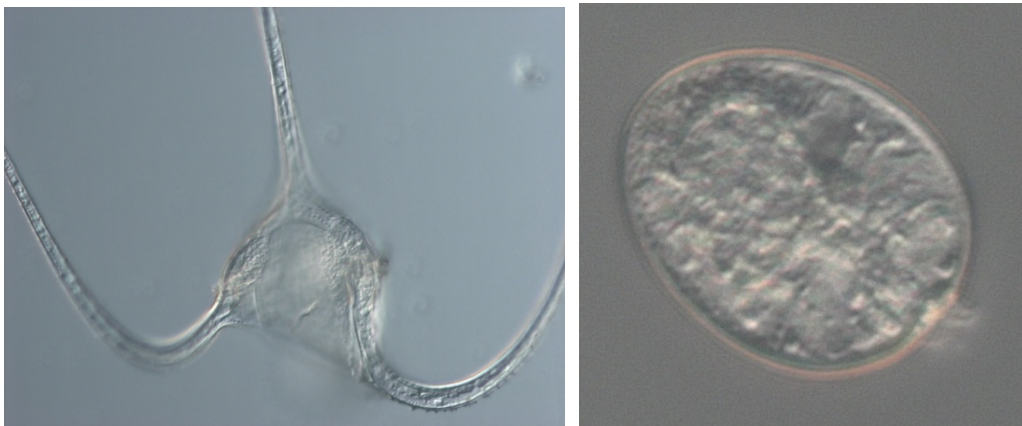




Universidade dos Açores

Departamento de Oceanografia e Pescas

Caracterização e distribuição espacial da comunidade fitoplanctónica do banco submarino Condor (SE do Faial, Açores): Relação com os parâmetros oceanográficos adjacentes



Joana Vieira Botelho

Orientadora: Prof. Doutora Ana Martins

Coorientador: Prof. Doutor Vítor Gonçalves

Coorientador: Doutor Shree Ram Prakya

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em
Estudos Integrados dos Oceanos

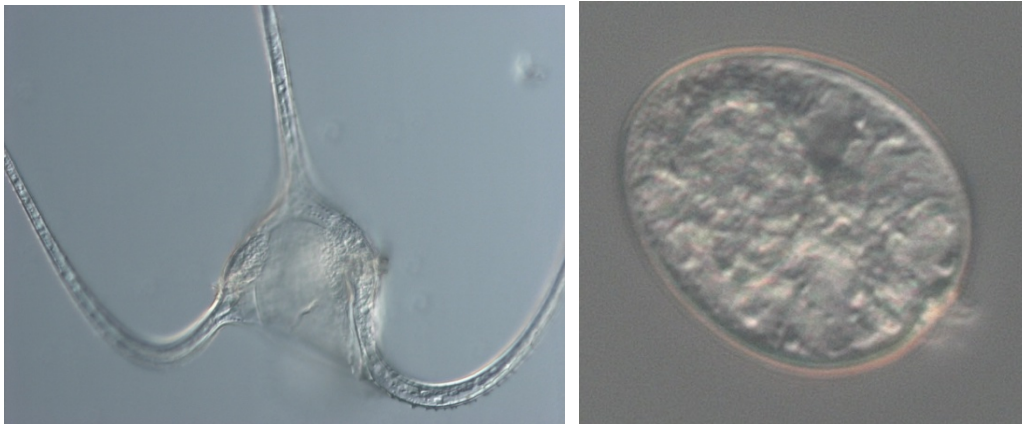
Horta, 2014



Universidade dos Açores

Departamento de Oceanografia e Pescas

Caracterização e distribuição espacial da comunidade fitoplanctónica do banco submarino Condor (SE do Faial, Açores): Relação com os parâmetros oceanográficos adjacentes



Joana Vieira Botelho

Orientadora: Prof. Doutora Ana Martins

Coorientador: Prof. Doutor Vítor Gonçalves

Coorientador: Doutor Shree Ram Prakya

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em
Estudos Integrados dos Oceanos

Horta, 2011

Índice

Índice de figuras	III
Índice Tabelas.....	IV
Agradecimentos	V
Resumo	VII
Abstract.....	VIII
1. Introdução	1
2. Enquadramento	3
2.1. Região de estudo.....	3
2.2. Fitoplâncton.....	5
3. Material e Métodos	7
3.1. Caracterização da área de estudo.....	7
3.2. Dados oceanográficos.....	7
3.3. Amostragem e processamento das amostras	9
3.3.1. Recolha das amostras e caracterização física das estações	9
3.3.2. Fitopigmentos.....	10
3.3.3. Fitoplâncton	11
3.3.4. Análise estatística.....	13
3.4. Dados Satélite.....	13
4. Resultados.....	15
4.1. Caracterização física e biológica da coluna de água	15
4.1.1. Variação espacial	15
4.1.2. Variação sazonal	20
4.2. Dados de Satélite	25
4.3. Caracterização da comunidade fitoplanctónica.....	27
4.3.1. Diversidade taxonómica.....	27
4.3.2. Variação espacial	28
4.3.3. Variação sazonal	33
5. Discussão	38
5.1. Caracterização oceanográfica da área de estudo	38
5.2. Relação com parâmetros obtidos por satélite.....	42
5.3. Variabilidade da comunidade fitoplanctónica.....	44

6. Conclusões	49
Referências Bibliográficas.....	51
Anexos	59

Índice de figuras

Figura 1- Localização do banco submarino Condor, a sudoeste da ilha do Faial. (créditos: Ricardo Medeiros, ImagDOP). -----	4
Figura 2 - Projecto CONDOR: Localização das estações biológicas amostradas no banco Condor, no canal Faial-Pico e em mar aberto. No mapa está representada a batimetria do banco e áreas adjacentes (créditos: Ricardo Medeiros, ImagDOP).-----	8
Figura 3 - Preparação das amostras de fitoplâncton para serem visualizadas no microscópio de inversão com contraste de fase. -----	12
Figura 4 - Perfis verticais dos parâmetros físico-químicos (A – Temperatura; B – Salinidade; C – Concentração de oxigénio e E – Turbidez) e biológicos (D – Fluorescência e F – Concentração de clorofila a) obtidos nas estações realizadas no cruzeiro “Condor-OCE-2009-V01” (Verão de 2009). -----	16
Figura 5 - Perfis verticais dos parâmetros físico-químicos (A – Temperatura; B – Salinidade; C – Concentração de oxigénio e E – Turbidez) e biológicos (D – Fluorescência e F – Concentração de clorofila a) nas estações estudadas no cruzeiro “Condor-OCE-2009-O01” realizado no Outono de 2009. -----	18
Figura 6 - Perfis verticais médios em cada estação do ano para os parâmetros físico-químicos (A – Temperatura; B – Salinidade; C – Concentração de oxigénio e E – Turbidez) e biológicos (D – Fluorescência e F – Concentração de clorofila a) obtidos nos cruzeiros realizados no Verão (V_09) e Outono (O_09) de 2009. -----	21
Figura 7 - Diagramas de propriedades para as estações de Verão e Outono de 2009. Em A está representada a relação Temperatura-Oxigénio (TO) e em B a relação Temperatura-Salinidade (TS).-----	24
Figura 8 - Valores de temperatura e clorofila a obtidos via satélite MODIS/AQUA para o ano de 2009. Em A e C podem-se observar, respetivamente, os valores médios mensais e sazonais da temperatura e clorofila a; em B e D estão representados os coeficientes de variação da temperatura e clorofila a em cada mês e em cada estação do ano, respetivamente. -----	26
Figura 9 - Perfis verticais da abundância de diatomáceas (A), dinoflagelados (B), outros flagelados (C) e cocolitóforos (D) nas estações amostradas durante o Verão de 2009. -	29
Figura 10 - Perfis verticais da abundância de diatomáceas (A), dinoflagelados (B), outros flagelados (C) e cocolitóforos (D) nas estações amostradas durante o Outono de 2009. -----	32
Figura 11 - Perfis verticais das abundâncias médias sazonais de diatomáceas (A), dinoflagelados (B), flagelados (C) e cocolitóforos (D) das várias estações amostradas nos cruzeiros realizados no Verão (V_09) e Outono (O_09) de 2009. -----	34
Figura 12 - Representação do escalonamento multidimensional (MDS) baseada na similaridade Bray-Curtis relativamente à composição da comunidade fitoplanctónica nos meses de Julho e Novembro. -----	35
Figura 13 - Fotografias de algumas das espécies identificadas ao longo do presente trabalho. A- <i>Calcidiscus leptoporus</i> , B- <i>Oxytoxum caudatum</i> , C- <i>Emiliania huxleyi</i> , D- <i>Oxytoxum laticeps</i> , E- <i>Oxytoxum sp.</i> , F- <i>Scyphosphaera apsteinii</i> . -----	36

Índice Tabelas

Tabela 1 - Tabela sumário com indicação do número de estações de amostragem e respetivo número total de amostras contabilizado para os cruzeiros oceanográficos do projecto CONDOR (adaptado de Santos et al., 2011). A azul e rosa/acastanhado estão assinaladas informações relativas aos cruzeiros utilizados neste estudo.....	9
Tabela 2 - Coeficiente de correlação (r) entre dois parâmetros (oxigénio e a clorofila <i>a</i>) com cada um dos grupos principais de fitoplâncton encontrados neste trabalho.....	37
Tabela 3 - Comparação sumária entre as profundidades máximas da clorofila (DCM) reportadas por vários autores para a região dos Açores e para outras áreas circundantes no Atlântico Nordeste.....	41

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas (abaixo mencionadas) que tornaram a realização desta tese de mestrado possível. A todos os intervenientes o meu muito obrigado.

Antes de mais, quero agradecer à Prof. Doutora Ana Martins por me ter falado na possibilidade de eu fazer a minha tese em fitoplâncton e, depois disso, por ter aceite ser minha orientadora no referido trabalho. Quero, também, agradecer aos meus coorientadores de tese, o Prof. Doutor Vítor Gonçalves que me ajudou e orientou nas várias fases do trabalho principalmente na identificação do fitoplâncton e ao Doutor Shree Ram Prakya pela ajuda com os gráficos.

Quero agradecer à equipa de Oceanografia e à coordenação do Projeto CONDOR-PT0040 (“Observatório para o Estudo de Longo Prazo e Monitorização dos Ecossistemas de Montes Submarinos nos Açores”) pela recolha e disponibilização tanto das amostras de fitoplâncton como pela disponibilização de todos os dados oceanográficos, pois sem eles a realização deste trabalho não seria de todo possível.

Agradeço à Dr.^a Clara Loureiro por me ter ajudado a perceber como estavam organizados todos os dados recolhidos tanto a bordo dos cruzeiros como os que foram analisados em laboratório e por me ter passado essas informações que foram muito preciosas. Agradeço à Mestre Mariana Santos que conversou comigo e me forneceu bastante informação sobre todas as etapas que eu iria atravessar durante a realização deste trabalho.

Queria também agradecer à Mestre Helena Marques e ao Doutor Pedro Raposeiro todas as conversas e momentos de descontração enquanto eu analisava as amostras de fitoplâncton no microscópio.

Gostaria de agradecer igualmente ao Ricardo Medeiros (ImagDOP) pela execução técnica (em SIG) das Figuras 1 e 2.

Agradeço à tripulação do N/I “Arquipélago” que permitiu que a recolha das amostras utilizadas neste trabalho fosse realizada com êxito.

Quero agradecer a todos os meus amigos pelo apoio incondicional, pelo carinho e pelas horas de distração quando tudo parecia perdido, Joana Aguiar, Carina Pavão, Sónia Melo, Nuno Borges e Bruno Silva, muito obrigada por tudo...

Vera Maciel agradeço-te por todos os momentos (bons e menos bons) que passamos juntas nos quatro anos que partilhamos casa em Gambelas. Aprendemos e crescemos muito com tudo o que nos aconteceu e ainda hoje continuamos bastante unidas apesar de todo o oceano que nos separa. Obrigada por todo o teu apoio em tudo! Ana Batuca, Rute Mendonça, Cristiana Maia, Maria Silva, Vanessa Neves, Tiago Braga, Miguel Martins e Fábio Guerreiro a vocês deixo aqui o meu muito obrigada, também.

O meu agradecimento a todos os meus colegas de sétima edição do MEIO. Cátia, Xana, Gonçalo, Luís e Carlos muito obrigada por todos os momentos que passamos juntos durante a minha estadia no Faial.

Quero agradecer, também, ao Carlos Paulos e a toda a equipa do Centro e Escola de Mergulho Espírito Azul (Vila Franca do Campo) por terem sempre uma palavra amiga e por me animarem nos momentos menos bons. Quando achava que tudo estava perdido refugiava-me no mar e assim que voltava a terra, depois de um mergulho magnífico, vinha pronta para enfrentar todas as adversidades e voltar, uma vez mais, para o meu trabalho. Obrigada a todos pelos momentos de descontração sempre muito bem passados.

Quero agradecer ao meu namorado, Dinarte Benevides, por todo o seu apoio em todas as etapas deste trabalho. Obrigada por teres estado sempre a meu lado e por me animares quando tudo parecia desabar à minha volta. Obrigada por toda a paciência comigo enquanto eu só falava da minha tese e dos problemas que me preocupavam e tu estavas sempre disposto a ouvir. Obrigada por tudo.

Queria igualmente agradecer a toda a minha família! Mãe e Pai muito obrigada por permitirem que eu realizasse mais uma etapa na minha vida, sem o vosso apoio e consentimento este trabalho tinha sido impossível de se realizar. Maninha muito obrigada pelo teu apoio na realização deste trabalho, agradeço-te também pelas fotografias que me tiraste durante a análise, em laboratório, das amostras de fitoplâncton.

Aproveito ainda para agradecer aos serviços de secretariado, administrativos, académicos e bibliotecários dos Departamentos de Oceanografia e Pescas e de Biologia da Universidade dos Açores por toda a ajuda logística que me deram ao longo da realização deste mestrado.

Por último, gostaria de deixar uma nota sincera de gratidão aos membros do júri presentes na defesa da minha de tese, pelo tempo tomado na revisão e correção deste trabalho de síntese.

Obrigada a todos por tudo!

Resumo

Os montes submarinos são montes subaquáticos que se erguem centenas ou milhares de metros a partir do fundo do mar. Estes não são apenas estruturas geológicas omnipresentes e fundamentais dos fundos submarinos como são também, ecossistemas importantes e exuberantes compostos por uma vida marinha abundante, fazendo destes ecossistemas importantes locais de pesca que detêm mais de 80 % das espécies comerciais em todo o mundo, atraindo para estes locais um alto interesse económico internacional. Os montes submarinos são estruturas geológicas comuns no arquipélago dos Açores (Atlântico nordeste). Em particular, o monte submarino Condor está situado, sensivelmente, a 10 milhas náuticas a sudoeste da ilha do Faial (Açores). Entre 2009 e 2011, vários cruzeiros oceanográficos foram realizados na região do Condor no âmbito do projeto científico internacional CONDOR (PT0040 cofinanciado pelo programa *EEA Grants Financial Mechanism - Iceland, Liechtenstein and Norway*). O principal objetivo deste projeto foi estabelecer uma estação de pesquisa multidisciplinar de longo prazo para aprofundar o conhecimento científico sobre montes submarinos.

No presente trabalho, as comunidades fitoplanctónicas foram estudadas através de amostras recolhidas em dois cruzeiros oceanográficos realizados a bordo do N/I “Arquipélago” entre Março e Outubro de 2009. Os objetivos principais deste estudo foram identificar e caracterizar quantitativamente as comunidades fitoplanctónicas existentes na coluna de água e, também, inferir se existiam padrões sazonais/anuais tentando associá-los aos fatores ambientes subjacentes. Entre outras, foram recolhidas amostras de água em diferentes profundidades para análises de fitoplâncton e clorofila *a* utilizando um sistema de Rosette com CTD acoplado. As amostras de água foram analisadas e o fitoplâncton foi taxonomicamente identificado. Os resultados para 13 estações (das 20 executadas em cada cruzeiro) são aqui apresentados. Os resultados revelam a estratificação da coluna de água no Verão, associada a uma concentração máxima de oxigénio. É também durante esta época que a maior abundância de organismos fitoplanctónicos é encontrada sendo, os cocolitóforos o grupo de fitoplâncton mais abundante. A profundidade máxima da clorofila (DCM) foi encontrada aos cerca de 50 m de profundidade tanto no Verão como no Outono.

Abstract

Seamounts are underwater mountains that rise hundreds or thousands of feet from the seafloor. Not only these are ubiquitous and fundamental geological features of the ocean floor but also constitute important lush and intricate ecosystems composed of abundant marine life, producing important fishing grounds that hold more than 80 commercial species worldwide, thus attracting high international economic interest. Seamounts are common topographic features around the Azores archipelago (NE Atlantic). In particular, the Condor seamount is located approximately 10 nautical miles southwest of Faial Island (Azores). From 2009 to 2011, several cruises took place around this seamount as part of the international project CONDOR (PT0040 co-financed by the *EEA Grants Financial Mechanism – Iceland, Liechtenstein and Norway*). General aim of this project was to establish a multidisciplinary long-term research station to deepen scientific knowledge of seamounts. In the present work, phytoplankton communities are investigated through two Condor oceanographic cruises carried aboard R/V “Arquipélago” between March and October 2009. Main objectives of this study were to identify and characterize quantitatively phytoplankton communities existing in the water column and, also, to infer seasonal/annual patterns while trying to associate these with underlying environmental factors. Among others, water samples were collected at different depths for phytoplankton and chlorophyll *a* analysis using a coupled Rosette+CTD system. The water samples were processed in laboratory and phytoplankton was taxonomically identified. The results for 13 stations (out of the 20 performed in each of these cruises) are presented here. Main results reveal summer water column stratification associated with an oxygen maximum concentration. It is also during this season that the highest abundance of phytoplankton organisms is found being the coccolithophores the most abundant group of phytoplankton. The DCM (*Deep Chlorophyll Maximum*) was found at about 50 m depth both in summer and in autumn.

1. Introdução

Os montes submarinos são estruturas vulcânicas que têm a sua origem em intrusões magmáticas através da crosta oceânica e estão associados a pontos quentes (“hotspots”) onde se dá a formação de nova crosta oceânica (Pitcher *et al.*, 2007). Estas estruturas estão distribuídas por todas as bacias oceânicas de forma não uniforme (Pitcher *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2013).

Estima-se que existam mais de 1 milhão de montes submarinos com mais de 100 m de altura e entre 10 a 100 mil montes com mais de 1 000 m de altura (Pitcher *et al.*, 2007; Santos, 2011). Contudo, apesar da grande densidade de montes submarinos que podemos encontrar nos fundos oceânicos, ainda sabemos muito pouco à cerca destes locais (Santos *et al.*, 2013).

A última década presenciou um aumento significativo de trabalhos científicos multidisciplinares em regiões de montes submarinos com o objetivo de entender a rica biodiversidade marinha aí presente, uma vez que, são também zonas, com elevado interesse económico devido à presença de *stocks* pesqueiros com valor comercial (Pitcher *et al.*, 2007; Santos, 2011; Santos *et al.*, 2013). A elevada biodiversidade e riqueza específica destes ecossistemas estão associadas, na maioria das vezes, aos diferentes regimes de correntes que podemos encontrar nestes habitats (Martin & Christiansen, 2009).

Os montes submarinos modificam as características físicas e biológicas da água circundante e, conseqüentemente afetam a dinâmica do plâncton local (Santos *et al.*, 2013). Desta forma, o estudo das comunidades planctónicas é fundamental para a compreensão dos fenómenos que ocorrem nestes ecossistemas pois estas são a base da rede trófica marinha e toda e qualquer alteração nestas comunidades pode afetar toda a rede trófica destes ecossistemas.

Os trabalhos de Arístegui *et al.*, (2009) e Mendonça *et al.*, (2010) no monte submarino Sedlo e de Santos *et al.*, (2013) no monte submarino Condor foram os primeiros a estudar em profundidade as comunidades fitoplanctónicas associadas a montes submarinos na região dos Açores fornecendo importante informação não só sobre as comunidades fitoplanctónicas associadas a esses montes mas também, sobre a sua

variação de espaço e tempo e ainda, processos de forçamento físico/condições ambientais associados a estas distribuições.

Contudo, existe ainda um grande desconhecimento sobre a comunidade fitoplânctónica associada aos montes submarinos existentes na região dos Açores, pelo que é fundamental estender o trabalho já realizado não só a outros montes submarinos da região mas também, aprofundar o conhecimento sobre os montes submarinos já estudados.

Nesse sentido, o presente trabalho utiliza dados biológicos e físicos obtidos em cruzeiros oceanográficos realizados no âmbito do projeto científico Condor (PT0040 cofinanciado pelo programa *EEA Grants Financial Mechanism - Iceland, Liechtenstein and Norway*) tendo como objetivos principais: a) a determinação da variação espacial e temporal da estrutura da comunidade de fitoplâncton na região do monte submarino Condor; b) a verificação da existência de padrões sazonais/anuais na comunidade fitoplanctónica desta região e c) a sua relação com possíveis fatores oceanográficos subjacentes à sua distribuição.

Esta dissertação está dividida em 6 capítulos, sendo o primeiro relativo à presente introdução. O seguinte capítulo (capítulo 2) apresenta um enquadramento sucinto sobre a região de estudo e sobre o estado da arte de comunidades planctónicas em montes submarinos. O capítulo 3 apresenta uma descrição dos dados recolhidos e seu processamento. No capítulo 4 são apresentados os principais resultados deste trabalho e no capítulo 5 estes serão discutidos face a outros trabalhos já publicados sobre o mesmo assunto, quer na região dos Açores quer em outras localizações do Atlântico Norte. Por fim, o capítulo 6 apresenta as principais conclusões deste assunto.