

A Nossa
Universidade

Colégio dos Jesuítas
Rua dos Ferreiros - 9000-082, Funchal

Tel: +351 291 209400
Fax: +351 291 209410
Email: gabinetedareitoria@uma.pt

DM

Contributo para o estudo das Macroalgas do Intertidal da
ilha da Madeira
Diversidade, Distribuição e Sazonalidade
Sara João Freitas Ferreira



Contributo para o estudo das Macroalgas do Intertidal da
ilha da Madeira
Diversidade, Distribuição e Sazonalidade

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Sara João Freitas Ferreira

MESTRADO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

UNIVERSIDADE da MADEIRA
A Nossa Universidade
www.uma.pt

dezembro | 2011

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



DIMENSÕES: 45 X 29,7 cm

PAPEL: COUCHÊ MATE 350 GRAMAS

IMPRESSÃO: 4 CORES (CMYK)

ACABAMENTO: LAMINAÇÃO MATE

NOTA*

Caso a lombada tenha um tamanho inferior a 2 cm de largura, o logótipo institucional da Uma terá de rodar 90°, para que não perca a sua legibilidade/identidade.

Caso a lombada tenha menos de 1,5 cm até 0,7 cm de largura o layout da mesma passa a ser aquele que consta no lado direito da folha.



Contributo para o estudo das Macroalgas do Intertidal da ilha da Madeira

Diversidade, Distribuição e Sazonalidade

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Sara João Freitas Ferreira

MESTRADO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

ORIENTAÇÃO
Manfred Kaufmann

Sara Ferreira **Contributo para o estudo das Macroalgas do Intertidal da ilha da Madeira – Diversidade, Distribuição e Sazonalidade**

Dissertação apresentada à Universidade da Madeira para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biodiversidade e Conservação, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Manfred Kaufmann (Universidade da Madeira).

"Descobri a alegria de transformar distâncias em tempo.
Um tempo em que aprendi a entender as coisas do mar,
a conversar com as grandes ondas
e a não discutir com o mau tempo.
A transformar o medo em respeito e o respeito em confiança.
Descobri como é bom chegar quando se tem paciência.
E para se chegar, onde quer que seja,
aprendi que não é preciso dominar a força, mas a razão.
É preciso antes de mais nada, querer."

(Amyr Klink)

Agradecimentos

No final deste trabalho não posso deixar de agradecer a todos aqueles que de uma forma ou de outra, fizeram parte dele:

Ao Prof. Dr. Manfred Kaufmann por desde o primeiro momento se ter mostrado disponível para orientar este trabalho. Obrigada pelo apoio, paciência (orientar um trabalhador-estudante não é fácil) e disponibilidade.

À Prof. Dr.^a Ana Neto pelo apoio prestado na identificação de exemplares de algas recolhidas no intertidal da Madeira. Muito obrigada pela receção e tempo valioso que dedicou à minha formação durante os dias em que estive nos Açores. Pelo espírito exigente, crítico e criativo com que sempre recebeu as minhas dúvidas.

À minha mãe/companheira de todos os momentos, por me ter acompanhado nas saídas de campo, pela revisão gramatical da dissertação e, sobretudo, pelo amor, confiança e muita paciência.

À minha família, pelo apoio desde o primeiro minuto e pelas constantes frases de estímulo: “estás quase a acabar...falta só um pouco...tu consegues!”.

Às minhas grandes amigas Sara Sousa e Carolina Ornelas. A primeira, que tendo formação numa área completamente diferente (Sociologia), foi durante um ano a maior ajuda no trabalho de campo. Um grande agradecimento pela motivação, apoio moral, paciência e amizade. À Carolina (Aquário da Madeira), pela disponibilidade e apoio nas amostragens no Porto Moniz, e por uma longa amizade que prezo muito.

Aos amigos e colegas que me acompanharam nas saídas de campo ao longo do ano de amostragem: João Abel de Freitas, Emiliano Gonçalves, Décio Ramalho e Norberto Henriques. Vocês tornaram o trabalho de campo mais divertido, seguro e memorável.

Ao Juan Pablo Izaguirre (Universidade dos Açores) pela ajuda na identificação de alguns exemplares de algas vermelhas.

À madrinha Filomena Pimenta, pela ajuda estatística. Uma simples conversa de café fez toda a diferença.

Aos colegas Manuela Maranhão e Ramon Vilardell Corral, por terem dispendido algum do seu tempo para determinar em laboratório os nutrientes existentes na água do mar dos locais de trabalho.

À Frente MarFunchal, E.E.M., na pessoa do Sr. Ricardo Nunes, pelo apoio e flexibilidade de horário durante o ano de amostragem. Se tal não tivesse ocorrido, provavelmente não teria concluído este trabalho.

Palavras-chave Ilha da Madeira, Macroalgas, Estrutura da comunidade, Costa Rochosa, imagem digital.

Resumo

Ao longo de um ano (junho 2009 – maio 2010), estudou-se as comunidades de macroalgas do intertidal de quatro locais na costa sul (Reis Magos, Barreirinha, Cais do Carvão e Ribeira Brava) e quatro na costa norte (Porto da Cruz, Seixal, Praia da Laje e Porto Moniz) da ilha da Madeira. A área de estudo estendeu-se desde a linha de maré baixa até à zona superior do intertidal. Identificou-se um total de 73 *Taxa* na ilha da Madeira: 1 Cyanobacteria, 35 Rhodophyta, 18 Ochrophyta e 18 Chlorophyta. No sul foram identificados 49 *Taxa* (17 exclusivos desta costa) e no norte 56 *Taxa* (24 exclusivos).

Duas metodologias conjugadas permitem-nos caracterizar o coberto algal do Intertidal rochoso da ilha da Madeira: amostragem manual e trabalho em laboratório (trabalho mais detalhado e rigoroso) e análise de imagens digitais através de um programa informático específico (determinação de categorias ecológicas). Considerando as categorias ecológicas, o intertidal da ilha da Madeira é dominado por Musgo Calcário e Crosta não calcária. Duas espécies, *Corallina elongata* e *Padina pavonica*, são dominantes na ilha da Madeira e sete espécies são novos registos: *Ganonema farinosum*, *Hypnea arbuscula*, cf. *Itonoa marginifera*, *Grateloupia dichotoma*, *Cystoseira wildpretii*, *Sargassum furcatum* e *Cladophora lehmanniana*.

As análises CLUSTER e nMDS determinaram a existência de semelhanças relativamente elevadas entre quatro locais de amostragem, no entanto verificou-se uma primeira diferenciação entre norte e sul. Existe uma desigualdade evidente do coberto algal entre as duas costas, com predominância de algas vermelhas e verdes no sul, contrastando com a maior ocorrência de algas castanhas no norte. Esta diferença poderá ser causada pela herbivoria (mais evidente a sul) e pelo hidrodinamismo (mais forte no norte). Verificou-se que a exposição à ação das ondas é o principal fator responsável pela variação entre amostras ($R=0,537$, $Sig.=0,1\%$).

Keywords

Madeira Island, Macroalgae, Community structure, Rocky shores.

Abstract

Over one year (June 2009 - May 2010), we studied the communities of intertidal macroalgae of four sites on the south coast (Reis Magos, Barreirinha, Cais do Carvão and Ribeira Brava) and four on the north coast (Porto da Cruz, Seixal, Praia da Laje and Porto Moniz) of Madeira island. The study area extended from the low tide line to the highest intertidal zone. Were identified a total of 73 Taxa: 1 Cyanobacteria, 35 Rhodophyta, 18 Chlorophyta and 18 Ochrophyta. In the south were identified 49 Taxa (17 were exclusive to this coast) and in the north 56 Taxa (24 were exclusive to this coast).

Two combined methods allow us to characterize the seaweed community of Madeira Island's intertidal: hand sampling and laboratory work (more detailed and accurate) and digital image analysis using specific software (ecological categories). Considering the ecological categories, the intertidal of Madeira Island is dominated by calcareous turf and soft crusts. Two species, *Corallina elongata* and *Padina pavonica*, are dominant on Madeira shore and seven species are new records for the island: *Ganonema farinosum*, *Hypnea arbuscula*, cf. *Itonoa marginifera*, *Grateloup dichotoma*, *Cystoseira wildpretii*, *Sargassum furcatum* and *Cladophora lehmanniana*.

Both Cluster and nMDS analysis determined the existence of relatively high similarities among four sampling sites, however there was a first separation between north and south. There is an evident difference between algal cover of south and north coasts, with a predominance of red and green algae in the south, in contrast to the higher incidence of brown algae in the north. This difference may be caused by herbivory (most evident in the south) and hydrodynamic forces (stronger in the north). Exposure to wave action is the main factor responsible for variation between samples ($R = 0.537$, Sig. = 0.1%).

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1 As Macroalgas Marinhas.....	8
1.2 Propriedades e Utilização das Algas Marinhas.....	10
1.3 As Algas como Bioindicadores.....	12
1.4 As Algas e a Zonação	13
1.5 As Algas como objeto de estudo no arquipélago da Madeira	14
2. MATERIAL & MÉTODOS	21
2.1 Local de Estudo	21
2.2 Trabalho de Campo	23
2.3 Trabalho de Laboratório	30
2.4 Análise semiquantitativa (importância relativa de cada Taxon)	32
2.5 Análise de Dados	32
3. RESULTADOS	38
3.1 Levantamento taxonómico e Elaboração de Algário.....	38
3.2 Análise semiquantitativa (importância relativa de cada Taxon de acordo com escala DAFOR)	48
3.3 Estatística com base nos resultados obtidos na análise de fotoquadrados (CPCe)	56
4. DISCUSSÃO.....	73
5. BIBLIOGRAFIA.....	93
6. ANEXOS	104
Anexo 1 - Sinopse dos <i>Taxa</i> identificados.....	105
Anexo 2 – Tabela com exemplares de algas conservados em Algário (Universidade da Madeira).....	110

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1 As Macroalgas Marinhas

As Algas são um importante componente dos ecossistemas marinhos, não só ao nível ecológico mas também económico (Prathec, 2005). São organismos fotossintéticos que, em contraste com as plantas terrestres, não desenvolvem floração, raízes e rebentos, nem têm tecidos adaptados para o transporte de água, açúcar e nutrientes (Thomas, 2002). Registos fósseis demonstram que já existiam algas (semelhantes às atuais) há pelo menos 500 milhões de anos (Thomas, 2002). Atualmente estima-se que existirão aproximadamente doze mil espécies de algas marinhas bentónicas no nosso planeta, 10% das quais (1200) deverão ocorrer no Atlântico Norte, a norte dos 39°N. Ao incluir todas as ilhas da Macaronésia (região fitogeográfica composta pelos arquipélagos da Madeira, Açores, Canárias e Cabo Verde) e a linha de costa americana até à Carolina do Sul, pode considerar-se um total de 1500 espécies (Wallenstein *et al.*, 2009).

Segundo Schramm (1999), as macroalgas são elementos essenciais na estrutura espacial dos ecossistemas de águas costeiras, porque proporcionam um substrato estável para as comunidades epifitas e habitat para os animais (suporte físico, abrigo e local de desova). São organismos autotróficos, isto é, a partir da energia solar e dos nutrientes existentes na água do mar produzem substâncias orgânicas e libertam oxigénio, processo esse chamado fotossíntese. São produtores primários e parte integrante do regime alimentar de diversos organismos marinhos pertencentes aos patamares intermédio e superior da cadeia trófica das zonas costeiras, os quais frequentemente exercem uma pressão, por vezes intensa, na população de algas (Haroun *et al.*, 2003; Prathec, 2005; Cabioc'h *et al.*, 2006). Prova disso é o facto de a herbívoros ser considerado um dos maiores fatores de controlo das comunidades de macroalgas (Mayakum & Prathec, 2005). Na ilha da Madeira os Ouriços-do-mar são importantes condicionadores da abundância e distribuição

das algas e, por esta razão, têm uma grande influência na estrutura das comunidades benticas (Alves *et al.*, 2001). As espécies que ocorrem na costa rochosa da Madeira são *Paracentrotus lividus* (Lamarck), *Arbacia lixula* (Lamarck), *Sphaerechinus granularis* (Lamarck), *Diadema antillarum* (Philippi) e os menos comuns *Arbaciella elegans* (Mortensen) e *Centrostephanus longispinus* (Philippi) (Alves *et al.*, 2001). Segundo Tuya *et al.* (2004) grandes áreas de substrato rochoso, anteriormente cobertos por algas eretas, são transformadas pela ação dos ouriços, em substratos dominados por algas coralinas incrustantes e musgo. Relativamente à espécie dominante no sublitoral rochoso *Diadema antillarum*, Alves *et al.* (2001) considerou que o coberto algal não é um fator limitante para a sua distribuição na Madeira, sendo no entanto um resultado da presença deste ouriço. Para este autor, onde *D. antillarum* ocorre em maior número, as algas não atingem grande abundância, quando ausente observa-se no substrato um denso coberto algal.

As Algas são frequentemente relacionadas com as plantas terrestres, tanto conceptualmente como sistematicamente, uma vez que em alguns casos têm formas semelhantes, são na sua generalidade sésseis (órgão de fixação no caso das Algas e raízes nas plantas terrestres) e são fotossintéticas produtoras de oxigénio (Graham & Wilcox, 2000). Embora possuam várias estruturas semelhantes às das plantas superiores, por muitos anos foram consideradas, juntamente com os fungos, como uma classe biológica distinta, sendo vistas como “plantas inferiores”, refletindo a relativa falta de organização e diferenciação dos seus tecidos, comparativamente aos musgos, fetos e plantas com flor. Embora sejam também denominadas como “Macroalgas” (distinguindo-as das “Microalgas”, algas microscópicas), muitas são tão pequenas que só se tornam visíveis utilizando uma lupa. Na maioria dos casos as estruturas que são importantes para a determinação de uma espécie são só visíveis através da observação ao microscópio (Thomas, 2002). Outras algas são extremamente desenvolvidas, atingindo

centenas de metros, como por exemplo temos algumas algas castanhas (Laminarias) da costa da Califórnia (Ferri, 1981).

Em algumas Algas o eixo forma ramos laterais com aspeto de folha, mas não apresentam a estrutura das folhas das plantas superiores, sendo por este motivo chamadas de filoides. Da mesma forma, os eixos e suporte não têm a organização interna dos caules, nem os elementos de fixação apresentam a estrutura das raízes das plantas superiores. Têm então os nomes de caulóides e rizoides (Ferri, 1981). As macroalgas apresentam colorações extremamente variadas, resultantes da combinação de diferentes pigmentos fotossintéticos presentes nas suas células. Distinguem-se três grandes grupos (Pereira, 2009):

1. As algas verdes (Filo Chlorophyta) têm pigmentação semelhante à das plantas superiores, composta por carotenoides e clorofilas a e b;
2. As algas castanhas (Filo Ochrophyta) têm clorofilas a e c e carotenoides, com predominância da fucoxantina, responsável pela coloração castanha;
3. As algas vermelhas (Filo Rhodophyta) possuem como pigmentos fotossintéticos clorofila a, ficobilinas (R-ficocianina e R-ficoeritrina) e carotenoides (β -caroteno, luteína e zeaxantina).

As Cianobactérias, também conhecidas como Cianófitas ou algas azuis, não são na realidade algas (de acordo com a definição anterior), mas sim bactérias fotossintéticas. A maioria é composta por organismos unicelulares que frequentemente unem-se em cadeias ou colónias visíveis a olho nu (Thomas, 2002).

1.2 Propriedades e Utilização das Algas Marinhas

As propriedades das algas marinhas fazem parte do conhecimento de inúmeras culturas, que desde sempre as utilizaram para benefício próprio, como na agropecuária, indústria, culinária, medicina, cosmética e farmacologia (Haroun *et al.*, 2003). No Japão as algas

constituem a base da alimentação popular desde o século XVII, em contraste com o Ocidente, onde antigamente só serviam de alimento para as populações indigentes (Cabioc'h *et al.*, 2006) e, atualmente na Tailândia e outros países orientais, são utilizadas em aquacultura como alimento natural das espécies em cativeiro (Mayakum & Prathep, 2006). Investigações recentes, especialmente no campo da medicina, levam a considerar futuras aplicações associadas às propriedades bioativas de moléculas extraídas de algas (Prathep, 2005).

Atualmente as plantas marinhas são uma fonte importante de recursos renováveis em diversas regiões do mundo, especialmente nos países asiáticos e em determinadas regiões costeiras da Europa (Haroun *et al.*, 2003). De várias espécies de macroalgas são extraídos produtos de elevado valor comercial, os Ficolóides, compostos formados por polissacarídeos complexos muito apreciados pela sua viscosidade e estabilidade (Haroun *et al.*, 2003). Alguns géneros de algas vermelhas (ex: *Gelidium*, *Pterocladia*) são a matéria-prima de onde se extrai o Agar (E-406), outras espécies de algas vermelhas (ex: *Gigartina*) são utilizadas para extrair Carragenanas (E-407) e de algas castanhas obtém-se os Alginatos (E-401, E-402, E-403, E-404 e E-405) (Haroun *et al.*, 2003). Deste modo as algas entram de forma discreta num grande número de aplicações tão variadas como na estampagem de telas, fabricação de papel couché, pastas dentífricas, fraldas e na indústria agroalimentar (Cabioc'h *et al.*, 2006). Por exemplo, as Carragenanas são um dos principais aditivos usados pela indústria alimentar, como agentes gelificantes, emulsionantes, estabilizantes e espessantes. São ingredientes naturais, usados há várias décadas na área alimentar e são considerados como seguros, tendo obtido a classificação GRAS (*Generally Recognised As Safe*) (Pereira *et al.*, 2007). Da vasta lista de espécies de algas que são utilizadas como alimento, ração ou fonte de produtos químicos (400 a 500) só 20 espécies em 11 géneros são comercialmente cultivadas (Mayakum & Prathep, 2005).

1.3 As Algas como Bioindicadores

As Macroalgas são um elemento de qualidade biológica chave para a determinação do status ecológico em águas costeiras, de acordo com a Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água. São consideradas na definição dos estados ecológicos (excelente, bom e razoável) das águas costeiras e das águas de transição. A sua importância é de tal maneira relevante que, segundo a Diretiva, fazem parte do “grupo base” de taxa dos quais devem de ser, sempre que possível, obtidos dados “agudos e crónicos” que sejam pertinentes para o tipo de massa de água em causa (European Commission, 2000).

Alguns autores afirmam que a determinação do status ecológico de águas costeiras não depende só da avaliação de elementos de qualidade biológicos, esta análise deve ser suportada por elementos de qualidade hidromorfológica e físico-química (Ballesteros *et al.*, 2007). No entanto, nos últimos anos, um grande número de agências ambientais passaram a utilizar métodos de avaliação da qualidade da água baseados na utilização de comunidades biológicas. As razões que levaram à utilização de organismos vivos para este tipo de monitorização, são principalmente o baixo custo e a facilidade de implementação da metodologia. Além disso, as populações de flora e fauna acumulam informação que as análises físico-químicas não revelam e evitam que seja necessária a determinação regular de parâmetros físico-químicos (Alvarez & Peña, 2004). As populações de algas têm também vindo a ser referidas como uma ferramenta útil na determinação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos, devido à rápida resposta a alterações ambientais, através de alterações na composição e diversidade de espécies (Junshum *et al.*, 2008).

1.4 As Algas e a Zonação

Segundo Haroun *et al.* (2002), em todas as localidades costeiras, ocorrem alterações ambientais radicais, devido, fundamentalmente, ao regime das marés e à variação da luminosidade em função da profundidade. Por esta razão, os organismos bentónicos que estão presentes na zona entre marés (Intertidal) agrupam-se em bandas mais ou menos horizontais ou abrigam-se em poças de maré durante a baixa-mar. No caso das algas esta adaptação é facilmente observável, uma vez que as diferentes espécies de macroalgas formam faixas horizontais de vegetação, com coloração distinta, colocando-se cada uma delas num nível mais adequado às suas exigências fisiológicas e ecológicas. Embora necessitem de água para crescer e sobreviver, é evidente, a partir da grande quantidade de espécies de algas expostas nas costas rochosas durante a baixa-mar, que muitas não necessitam de estar continuamente submersas (Thomas, 2002).

A Zonação no litoral é facilmente observável em qualquer zona costeira, especialmente onde se registam maiores amplitudes de maré (Haroun *et al.*, 2002), e os seus padrões têm vindo a ser estudados em todo o planeta, comparando zonas abrigadas com zonas expostas e diferentes tipos de substrato (Neto, 2000). Entre a vasta literatura existente sobre padrões de distribuição dos organismos em costas rochosas, podemos encontrar publicações sobre trabalhos de investigação efetuados no arquipélago dos Açores (Tittley & Neto, 2000) e em Portugal Continental (Boaventura *et al.*, 2002). Quanto ao arquipélago da Madeira, poucos trabalhos incluem informação sobre o coberto algal. Temos como exemplo Bianchi *et al.* (1998) que inclui algumas espécies de algas num trabalho sobre as comunidades epibentónicas do Sublitoral na zona do Funchal.

Os padrões sazonais de distribuição e abundância de macroalgas em costas rochosas são influenciados diretamente por diversos fatores bióticos e abióticos, tais como, luminosidade, temperatura, regime de marés, hidrodinamismo, salinidade, concentração de nutrientes,

contaminantes, predação/herbívoria, tipo do substrato, vento/dissecação e quantidade de sedimento (Prathep, 2005) (Haroun *et al.*, 2003). Como foi já afirmado, as algas são fotossintéticas o que torna a luz solar indispensável para a sua sobrevivência. Este é um fator que pode condicionar o desenvolvimento do coberto algal, tanto pela sua quantidade (intensidade luminosa) como pela duração do fotoperíodo (duração relativa dos períodos de luz e de escuridão) (Cabioc'h *et al.*, 2006).

A costa da ilha da Madeira é caracteristicamente rochosa, com algumas zonas de calhau rolado e areia preta. É um tipo de substrato propício à fixação de macroalgas, uma vez que à exceção de alguns exemplos notáveis de formas flutuantes (ex: Sargaço do mar dos Sargaços), a maioria das algas pluricelulares necessitam de se fixar a um substrato para se desenvolverem e completarem o ciclo de vida. Mas, como não são providas de sistema radicular, não extraem nutrientes do substrato (como as plantas superiores) mas sim da água do mar quando estão imersas (Cabioc'h *et al.*, 2006).

1.5 As Algas como objeto de estudo no arquipélago da Madeira

Como são organismos relativamente fáceis de observar, manipular e quantificar no seu habitat, as macroalgas têm vindo a ser amplamente utilizadas, em trabalhos no Intertidal e no Subtidal, como organismos “modelo” para testar diversas teorias na área da Ecologia (Prathep, 2005). Como exemplo, temos o desenvolvimento da investigação na área da Ficologia, verificado nos últimos anos nos arquipélagos dos Açores e de Canárias. Em contrapartida, no arquipélago da Madeira pouco tem vindo a ser feito, ocorrendo esporadicamente trabalhos de curta duração, na sua maioria efetuados por cientistas visitantes (Neto *et al.*, 2001). As primeiras referências sobre recolha de material ficológico na Madeira reportam a 1687 e a 1884. O médico e botânico irlandês Sir Hans Sloane, em viagem a caminho da Jamaica,

permaneceu na Madeira durante três dias no ano de 1687, onde coletou espécies de plantas pertencentes a 38 Taxa, incluindo uma alga castanha (Sequeira *et al.*, 2010). Sloane descreveu um exemplar que está atualmente registado na coleção do Museu de História Natural de Londres como *Halopteris* sp., na publicação original o autor identificou-o como "*Muscus marinus plumiformis ramulis & foliis densissimis capillaceis*" (Sloane, 1707). A referência seguinte registou-se aproximadamente 200 anos depois e foi efetuada por Piccone, cujo material se encontra depositado no Naturhistorisches Museum em Viena, tendo sido posteriormente revisto por Prud'homme Van Reine no final do século passado (1994) (Haroun *et al.*, 2002). No séc. XX os primeiros trabalhos foram da autoria de Gain e Mirande (1912), Gain (1914), Menezes (1926) e Cabioch (1974) (*in* Neto *et al.*, 2001). Em 1974, Levring, baseado nos dados resultantes de todos os trabalhos feitos anteriormente e na sua própria coleção, efetuou uma listagem para o arquipélago da Madeira com 254 espécies de algas (Neto *et al.*, 2001). Posteriormente, entre 1977 e 1987, decorreram no Oceano Atlântico as Expedições CANCAP, da responsabilidade do governo holandês, que compreenderam a área de estudo entre os arquipélagos dos Açores e Cabo Verde (Slierings, 2003). Parte do material recolhido no arquipélago da Madeira foi analisado, tendo os resultados gerado algumas publicações científicas sobre as algas deste arquipélago por Audiffred & Weisscher (1984), Audiffred & Prud'homme van Reine (1985), Haroun & Prud'homme van Reine (1993), Weisscher (1982, 1983) (*in* Neto *et al.*, 2001).

Durante o mês de julho de 2000, decorreu no arquipélago da Madeira a Expedição "Macaronesia 2000", na qual se efetuaram recolhas exaustivas em diversas zonas da costa das ilhas da Madeira e Porto Santo, tanto na zona do intertidal como no subtidal. Na Madeira foram recolhidos exemplares de algas, com o objetivo de estabelecer uma visão mais completa da vegetação marinha desta ilha. Foram

coletadas em diferentes locais para se estabelecer uma comparação entre os ecossistemas observados. Atualmente os exemplares conservados encontram-se no Herbário da Universidade de La Laguna, Tenerife. Nesta expedição foram registadas 75 espécies de algas, 4 Cyanophyta, 35 Rhodophyta, 16 Phaeophyta e 20 Chlorophyta (Haroun *et al.*, 2002).

Utilizando toda a informação publicada até à data (2001) e na sequência do estágio científico da licenciatura em Biologia de Délia Cravo (Universidade da Madeira), Neto *et al.* compilaram uma listagem das Plantas Marinhas do arquipélago da Madeira, a qual serve como referência na área da taxonomia de algas nesta área do Atlântico. Neste trabalho reuniram um total de 359 espécies de algas compreendendo: 64 Chlorophyta, 64 Phaeophyta e 231 Rhodophyta. Os autores afirmaram que este número era significativamente inferior aos registados em Canárias e ligeiramente superior ao verificado nos Açores, concluindo que o arquipélago da Madeira ocupa uma posição intermédia entre os arquipélagos dos Açores e de Canárias. Segundo o mesmo trabalho, a flora marinha do arquipélago da Madeira está fortemente relacionada com a existente em Canárias, em especial no que se refere a algas vermelhas. Quanto às espécies de algas verdes e castanhas registadas, o arquipélago da Madeira aproxima-se muito mais aos Açores. No entanto, os autores afirmaram que o número de espécies de algas registadas no arquipélago da Madeira deveria aumentar num futuro próximo (Neto *et al.*, 2001). Após 8 anos e segundo Wallenstein *et al.* (2009), foram já registadas 600 espécies nas Canárias e 400 nos Açores, ambos valores superiores ao registado para a Madeira. Estes valores levarão a considerar que o trabalho em macroalgas marinhas no arquipélago da Madeira continua muito aquém daquele que decorre nos arquipélagos dos Açores e de Canárias.

Em 2009 Tuya e Haroun focaram a evidente diferença de número de espécies de algas entre Madeira, Açores e Canárias. Descreveram

diferentes padrões de riqueza de espécies de macroalgas na Macaronésia Lusitana e testaram se estas desigualdades se deviam à diferença de proximidade à costa continental e/ou às diferentes dimensões das ilhas. É de conhecimento comum que a dispersão das espécies para sistemas insulares é fortemente influenciada por dois fatores: a proximidade da área de origem (normalmente costas continentais e, por vezes, outras ilhas) e o tamanho da ilha (que estabelece o espaço disponível para colonizar). Estas são as ideias base da Teoria da Biogeografia Insular de MacArthur e Wilson (1967), que basicamente prevê que a proximidade de uma ilha à costa continental influencia as taxas de colonização, enquanto o tamanho da ilha influencia as taxas de extinção (Tuya & Haroun, 2009). Os autores consideraram 5 arquipélagos (Açores, Madeira, Selvagens, Canárias e Cabo Verde) que partilham características geomorfológicas, pois são todos de origem vulcânica e (segundo vários autores, como Geldmacher *et al.* (2000, 2001, 2005), tiveram origem em vários hotspots geológicos. Toda a flora e fauna nativas chegaram a estes arquipélagos através de dispersão a longa distância a partir de áreas continentais ou, em algumas circunstâncias, a partir de arquipélagos adjacentes (Tuya & Haroun, 2009). Os seres vivos dos ecossistemas marinhos destes arquipélagos estão conectados por correntes oceânicas, como exemplo temos correntes de superfície que geralmente se movem a partir dos Açores, passando pela Madeira e Canárias (Tuya & Haroun, 2009; Mason *et al.*, 2011). Os autores verificaram que o pico de registos de taxa de algas ocorreu em Canárias (678) e decresceu para norte da área de estudo, embora (como já foi mencionado anteriormente) os Açores (382) registem um valor ligeiramente superior ao verificado na Madeira (369). Neste trabalho, os autores concluíram que, tal como seria de prever pela Teoria da Biogeografia Insular, em ilhas oceânicas a riqueza em espécies de algas diminui com o aumento da distância entre a costa continental mais próxima e, por esta razão, as ilhas

Canárias são mais ricas em algas que a Madeira e os Açores. Relativamente à diferença de espécies entre Açores e Madeira, afirmam que seria de esperar que deveria ser observada uma maior diversidade algal na Madeira que nos Açores e justificam a ausência deste padrão com a maior área de costa existente nos Açores (três vezes superior à da Madeira), considerando assim que na Madeira ocorre maior probabilidade de extinção das espécies colonizadoras (Tuya & Haroun, 2009). Os autores tiveram o cuidado de evidenciar que, o esforço empregue em investigação na área da Ficologia, nos arquipélagos Macaronésicos não tem sido o mesmo. Nas Canárias e nos Açores existem grupos de investigação que trabalham sobre as algas destes arquipélagos há mais de 25 anos. Reflexo desta diferença é o número de artigos publicados contendo a palavra-chave "algae", sendo superior para as Canárias (76), seguido dos Açores (26) e só depois pela Madeira (11) (Tuya & Harou, 2009).

Entre 2000 (Expedição "Macaronesia 2000") e 2009 foram sendo efetuados na Madeira pequenos trabalhos, na sua maioria novamente por investigadores visitantes, sem grandes adições à listagem já existente. Nos últimos dois anos decorreram no arquipélago da Madeira duas grandes expedições, incluídas no âmbito do Plano de Extensão da Plataforma Continental e da recolha de informação para carregar a base de dados M@rbis. Em 2010 decorreu nas Ilhas Selvagens a expedição EMEPC/M@rBis/Selvagens 2010 e em 2011 nas ilhas Desertas, Madeira e Porto Santo teve lugar a expedição denominada EMAM/PEPC_M@rBis/2011. Ambas consistiram na inventariação, caracterização e conservação dos exemplares (flora e fauna) recolhidos e/ou observados e na cartografia de habitats. Destes dois trabalhos resultou um Algário, que veio enriquecer o espólio do Museu Municipal do Funchal e que poderá resultar em novas publicações sobre as algas do arquipélago da Madeira.

Este trabalho tem como objetivo determinar a variação, ao longo de um ano, da diversidade, distribuição e abundância do coberto de algas no Intertidal rochoso das ilhas da Madeira. Além do trabalho de taxonomia, com recolha, identificação e conservação de exemplares, aplicou-se o conhecimento adquirido ao longo do Mestrado, ao utilizar o programa PRIMER para efetuar a análise estatística e o programa CPCe para a análise de fotoquadrados do coberto algal.

Esperamos também que este venha a ser um ponto de partida para futuros trabalhos na área da Ficologia a desenvolver no Arquipélago da Madeira.

Capítulo 2

MATERIAL & MÉTODOS

2. MATERIAL & MÉTODOS

2.1 Local de Estudo

A ilha da Madeira, com 736,8 km², é a maior das ilhas que compõem o Arquipélago da Madeira. Com 153 km de costa e origem vulcânica, está situada a aproximadamente 32°38'N, 16°54'W (Figura 1) (Alves *et al.*, 2001). Localiza-se no Oceano Atlântico, a mais de 500 km do arquipélago das Canárias, a 700 km da costa norte-africana e a quase 1000 km do Sul de Portugal Continental (Haroun *et al.*, 2002). Este arquipélago é caracterizado por uma topografia marcadamente montanhosa com inúmeras paredes de rocha vertical, vales de ribeiras fortemente encaixados e falésias abruptas sobre o mar (Campuzano *et al.*, 2009). À superfície a temperatura do mar varia entre 17°C e 22,5°C (Alves *et al.*, 2001) e a salinidade entre 36,6‰ e 36,8‰ (Torres & Andrade, 2010).

As condições meteorológicas nesta região são determinadas principalmente pelo anticiclone subtropical dos Açores, responsável pela predominância dos ventos alísios de nordeste que aqui sopram a uma velocidade média de 20km/h. Dado que a principal força motora das correntes oceânicas de superfície são os ventos, as correntes oceânicas de superfície existentes no Arquipélago da Madeira integram-se na circulação geral do sistema de correntes do Atlântico Norte. A parte leste deste sistema de circulação é constituída por quatro correntes: a corrente dos Açores, a corrente de Portugal, a corrente das Canárias e a Corrente Equatorial Norte (Campuzano *et al.*, 2009) (Figura 1).

O Norte e o Sul desta ilha são muito distintos, tanto em orografia como em pressão/ação humana. A costa Sul, com 72km de extensão, é caracterizada pela existência de uma estreita plataforma insular e pela batimetria apresentar uma coincidência aproximadamente paralela relativamente à linha de costa. Regista-se nesta área uma maior

pressão antropogénica, verificando-se a construção de infraestruturas portuárias e áreas urbanizadas, extração de inertes, instalação de estações de tratamento de água e consequente emissário submarino (Torres & Andrade, 2010).



Figura 1 - Topologia e esquema da circulação à superfície das correntes no nordeste subtropical do Oceano Atlântico. AzC, corrente dos Açores; CanC, Corrente das Canárias; PC, Corrente de Portugal; NEC, Corrente Norte Equatorial. (in Manson et al., 2011).

A costa Sul está protegida da ondulação de NW, condição predominante do Atlântico Norte que influencia o Arquipélago da Madeira. Pelo contrário, a costa Norte da ilha é frequentemente exposta a amplitudes de ondas superiores a 3 m, inviabilizando a influência antropogénica verificada na costa Sul. Os temporais que frequentemente ocorrem no inverno afetam principalmente as costas expostas a Norte e Noroeste, sujeitando-as a uma forte ação erosiva (Torres & Andrade, 2010). A costa Sul é muito mais protegida dos fortes ventos dominantes, apresentando na maioria do ano um mar calmo, que só se altera esporadicamente com temporais de Sudeste e Sudoeste (Torres & Andrade, 2010).



2.2 Trabalho de Campo

A parte prática do presente trabalho consistiu numa amostragem mensal que decorreu entre junho de 2009 e maio de 2010. Para a escolha dos oito locais de amostragem (4 na costa Norte e 4 na costa Sul) foram considerados três requisitos, além da óbvia necessidade de ser de acesso seguro:

1. Níveis distintos de exposição ao hidrodinamismo, podendo ser “Abrigado”, “Moderadamente Exposto” e “Exposto” (Prathep, 2005).

2. Diferentes graus de influência antropogénica (ex: foz de ribeiras e zonas portuárias)
3. Área ampla de trabalho, com fácil definição dos andares do Intertidal (Supra, Médio e Infra).

Sendo um trabalho efetuado no Intertidal rochoso, a data e hora de cada amostragem esteve diretamente dependente do nível da maré. Por esta razão, foram consultadas as tabelas de marés de 2009 e 2010 disponibilizadas pelo Instituto Hidrográfico (<http://www.hidrografico.pt/>) e estabeleceram-se os dias de amostragem de acordo com as marés mais baixas de cada mês (0,3 m a 0,5 m).

Em cada local de Amostragem foi definido um transecto cujo perfil foi determinado no 1º dia de amostragem. Para tal utilizou-se um único cabo para todos os locais, ao longo do qual foram assinalados os pontos de amostragem recorrendo a fita adesiva de diversas cores. A cada um dos oito locais foi dada uma cor ou um padrão de cores, estabelecendo-se o seguinte código:

- a. Reis Magos, RM (32°38'44.39"N, 16°49'27.15"W) – Prateado (Figura 3)
- b. Barreirinha, B (32°38'47.01"N, 16°53'54.04"W) – Vermelho (Figura 4)
- c. Cais do Carvão, CC (32°38'10.23"N, 16°56'12.90"W) – Azul (Figura 5)
- d. Ribeira Brava, RB (32°40'7.49"N, 17° 3'49.03"W) – Castanho (Figura 6)
- i. Porto da Cruz, PC (32°46'33.23"N, 16°49'33.39"W) – Vermelho e Branco (Figura 7)
- e. Seixal, S (32°49'23.04"N, 17° 6'7.46"W) – Preto (Figura 8)
- f. Praia da Laje, PL (32°49'38.71"N, 17° 6'48.66"W) – Branco (Figura 9)
- g. Porto Moniz, PM (32°52'7.81"N, 17°10'17.20"W) – Preto e Branco (Figura 10)

No primeiro dia de trabalhos definiu-se em cada local o início do transecto no limite inferior da maré e o final no limite superior do intertidal, mantendo sempre que possível uma orientação perpendicular

à linha de costa. Para não existirem dúvidas desta localização registou-se por fotografia e estabeleceu-se pontos de referência no local. Os pontos de amostragem variaram em número (1 a 5), dependendo da extensão da área de intertidal a analisar. O primeiro localizou-se sempre o mais próximo possível do nível mínimo da maré (ponto 1), os seguintes foram escolhidos de acordo com a exposição ao hidrodinamismo, inclinação da rocha e tipo de substrato. O último ponto de amostragem caracterizou-se sempre por ser uma zona do intertidal onde raramente se registou a ocorrência de algas (ponto 4 e/ou 5).

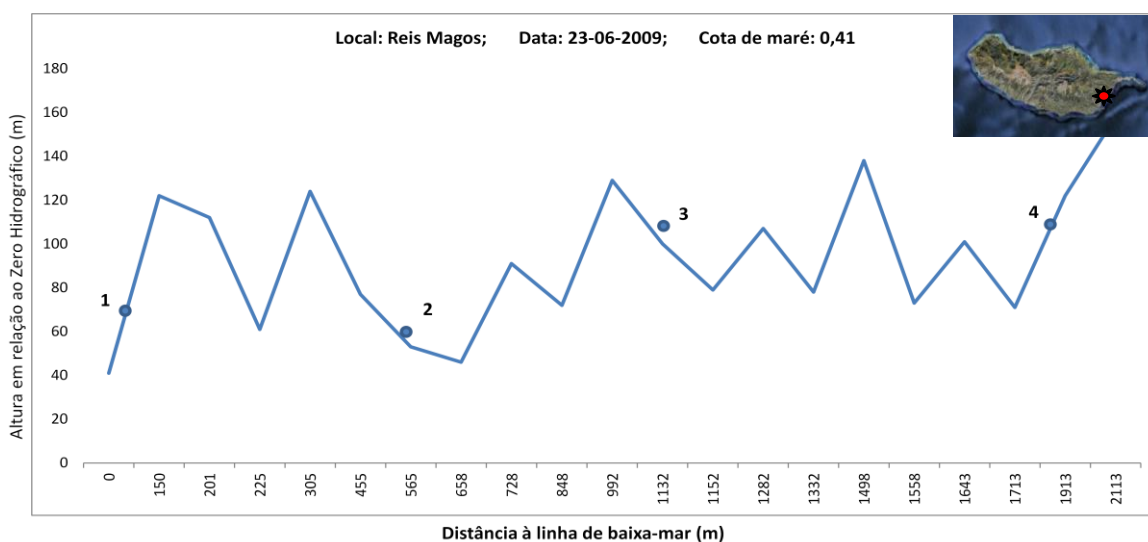


Figura 3 - Perfil do Transecto do intertidal da Praia dos Reis Magos (RM)

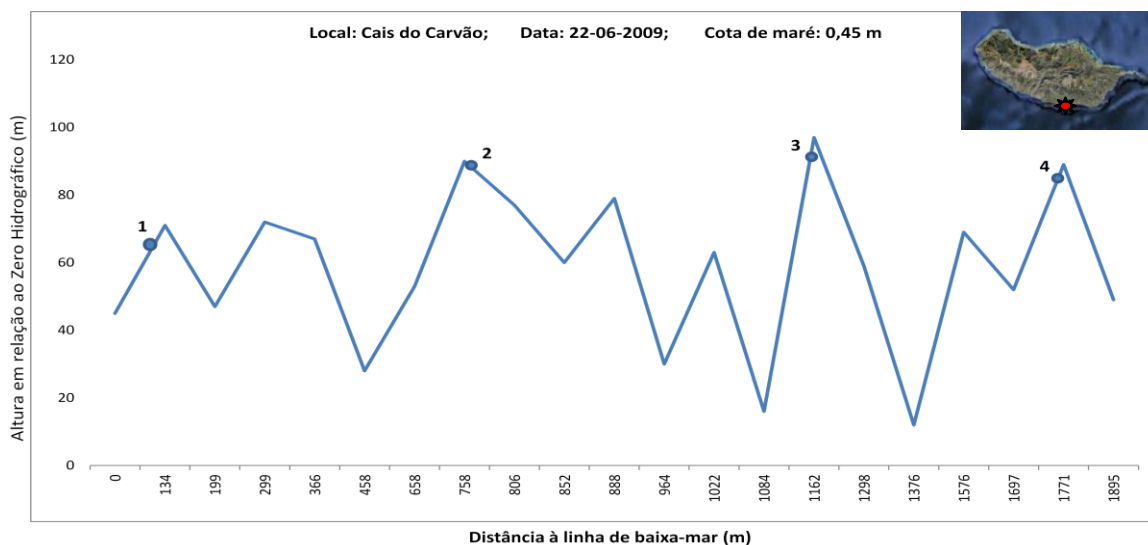


Figura 4 - Perfil do Transecto do intertidal do Cais do Carvão (CC)

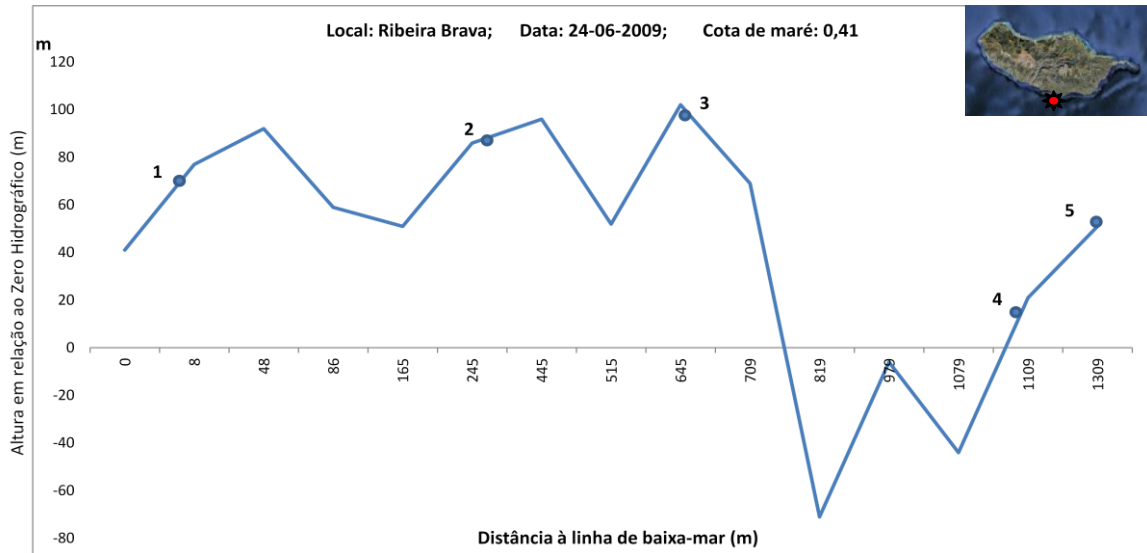


Figura 5 - Perfil do Transecto do intertidal da Ribeira Brava (RB)

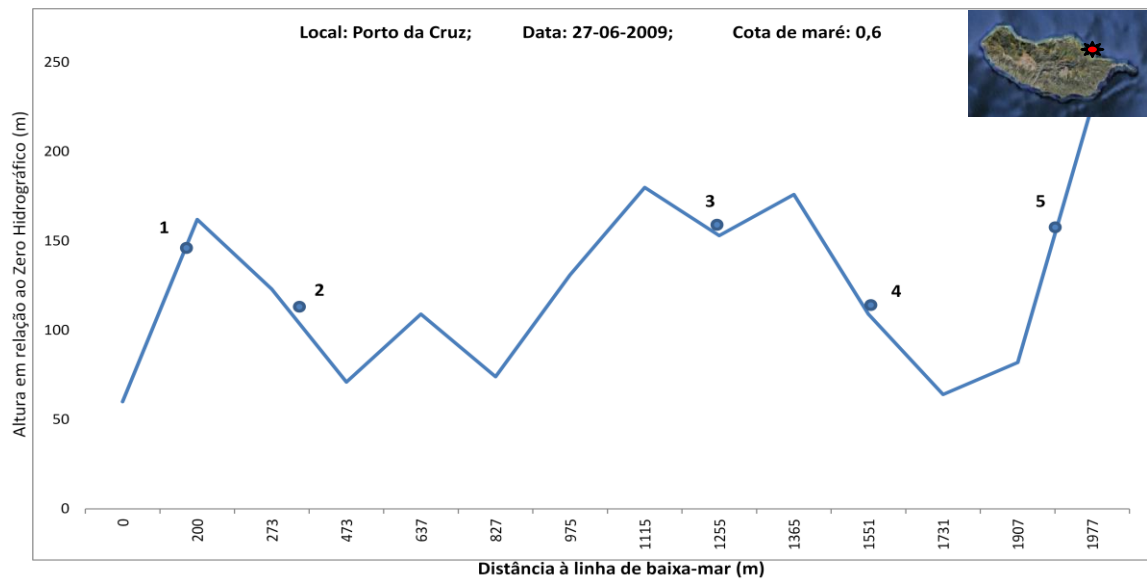


Figura 6 - Perfil do Transecto do intertidal do Porto da Cruz (PC)

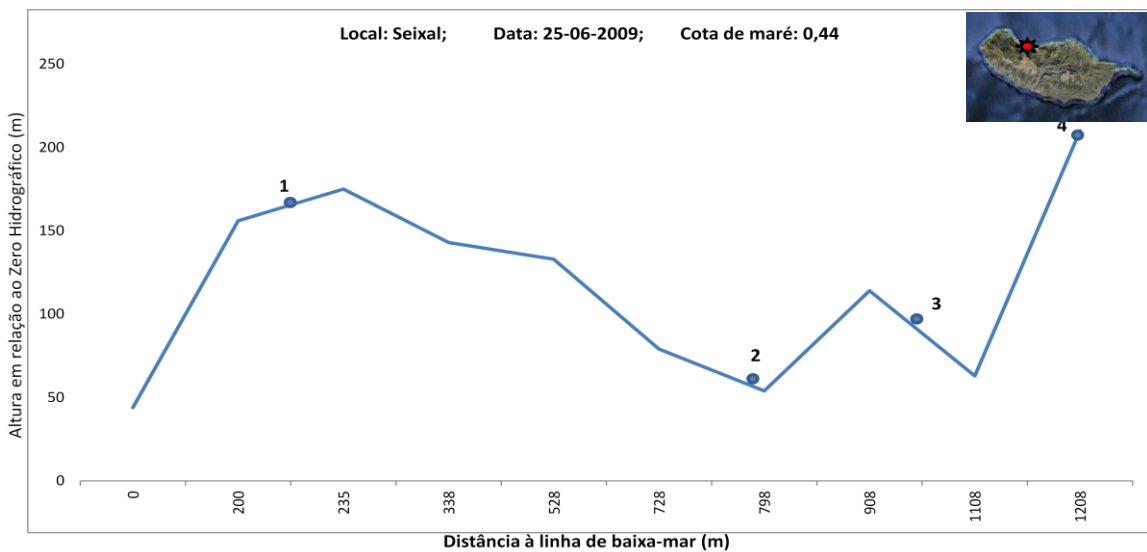


Figura 7 - Perfil do Transecto do intertidal do Seixal (S)

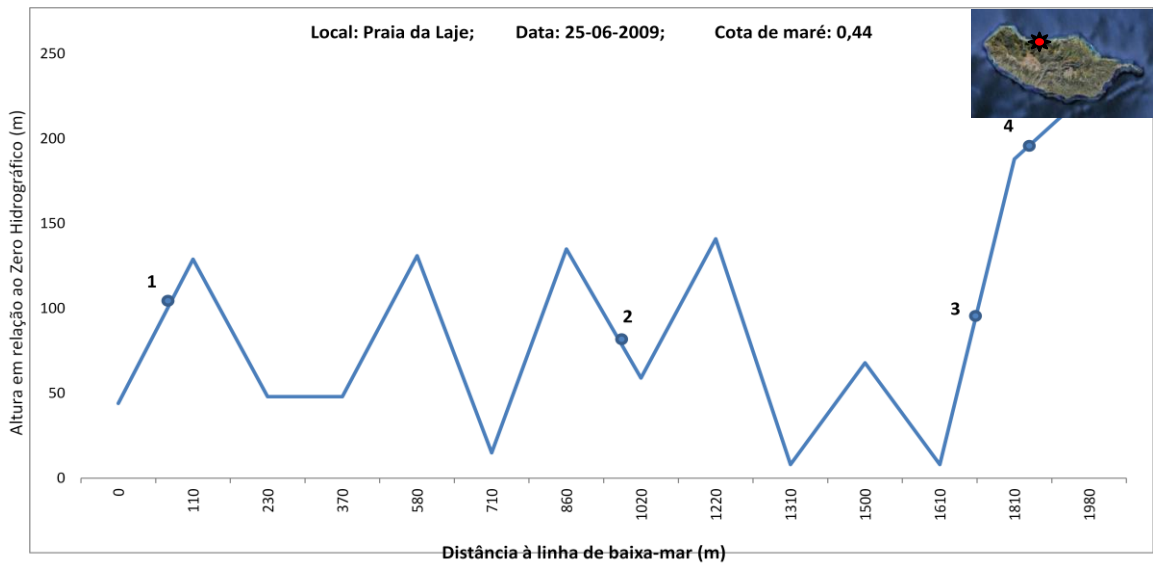


Figura 8 - Perfil do Transecto do intertidal da Praia da Laje (PL)

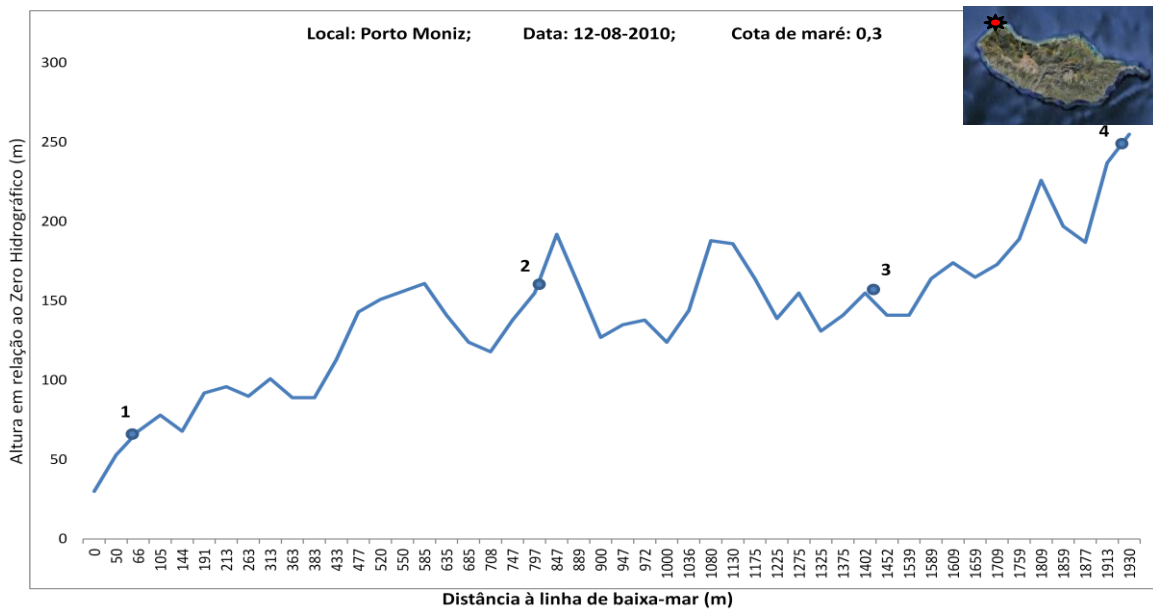


Figura 9 - Perfil do Transecto do intertidal do Porto Moniz (PM)

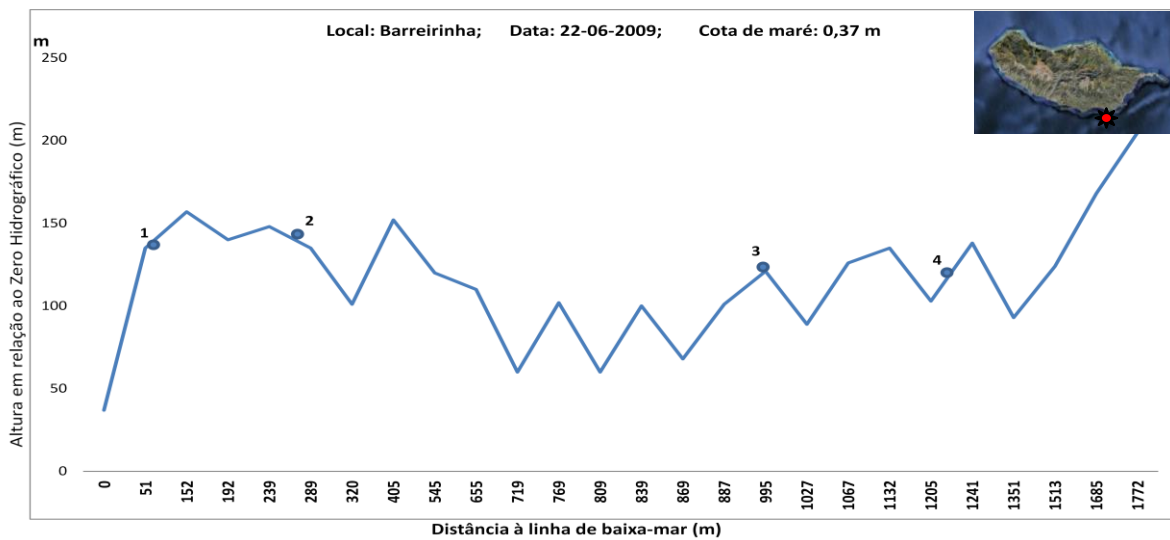


Figura 10- Perfil do Transecto do intertidal da Barreirinha (B)

Em cada um dos pontos de amostragem estabeleceu-se mensalmente um quadrante com 23 x 23 cm, juntamente com 3 a 5 replicados, os quais foram fotografados (Figura 11) para posterior análise pelo método de ponto aleatório utilizando para isso o software CPCe 3.5 (Kohler & Gill, 2006).



Figura 11 – Fotografia de Quadrados ao longo do transecto.

Efetuuou-se a recolha de algas para posterior identificação em laboratório, em todas as

amostragens mensais, através da raspagem da superfície rochosa e da recolha de exemplares (frondes) nas poças de maré e em toda a superfície da área de trabalho. Neste caso, foi necessário ter em conta preservar a zona onde se definiu o transecto, não efetuando raspagens nem recolhas, para não alterar a zona onde se efetuaram mensalmente os quadrantes e respetivos replicados.

Sempre que o estado do mar o permitiu, recolheu-se água do mar (500 ml) para posterior análise em laboratório com o objetivo de determinar a concentração dos seguintes nutrientes, seguindo Grasshoff *et al.*, 1999: Silicatos (SiO_2), Fosfatos (PO_4), Nitritos (NO_2) e Nitratos (NO_3).

Como já foi afirmado, de junho de 2009 a maio de 2010, foi determinada uma amostragem mensal por cada um dos 8 locais pré-definidos. No entanto, devido ao mau estado do mar e às contingências provocadas pelo incidente ocorrido na Madeira a 20 de fevereiro de 2010 (uma massa de ar muito húmida e instável provocou elevados valores de precipitação num curto espaço de tempo, resultando em inundações, derrocada de acessos e vários prejuízos graves), em alguns meses não foi possível efetuar uma única amostragem (dezembro e fevereiro na costa sul; novembro, dezembro, fevereiro e março na costa norte). Do mesmo modo, por local o esforço

de amostragem não foi o mesmo, Seixal, Praia da Laje e Cais do Carvão tiveram 2 e 3 amostragens, entre junho e outubro de 2009 (Figuras 12 a 14). Ao iniciar o outono, o acesso a estes locais tornou-se impossível, sendo muito arriscado atingir a zona de amostragem devido à ondulação forte que se fez sentir durante o restante ano de amostragem e à deterioração dos acessos.

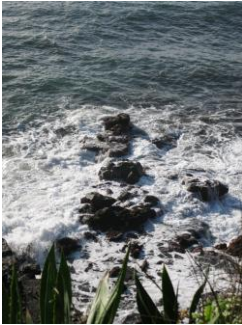


Figura 12 - Cais do Carvão (01/2010)



Figura 13 - Seixal (03/2010)



Figura 14 - Praia da Laje (12/2009)

Em Porto Moniz e Ribeira Brava foi possível efetuar amostragens em 4 e 5 meses, respetivamente. Neste caso o estado do mar também foi uma condicionante à qual se associaram as sequelas do fenómeno ocorrido a 20 de fevereiro. No caso de Porto Moniz (Figura 15), as amostragens de fevereiro e março não foram efetuadas devido à impossibilidade de acesso à costa norte da ilha da Madeira e ao estado do mar alteroso durante estes meses. O local de amostragem na Ribeira Brava, embora esteja numa zona abrigada, tornou-se inacessível a partir de fevereiro de 2010, uma vez que, devido aos danos provocados no sistema de esgotos do concelho da Ribeira Brava pela enxurrada, passou a ser o local temporário de saída do esgoto que anteriormente era canalizado para o devido tratamento (Figura 16). O local continuou a ser visitado mensalmente até maio de 2010, tendo sido feito registo fotográfico das alterações visíveis do coberto algal. No entanto, até esta data o problema de poluição do local por esgotos a céu aberto não foi resolvido, impedindo sempre uma amostragem completa (Transecto, quadrantes e recolha de exemplares de algas).



Figura 15 - Porto Moniz (05/2010)



Figura 16 - Ribeira Brava (03/2010)

Os três locais onde foram efetuadas mais amostragens ao longo do ano de trabalho prático no Intertidal foram: Reis Magos (10 meses), Barreirinha (6 meses) e Porto da Cruz (6 meses). Nestes locais também se verificaram meses, especialmente entre o final do outono de 2009 e a primavera de 2010, em que não foi possível aplicar a metodologia de campo em segurança, devido a vários temporais que se registaram no mar.



Figura 17 - Barreirinha (01/2010)



Figura 18 - Porto da Cruz (09/2009)

A amostragem na Barreirinha (Figura 17) também foi condicionada pelo temporal que afetou a costa sul da Madeira em fevereiro de 2010, a infraestrutura ficou totalmente destruída e o acesso ao local foi interdito a partir do mês de abril.

2.3 Trabalho de Laboratório

Os exemplares de algas recolhidos foram identificados em laboratório, e alguns exemplares representativos foram conservados em

seco em Algário. Para a triagem do material resultante das raspagens foi utilizada uma lupa e todos os exemplares foram identificados com o auxílio de bibliografia especializada:

- Carrillo & Sansón (1999)
- Brodie *et al.* (2007)
- Garreta *et al.* (2001)
- Haroun *et al.* (2002)
- Levring, T. (1974)
- Neto *et al.* (2001)
- Riedl (1983)
- Maggs & Hommersand (1993)

No presente trabalho foi elaborado um Algário, que será entregue à Universidade da Madeira para aumentar o espólio do Algário já existente. Este consiste numa coleção de espécies de algas secas e prensadas, corretamente montadas, classificadas e organizadas para posterior consulta em outros estudos (Agngarayngay *et al.*, 2007). Para tal os exemplares foram colocados dentro de água (numa tina), sobre papel de aguarela e com o auxílio de pinças e um pincel, foram estendidos, tentando manter o seu aspeto natural tendo sempre atenção em evidenciar estruturas relevantes para a sua identificação taxonómica. A folha de papel foi então retirada da tina e colocada sobre jornal para escorrer a água em excesso. Em seguida foi transferida para jornal seco, sobre o exemplar de alga colocou-se um pano, com o objetivo de impedir a sua colagem às folhas de jornal que foram em seguida colocadas por cima. Continuou-se a alternar papel de jornal, exemplar do Algário, pano seco e papel de jornal, até que todos os exemplares estivessem preparados. No final, colocou-se sobre este conjunto uma pilha de livros pesados, para prensar as algas durante a secagem. Quando se verificou que as algas já estavam bem prensadas e totalmente secas ao papel de aguarela foram arquivadas. Para tal, foram coladas em papel simples A4 e cada exemplar foi devidamente

identificado através de: Número de Identificação (Cota), Identificação do exemplar, Data e Local de Recolha, Nome de Coletor, Autor da Identificação (Carrillo & Sansón, 1999). A cada exemplar foi atribuída uma Cota (do Algário da Universidade da Madeira) composta por três itens: MAD (referente a ilha da Madeira – local de Amostragem), 09/10 (ano em que foi coletada: 2009 ou 2010) e um número (começando em 1 e crescente de acordo com a data de amostragem e o ano). Os dados referentes a estes exemplares foram registados numa base de dados para facilitar a consulta do Algário.

2.4 Análise semiquantitativa (importância relativa de cada Taxon)

Tendo como base a escala semiquantitativa definida por Neto *et al.* (2000) e a escala DAFOR (Wheather *et al.*, 2011) para determinar a importância relativa de cada *Taxon*, ao nível local (L), por costa e em toda a ilha da Madeira. Considerou-se que de acordo com a sua percentagem de ocorrência os *Taxon* seriam classificados como: Dominantes (>75%), Abundantes (74% - 51%), Frequentes (50% - 26%), Ocasionais (25% -11%) e Raras (10% - 1%).

2.5 Análise de Dados

A operação efetuada no software CPCe 3.5 (Kohler & Gill, 2006) iniciou-se na especificação de uma imagem em formato digital, isto é, cada uma das fotos (e respetivos replicados) dos quadrantes de cada ponto de amostragem foi analisada individualmente. Para tal, definiu-se uma moldura com 20cmx20cm, dentro do quadrante de 23cmx 23cm fotografado durante a amostragem. Em seguida aplicou-se a sobreposição aleatória de 96 pontos dentro desta moldura. Optou-se pelo método de definição estratificada de pontos aleatórios, na qual se subdividiu a moldura em 4 colunas e 4 linhas, perfazendo 16 quadrados. Dentro de cada um optou-se por uma distribuição aleatória de 6

pontos, somando o total de 96 pontos a analisar. Desta forma garantiu-se que houve alguns pontos analisados em cada região da imagem (Kohler & Gills, 2006).

A Identificação das espécies e/ou tipo de substrato observado sob cada ponto foi efetuada segundo um código previamente estabelecido, no qual foram considerados os géneros/espécies de algas possíveis de identificar por fotografia. No entanto, concluiu-se rapidamente que a identificação de espécies por fotografia levantou muitas dúvidas, visto a maioria dos pontos se localizarem sobre aglomerados de algas, não sendo possível definir um só indivíduo. Por esta razão considerou-se 6 tipos de substrato (Wallenstein *et al.*, 2009) (Wallenstein *et al.*, 2008), que foram igualmente incluídos no código de identificação do programa CPCe . Foram eles:

1. Algas Verdes (todas as algas de cor verde vivo que ocorrem na zona entre-marés)
2. Musgo Calcário (Em que é visualmente evidente a dominância de espécies calcárias, ex: *Corallina elongata*, *Jania* sp.)
3. Musgo Não Calcário (Em que a dominância de espécies calcárias não é visualmente evidente, ex: *Caulacanthus ustulatus*, *Ceramium* sp., *Polysiphonia* sp.)
4. Frondes ou Algas Frondosas (Devem de ser identificadas até à espécie, *in situ* ou no Laboratório, ou classificadas como Calcárias Eretas se pertencerem aos géneros *Corallina*, *Jania*, *Amphiroa* ou *Haliptylon*)
5. Crostras Calcárias (Incluem algas calcárias crostosas facilmente identificáveis por apresentarem textura semelhante a rocha e conferirem ao substrato um tom rosado)
6. Crostras Não Calcárias (Incluem algas de crescimento crostoso, mas textura mole e coloração variada)

Os dados obtidos foram guardados num ficheiro com o formato “.cpc”, posteriormente utilizado numa análise estatística. Foram efetuados vários replicados do mesmo ponto de amostragem (4-5 fotoquadrados), cuja média origina os dados finais, exemplificados depois num documento em Excel. Este contém uma análise estatística básica dos dados para cada espécie e categoria, incluindo a frequência, percentagem de ocorrência e Índice de Diversidade Shannon-Wiener (Kohler & Gill, 2006). Estes dados foram posteriormente ordenados numa tabela em Excel, que foi transposta para o programa PRIMER-E (Clarke & Warwick, 2001) onde foram efetuadas as seguintes análises:

- a. ANOSIM, análise não paramétrica aplicada à matriz de similaridade de Bray-Curtis (dos dados previamente transformados à raiz quarta), para testar a significância das diferenças entre locais de amostragem de acordo com diversos parâmetros. A análise de similaridades (ANOSIM) tem vindo a ser amplamente utilizada para testar hipóteses sobre diferenças espaciais e alterações temporais em grupos de organismos e particularmente na deteção de impactos ambientais. Nesta análise obtemos um valor denominado de R, compreendido entre -1 e +1, onde zero representa a hipótese nula. Geralmente R tem um valor entre zero e +1. Valores muito inferiores a zero têm vindo a ser considerados improváveis porque indicam maior dissimilaridade entre as unidades dos replicados dentro de cada amostra do que a que ocorre entre as amostras. No entanto, em alguns habitats, é comum obter valores negativos de R com alguma frequência (Chapman & Underwood, 1999).
- b. CLUSTER, análise aplicada à matriz de similaridade de Bray-Curtis dos dados previamente transformados à raiz quarta, para avaliar a similaridade entre os locais de amostragem. Como resultado

obtemos um dendograma que exemplifica as relações de semelhança entre locais. Resumidamente, a análise de *CLUSTERS* é uma técnica exploratória de análise multivariada que permite a agregação de variáveis em grupos homogêneos consoante o seu grau de semelhança. (Pereira *et al.*, 2009).

- c. *MDS (MultiDimensional Scaling)*, análise novamente aplicada à matriz de similaridade de Bray-Curtis dos dados previamente transformados à raiz quarta. Define um espaço multidimensional em que os objetos em estudo, neste caso os locais de amostragem, são representados por pontos. A distância entre os pontos determina o grau de semelhança entre os diferentes locais, quanto maior for a correlação entre dois locais menor a distância entre os pontos. Esta análise tem provado ser uma ferramenta particularmente valiosa em estudos de ecologia marinha porque não necessita que se verifique uma normalidade multivariada e, deste modo, trabalha com conjuntos de dados com abundância nula (Murray *et al.*, 2006).
- d. *SIMPER*, análise aplicada aos dados com transformação de raiz quarta, para determinar as categorias/taxa que mais contribuem para a diferença existente entre locais. Este teste também pode ser utilizado para determinar as espécies relevantes para a definição de um biótopo, de acordo com dois critérios (Wallenstein *et al.*, 2008): abundância média > 0,55 (dados de presença/ausência) ou % de contributo da espécie >9,5% (para dados não transformados). Para identificar as características relevantes (ex: espécies), a análise SIMPER calcula a média do índice de dissimilaridade de Bray-Curtis entre todos os pares de amostras. Como a medida de dissimilaridade de Bray-Curtis incorpora a contribuição de cada característica (ex: cada espécie), a dissimilaridade média entre os locais onde ocorrem pode ser expressa em termos de contribuição média de cada

espécie. O desvio padrão fornece uma medida da consistência do contributo que cada espécie dará para a dissimilaridade entre habitats (Mumby, 2011).

Os dados obtidos podem por vezes ser diferenciados entre si por fatores externos, tais como localização ou data de amostragem. Muitas das análises efetuadas no programa estatístico PRIMER utilizam os fatores para definir grupos de amostras. Deste modo, no presente trabalho considerou-se separadamente 6 fatores: Norte vs. Sul, Estação do Ano (verão, outono e inverno/primavera), Exposição (Abrigado, Moderadamente Exposto e Exposto), Altura da Costa (de cada quadrado fotografado em relação ao zero hidrográfico) e Nível da Costa (1 a 5).

Capítulo 3

RESULTADOS

3. RESULTADOS

No presente trabalho os resultados foram obtidos com base em três diferentes metodologias, de acordo com os objetivos propostos:

- Levantamento taxonómico do coberto algal do Intertidal Rochoso da ilha da Madeira (recolha de conspícuas e raspagem de substrato; triagem e identificação em laboratório);
- Elaboração de Algário (utilização de exemplares de algas representativos da flora costeira da Madeira, devidamente identificados e prensados);
- Determinação de % de cobertura do coberto algal e cálculo do Índice de Diversidade de Shannon (análise de fotoquadrados no software CPCe).

3.1 Levantamento taxonómico e Elaboração de Algário

Em todas as amostragens procedeu-se a uma recolha/raspagem de algas em redor dos quadrados, com o objetivo de efetuar um inventário das espécies existentes no Intertidal Rochoso dos 8 locais de amostragem. Identificou-se um total de 73 *Taxa* (Figura 19): 1 Cyanobacteria, 35 Rhodophyta, 18 Ochrophyta e 18 Chlorophyta.

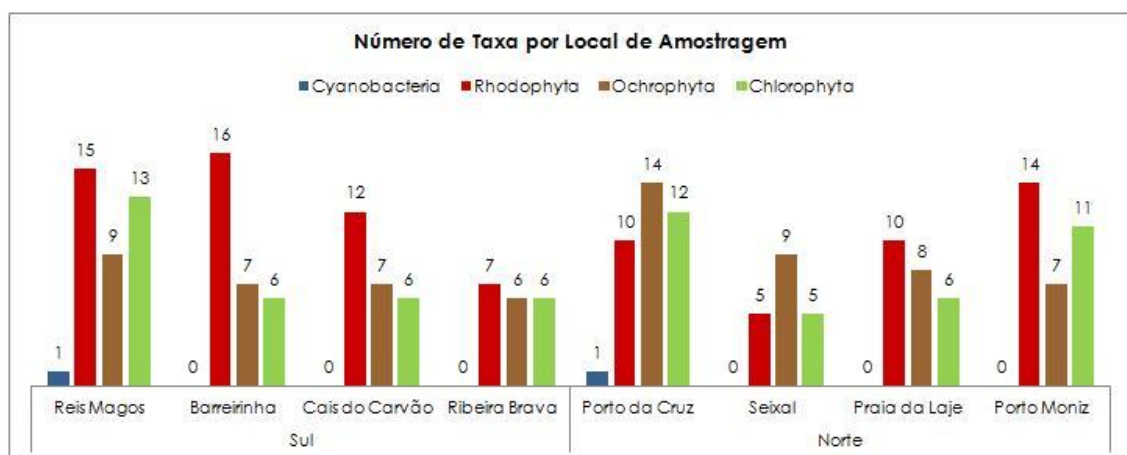


Figura 19 – Número de *Taxa* por Local de Amostragem.

Na Costa Sul foram identificadas 49 *Taxa*, dos quais 17 foram exclusivamente encontrados nesta costa: *Ganonema farinosum* (Reis Magos e Ribeira Brava), *Liagora distenta* (Cais do Carvão), *Asparagopsis taxiformis* (Reis Magos), *Amphiroa beauvoisii* (Barreirinha e Cais do Carvão), *Amphiroa rigida* (Barreirinha e Cais do Carvão), *Jania longifurca* (Barreirinha), *Hypnea arbuscula* (Barreirinha e Cais do Carvão), *Champia* sp. (Reis Magos e Barreirinha), *Rhodymenia pseudopalmata* (Reis Magos), *Polysiphonia elongata* (Reis Magos), *Griffithsia* sp. (Barreirinha), *Hypoglossum hypoglossoides* (Reis Magos), *Itonoa marginifera* (Ribeira Brava), *Grateloupia dichotoma* (Reis Magos, Barreirinha e Ribeira Brava), *Styopodium zonale* (Cais do Carvão), *Cladophora hutchinsiae* (Ribeira Brava) e *Codium decorticatum* (Reis Magos).

Embora o esforço de amostragem tenha sido menor (Tabela 1), na Costa Norte identificou-se 56 *Taxa*, dos quais 24 foram exclusivamente encontrados nesta extensão de costa: *Halimnion virgatum* (Porto Moniz), *Jania capillacea* (Praia da Laje), *Hypnea musciformis* (Porto da Cruz e Porto Moniz), *Peyssonelia* sp. (Porto da Cruz), *Champia parvula* (Porto Moniz), *Botryocladia chiajeana* (Porto da Cruz e Praia da Laje), *Botryocladia* sp. (Porto da Cruz, Praia da Laje e Porto Moniz), *Spyridia* sp. (Porto Moniz), *Apoglossum rustifolium* (Porto Moniz), *Halopithys incurva* (Praia da Laje), *Lophocladia trichoclados* (Porto Moniz), *Cladostephus spongiosus* (Porto da Cruz, Praia da Laje), *Dictyopteris polypodioides* (Porto da Cruz e Porto Moniz), *Dictyota liturata* (Praia da Laje), *Lobophora variegata* (Porto da Cruz e Porto Moniz), *Taonia atomaria* (Porto Moniz), *Cystoseira compressa* (Porto da Cruz), *Cystoseira wildpretii* (Seixal), *Sargassum filipendula* (Porto da Cruz), *Sargassum furcatum* (Seixal), *Ulva compressa* (Porto da Cruz), *Ulva prolifera* (Porto da Cruz e Porto Moniz), *Cladophora lehmanniana* (Seixal) e *Parvocaulis parvulus* (Porto Moniz).

Tabela1 – Registo dos Taxa com ocorrência exclusiva em uma das costas da ilha da Madeira por local de Amostragem. Assinalados com (*) os sete novos registos de Macroalgas para a ilha da Madeira.

COSTA SUL			
Reis Magos (10)	Barreirinha (6)	Cais do Carvão (3)	Ribeira Brava (5)
<i>G. farinosum*</i>			<i>G. farinosum*</i>
		<i>L. distenta</i>	
<i>A. taxiformis</i>			
	<i>A. beauvoisii</i>	<i>A. beauvoisii</i>	
	<i>A. rigida</i>	<i>A. rigida</i>	
	<i>J. longifurca</i>		
	<i>H. arbuscula*</i>	<i>H. arbuscula*</i>	
<i>Champia sp.</i>	<i>Champia sp.</i>		
<i>R. pseudopalmata</i>			
<i>P. elongata</i>			
	<i>Griffithsia sp.</i>		
<i>H. hypoglossoides</i>			
			<i>I. marginifera *</i>
<i>G. dichotoma*</i>	<i>G. dichotoma*</i>		<i>G. dichotoma*</i>
		<i>S. zonale</i>	
			<i>C. hutchinsiae</i>
<i>C. decortcatum</i>			
COSTA NORTE			
Porto da Cruz (6)	Seixal (2)	Praia da Laje (3)	Porto Moniz (4)
			<i>H. virgatum</i>
		<i>J. capillacea</i>	
<i>H. musciformis</i>			<i>H. musciformis</i>
<i>Peyssonelia sp.</i>			
			<i>C. parvula</i>
<i>B. chiajeana</i>		<i>B. chiajeana</i>	
<i>Botryocladia sp.</i>		<i>Botryocladia sp.</i>	<i>Botryocladia sp.</i>
			<i>Spyridia sp.</i>
			<i>A. rustifolium</i>
		<i>H. incurva</i>	
<i>C. spongiosus</i>		<i>C. spongiosus</i>	<i>L. trichoclados</i>
<i>D. polypodioides</i>			<i>D. polypodioides</i>
		<i>D. liturata</i>	
<i>L. variegata</i>			<i>L. variegata</i>
			<i>T. atomaria</i>
<i>C. compressa</i>			
	<i>C. wildpretii*</i>		
<i>S. filipendula</i>			
	<i>S. furcatum*</i>		
<i>U. compressa</i>			
<i>U. prolifera</i>			<i>U. prolifera</i>
	<i>C. lehemanniana*</i>		
			<i>P. parvulus</i>

Dos 73 *Taxa* identificados no presente trabalho (Anexo 1), sete espécies são consideradas novos registos para a ilha da Madeira: *Ganonema farinosum*, *Hypnea arbuscula*, *Itonoa marginifera*, *Grateloupia dichotoma*, *Cystoseira wildpretii*, *Sargassum furcatum* e *Cladophora lehmanniana*. Quatro destas espécies (*G. farinosum*, *C. wildpretii*, *S. furcatum* e *C. lehmanniana*) passam a ter a Madeira como o limite norte no Oceano Atlântico. Do mesmo modo, *C. wildpretii* deixa de ser um endemismo de Canárias para passar a ser um endemismo da Macaronésia.

Descrição das novas espécies dadas para a ilha ou arquipélago da Madeira (com respetiva Cota do Algário da Universidade da Madeira):

1. *Ganonema farinosum* (J.V. Lamouroux) K.C. Fan & Yung C. Wang

Publicação Original: Fan, K.-C. & Wang, Y.-C. (1974). Studies on the marine algae of Hsisha Islands, China I. *Ganonema* gen. nov. *Acta Phytotaxonomica Sinica* 12: 489-495, 2 pls.

Espécime tipo (Holótipo) do género *Ganonema*.

Descrição (Carrillo & Sansón, 1999)

Alga vermelha calcificada, encontrada em mares com águas quentes a temperadas de todo o mundo.

Talo ereto rígido, flexível ou gelatinoso, geralmente com calcificação reduzida; sem genículos (porção não calcificada) nem intergenículos (segmentos rígidos calcificados). Córtex formado por fascículos de filamentos livremente dispostos, desagregáveis por pressão. As

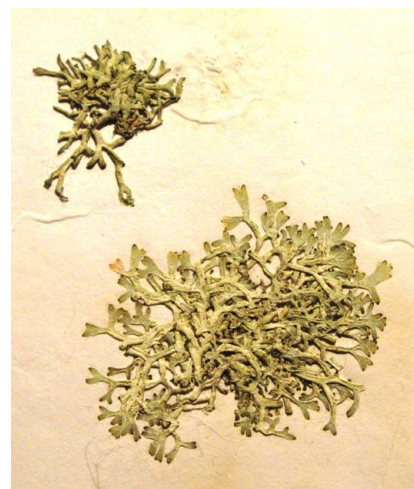


Figura 20 - *Ganonema farinosum*
(Cota UMa: MAD-09-32)

células basais dos fascículos corticais originam lateralmente tanto

filamentos corticais adventícios como filamentos rizoidais com filamentos corticais adventícios, ramos carpogoniais com origem no córtex profundo, ocupando a mesma posição que os ramos vegetativos. Células do córtex médio subcilíndricas; ramos carpogoniais com 4 células.

Distribuição nas ilhas do Oceano Atlântico até à data (segundo Guiry & Guiry, 2011 e Neto et al, 2001)

Como *Liagora farinosa* J.V.Lamouroux: Bermudas, Canárias e Cabo Verde

Como *Ganonema farinosum* (J.V.Lamouroux) K.C.Fan & Yung C.Wang: Canárias (Kvaternik, Afonso-Carrillo & Sansón 1996, Haroun et al. 2002, Aldanondo-Aristizábal, Domínguez-Alvarez & Gil-Rodríguez 2003, Gil-Rodríguez et al. 2003, John et al. 2004), Cabo Verde (John et al. 2004, Prud'homme van Reine, Haroun & Kostermans 2005), Selvagens (John et al. 2004).

2. *Hypnea arbuscula* P.J.L. Dangeard

Publicação original: Dangeard, P. (1952). Algues de la presqu'île du Cap Vert (Dakar) et ses environs. *Botaniste* 36: 195-329.

O espécime tipo (Lectótipo) do género *Hypnea* é *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V.Lamouroux.

Descrição (Carrillo & Sansón, 1999)

Espécie de alga vermelha, pseudoparenquimatosa com córtex consolidado, não desagregável por pressão.

Em secção transversal, a estrutura do talo tem uma zona central (medula)



Figura 21 - *Hypnea arbuscula* (Cota UMA: MAD-09-18)

constituída por células compactamente dispostas. Se este corte transversal for efetuado perto da zona apical, é possível distinguir uma célula central (eixo do pseudoparênquima uniaxial). Os talos não têm filamentos unisseriados pigmentados. Filamento central rodeado por 5 (ocasionalmente 4 ou 6) células periaxiais. Ápices agudos e crescimento por uma célula apical evidente; sem tricoblastos hialinos nas porções apicais. Ramos subcilíndricos; eixos pouco ramificados e de forma subdicotómica; ramulas ocasionalmente comprimidas, espatuladas.

Distribuição nas ilhas do Oceano Atlântico até à data (segundo Guiry & Guiry, 2011 e Neto et al, 2001)

Como *Hypnea arbuscula* P.J.L.Dangeard: Açores (Fredericq, Serrao & Norris 1992, Neto 1994, Tittley & Neto 1994), Canárias (Haroun et al. 2002, Gil-Rodríguez et al. 2003, John et al. 2004), Cabo Verde (John et al. 2004, Prud'homme van Reine, Haroun & Kostermans 2005), Selvagens (Parente et al. 2000, John et al. 2004).

3. cf. *Itonoa marginifera* (J. Agardh) Masuda & Guiry

Publicação Original: Masuda, M. & Guiry, M.D. (1995). Reproductive morphology of *Itonoa marginifera* (J. Agardh) gen. et comb. nov. (Nemastomataceae, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 30: 57-67, 22 figs, 1 table.

Espécime tipo (Holótipo) do género *Itonoa*.

Descrição (Carrillo & Sansón, 1999)

Espécie de alga vermelha, cujo talo é constituído por numerosos estratos de células, nos quais se diferenciam uma região medular e outra cortical. Num corte transversal, a estrutura do talo tem uma

medula central formada por filamentos dispostos livremente. O córtex é constituído por células geralmente pequenas e dispostas em fascículos ou em fila. Talos eretos ramificados dicotómicamente de forma irregular; sem células glandulares.

Distribuição nas ilhas do Oceano Atlântico até à data (segundo Guiry & Guiry, 2011 e Neto et al, 2001)

Como *Platoma marginiferum* (J.Agardh) Batters: Açores (Neto 1994), Canárias (Lawson et al. 1995).

Como *Itonoa marginifera* (J.Agardh) Masuda & Guiry: Canárias (Haroun et al. 2002, Gil-Rodríguez et al. 2003, John et al. 2004).

4. *Grateloupia dichotoma* J. Agardh

Publicação Original: Agardh, J.G. (1842). *Algae maris Mediterranei et Adriatici*, observationes in diagnosis specierum et dispositionem generum. pp. [i]-x, 1-164. Parisiis [Paris]: Apud Fortin, Masson et Cie.

O espécime tipo (Holótipo) do género *Grateloupia* é *Grateloupia filicina* (J.V.Lamouroux) C.Agardh.

Descrição (Carrillo & Sansón, 1999)

Espécie de alga vermelha, cujo talo é constituído por numerosos estratos de células, nos quais se diferenciam uma região medular e outra cortical. Num corte transversal, a estrutura do talo tem uma medula central formada por

filamentos dispostos livremente. O córtex é constituído por células geralmente pequenas e dispostas em fascículos ou em fila. Talos eretos



Figura 22 - cf. *Itonoa marginifera* (Cota Uma: MAD-09-55)



Figura 23- *Grateloupia dichotoma* (Cota UMa: MAD-09-100)

pequenos (comprimento inferior a 3 cm), cintada e irregularmente ramificados de forma dicotómica.

Distribuição nas ilhas do Oceano Atlântico até à data (segundo Guiry & Guiry, 2011 e Neto et al, 2001)

Como *Grateloupia dichotoma* J.Agardh: Açores (Tittley & Neto 1994, Neto 1994), Canárias (Gil-Rodríguez & Afonso-Carrillo 1980, Guadalupe et al. 1995, Haroun et al. 2002, Gil-Rodríguez et al. 2003, John et al. 2004).

5. *Cystoseira wildpretii* Nizamuddin

Publicação Original: Nizamuddin, M. (1995). *Cystoseira wildpretii* Nizamuddin sp. nov. from the Canary Islands. *Pakistan Journal of Botany* 27: 263-266.

O espécime tipo (Lectótipo) do género *Cystoseira* é *Cystoseira concatenata* (Linnaeus) C.Agardh.

Descrição (Carrillo & Sansón, 1999)

Alga castanha, parênquimatosa com medula, córtex e meristoderme. Com talos arborescentes muito ramificados; recetáculos não mucilaginosos. Talos sem filoides; com recetáculos terminais; aerocistos internos nos ramos. Ramos de última ordem densamente cobertos por apêndices espiniformes que aportam, na maturidade, um conceptáculo perto da base.

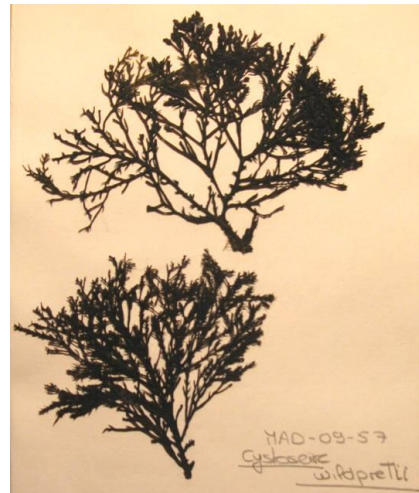


Figura 24- *Cystoseira wildpretii*
(Cota UMa: MAD-09-57)

Distribuição nas ilhas do Oceano Atlântico até à data (segundo Guiry & Guiry, 2011 e Neto et al, 2001)

Como *Cystoseira wildpretii* Nizamuddin: Canárias (Haroun *et al.* 2002, Gil-Rodríguez *et al.* 2003, John *et al.* 2004).

6. *Sargassum furcatum* Kützing

Publicação Original: Kützing, F.T. (1843). *Phycologia generalis* oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange... Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser. pp. [part 1]: [i]-xxxii, [1]-142, [part 2:] 143-458, 1, err.), pls 1-80. Leipzig: F.A. Brockhaus.

O espécime tipo (Holótipo) do género *Sargassum* é *Sargassum bacciferum* (Turner) C.Agardh.

Descrição (Carrillo & Sansón, 1999)

Alga castanha, parênquimatosa com medula, córtex e meristoderme. Com talos arborescentes muito ramificados; recetáculos não mucilaginosos. Talos com ramulas laminares (filoides) e fixos por um disco; filoides com criptostomatas. Caulóides e ramos com pequenos espinhos; filoides lineares lanceolados, normalmente 1-4 vezes bifurcados.



Figura 25- *Sargassum furcatum*
(Cota UMa: MAD-09-45)

Distribuição nas ilhas do Oceano Atlântico até à data (segundo Guiry & Guiry, 2011 e Neto *et al.*, 2001)

Como *Sargassum furcatum* Kützing: Canárias (Haroun *et al.* 2002, Gil-Rodríguez *et al.* 2003, John *et al.* 2004), Selvagens (Parente *et al.* 2000, John *et al.* 2004).

7. *Cladophora lehmanniana* (Lindberg) Kützing

Publicação Original: Kützing, F.T. (1843). *Phycologia generalis* oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange... Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser. pp. [part 1]: [i]-xxxii, [1]-142, [part 2:] 143-458, 1, err.], pls 1-80. Leipzig: F.A. Brockhaus.

O espécime tipo (Lectótipo) do género *Cladophora* é *Cladophora oligoclona* (Kützing) Kützing.

Descrição (Carrillo & Sansón, 1999)

Alga verde com morfologia filamentosa. Talo filamentoso ramificado. Inserção dos ramos é terminal; a parede celular de separação é horizontal ou ligeiramente inclinada. Ramos principais têm ramos jovens com crescimento apical dominante. Talos com células grandes, as apicais com mais de 100 µm de diâmetro.



Figura 26- *Cladophora lehmanniana* (Cota UMa: MAD-09-58)

Distribuição nas ilhas do Oceano Atlântico até à data (segundo Guiry & Guiry, 2011 e Neto et al, 2001)

Como *Cladophora lehmanniana* (Lindenberg) Kützing): Canárias (Guadalupe et al. 1995, Haroun et al. 2002, Gil-Rodríguez et al. 2003, John et al. 2004), Cabo Verde (John et al. 2004, Prud'homme van Reine, Haroun & Kostermans 2005).

Como *Cladophora utriculosa* Kützing: Bermudas (Taylor 1960), Canárias (Børgesen 1926).

3.2 Análise semiquantitativa (importância relativa de cada Taxon de acordo com escala DAFOR)

No presente trabalho considerou-se que foram registadas duas espécies de algas, *Corallina elongata* e *Padina pavonica*, que se poderão considerar como sendo Dominantes na ilha da Madeira (Tabela 2). Foram assinaladas em todos os locais de Amostragem, na maioria dos meses, verificando-se no entanto uma curiosidade: *C. elongata* é Dominante na costa Sul e Abundante na costa Norte, o que é inversamente proporcional com o que se verifica para *P. pavonica*, que é Abundante na costa Sul e Dominante na costa Norte.

Como Abundantes na ilha da Madeira considerou-se 8 Taxa: *Jania* sp., Ceramiaceae, *Halopteris scoparia*, *Dictyota* sp., *Ulva rigida*, *Chaetomorpha* sp., *Valonia utricularis* e *Codium* cf. *adhaerens*. Comparando as percentagens de ocorrência destes Taxa em ambas as costas verificamos que, na costa sul nenhuma é Dominante, sendo a maioria Abundante salvo três exceções, *H. scoparia*, *Dictyota* sp. e *C. cf. adhaerens*, que são Frequentes. Em contrapartida, na costa Norte três destes Taxa são Dominantes (*Jania* sp., *S. scoparium* e *C. cf. adhaerens*), dois são Abundantes (*Dictyota* sp. e *Chaetomorpha* sp.), um é Frequente (Ceramiaceae) e dois são Ocasionalis (*U. rigida* e *V. utricularis*).

Os Taxa Frequentes na ilha da Madeira foram cinco, todos eles registados nas costas Norte e Sul. As espécies *Colpomenia sinuosa* e *Dasycladus vermicularis* foram também consideradas Frequentes em ambas as costas. Os géneros *Laurencia* sp. e *Sargassum* sp., foram considerados na costa Sul como Ocasionalis e na costa Norte como Abundantes. O género *Ulva* sp. foi registado como Raro na costa Sul mas Frequente na costa Norte.

Os Taxa assinalados como Ocasionalis, isto é, aqueles que ocorreram na ilha da Madeira com uma percentagem de 11% a 25%, foram treze, na maioria registados na costa Norte e na costa Sul. As espécies *Asparagopsis taxiformis* e *Grateloupia dichotoma* foram somente

registadas na costa Sul, sendo a primeira considerada Frequente e a segunda Ocasional; já *Cladostephus spongiosus* foi a espécie somente encontrada na costa Norte, sendo aí considerada como *Taxa* Frequente. As espécies *Calothrix* cf. *crustacea* e *Asparagopsis armata* foram também consideradas Ocasionais em ambas as costas. O género *Liagora* p. na costa Sul é Ocasional, mas na costa Norte é Raro. Também foi considerada Ocasional a espécie *Cystoseira abies-marina*, neste caso em ambas as costas da ilha da Madeira. *Pterocladia capillacea*, *Cystoseira* sp. e *Caulerpa webbiana* foram consideradas como Ocasionais na costa Sul e Frequentes na costa Norte. Três *Taxa*, *Halopteris filicina*, *Cladophora prolifera* e *Cladophora* sp. foram registados na costa Sul como Raros e na costa Norte como Frequentes.

A maioria dos *Taxa* registados neste trabalho, um total de 45, foram classificados como Raros na ilha da Madeira. Cinco deles foram igualmente considerados Raros, separadamente, nas costas Norte e Sul: *Amphiroa* sp., *Haliptilon* sp., *Zonaria tournefortii*, *Chaetomorpha pachynema*, *Cladophora pellucida* e *Caulerpa racemosa*. A espécie *Botryocladia botryoides* é Rara na costa Sul mas Ocasional na costa Norte. Dos restantes *Taxa*, quinze foram exclusivamente encontrados na costa Sul, sendo *Amphiroa rigida* Ocasional e os restantes catorze Raros: *Ganonema farinosum*, *Liagora distenta*, *Amphiroa beauvoisii*, *Jania longifurca*, *Hypnea arbuscula*, *Champia* sp., *Polysiphonia elongata*, *Rhodymenia pseudopalmata*, *Griffithia* sp., *Hypoglossum hypoglossoides*, *Itonoa marginifera*, *Stypopodium zonale*, *Cladophora hutchinsiae* e *Codium decorticatum*. Exclusivamente na costa Norte foram registados 23 *Taxa* Raros para ilha da Madeira, sendo deste 9 considerados Ocasionais na zona costeira onde foram referenciados: *Hypnea musciformis*, *Champia parvula*, *Botryocladia chiajeana*, *Botryocladia* sp., *Halopithys incurva*, *Dictyopteris polypodioides*, *Lobophora variegata*, *Cystoseira compressa* e *Ulva prolifera*. Como Raras na costa Norte registou-se *Haliptilon virgatum*, *Jania capillacea*, *Peyssonelia* sp., *Spyridia*

sp., *Apoglossum rustifolium*, *Lophocladia trichoclados*, *Dictyota liturata*, *Taonia atomaria*, *Cystoseira wildpretii*, *Sargassum filipendula*, *Sargassum furcatum*, *Ulva compressa*, *Cladophora lehmanniana* e *Parvocaulis parvulus*.

Tabela 2 - Estimativa da importância relativa de cada Taxa ao nível local (L), por costa e em toda a ilha da Madeira dos Taxa considerando uma escala semiquantitativa tendo como exemplo base a escala DAFOR: Dominante (D), Abundante (A), Frequente (F), Ocasional (O) e Raro (R).

TAXA	ABUNDÂNCIA RELATIVA (Local, Norte/Sul e ilha da Madeira)- escala semiquantitativa baseada na escala DAFOR e em Neto <i>et al.</i> (2000)										
	RM	B	CC	RB	SUL	PC	S	PL	PM	NORTE	MADEIRA
Cyanophyta											
<i>Calothrix cf. crustacea</i>	FL				O	FL				O	OCASIONAL
Rhodophyta											
<i>Ganonema farinosum</i>	RL			OL	R						RARO
<i>Liagora distenta</i>			OL		R						RARO
<i>Liagora sp.</i>	OL			OL	O	OL				R	OCASIONAL
<i>Pterocladia capillacea</i>		OL	DL		O			DL	FL	F	OCASIONAL
<i>Asparagopsis armata</i>	OL	FL	OL		O			OL	DL	O	OCASIONAL
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	FL	FL	DL		F						OCASIONAL
<i>Amphiroa beauvoisii</i>		OL	OL		R						RARO
<i>Amphiroa rigida</i>		FL	OL		O						RARO
<i>Amphiroa sp.</i>		OL	OL		R	OL				R	RARO
<i>Corallina elongata</i>	DL	DL	DL		D	AL	DL	FL	DL	A	DOMINANTE
<i>Haliptilon virgatum</i>									OL	R	RARO
<i>Haliptilon sp.</i>	RL	OL	OL		R		FL			R	RARO
<i>Jania capillacea</i>								OL		R	RARO
<i>Jania longifurca</i>		OL			R						RARO
<i>Jania sp.</i>	DL	AL	FL	AL	A	AL	DL	AL	DL	D	ABUNDANTE
<i>Hypnea arbuscula</i>		OL	OL		R						RARO
<i>Hypnea musciformis</i>						AL			OL	O	RARO
<i>Peyssonelia sp.</i>						OL				R	RARO
<i>Champia parvula</i>									FL	O	RARO
<i>Champia sp.</i>	RL	OL			R						RARO
<i>Botryocladia botryoides</i>	RL	OL			R		FL		OL	O	RARO
<i>Botryocladia chiajeana</i>						OL		OL		O	RARO
<i>Botryocladia sp.</i>						OL		OL	OL	O	RARO
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	RL				R						RARO
Ceramiales	FL	DL	DL	AL	A	FL		FL	DL	F	ABUNDANTE
<i>Polysiphonia elongata</i>	RL				R						RARO
<i>Griffithsia sp.</i>		OL			R						RARO
<i>Spyridia sp.</i>									OL	R	RARO
<i>Apoglossum rustifolium</i>									OL	R	RARO
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	RL				R						RARO
<i>Halopithys incurva</i>								DL		O	RARO
<i>cf. Itonoa marginifera</i>				OL	R						RARO
<i>Grateloupia dichotoma</i>	OL	FL		FL	O						OCASIONAL
<i>Lophocladia trichoclados</i>									OL	R	RARO
<i>Laurencia sp.</i>	FL			OL	O	DL	DL	OL	FL	A	FREQUENTE

Continuação na próxima página

TAXA	ABUNDÂNCIA RELATIVA (Local, Norte/Sul e ilha da Madeira)- escala semiquantitativa baseada na escala DAFOR e em Neto <i>et al. (2000)</i>										
	RM	B	CC	RB	SUL	PC	S	PL	PM	NORTE	MADEIRA
Ochrophyta											
<i>Halopteris filicina</i>	RL				R	FL	DL	FL		F	OCASIONAL
<i>Halopteris scoparia</i>	AL		FL	FL	F	DL	FL	DL	DL	D	ABUNDANTE
<i>Cladostephus spongiosus</i>						AL		FL		F	OCASIONAL
<i>Dictyopteris polypodioides</i>						FL			OL	O	RARO
<i>Dictyota liturata</i> J.Agardh								OL		R	RARO
<i>Dictyota sp.</i>	AL	AL	DL		F	FL	FL	AL	DL	A	ABUNDANTE
<i>Lobophora variegata</i>						FL			OL	O	RARO
<i>Padina pavonica</i>	DL	OL	DL	AL	A	DL	FL	DL	DL	D	DOMINANTE
<i>Stypopodium zonale</i>			OL		R						RARO
<i>Taonia atomaria</i>									OL	R	RARO
<i>Zonaria tournefortii</i>	RL	OL	OL		R	OL				R	RARO
<i>Colpomenia sinuosa</i>	FL	FL	FL	FL	F	FL	FL	FL	FL	F	FREQUENTE
<i>Cystoseira abies-marina</i>	OL	OL	OL	OL	O	FL	FL			O	OCASIONAL
<i>Cystoseira compressa</i>						FL				O	RARO
<i>Cystoseira wildpretii</i>							FL			R	RARO
<i>Cystoseira sp.</i>	OL	OL		OL	O	AL				F	OCASIONAL
<i>Sargassum filipendula</i>						OL				R	RARO
<i>Sargassum furcatum</i>							FL			R	RARO
<i>Sargassum sp.</i>	FL			FL	O	AL	FL	DL		A	FREQUENTE
Clorophyta											
<i>Ulva compressa</i>						OL				R	RARO
<i>Ulva prolifera</i>						OL			OL	O	RARO
<i>Ulva rigida</i>	FL	DL	DL	DL	A			FL	OL	O	ABUNDANTE
<i>Ulva sp.</i>	AL	FL		AL	R	AL		AL		F	FREQUENTE
<i>Chaetomorpha pachynema</i>	RL	FL			R				OL	R	RARO
<i>Chaetomorpha sp.</i>	AL	AL	OL	AL	A	FL	FL	DL	FL	A	ABUNDANTE
<i>Cladophora lehmanniana</i>							FL			R	RARO
<i>Cladophora pellucida</i>	RL				R	OL				R	RARO
<i>Cladophora prolifera</i>	RL	OL			R	FL		FL	OL	F	OCASIONAL
<i>Cladophora hutchinsiae</i>				OL	R						RARO
<i>Cladophora sp.</i>	OL				R	FL	FL		FL	F	OCASIONAL
<i>Valonia utricularis</i>	DL	DL	DL	OL	A	OL			DL	O	ABUNDANTE
<i>Caulerpa racemosa</i>	OL				R	OL				R	RARO
<i>Caulerpa webbiana</i>	OL		FL		O	FL		FL	FL	F	OCASIONAL
<i>Codium cf. adhaerens</i>	FL		FL	DL	F	AL	DL	DL	DL	D	ABUNDANTE
<i>Codium decortcatum</i>	RL				R						RARO
<i>Dasycladus vermicularis</i>	DL		FL		F	FL	FL		DL	F	FREQUENTE
<i>Parvocaulis parvulus</i>									OL	R	RARO

Em cada local de amostragem registaram-se também, regra geral, uma maior percentagem de *Taxa* Frequentes ou Ocasionalis, em relação aos Dominantes.

- Nos Reis Magos foram registados cinco *Taxa* Dominantes: *Corallina elongata*, *Jania* sp., *Padina pavonica*, *Valonia utricularis* e *Dasycladus vermicularis*. Como Abundantes considerou-se uma espécie e três géneros: *Halopteris scoparia*, *Dictyota* sp., *Ulva* sp. e *Chaetomorpha* sp. Oito *Taxa* foram classificados como Frequentes nos Reis Magos: *Calothrix* cf. *crustacea*, *Asparagopsis taxiformis*, Ceramiaceae, *Laurencia* sp., *Colpomenia sinuosa*, *Sargassum* sp., *Ulva rigida* e *Codium* cf. *adherens*. Como *Taxa* Ocasionalis considerou-se seis: *Liagora* sp., *Asparagopsis armata*, *Cystoseira* sp., *Cladophora* sp., *Caulerpa racemosa* e *Caulerpa webbiana*. Dos *Taxa* registados nos Reis Magos, treze foram classificados como Raros: *Ganonema farinosum*, *Haliptolon* sp., *Champia* sp., *Botryocladia botryoides*, *Rhodymenia pseudopalmata*, *Polysiphonia elongata*, *Hypoglossum hypoglossoides*, *Halopteris filicina*, *Zonaria tournefortii*, *Chaetomorpha pachynema*, *Cladophora pellucida*, *Cladophora prolifera* e *Codium decortcatum*.

- Na Barreirinha quatro *Taxa* foram considerados Dominantes: *Corallina elongata*, Ceramiaceae, *Ulva rigida* e *Valonia utricularis*. Somente três géneros foram classificados como Abundantes: *Jania* sp., *Chaetomorpha* sp. e *Dictyota* sp. Como *Taxa* Frequentes foram registados sete: *Asparagopsis armata*, *Asparagopsis taxiformis*, *Amphiroa rigida*, *Grateloupia dichotoma*, *Colpomenia sinuosa*, *Ulva* sp. e *Chaetomorpha pachynema*. Neste trabalho não se considerou a existência de *Taxa* Raros na Barreirinha, mas catorze foram classificados como Ocasionalis: *Pterocliadiella capillacea*, *Amphiroa beauvoisii*, *Amphiroa* sp., *Haliptilon* sp., *Jania longifurca*, *Hypnea arbuscula*, *Champia* sp., *Botryocladia botryoides*, *Griffithsia* sp.,

Padina pavonica, *Zonaria tournefortii*, *Cystoseira abies-marina*, *Cystoseira* sp. e *Cladophora prolifera*.

- No Cais do Carvão efetuou-se quatro amostragens, tendo os Taxa identificados sido classificados como Dominantes, Frequentes ou Ocasionais. *Pterocliadiella capillacea*, *Asparagopsis taxiformis*, *Corallina elongata*, Ceramiaceae, *Dictyota* sp., *Padina pavonica*, *Ulva rigida* e *Valonia utricularis* são Dominantes. Como Taxa Frequentes considerou-se: *Jania* sp., *Halopteris scoparia*, *Colpomenia sinuosa*, *Caulerpa webbiana*, *Codium* cf. *adhaerens* e *Dasycladus vermicularis*. Os restantes oito Taxa foram classificados como Ocasionais: *Liagora distenta*, *Asparagopsis armata*, *Amphiroa beauvoisii*, *Amphiroa* sp., *Haliptilon* sp., *Hypnea arbuscula*, *Styopodium zonale*, *Zonaria tournefortii*, *Cystoseira abies-marina* e *Chaetomorpha* sp.

- Na Ribeira Brava também não foram considerados Taxa Raros. Somente duas espécies foram classificadas como Dominantes: *Ulva rigida* e *Codium* cf. *adhaerens*. Cinco Taxa são Abundantes neste local: *Jania* sp., Ceramiaceae, *Padina pavonica*, *Ulva* sp. e *Chaetomorpha* sp. Como Taxa Frequentes considerou-se: *Corallina elongata*, *Grateloupia dichotoma*, *Halopteris scoparia*, *Colpomenia sinuosa* e *Sargassum* sp. Com frequência Ocasional considerou-se oito Taxa: *Ganonema farinosum*, *Liagora* sp., *Laurencia* sp., *Itonoa marginifera*, *Cystoseira abies-marina*, *Cystoseira* sp., *Cladophora hutchinsiae* e *Valonia utricularis*.

- No Porto da Cruz também não se considerou a existência de Taxa Raros. Três foram classificados como Dominantes: *Laurencia* sp., *Halopteris scoparia* e *Padina pavonica*. Oito Taxa foram considerados como Abundantes: *Corallina elongata*, *Jania* sp., *Hypnea musciformis*, *Cladostephus spongiosus*, *Cystoseira* sp., *Sargassum* sp., *Ulva* sp. e *Codium* cf. *adhaerens*. Catorze dos Taxa registados no Porto da Cruz foram classificados como sendo Frequentes no local: *Calothrix* cf.

crustacea, Ceramiaceae, *Halopteris filicina*, *Dictyopteris polypodioides*, *Dictyota* sp., *Lobophora variegata*, *Colpomenia sinuosa*, *Cystoseira abies-marina*, *Cystoseira compressa*, *Chaetomorpha* sp., *Cladophora prolifera*, *Cladophora* sp., *Caulerpa webbiana* e *Dasycladus vermicularis*. Como Taxa Ocasionais considerou-se: *Liagora* sp., *Amphiroa* sp., *Peyssonelia* sp., *Botryocladia chiajeana*, *Botryocladia* sp., *Zonaria tournefortii*, *Sargassum filipendula*, *Ulva compressa*, *Ulva prolifera*, *Cladophora pellucida*, *Valonia utricularis* e *Caulerpa racemosa*.

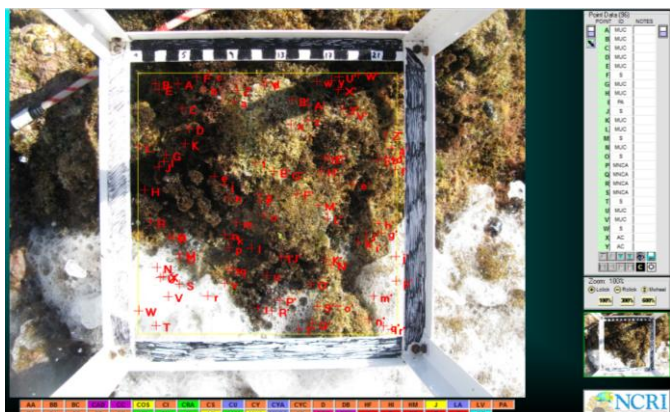
- No Seixal efetuaram-se duas amostragens, com o registo de 17 Taxa. Destes, cinco foram considerados Dominantes: *Corallina elongata*, *Jania* sp., *Laurencia* sp., *Halopteris filicina*, e *Codium* cf. *adhaerens*. Os restantes 14 Taxa foram classificados como Frequentes no local: *Haliptilon* sp., *Botryocladia botryoides*, *Halopteris scoparia*, *Dictyota* sp., *Padina pavonica*, *Colpomenia sinuosa*, *Cystoseira abies-marina*, *Cystoseira wildpretii*, *Sargassum furcatum*, *Sargassum* sp., *Chaetomorpha* sp., *Cladophora lehemanniana*, *Cladophora* sp. e *Dasycladus vermicularis*.
- Na Praia da Laje considerou-se a existência de sete Taxa Dominantes: *Pterocladia capillacea*, *Halopithys incurva*, *Halopteris scoparia*, *Padina pavonica*, *Sargassum* sp., *Chaetomorpha* sp. e *Codium* cf. *adhaerens*. Três géneros foram Abundantes: *Jania* sp., *Dictyota* sp., e *Ulva* sp. Como Taxa Frequentes considerou-se oito: *Corallina elongata*, Ceramiaceae, *Halopteris filicina*, *Cladostephus spongiosus*, *Colpomenia sinuosa*, *Ulva rigida*, *Cladophora prolifera* e *Caulerpa webbiana*. Os restantes seis Taxa foram classificados como Ocasionais: *Asparagopsis armata*, *Jania capillacea*, *Botryocladia chiajeana*, *Botryocladia* sp., *Laurencia* sp. e *Dictyota liturata*.
- No Porto Moniz dez dos 32 Taxa identificados foram classificados como Dominantes: *Asparagopsis armata*, *Corallina elongata*, *Jania* sp., Ceramiaceae, *Halopteris scoparia*, *Dictyota* sp., *Padina pavonica*,

Valonia utricularis, *Codium* cf. *adhaerens* e *Dasycladus vermicularis*. Sete *Taxa* foram considerados como Frequentes no local: *Pterocladia capillacea*, *Champia parvula*, *Laurencia* sp., *Colpomenia sinuosa*, *Chaetomorpha* sp., *Cladophora* sp. e *Caulerpa webbiana*. Os restantes 15 *Taxa* foram classificados como Ocasionais: *Haliptilon virgatum*, *Hypnea musciformis*, *Botryocladia botryoides*, *Botryocladia* sp., *Spyridia* sp., *Apoglossum rustifolium*, *Lophocladia trichoclados*, *Dictyopteris polypodioides*, *Lobophora variegata*, *Taonia atomaria*, *Ulva prolifera*, *Ulva rigida*, *Chaetomorpha pachynema*, *Cladophora prolifera* e *Parvocaulis parvulus*.

Em todas as amostragens recolheu-se exemplares de algas representativos da flora marinha local, os quais foram identificados, prensados e guardados em Algário. Foram conservados a seco 110 exemplares em 2009 e 12 em 2010, totalizando 122 algas prensadas em Algário (Anexo 2).

3.3 Estatística com base nos resultados obtidos na análise de fotoquadrados (CPCe)

Com base na análise das fotos de cada quadrado no programa CPCe (Figura 27) foi gerada uma folha em Excel (Figura 28) contendo uma análise estatística básica dos dados para cada *Taxa/Categoria*, incluindo a frequência, percentagem de ocorrência e Índice de Diversidade Shannon-Wiener (H') (Kohler & Gill, 2006). Este é o índice mais amplamente utilizado, que combina a riqueza de espécies com a abundância relativa (Neto, 2001).



77	MAJOR CATEGORY (occurring in transect)	SITES	MEAN	STD. DEV.	STD. ERROR	95% BOUNDS
78	ROCK	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00
79	ALGA VERDE	10	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00
80	MUSGO CALCÁRIO	42	32	34	34	143 20.75 4.35 2.17 0.00
81	RODÓCIO CALCÁRIO	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
82	RODÓCIO	4	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
83	CROSTA CALCÁRIA	3	2	0	0	0.00 1.25 1.50 0.75 0.00
84	RODÓCIO CALCÁRIO	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
85	TYPE UNID. SHADOW	24	25	45	45	145 17.75 2.50 1.25 0.00
86	TOTAL TRANSECT POINTS	96	96	96	96	384 10.42 4.21 0.13
87						
88	MINOR CATEGORIES (occurring in transect)	SITES	MEAN	STD. DEV.	STD. ERROR	95% BOUNDS
89	ROCK	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
90	ALGA VERDE	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
91	Alga Verde	0	2	1	4	0.00 1.75 1.71 0.85 0.00 0.00
92	Chlorella minutissima	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
93	Chaetomorpha verticillata	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
94	Ulva	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
95	Ulva	10	7	0	1	24 4.00 3.74 1.87 0.00 0.00
96	MUSGO CALCÁRIO	12	11	0	0	30 0.00 2.05 1.02 0.00 0.00
97	Ulva	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
98	Ulva	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
99	Ulva	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
100	Ulva	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
101	MUSGO CALCÁRIO	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
102	MUSGO CALCÁRIO	0	0	0	0	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Figura 28 – Folha em Excel com análise estatística gerada pelo programa CPCe

Figuras 27- Fotografia de quadrado no Programa CPCe

O Índice de Shannon-Wiener (H') considera que os indivíduos são amostrados aleatoriamente numa população “infinitamente grande” e também assume que todas as espécies de uma comunidade estão integradas na amostra (Neto, 2001). A partir destes dados, para cada um dos oito locais de amostragem determinou-se o Índice de Diversidade de cada categoria (substrato) por Estação do ano. Saliento que, devido a haver poucos dados dos meses de inverno e primavera de 2010, decidiu-se reuni-los numa única “estação” denominada inverno/primavera.

Em todos os locais o índice de diversidade de “Outros organismos, Rocha, Sombra” teve valores elevados, uma vez que nesta categoria foram incluídos todos os pontos que não assinalavam organismos pertencentes ao coberto algal. Verificou-se, em sete dos oito locais de amostragem, que os valores do índice de Shannon variaram entre as estações do ano.

Na Barreirinha (Figura 29a) verificou-se, ao longo do ano de amostragem, uma variação da diversidade das categorias de coberto algal. No outono obtiveram-se valores superiores de índice de diversidade para as Algas Verdes (0,57), Musgo Calcário (0,39) e Crosta não Calcária (0,04). Relativamente às restantes Estações do ano, no verão os valores foram ligeiramente inferiores para as Algas Verdes (0,47) e para o Musgo Calcário (0,35), sendo o valor nulo no caso da

Crosta não Calcária. O mesmo se verificou no inverno/primavera, tendo as Algas Verdes (0,38) e o Musgo Calcário (0,22) obtido valores inferiores aos verificados nas restantes Estações do ano.

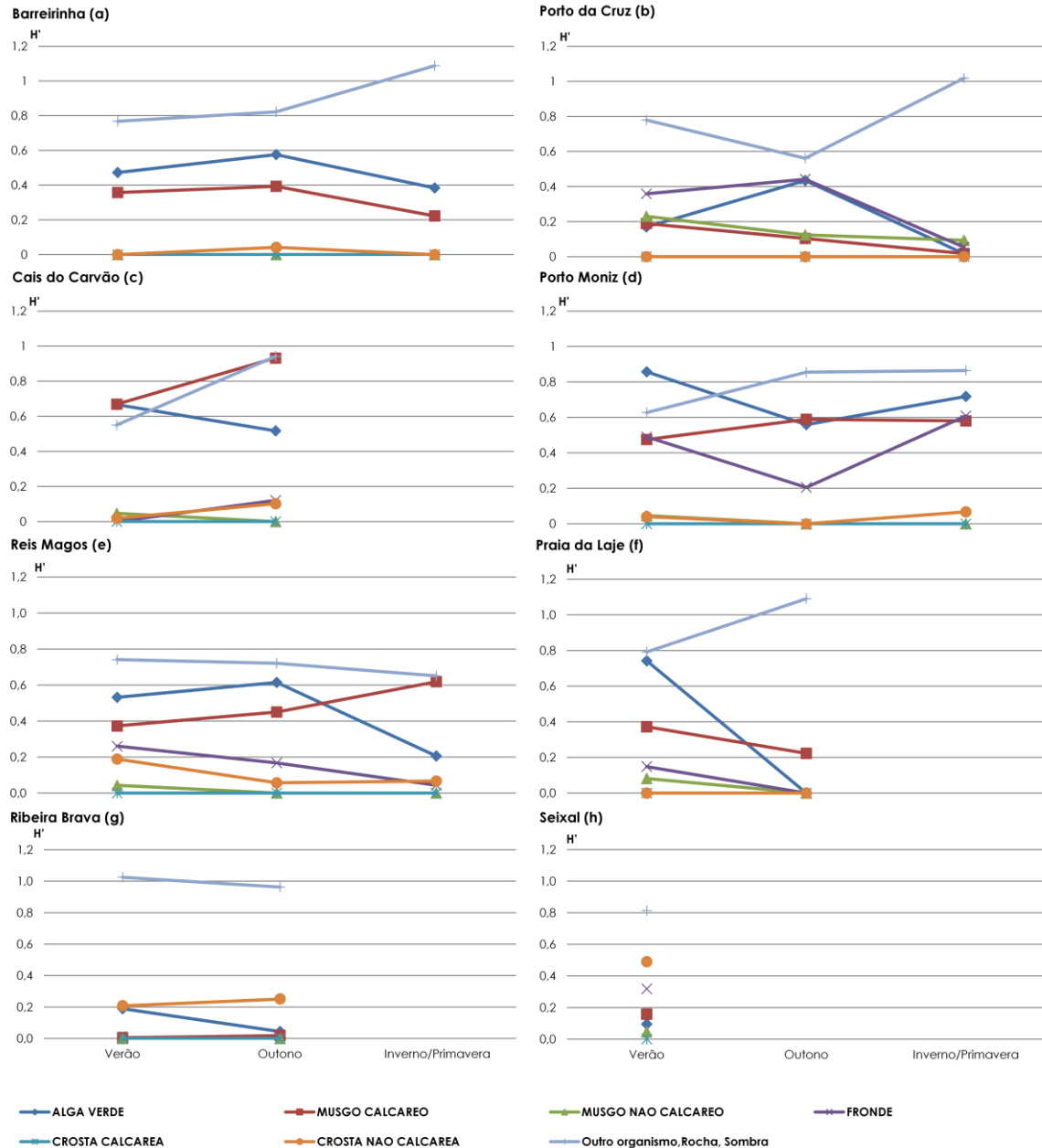


Figura 29 (a – h) - Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') em cada local de Amostragem, das categorias ecológicas, por Estação do ano (Verão, Outono, Inverno/Primavera).

No Cais do Carvão (Figura 29c) efetuou-se amostragens no verão e outono de 2009. Verificou-se uma maior diversidade de Algas Verdes (0,66) e Musgo não Calcário (0,04) no verão. Relativamente ao Musgo

Calcário (0,93), Frondes (0,12) e Crosta não Calcária (0,1), observou-se valores superiores no outono.

Relativamente às amostragens efetuadas nos Reis Magos (Figura 29e), verificou-se que o índice de diversidade das Algas Verdes foi superior no outono (0,61), seguido pelo verão (0,53) e pelo inverno/primavera (0,2). No caso do Musgo Calcário verificou-se um aumento de diversidade entre o verão (0,37), outono (0,45) e inverno/primavera (0,61). Inversamente proporcional ao verificado com os valores do Índice de Diversidade das algas frondosas (Fronde), tendo-se obtido o valor superior no verão (0,26), seguido pelo outono (0,17) e finalizando no inverno/primavera (0,04). No verão verificou-se o valor mais elevado de diversidade de Crosta não Calcária (0,19), mantendo-se o mesmo valor (0,06) no outono e inverno/primavera. Durante o verão de 2009 registou-se a ocorrência de Musgo não Calcário, com um índice de diversidade de 0,04.

Na Ribeira Brava (Figura 29g) efetuou-se amostragens (com fotoquadrados para análise no CPCe) durante os meses de verão e outono. No verão obteve-se uma maior diversidade de Algas Verdes (0,19) do que no outono (0,04). No entanto, verificou-se o oposto no caso da Crosta não Calcária, com diversidade superior no outono (0,25) e, conseqüentemente, inferior no verão (0,21). No outono verificou-se também a ocorrência de Musgo Calcário, com um índice de diversidade de 0,02. Durante o inverno, a 20 de fevereiro de 2010, ocorreu uma grande alteração no local de amostragem. Como já foi referido anteriormente verificou-se que o esgoto municipal foi temporariamente desviado para o mar, saindo muito próximo da área de estudo (aproximadamente 2 metros). A partir desse mês não foi possível efetuar amostragens no local, mas foram registadas (por fotografia) as alterações no coberto algal deste local ao longo dos meses seguintes (Figuras 30 e 31). Verificou-se um aumento visível a olho

nu de algas verdes, cobrindo praticamente todas as rochas da zona inferior e média do Intertidal.



Figura 30 – Antes de fevereiro de 2010 (Ribeira Brava a 30/01/2010)



Figura 31 – Depois de 20 de fevereiro de 2010 (Ribeira Brava a abril e maio de 2010)

Na costa Norte, o Seixal (Figura 29h) foi o único local de amostragem onde não foi possível determinar a existência de variação na diversidade de coberto algal ao longo de um ano, uma vez que as amostragens neste local foram só efetuadas durante o verão de 2009. Neste local, a maior diversidade registada, nas categorias de coberto algal, foi a composta por algas frondosas (Fronde) com 0,32, seguida pelo Musgo Calcário (0,16), Algas Verdes (0,09) e, por fim, Musgo não Calcário (0,05).

No Porto da Cruz (Figura 29b) verificou-se um maior índice de diversidade de Algas Verdes e Fronde no outono com, 0,43 e 0,44 respetivamente. No verão os valores foram inferiores, com 0,16 para as Algas Verdes e 0,35 para as Fronde. No inverno/primavera registaram-se os índices de diversidade mais baixos, tanto para as Algas Verdes (0,01) como para as Fronde (0,05). No caso do Musgo Calcário e do Musgo não Calcário os valores decrescem do verão para inverno/primavera. Na estação mais quente os índices de diversidade foram 0,18, para o Musgo Calcário e 0,23, para o Musgo não Calcário. No outono, estes valores diminuíram tanto para o Musgo Calcário (0,1) como para o Musgo não Calcário (0,12), atingindo valores mínimos no inverno/primavera, com 0,01 e 0,09 respetivamente.

Durante o ano de amostragem no Porto Moniz (Figura 29d) obteve-se um índice de diversidade de Algas Verdes superior no verão (0,85),

baixando no outono (0,55) e aumentando no inverno/primavera (0,71). Relativamente ao Musgo Calcário, no verão o índice de diversidade foi 0,47, aumentando para 0,58 no outono e inverno/primavera. Quanto às algas frondosas (Fronde) o índice de diversidade mais elevado registou-se no inverno/primavera (0,6), seguido pelo verão (0,49) e, por fim, pelo outono (0,2). Somente durante o verão se registou Musgo não Calcário, com um baixo índice de diversidade (0,04). O mesmo ocorreu no caso da Crosta não Calcária, com um valor de 0,04 no verão e 0,06 no inverno/primavera.

Na Praia da Laje (Figura 29f) decorreram amostragens durante o verão e o outono, tendo-se determinado um índice de diversidade do Musgo Calcário superior na estação quente (0,37) ao registado no outono (0,22). Somente no verão verificou-se valores referentes ao cálculo do índice de diversidade através do programa CPCe para as Algas Verdes (0,74), Musgo não Calcário (0,08) e Fronde (0,15).

Durante o ano de amostragem não foi possível efetuar todo o trabalho previamente agendado. Isto deveu-se a três fatores:

- Em 2009/10 o outono, inverno e primavera foram rigorosos, chegando a se registar ciclos de várias semanas com mar alteroso e chuva abundante.
- Alguns acessos a locais de amostragem (Cais do Carvão e Seixal) tornaram-se perigosos devido a alterações no seu acesso provocadas pelo estado do mar.
- O temporal de 20 de fevereiro de 2010 impediu durante um mês o acesso ao Norte da ilha e afetou profundamente dois locais de amostragem (Ribeira Brava e Barreirinha).

Por esta razão, a comparação entre os oito locais de amostragem não é viável, visto termos em alguns registos de duas (Seixal), três (Cais do Carvão e Praia da Laje) e quatro amostragens (Porto Moniz) e, no extremo, cinco (Ribeira Brava), seis (Barreirinha e Porto da Cruz) a dez (Reis Magos) amostragens. Reduziu-se o número de locais de

amostragem a comparar, segundo um critério: o número de amostragens num ano deverá ser igual ou superior a cinco. Deste modo todos os cálculos efetuados no PRIMER tiveram como base uma tabela com as médias mensais da percentagem de ocorrência de cada *Taxa*/Categoria, resultantes da análise dos fotoquadrados no programa CPCe, de quatro locais de amostragem: Ribeira Brava, Barreirinha, Porto da Cruz e Reis Magos.

Uma vez que se verificou a existência de vários *Taxa* raros, optou-se por transformar os dados, elevando-os à raiz quarta. Esta transformação reduz as diferenças entre os *Taxa* dominantes e os raros, enquanto mantém a importância dos mais conspícuos que são cruciais para os posteriores processos de classificação de biótopos (Wallenstein & Neto, 2006). Em seguida foi calculada a matriz de semelhança de Bray-Curtis e, a partir da qual efetuou-se a análise de CLUSTER e a análise multivariada MDS (escalonamento multidimensional não-métrico) para estabelecer uma relação entre grupos de amostras (locais de amostragem). Os gráficos resultantes correspondem à representação das relações de semelhança entre cada par de amostras impostas pela matriz de semelhança.

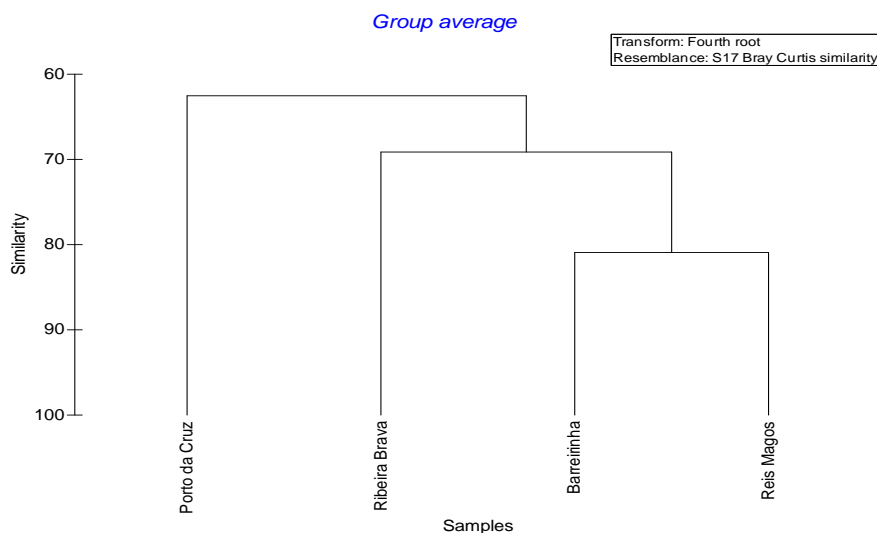


Figura 32 – Análise de Cluster aplicada à matriz de similaridade de Bray-Curtis dos dados previamente transformados à raiz quarta, para avaliar a similaridade entre quatro locais de amostragem. (Porto da Cruz, Ribeira Brava, Barreirinha e Reis Magos).

Analisando o dendograma resultante da análise de *Cluster* (Figura 32), os dois locais de amostragem que apresentam um valor de semelhança superior (80,95%) são Reis Magos e Barreirinha, ambos da costa Sul da Madeira, tal como Ribeira Brava, que apresenta um valor de semelhança com estes dois locais de 69,12%. Os Reis Magos e Barreirinha são zonas mais expostas e áreas balneares com influência antropogénica, já o local de amostragem na Ribeira Brava é mais abrigado e localiza-se no interior de uma zona portuária. Mais distante, mas também com uma semelhança elevada (62,52%) temos Porto da Cruz, um ponto de amostragem da costa Norte da Madeira.

A semelhança entre locais de amostragem da costa Sul da ilha da Madeira pode também ser confirmada analisando o gráfico em 2D da análise MDS (Figura 33), onde se distingue facilmente um grupo formado pelos três locais de amostragem da costa Sul (Barreirinha, Reis Magos e Ribeira Brava), em oposição a um elemento isolado no plano à direita, que pertence à costa Norte da ilha (Porto da Cruz). Deste modo, a partir dos dados referentes a um ano de amostragem em quatro pontos em redor da ilha da Madeira (três na costa Sul e um na costa Norte), verificou-se a existência de alguma diferença entre as duas costas, se bem que o Índice de Semelhança entre o grupo formado pelos locais a Sul e o existente a Norte, seja relativamente elevado (62,52).

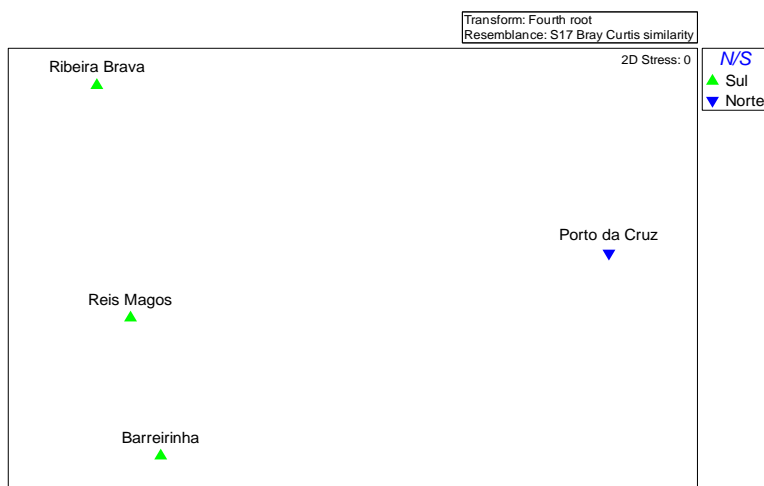


Figura 33 – Análise MDS aplicada aplicada à matriz de similaridade de Bray-Curtis dos dados previamente transformados à raiz quarta, de quatro locais de Amostragem (Ribeira Brava, Reis Magos, Barreirinha e Porto da Cruz).

Posteriormente aplicou-se o procedimento ANOSIM (teste não-paramétrico aplicado à matriz de semelhança de Bray Curtis) para testar a significância das diferenças entre os grupos identificados (Tabela 3). Considerou-se separadamente 6 fatores: Norte vs. Sul,

Tabela 3 - Resultados do teste One-Way ANOSIM (comparação global e aos pares entre cada fator) para cada um dos fatores: "Norte vs Sul", "Estações do Ano", "Exposição", "Altura da Costa (m)" e "Nível da Costa"(999 possíveis permutações)

Teste	R	Sig. (%)	Teste	R	Sig. (%)
Fator "Norte vs Sul"			0,9, 0,1	0,43	0,8*
Global (= Norte, Sul)	0,319	0,1*	0,9, 0,5	0,217	1,2*
Fator "Estações do Ano"			0,9, 0,6	0,807	0,1*
Global	0,05	7,3	0,9, 1	0,328	0,3*
Verão, outono	-0,024	67,8	0,9, 1,5	0,163	2,9*
Verão, inverno/primavera	0,126	1,1*	0,1, 0,5	0,047	26,4
Outono, inverno/primavera	0,058	4,8*	0,1, 0,6	0,856	0,8*
Fator "Exposição"			0,1, 1	0,676	0,1*
Global	0,537	0,1*	0,1, 1,5	0,402	0,6*
Abrigado, Moderadamente Exposto	0,579	0,1*	0,5, 0,6	-0,171	97,8
Abrigado, Exposto	0,401	0,1*	0,5, 1	0,298	0,3*
Moderadamente Exposto, Exposto	0,538	0,1*	0,5, 1,5	0,271	0,2*
Fator "Altura da Costa (m)"			0,6, 1	0,006	43,3
Global	0,324	0,1*	0,6, 1,5	0,288	3,3*
1,3, 1,2	0,565	0,1*	1, 1,5	0,414	0,1*
1,3, 0,9	0,335	0,1*	Fator "Nível da Costa"		
1,3, 0,1	0,647	0,2*	Global	0,158	0,1*
1,3, 0,5	0,369	0,1*	1, 2	0,012	30,5
1,3, 0,6	0,161	13,8	1, 3	0,096	1,4*
1,3, 1	0,133	0,3*	1, 4	0,191	0,4*
1,3, 1,5	0,468	0,1*	1, 5	0,376	0,1*
1,2, 0,9	0,546	0,2*	2, 3	0,023	16
1,2, 0,1	0,774	0,5*	2, 4	0,155	0,1*
1,2, 0,5	0,264	3*	2, 5	0,504	0,1*
1,2, 0,6	0,976	0,2*	3, 4	0,056	6,1
1,2, 1	0,44	0,4*	3, 5	0,48	0,1*
1,2, 1,5	0,163	7,8	4, 5	0,172	1,6*

*Significância < 5%

Estação do Ano, Exposição (Abrigado, Moderadamente Exposto e Exposto), Altura da Costa (de cada fotoquadrado em relação ao zero hidrográfico) e Nível da Costa (1 a 5). Constatou-se que a "Exposição" é o principal fator responsável pela variação entre as amostras ($R_{Global}=0,537$, $Sig.=0,1\%$), seguido por "Altura da Costa" ($R_{Global}=0,324$, $Sig.=0,1\%$), "Norte vs Sul" ($R_{Global}=0,319$, $Sig.=0,1\%$), e "Nível da Costa" ($R_{Global}=0,158$, $Sig.=0,1\%$). O fator "Estação do Ano" não contribuiu significativamente para a existência de diferenças entre amostras ($R_{Global}=0,05$, $Sig.=7,3\%$).

Quanto ao cálculo do teste One-Way ANOSIM considerando como fator a “Exposição”, verificou-se que existem diferenças significativas entre os três tipos de Exposição de costa considerados: Abrigado, Moderadamente Exposto e Exposto. Os grupos “Abrigado, Moderadamente Exposto” e “Exposto, Moderadamente Abrigado” apresentam valores de R muito semelhantes (0,579 e 0,538), levando a considerar que os locais classificados como Moderadamente Expostos (Reis Magos e Barreirinha) estão na realidade numa posição intermédia entre os locais Abrigado (Ribeira Brava) e Exposto (Porto da Cruz). Estes dois locais, à partida de características antagónicas, uma vez que são fustigados pelo hidrodinamismo com intensidades distintas, são na realidade os que apresentam menores diferenças, considerando o seu grau de “Exposição” ($R=0,401$, $Sig.=0,1\%$).

O fator “Altura da Costa” refere-se à altura, em relação ao zero hidrográfico, de cada um dos pontos de amostragem onde foram determinadas as percentagens de cobertura através de fotografia e consequente análise do programa CPCe. Após a elaboração dos perfis dos transectos e localização dos pontos de amostragem, concluiu-se que foram efetuadas amostras nas seguintes alturas: 0,1m, 0,5m, 0,6m, 0,9m, 1m, 1,2m, 1,3m e 1,5m. O teste One-Way ANOSIM revelou a existência de diferenças significativas entre a maioria das alturas. No entanto, considerou-se que este fator não seria o mais indicado para efetuar uma análise dos transectos estudados, uma vez que só nos indica a altura do ponto em relação ao zero hidrográfico sem referência à localização das zonas do Intertidal (Infra, Médio e Supra). Por esta razão definiu-se em cada local de amostragem 4 a 5 pontos, localizados ao longo do transecto, que situam o ponto onde foi efetuada cada fotografia relativamente ao Zero Hidrográfico (altura) e distância à linha de costa (comprimento). Este Fator foi designado como “Nível da Costa”. A numeração para cada ponto de

amostragem resume-se do seguinte modo: o Ponto 1 é aquele mais próximo da linha de água, a numeração continua ao longo do transecto, considerando-se os Pontos 2 e 3 numa localização intermédia (Médio). Os Pontos 4 e/ou 5 foram registados em zonas superiores do transecto, próximo do limite superior da ocorrência de coberto algal.

Considerando o fator “Nível da Costa” verificou-se que as diferenças entre Pontos de Amostragem não são na generalidade elevadas, mas no entanto são significativas. Como exceção temos os grupos “1,2”, “2,3” e “3,4” cujas diferenças não são significativas. É de notar que estes três grupos são compostos por Pontos que se sucedem nos locais de amostragem, não sendo pois possível verificar se as diferenças entre pontos próximos serão semelhantes às verificadas entre pontos distantes no transecto. É possível afirmar que ao longo dos transectos a diferença entre pontos de amostragem aumenta significativamente com a distância entre si ($R_{1,3}=0,096$; $R_{1,4}=0,191$; $R_{1,5}=0,376$; $R_{2,4}=0,155$; $R_{2,5}=0,504$).

Como foi verificado na análise One-way ANOSIM, a “Exposição” é o principal fator responsável pela variação entre as amostras, no entanto, não é possível considerar este fator numa análise Two-Way ANOSIM para verificar a existência de diferenças entre os quatro locais de amostragem de acordo com a “Exposição” (Tabela 4). Segundo o resultado do teste, os grupos formados são demasiado pequenos para se poder efetuar o cálculo, com uma exceção, o grupo “Barreirinha, Reis Magos” onde se verificou que ocorre alguma diferença significativa entre estes locais

Tabela 4 - Resultados do teste Two-Way ANOSIM (global e pares) comparação entre os locais de amostragem em função de dos fatores “Nível da Costa” e “Altura da Costa” (999 possíveis permutações)

Teste	R	Sig. (%)
Fator "Nível da Costa"		
<i>Global</i>	0,72	0,1
Barreirinha, Ribeira Brava	0,883	0,1
Barreirinha, Reis Magos	0,582	0,1
Barreirinha, Porto da Cruz	0,655	0,1
Ribeira Brava, Reis Magos	0,86	0,1
Ribeira Brava, Porto da Cruz	0,626	0,1
Reis Magos, Porto da Cruz	0,849	0,1
Fator "Altura da Costa"		
<i>Global</i>	0,878	0,1
Barreirinha, Ribeira Brava	0,886	0,1
Ribeira Brava, Reis Magos	0,895	0,1
Reis Magos, Porto da Cruz	0,87	0,1

($R=0,29$; $Sig.=0,1\%$). “Nível de Costa” e “Altura da Costa” são também fatores a ter em conta na existência de diferenças significativas nas amostras de quatro dos oito locais onde este foi efetuado. Por esta razão aplicou-se o teste Two-way ANOSIM para determinar se existirão diferenças significativas entre estes locais, considerando separadamente cada um destes dois fatores. Em ambas as situações verificamos que as diferenças entre locais são significativas e, na maioria dos casos, evidentes.

Ao efetuar a comparação entre Locais de Amostragem considerando como fator o “Nível da Costa”, verificou-se logo de início que existem diferenças significativas entre os quatro locais considerados ($R_{Global}=0,72$). Quanto ao cálculo entre dois locais de amostragem constatou-se que o grupo “Barreirinha, Ribeira Brava” é o que regista um valor de R mais elevado ($0,883$), levando a considerar que, de acordo com o fator “Nível da Costa” estes dois locais são os que apresentam maiores diferenças. De seguida temos os grupos “Ribeira Brava, Reis Magos” ($R=0,86$) e “Reis Magos, Porto da Cruz” ($R=0,849$) com valores próximos.

Considerando a “Altura da Costa” como Fator, verificamos que os valores de R (Global e grupos) variam entre $0,87$ e $0,897$ ($Sig.=0,1\%$). A partir deste resultado, podemos afirmar que, de acordo com este fator, existem diferenças significativas entre Barreirinha/Ribeira Brava ($R=0,886$), Ribeira Brava/Reis Magos ($R=0,895$) e Reis Magos/Porto da Cruz ($R=0,87$). Não foi possível verificar se existiriam diferenças entre Barreirinha/Reis Magos, Barreirinha/Porto da Cruz e Ribeira Brava/Porto da Cruz, porque os grupos formados eram demasiado pequenos para se efetuar os cálculos do teste.

Como anteriormente foi constatado, ao longo dos transectos a diferença entre pontos de amostragem aumenta significativamente com a distância entre si. Por esta razão, e para se efetuar uma comparação entre os Pontos de Amostragem em cada local, aplicou-

se o teste Two-Way ANOSIM à matriz de dados, considerando como fatores cada “Local de Amostragem” e o “Nível da Costa” (Tabela 5). Na Barreirinha as diferenças significativas entre os quatro Pontos de Amostragem (=“Níveis de Costa”) revelaram a tendência já afirmada anteriormente. As diferenças entre Pontos aumentam, de acordo com a distância que estão entre si, desta maneira podemos ver que a diferença entre os Pontos B1/B2 ($R=0,481$) é inferior à verificada entre os Pontos B1/B3 ($R=0,504$) e B1/B4 ($R=0,994$). O mesmo pode ser verificado entre os pontos B3/B4 ($R=0,815$) e B2/B4 ($R=0,9$). Nos outros locais de amostragem também esta situação é comum, embora, comparativamente à Ribeira Brava, se verifiquem menores diferenças significativas entre Pontos Amostragem.

Tabela 5 - ANOSIM two way - comparação entre quadrados por local de amostragem
Rglobal=0,332 Sig.=0,1%

Local	Níveis de Costa	R	Sig. %	Local	Níveis de Costa	R	Sig. %
Barreirinha	B1, B2	0,481	0,2*	Reis Magos	RM1, RM2	0,167	11,2
	B1, B3	0,504	0,2*		RM1, RM3	0,248	6
	B1, B4	0,994	0,2*		RM1, RM4	0,453	0,4*
	B2, B3	0,083	13,9		RM2, RM3	0,379	0,6*
	B2, B4	0,9	0,2*		RM2, RM4	0,454	0,2*
	B3, B4	0,815	0,2*		RM3, RM4	-0,073	94,9
Ribeira Brava	RB1, RB2	-0,144	74,6	Porto da Cruz	PC1, PC2	0,031	42,9
	RB1, RB3	0,052	33,3		PC1, PC3	0,37	11,4
	RB1, RB4	0,163	14,3		PC1, PC4	0,958	2,9*
	RB1, RB5	0,336	5,6		PC1, PC5	0,44	2,4*
	RB2, RB3	0,344	4,8*		PC2, PC3	-0,259	85,7
	RB2, RB4	0,438	8,6		PC2, PC4	0,771	2,9*
	RB2, RB5	0,569	2,4*		PC2, PC5	0,21	9,5
	RB3, RB4	0,369	3,2*		PC3, PC4	0,167	22,9
	RB3, RB5	0,536	4*		PC3, PC5	-0,13	75
RB4, RB5	-0,069	69,8	PC4, PC5	-0,087	70,5		

* Sig.<5%

Aplicou-se a análise SIMPER à matriz de dados, para identificar os Taxa/Categorias que mais contribuem para as diferenças observadas, por local de amostragem, de acordo com os fatores considerados.

Este procedimento também identifica os *Taxa/Categorias* típicos de um determinado local, neste caso, dos quatro locais de amostragem analisados. Uma vez que os dados utilizados nos cálculos referem-se a valores de percentagem bruta de cobertura, a escolha dos *Taxa/Categorias* relevantes para a definição de biótopos foi efetuada considerando os valores de Contribuição percentual superiores a 9,5 (Wallenstein *et al.*, 2009) (Tabela 6).

Tabela 6 – Análise SIMPER aplicada à matriz de dados, para identificar os *Taxa/Categorias* que mais contribuem para as diferenças observadas, por local de amostragem.

	Taxa/Categorias	% de Contribuição			
		Barreirinha	Ribeira Brava	Reis Magos	Porto da Cruz
Two-Way considerando cada um dos fatores: "Grau de Exposição", "Norte vs Sul" e "exposição"	Musgo Calcário	22,47*	8,64	32,34*	9,57*
	Crosta não Calcária	18,15*	37,08*	17,79*	31,75*
	<i>Ulva</i> sp	14,96*			12,1*
	Crosta Calcária	11,05*	32,25*	8,71	10,16*
	Alga Verde	9,13		6,47	4,46
	<i>Corallina</i> sp.	7,68			
	<i>Valonia utricularis</i>	7,05		8,17	
	<i>Codium adhaerens</i>		9,01		
	Musgo não Calcário		8,44		19,19*
	Alga calcária			19,47*	
	<i>Laurencia</i> sp				3,26
Two-Way considerando o fator "Altura da Costa"	Musgo Calcário	27,44*	10,02*	31,07*	9,86*
	Crosta não Calcária	13,82*	34,85*	20,25*	31,2*
	<i>Ulva</i> sp	11,09*			11,07*
	Crosta Calcária	9,31	29,09*	7,91	9,55*
	Alga Verde	7,42		6,54	4,27
	<i>Corallina</i> sp.	10,69*			
	<i>Valonia utricularis</i>	9,81*		7,76	
	<i>Codium adhaerens</i>		7,77		
	Musgo não Calcário		12,48*	19,53*	21,17*
	Alga calcária	5,38			
	Fronde				3,7
Two-Way considerando o fator "Nível da Costa"	Musgo Calcário	21,82*	9,1	31,26*	8,48
	Crosta não Calcária	21*	34,44*	19,02*	30,06*
	<i>Ulva</i> sp	13,53*			13,61*
	Crosta Calcária	8,89	29,8*	8,07	8,78
	Alga Verde	7,39		6,43	
	<i>Corallina</i> sp.	8,65			
	<i>Valonia utricularis</i>	9,52*		7,71	
	<i>Codium adhaerens</i>		10,85*		
	Musgo não Calcário		10,23*		20,58*
	Alga calcária			19,32*	3,84
	<i>Laurencia</i> sp				3,35
Fronde				4,59	

A Barreirinha, na cidade do Funchal, é uma área balnear, Exposta e localizada próximo de uma Marina/zona portuária. Os Taxa/Categorias que caracterizam o coberto algal do Intertidal deste local variam de acordo com o fator considerado:

- Fator “Grau de Exposição”, “Norte vs Sul” e “Exposição” – O Intertidal deste local é caracterizado por três Categorias e um género de coberto algal: Musgo Calcário (22,47%), Crosta não Calcária (18,15%), *Ulva* sp. (14,96%) e Crosta Calcária (11,05%).
- Fator “Altura da Costa” – Neste caso, o coberto algal do Intertidal da Barreirinha é caracterizado por duas Categorias, dois géneros e uma espécie: Musgo Calcário (27,44%), Crosta não Calcária (13,89%), *Ulva* sp. (11,09%), *Corallina* sp. (10,69%) e *Valonia utricularis* (9,81%).
- Fator “Nível da Costa” – Considerou-se que duas categorias, um género e uma espécie caracterizam o coberto algal deste local: Musgo Calcário (21,82%), Crosta não Calcária (21%), *Ulva* sp. (13,53%) e *Valonia utricularis* (9,52%).

O local de amostragem da vila da Ribeira Brava é Abrigado, localizado numa zona portuária onde foi possível verificar a existência de óleo à superfície da água costeira. Depois do temporal ocorrido a 20 de fevereiro de 2010, também foi possível registar a saída de águas residuais (esgoto) exatamente no local onde decorreu este trabalho. Tal como se verificou na Barreirinha, os Taxa/Categorias que caracterizam o coberto algal do Intertidal deste local variam de acordo com o fator considerado:

- Fatores “Grau de Exposição”, “Norte vs Sul” e “Exposição” – O coberto algal deste local é caracterizado por duas categorias: Crosta não Calcária (37,08%) e Crosta Calcária (32,25%).
- Fator “Altura da Costa” – Neste caso, o intertidal da Ribeira Brava é caracterizado por quatro categorias de coberto algal:

Crosta não Calcária (34,85%), Crosta Calcária (29,09%), musgo não Calcário (12,48%) e Musgo Calcário (10,02%).

- Fator “Nível de Costa” – O Intertidal é caracterizado pela existência em maior percentagem de três categorias de coberto algal e uma espécie: Crosta não Calcária (34,44%), Crosta Calcária (29,8%), *Codium adhaerens* (10,85%) e Musgo não Calcário (10,23%).

O local de amostragem dos Reis Magos, situa-se numa zona balnear, exposta e com influência antropogénica. Os *Taxa/Categorias* que caracterizam o coberto algal do Intertidal deste local também variam de acordo com o fator considerado no cálculo da análise SIMPER:

- Fatores “Grau de Exposição”, “Norte vs Sul” e “Exposição” – O Intertidal desta zona é caracterizado por três categorias de coberto algal: Musgo Calcário (32,34%), Alga Calcária (19,47%) e Crosta não Calcária (17,79%).
- Fator “Altura da Costa” – Tal como na situação anterior, o Intertidal dos Reis Magos é caracterizado por três categorias de coberto algal: Musgo Calcário (31,07%), Crosta não Calcária (20,25%) e Musgo não Calcário (19,53%).
- Fator “Nível da Costa” – Neste caso o Intertidal deste local é novamente caracterizado pela predominância de três categorias de coberto algal: Musgo Calcário (31,26%), Alga Calcária (19,32%) e Crosta não Calcária (19,02%).

Na costa Norte da ilha da Madeira temos o ponto de amostragem do Porto da Cruz, localizado numa zona exposta e sujeita a condições meteorológicas reconhecidamente mais tempestuosas que as registadas na costa Sul. Tal como foi verificado nos locais de amostragem da costa Sul, os *Taxa/Categorias* que caracterizam o coberto algal do Intertidal no Porto da Cruz variam de acordo com o fator considerado:

- Fatores “Grau de Exposição”, “Norte vs Sul” e “Exposição” – A Zona entre Marés deste local é caracterizada por quatro categorias de coberto algal e um género: Crosta não Calcária (31,75%), Musgo não Calcário (19,19%), *Ulva* sp. (12,1%), Crosta Calcária (10,16%) e Musgo Calcário (9,57%).
- Fator “Altura da Costa” – Tal como a situação anterior, o Intertidal deste local é caracterizado por quatro categorias de coberto algal e um género: Crosta não Calcária (31,2%), Musgo não Calcário (21,17%), *Ulva* sp. (11,07%), Musgo Calcário (9,86%) e Crosta Calcária (9,55%).
- Fator “Nível da Costa” – Neste caso, o Intertidal alvo de estudo no Porto da Cruz é caracterizado pela existência em maior percentagem de duas categorias e um género de coberto algal: Crosta não Calcária (30,06%), Musgo não Calcário (20,58%) e *Ulva* sp. (13,61%).

Capítulo 4

DISCUSSÃO

4. DISCUSSÃO

Analisando os 73 *Taxa* identificados neste trabalho e separando-os de acordo com o Filo a que pertencem (Figura 19) verificou-se que em todos os locais de amostragem da costa sul registaram-se um maior número de algas vermelhas (Rhodophyta). O mesmo ocorreu em dois locais mais abrigados da costa norte (Praia da Laje e Porto Moniz) e nos restantes (Porto da Cruz e Seixal) verificou-se que existiam em maior número algas castanhas (Ochrophyta). Em dois locais de amostragem, Reis Magos na costa sul e Porto Moniz na costa norte, foram identificadas mais algas verdes (Chlorophyta) que castanhas (Ochrophyta). Ambos os locais ficam situados muito próximo de zonas balneares, onde ocorre uma excessiva ação antropogénica. Na proximidade dos Reis Magos existe uma estação de tratamento de águas residuais problemática e nos últimos anos têm vindo a ser noticiadas descargas frequentes de esgoto para o mar (fonte: www.dnoticias.pt). No caso do Porto Moniz, no local de amostragem é despejada a água das piscinas naturais sempre que é efetuada uma limpeza no local. Esta poderá ser uma possível explicação para o número mais elevado de algas verdes, uma vez que podem proliferar em presença de um ambiente sobrecarregado de nutrientes. No entanto, é de salientar que a sua proliferação não significa necessariamente que o local esteja contaminado (Cabioc'h *et al.*, 2007).

Dos 49 *Taxa* registados na costa sul, 17 são exclusivos desta zona: 14 algas vermelhas, uma alga castanha e duas verdes. Na costa norte registaram-se 56 *Taxa*, sendo 24 exclusivos desta área: 11 algas vermelhas, 9 castanhas e 5 verdes. Considerando a informação em Guiry & Guiry (2011), sete espécies são registos novos para a ilha da Madeira, divididos em quatro algas vermelhas na costa sul e duas algas castanhas e uma verde na costa norte:

1. *Ganonema farinosum* é uma alga vermelha, encontrada na costa sul nos Reis Magos e na Ribeira Brava. A ilha da Madeira passa a ser o limite norte desta espécie no oceano Atlântico, o qual anteriormente situava-se nas ilhas Selvagens.
2. *Hypnea arbuscula* é também uma alga vermelha encontrada em dois locais da costa sul, Barreirinha e Cais do Carvão. Também está registada nas restantes ilhas macaronésicas (Selvagens, Açores, Canárias e Cabo Verde).
3. Cf. *Itonoa marginifera* é uma alga vermelha cuja identificação através da chave dicotómica para Canárias (Carrillo & Sansón, 1999) suscitou algumas dúvidas (deverá ser confirmada em novas amostragens). Foi somente recolhida na Ribeira Brava (costa sul) e, caso se confirme a identificação preliminar, passa a ser um novo registo para as ilhas macaronésicas (Madeira, Açores e Canárias).
4. *Grateloupia dichotoma*, é também uma alga vermelha e foi encontrada exclusivamente em três locais da costa sul, Reis Magos, Barreirinha e Ribeira Brava. Esta espécie passa a ser um novo registo para as ilhas macaronésicas (Madeira, Açores e Canárias).
5. *Cystoseira wildpretii* é uma espécie de alga castanha, até à data considerada como um endemismo das ilhas Canárias. Uma vez que foi encontrada no presente trabalho na costa norte (Seixal), passa a ser considerada um endemismo das ilhas macaronésicas, tendo como limite norte a ilha da Madeira e a sul as Canárias.
6. *Sargassum furcatum* é também uma alga castanha, registada na costa norte (Seixal). A ilha da Madeira passa a ser o limite norte desta espécie no oceano Atlântico, uma vez que até agora tinha sido só registada nas Selvagens e em Canárias.

7. *Cladophora lehmanniana* é uma alga verde, registada pela primeira vez na Madeira (costa norte) no intertidal do Seixal. Anteriormente o limite norte desta espécie no oceano Atlântico situava-se em Canárias, passando a ser agora a ilha da Madeira.

Para além do levantamento taxonómico das algas do Intertidal da ilha da Madeira, efetuou-se a determinação das percentagens de cobertura do coberto algal através de fotoquadrados, metodologia que se revelou extremamente complicada e morosa, com identificação dos *Taxa* até ao género/espécie praticamente impossível. As comunidades do Intertidal Rochoso da ilha da Madeira são - tal como as comunidades existentes no litoral dos Açores (Álvaro *et al.*, 2008) - muito difíceis de caracterizar através da análise de imagens digitais, uma vez que são na maioria das vezes compostas por várias combinações de coberto algal com pouca diferenciação entre si. Por esta razão, e para evitar identificações duvidosas optou-se por considerar categorias ecológicas, segundo Wallenstein *et al.* (2009): Verdes, Musgo Calcário, Musgo não Calcário, Crosta Calcária, Crosta não Calcária e Fronde. As Frondes, sempre que possível, foram identificadas até ao género ou espécie. Além deste problema inicial, Álvaro *et al.* (2008) enumera outros aspetos, referentes à qualidade da imagem, que poderão influenciar os resultados finais: grande retenção de água criando reflexos que prejudicam a diagnose das espécies/categorias ecológicas; grau de incidência da luz (ausência em dias nublados e com ângulos variáveis em dias descobertos, causando diferentes sombras na foto); condensação no interior da caixa estanque da máquina fotográfica; e ação das ondas em dias com maior hidrodinamismo, podendo afetar a lente da câmara com salpicos e maresia. No presente trabalho deparou-me muitas vezes com este tipo de limitações:

- De acordo com os requisitos do documento em Excel associado ao Programa CPCe, é obrigatório estabelecer uma categoria de classificação denominada "Tape, Wand, Shadow" (Kohler & Gill, 2006). Nesta considerou-se cinco subcategorias: "Água", "Desconhecido", "Outro Organismo", "Rocha" e "Sombra". Analisando os resultados finais (% de cobertura e Índice de Shannon) podemos verificar que esta categoria foi muitas vezes uma opção na classificação, uma vez que os pontos aleatórios por muitas ocasiões localizaram-se em zonas da fotografia onde não existia coberto algal ("Rocha" e "Outros Organismos") ou muitas vezes, as algas estavam de algum modo cobertas impedindo a sua classificação ("Água" e "Sombra").
- Algumas fotos tiradas em julho de 2009 não foram utilizadas na análise no programa CPCe porque ocorreu condensação no interior da caixa estanque. Este foi um problema recorrente nos meses de verão, havendo sempre o cuidado de nunca expor a máquina diretamente ao sol. No entanto, o simples transporte num carro em dias de calor afetou por algumas vezes este material, sendo sempre necessário confirmar se estaria em boas condições de uso.
- O grau de incidência do sol foi também um fator condicionante para a aquisição de boas fotos para análise. Em dias nublados as fotos ficavam sem boa definição de cores, sendo algumas vezes necessário utilizar o flash da máquina fotográfica. No entanto, havendo alguns depósitos de água, esta opção evidenciava-os criando uma zona de reflexo na foto. Em dias de sol deparou-se com outro problema, as sombras, tanto da estrutura que determina o quadrado como do fotógrafo. Foi necessário ter sempre este fator em conta, não tendo sido sempre possível evitar a sombra da estrutura de ferro, a qual é visível em algumas fotografias dos quadrados.

- Os salpicos e maresia foram o fator que menos influenciou a amostragem. Ocorreu algumas vezes (especialmente em dias ventosos) a necessidade de repetir uma ou duas fotos devido a uma onda que quebrou mais próximo e salpicou a lente da câmara fotográfica, mas este foi sempre um problema de fácil resolução.

Segundo Ducrotoy & Simpson (2001), a aplicação deste método fotográfico na caracterização de comunidades de coberto algal foi bem sucedida, chegando a ser utilizada na monitorização ecológica do intertidal rochoso. No presente trabalho, verificou-se que, tal como ocorre nos Açores (Álvaro *et al.*, 2008), no intertidal da ilha da Madeira foi possível determinar a percentagem de cobertura de categorias ecológicas e, muito raramente de algum género/espécie de alga (ex: *Codium cf. adhaerens* e *Valonia utricularis*). Durante um ano foram tiradas mais de 1500 fotos de quadrados nos oito locais de amostragem e destas foram escolhidas 677 fotografias para analisar no programa Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) (considerando os pontos de amostragem mais representativos de cada local). Durante 5 meses realizou-se o processo de análise dos fotoquadrados e concluiu-se no final que, para obter resultados fiáveis na análise estatística no programa PRIMER-E, seriam considerados os dados (% de cobertura) referentes às categorias ecológicas do coberto algal de quatro locais de amostragem (Reis Magos, Barreirinha, Ribeira Brava e Porto da Cruz). Utilizando esta metodologia, determinou-se a percentagem de cobertura das categorias ecológicas do coberto algal e, para se obter a percentagem de ocorrência dos *Taxa* (género/espécie) existentes nos locais de amostragem, aplicou-se outra metodologia, que consistiu na recolha de exemplares em cada local (ao longo do transecto e em poças de maré) e procedeu-se à devida identificação em laboratório com recurso a chaves dicotómicas e guias de identificação. Deste modo, podemos considerar duas metodologias que conjugadas

permitem-nos caracterizar o coberto algal do Intertidal rochoso da ilha da Madeira: através de amostragem manual e trabalho em laboratório (trabalho mais detalhado e rigoroso) e análise de imagens digitais através de um programa informático específico (determinação de categorias ecológicas).

A partir da análise de fotoquadrados no programa CPCe o índice de diversidade (Shannon) de cada categoria ecológica foi estimado a partir das suas percentagens de cobertura, para cada estação do Ano (verão, outono, inverno/primavera), por local de amostragem. Conjugando estes valores (Figura 29) com os resultados obtidos no levantamento taxonómico (Tabela 2), foi possível analisar o coberto algal dos oito locais de amostragem, com o objetivo de determinar se ocorre variação sazonal. É de salientar que, por se terem obtido um menor volume de dados dos meses de inverno e primavera de 2010, decidiu-se reuni-los numa única "estação" denominada inverno/primavera para efeitos de cálculo do Índice de diversidade de Shannon.

De todas as categorias consideradas no programa CPCe, a denominada como "outros organismos, rocha, sombra" obteve elevados valores de diversidade, uma vez que foi por muitas vezes opção na classificação dos pontos aleatórios de cada quadrado. Esta categoria também contemplou outras duas subcategorias, "água" (quando o ponto assinalava uma zona coberta por água, uma poça de maré ou um reflexo) e "desconhecido" (quando não era possível integrar nas restantes quatro subcategorias). Relativamente às restantes categorias ecológicas, os valores de índice de diversidade são mais semelhantes entre si, revelando no entanto alguma sazonalidade ao longo do ano de amostragem.

Na Barreirinha os índices de diversidade das três categorias ecológicas registadas (Algas Verdes, Musgo Calcário e Crosta não

Calcária) foram mais elevados no outono, diminuindo consideravelmente no inverno/primavera (Figura 29a). Durante todo o ano de amostragem as Algas Verdes dominaram (especialmente *Ulva* sp. e *Valonia utricularis*) em relação às restantes categorias, não se tendo repetido esta situação em mais nenhum dos restantes sete locais de Amostragem. Isto poderá ser reflexo da proximidade deste local de amostragem da entrada no porto do Funchal (zona de grande tráfego marítimo) e da Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR).

Enquanto o estado do mar permitiu, efetuaram-se amostragens no Cais do Carvão (Figura 29c) durante o verão e outono de 2009. Neste local registou-se no outono um aumento do índice de Diversidade do Musgo Calcário, Frondes e Crosta não Calcária, em contrapartida verificou-se nesta estação uma diminuição dos índices das Algas Verdes e do Musgo não Calcário. Este local de amostragem, tal como a Barreirinha, também se localiza no Funchal, capital do arquipélago e zona da ilha da Madeira em que a costa sofre maior pressão antropogénica. Comparativamente, neste local verificou-se menor predominância das algas verdes (com dominância de *Ulva rigida* e *Valonia utricularis*), possivelmente porque foi registado logo no início do outono um hidrodinamismo forte que afetou rapidamente o coberto algal registado no verão. As algas verde e o Musgo não Calcário foram substituídos no outono por coberto algal mais resistente à força das ondas, como o Musgo Calcário (composto por *Ceramiacea* e algas coralinas) e Frondes (especialmente *Dictyota* sp., *Padina pavonica*, *Pterocladia capillacea* e *Asparagopsis* sp.).

Nos Reis Magos (Figura 29e), verificou-se uma evolução inversamente proporcional entre os índices de Diversidade do Musgo Calcário e de Frondes. Enquanto o Musgo Calcário foi aumentado do verão para o inverno/primavera, as algas frondosas foram diminuindo, acompanhando o aumento gradual do hidrodinamismo. Nos meses de outono e inverno predominaram as algas mais resistentes e adaptadas

à ondulação forte, tais como as algas coralinas (*Corallina elongata*, *Haliptylon* sp. e *Jania* sp.), *Sargassum* sp., *Cystoseira* sp. e *Padina pavonica*. Quanto às restantes categorias ecológicas, verificou-se um pico de Algas Verdes no outono, tendo o seu índice de diversidade reduzido abruptamente no inverno/primavera. As Crostas Não Calcárias tiveram uma maior expressão no substrato rochoso dos Reis Magos durante os meses de verão, tendo diminuído ao longo do ano de amostragem, obtendo o registo mais baixo durante o outono. Somente nos meses de verão é foi que registado Musgo não Calcário nesta zona de amostragem, revelando à partida uma proliferação homogénea de algas calcárias ao longo de todo o Musgo registado nesta zona, durante o outono e inverno/primavera. Sendo os Reis Magos uma das zonas de amostragem mais expostas da costa sul, verificou-se que, após várias semanas seguidas de temporal no mar, que o coberto algal foi praticamente destruído, tendo permanecido as algas mais resistentes (calcárias e castanhas com órgão de fixação forte). No final do ano de amostragem, em maio de 2010, este coberto algal estava ainda em recuperação, não tendo a tridimensionalidade e diversidade de algas frondosas que normalmente se regista nos Reis Magos nos meses de primavera e verão (verificada *in loco* nos anos anteriores). Considerou-se que esta situação excepcional poderá ser justificada pelo inverno rigoroso e tempestuoso que se fez sentir em 2010.

Na Ribeira Brava (Figura 29g) as amostragens decorreram em duas Estações do ano, verão e outono. Verificou-se uma diminuição das Algas Verdes (*Ulva* sp., *Chaetomorpha* sp., *Cladophora hutchinsae* e *Valonia utricularis*) entre a estação quente (verão) e a temperada (outono). No entanto, após o desvio do sistema de águas residuais (esgoto) da vila para o local de amostragem (em fevereiro de 2010) verificou-se um crescimento repentino das Algas Verdes (Figura 31) sobrepondo-as a todos os outros tipos de coberto algal ali anteriormente existentes. Isto leva a considerar que existirá uma relação

direta entre o boom de algas verdes e o desvio temporário do sistema de esgotos da vila da Ribeira Brava, uma vez que nesta situação algumas espécies de algas oportunistas de crescimento rápido, como as pertencentes ao género *Ulva*, podem substituir o coberto algal existente e formar “tapetes” com cor verde (Alvera-Azcárate et al., 2003). Relativamente a outras categorias ecológicas de coberto algal registadas na Ribeira Brava, no outono verificou-se um aumento da Crosta não Calcária (*Codium* cf. *adhaerens*) em relação ao registado no verão e somente no outono se registou a ocorrência de Musgo Calcário.

Os locais de amostragem do norte da ilha da Madeira foram ao longo do outono e inverno sujeitos a constantes temporais. Por esta razão verificou-se no geral uma redução do coberto algal, em alguns momentos observado a partir de um local seguro, uma vez que a duração e intensidade das intempéries impediu o acesso em segurança em alguns meses de amostragem.

No Porto da Cruz (Figura 29b), zona da costa Norte da Madeira com maiores meses de amostragem, durante o outono, as Algas Verdes (especialmente *Ulva* sp., *Dasycladus vermicularis* e *Cladophora* sp.) e as Frondosas (*Laurencia* sp., *Cystoseira* sp., *Stypocaulon scoparium*, *Cladostephus spongiosus*, *Padina pavonica* e *Sargassum* sp.) dominaram o coberto algal, tendo sofrido uma grande redução, mas nunca desaparecendo, durante o inverno/primavera. Relativamente aos Musgos (Calcário e não Calcário) tiveram uma maior presença durante os meses de verão, sofrendo uma redução gradual até ao inverno/primavera, onde foram praticamente inexistentes, sendo substituídos por rocha nua ou algas coralinas (*Corallina elongata*, *Amphiroa* sp. e *Jania* sp.). Sendo um local exposto ao hidrodinamismo era de esperar que, durante o outono e inverno, tivesse ocorrido uma diminuição/eliminação das algas mais frágeis e com o órgão de fixação menos adesivo (ex: Ceramiaceae), tal como veio a ser registado.

No extremo ocidental da ilha da Madeira temos o Porto Moniz, onde foi possível efetuar amostragens ao longo de todo o ano, excetuando os meses de inverno (Figura 29d). As Algas Verdes (*Ulva* sp., *Chaetomorpha* sp., *Dasycladus vermicularis* e *Valonia utricularis*) foram praticamente dominantes durante o ano de amostragem, sendo o seu pico de diversidade no verão, decrescendo um pouco no outono, voltando a aumentar na primavera (abril 2010). As algas frondosas (*Stypocaulon scoparium*, *Dictyota* sp., *Padina pavonica*, *Pterocliadiella capillacea* e *Asparagopsis armata*) registaram uma maior presença na primavera, após se ter verificado uma grande redução da sua diversidade e abundância do verão para o outono. Quanto aos Musgos, o Calcário (com predominância de Ceramiaceae, *Corallina elongata* e *Jania* sp.) foi registado durante todo o ano praticamente com uma frequência constante, já o não Calcário foi somente registado no verão. Por poucas vezes verificou-se a ocorrência da categoria ecológica "Crosta não Calcária", com dados referentes ao verão e primavera.

Na zona do Seixal efetuaram-se amostragens em dois locais próximos mas com orografia diferente. Na Praia da Laje (Figura 29f) foi possível trabalhar durante o verão e o outono, tendo-se verificado na estação mais quente a ocorrência de Algas Verdes (*Ulva* sp., *Chaetomorpha* sp. e *Cladophora* sp.), Musgo não Calcário (*Codium* cf. *adhaerens*), Frondes (*Stypocaulon scoparium*, *Padina pavonica*, *Sargassum* sp., *Pterocliadiella capillacea* e *Halophytis incurva*) e Musgo Calcário. Esta última categoria foi a única registada neste local durante o outono, com uma menor ocorrência. Esta redução drástica de algas verdes e musgo não calcário do verão para o outono poderá ter sido causada pelos primeiros temporais, que no ano de 2009 tiveram início logo em outubro.

Na mesma zona de costa, próximo do enrocamento do Clube Naval do Seixal – Seixal (Figura 29h), efetuaram-se amostragens somente nos

meses de verão. Esta zona costeira é muito exposta ao hidrodinamismo e o mar da costa Norte da Madeira é conhecido por raramente se apresentar calmo, especialmente no outono e inverno. Neste local registou-se uma maior diversidade de algas frondosas, seguida por Musgo Calcário, Algas Verdes e, em menos quantidade, Musgo não Calcário. Neste local foram registadas três novas espécies para a ilha da Madeira (*Cystoseira wildpretii*, *Sargassum furcatum* e *Cladophora lehemaniana*), em somente duas amostragens, o que leva a questionar quanto ainda mais está para ser descoberto nas zonas com acesso mais condicionado ao longo da costa norte da ilha da Madeira.

Considerando a análise SIMPER efetuada aos dados dos quatro locais de amostragem com mais de cinco amostragens mensais (Tabela 5), concluiu-se que o seu Intertidal rochoso é dominado por Musgos Calcários, Crostas não Calcárias e Crostas Calcárias. Na Barreirinha existem três *Taxa* que (por serem fáceis de identificar por fotografia) são dominantes, *Ulva* sp., *Valonia utricularis* e *Corallina* sp. Na Ribeira Brava observou-se durante todo o ano grandes extensões de *Codium* cf. *adhaerens*, por esta razão não foi problemática a sua identificação por fotografia. No Porto da Cruz o género *Ulva* sp. foi também facilmente identificado, uma vez que foram fotografados exemplares de grandes dimensões que pela textura, cor e brilho não deixavam margens para dúvidas.

Tabela 7 - Taxa/Categorias de coberto algal característico do Intertidal dos locais de amostragem: Barreirinha, Ribeira Brava, Reis Magos e Porto da Cruz, considerando a análise das fotos efetuada com o programa CPCe.

Barreirinha	Ribeira Brava	Reis Magos	Porto da Cruz
Musgo Calcário	Crosta não Calcária	Musgo Calcário	Musgo Calcário
Crosta não Calcária	Crosta Calcária	Crosta não Calcária	Crosta não Calcária
<i>Ulva</i> sp	Musgo Calcário	Musgo não Calcário	<i>Ulva</i> sp
Crosta Calcária	<i>Codium adhaerens</i>	Alga Calcária	Crosta Calcária
<i>Valonia utricularis</i>			Musgo não Calcário
<i>Corallina</i> sp.			

Como é possível verificar (Tabela 7) os dados satisfazem uma questão: que categorias ecológicas são dominantes em cada local de amostragem? No geral, Musgo Calcário é dominante em três locais e, na Ribeira Brava, a grande percentagem de cobertura de *Codium cf. adhaerens* leva a que a categoria Crosta não Calcária seja a dominante. Para determinar os *Taxa* (espécies/géneros) que dominam o Intertidal, efetuaram-se recolhas de algas conspícuas e raspagens do coberto algal ao longo do transecto e em todo o local de amostragem. O material recolhido foi devidamente triado, identificado e, os exemplares mais representativos, prensados e conservados em Algário. Em alguns casos a identificação taxonómica de alguns exemplares suscitou dúvidas, tendo sido levados para a Universidade dos Açores para que a sua identificação fosse verificada e (se necessário) corrigida por uma especialista (Professora Doutora Ana Neto). Através da determinação das percentagens de ocorrência dos exemplares recolhidos em cada um dos locais de amostragem e, utilizando uma escala baseada na DAFOR, determinou-se quais os *Taxa* dominantes em cada local, em cada costa (Norte e Sul) e em toda a ilha da Madeira (Tabela 2). Concluiu-se que são dominantes (> 75%) na ilha da Madeira as espécies *Corallina elongata* e *Padina pavonica*.

Nos quatro locais de amostragem considerados anteriormente, verificou-se que, de acordo com a escala semiquantitativa baseada na escala de DAFOR (Tabela 8), os *Taxa* dominantes variam entre dois na Ribeira Brava e cinco nos Reis Magos.

Tabela 8 - *Taxa*/Categorias de coberto alga Dominante do Intertidal dos locais de amostragem: Barreirinha, Ribeira Brava, Reis Magos e Porto da Cruz (escala semiquantitativa baseada na escala DAFOR)

Barreirinha	Ribeira Brava	Reis Magos	Porto da Cruz
<i>Corallina elongata</i>	<i>Ulva rigida</i>	<i>Corallina elongata</i>	<i>Laurencia</i> sp.
<i>Ceramiaeae</i>	<i>Codium cf. adhaerens</i>	<i>Jania</i> sp.	<i>Halopteris scoparia</i>
<i>Ulva rigida</i>		<i>Padina pavonica</i>	<i>Padina pavonica</i>
<i>Valonia utricularis</i>		<i>Valonia utricularis</i>	
		<i>Dasycladus vermicularis</i>	

Na Barreirinha dominam algas típicas do Musgo calcário (*C. elongata* e Ceramiaceae) que, segundo a análise SIMPER, é a categoria ecológica dominante neste local (Tabela 6). As algas verdes, *U. rigida* e *V. utricularis*, foram registadas em todo o local de amostragem, mas na maioria das vezes em reentrâncias e fissuras na rocha (locais onde não foi possível fotografar quadrados para análise no CPCe).

Na Ribeira Brava registou-se uma maior percentagem de algas verdes (*U. rigida* e *C. cf. adhaerens*). Esta predominância deve-se ao facto de, após fevereiro de 2010 não ter sido possível registar neste local os fotoquadrados ao longo do transecto, no entanto foi possível (em algumas ocasiões) aceder ao local e fazer uma recolha rápida de substrato. Este foi triado no laboratório e os espécimes registados, sendo a sua maioria algas verdes, possivelmente resultantes da descarga temporária de esgoto no local de amostragem.

Nos Reis Magos a análise dos fotoquadrados revelou que a categoria taxonómica “Musgo Calcário” foi o coberto algal mais característico ao longo do transecto. As duas algas calcárias, *C. elongata* e *Jania* sp., são elementos característicos deste tipo de musgo. A alga *Padina pavonica* foi registada nas poças de maré deste local, raramente se encontrou a “seco” durante a baixa-mar. As algas verdes *Valonia utricularis* e *Dasycladus vermicularis* nunca foram encontradas isoladamente, estando reunidas em grupos formando “tapetes” com uma extensão razoável.

No norte da ilha da Madeira, mais propriamente no Porto da Cruz, verificou-se uma dominância do género de alga vermelha *Laurencia* no andar inferior do intertidal. Neste local observam-se “tapetes” formados por espécimes deste género ao longo de toda a parede vertical que delimita inferiormente o local de amostragem. Neste caso, na maioria das amostragens foi possível efetuar recolhas de amostras para triar e identificar *a posteriori*. No entanto, registo de fotoquadrados não foi

viável, devido à inclinação do local. Ao longo do transecto verificou-se uma dominância da categoria ecológica “Musgo Calcário”, no entanto, dentro das poças de maré a dominância passou a ser de algas frondosas, resistentes e com dimensões consideráveis. Embora se tenha registado uma maior percentagem de ocorrência de *Halopteris scoparia* e *Padina pavonica*, é de salientar a grande quantidade de outras algas castanhas que cobriam algumas das poças de maré, tais como as pertencentes aos géneros *Cystoseira* e *Sargassum*.

As análises de CLUSTER (Figura 32) e de nMDS 2-dimensões (Figura 33) confirmaram a existência de semelhanças relativamente elevadas entre as comunidades de coberto algal dos quatro locais de amostragem considerados no cálculo (Porto da Cruz, Reis Magos, Barreirinha e Ribeira Brava). No entanto foi possível verificar a definição clara de dois grupos (grau de similaridade=62,52%), um formado pelos três locais da costa sul e outro pelo único local da costa norte, Porto da Cruz. Dentro do grupo formado por locais da costa sul, Ribeira Brava, o único local abrigado, destaca-se por ter menos grau de semelhança com os outros dois locais (69,12%), Reis Magos e Barreirinha, que são moderadamente expostos. Estes apresentam entre si o maior grau de similaridade (80,95%), possivelmente também reflexo de serem zonas com grande influência antropogénica.

Uma razão para a diferença de coberto algal observada entre as costas norte e sul da ilha da Madeira é a herbívoros. Uma vez que em ambas as zonas as populações de gastrópodes estão na sua maioria excessivamente exploradas e são praticamente inexistentes, considerou-se que o fenómeno de herbívoros seria causado pelos ouriços-do-mar. Estes têm a capacidade de induzir a formação de substrato desprovido de algas frondosas graças à sua intensa atividade de “pastagem”. Estas zonas são na sua maioria compostas por algas coralinas e espécies de algas reunidas num entrançado compacto (turfa), sendo caracterizadas por uma redução da biomassa, da

biodiversidade e da tridimensionalidade das comunidades benticas (Vielmini *et al.*, 2005).

Na costa sul da ilha da Madeira os ouriços-do-mar puderam ser facilmente observados ao longo dos andares, inferior e médio, do intertidal. Na costa norte foram raramente registados, dando oportunidade a que as algas castanhas, que normalmente fazem parte do regime alimentar destes organismos, se desenvolvam e sejam visualmente dominantes, como *Padina pavonica*, *Cystoseira* sp., *Halopteris filicina* a *Lobophora variegata* (Tuya *et al.*, 2001). Segundo Tuya *et al.* (2007) o hidrodinamismo é um fator que pode afetar a distribuição no intertidal rochoso de várias espécies de ouriços-do-mar.

Quando os ouriços estão presentes com frequência, como se pode observar facilmente nos Reis Magos e Barreirinha, as algas frondosas são somente visíveis no andar inferior do intertidal, sendo o restante coberto algal composto por uma camada heterogénea de várias espécies de algas (Musgo). A mesma diferença foi observada nas poças de maré, no norte encontravam-se cobertas por algas (especialmente *Cystoseira* sp.), na maioria dos locais eram de dimensões consideráveis, chegando a ocupar a quase totalidade da área da poça. No sul, na maioria das vezes os ouriços-do-mar foram também assinalados no interior das poças de maré, as quais estavam praticamente “despidas” de coberto algal. Desta maneira, considera-se que a presença/ausência de ouriços-do-mar é um fator de controlo das comunidades de macroalgas nos andares inferior e médio do intertidal da ilha da Madeira.

A costa norte da ilha da Madeira é conhecida por ter um mar mais revolto, tempestuoso e com um hidrodinamismo forte. Raramente ocorrem dias calmos, ao contrário da costa sul, onde a predominância ao longo do ano é mar calmo e com um hidrodinamismo fraco. Durante o ano de amostragem (2009-10) o inverno foi particularmente rigoroso em toda a ilha, não poupando o intertidal, que sofreu grandes

alterações após tempestades no mar que provocaram ondulação muito forte durante várias semanas consecutivas. No entanto, foi possível estabelecer uma diferenciação do coberto algal destas duas costas, causado pela diferença de intensidade do hidrodinamismo, uma vez que o stress mecânico provocado pela força das ondas pode influenciar a sobrevivência e crescimento das algas e a exclusão de algumas espécies dos locais mais abrigados (Viejo *et al.*, 1995). Como seria de esperar, uma vez que, segundo Thomas (2002), possuir um aparelho de fixação robusto com forte união ao substrato é a chave para sobreviver em costas com muito hidrodinamismo, as algas que são mais evidentes no intertidal da costa norte da ilha da Madeira são espécies pertencentes aos géneros *Cystoseira* e *Sargassum*. Também se verificou que os exemplares de *Padina pavonica* observados nesta costa eram 2-3 vezes maiores que os da costa sul, chegando a cobrir o fundo de grandes poças de maré (ex: Porto da Cruz). O género *Laurencia* foi mais frequente na costa norte, tendo também os seus exemplares atingido maiores dimensões que os da costa sul. Este fenómeno tem vindo a ser observado em muitas costas expostas, concluindo-se que muitas algas possuem a capacidade de potenciar a sua sobrevivência ao modificar a sua morfologia como resposta às condições ambientais que as rodeiam. Algas que crescem em costas expostas são mais maciças e/ou têm estruturas de fixação mais fortes que as algas existentes em costas abrigadas (Viejo *et al.*, 1995).

Na costa sul as algas frondosas foram observáveis no andar inferior do intertidal, muito próximo da linha de água. Os *Taxa* que mais se destacam visualmente têm uma aparência delicada e sensível, ao contrário dos da costa norte, que aparentam ser robustos e resistentes. Como exemplo, no intertidal dos Reis Magos, observou-se que no andar inferior dominavam: *Asparagopsis* sp., *Ulva* sp., *Caulerpa* sp. e *Ganonema farinosum*. Esta observação *in situ* veio confirmar que é possível distinguir entre localidades, uma distribuição da vegetação

marinha de costas com hidrodinamismo calmo e outra distribuição para costas com hidrodinamismo batido (Cabioc'h *et al.*, 2007) e que o grau da exposição de uma costa ao hidrodinamismo pode causar um grande efeito na composição de uma comunidade (McQuaid & Branch, 1984).

A observação no local das diferenças registadas no coberto algal de zonas mais ou menos expostas foi confirmada através do cálculo da análise não paramétrica One-Way ANOSIM, em que se verificou que o tipo de exposição ao hidrodinamismo é o principal fator responsável pela variação entre as amostras ($R= 0,537$, $Sig.= 0,1\%$). Verificou-se que os locais classificados como “Moderadamente expostos” (Reis Magos e Barreirinha) estão numa posição intermédia entre o local “Abrigado” (Ribeira Brava) e o “Exposto” (Porto da Cruz). No entanto, segundo os cálculos, estes dois locais são mais semelhantes entre si ($R= 0,401$, $Sig.= 0,1\%$). Estes resultados poderão ter sido condicionados pelo facto de se ter utilizado categorias ecológicas no cálculo e não a listagem de algas do levantamento taxonómico. A identificação através de fotografia do tipo de coberto algal da costa da ilha da Madeira é complicada de se fazer, uma vez que as comunidades do Intertidal, tal como ocorre nos Açores, são na maioria compostas por categorias ecológicas de difícil diferenciação (ex: Musgo Calcário e Musgo não Calcário) (Álvares *et al.*, 2008). Deste modo, tendo a Ribeira Brava e o Porto da Cruz um coberto algal, ao longo do transecto, composto por Musgo e Crosta não calcária, podemos ser induzidos em erro com os resultados obtidos e afirmar que estes dois locais são mais semelhantes entre si que entre os “Moderadamente Expostos”. Comparando o levantamento taxonómico destes dois locais, verificamos que as diferenças são mais evidentes, sendo ainda reforçadas pela observação empírica durante o ano de amostragem. Na Ribeira Brava foram registadas 7 algas vermelhas, no Porto da Cruz foi encontrado um total de 10. Destas, em comum entre os dois locais temos três géneros, verificando-se terem sempre a mesma

importância relativa (Tabela 2): *Liagora*, *Jania* e *Laurencia*. Na Ribeira Brava registaram-se três espécies de algas vermelhas exclusivas e novos registos da costa sul da ilha da Madeira: *Ganonema farinosum*, cf. *Itonoa marginifera* e *Grateloupia dichotoma*. No Porto da Cruz foram assinaladas quatro *Taxa* exclusivos da costa norte: *Hypnea musciformis*, *Peyssonelia* sp., *Botryocladia* sp. e *Botryocladia chiajeana*. É no registo de algas castanhas que se verificam maiores disparidades entre locais. Na Ribeira Brava foram encontrados 6 *Taxa*, no Porto da Cruz o número subiu para 14. Esta diferença terá a ver principalmente com o tipo de exposição da costa e a incidência da herbivoria (ouriços-do mar).

Neste trabalho concluiu-se que o coberto algal do intertidal das costas norte e sul da ilha da Madeira apresenta algumas semelhanças (62,52%), no entanto, considerando as algas frondosas registadas, verifica-se um predomínio de algas robustas e com órgãos de fixação resistentes no norte e de algas filamentosas e verdes no sul. Esta diferença poderá ser justificada por fatores abióticos como a temperatura e o período de insolação. No entanto, neste trabalho verificou-se que o hidrodinamismo (forte no norte e fraco/moderado no sul) é um fator condicionante da distribuição das algas no Intertidal. Outro fator será a herbivoria realizada pelos ouriços-do-mar, em especial na costa sul, onde condicionam o crescimento de algas que integram a sua dieta. A ação antropogénica é claramente um fator condicionante e, possivelmente destrutivo, do Intertidal da ilha da Madeira. É necessário ter mais atenção aos efeitos nocivos provocados por derrames de esgoto ao longo da costa sul, onde a pressão populacional é maior.

Relativamente à existência de padrões de sazonalidade, em ambas as costas verificou-se uma maior ocorrência de Algas Verdes no verão e início de outono. Na costa sul o Musgo Calcário predominou no outono,

ao contrário do que se verificou na costa norte, onde foi registado em maior diversidade no verão.

Em futuros trabalhos de caracterização do coberto algal do Intertidal rochoso da ilha da Madeira poderão continuar a ser aplicadas as duas metodologias utilizadas neste trabalho, uma vez que se complementam: amostragem manual com trabalho em laboratório (identificação taxonómica) e análise de imagens digitais através de um programa informático específico (determinação de categorias ecológicas).

Considero que num futuro próximo seja premente dar continuidade a este trabalho, desta vez também abordando a distribuição vertical (zonação) de espécies de algas no intertidal da ilha da Madeira e continuando o levantamento taxonómico de algas ao longo de toda a costa. O facto de se ter registado 73 *Taxa*, incluindo sete novos registos de espécies para a ilha da Madeira, num trabalho efetuado por uma só pessoa ao longo de um ano, leva a questionar quantas mais seriam encontradas se este levantamento fosse efetuado por uma equipa multidisciplinar, com melhores condições de trabalho e durante um maior intervalo de tempo.

Capítulo 5

BIBLIOGRAFIA

5. BIBLIOGRAFIA

Agngarayngay, Z.M., Ragasa, A.R. & Santos, L.A.P. (2007). Establishment of MMSU Algal Herbarium. *MMSU Science and Technology Journal*, 1(1), 75-84.

Alvarez, N.O. & Peña, E. J. (2004). Alternativas de Monitoreo de Calidad de Aguas: Algas como Bioindicadores. *Ata Nova*, 2 (4), 513-517

Alvera-Azcárate, A., Ferreira, J.G. & Nunes, J.P. (2003). Modelling eutrophication in mesotidal and macrotidal estuaries. The role of intertidal seaweeds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57, 715–724.

Alves, F.M.A., Chícharo, L.M., Serrão, E. & Abreu, A.D. (2001). Algal cover and sea urchin spatial distribution at Madeira Island (NE Atlantic). *SCI. MAR.*, 65 (4), 383 – 392.

Audiffred, P.A.J. & Prud'homme van Reine W.F. (1985). Marine algae of Ilha do Porto Santo and Deserta Grande (Madeira Archipelago) (Cancap Project Contributions No.40). *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 37, (166), 20-51.

Audiffred, P.A.J. & Weisscher F.L.M. (1984). Marine algae of Selvagem Grande (Salvage Islands, Macaronesia) (Cancap Project Contribution No.37). *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 36, (156), 5-37.

Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., García, M., Mangialajo, L. & Torres, M. (2007). A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 172–180.

Bianchi, C.N., Morri, C., Sartoni, G. & Wirtz, P. (1998). Sublittoral epibenthic communities around Funchal (Island of Madeira, NE Atlantic): update of previous information and comparison with the Mediterranean. *Sea. Bol. Mus. Mun. Funchal*, 5, 59-80.

Blanchette, C.A., Miner, C.M., Raimondi, P.T., Lohse, D., Heady, K.E.K. & Broitman, B.R. (2008). Biogeographical patterns of rocky intertidal communities along the Pacific coast of North America. *Journal of Biogeography*, 35, 1593–1607.

Boaventura, D., Ré, P., Fonseca, L.C. & Hawkins, S.J. (2002). Intertidal Rocky Shore Communities of the Continental Portuguese Coast: Analysis of Distribution Patterns. *Marine Ecology*, 23(1), 69-90.

Brodie, J., Maggs, C.A. & John, D.M. (ed.) (2007). *Green seaweeds of Britain and Ireland*. British Phycological Society.

Cabioc'h, J., Floc'h, J.-Y., Le Toquin, A., Boudouresque, C.-F., Meinesz, A. & Verlaque, M. (2006). *Guía de las Algas del Atlántico y del Mediterráneo*. Ediciones Omega.

Campuzano, F.J., Nunes, S., Malhadas, M., Nunes, D., Jardim, M. & Neves, R. (2009). Modelação da Hidrodinâmica da Orla Sul da ilha da Madeira. *6^{as} Jornadas Portuguesas de engenharia Costeira e Portuária, Funchal (8 e 9 de outubro)*.

Carrillo, J.A. & Sansón, M. (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica*. Materiales Didáticos Universitarios, Servicio de Publicaciones – Universidad de La Laguna.

Chapman, M.G. & Underwood, A.J. (1999). Ecological Patterns in multivariate assemblages: information and interpretation of negative values of ANOSIM tests. *Marine Ecology, Progress Series*, 180, 257-267.

Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (2001). *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation* "2nd edition". Plymouth, UK: PRIMER-E.

Ducrotoy, J-P. & Simpson, S.D. (2001). Developments in the application of photography to ecological monitoring, with reference to algal beds. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 11 (2), 123-135.

European Commission (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a Framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* L 327, 22.12.2000.

Ferri, M.G. (1981). *Botânica: morfologia externa das plantas (organografia)*. São Paulo: Nobel.

Garreta, A.G., Gallardo, T., Ribera, M.A., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G. & Boudouresque, C.F. (2001). Checklist of Mediterranean Seaweeds. III. Rhodophyceae Rabenh. 1. Ceramiales Oltm. *Botanica marina*, 44, 425-460.

Geldmacher, J., Hoernie, K., Van den Bogaard, P., Zankl, G. & Garbe-Schönberg, D. (2001). Earlier history of the ≥ 70 -Ma-old Canary hotspot based on the temporal and geochemical evolution of the Selvagen Archipelago and neighboring seamounts in the eastern North Atlantic. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 111 (1-4), 55-87.

Geldmacher, J., Hoernle, K., Van Der Bogaard, P., Duggen, S. & Werner, R. (2005). New Ar-40/Ar-39 age and geochemical data from seamounts in the Canary and Madeira volcanic provinces: Support for the mantle plume hypothesis. *Earth and Planetary Science Letters*, 237, 85-101.

Geldmacher, J., Van den Bogaard, P., Hoernie, K. & Schmincke, H.-U. (2000). The $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age dating of the Madeira Archipelago and hotspots track (eastern North Atlantic), *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 1 (2), 26 pp.

Graham, L. E. & Wilcox, L.W. (2000). *Algae*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Grasshoff, K., Kremling, K. & Ehrhardt, M. (1999). *Methods of Seawater Analysis*. Wiley-VCH, Weinheim.

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2011). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.

<http://www.algaebase.org>; searched on 15 October and 17 November 2011.

Haroun, R. J., Cruz-Reyes, A., Herrera-López, G., Parente, M.I. & Gil-Rodríguez, M.C. (2002). Flora Marina de la Isla de Madeira: Resultados de la Expedición "Macaronesia 2000. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, XIV(3-4), 37-52.

Haroun, R.J., Gil-Rodríguez, M.C., Castro, J.D. & Prud'homme van Reine, W.F. (2002). A Checklist of the Marine Plants from the Canary Islands (Central Eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina*, 45, 139-169.

Haroun, R. T., Gil-Rodriguez, M.C. & Wildpret, W.(2003). *Plantas Marinas de las Islas Canarias*. Toledo: Talavera de la Reina.

Haroun, R.J. & Prud'homme van Reine, W.F. (1993). A biogeographical study of *Laurencia* and *Hypnea* species of the Macaronesian Region. *Courier Forsch.- Inst. Senckenberg*, 159, 119-125.

Junshum, P., Choonluchanon, S. & Traichaiyaporn, S. (2008). Biological indices for classification of water quality around Mae Moh power plant, Thailand. *Mj. Int. J. Sci. Tech.*, 2(1), 24-36.

Kohler, K. E. & Gill, S. M. (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. *Computers & Geosciences*, 32, 1259-1269.

Levring, T. (1974). The marine algae of the Archipelago of Madeira. *Bol. Mus. Mun.Funchal*, 28, 5-111.

Macarthur, R. H. & Wilson, E. O. (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton: Princeton University Press.

Maggs, C. A. & M. H. Hommersand. 1993. *Seaweeds of the British Isles. V 1. Rhodophyta. Part 3A Ceramiales*. London: The Natural History Museum.

Mayakum, J. & Prathep, A. (2005). Seasonal variations in diversity and abundance of macroalgae at Samui Island, Surat Thani Province, Thailand. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 27 (3), 653 – 663.

McQuaid, C.D. & Branch, G.M. (1984). Influence of sea temperature, substratum and wave exposure on rocky intertidal communities: an analysis of faunal and floral biomass. *Mar. Ecol, Prog. Ser.*, 19, 145-151.

Mumby, P. (2011). 9 *Methodologies for Defining Habitats in Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management (extracts)*. *Environment and development in coastal regions and in small islands*. <http://www.unesco.org/csi/pub/source/rs11.htm> consultado a 06 dezembro 2011.

Murray, S.N., Ambrose, R.F. & Dethier, M.N. (2006). *Monitoring rocky shores*. California: University of California Press.

Neto, A. I. (2000). Ecology and dynamics of two intertidal algal communities on the littoral of the island of São Miguel (Azores). *Hydrobiologia*, 432, 135 - 147.

Neto, A. I., Tittley, I., Levi, A. & Farnham, W.F. (2000). Structure and Zonation of Algal Communities in the Bay of São Vicente (São Miguel, Azores). *Arquipélago, Life and Marine Sciences Supplement*, 2(Part A), 63 – 69.

Neto, A. I., Cravo, D. C. & Haroun, R.T. (2001). Checklist of the Benthic Marine Plants of the Madeira Archipelago. *Botanica Marina* 44, 391 - 414.

Pereira, L. (2009). *Guia ilustrado das Macroalgas – Conhecer e reconhecer algumas espécies da flora portuguesa*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.

Pereira, L., Critchley, A.T., Amado, A.M. & Ribeiro-Claro, P.J.A. (2007). Análise Comparativa dos Ficocolóides produzidos por algas

Carragenófitas usadas industrialmente e Algas Carragenófitas Portuguesas. *Um Mar de Oportunidades*. Viana do Castelo, Ordem dos Biólogos.

Pereira, P., Úbeda, X. & Martin, D. (2009). Aplicação de uma Análise de Cluster na Relação entre as Temperaturas de Fogo e Libertação de Solutos em algumas Espécies Mediterrâneas. *Silva Lusitana* 17 (1), 39-50.

Pratthep, A. (2005). Spatial and Temporal Variations in Diversity and Percentage Cover of Macroalgae at Sirinart Marine National Park, Phuket Province, Thailand. *Science Asia*, 31 , 225-233.

Schramm, W. (1999). Factors influencing seaweed responses to eutrophication: some results from EU-project EUMAC. *Journal of Applied Phycology*, 11, 69–78.

Sequeira, M.M. *et al.* (2010). The Madeiran plants collected by Sir Hans Sloane in 1687, and his descriptions. *International Association of Plant Taxonomy*, 59 (2), 598-612.

Slierings, C. (2003). Memories of Koos den Hartog. *Zool. Verh. Leiden* 345.

Sloane, H. (1707). *A voyage to the islands Madera, Barbados, of the herbs and trees, four-footed beasts, fishes, birds, insects, reptiles, &c. of the last of those islands; to which is prefix'd an introduction, wherein is an account of the inhabitants, air, waters, diseases, trade &c. of that place, with some relations concerning the neighboring continent and islands of America*. London, United Kingdom: Mo.Bot. Garden, 1:1.

Thomas, D.N. (2002). *Seaweeds*. The Natural History Museum, Smithsonian Institution Press.

Tittley, I. & Neto, A.I. (2000). A provisional classification of algal-characterized rocky shore biotopes in the Azores, *Hydrobiologia*, 44, 19–25.

Torres, C. & Andrade, C. (2010). Processo de decisão de Análise Espacial na seleção de áreas ótimas para a Aquacultura Marinha: O exemplo da Ilha da Madeira. Spatial decision Analysis Process for selection Marine Aquaculture suitable zones: The exemple of Madeira Island. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 10(3) , 321-330.

Tuya, F., Boyra, A., Sanchez-Jerez, P., Barbera, C & Haroun, R.J. (2004). Relationships between rocky-reef fish assemblages, the sea urchin *Diadema antillarum* and macroalgae throughout the Canarian Archipelago. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 278, 157–169.

Tuya, F., Cisneros-Aguirre, J., Ortega-Borges, L. & Haroun, R.J. (2007). Bathymetric segregation of sea urchin on reefs of the canarian archipelago: Role of flow-induced forces. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73, 481-488.

Tuya, F. & Haroun, R.J. (2009). Phytogeography os Lusitanian Macaronesia: biogeographic affinities in species richness and assemblage composition. *Eur. J. Phycol.*, 44(3), 405 – 413.

Tuya, F., Martín, J.A., Reuss, G.M. & Luque, A. (2001). Food preferences of the sea urchin *Diadema antillarum* in Gran Canaria (Canary Islands, central-east Atlantic Ocean). *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 81, 845-849.

Viejo, R.M., Arrontes, J. & Andrew, N.L. (1995). An Experimental Evaluation of the Effect of Wave Action on the Distribution of *Sargassum muticum* in Northern Spain. *Botanica Marina*, 38(1-6), 437–442.

Vielmini, I., Chiantore, M., Gianguzza, P., Bonaviri, C., Mangialajo, L., Cattaneo-Vietti, R. & Riggio, S. (2005). Protection effects on feeding and reproduction of *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* on barren grounds at Ustica Island MPA (Western Mediterranean, Italy). *15th Meeting of the Italian Society of Ecology, 12-14 September 2005, Torino*.

Wallenstein, F.M. & Neto, A.I. (2006). Intertidal rocky shore biotopes of the Azores: a quantitative approach. *Helgol. Mar. Res.*, 60, 196-206.

Wallenstein, F.M., Neto, A.I., Álvaro, N.V. & Santos, C. (2008). Algae-based biotopes of the Azores (Portugal): spatial and seasonal variation. *Aquat. Ecol.*, 42, 547 – 559.

Wallenstein, F.M., Neto, A.I., Álvaro, N.V., I., T. & Azevedo, J.M.N. (2009). *Guia definição de biótopos costeiros em Ilhas Oceânicas. Coastal biotope definition manual for oceanic islands*. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, Horta, Açores, Portugal.

Weisscher, F.C.M. (1982). Marine algae from Ilhéu de Fora (Salvage Islands) (Cancap-Project Contributions No.13). *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 34 (144), 23-34.

Weisscher, F.C.M. (1983). Marine algae from Selvagem Pequena (Salvage Islands) (Cancap-Project Contributions No. 19). *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 35 (152), 41-80.

Wheather, C.P., Bell, J.R. & Cook, P.A. (2011). *Practical Field Ecology: A Project Guide*. Wiley-Blackwell.

Capítulo 6

ANEXOS

Anexo 1 - Sinopse dos Taxa identificados

Foi adotada a sistemática proposta por Guiry & Guiry (2011) e os exemplares conservados em Algário estão assinalados com o símbolo *.

Cyanobacteria

Cyanophyceae

Nostocales

Rivulariaceae

Calothrix cf. crustacea Schousboe ex Bornet *

Rhodophyta

Florideophyceae

Nemaliales

Liagoraceae

Ganonema farinosum (J.V. Lamouroux) K.C. Fan & Yung C. Wang *

Liagora sp. J.V. Lamouroux *

Liagora cf. distenta (Mertens ex Roth) J.V. Lamouroux *

Gelidiales

Pterocladaceae

Pterocladella capillacea (S.G. Gmelin) Santelices et Hommersand

Bonnemaisoniales *

Bonnemaisoniaceae

Asparagopsis sp. Montagne in Barker-Webb & Berthelot *

Asparagopsis armata Harvey *

Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon *

Corallinales

Corallinaceae

Amphiroa sp. J. V. Lamouroux

Amphiroa beauvoisii J.V. Lamouroux *

Amphiroa rigida J.V. Lamouroux *

Corallina elongata Ellis et Solander *

Haliptilon sp. (Decaisne) Lindley

Haliptilon virgatum (Zanardini) Garbary & H.W. Johansen *

Jania sp. J.V.Lamouroux

Jania capillacea (Gmelin) Bornet et Thuret*

Jania longifurca Zanardini *

Gigartinales

Cystocloniaceae

Hypnea arbuscula P.J.L. Dangeard *

Hypnea musciformis (Wulfen) J. V. Lamouroux *

Peyssonneliales

Peyssonneliaceae

Peyssonnelia sp. Decaisne

Rhodymeniales

Champiaceae

Champia sp. Desvaux

Champia parvula (C. Agardh) Harvey

Rhodymeniaceae

Botryocladia sp. (J.Agardh) Kylin

Botryocladia botryoides (Wulfen) Feldmann

Botryocladia chiajeana (Meneghini) Kylin *

Rhodymenia pseudopalmata (J. V. Lamouroux) P. Silva

Ceramiales

Wrangeliaceae

Griffithsia sp. C.Agardh

Spyridiaceae

Spyridia sp. Harvey in W.J.Hooker

Delesseriaceae

Apoglossum rustifolium (Turner) J. Agardh

Hypoglossum hypoglossoides (Stackhouse) F. S. Collins & Hervey

Rhodomelaceae

Halopithys incurva (Hudson) Batters *

Laurencia sp. J.V.Lamouroux *

Lophocladia trichocladus (C.Agardh) J.Agardh *

Polysiphonia elongata (Hudson) Sprengel *

Nemastomatales

Nemastomataceae

cf. *Itonoa marginifera* (J. Agardh) Masuda & Guiry *

Halymeniales

Halymeniaceae

Grateloupia dichotoma J. Agardh *

Ochrophyta

Phaeophyceae

Sphacelariales

Stypocaulaceae

Halopteris filicina (Grateloup) Kützing *

Halopteris scoparia (Linnaeus) Sauvageau *

Cladostephaceae

Cladostephus spongiosus (Hudson) C. Agardh *

Dictyotales

Dictyotaceae

Dictyopteris polypodioides (A.P. De Candolle) J. V. Lamouroux *

Dictyota sp. J.V.Lamouroux *

Dictyota cf. *liturata* J. Agardh *

Lobophora variegata (J. V. Lamouroux) Womersley ex Oliveira *

Padina pavonica (Linnaeus) Thivy *

Styopodium zonale (J. V. Lamouroux) Papenfuss

Taonia atomaria (Woodward) J. Agarh *

Zonaria tournefortii (J. V. Lamouroux) Montagne *

Ectocarpales

Scytosiphonaceae

Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbès & Solier *

Fucales

Sargassaceae

- Cystoseira* sp. C. Agardh *
- Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin) C. Agardh *
- Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff & Nizamuddin
- Cystoseira wildpretii* Nizamuddin *
- Sargassum* sp. C. Agardh
- Sargassum furcatum* Kützing *
- Sargassum filipendula* C. Agardh *

Chlorophyta

Ulvophyceae

Ulvales

Ulvaceae

- Ulva* sp. Linnaeus
- Ulva compressa* Linnaeus *
- Ulva prolifera* O. F. Müller *
- Ulva rigida* C. Agardh *

Siphonocladophyceae

Cladophorales

Cladophoraceae

- Chaetomorpha* sp. Kützing
- Chaetomorpha pachynema* (Montagne) Kützing
- Cladophora* sp. Kützing *
- Cladophora hutchinsiae* (Dillwyn) Kützing *
- Cladophora lehmanniana* (Lindberg) Kützing *
- Cladophora pellucida* (Hudson) Kützing
- Cladophora prolifera* (Roth) Kützing

Siphonocladales

Valoniaceae

- Valonia utricularis* (Roth) C. Agardh *

Bryopsidophyceae

Bryopsidales

Caulerpaceae

Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh

Caulerpa webbiana Montagne

Codiaceae

Codium cf. *adhaerens* C. Agardh *

Codium decorticatum (Woodward) Howe

Dasycladophyceae

Dasycladales

Dasycladaceae

Dasycladus vermicularis (Scopoli) Krasser *

Polyphysaceae

Parvocaulis parvulus (Solms-Laubach) S.Berger, U.Fettweiss, S.Gleissberg,

L.B.Liddle, U.Richter, H.Sawitzky & G.C.Zuccarello

Anexo 2 – Tabela com exemplares de algas conservados em Algário (Universidade da Madeira)

Cota	Nome
MAD-09-01	<i>Pterocliadiella capillacea</i> (Gmelin) Bornet et Thuret
MAD-09-02	<i>Liagora</i> cf. <i>distenta</i> (Mertens ex Roth) J.V.Lamouroux
MAD-09-03	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh
MAD-09-04	<i>Codium adhaerens</i> C. Agardh
MAD-09-05	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier
MAD-09-06	<i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh
MAD-09-07	<i>Asparagopsis</i> sp. Montagne in Barker-Webb & Berthelot
MAD-09-08	<i>Stypocaulon scoparium</i> (Linnaeus) Kützting
MAD-09-09	<i>Padina pavonica</i> (Linné) Thivy
MAD-09-10	<i>Hypnea arbuscula</i> P.J.L.Dangeard
MAD-09-11	<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus
MAD-09-12	<i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh
MAD-09-13	<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander
MAD-09-14	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh
MAD-09-15	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier
MAD-09-16	<i>Pterocliadiella capillacea</i> (Gmelin) Bornet et Thuret
MAD-09-17	<i>Asparagopsis</i> sp. Montagne in Barker-Webb & Berthelot
MAD-09-18	<i>Hypnea arbuscula</i> P.J.L.Dangeard
MAD-09-19	cf. <i>Liagora</i> sp. L. V. Lamouroux
MAD-09-20	<i>Cystoseira abies-marina</i> (S. G. Gmelin) C. Agardh
MAD-09-21	<i>Padina pavonica</i> (Linné) Thivy
MAD-09-22	<i>Sargassum filipendula</i> C. Agardh
MAD-09-23	<i>Codium adhaerens</i> C. Agardh
MAD-09-24	<i>Stypocaulon scoparium</i> (Linnaeus) Kützting
MAD-09-25	<i>Asparagopsis armata</i> Harvey
MAD-09-26	<i>Laurencia</i> sp. Lamouroux
MAD-09-27	<i>Dasycladus vermicularis</i> (Scopoli) Krasser
MAD-09-28	<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander
MAD-09-29	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier
MAD-09-30	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh
MAD-09-31	<i>Padina pavonica</i> (Linné) Thivy
MAD-09-32	<i>Ganonema farinosum</i> (J.V.Lamouroux) K.C.Fan & Yung C.Wang
MAD-09-33	<i>Codium adhaerens</i> C. Agardh
MAD-09-34	<i>Caulacanthus ustulatus</i> (Turner) Kützting
MAD-09-35	<i>Padina pavonica</i> (Linné) Thivy
MAD-09-36	<i>Codium adhaerens</i> C. Agardh
MAD-09-37	<i>Asparagopsis armata</i> Harvey
MAD-09-38	<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus
MAD-09-39	<i>Pterocliadiella capillacea</i> (Gmelin) Bornet et Thuret
MAD-09-40	<i>Jania capillacea</i> Harvey
MAD-09-41	cf. <i>Dictyota liturata</i> J.Agardh
MAD-09-42	<i>Halopteris filicina</i> (Grateloup) Kützting
MAD-09-43	<i>Codium adhaerens</i> C. Agardh
MAD-09-44	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier

Continua na próxima página

Cota	Nome
MAD-09-45	<i>Sargassum furcatum</i> Kützing
MAD-09-46	<i>Laurencia</i> sp. Lamouroux
MAD-09-47	<i>Padina pavonica</i> (Linné) Thivy
MAD-09-48	<i>Ulva compressa</i> Linnaeus
MAD-09-48a	<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müller
MAD-09-49	<i>Sargassum filipendula</i> C. Agardh
MAD-09-50	<i>Laurencia</i> sp. Lamouroux
MAD-09-51	SP 1
MAD-09-52	<i>Cladophora</i> sp. Kützing
MAD-09-53	<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V.Lamouroux
MAD-09-53a	<i>Amphiroa rigida</i> J.V.Lamouroux
MAD-09-54	<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander
MAD-09-55	<i>Itonoa marginifera</i> (J.Agardh) Masuda & Guiry
MAD-09-56	<i>Grateloupia dichotoma</i> J.Agardh
MAD-09-57	<i>Cystoseira wildpretii</i> Nizamuddin
MAD-09-58	<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützing
MAD-09-59	<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J. V. Lamouroux
MAD-09-60	<i>Dictyopteris polypodioides</i> (A.P.De Candolle) J.V.Lamouroux
MAD-09-61	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh
MAD-09-62	<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander
MAD-09-63	<i>Amphiroa rigida</i> J.V.Lamouroux
MAD-09-64	<i>Botryocladia chiajeana</i> (Meneghini) Kylin
MAD-09-65	<i>Stypocaulon scoparium</i> (Linnaeus) Kützing
MAD-09-66	<i>Halopithys incurva</i> (Hudson) Batters
MAD-09-67	sp por confirmar
MAD-09-68	<i>Stypocaulon scoparium</i> (Linnaeus) Kützing
MAD-09-69	<i>Caulacanthus ustulatus</i> (Turner) Kützing
MAD-09-70	<i>Cladophora</i> sp. Kützing
MAD-09-71	<i>Halopteris filicina</i> (Grateloup) Kützing
MAD-09-72	<i>Jania virgata</i> (Zanardini) Montagne
MAD-09-73	<i>Asparagopsis armata</i> Harvey
MAD-09-74	<i>Dictyota</i> sp. J. V. Lamouroux
MAD-09-75	<i>Taonia atomaria</i> (Woodward) J.Agardh
MAD-09-76	<i>Laurencia</i> sp. Lamouroux
MAD-09-77	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh
MAD-09-78	<i>Calothrix crustacea</i> Schousboe et Thuret ex Bornet et Flahault
MAD-09-79	<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander
MAD-09-80	<i>Amphiroa rigida</i> J.V.Lamouroux
MAD-09-81	<i>Liagora</i> sp. L. V. Lamouroux
MAD-09-82	<i>Codium adhaerens</i> C. Agardth
MAD-09-83	<i>Cystoseira abies-marina</i> (S. G. Gmelin) C. Agardh
MAD-09-84	<i>Grateloupia dichotoma</i> J.Agardh
MAD-09-85	<i>Liagora</i> sp. L. V. Lamouroux

Continua na próxima página

Cota	Nome
MAD-09-86	<i>Grateloupia dichotoma</i> J.Agardh
MAD-09-87	<i>Lophocladia trichoclados</i> (C.Agardh) J.Agardh
MAD-09-88	<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevison
MAD-09-89	<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander
MAD-09-90	<i>Padina pavonica</i> (Linné) Thivy
MAD-09-91	<i>Lobophora variegata</i> (J. V. Lamouroux) Womersley ex Oliveira
MAD-09-92	<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J. V. Lamouroux
MAD-09-93	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh
MAD-09-94	<i>Laurencia</i> sp. Lamouroux
MAD-09-95	<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevison
MAD-09-96	<i>Calothrix crustacea</i> Schousboe et Thuret ex Bornet et Flahault
MAD-09-97	<i>Padina pavonica</i> (Linné) Thivy
MAD-09-98	<i>Ganonema farinosum</i> (J.V.Lamouroux) K.C.Fan & Yung C.Wang
MAD-09-99	<i>Polysiphonia elongata</i> (Hudson) Sprengel
MAD-09-100	<i>Grateloupia dichotoma</i> J.Agardh
MAD-09-101	<i>Jania longifurca</i> Zanardini
MAD-09-102	<i>Halopithys incurva</i> (Hudson) Batters
MAD-09-103	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh
MAD-09-104	<i>Amphiroa</i> sp. J.V. Lamouroux
MAD-09-105	<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander
MAD-09-106	<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V.Lamouroux
MAD-09-107	<i>Grateloupia dichotoma</i> J.Agardh
MAD-09-108	<i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Kützing
MAD-10-01	<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J. V. Lamouroux
MAD-10-02	<i>Asparagopsis armata</i> Harvey
MAD-10-03	<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander
MAD-10-04	<i>Zonaria tournefortii</i> (J. V. Lamouroux) Montagne
MAD-10-05	<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus
MAD-10-06	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh
MAD-10-07	<i>Lobophora variegata</i> (J. V. Lamouroux) Womersley ex Oliveira
MAD-10-08	<i>Dictyopteris polypodioides</i> (A.P.De Candolle) J.V.Lamouroux
MAD-10-09	<i>Cystoseira</i> sp. C. Agardh
MAD-10-10	<i>Sargassum</i> sp. C. Agardh
MAD-10-11	<i>Dictyota</i> sp. J. V. Lamouroux
MAD-10-12	<i>Padina pavonica</i> (Linné) Thivy