



Susana de Fátima Preciso Celestino

Licenciada em Biologia

**Distribuição de macroalgas nativas e
exóticas no substrato duro subtidal do
porto de Sines**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ecologia, gestão e modelação de recursos marinhos

Orientador: Prof. Doutor Rui Santos, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade do Algarve

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Helena Ribeiro Costa
Arguente: Prof. Doutor Ricardo Alexandre Perdiz de Melo
Vogal: Prof. Doutora Maria Paula Oliveira Sobral
Vogal: Prof. Doutora Maria Teresa Calvão Rodrigues



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Mai 2013



Susana de Fátima Preciso Celestino

Licenciada em Biologia

**Distribuição de macroalgas nativas e
exóticas no substrato duro subtidal do
porto de Sines**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ecologia, gestão e modelação de recursos marinhos

Orientador: Prof. Doutor Rui Santos, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade do Algarve

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Helena Ribeiro Costa
Arguente: Prof. Doutor Ricardo Alexandre Perdiz de Melo
Vogal: Prof. Doutora Maria Paula Oliveira Sobral
Vogal: Prof. Doutora Maria Teresa Calvão Rodrigues



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Maio 2013

Distribuição de macroalgas nativas e exóticas no substrato duro subtidal do porto de Sines

“Copyright” de Susana de Fátima Preciso Celestino, da FCT/UNL e da UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologias e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor Rui Santos, pela ideia inicial, pela orientação, pela disponibilidade e pela paciência que sempre teve.

Ao Prof. Doutor João Castro e à Prof. Doutora Teresa Cruz, por todos os ensinamentos, apoios e amizade incondicional.

À Doutora Estibaliz Berecibar, pelo entusiasmo contagiante, pela alegria da descoberta, por toda a ajuda e disponibilidade constante.

À Sónia Sousa e ao Rui Nunes, por tornarem os mergulhos de amostragem em momentos inesquecíveis e sempre divertidos.

Ao Ciemar e a todos os Ciemarences que fazem dele o sítio que é...

À Sónia, por ter entrado nesta aventura comigo e pela constante boa disposição.

À “madrinha” Madalena, pela porta sempre aberta e pela guarida em muitas noites.

À Filomena Gomes do DCEA, pela ajuda e disponibilidade nos momentos críticos das inscrições.

Aos Amigos de Sines, aos Pocinhences e aos *novos* Amigos!

Ao Pai, à Mãe e ao Gu por sempre me apoiarem.

À Ali, por ter “reaparecido”, por ter estado comigo em dias difíceis e por me ter obrigado a trabalhar...

RESUMO

Tendo em conta o potencial impacto de espécies introduzidas em ambientes marinhos, observações de algas exóticas realizadas em estudos anteriores sobre o substrato duro subtidal do Porto de Sines e o facto de este porto ter um intenso tráfego marítimo que inclui navios e outras embarcações provenientes de diversas regiões longínquas, foi estudada a abundância e distribuição de macroalgas exóticas em substratos duros subtidais do porto de Sines, dando especial atenção à macroalga exótica *Asparagopsis taxiformis* e incluindo o estudo da distribuição de macroalgas nativas.

A amostragem deste estudo foi realizada em mergulho com escafandro autónomo e decorreu no Verão de 2004.

Com o objectivo de estudar a abundância e a distribuição espacial de *A. taxiformis*, foi feita uma procura exaustiva desta espécie a uma profundidade de 3 a 10 m em 9 áreas dentro do porto de Sines. Esta espécie foi encontrada com maior abundância no porto de recreio, onde foi estimada quantitativamente a sua percentagem de cobertura, sem recurso a amostragem destrutiva.

Com vista ao estudo da distribuição espacial de algas exóticas e nativas no porto de Sines, foram amostradas 6 áreas a uma profundidade de 3 a 6 m. Em cada área, foi amostrada destrutivamente a cobertura de macroepibentos.

A alga exótica *Asparagopsis taxiformis* apenas foi encontrada em duas das nove áreas amostradas. Foi no porto de Recreio que a sua abundância foi mais elevada atingindo, no máximo, 24% de cobertura.

No estudo da distribuição espacial de macroalgas exóticas e nativas, foram encontradas três espécies exóticas: *Antithamnionella ternifolia*, *Colpomenia peregrina* e *Falkenbergia rufolanosa*. Neste estudo, as análises multivariadas da estrutura de comunidades de macroalgas revelaram diferenças significativas entre as áreas.

Excepto no caso da alga *C. peregrina*, em que atividades de aquacultura terão sido as principais responsáveis pela sua introdução na costa portuguesa, os vectores de introdução de *A. ternifolia*, *A. taxiformis* e *F. rufolanosa* nesta costa deverão estar relacionados com a utilização de navios e outras embarcações.

Termos chave: macroalgas exóticas, *Asparagopsis taxiformis*, porto de Sines.

ABSTRACT

Considering the potential impact of introduced species in marine environments, the observation of exotic algae in previous studies made in port of Sines subtidal hard substrate and that this port has an intense maritime traffic that includes ships and other vessels from various distant regions, was studied the abundance and distribution of port of Sines subtidal hard substrate exotic seaweeds, giving particular attention to the exotic macroalga *Asparagopsis taxiformis* and including the study of native seaweeds distribution.

Sampling of this study was performed on scuba diving and took place in the summer of 2004.

With the purpose of study the abundance and spatial distribution of *A. taxiformis*, a comprehensive search was made to this specie in a depth between 3 and 10 meters in 9 areas of the port of Sines. *A. taxiformis* was found more abundantly in leisure port, where its coverage percentage was quantitatively estimated, without destructive sampling.

With the purpose of study the native and exotic algae spatial distribution in the port of Sines, 6 areas were sampled at a depth of 3 to 6 meters. In each area, macroepibenthos coverage was destructively sampled. The exotic algae *Asparagopsis taxiformis* was found only in two of the nine areas sampled. In leisure port, its abundance was higher, reached a maximum of 24% coverage.

In the spatial distribution study of native and exotic seaweeds, three exotic species were found: *Antithamnionella ternifolia*, *Colpomenia peregrina* and *Falkenbergia rufolanosa*. In this study, the seaweeds communities' structure multivariate analyses showed significant differences between the areas.

Except in the case of the algae *C. peregrina*, where aquaculture activities should have been the primary responsible for their introduction into the Portuguese coast, the introduction of *A. ternifolia*, *A. taxiformis* and *F. rufolanosa* in Portuguese coast should be related to the use of ships and other vessels.

Keywords: exotic macroalga, *Asparagopsis taxiformis*, port of Sines.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS.....	1
2.	METODOLOGIA.....	5
2.1.	Distribuição e abundância de <i>Asparagopsis taxiformis</i>	5
2.2.	Distribuição de macroalgas exóticas e nativas.....	8
2.2.1.	Amostragem.....	8
2.2.2.	Análise de dados	10
3.	RESULTADOS.....	11
3.1.	Distribuição e abundância de <i>Asparagopsis taxiformis</i>	11
3.2.	Distribuição de macroalgas exóticas e nativas.....	12
3.2.1.	Número de taxa	12
3.2.2.	Presença/ausência	15
4.	DISCUSSÃO	19
	BIBLIOGRAFIA	22
	ANEXO 1 – Macroalgas observadas em substratos duros subtidais do Porto de Sines (presente trabalho; espécies exóticas sublinhadas).....	25
	ANEXO 2 – Deslocações no mar realizadas com o apoio da Administração do Porto de Sines.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização estratégica do porto de Sines, no cruzamento das principais rotas marítimas internacionais (Fonte: http://www.portodesines.pt/pls/portal/go).....	1
Figura 2: Número de navios nacionais e estrangeiros que se movimentaram no porto de Sines entre 1983 e 2008 (Fonte: http://www.portodesines.pt).....	2
Figura 3: Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV).....	3
Figura 6: Localização das áreas de amostragem do estudo de abundância e distribuição de macroalgas exóticas e nativas no porto de Sines: M3 - molhe adjacente ao posto 3 do Terminal de Granéis Líquidos; P3 - paredes verticais do posto 3 deste terminal; M5 - molhe adjacente ao posto 5 do mesmo terminal; P5 - paredes verticais do posto 5 deste terminal; PR1 e PR2 - parte interna do molhe do Porto de Recreio (a partir de imagens obtidas em Google Earth).....	9
Figura 7: Amostragem destrutiva de macroepibentos de substrato duro subtidal realizada numa área de 25x25 cm (sequência com início na imagem da esquerda).....	9
Figura 8: Abundância de <i>Asparagopsis taxiformis</i> ao longo da parte interna do molhe do Porto de Recreio de Sines (variou entre 4 e 24% de cobertura).....	11
Figura 9: Número médio (+ erro padrão) de taxa de macroalgas nativos e exóticos encontrados em seis áreas do Porto de Sines (P3, P5, M3, M5, PR1 e PR2; ver Figura 6) mediante amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004.	14
Figura 10: Resultado da análise de ordenação por MDS das réplicas amostradas em cada área, considerando os dados de presença/ausência dos taxa de macroalgas identificados em seis áreas do Porto de Sines (P3, P5, M3, M5, PR1 e PR2; ver Figura 6) mediante amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004.....	17
Figura 11: Variação mensal da temperatura (°C) média da água do mar superficial registada na bóia ondógrafo de Sines entre 1997 e 2006 (dados cedidos pela Administração do Porto de Sines; todos os valores medidos foram inferiores a 9°C).....	19

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Ocorrência de <i>taxa</i> de macroalgas em seis áreas do porto de Sines (P3, P5, M3, M5, PR1 e PR2; ver Figura 5) verificada através de amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004 (x- ocorrência; espécies exóticas sublinhadas; ordem alfabética)	12
Tabela 2: Resultados da análise de PERMANOVA do número médio de <i>taxa</i> de macroalgas observado em diferentes áreas do Porto de Sines mediante amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004.....	15
Tabela 3: Resultados dos testes de comparação múltipla referentes ao número médio de <i>taxa</i> de macroalgas (ver Tabela 2; foram utilizados testes de Monte Carlo).....	15
Tabela 4: Resultados da análise de PERMANOVA dos dados de presença/ausência de <i>taxa</i> de macroalgas obtidos em diferentes áreas do porto de Sines mediante amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004.....	16
Tabela 5: Resultados dos testes de comparação múltipla referentes aos dados de presença/ausência de <i>taxa</i> de macroalgas (ver Tabela 4; foram utilizados testes de Monte Carlo)..	16

1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

O porto de Sines é um porto de águas profundas, de fundos naturais, com terminais especializados que permitem o movimento de diferentes tipos de mercadorias. A sua construção teve início em 1973 e entrou em exploração em 1978. O porto de Sines situa-se a 37° 57' de latitude Norte e a 08° 52' de longitude Oeste, a 58 milhas marítimas a Sul de Lisboa.

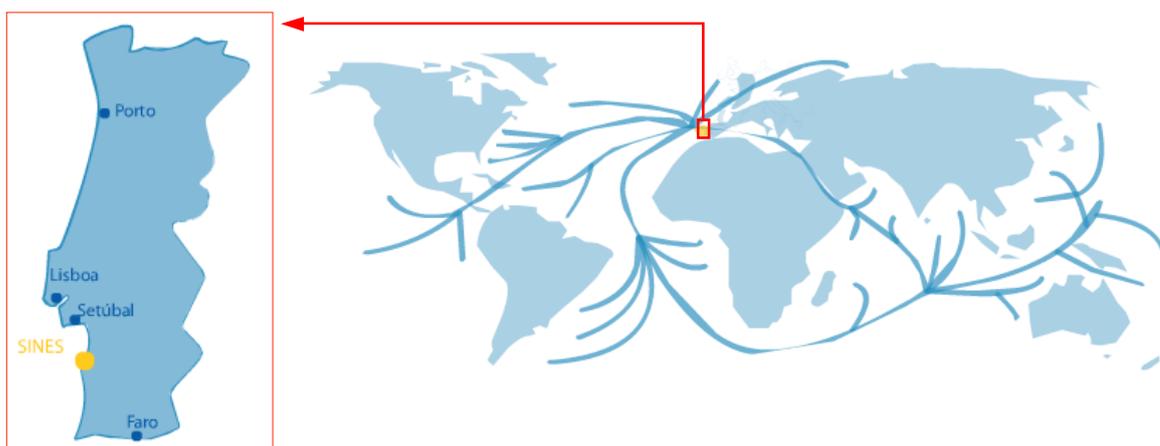


Figura 1: Localização estratégica do porto de Sines, no cruzamento das principais rotas marítimas internacionais (Fonte: <http://www.portodesines.pt/pls/portal/go>).

Tendo o porto de Sines um intenso tráfego marítimo, com navios comerciais e embarcações de recreio provenientes de diversas regiões longínquas (Figura 1 e Figura 2), existe um potencial risco de introdução de espécies exóticas marinhas, tanto através da descarga de águas de lastro, como de propágulos e outros estados germinais libertados a partir de organismos fixos a cascos de embarcações ou a outras estruturas artificiais (Bax *et al.*, 2003). Por outro lado, pode também ocorrer uma introdução secundária de espécies deste tipo, primariamente originada noutras zonas marinhas da costa portuguesa, ou de países vizinhos (DAISIE, 2009a). Outros vectores de introdução de espécies exóticas no meio marinho incluem a importação de organismos para aquacultura e a fuga ou libertação de espécies usadas em aquários (DAISIE, 2009a).

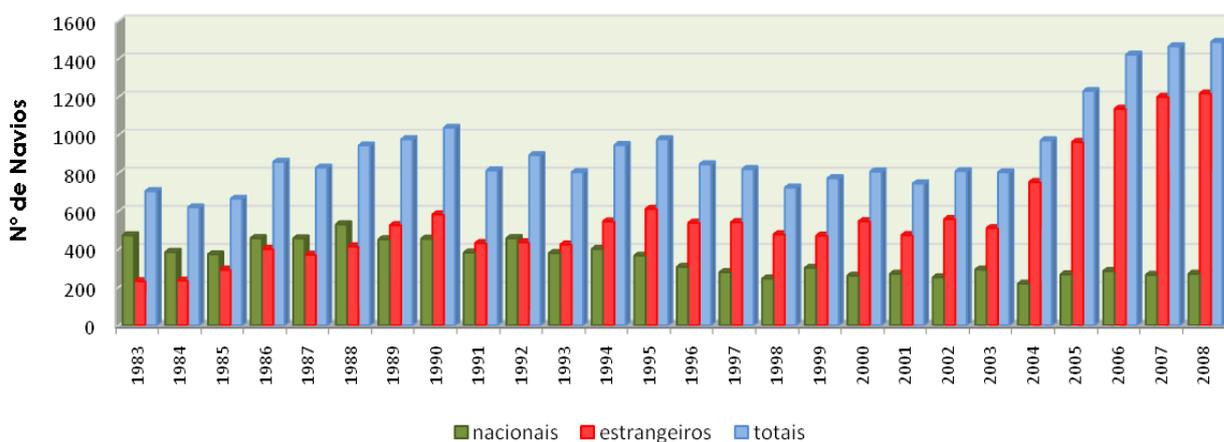


Figura 2: Número de navios nacionais e estrangeiros que se movimentaram no porto de Sines entre 1983 e 2008 (Fonte: <http://www.portodesines.pt>).

Nalgumas regiões, o impacto de organismos exóticos assim introduzidos foi significativo, tendo provocado importantes alterações na estrutura e no funcionamento das comunidades marinhas autóctones, e afectado atividades humanas, como a pesca e o turismo (Shiganova, 1998; Grosholz *et al.*, 2000). Este assunto tem sido pouco estudado em Portugal, designadamente na costa sudoeste continental, embora já tenham sido identificados diversos organismos marinhos exóticos introduzidos por via marítima, como o crustáceo *Eriocheir sinensis*, primariamente originário da China e de outras regiões asiáticas (Cabral & Costa, 1999).

Os tanques de lastro dos navios, devido à sua complexidade estrutural, contêm normalmente água e sedimentos que suportam uma grande abundância e variedade de espécies de invertebrados e centenas de milhares de ovos ou larvas de invertebrados em estados de repouso, incluindo de espécies não indígenas (Gray *et al.*, 2006). Em repouso, os embriões de espécies marinhas podem ser relativamente resistentes a condições ambientais adversas e assegurar a sua sobrevivência a longo prazo nas rigorosas condições dos tanques de lastro (Reid, 2005).

Os estados de repouso das macroalgas suportam longos períodos de escuridão e podem desenvolver-se em estados macroscópicos quando as condições melhoram (Flagella *et al.*, 2007). A resiliência destes estados de repouso e a tolerância de certas espécies para grandes flutuações de condições abióticas podem aumentar a probabilidade da introdução de macroalgas através das águas

taxiformis, encontrada no porto de recreio nessas campanhas, foi a que atingiu maior dimensão e abundância. Esta macroalga é cosmopolita em águas temperadas quentes e tropicais, e dela se conhecem dois grupos morfológica e ecofisiologicamente diferentes: um, pacífico-italiano e, outro, das Caraíbas e Canárias (Chualaín *et al.*, 2004). A sua ocorrência em Portugal continental foi apenas constatada em Sagres (Rui Santos, comunicação pessoal), embora *A. taxiformis* tenha já sido encontrada nas costas de outros países europeus (Andreakis *et al.*, 2004). É possível que esta espécie tenha sido introduzida por processos relacionados com a navegação, uma vez que se encontra maioritariamente em portos (Tsiamis & Panayotidis, 2007).

Tendo em conta o potencial impacte de espécies introduzidas em ambientes marinhos, as referidas observações realizadas em estudos anteriores e o facto do Porto de Sines ter um intenso tráfego marítimo que inclui navios e outras embarcações provenientes de diversas regiões longínquas, o principal objectivo deste trabalho é o estudo da abundância e distribuição de macroalgas exóticas em substratos duros subtidais do Porto de Sines, dando especial atenção a *Asparagopsis taxiformis* e incluindo o estudo da distribuição de macroalgas nativas.

2. METODOLOGIA

2.1. Distribuição e abundância de *Asparagopsis taxiformis*

Com o objectivo de estudar a abundância e a distribuição espacial da macroalga *Asparagopsis taxiformis* (Figura 4) em substratos duros subtidais do Porto de Sines, foram amostradas, por mergulho com escafandro autónomo, as seguintes áreas deste porto, entre 6 de Agosto e 2 de Setembro de 2004 (Figura 5):

- Porto de Recreio confinado (PRC);
- Porto de Recreio exposto (PRE);
- Porto de Pesca confinado (PPC);
- Porto de Pesca exposto (PPE);
- Porto de Serviços exposto (TGE);
- Terminal Multipurpose confinado (TMC);
- Terminal de Granéis Líquidos confinado (TPC);
- Terminal Petroquímico exposto (TQE);
- Molhe Leste, parte exterior oeste (MLO).



Figura 4: Exemplar de *Asparagopsis taxiformis* (cerca de 15 cm de altura, assinalado com anel vermelho) encontrado no Terminal de Granéis Líquidos do Porto de Sines, junto ao respectivo posto 3A.

Cada área foi percorrida por 3 mergulhadores durante aproximadamente 60 minutos, a uma profundidade que variou entre 3 e 10 m. Durante cada mergulho, foi feita uma procura exaustiva de *A. taxiformis*, tendo sido efectuadas colheitas sempre que foi necessário confirmar a identificação taxonómica feita *in situ*. Esta confirmação foi efectuada no laboratório, mediante observação

macroscópica ou microscópica, e consulta de manuais de identificação (Carrillo & Sansón, 1999; Guiry & Guiry, 2006).



Figura 5: Localização das áreas de amostragem do estudo de distribuição e abundância da macroalga *Asparagopsis taxiformis* no Porto de Sines (TPC- Terminal de Granéis Líquidos confinado; TQE- Terminal Petroquímico exposto; PPC- Porto de Pesca confinado; PPE- Porto de Pesca exposto; PRC- Porto de Recreio confinado; PRE- Porto de Recreio exposto; TGE- Porto de Serviços exposto; TMC- Terminal Multipurpose confinado; MLO- Molhe Leste, parte exterior oeste; a partir de imagens obtidas em Google Earth).

Tendo esta espécie sido encontrada com mais abundância na parte interna do molhe do Porto de Recreio, única zona prospectada em PRC, foi estimada quantitativamente a sua percentagem de cobertura nesta área. Nesta estimativa, foi amostrada uma superfície rochosa de 50x50 cm de 20 em 20 m, ao longo da parte interna do molhe do Porto de Recreio, e a uma profundidade de 3 a 6 m.

Para tal, foi utilizado um quadrado de 50x50 cm dividido em 25 quadrículas iguais (cada quadrícula representa 4% da área total)

As deslocações no mar efectuadas com embarcação foram realizadas com o apoio da Administração do Porto de Sines (Anexo 2).

2.2. Distribuição de macroalgas exóticas e nativas

2.2.1. Amostragem

Com o objectivo de estudar a distribuição espacial de macroalgas exóticas e nativas no Porto de Sines, foram amostradas, por mergulho com escafandro autónomo, as seguintes áreas deste porto, entre 6 de Agosto e 2 de Setembro de 2004 (Figura 6):

- parede do posto 3 do Terminal de Granéis Líquidos (P3);
- parede do posto 5 do Terminal de Granéis Líquidos (P5);
- molhe adjacente ao posto 3 do Terminal de Granéis Líquidos (M3);
- molhe adjacente ao posto 5 do Terminal de Granéis Líquidos (M5);
- parte interna do molhe do Porto de Recreio (áreas PR1 e PR2).

Os postos 3 e 5 do Terminal de Granéis Líquidos foram escolhidos para este estudo por serem locais de acostagem regular de navios comerciais com rotas internacionais. A escolha do Porto de Recreio de Sines também se baseou no facto de ser um local de acostagem regular de embarcações (neste caso, de recreio) que podem ser provenientes de regiões longínquas.

Em cada área, foram aleatoriamente escolhidas superfícies rochosas com 25x25 cm, entre 3 e 6 m de profundidade, nas quais foi total e destrutivamente amostrada a cobertura de macroepibentos através de raspagem com instrumento adequado (formão ou raspadeira; Figura 7). As superfícies amostradas eram verticais nas paredes dos postos de acostagem (P3 e P5), e verticais ou com inclinação acentuada nas restantes áreas. Em cada área foram amostradas 5 réplicas.



Figura 4: Localização das áreas de amostragem do estudo de abundância e distribuição de macroalgas exóticas e nativas no porto de Sines: M3 - molhe adjacente ao posto 3 do Terminal de Granéis Líquidos; P3 - paredes verticais do posto 3 deste terminal; M5 - molhe adjacente ao posto 5 do mesmo terminal; P5 - paredes verticais do posto 5 deste terminal; PR1 e PR2 - parte interna do molhe do Porto de Recreio (a partir de imagens obtidas em Google Earth).



Figura 5: Amostragem destrutiva de macroepibentos de substrato duro subtidal realizada numa área de 25x25 cm (sequência com início na imagem da esquerda).

Todas as amostras recolhidas foram guardadas em sacos devidamente etiquetados, transportadas para o laboratório e conservadas em KEW (solução constituída por 40% de água do mar, 40% de etanol, 10% de formaldeído e 10% de glicerina). No laboratório, as macroalgas foram separadas do restante material biológico e identificadas até ao nível taxonómico mais baixo possível com base nos seguintes trabalhos: Dixon & Irvine (1977), Irvine (1983), Hiscock (1986), Fletcher (1987), Burrows (1991), Hiscock (1991), Maggs & Hommersand (1993), Carrillo & Sansón (1999), Guiry & Guiry (2006). A presença dos *taxa* de macroalgas identificados foi registada em cada réplica.

As deslocações no mar efectuadas com embarcação foram realizadas com o apoio da Administração do Porto de Sines (Anexo 2).

2.2.2. Análise de dados

Os padrões de variação espacial do número e da distribuição (dados de presença/ausência) de *taxa* de macroalgas foram testados com PERMANOVA (“permutational multivariate ANOVA based on distances”), segundo Anderson (2001) e utilizando o programa PERMANOVA+ para PRIMER, segundo Anderson *et al.* (2008). Esta técnica analisa simultaneamente a resposta de uma ou mais variáveis a um ou mais factores tendo como base similaridades ou distâncias e usando permutações. Nas análises efectuadas, foi calculada a distância euclidiana (número de *taxa*) e a similaridade (coeficiente de Jaccard; dados de presença/ausência) entre réplicas. O modelo utilizado analisou o factor área, que é fixo e tem seis níveis: P3, P5, M3, M5, PR1 e PR2. Quando se verificaram diferenças significativas entre áreas, realizaram-se testes de comparação múltipla (“pair-wise tests”) utilizando o mesmo programa. Foram amostradas 5 réplicas em cada área, no entanto devido à morosidade do trabalho de identificação feito em laboratório, não foi possível processar as 5 réplicas de cada área. Assim, o número de réplicas utilizado foi: 5 em P3, 3 em P5 e 2 nas restantes áreas.

No caso dos dados de presença/ausência de *taxa* de macroalgas, foram aplicadas à matriz de similaridade de Jaccard técnicas de ordenação (MDS, “multi-dimensional scaling”) integradas no programa PRIMER 6 (PRIMER-e Ltd.), segundo as recomendações de Clarke & Warwick (1994). A hipótese de variação entre áreas foi testada com ANOSIM, integrado no programa PRIMER 6, a um factor (área).

Com base nos resultados obtidos com estas técnicas, foram selecionados os taxa de macroalgas que melhor discriminavam os agrupamentos de réplicas sugeridos pela classificação e ordenação das réplicas. Esta seleção foi feita usando o programa SIMPER integrado em PRIMER 6.

3. RESULTADOS

3.1. Distribuição e abundância de *Asparagopsis taxiformis*

A alga *Asparagopsis taxiformis* foi encontrada em duas das nove áreas amostradas: PRC e TPC (posto 3A). Em TPC foi observado apenas um exemplar desta espécie.

Na parte interna do molhe de PRC, a abundância de *A. taxiformis* variou entre 4 e 24% de cobertura (Figura 8; as barras do gráfico desta figura foram aproximadamente colocadas nos locais de amostragem, distando entre si cerca de 20 m). É de referir que em todas as superfícies quantitativamente amostradas em PRC, foi encontrado pelo menos um exemplar desta espécie exótica.



Figura 6: Abundância de *Asparagopsis taxiformis* ao longo da parte interna do molhe do Porto de Recreio de Sines (variou entre 4 e 24% de cobertura).

3.2. Distribuição de macroalgas exóticas e nativas

3.2.1. Número de taxa

Os taxa de macroalgas identificados neste estudo realizado com amostragem destrutiva e a sua ocorrência nas diferentes áreas amostradas são apresentados na Tabela 1. No Anexo 1, estes taxa são apresentados de acordo com a sua taxonomia, e em conjunto com *Asparagopsis taxiformis*, espécie não observada com este tipo de amostragem.

Neste estudo foram encontradas três espécies de macroalgas exóticas (DAISIE, 2009a, 2009b; Tabela 1): *Antithamnionella ternifolia*, em P3; *Colpomenia peregrina*, em M3, M5 e PR1; e *Falkenbergia rufolanosa*, em M3, M5, PR1 e PR2.

Tabela 1: Ocorrência de taxa de macroalgas em seis áreas do Porto de Sines (P3, P5, M3, M5, PR1 e PR2; ver Figura 5) verificada através de amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004 (x- ocorrência; espécies exóticas sublinhadas; ordem alfabética)

Taxa	P3	P5	M3	M5	PR1	PR2
<i>Aglaothamnion feldmanniae</i>			x			
<i>Aglaothamnion gallicum</i>			x			
<i>Aglaothamnion sp.</i>	x			x		x
<i>Antithamnion densum</i>				x		
<u><i>Antithamnionella ternifolia</i></u>	x					
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	x		x	x		
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	x					
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>					x	x
<i>Botryocladia sp.</i>			x			
<i>Bryopsis hypnoides</i>				x		
<i>Bryopsis plumosa</i>	x		x	x	x	
<i>Callithamnion corimbosum</i>					x	x
<i>Carpomitra costata</i>					x	x
<i>Ceramium ciliatum</i>				x	x	x
<i>Ceramium cimbricum</i>	x					
<i>Ceramium echinotum</i>				x	x	x
<i>Ceramium sp.</i>	x		x			
<i>Champia parvula</i>			x	x	x	
<i>Chondracanthus acicularis</i>				x		
<i>Chondria coerulescens</i>					x	x

Tabela 1: (continuação)

Taxa	P3	P5	M3	M5	PR1	PR2
<i>Cladophora hutchinsiae</i>					x	
<i>Cladophora sp.</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Codium adhaerens</i>				x		
<i>Codium decorticatum</i>					x	
<i>Codium tomentosum</i>	x	x	x			
<i>Codium vermilara</i>			x	x	x	x
<u><i>Colpomenia peregrina</i></u>			x	x	x	
<i>Compsothamnion thuyoides</i>	x					
<i>Corallina officinalis</i>			x	x	x	x
<i>Crouania attenuata</i>				x		x
<i>Cutleria multifida</i>				x		
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>					x	x
<i>Dasya oceollata</i>				x	x	x
<i>Dasya sp.</i>	x	x	x			
<i>Dyctiopteris membranacea</i>			x		x	
<i>Dyctiota dichotoma</i>	x				x	
<u><i>Falkenbergia rufolanosa</i></u>			x	x	x	x
<i>Gastroclonium reflexum</i>						x
<i>Gelidiella pannosa</i>			x			
<i>Gelidiopsis sp.</i>	x					
<i>Gelidium latifolium</i>				x		
<i>Gelidium pusillum</i>	x					
<i>Gigartina acicularis</i>					x	
<i>Griffithsia sp.</i>	x					
<i>Halopteris filicina</i>	x		x	x	x	x
<i>Halurus flosculosus</i>					x	
<i>Heterosiphonia plumosa</i>			x	x		
<i>Heterosiphonia sp.</i>	x				x	
<i>Hinksia grandulosa</i>				x		
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	x	x		x	x	x
<i>Jania rubens</i>			x	x	x	x
<i>Laurencia pinnatifida</i>			x			
<i>Lomentaria clavellosa</i>				x	x	
<i>Lomentaria sp.</i>	x		x			
<i>Phyllaria reniformis</i>			x	x		
<i>Phyllophora sp.</i>						x
<i>Plocamium cartilagineum</i>	x		x	x	x	x
<i>Polysiphonia atlantica</i>	x					
<i>Polysiphonia sp.</i>	x			x	x	
<i>Pterocladia capillacea</i>	x			x		
<i>Pterosiphonia pennata</i>	x			x		
<i>Pterosiphonia sp.</i>			x			

Tabela 1: (continuação)

<i>Taxa</i>	P3	P5	M3	M5	PR1	PR2
<i>Pterothamnion crispum</i>			x	x		
<i>Pterothamnion sp.</i>	x				x	
<i>Rhodymenia holmesii</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Sargassum cymosum</i>			x			
<i>Spermothamnion repens</i>	x					
<i>Sphacelaria cirrosa</i>				x		x
<i>Sphacelaria plumula</i>						x
<i>Sphacella subtilissima</i>			x			
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>					x	x
<i>Stylonema sp.</i>	x					
<i>Ulva rigida</i>					x	x

O número médio de *taxa* de macroalgas obtido por réplica nas diferentes áreas variou entre 3.3 (P5) e 25.0 (M5), e o de espécies de macroalgas exóticas variou entre 0 (P5) e 2.5 (M5) (Figura 9).

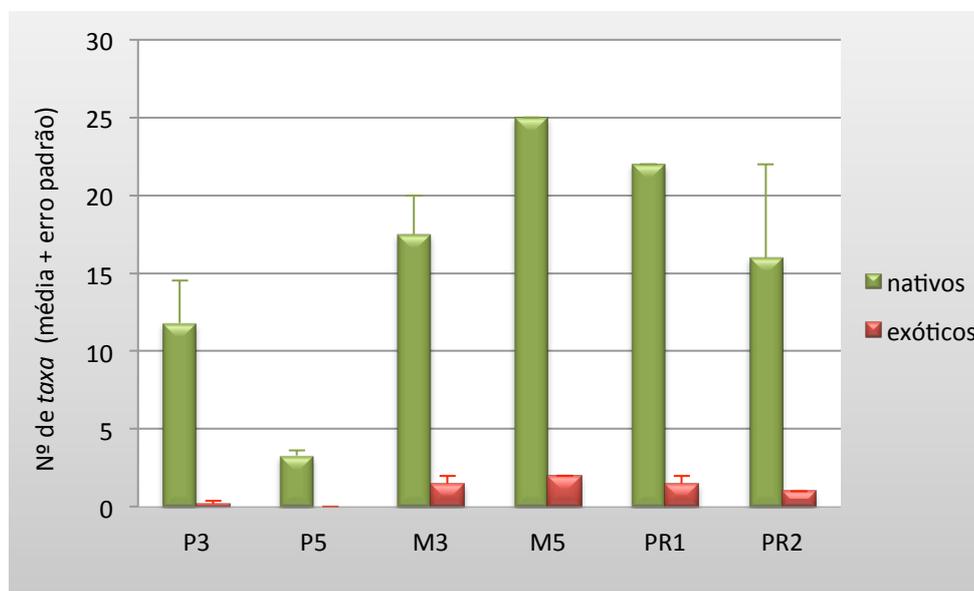


Figura 7: Número médio (+ erro padrão) de *taxa* de macroalgas nativos e exóticos encontrados em seis áreas do Porto de Sines (P3, P5, M3, M5, PR1 e PR2; ver Figura 6) mediante amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004.

A análise de PERMANOVA do número médio de *taxa* de macroalgas detectou diferenças significativas ($P < 0.01$) entre áreas (Tabela 2). No entanto, os respectivos testes de comparação múltipla não permitiram detectar qualquer padrão geral (Tabela 3), tendo apenas sido evidente, em conjugação com a Figura 9, que $P5 < M5 = PR1$.

Tabela 2: Resultados da análise de PERMANOVA do número médio de *taxa* de macroalgas observado em diferentes áreas do Porto de Sines mediante amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004.

PERMANOVA Origem da variação	Número médio de <i>taxa</i> de macroalgas				
	gl	QM	Pseudo-F	P	Permutações
Área	5	153.16	6.4906	0.009	912
Residual	10	23.597			
Total	15				

Legenda: SQ – soma dos quadrados; gl – graus de liberdade; QM – quadrado médio; P - valor de probabilidade (significativo; < 0.05).

Tabela 3: Resultados dos testes de comparação múltipla referentes ao número médio de *taxa* de macroalgas (ver Tabela 2; foram utilizados testes de Monte Carlo).

	Número médio de <i>taxa</i> de macroalgas				
	P3	P5	M3	M5	PR1
P5	n.s.				
M3	n.s.	n.s.			
M5	n.s.	*	n.s.		
PR1	n.s.	*	n.s.	n.s.	
PR2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Legenda: (*) – diferença significativa ($P < 0.05$); n.s. – não significativo.

3.2.2. Presença/ausência

A análise de PERMANOVA efectuada com os dados de presença/ausência dos diferentes *taxa* de macroalgas observados detectou diferenças significativas ($P < 0.01$) entre as áreas amostradas (Tabela 4). Os respectivos testes de comparação múltipla revelaram que a área P5 diferiu significativamente das restantes áreas, e que as áreas P3 e M5 também apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 5).

Tabela 4: Resultados da análise de PERMANOVA dos dados de presença/ausência de *taxa* de macroalgas obtidos em diferentes áreas do Porto de Sines mediante amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004.

PERMANOVA Origem da variação	Presença/ausência de <i>taxa</i> de macroalgas				
	gl	QM	Pseudo-F	P	Permutações
Área	5	5790.9	2.8749	0.001	997
Residual	10	2014.3			
Total	15				

Legenda: SQ – soma dos quadrados; gl – graus de liberdade; QM – quadrado médio; P - valor de probabilidade (significativo; <0.05).

Tabela 5: Resultados dos testes de comparação múltipla referentes aos dados de presença/ausência de *taxa* de macroalgas (ver Tabela 4; foram utilizados testes de Monte Carlo).

Presença/ausência de <i>taxa</i> de macroalgas					
P5≠P3=M3=PR1=PR2; P5≠M5; P3≠M5					
	P3	P5	M3	M5	PR1
P5	*				
M3	n.s	*			
M5	*	*	n.s		
PR1	n.s	*	n.s	n.s	
PR2	n.s	*	n.s	n.s	n.s

Legenda: (*) – diferença significativa (P<0.05); n.s. – não significativo.

Na Figura 10 é apresentado o resultado da análise de ordenação das réplicas amostradas em cada área, com base nos dados de presença/ausência dos *taxa* de macroalgas identificados. O respectivo valor de “stress” (0.12) é próximo de 0.1, indicando que o diagrama da Figura 10 é uma representação razoável das distâncias reais entre réplicas (Clarke & Warwick, 1994).

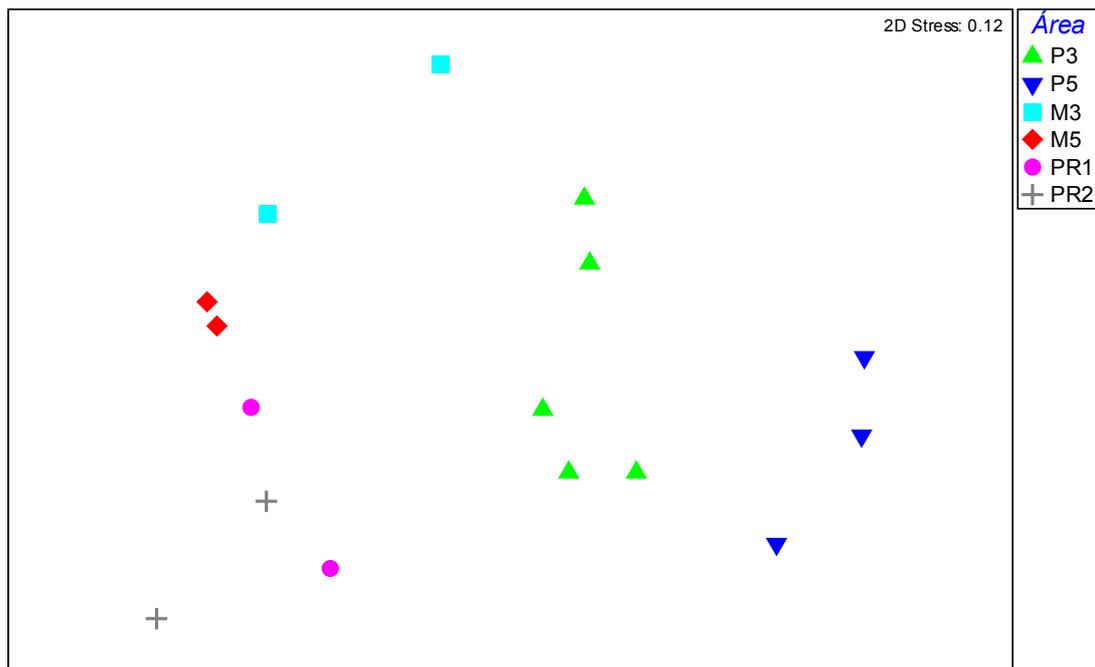


Figura 8: Resultado da análise de ordenação por MDS das réplicas amostradas em cada área, considerando os dados de presença/ausência dos taxa de macroalgas identificados em seis áreas do Porto de Sines (P3, P5, M3, M5, PR1 e PR2; ver Figura 6) mediante amostragem destrutiva de macroepibentos realizada em Agosto e Setembro de 2004

Os resultados apresentados na Figura 10 sugerem os seguintes padrões:

- a maioria das réplicas das áreas situadas nos molhes adjacentes a postos de acostagem (M3 e M5) apresentou mais semelhanças com as réplicas das áreas do Porto de Recreio (PR1 e PR2), também situadas num molhe, do que com as das áreas localizadas em paredes de postos de acostagem (P3 e P5);
- a máxima variabilidade entre réplicas foi mais elevada em P3, P5 e M3, e mais reduzida em M5.

Os resultados do respectivo teste de ANOSIM ($R=0.807$; $P<0.01$) revelaram que P3 foi significativamente diferente das outras áreas, assim como P5. As áreas M3 e M5, e PR1 e PR2, formaram dois grupos distintos.

Com base nestes resultados, a análise de SIMPER foi efectuada com os seguintes grupos de áreas: P3, P5 e M (grupo constituído por M3, M5, PR2 e PR2). Esta análise permitiu avaliar a

importância dos seguintes taxa para as diferenças ou semelhanças evidenciadas entre estes grupos de áreas (ver também Tabela 1):

- as espécies *Halopteris filicina* e *Plocamium cartilagineum* foram as que mais contribuíram para as diferenças entre P3 e P5, uma vez que foram observadas em P3, mas não em P5;
- as algas vermelhas *Ceramium sp.*, *Apoglossum rusCIFolium*, *Aphanocladia stichidiosa*, *Aglaothamnion sp.* e *Pterothamnion sp.* não foram encontradas em P5 e têm, por isso, uma elevada contribuição nas diferenças entre esta área e P3;
- as algas folhosas duras *Corallina officinalis* e *Jania rubens* foram as que mais contribuíram para as diferenças entre P3 e M, visto só terem sido registadas em P3;
- as algas exóticas *Falkenbergia rufolanosa* e *Colpomenia peregrina*, e as algas vermelhas *Dasya oceollata*, *Champia parvula*, *Ceramium ciliatum* e *Sphaerococcus coronopifolius*, foram observadas em M, mas não em P3, contribuindo por isso para as maiores diferenças entre estes grupos;
- a alga vermelha folhosa *Apoglossum rusCIFolium* não foi encontrada em M, mas sim em P3, contribuindo para a dissimilaridade registada entre estes grupos;
- as algas folhosas duras *Corallina officinalis* e *Jania rubens* não foram registadas em P5, mas sim no grupo M, tendo uma contribuição elevada para as diferenças encontradas entre estes grupos;
- as algas exóticas *Falkenbergia rufolanosa* e *Colpomenia peregrina* foram observadas em M, mas não em P5, contribuindo por isso para as maiores diferenças entre estes grupos;
- as algas *Halopteris filicina*, *Dasya oceollata*, *Champia parvula* e *Ceramium ciliatum* contribuíram para as diferenças entre P5 e M, uma vez que não foram observadas em P5;
- a alga verde *Codium tomentosum* foi registada em mais réplicas de P5 que de M, tendo também uma contribuição importante para as diferenças entre estes grupos.

4. DISCUSSÃO

A alga exótica *Asparagopsis taxiformis* apenas foi encontrada em duas das nove áreas amostradas no Porto de Sines, PRC e TPC, tendo a sua abundância sido muito superior em PRC, onde atingiu, no máximo, 24% de cobertura.

Segundo Chualáin *et al.* (2004), os valores máximos e mínimos de temperatura da água do mar requeridos para a reprodução, sobrevivência e crescimento de *A. taxiformis* são superiores aos requeridos por *A. armata*. Esta é outra macroalga exótica, que pode ser abundante em áreas do Porto de Sines mais expostas à ondulação (CIEMAR, 2004), assim como em áreas exteriores e adjacentes a este porto e noutras regiões da costa continental portuguesa. Segundo estes autores, exemplares de *A. taxiformis* morreram com temperatura da água do mar inferior a 9°C e, por isso, esta espécie não poderá colonizar a maioria da costa atlântica da Europa. De acordo com a Figura 11, é pouco provável que a temperatura da água do mar superficial tenha atingido nos últimos anos valores abaixo de 9°C na região de Sines, embora deva ser tido em consideração que a referida bóia ondógrafo de Sines se situa fora do Porto de Sines, e que esta variável diminui significativamente com a profundidade.

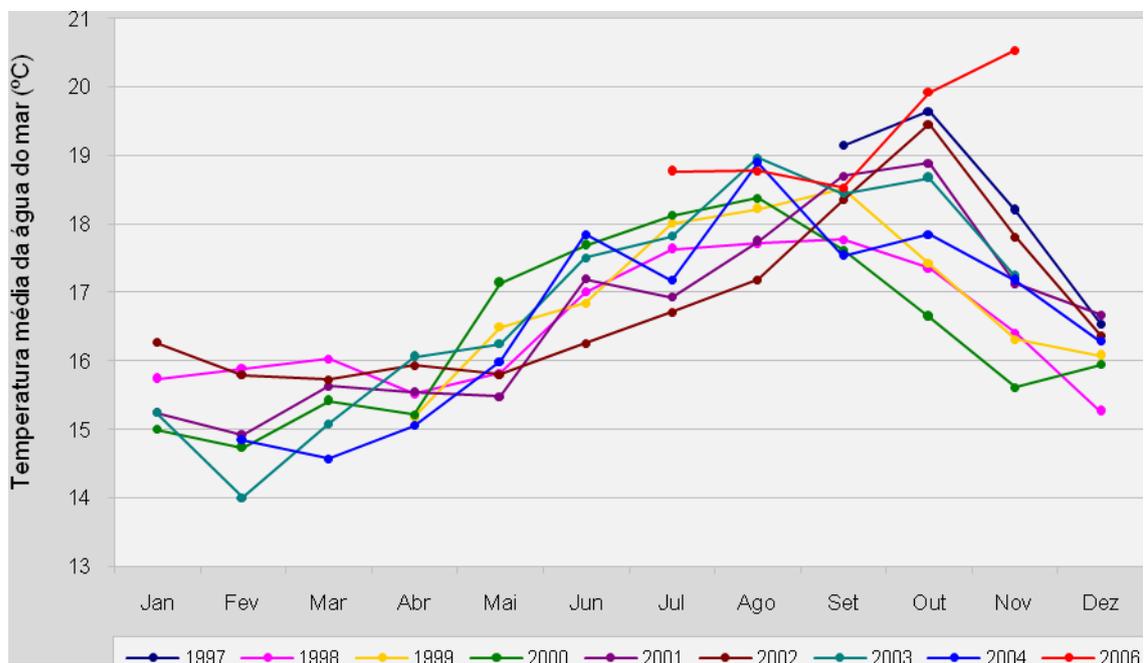


Figura 9: Variação mensal da temperatura (°C) média da água do mar superficial registada na bóia ondógrafo de Sines entre 1997 e 2006 (dados cedidos pela Administração do Porto de Sines; todos os valores medidos foram inferiores a 9°C).

As espécies *Antithamnionella ternifolia*, *Colpomenia peregrina* e *Falkenbergia rufolanosa* são as macroalgas exóticas (DAISIE, 2009a, 2009b) encontradas na amostragem destrutiva realizada no Porto de Sines. A alga *F. rufolanosa* é a fase de tetraesporófito de *Asparagopsis armata* ou de *Asparagopsis taxiformis* (Andreakis *et al.*, 2004), não sendo possível determinar morfológicamente a que espécie pertencem os exemplares encontrados.

De acordo com DAISIE (2009b), *A. ternifolia* e *F. rufolanosa* têm como provável vector de introdução na costa portuguesa águas de lastro e sedimentos dos tanques de lastro, estruturas flutuantes ou dispersão através dos cascos de navios. Segundo a mesma fonte, actividades de aquacultura terão sido as principais responsáveis pela introdução da alga *Colpomenia peregrina* nesta costa. No caso de *Asparagopsis taxiformis*, é possível que também tenha sido introduzida por processos relacionados com a navegação, uma vez que se encontra maioritariamente em portos (Tsiamis & Panayotidis, 2007).

As análises multivariadas da estrutura de comunidades de macroalgas revelaram diferenças significativas entre as áreas, designadamente entre as áreas localizadas em paredes verticais (P5 e P3) e entre cada uma destas e as restantes. Foi nestas duas áreas que a diversidade de macroalgas foi menor, embora não tenha sido encontrado um padrão geral de variação espacial no caso do número de taxa. Estas diferenças estão de acordo com os resultados de estudos semelhantes (ver revisão de Witman & Dayton, 2001), nos quais foi encontrada uma maior abundância relativa de macroinvertebrados em substratos duros subtidais verticais, onde estes animais têm maior capacidade competitiva que as macroalgas, designadamente na ocupação do espaço primário.

Estas análises revelaram também que as algas exóticas *Falkenbergia rufolanosa* e *Colpomenia peregrina* contribuíram para a distinção entre áreas, designadamente entre as localizadas em paredes verticais (P5 e P3) e as restantes, sugerindo que estas espécies podem ter um papel importante na estruturação das comunidades estudadas.

É de referir o facto de a espécie *Asparagopsis taxiformis* não ter sido observada no estudo realizado com amostragem destrutiva e de esta alga ter sido encontrada com alguma abundância no Porto de Recreio, também amostrado dessa forma, mas no âmbito de outro estudo em que foi utilizada uma diferente técnica de amostragem. Estes diferentes resultados podem dever-se às

diferenças do tamanho da unidade de amostragem (25x25 cm no primeiro caso, e 50x50 cm no outro) e do número total de réplicas (4 e 14, respectivamente, considerando apenas o Porto de Recreio) utilizados.

A introdução de espécies exóticas marinhas e a consequente alteração dos ecossistemas costeiros é um problema para o qual as autoridades governamentais e as agências internacionais estão cada vez mais despertas (IMO, 2009). Uma das medidas que tem sido recomendada para minimizar este problema é a descarga das águas de lastro no oceano aberto, substituindo por completo a água proveniente do porto de partida por água oceânica (IMO, 1997). Sendo esta descarga efectuada longe da costa, é diminuída a probabilidade de as regiões portuárias e costeiras serem directamente afectadas por larvas e propágulos de espécies exóticas costeiras (IMO, 2009).

Considerando os potencialmente elevados impactes da introdução de espécies exóticas marinhas, nomeadamente das que têm maior potencial invasor, uma medida também importante é a monitorização da sua abundância e distribuição, em conjunto com as espécies nativas. Sendo a protecção das águas, designadamente das costeiras, o principal objectivo da Diretiva Quadro da Água (Diretiva 2000/60/CE), este documento estabelece que o estado ecológico de águas costeiras é definido por vários elementos biológicos de qualidade, como a composição e a abundância de invertebrados bentónicos, do fitoplâncton e da restante flora aquática (macroalgas e angiospérmicas).

Deste modo, em estudos futuros a realizar no substrato duro subtidal do Porto de Sines, é recomendável:

- monitorizar a distribuição e abundância da alga exótica *Asparagopsis taxiformis* no Porto de Recreio e em áreas adjacentes;
- continuar a monitorização das comunidades macroepibentónicas, com uma frequência mínima de três anos (Diretiva 2000/60/CE).

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, M.J., 2001. *A new method for non-parametric multivariate analysis of variance*. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Anderson, M.J., Gorley, R.N. & Clarke, K.R. (2008). *Permanova+ for Primer: Guide to Software and Statistical Methods*. PRIMER-E. Plymouth. UK. 214 pp.
- Andreakis, N., Procaccini, G. & Kooistra, W.H.C.F. (2004). *Asparagopsis taxiformis and Asparagopsis armata (Bonnemaisoniales, Rhodophyta): genetic and morphological identification of Mediterranean populations*. *Eur. J. Phycol.* **39**: 273 – 283.
- Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., Gonzalez, E., Geeves, W. (2003). *Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity*. *Marine Policy* **27**: 313-323.
- Burrows, E.M. (1991). *Seaweeds of the British Isles*. Volume 2. Ed. British Museum of Natural History.
- Cabral, H.N. & Costa, M.J. (1999) *On the occurrence of the Chinese mitten crab, Eriocheir sinensis, in Portugal (Decapoda, Brachyura)*. *Crustaceana*. **72**: 55 – 58.
- Carrillo, J.A. & Sansón, M. (1999) *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias*. Universidad de la Laguna. 254 pp.
- Chualáin, F. N., Maggs, C. A., Saunders, G. W., Guiry, M. D. (2004). *The invasive genus Asparagopsis (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta): molecular systematics, morphology and ecophysiology of Falkenbergia isolates*. *J. Phycol.* **40**: 1112–1126.
- CIEMAR (Laboratório de Ciências do Mar da Universidade de Évora) (2004). *Plano de Monitorização de Ambientes Marinhos do Porto de Sines – MAPSi 2000-2003*. Relatório Final – Substrato duro subtidal. Universidade de Évora. 33 pp.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (1994). *Change in Marine Communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory.
- DAISIE (2009a). *Handbook of alien species in Europe*. Springer. 399 pp.
- DAISIE (2009b). European Invasive Alien Species Gateway. <http://www.europe-aliens.org/>.
- Dixon, P.S. e Irvine, L.M. (1977). *Seaweeds of the British Isles*. Volume 1. Ed. British Museum of Natural History.

- Flagella, M.M., Verlaque, M., Soria, A. & Buia, M.C. (2007) *Macroalgal survival in ballast water tanks*. Marine Pollution Bulletin 54: 1395–1401.
- Gonçalves, J. e Silva, J. A. (2000) Costa Sudoeste - Macrofauna Marinha. Ed. PNSACV.
- Gray, D. K., Dugan, I. C., MacIlsac, H. J. (2006). *Can sodium hypochlorite reduce the risk of species introductions from diapausing invertebrate eggs in non-ballasted ships?*. Marine Pollution Bulletin. **52**: 689–695.
- Grosholz, E.D., Ruiz, G.M., Dean, C.A., Shirley, K.A., Maron, J.L. & Connors, P.G. (2000). *The impacts of a nonindigenous marine predator in a California Bay*. Ecology. **81**: 5 pp.1206 – 1224.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2006). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2009). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 18 March 2009.
- Hiscock, S. (1986). *A Field key to the British Red Seaweed*. Ed. Field Studies Council.
- Hiscock, S. (1991). *A Field key to the British Brown Seaweed*. Ed. Field Studies Council.
- International Maritime Organization (IMO) (2009). <http://globallast.imo.org>
- International Maritime Organization (IMO) (1997). Guidelines for the control and management of ships' ballast water to minimize the transfer of harmful aquatic organisms and pathogens. Resolution A.868(20). <http://globallast.imo.org>.
- Irvine, L.M. e Chamberlain, Y.M. (1994). *Seaweeds of the British Isles*. Volume 1, Part 2B. Ed. British Museum of Natural History.
- Maggs, C.A. e Hommersand, M.H. (1993). *Seaweeds of the British Isles*. Volume 1, Part 3A. Ed. British Museum of Natural History.
- Neil, K.M., Hilliard, R., Russel, B. & Clark, P. (2008). *Introduced marine species: Management arrangements of consideration for the Torres Strait*. Continental Shelf Research. **28**: 2317–2323.

- Reid, D. (2005). *NOBOB-A: Assessment of Transoceanic NOBOB Vessels and Low-Salinity Ballast Water as Vectors for Nonindigenous Species Introductions to the Great Lakes*. http://www.glerl.noaa.gov/res/Task_rpts/2001/nsreid10-1.html.
- Ruiz, G.M., P.W. Fofonoff, J.T. Carlton, M.J. Wonham, e A.H. Hines. (2000). *Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes, and biases*. Annual Review of Ecology and Systematics. **31**: 481-531.
- Shiganova, T.A. (1998). *Invasion of the Black Sea by the ctenophore Mnemiopsis leidyi and recent changes in pelagic community structure*. Fisheries Oceanography. **7**: 3-4 pag. 305.
- Tsiamis, K. & Panayotidis, P. (2007). *First record of the red alga Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon in Greece*. Aquatic Invasions. Volume 2, **4**: 435-438
- Vasseli, S., Bulleri, F. & Benedetti-Cecchi, L. (2008) *Hard coastal-defence structures as habitats for native and exotic rocky-bottom*. Marine Environmental Research. **66**: 395 – 403.
- Witman, J.D. & Dayton, P.K. (2001). Rocky Subtidal Communities. Pp 339-366 in Bertness, M.O., Gaines, S.D. & Hay, M.E. *Marine community ecology*. Ed. Sinauer Associates, Inc.

ANEXO 1 – Macroalgas observadas em substratos duros subtidais do porto de Sines (presente trabalho; espécies exóticas sublinhadas).

Reino Plantae

Filo Rodophyta

Aglaothamnion feldmanniae

Aglaothamnion gallicum

Aglaothamnion sp.

Antithamnion densum

Antithamnionella ternifolia

Aphanocladia stichidiosa

Apoglossum rusCIFolium

Asparagopsis taxiformis

Bonnemaisonia asparagoides

Botryocladia sp.

Callithamnion corimbosum

Ceramium ciliatum

Ceramium cimbricum

Ceramium echinotum

Ceramium sp.

Champia parvula

Chondracanthus acicularis

Chondria coerulescens

CompsOthamnion thuyoides

Corallina officinalis

Crouania attenuata

Dasya oceollata

Dasya sp.

Falkenbergia rufolanosa

Gastroclonium reflexum

Gelidiella pannosa

Gelidiopsis sp.

Gelidium latifolium

Gelidium pusillum

Gigartina acicularis

Griffithsia sp.

Halurus flosculosus

Heterosiphonia plumosa

Heterosiphonia sp.

Hypoglossum hypoglossoides

Jania rubens

Laurencia pinnatifida

Lomentaria clavellosa

Lomentaria sp.

Phyllophora sp.

Plocamium cartilagineum

Polysiphonia atlantica

Polysiphonia sp.

Pterocladia capillacea

Pterosiphonia pennata

Pterosiphonia sp.

Pterothamnion crispum

Pterothamnion sp.

Rhodymenia holmesii

Spermothamnion repens

Sphaerococcus coronopifolius

Stylonema sp.

Filo Clorophyta

Bryopsis hypnoides

Bryopsis plumosa

Cladophora hutchinsiae

Cladophora sp.

Codium adhaerens

Codium decortcatum

Codium tomentosum

Codium vermilara

Ulva rigida

Reino Chromista

Filo Heterokontophyta

Carpomitra costata

Colpomenia peregrina

Cutleria multifida
Cystoseira tamariscifolia
Dictyopteris membranacea
Dictyota dichotoma
Halopteris filicina
Hinksia granulosa
Phyllaria reniformis
Sargassum cymosum
Sphacelaria cirrosa
Sphacelaria plumula
Sphacella subtilissima

ANEXO 2 – Deslocações no mar realizadas com o apoio da Administração do Porto de Sines.

Data	Tarefa executada	Local	Hora de Início	Hora de Conclusão	Local de Embarque
06/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Terminal Petroleiro)	9:30	12:00	Embarque no Posto 3A (EXECUTADA)
09/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Porto de Recreio)	15:00	18:00	Embarque no Porto de Recreio
10/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Posto 3)	9:30	12:30	Embarque no Posto 3A (EXECUTADA)
11/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Posto 3)	9:30	12:30	Embarque no Posto 3A (EXECUTADA)
12/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Posto 3)	9:30	12:30	Embarque no Posto 3A (EXECUTADA)
17/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Posto 5)	15:00	17:30	Embarque no Posto 3A (EXECUTADA)
18/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Posto 5)	9:30	12:30	Embarque no Posto 3A (EXECUTADA)
19/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Porto de Recreio)	10:30	13:00	Embarque no Porto de Recreio
20/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Porto de Recreio)	9:30	12:00	Embarque no Porto de Recreio
24/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Porto de Recreio)	9:45	12:15	Embarque no Porto de Recreio
25/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Terminal Carga Geral)	9:30	12:00	Embarque no Porto de Recreio
26/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Molhe Leste)	9:30	12:00	Embarque no Porto de Recreio
27/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Terminal Multipurpose)	9:30	12:00	Embarque no Porto de Recreio
30/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Porto de Pesca)	15:00	16:30	Embarque no Porto de Recreio
31/08/04	Mergulho	Dentro do Porto de Sines (Posto 3A)	9:30	12:00	Embarque no Porto de Recreio