostrados foi avaliada a heterogeneidade, com a utilização de uma trena flexível de 30 m. Em cada transversal foram realizadas três medidas retas paralelas ao substrato e as suas respectivas medidas rente à pedra

acompanhando cada irregularidade do terreno. A partir destes dados foi calculado um índice de Complexidade topográfica (C_i), onde: $C_i = \text{Medida rugosa} / \text{Medida reta}$. Deste modo, quanto maior o C_i mais irregular é a superfície do substrato.

Para avaliação da inclinação dos substratos amostrados foi utilizado um nível a laser (Fig. 4.3). Foram feitas medidas verticais a cada 20 cm, a partir destas pôde-se elaborar um perfil de declividade e calcular o ângulo e inclinação de cada substrato, usando por base o coeficiente angular da reta formada em cada perfil.



Figura 4.3 – Medição da inclinação do costão do Morro das Furnas (Torres – RS), com um Nível a Laser.

4.2.4 Análises dos dados

Para verificar se há diferença significativa entre as estações do ano e os locais, com relação aos grupos morfofuncionais de macroalgas, foi realizada uma Análise de Variância Multivariada Não-paramétrica (NPMANOVA) (Hammer 2001-2012). Para análise comparativa entre os locais estudados em relação aos grupos morfofuncionais e as espécies foi utilizado o método de ordenamento de Coordenadas Principais (PCoA), utilizando-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis, índice mais utilizado para dados de abundância (Hammer 2001-2012), com dados de porcentagem de cobertura média dos grupos morfofuncionais e de presença e ausência de espécies.

Para comparar os locais estudados em relação às espécies e aos grupos morfofuncionais de macroalgas encontradas realizou-se, também, uma Análise de Agrupamento (UPGMA). A confiabilidade do dendograma foi avaliada pelo coeficiente cofenético, o qual é considerado aceitável acima do valor 0,8 (Valentin 2000).

O teste de permutação ANOSIM (uma via) foi realizado para avaliar a significância das diferenças entre os grupos pré-definidos pela PCoA. Este teste produz uma estatística R que varia de -1 a +1, onde +1 significa que todas as réplicas dentro dos grupos são mais similares entre si do que qualquer réplica de grupos diferentes (Masi & Zalmon 2008). Para verificar quais espécies ou grupos morfofuncionais foram os principais responsáveis pelas diferenças observadas na formação dos grupos da PCoA e da UPGMA, foi calculada a Porcentagem de Similaridade (SIMPER) (Hammer 2001-2012).

Para verificar a influência dos valores de inclinação do substrato, do índice de rugosidade e do valor do R^2 (ajuste da reta formada pelos perfis de inclinação dos substratos) sobre a riqueza de espécies encontrada foi feita uma Regressão Múltipla. Essa regressão nos permite ver qual das variáveis independentes tem maior porcentagem de explicação sobre a variável dependente. Com base no resultado da regressão foi gerado um gráfico a partir do método de regressão Ordinary Least Squares, com as variáveis que apresentaram relação significativa com o número de espécies. Esse gráfico possibilita prever uma variável a partir da outra (Hammer 2001-2012).

As análises estatísticas foram realizadas no pacote estatístico Past 2.08B (Hammer *et al.* 2001). As espécies identificadas somente em nível genérico foram removidas das análises estatísticas, assim como as espécies encontradas como epífitas.

4.3 Resultados

4.3.1 Diversidade de espécies e abundância de grupos morfofuncionais

Foram identificadas um total de 100 espécies de macroalgas, compreendendo 60 vermelhas (Divisão Rhodophyta), 26 verdes (classe Ulvophyceae) e 14 pardas (classe Phaeophyceae) (Tabela 4.2, em anexo). Cinco táxons foram identificados somente em nível genérico, sendo: *Cladophora* sp., *Ceramium* sp., *Lithophyllum* sp., *Jania* sp. e *Porphyra* sp. Algumas espécies (a maioria microscópica) foram encontrados como epífitas

de outros gêneros (Tabela 4.2), sendo assim estas foram desconsiderados na análise dos grupos.

Polysiphonia subtilissima Montagne foi a única espécie que ocorreu em todos os locais avaliados. As outras espécies mais amplamente distribuídas foram *Gymnogongrus griffithsiae* (Turner) Martius, *Ulva rigida* C.Agardh e *Ulva flexuosa* Wulfen. Sendo que, *G. griffithsiae* e *U. rigida* só não foram encontradas nos molhes de Rio Grande e *U. flexuosa* só não ocorreu em Cerro Verde, no Uruguai.

De modo geral os grupos morfofuncionais Filamentosas, Laminadas e Ramificadas foram os que apresentaram maior número de espécies (Fig. 4.4). A distribuição de gêneros por grupos morfofuncionais (Fig. 4.5) foi muito similar à distribuição de espécies (Fig. 4.4).

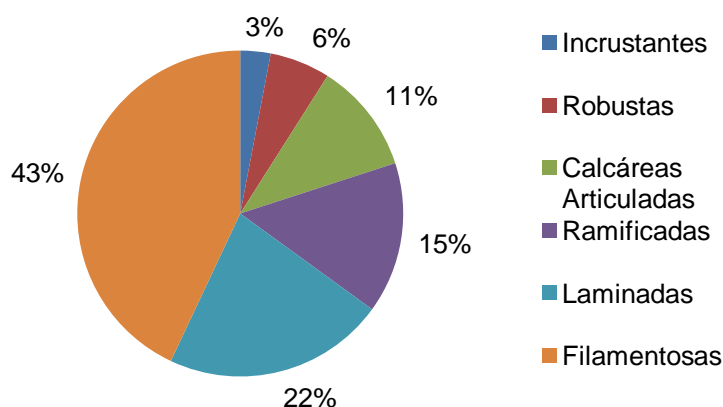


Figura 4.4. Percentual de espécies representadas em cada grupo morfofuncional, para toda a região estudada.

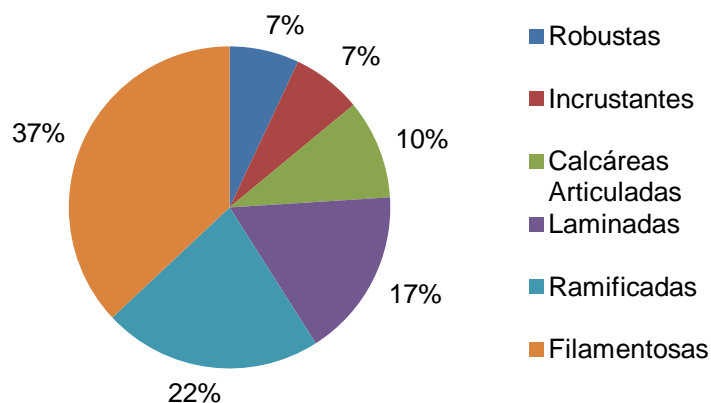


Figura 4.5 – Percentual de gêneros representados em cada grupo morfofuncional para toda a região estudada.

O grupo de algas Filamentosas foi o que apresentou maior número de representantes, tanto de gêneros quanto de espécies, sendo *Cladophora* e *Ceramium* os gêneros mais representativos. Laminadas foi o segundo grupo com maior número de espécies (Fig. 4.4), sendo elas pertencentes aos gêneros *Ulva*, *Porphyra* e *Pyropia* (Tabela 4.2). A nível de gênero o grupo de Ramificadas foi o que apresentou segunda maior ocorrência (Fig. 4.5), composto basicamente por espécies de Rhodophytas, exceto por uma alga parda (*Colpomenia sinuosa* Mertens ex Roth Derbès & Solier), que foi registrada somente em Santa Catarina (Tabela 4.2).

O percentual de cobertura dos grupos morfofuncionais apresentou uma redução na diversidade no sentido norte – sul, tanto na primavera quanto no outono (Fig. 4.6). Ou seja, as áreas localizadas em menores latitudes apresentaram maior número de grupos morfofuncionais.

Santa Catarina foi a única região que teve ocorrência de todos os seis grupos morfofuncionais, de modo que as algas do grupo Robustas foram registradas somente nesta área, sendo este representado pelas espécies: *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder, *Lobophora variegata* (J.V.Lamouroux)

Womersley ex E.C.Oliveira e quatro espécies de *Sargassum* (Fig. 4.6; Tabela 4.1).

Cerro Verde e Pesqueiro, no Uruguai, tiveram um predomínio do grupo de Laminadas composto principalmente pelo gênero *Ulva* (assim como em Rio Grande) e uma elevada cobertura de Filamentosas, representadas por quatro espécies de *Cladophora*.

Além de apresentar um reduzido número de grupos morfofuncionais, Rio Grande foi caracterizado por uma acentuada inversão na dominância da cobertura de grupos morfofuncionais da primavera para o outono (Fig. 4.6). Sendo este local dominado por macroalgas Laminadas durante o outono e na primavera pelo grupo Filamentosas. Entre tanto, o grupo Filamentosas da primavera foi composto basicamente por agregados truf de diatomácea *Nitzschia*, sendo estas encontradas em colônias macroscópicas formadas por filamentos de tubos de mucilagem.

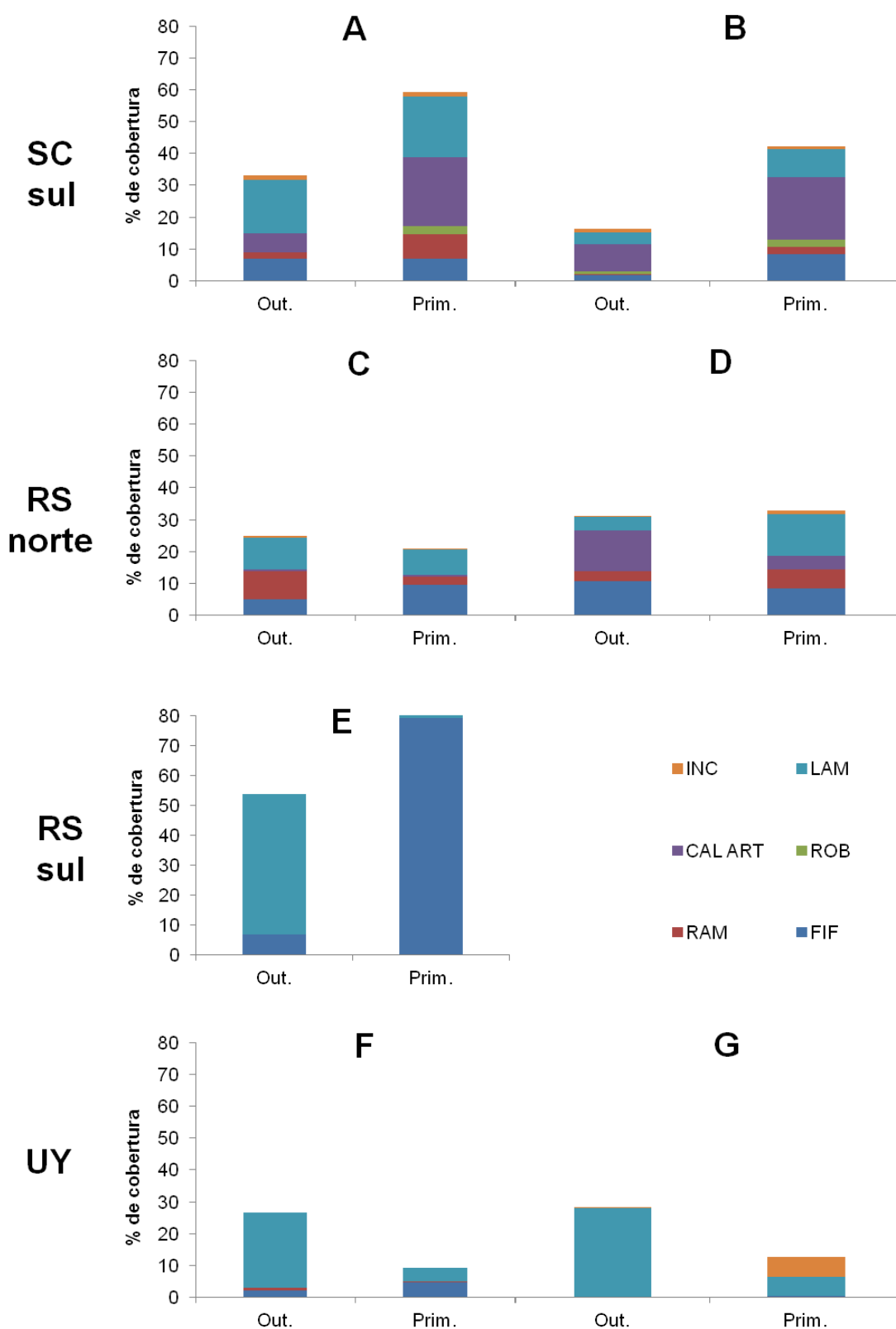


Figura 4.6 – Percentual de cobertura dos grupos morfofuncionais durante o Outono e a Primavera em cada local amostrado. A - molhes da Praia do Porto; B - Praia de Itapirubá; C - Praia da Cal; D - Morro das Furnas; E - molhes da Barra de Rio Grande; F - Pesqueiro; G - Cerro Verde.

O molhe de Rio Grande foi o local que apresentou o menor valor de salinidade (7.8 ppm no outono e 4 ppm na primavera), seguido por Pesqueiro e Cerro Verde (ambos com valores de 25.96 ppm no outono e 32 ppm na primavera). Os valores de temperatura da água do mar e do ar não apresentaram grande variação (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Parâmetros físico-químicos medidos durante as amostragens de outono e a primavera, em cada local estudado. T = Temperatura (°C).

	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera
	Salinidade	Salinidade	T. Ar	T. Ar	T. Água	T. Água
Imbituba (SC)	35.71	35	18	17.5	17	19.8
Itapirubá (SC)	35.71	36	20	18	18	18
P. da Cal (RS)	34.87	37	18	21.2	18	19
Furnas (RS)	34.87	35	20	23	18	19.8
Rio Grande (RS)	7.8	4	15	20	14	22.9
Pesqueiro (UY)	25.96	32	19	18	16	16
Cerro Verde (UY)	25.96	32	18	17.5	16	16

4.3.2 Análises de variância

De acordo com os resultados da Análise de Variância, não foram observadas diferenças significativas entre locais e nem entre as estações do ano (primavera e outono). Este resultado se manteve tanto para a utilização da matriz de composição das espécies, como para a da abundância dos grupos morfofuncionais, medida pela sua porcentagem de cobertura nos transectos de cada local (NPMANOVA, $p > 0,05$; Tabela 4.4).

Tabela 4.4 – Resultado da NPMANOVA para o fator estação do ano (outono e primavera), para a composição e abundância dos grupos morfofuncionais.

	F	p
Imbituba (SC)	1.114	0.4922
Itapirubá (SC)	1.929	0.1026
P. da Cal (RS)	0.9386	0.5992
Furnas (RS)	2.654	0.2032
Rio Grande (RS)	26.71	0.1002
Pesqueiro (UY)	4.794	0.0975
Cerro Verde (UY)	4.109	0.1047

4.3.3 Análises multivariadas

A análise de ordenação (PCoA) baseada nos grupos morfofuncionais distinguiu a flora de Rio Grande das demais (Fig. 4.7). A coordenada 1 teve 31,5% de explicação nesta distribuição. O teste de similaridade (ANOSIM) revelou uma diferença significativa entre a flora de Rio Grande e a flora dos demais locais ($R = 0,77$; $p = 0,0008$). A análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) mostrou que as algas Filamentosas foram as que mais contribuíram para essa diferença (67,31%). As algas deste grupo apresentaram cobertura média de 82,5% em Rio Grande (Fig. 4.6).

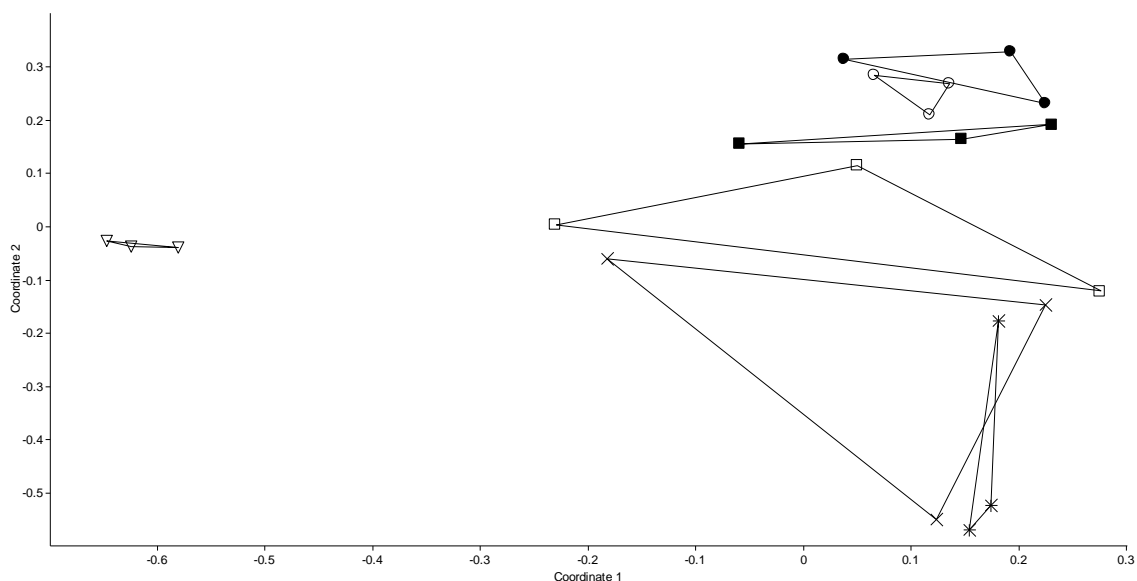


Figura 4.7 – Ordenação (PCoA) comparando diferentes locais estudados, baseado na porcentagem de cobertura dos grupos morfofuncionais de cada local na primavera. Onde: ● Imbituba, SC; ○ Itapirubá, SC; □Praia da Cal, Torres, RS; ■Morro das Furnas, Torres, RS; ▽ Rio Grande, RS; x Pesqueiro, Uy; * Cerro Verde, Uy.

Com base na análise das espécies encontradas, os resultados da PCoA apontaram a formação de três grupos, onde o primeiro eixo explica 37,48% da variação (Fig. 4.8). Os grupos que apresentaram maior diferença entre si foram os grupos A (formado pelo Costão de Cerro Verde, UY e os molhes de Rio Grande, RS) e o grupo C (costões de Santa Catarina - Imbituba e Itapirubá, e norte do Rio Grande do Sul - Praia da Cal e Furnas) ($R = 0,998$; $p < 0,0001$). As espécies responsáveis por essa diferença foram *Petalonia fascia* (O.F.Müller) Kuntze (3,12%), seguida de *Hildenbrandia rubra* (Sommerfelt) Meneghini (2,73%) e *Polysiphonia scopulorum* Harvey (2,65%).

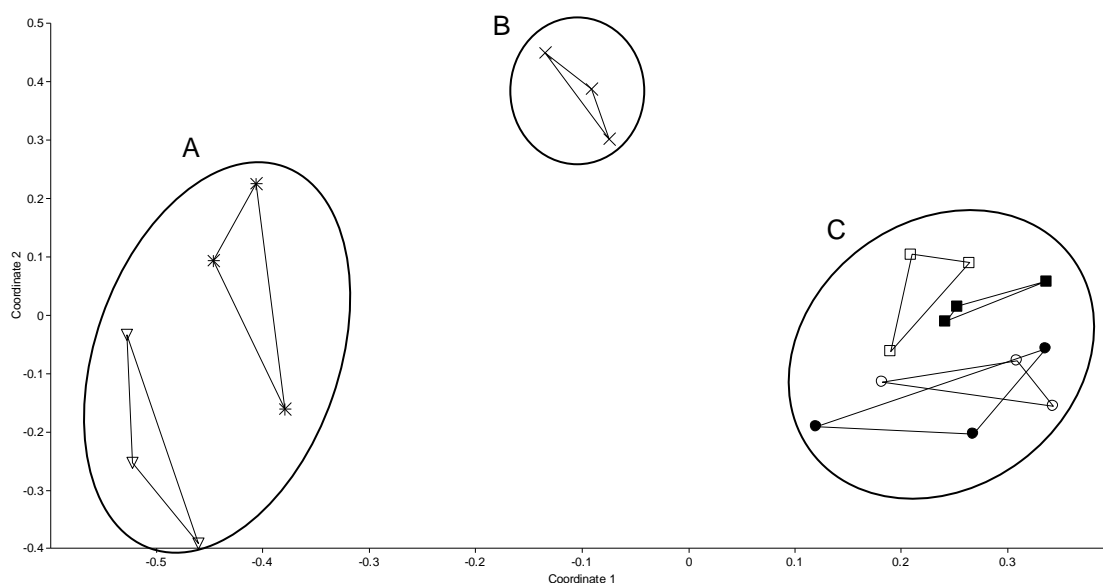


Figura 4.8 – Análise de agrupamentos (PCoA) comparando as áreas estudadas, com base na composição de espécies de cada local. Onde, grupo A: ▽ Rio Grande, RS e * Cerro Verde, Uy; grupo B: x Pesqueiro, Uy; grupo C: ● Imbituba, SC; ○ Itapirubá, SC; □Praia da Cal, Torres, RS e ■Morro das Furnas, Torres, RS.

Três espécies apresentaram mesma importância significativa (5,32%) na separação de Pesqueiro dos demais pontos avaliados ao sul, que foram: *Polysiphonia scopulorum* Harvey, *Gymnogongrus griffithsiae* (Turner) Martius e *Polysiphonia virgata* (C.Agardh) Sprengel. Todas as três espécies foram encontradas somente no Pesqueiro (Tabela 4.2).

A análise de agrupamentos (UPGMA), baseada na abundância dos grupos morfofuncionais, mostrou a formação de três grandes grupos (CCC = 0.92) (Fig. 4.9). Um grupo formado pelos costões do litoral norte, (Santa Catarina e Torres), um grupo formado pelos costões do sul (Uruguai) e um grupo a parte formado por Rio Grande. O grupo de algas Filamentosas foi o que mais contribui para diferenciação de Rio Grande dos demais locais (63,23%). Já os costões do litoral norte diferiram do litoral sul em função dos

grupos morfofuncionais Calcárias Articuladas (19,69%) e Laminadas (13,49%). Sendo as algas Calcárias Articuladas mais dominantes nos costões de Santa Catarina (Tabela 4.2)

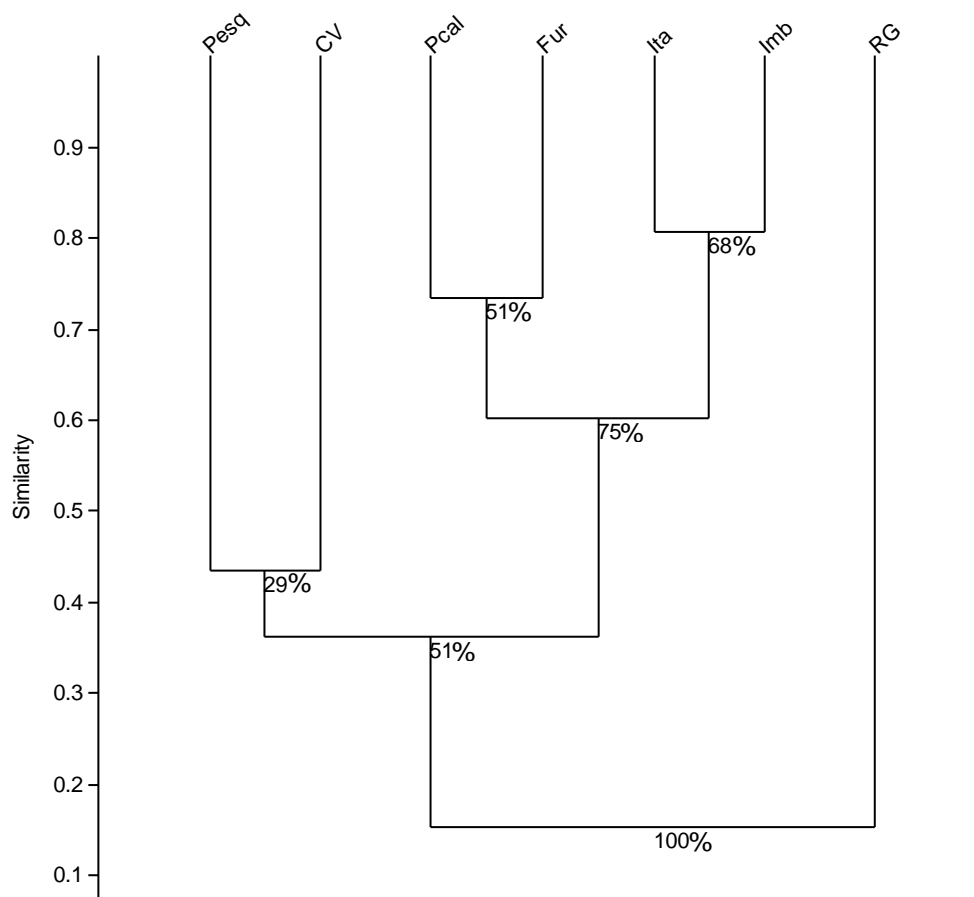


Figura 4.9 – Análise de agrupamento (UPGMA) com base nos Grupos Morfofuncionais registrados nos transectos de cada local (CCC = 0.92), onde: Imb. = Imbituba, SC; Ita. = Itapirubá, SC; P. Cal = Praia da Cal, Torres – RS; Fur. = Morro das Furnas, Torres – RS; R.G. = molhes da Praia do Cassino, Rio Grande, RS; Pesq. = Pesqueiro, La Coronilla, Rocha – UY; C.V. = Cerro Verde, La Coronilla, Rocha – UY. Números nos nós do dendograma indicam porcentagem de vezes em que o grupo se manteve nas 999 reamostragens.

Tendo por base a lista de espécies de macroalgas presentes em cada costão avaliado, a análise de agrupamentos (UPGMA) evidenciou a mesma formação dos mesmos três grandes grupos formados na PCoA apresentada na

figura 4.8 (CCC = 0.94) (Fig. 4.10). As algas que mais contribuíram para separar Pesqueiro (Uruguai), do grande grupo formado pelos costões ao norte foram: *Petalonia fascia* (2,34%), *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V.Lamouroux (1,99%) e *Feldmannia irregularis* (Kützing) G.Hamel (1,99%). Essas três espécies de algas foram encontradas apenas nos costões de Santa Catarina e Torres (Tabela 4.2).

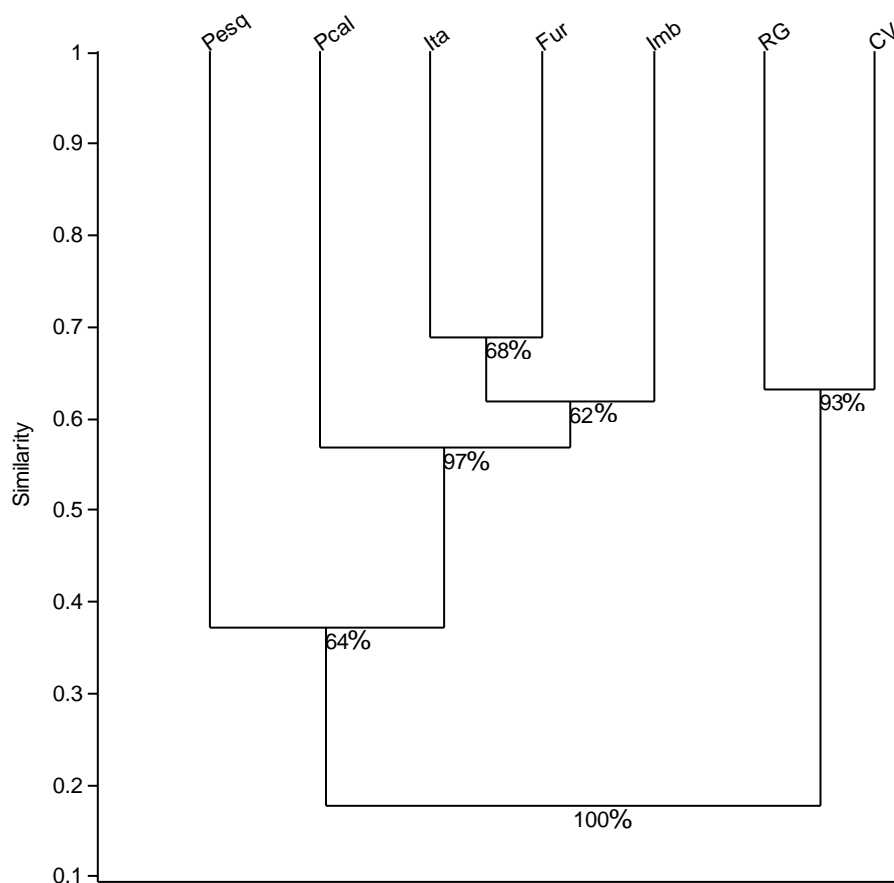


Figura 4.3 – Análise de agrupamento (UPGMA) com base nas espécies registradas em cada local, onde: Imb. = Imbituba, SC; Ita. = Itapirubá, SC; P. Cal = Praia da Cal, Torres – RS; Fur. = Morro das Furnas, Torres – RS; R.G. = molhes da Praia do Cassino, Rio Grande, RS; Pesq. = Pesqueiro, La Coronilla, Rocha – UY; C.V. = Cerro Verde, La Coronilla, Rocha – UY; (CCC. = 0.94). Números nos nós do dendrograma indicam porcentagem de vezes que o grupo se manteve nas 999 reamostragens.

4.3.4 Análise topográfica

Os substratos avaliados apresentaram perfis topográficos bastante diversificados (Fig. 4.11). O costão do Morro das Furnas (Torres, RS) foi o que apresentou maior comprimento e menor inclinação quando comparado aos demais (Tabela 4.5). Os costões de Itapirubá (SC) e da Praia da Cal (Torres, RS) apresentaram perfil topográfico bastante semelhante, bem como os valores de inclinação (A_i) e complexidade topográfica (C_i) (Tabela 4.5). Os molhes de Rio Grande foi o substrato que apresentou maior ângulo de inclinação (A_i). Os costões de Imbituba (SC) e de Cerro Verde (Uy) foram os que apresentaram maior índice de rugosidade (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Parâmetros biológicos (número de espécies e de grupos morfofuncionais) e características morfológicas dos substratos, obtidos em cada local, transversal e período estudado. Imb = Imbituba, SC; Ita = Itapirubá, SC; Cal = Praia da Cal, Torres – RS; Fur = Morro das Furnas, Torres – RS; RG = Molhes da Barra do Rio Grande, Rio Grande, RS; Pesq = Pesqueiro, La Coronilla, Rocha – UY; CV = Cerro Verde, La Coronilla, Rocha – UY; (A_i) = Ângulo de Inclinação ($^\circ$); (Coef. Angular) = valor de “a” da equação da reta ajustada formada pelo gráfico da topografia ($y = ax + b$); (R^2) = Valor reta ajustada formada pelo gráfico da topografia, quanto mais próximo de 1, menor é a variação dos pontos em relação à reta; (C_i) = Índice da complexidade topográfica, quanto maior o valor, mais irregular é a superfície.

		Nº de spp.	Nº de Grupos Morfofunc.		A_i	Coef. Ângular	R^2	C_i	
			Out.	Prim.					
SC S	Imb	T1	20	3	6	25.3	-0.4729	0.87	1.52
		T2	23	5	6	51.3	-1.2476	0.82	1.83
		T3	36	4	6	19.4	-0.3525	0.93	1.90
	Ita	T1	27	4	5	12.8	-0.228	0.92	1.13
		T2	37	4	6	8.2	-0.1448	0.77	1.24
		T3	32	6	6	14.8	-0.2649	0.89	1.15
RS N	Cal	T1	17	5	4	9.6	-0.1687	0.99	1.42
		T2	20	5	4	12.2	-0.2169	0.93	1.25
		T3	18	6	5	11.5	-0.2026	0.64	1.35
	Fur	T1	31	5	5	11.9	-0.2101	0.96	1.32
		T2	34	6	5	5.4	-0.0937	0.96	1.09
		T3	31	5	5	7.6	-0.1329	0.97	1.10
RS S	RG	T1	6	2	2	56.5	-1.5128	0.96	1.08
		T2	6	1	3	32.5	-0.6369	0.64	1.06
		T3	4	1	1	45.9	-1.0308	0.67	1.07
UY	Pes	T1	11	3	3	18.9	-0.2587	0.97	1.16
		T2	16	3	3	47.9	-0.8694	0.81	1.12
		T3	19	3	3	21.8	-0.9461	0.94	1.30
	CV	T1	9	2	3	14.5	-0.3418	0.75	1.65
		T2	5	2	2	41	-1.1076	0.97	1.73
		T3	3	1	2	43.4	-0.4008	0.97	1.18

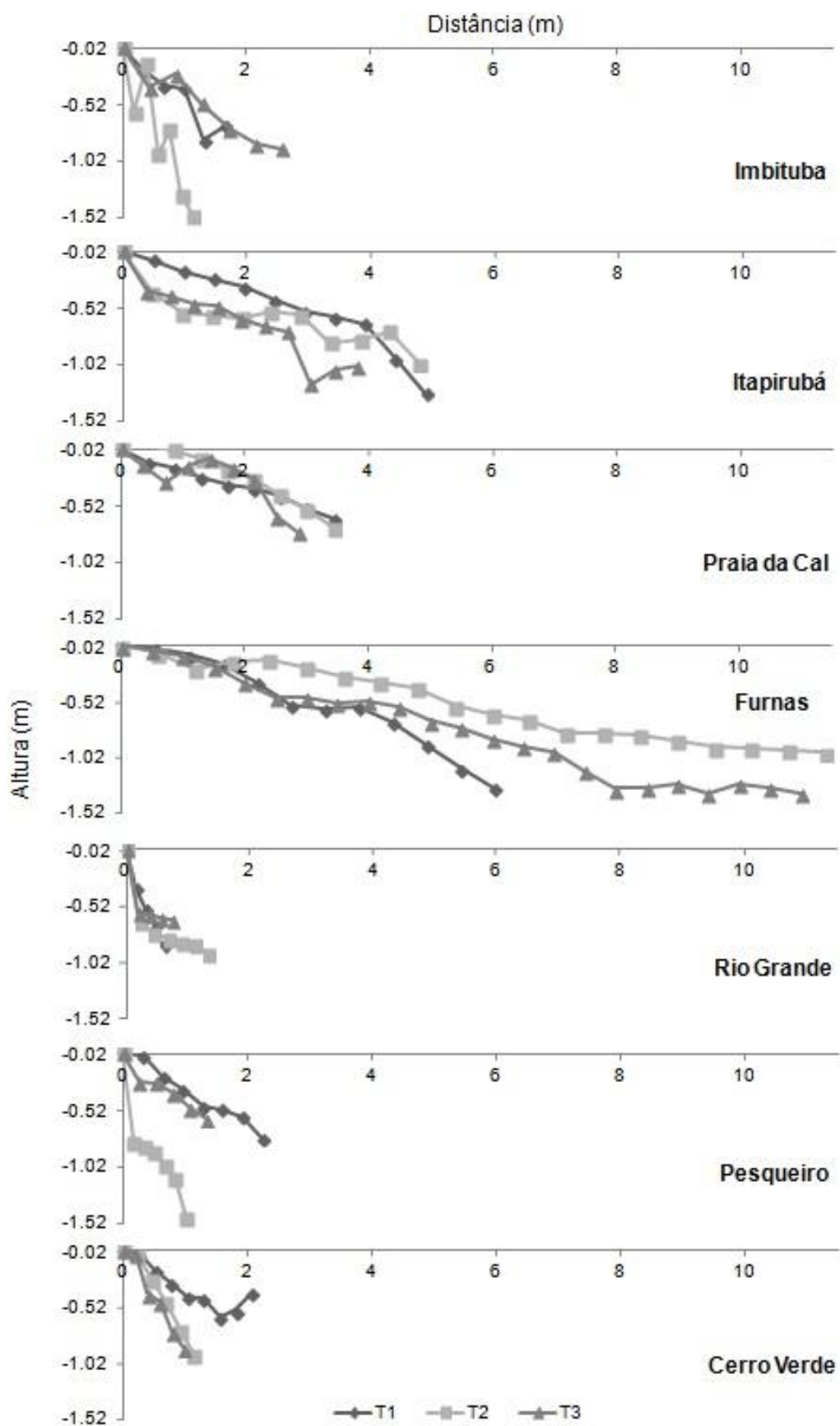


Figura 4.4 - Perfil topográfico de cada transversal em cada local estudado.

De acordo com a análise de regressão múltipla o número de espécies não apresentou relação significativa com o índice de complexidade topográfica (C_i) e com o R^2 (Tabela 4.6). O ângulo de inclinação (A_i) do substrato foi o parâmetro que apresentou maior percentual de explicação para a variação do número de espécies ($R^2 = 0.4115$) ($p < 0.05$) (Tabela 4.6). Sendo o número de espécies inversamente proporcional ao ângulo de inclinação do substrato (Fig. 4.12). Ou seja, quanto menor a inclinação do substrato, maior foi o número de espécies.

Tabela 4.6 – Resultados da Análise de Regressão Múltipla ($F = 3.224$, $p = 0.0404$). Onde: (A_i) = Ângulo de Inclinação ($^\circ$); (R^2) = Valor reta ajustada formada pelo gráfico da topografia; (C_i) = Índice da complexidade topográfica.

	Coeff.	Std.err.	t	p	R^2
Constant	13.034	19.481	0.66907	0.51299	0
A_i	-0.49275	0.28745	-1.7142	0.1058	0.41152
Coef. Ângular	-2.58	11.213	-0.23008	0.82095	0.29095
R^2	11.55	18.328	0.63016	0.53748	0.047466
C_i	5.2122	8.2358	0.63287	0.53576	0.009823

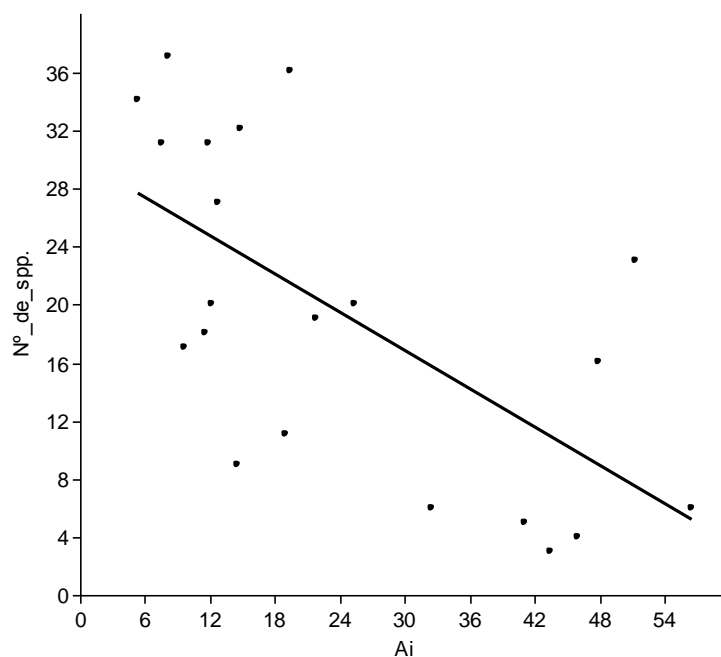


Figura 4.5 – Gráfico de correlação entre o número de espécies e o ângulo de inclinação (A_i) dos substratos avaliados. Coeficiente de Correlação de Spearman ($r = -0.610$ e $p = 0.003$).

4.4 Discussão

4.4.1 Diversidade de espécies e abundância de grupos morfofuncionais

A porcentagem de ocorrência de grupos morfofuncionais tendo por base os gêneros de macroalgas gerou resultados muito similares à distribuição dos grupos em função das espécies. Contudo, as análises a nível genérico podem deixar espécies raras de fora da pesquisa (Bouzon 2011), dependendo do objetivo do estudo, essa metodologia pode gerar resultados deficientes. Em trabalhos de ampla escala espacial sugere-se a utilização de dados a nível genérico para reduzir os ruídos ocasionados pela presença de espécies raras, sendo, preferencialmente, mantido o número de espécies de cada gênero para quantificar a importância deste nos locais avaliados (Horta *et al.* 2001).

A ampla distribuição de *Polysiphonia subtilissima* na região estudada, a única espécie que foi encontrada em todos os locais, coincide com a distribuição do táxon derivada da análise de esforços anteriores (Baptista 1974, Coll 1976, Coutinho 1982, Pupo *et al.* 2011). Apesar de não terem sido encontradas em alguns locais no presente estudo, *Gymnogongrus griffithsiae* e *Ulva flexuosa* haviam sido coletadas em estudos passados, sendo: *G. griffithsiae* em um local próximo ao ponto amostrado no molhe oeste de Rio Grande (Coutinho 1982), e *U. flexuosa* por Coll & Oliveira (1999) em diversos pontos da costa uruguaia.

Dentre as espécies de algas robustas encontradas somente em Santa Catarina neste estudo, apenas duas tiveram ocorrência registrada nas outras regiões avaliadas, são elas: *Sargassum cymosum* C. Agardh e *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder, ambas encontradas em Torres por Baptista (1974). Alguns indivíduos do gênero *Sargassum* foram vistos em campo, porém não foram contabilizados, pois se encontravam fora dos transectos amostrais. As espécies de *Sargassum* são importantes membros das comunidades macroalgais das regiões tropicais e subtropicais, tanto do hemisfério norte quanto do sul (Nizamuddin 1970). No presente estudo foi observada a maior ocorrência de algas pardas nos pontos mais ao norte, região onde há maior influência de águas tropicais (Pupo *et al.* 2011).

A elevada cobertura de algas Filamentosas e Laminadas no Uruguai e em Rio Grande pode estar representando algum desequilíbrio no ambiente. Algumas espécies oportunistas destes grupos, pertencentes aos gêneros *Ulva*, *Cladophora* e *Chaetomorpha*, encontradas nestas áreas podem denunciar a

saúde ecológica local (Joly 1967, Juanes *et al* 2008), entre tanto análises mais específicas devem ser realizadas para um melhor diagnóstico ambiental.

Em Rio Grande há o constante aporte de água doce proveniente do Estuário da Lagoa dos Patos, limitando a ocorrência e influenciando no crescimento de diversas espécies de macroalgas (Copertino & Seeliger 2010). Outro fator que determina as características da comunidade algal dessa região é a baixa disponibilidade de substrato propício para a fixação das macroalgas. Neste contexto há uma maior colonização nesta região por espécies eurihalinas adaptadas a vida neste ambiente de elevada variabilidade.

Já as regiões avaliadas no norte do Uruguai estão distantes 5 km e 2,5 km respectivamente ao Sul da desembocadura do Canal de Andreoni. Este canal, de 13 km de comprimento, serve para drenar as áreas úmidas de plantações de arroz e pastagem de gado desta da região (Lercari & Defeo 2006). A água na desembocadura do canal é mais turva e apresenta menor salinidade do que em regiões mais ao norte deste (Lercari & Defeo 2006). A região costeira do Uruguai é fortemente influenciada pela Pluma do Rio da Prata, que apresenta uma forçante Sul – Norte (Campos *et al.* 2008), devendo assim, influenciar a vazante do canal em sentido oposto ao dos costões avaliados. Logo após o inverno, período onde há maior descarga de efluente do canal (Lercari & Defeo 2006), foi observado uma redução na cobertura vegetal dos costões de La Coronilla (Fig. 4.6). Há uma possibilidade das águas do Canal de Andreoni estarem influenciando os costões mais ao sul, porém somente com estudos mais detalhados será possível confirmar esta hipótese.

4.4.2 Diferenças e similaridades entre áreas e locais

A ausência de diferenças significativas entre os locais, para a abundância de grupos morfofuncionais e composição específica de macroalgas, já foi relatada para outros autores estudando a estruturação das comunidades em recifes rochosos da Austrália (Phillips *et al.* 1997), Mar Mediterrâneo (Piazzi *et al.* 2002) e nas ilhas de Santa Catarina (Bouzon 2011). Em geral, o uso de grupos funcionais evidencia as diferenças naturais entre as comunidades de macroalgas de diferentes locais.

A composição específica permite uma descrição mais precisa das variações temporais das comunidades de macroalgas (Piazzi *et al.* 2002). Para avaliação da comunidade de macroalgas de um recife no oeste da Austrália, a análise de grupos morfofuncionais não se mostrou adequada, pois os grupos apresentaram alta variabilidade de espécies, gerando uma perda de informações sobre a diversidade da comunidade (Phillips *et al.* 1997). Entretanto, a abordagem de grupos funcionais pode ser legitimamente usada para detectar mudanças nas formas de algas dominantes, desde que se tenha uma boa compreensão das respostas individuais das espécies (Phillips *et al.* 1997).

De acordo com os resultados da ordenação, que separou Rio Grande dos demais locais, possivelmente o primeiro eixo (eixo de maior influência nesta ordenação) está relacionado com a salinidade. Rio Grande foi o local que apresentou a menor salinidade (Tabela 4.3), em função do constante aporte de água doce do estuário da Lagoa dos Patos.

O grupo morfofuncional responsável pela separação de Rio Grande dos demais locais foi Filamentosas. Sendo que em Rio Grande, este grupo foi composto principalmente por agregados turf formados por microalgas penadas coloniais do gênero *Nitzschia*. Esta microalga encontrava-se formando colônias macroscópicas compostas por filamentos de tubos de mucilagem. Alguns gêneros de microalgas (e.g.: *Nitzschia*) desenvolvem mecanismos de adesão ao substrato em condições de fortes correntes ou movimentação de água, desenvolvendo, por exemplo pedúnculo de mucilagem para se fixar ao substrato (Silva *et al.* 2012). Este gênero, de hábito bentônico, juntamente com outras espécies, compõe o microfítobentos do estuário da Lagoa dos Patos, sendo muito encontrado como epífita da fanerógama marinha *Ruppia maritima* (Odebrecht *et al.* 2010). Por apresentar elevado estresse ambiental, como elevadas variações de salinidade, temperatura, hidrodinâmica e material em suspensão, a região dos molhes de Rio Grande possui limitada ocorrência de espécies de macroalgas (Copertino & Seeliger 2010), favorecendo o desenvolvimento de espécies oportunistas como a microalga observada.

Todas as três principais espécies responsáveis pela divisão entre o grupo composto pelos costões do litoral norte e os costões do sul, formados na ordenação (Fig. 4.8) e no dendograma (Fig. 4.10), foram encontradas apenas nos costões de Santa Catarina e de Torres (Tabela 4.2). Entretanto, trabalhos anteriores registraram a presença de *Hypnea musciformis* em Pesqueiro e Cerro Verde – Uruguay (Coll 1976) e também em Rio Grande (Coutinho 1982). A espécie que apresentou maior contribuição para explicação da ordenação, *Petalonia fascia*, também havia sido registrada nos trabalhos de Coutinho

(1982) e Coll (1976), porém não nos mesmos pontos avaliados no presente estudo. Isso reflete a dificuldade em comparar estudos com sistemas de amostragem diferentes. Nossa amostragem, baseada em transectos, foi menos efetiva para detectar algumas espécies do que as amostragens anteriores, baseadas em varreduras. A única espécie das três principais que explicaram a ordenação que não apresentou registro histórico nas demais áreas foi *Feldmania irregularis*, tendo como seu limite sul os costões de Torres.

A separação entre Pesqueiro e os costões da região sul ocorreu em função de três espécies principais, encontradas somente em Pesqueiro: *Polysiphonia scopulorum*, *Gymnogongrus griffithsiae* e *Polysiphonia virgata*. Sendo que *G. griffithsiae* e *P. virgata* já haviam sido registradas no Uruguai e em Rio Grande, porém em pontos diferentes do amostrado em Rio Grande. *Polysiphonia scopulorum* foi registrada no Uruguai pela primeira vez neste estudo. Contudo, plantas pequenas de *Polysiphonia subtilissima* Montagne podem ser confundidas com *P. scopulorum* (Guimarães *et al.* 2004). Sendo assim é necessário que esta identificação seja revista, para confirmar e melhor descrever a espécie encontrada.

Os costões do litoral norte diferiram do litoral sul em função dos grupos morfofuncionais Calcárias Articuladas (19,69%) e Laminadas (13,49%). Sendo as algas Calcárias Articuladas mais dominantes principalmente nos costões de Santa Catarina e em Furnas (Torres, RS) (Fig. 4.6). O gênero *Jania*, que apresenta o maior número de espécies dentro do grupo Calcária Articulada, é amplamente distribuído em águas tropicais e

subtropicais do planeta (Mateo-Cid *et al.* 2013). As macroalgas calcárias são mais resistentes a distúrbios físicos e biológicos (Steneck & Dethier 1994).

4.4.3 *Influência do Substrato*

Os locais que apresentaram o maior número de espécies foram Itapirubá e Furnas, sendo também os costões de maior comprimento e menores ângulos de inclinação. A área de influência das marés é maior quando o substrato é menos inclinado, ampliando as faixas do mesolitoral e proporcionando maior superfície para a colonização das macroalgas.

Para costões de grande inclinação, com menor faixa de influência da maré, a extensão da zonation é ampliada com a ação das ondas, o que leva a um aumento na biodiversidade (Coutinho & Zalmon 2009). Este é um dos fatores que explica por que os molhes de Imbituba apresentaram o segundo maior número de espécies registradas, e elevado número de grupos morfofuncionais, mesmo este sendo um local bastante inclinado. Imbituba também foi o local que apresentou maior complexidade topográfica. Essa elevada diversidade de organismos é favorecida pela formação de microambientes, como poças de marés. Masi & Zalmon (2008) atribuíram as variações de riqueza e abundância encontradas em molhes da costa do Rio de Janeiro à irregularidade topográfica, que proporcionaram condições ambientais distintas em pequena escala.

O local com maior inclinação foi o molhe de Rio Grande, apresentando um reduzido número de espécies e grupos morfofuncionais. No entanto esse

local, como já mencionado, apresenta elevado estresse causado pelo aporte de água doce proveniente do Estuário da Lagoa dos Patos. O domínio do grupo Filamentosas na região de Rio Grande indica o grau de perturbação local. Segundo Steneck & Dethier (1994) as macroalgas filamentosas, com menores dimensões do talo, rápido crescimento e ciclo de vida de curta duração, têm maiores chances de colonização em ambientes sujeitos a distúrbios.

O parâmetro topográfico que apresentou maior explicação sobre a colonização das espécies foi o ângulo de inclinação, como observado para ambos os costões avaliados em Torres (RS) e para o costão de Itapirubá (SC). Muito embora as correlações observadas entre este e os demais parâmetros topográficos avaliados e o número de espécies encontradas nos costões não tenham apresentado significância estatística.

Ao analisar o padrão de estruturação das comunidades, podemos observar que a flora mais similar entre si, que formaram clados mais próximos pela análise de agrupamento (Itapirubá - SC e Furnas – RS; Fig. 4.10), foi justamente a que apresentou características similares do substrato, como menor ângulo de inclinação e maior comprimento da faixa do mesolitoral. Isto sugere que a estruturação das comunidades de macroalgas no mesolitoral pode apresentar maior similaridade entre regiões (separadas por centenas de km) do que entre locais da mesma região (separadas por centenas de metros ou poucos quilômetros), dependendo das características do substrato.

Bourget *et al.* (1994) observou em um experimento no Pacífico Noroeste, que tanto a heterogeneidade do substrato, quanto a complexidade, não influenciaram nas características gerais da comunidade sésil (diversidade

e abundância), porém foram significativas durante as fases iniciais de desenvolvimento dos organismos.

As comunidades de macroalgas recifais no oeste da Austrália, também não apresentaram variação em função de estresse físico (Phillips *et al.* 1997). O fato de não haver variação na comunidade já estabelecida, em função de estressores físicos, pode ser explicado pela adaptação desta às condições ambientais ao longo do tempo (Phillips *et al.* 1997). Ou seja, os organismos evoluíram a partir do desenvolvimento de estratégias de sobrevivência que lhes permitem suportar o nível de perturbação física do ambiente.

4.5 Conclusões

A utilização de grupos morfofuncionais foi válida para identificar locais de maior variação ambiental, como foi o caso de Rio Grande, local fortemente influenciado pelo Estuário da Lagoa dos Patos. Este local apresentou elevada cobertura do grupo morfofuncional Filamentosas, durante a primavera, período de menor salinidade, sendo este grupo representado por agregados tipo turf da diatomácea *Nitzschia* spp, de alta relevância para o microfitobentos do estuário da Lagoa dos Patos.

No presente estudo sete espécies de macroalgas foram encontradas como epífitas sob outras espécies maiores, sendo observadas apenas em análises detalhadas no laboratório, não sendo contabilizadas na análise de grupos funcionais. Sendo assim, acredita-se que a utilização dos grupos morfofuncionais apresente uma redução da sensibilidade das características

das comunidades em detrimento de uma abordagem baseada no inventariado específico.

A utilização das espécies mostrou-se mais adequada para analisar e comparar a estrutura das comunidades. O mais indicado é sempre que possível realizar os dois métodos de amostragem, pois ao relacionar as espécies às características de seus respectivos grupos morfofuncionais (e.g. potencial reprodutivo e de dispersão, estratégias de crescimento, palatabilidade e resistência a herbivoria, resistência ou flexibilidade ao impacto de ondas, resposta a estresses diversos etc.) é possível prever os mecanismos de estruturação das comunidades, suas possíveis respostas às modificações ambientais diversas, assim como as consequências para o ecossistema costeiro (Okuda *et al.* 2010).

As correlações entre as características topográficas dos substratos avaliados e o número de espécies não foram significativas. Diversos autores ressaltam que a composição e a distribuição das comunidades ao longo dos costões não dependem somente do substrato e dos níveis de maré, mas sim de um conjunto de fatores biológicos como recrutamento, herbivoria, pastagem, competição, dispersão de propágulos, entre outros (Coutinho 1995, Connolly & Roughgarden 1998, Coutinho & Zalmon 2009, Veiga *et al.* 2013). Desta maneira, para compreender a distribuição dos organismos nos costões rochosos, os fatores biológicos devem ser avaliados juntamente com os demais fatores físicos.

A metodologia empregada mostrou-se satisfatória quanto à utilização de grupos morfofuncionais para caracterização dos costões estudados, já que

estes representam uma visão geral da comunidade. Porém, foi inexata para avaliar a riqueza de espécies do costão, já que algumas espécies foram, observadas e coletadas fora das faixas dos transectos, portanto não sendo contabilizadas na presente análise (e.g. *Codium* sp. e *Sargassum* sp., ambos gêneros presentes em depressões, poças de maré e no mesolitoral inferior dos costões de Santa Catarina e Torres).

(ANEXO) Tabela 4.2. Lista de espécies encontradas nos locais avaliados, e seus grupos morfofuncionais correspondentes. Onde: Imb. = Imbituba, SC; Ita. = Itapirubá, SC; P. Cal = Praia da Cal, Torres – RS; Fur. = Morro das Furnas, Torres – RS; R.G. = molhes da Praia do Cassino, Rio Grande, RS; Pesq. = Pesqueiro, La Coronilla, Rocha – UY; C.V. = Cerro Verde, La Coronilla, Rocha – UY; RAM = Ramificada; FIF = Filamentosa; ROB = Robusta; LAM = Laminada; CÁL ART = Calcária Articulada; INC = Incrustante e (Epífita) = Algas encontradas sob o talo de outras espécies, observadas após análise em laboratório. (+) Presença, (-) ausência.

Espécies	SC		RS		RG	UY		Grupo Morfofuncional
	Imb.	Ita.	P. Cal.	Fur.	Molhes	Pesq.	C.V.	
Chlorophyceae								
<i>Blidingia marginata</i> (J.Agardh) P.J.L.Dangeard	-	-	-	-	x	-	x	LAM
<i>Bryopsis pennata</i> J.V.Lamouroux	x	x	-	x	-	-	-	FIF
<i>Bryopsis pennata</i> var. <i>leprieurii</i> (Kützing) Collins & Hervey	-	-	-	-	-	x	-	FIF
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C.Agardh	-	-	x	-	-	-	-	FIF
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing	x	-	-	x	-	x	-	FIF
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory de Saint-Vincent) Kützing	x	x	x	x	-	x	-	FIF
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing	x	x	-	-	-	x	-	FIF
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützing	x	-	-	-	-	-	-	FIF
<i>Cladophora conferta</i> P.L.Crouan & H.M.Crouan	-	-	-	-	-	x	-	FIF
<i>Cladophora flexuosa</i> (O.F.Müller) Kützing	-	-	-	-	-	x	-	FIF
<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützing	x	-	-	-	-	x	-	FIF
<i>Cladophora montagneana</i> Kützing	-	x	x	-	-	-	-	FIF
<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kützing	x	x	-	x	-	-	-	FIF
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing	x	-	-	-	-	-	-	FIF
<i>Cladophora</i> sp.	-	-	-	-	-	x	-	FIF
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) Hoek	x	x	x	x	-	-	x	FIF
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey	x	-	-	x	-	-	-	FIF
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C.Agardh	-	x	-	x	-	x	-	LAM
<i>Ulva compressa</i> Linnaeus	-	-	-	-	x	x	-	LAM
<i>Ulva fasciata</i> Delile	x	x	x	x	-	x	-	LAM
<i>Ulva flexuosa</i> subsp. <i>paradoxa</i> (C.Agardh) M.J.Wynne	-	-	-	-	-	x	x	LAM
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	x	x	x	x	x	x	-	LAM
<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus	-	-	-	-	x	x	x	LAM
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	x	x	x	x	-	x	-	LAM
<i>Ulva linza</i> Linnaeus	-	x	-	x	x	x	x	LAM

Tabela 4.2 – Continuação

Chlorophyceae	SC		RS		RG	UY		Grupo Morfofuncional
	Imb.	Ita.	P. Cal.	Fur.	Molhes	Pesq.	C.V.	
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	x	x	x	x	-	x	x	LAM
Phaeophyceae								
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier	x	x	-	-	-	-	-	RAM
<i>Ectocarpus intermedius</i> Kützing	-	-	-	-	-	x	-	FIF
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kützing) G.Hamel	x	x	x	x	-	-	-	FIF
<i>Feldmannia mitchelliae</i> (Harvey) H.-S.Kim	x	x	x	x	-	x	-	FIF
<i>Levringia brasiliensis</i> (Montagne) A.B.Joly	-	x	x	x	-	x	x	FIF
<i>Lobophora variegata</i> (J.V.Lamouroux) Womersley ex E.C.Oliveira	x	-	-	-	-	-	-	ROB
<i>Padina gymnospora</i> (Kützing) Sonder	x	-	-	-	-	-	-	ROB
<i>Petalonia fascia</i> (O.F.Müller) Kuntze	x	x	x	x	-	-	-	LAM
<i>Neoralfsia expansa</i> (J.Agardh) P.-E.Lim & H.Kawai ex Cormaci & G.Furnari	x	x	-	x	-	-	-	INC
<i>Sargassum cymosum</i> C. Agardh var. <i>cymosum</i>	-	x	-	-	-	-	-	ROB
<i>Sargassum cymosum</i> var. <i>nanum</i> E.de Paula & E.C.Oliveira	x	-	-	-	-	-	-	ROB
<i>Sargassum filipendula</i> C. Agardh var. <i>filipendula</i>	-	x	-	-	-	-	-	ROB
<i>Sargassum rigidulum</i> Kützing	x	-	-	-	-	-	-	ROB
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link	-	-	-	-	-	x	-	LAM
Rhodophyta								
<i>Acrochaetium globosum</i> Børgesen	x	x	-	-	-	-	-	FIF (Epífita)
<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli ex Kützing) Nägeli	-	x	-	-	-	-	-	FIF (Epífita)
<i>Aglaothamnion uruguayense</i> (W.R.Taylor) N.E.Aponte, D.L.Ballantine & J.N.Norris	-	x	-	-	-	-	-	FIF
<i>Aglaothamnion felipponei</i> (Howe) Aponte, Ballantine & J.N.Norris	x	-	-	-	-	-	-	FIF
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	x	x	-	-	-	-	-	CÁL ART
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V.Lamouroux	x	x	x	-	-	-	-	CÁL ART
<i>Arthrocardia variabilis</i> (Harvey) Weber-van Bosse	x	x	-	x	-	-	x	CÁL ART
<i>Bostrychia radicans</i> (Montagne) Montagne f. <i>radicans</i>	-	x	-	-	-	-	-	FIF
<i>Centroceras clavulatum</i> (C.Agardh) Montagne	x	x	x	x	-	-	-	FIF

Tabela 4.2 – Continuação

Rhodophyta	SC		RS		RG	UY		Grupo Morfofuncional
	Imb.	Ita.	P. Cal.	Fur.	Molhes	Pesq.	C.V.	
<i>Ceramium siliquosum</i> var. <i>lophophorum</i> (Feldman-Mazoyer) Serio	-	-	-	-	-	-	x	FIF
<i>Ceramium</i> sp.	-	-	-	-	-	x	-	FIF
<i>Ceramium brasiliense</i> A.B.Joly	-	x	-	x	-	-	-	FIF
<i>Ceramium brevizonatum</i> H.E.Petersen	-	-	-	x	-	-	-	FIF
<i>Ceramium dawsonii</i> A.B.Joly	-	x	-	x	-	-	-	FIF
<i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq	-	-	x	x	-	-	-	RAM
<i>Chondracanthus elegans</i> (Greville) Guiry	x	-	x	-	-	-	-	RAM
<i>Colaconema codicola</i> (Børgesen) H.Stegenga, J.J.Bolton, & R.J.Anderson	x	-	-	-	-	-	-	FIF
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	x	x	-	x	-	-	-	CÁL ART
<i>Cryptopleura ramosa</i> (Hudson) L.Newton	x	x	-	-	-	x	-	LAM
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	x	x	x	x	-	-	x	FIF (Epífita)
<i>Gastroclonium parvum</i> (Hollenberg) C.F.Chang & B.M.Xia	-	-	x	-	-	-	-	RAM
<i>Gelidium crinale</i> (Hare ex Turner) Gaillon	-	x	x	x	-	x	-	RAM
<i>Gelidium floridanum</i> W.R.Taylor	x	-	-	x	-	x	-	RAM
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	-	-	x	-	-	-	-	RAM
<i>Grateloupia cuneifolia</i> J.Agardh	x	x	x	x	-	x	-	RAM
<i>Grateloupia filicina</i> (J.V.Lamouroux) C.Agardh	-	-	x	-	-	-	-	RAM
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i> (Turner) Martius	x	x	x	x	-	x	-	RAM
<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini	-	-	-	-	x	-	x	INC
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V.Lamouroux	x	x	x	x	-	-	-	RAM
<i>Hypnea spinella</i> (C.Agardh) Kützing	-	x	-	x	-	-	-	RAM
<i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux	x	x	-	x	-	-	-	CÁL ART
<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	x	x	x	x	-	-	-	CÁL ART
<i>Jania sagittata</i> (J.V.Lamouroux) Blainville	-	x	-	-	-	-	-	CÁL ART
<i>Jania</i> sp.1	x	-	-	-	-	-	-	CÁL ART
<i>Jania unguolata</i> (Yendo) Yendo	x	x	-	-	-	-	-	CÁL ART
<i>Jania verrucosa</i> J.V.Lamouroux	x	-	-	-	-	-	-	CÁL ART
<i>Lithophyllum</i> sp.	-	-	-	x	-	-	-	INC

Tabela 4.2 – Continuação

Rhodophyta	SC		RS		RG	UY		Grupo Morfofuncional
	Imb.	Ita.	P. Cal.	Fur.	Molhes	Pesq.	C.V.	
<i>Nemalion elminthoides</i> (Velley) Batters	-	x	x	-	-	-	-	FIF
<i>Nitophyllum punctatum</i> (Stackhouse) Greville	x	-	-	-	-	x	-	LAM (Epífita)
<i>Plocamium brasiliense</i> (Greville) M.A.Howe & W.R.Taylor	x	x	-	-	-	-	-	RAM
<i>Pneophyllum fragile</i> Kützing	-	-	-	x	-	-	-	INC (Epífita)
<i>Polysiphonia decussata</i> Hollenberg	-	x	-	-	-	-	-	FIF
<i>Polysiphonia foetidissima</i> Cocks ex Bornet	x	x	x	x	-	x	-	FIF
<i>Polysiphonia howei</i> Hollenberg	x	-	x	-	-	-	-	FIF
<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harvey	x	x	x	x	-	x	-	FIF
<i>Polysiphonia subtilissima</i> Montagne	x	x	x	x	x	x	x	FIF
<i>Polysiphonia virgata</i> (C.Agardh) Sprengel	-	-	x	x	-	x	-	FIF
<i>Porphyra atropurpurea</i> (Olivi) De Toni	-	x	-	-	-	-	-	LAM
<i>Porphyra pujalsiae</i> Coll & E.C.Oliveira	-	x	-	-	x	x	x	LAM
<i>Porphyra rizzinii</i> Coll & E.C.Oliveira	-	-	-	x	-	x	-	LAM
<i>Porphyra</i> sp.1	x	-	-	-	-	-	-	LAM
<i>Porphyra spiralis</i> var. <i>amplifolia</i> E.C.Oliveira & Coll	-	x	-	-	-	-	-	LAM
<i>Pterocladia capillacea</i> (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand	-	x	-	x	-	-	-	RAM
<i>Pterosiphonia parasitica</i> (Hudson) Falkenberg	-	x	-	-	-	-	-	FIF
<i>Pterosiphonia parasitica</i> var. <i>australis</i> A.B.Joly & Cordeiro-Marina	x	-	-	-	-	-	-	FIF
<i>Pterosiphonia pennata</i> (C.Agardh) Sauvageau	x	x	-	-	-	-	-	FIF
<i>Pyropia acanthophora</i> (E.C.Oliveira & Coll) M.C.Oliveira, D.Milstein & E.C.Oliveira	x	x	x	x	-	x	-	LAM
<i>Pyropia leucosticta</i> (Thuret) Neefus & J.Brodie	-	-	-	x	-	x	-	LAM
<i>Sahlingia subintegra</i> (Rosenvinge) Kornmann	-	x	x	x	-	-	-	INC (Epífita)
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K.M.Drew	x	x	-	-	-	-	-	FIF (Epífita)
Total de spp.	54	57	33	44	8	36	14	

LITERATURA CITADA

- BALATA, D, L PIAZZI & F RINDI. 2011. Testing a new classification of morphological functional groups of marine macroalgae for the detection of responses to stress. *Mar. Biol.*158:2459-2469.
- BANDEIRA-PEDROSA, ME, SMB PEREIRA, ZL BOUZON & EC OLIVEIRA. 2004. *Halimeda cuneata* (Bryopsidales, Chlorophyta) a new record for the Atlantic Ocean. *Phycol.* 43(1): 50-57.
- BAPTISTA, LRM. 1974. Flora Marinha de Torres. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 277p.
- BEARDALL, J, S BEER, & JA RAVEN. 1998. Biodiversity of marine plants in an arc of climate change: some predictions based on physiological performance. *Bot. Mar.*, 4: 113-123.
- BENEDETTI-CECCHI, L. 2001. Variability in abundance of algae and invertebrates at different spatial scales on rocky sea shores. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 215: 79-92.
- BORASO DE ZAIXSO, A. 2004. Chlorophyta marinas de la Argentina. *Hist. Nat.*, 2(3): 95-119.
- BORASO DE ZAIXSO, A. 2013. Elementos para el estudio de las macroalgas de Argentina. (Colab.). JM ZAIXSO. Comodoro Rivadavia, Universitaria de la Patagonia. 204p.
- BOURGET, E, J DEGUISE & G DAIGLE. 1994. Scales of substratum heterogeneity, and the early establishment of a community structural complexity, marine epibenthic. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 181: 31-51.

- BOUZON, JL, JP SALLES, Z BOUZON & PA HORTA. 2006. Aspectos florísticos e fitogeográficos das macroalgas marinhas das baías da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Insula*, 35: 69-84.
- BOUZON, JL. 2011. Biodiversidade, estrutura espacial e conectividade das comunidades bênticas de substrato consolidado das ilhas costeiras de SC: implicações para conservação. Tese de doutorado, Universidade Federal Do Paraná, Brasil. 111p.
- BROOM, JE, WA NELSON, C YARISH, WA JONES, RA ROSAS, & LEA ROSAS. 2002. A reassessment of the taxonomic status of *Porphyra suborbiculata*, *Porphyra carolinensis* and *Porphyra lilliputiana* (Bangiales, Rhodophyta) based on molecular and morphological data. *Europ. Journ. of Phycol.*, 37(2): 227-235.
- CALLIARI, L, RP CUNHA, & JAF ANTIQUERA. 2010. Geomorfologia e Dinâmica Sedimentar. In: SEELIGER, U & C ODEBRECHT (ed.). O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações. FURG, Rio Grande, Cap. 3: 31-39.
- CAMPOS, EJD, AR PIOLA, RP MATANO & JL MILLER. 2008. Plata: A synoptic characterization the southwest Atlantic shelf under influence of the Plata River and Patos Lagoon outflows. *Cont. Shelf Res.*, 28: 1551-1555.
- CAPITOLI, RR. 1998. Bentos da plataforma continental. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO (ed.). Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. *Ecoscientia*, Rio Grande, Cap. 6.11: 131-133.

- CASSANO, V, MC OLIVEIRA, MC GIL-RODRÍGUEZ, A SENTÍES, J DÍAZ-LARREA & MT FUJII. 2012. Molecular support for the establishment of the new genus *Laurenciella* within the *Laurencia* complex (Ceramiiales, Rhodophyta). *Bot. Mar.* 55: 349-357.
- CHAPIN III, FS, BH WALKER, RJ HOBBS, DU HOOPER, JH LAWTON, OE SALA & D TILMAN. 1997. Biotic control over the functioning of ecosystems. *Scien.*, 277: 500-504.
- COLL, J & EC OLIVEIRA. 1999. The benthic marine algae of Uruguay. *Bot. Mar.*, 42: 129-135.
- COLL, JF. 1976. Algas marinhas bentônicas do Uruguai. Tese de Doutorado, Depto. de Botânica da Universidade de São Paulo, 191p.
- CONNOLLY, SR & DJ ROUGHGARDEN. 1998. A Latitudinal Gradient in Northeast Pacific Intertidal Community Structure: Evidence for an Oceanographically Based Synthesis of Marine Community Theory. *Am. Nat.*, 151: 311-326.
- COPERTINO, M & U SEELIGER. 2010. Habitats de *Ruppia marítima* e de macroalgas. In: SEELIGER, U. & C ODEBRECHT (ed.). O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações. FURG, Rio Grande, Brasil, Cap. 8: 91-98.
- CORDEIRO-MARINO, M. 1978. Rodofíceas bentônicas marinhas do Estado de Santa Catarina. São Paulo, Rickia. 243p.
- CORMACI, M. 2008. Feldmann index. In: JORGENSEN, SE & BD FATH. (ed.). Encyclopedia of Ecology. Newnes: 1544-1547.

- COTO, ACSP & D PUPO. 2009. Flora ficológica do Estado de São Paulo. Vol. 3. Ulvophyceae. São Carlos, Rima. 86p.
- COUTINHO, R & IR ZALMON. 2009. O bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, RC & A SOARES-GOMES (org.). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro, Interciência, Cap. 11: 281-297.
- COUTINHO, R & U SEELIGER. 1986. Seasonal occurrence and growth of benthic algae in the Patos Lagoon Estuary, Brazil. *Estuar. Coast. and Shelf Scien.*, 23: 889-900.
- COUTINHO, R. 1982. Taxonomia, distribuição, crescimento temporal, reprodução e biomassa de algas bentônicas no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 232 p.
- COUTINHO, R. 1995. Avaliação das causas da zonação de organismos bentônicos em costões rochosos. *Oecolog. Brasil.*, 1: 259-271.
- CROWLEY, PH 1992. Resampling methods for computationintensive data analysis in ecology and evolution. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 23: 405-447.
- CUNHA, SR, J NASCIMENTO, GB LIMA, G ZACHARJASIEWICZ, DEV CRESTANI, JR LL MAFRA, FD PAZETO, F SANT'ANA & CSB COSTA. 1999. Distribuição e biomassa de macroalgas em um manguezal da Baía da Babitonga, SC. *FACIMAR.*, 3: 1-15.
- EICHLER, PPB, AR RODRIGUES, BB EICHLER, ES BRAGA & EJD CAMPOS. 2012. Tracing latitudinal gradient, river discharge and water masses along the subtropical South American coast using benthic Foraminifera assemblages. *Braz. J. Biol.*, 72 (3): 723-759.

- ELLIS, DV. 2003. Rocky shore intertidal zonation as a means of monitoring and assessing shoreline biodiversity recovery *Mar. Pollut. Bull.*, 46: 305-307.
- FAVERI, C, F SCHERNER, J FARIAS, EC DE OLIVEIRA & PA HORTA. 2010. Temporal changes in the seaweed flora in Southern Brazil and its potential causes. *Pan-Amer. Jour. of Aquat. Scien.*, 5(2): 350-357.
- FELDMANN, J. 1937. Recherches sur la vegetation marine de la Méditerranée. La cote dês Alberes. *Revue Algologique.*, 10: 1-339.
- FLOETER, SR & A SOARES-GOMES. 1999. Biogeographic and species richness patterns of Gastropoda on the southwestern Atlantic. *Rev. Brasil. Biol.*, 59(4): 567-575.
- FLOETER, SR, A SOARES-GOMES & E HAJDU. 2009. Biogeografia marinha. In: PEREIRA, RC & A SOARES-GOMES (org.). *Biologia Marinha*. Interciência, Rio de Janeiro, Cap. 18: 421-441.
- GUIMARÃES, SMPB, MT FUJII, D PUPO & NS YOKOYA. 2004. Reavaliação das características morfológicas e suas implicações taxonômicas no gênero *Polysiphonia sensu lato* (Ceramiales, Rhodophyta) do litoral dos Estados de São Paulo e Espírito Santo, Brasil. *Rev. Brasil. Bot.*, 27(1): 163-183.
- GUIRY, MD & GM GUIRY. 2014. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; Acesso em 25 nov. 2014.

- HAMMER, Ø, DAT HARPER, PD RYAN. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleont. Electr.*, 4(1): 9p. Disponível em: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm Acesso em: 28 de Nov. de 2014.
- HAMMER, Ø. 2001-2012. Paleontological Statistics - Version 2.16. Manual de Referência. DODONOV, P. (trad.). REIS, MG (rev.). Natural History Museum University of Oslo. 189p.
- HARLEY, CDG, KM ANDERSON, KW DEMES, JP JORVE, RL KORDAS, TA COYLE & MH GRAHAM. 2012. Effects of climate change on global seaweed communities. *Journ. Phycol.* 48: 1064-1078.
- HORTA, PA, E AMANCIO, CS COIMBRA & EC OLIVEIRA. 2001. Distribuição e origem das macroalgas marinhas. *Hoeh.*, 28(3): 243-265.
- HORTA, PA, T VIEIRA-PINTO, CDL MARTINS, MN SISSINI, F RAMLOV, C LHULLIER, F SCHERNER, PF SANCHES, JN FARIAS, E BASTOS, JL BOUZON, P MUNOZ, E VALDUGA, NP ARANTES, MB BATISTA, P RIUL, RS ALMEIDA, E PAES, A FONSECA, EP SCHENKEL, L RORIG, Z BOUZON, JB BARUFI, P COLEPICOLO, N YOKOYA, MS COPERTINO & EC OLIVEIRA. 2012. Evaluation of impacts of climate change and local stressors on the biotechnological potential of marine macroalgae: a brief theoretical discussion of likely scenarios. *Rev. bras. farmacogn.*, 22(4): 768-774.

- HURD, CL, PJ HARRISON, K BISHOF & CS LOBBAN. 2014. *Seaweed Ecology and Physiology*. Second Edition. Cambridge, Cambridge University Press. 551p.
- IBGE. 2005. Vamos compreender o Brasil. 4ª ed. Rio de Janeiro. 104p.
- JOLY, AB. 1957. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da baía de Santos e arredores. *Bolm. Bot.*, 14: 7-26.
- JOLY, AB. 1964. Extensão da flora marinha tropical no sul do Brasil. *Mar del Plata, Boln Inst. Biol. Mar.*, 7: 11-15.
- JOLY, AB. 1967. Gêneros de algas marinhas da Costa Atlântica Latino-Americana. São Paulo, USP. 464p.
- JUANES, JA, X GUINDA & JA REVILLA. 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status os coastal rocky communities in the Atlantic. *Ecol. Indic.*, 8: 351-359.
- KERSWELL, AP. 2006. Global biodiversity patterns of benthic marine algae . *Ecology*, 87: 2479-2488.
- KOHLER, KE & SM GILL. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Comput. Geoscien.*, 32: 1259-1269.
- LÉLIS, R.J.F. 2003. Variabilidade da linha de costa oceânica adjacente às principais desembocaduras do Rio Grande do Sul. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Rio Grande, Brasil, 117 p.

- LERCARI D & O DEFEO. 2006. Efectos del Canal Andreoni en playas de Rocha: deterioro ambiental y su efecto en la biodiversidad. In: MENAFRA, R, L RODRÍGUEZ-GALLEGO, F SCARABINO & D CONDE (ed.). Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. 631-636.
- LIMA, SF, LESB ALMEIDA & EE TOLDO JR. 2001. Estimate of longshore sediments transport from waves data to the Rio Grande do Sul coast. *Pesq. em Geociên.*, 48(2): 99-107.
- LITTLE, C & JA KITCHING. 1996. The biology of rock shores. Oxford University Press, New York. 240p.
- LITTLER, MM & DS LITTLER. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *Amer. Nat.*, 116: 25-43.
- LOBBAN, CS & PJ HARRISON. 1997. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge University Press, New York. 366p.
- LUNING, K. 1990. Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology. J. Wiley, New York. 527p.
- MARENGO, J & CC CAMARGO. 2007. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. *Intern. Jour. of Climat.*, 28: 893-904.
- MASI, BP & IR ZALMON. 2008. Zonação de comunidade bêntica do entremarés em molhes sob diferente hidrodinamismo na costa norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. de Zool.*, 25 (4): 662-673.

- MATEO-CID, LE, AC MENDOZA-GONZÁLEZ, LE AGUILAR-ROSAS, R AGUILAR-ROSAS. 2013. Occurrence and distribution of the genus *Jania* J. V. Lamouroux (Corallinales, Rhodophyta) in the Pacific Coast of Baja California and Gulf of California, Mexico. *Amer. Jour. of Plant Scien.*, 4: 1-13.
- MATOS, CHC & CRF OLIVEIRA. 1999. Macroalgas marinhas bentônicas da praia de Candeias, Jaboatão dos Guararapes-PE. In: 8º Congr. Nordeste de Ecol. Recife, PE. Resumos: 104-105.
- MILSTEIN, D & MC DE OLIVEIRA. 2005. Molecular phylogeny of Bangiales (Rhodophyta) based on small subunit rDNA sequencing: emphasis on Brazilian *Porphyra* species. *Phycol.*, 44(2): 212-221.
- MIRANDA, TP & AC MARQUES. 2011. Abordagens atuais em biogeografia marinha. *Rev. da Biol.*, Vol. Espec. Biogeografia: 41-48.
- MOURA, CWN & SMPB GUIMARÃES. 2002. O gênero *Cheilosporum* (Decaisne) Zanardi (Corallinales, Rhodophyta) no litoral do Brasil. *Rev. Brasil. de Bot.*, 25(1): 65-77.
- MUELLER-DOMBOIS, D & H ELLENBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, John Wiley.
- NASSAR, C. 2012. Macroalgas marinhas do Brasil: Guia de campo das principais espécies. Rio de Janeiro, Technical Books. 178p.
- NAUER, F, V CASSANO & MC OLIVEIRA. 2014. 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). *J. Appl. Phycol.*: 1-13.

- NIZAMUDDIN, M. 1970. Phytogeography of the Fucales and their Seasonal Growth. *Bot. Mar.*, 13: 131-139.
- ODEBRECHT, C, M BERGESCH, S MEDEANIC & PC ABREU. 2010. A comunidade de microalgas. In: SEELIGER, U & C ODEBRECHT (ed.). O estuário da Lagoa dos Patos: um século de Transformações. FURG, Rio Grande, Cap. 5: 11-13.
- OKUDA, T, T NODA, T YAMAMOTO, M HORI & M NAKAOKA. 2010. Contribution of environmental and spatial processes to rocky intertidal metacommunity structure. *Acta Oecolog.*, 36(4): 413-422.
- OLIVEIRA FILHO, EC. 1977. Algas Marinhas Bentônicas do Brasil. Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, Brasil, 407p.
- OLIVEIRA, EC, PA HORTA, E AMANCIO & CLS ANNA. 2001. Algas e angiospermas marinhas bêmicas do litoral brasileiro. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (org.). Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil, RJ.
- ORFANIDIS, S, S HADITONIDIS & I TSEKOS. 1996. Temperature requirements of *Scytosiphon lomentaria* (Scytosiphonales, Phaeophyta) from the Gulf of Thessaloniki, Greece, in relation to geographic distribution. *Helgol/inder Meeresunters.*, 50: 15-24.
- PALACIO, FJ. 1982. Revisión zoogeografica marina del sur del Brasil. *Bolm Inst. Ocean.*, 31(1): 69-92.
- PHILLIPS, JC, GA KENDRICK & PS LAVERY. 1997. A test of a functional group approach to detecting shifts in macroalgal communities along a disturbance gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 153:125-138.

- PIAZZI, L, G PARDI, D BALATA, E CECCHI & F CINELLI. 2002. Seasonal dynamics of a subtidal North-Western Mediterranean macroalgal community in relation to depth and substrate inclination. *Bot. Mar.*, 45: 243-252.
- PIOLA, AR, EJD CAMPOS, OO MÖLLER Jr., M CHARO & CM MARTINEZ. 2000. Subtropical shelf front off eastern South America. *J. Geoph. Res.*, 105: 6566-6578.
- PIVEL, MAG. 2009. Reconstrução da hidrografia superficial do Atlântico Sul Ocidental desde o Último Máximo Glacial a partir do estudo de foraminíferos planctônicos. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 162p.
- PRESKITT, LB, PS VROOM & CM SMITH. 2004. A Rapid Ecological Assessment (REA) quantitative survey method for benthic algae using photoquadrats with scuba. *Pacif. Scien.*, 58, 201-209.
- PUPO, D. LC OURIQUES, MT FUJII, SMPB GUIMARÃES & NS YOKOYA. 2011. Marine Benthic Algae from Santa Catarina State, Southern Brazil. *Bol. Inst. Bot.*, 20.
- REZENDE, CE, LD DE LACERDA, E BERNINI, CAR SILVA, ARC OVALLE & GTA. 2009. Ecologia e Biogeoquímica de manguezal. In: PEREIRA, RC & A SOARES-GOMES (org.). *Biologia Marinha*. Interciência, Rio de Janeiro, Cap. 15: 361-382.

- ROCHA-JORGE, R, V CASSANO, MB BARROS-BARRET, J DÍAZ-LARREA, A SENTÍES, MC GIL-RODRÍGUEZ & MT FUJII. 2013. *Osmundea sanctarum* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) from the southwestern Atlantic Ocean. *Phytotaxa* 100 (1): 41-56.
- RUSSEL, BD, IJ THOMPSON, LJ FALKENBERG & SD CONNEL. 2009. Synergistic effects of climate change and local stressors: CO₂ and nutrient-driven change in subtidal rocky habitats. *Glob. Chan. Biol.*, 15: 2153-2162.
- SANTELICES, B, JJ BOLTON & I MENESES. 2009. Marine algal communities. In: WITMAN, JD & K ROY. *Marine Macroecology*. University of Chicago Press, Chicago, Chap. 6: 153-194.
- SCHERNER, F, JB BARUFI, & PA HORTA. 2012. Photosynthetic response of two seaweeds species along an urban pollution gradient: Evidence of selection of pollution-tolerant species. *Mar. Poll. Bull.*, 64: 2380-2390.
- SEELIGER, U & C ODEBRECHT 2010. O estuário da Lagoa dos Patos: um século de Transformações. FURG, Rio Grande. 180p.
- SEELIGER, U. 2004. Catchment-lagoon-estuary-coast interactions of the Patos-Mirim System, South Brazil. In: LACERDA LD, RE SANTELLI, EK DUURSMA & JJ ABRÃO (ed.). *Environmental Geochemistry in Tropical and Sub-tropical Environments*. Springer-Verlag, Heidelberg: 19-27.
- SEELIGER, U. 2010. Introdução. In: SEELIGER, U & C ODEBRECHT (ed.). *O estuário da Lagoa dos Patos: um século de Transformações*. FURG, Rio Grande. Introd.: 11-13.

- SILVA, JF, SLO MACHADO, MA OLIVEIRA, R ZANELLA, L RECK, M DURIGON, AP CASSOL & AL DOMINGUES. 2012. Estratégias adaptativas de diatomáceas epilíticas em substrato natural, Arroio do Veado, Arroio Grande, RS. XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão. Santa Maria, RS: Centro Universitário Franciscano. 3.
- STEFFENSEN, DA. 1976a. The effect of nutrient enrichment and temperature on the growth in culture of *Ulva lactuca* L.. *Aquat. Bot.*, 2: 337-351.
- STEFFENSEN, DA. 1976b. Morphological variation of *Ulva* in the Avon-Heathcote Estuary, Christchurch, New Zealand. *Jour. of Mar. and Freshwat. Resear.*, 10(2): 329-341.
- STENECK, RS & MN DETHIER. 1994. A functional group approach to the structure of algaldominated communities *Oikos.*, 69: 476-498.
- SUTHERLAND, JE, SC LINDSTROM, WA NELSON, J BRODIE, MD LYNCH, MS HWANG, HG CHOI, M MIYATA, N KIKUCHI, MC OLIVEIRA, T FARR, C NEEFUS, A MOLS-MORTENSEN, D MILSTEIN & KM MÜLLER. 2011. A new look at an ancient order: generic revision of the Bangiales (Rhodophyta). *Jour. of Phycol.*, 47(5): 1131-1151.
- THOMAS, DN. 2002. Seaweeds. Washigton, Insitution Press, & London, The Natural history Museum. 96 p.
- TOMAZELLI, L. & J VILLWOCK. 1992. Considerações sobre o ambiente praial e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesq. em Geociên.*, 19(1): 3-12.

- TOMAZELLI, L. 1993. Regime dos ventos e taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesq. em Geociên.*, 20(1): 18-26.
- VALENTIN, JL. 2000. Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro, Interciência. 154p.
- VEIGA, P, M RUBAL, R VIEIRA, F ARENAS & I SOUSA-PINTO. 2013. Spatial variability in intertidal macroalgal assemblages on the North Portuguese coast: consistence between species and functional group approaches. *Helgol. Mar. Res.*, 67: 191-201.
- WERNBERG, T, BD RUSSELL, MS THOMSEN, CFD GURGEL, CJA BRADSHAW, ES POLOCZANSKA & SD CONNELL. 2011. Seaweed Communities in Retreat from Ocean Warming. *Curr. Biol.*, 21: 1828-1832.
- WON, BY, TO CHO & S FREDERICQ. 2009. Morphological and molecular characterization of species of the genus *Centroceras* (Ceramiaceae, Ceramiales), including two new species. *Journ. Phycol.*, 45: 227–250.
- WYNNE, MJ. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia Beiheft*, 140: 166 p.
- YONESHIGUE-VALENTIN, Y & JL VALENTIN. 1992. Macroalgae of the Cabo Frio. Upwelling region, Brazil: ordination of communities. In: SEELIGER, U. (ed.). Coastal plant communities of Latin America. Academic Press, San Diego. 31-50.