

**TERESA PAULA NICOLAU
BOTELHO PEREIRA DA SILVA**

**Influência do Hidrodinamismo
em Padrões e Processos da Estrutura
de Comunidades Macrobentónicas
de Substrato Rochoso Intertidal
na Costa Alentejana**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE DE ÉVORA
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM GESTÃO DE RECURSOS BIOLÓGICOS**

ORIENTADORA: DOUTORA TERESA CRUZ

**ÉVORA
2002**

ESTA DISSERTAÇÃO NÃO INCLUI AS CRÍTICAS E SUGESTÕES FEITAS PELO JURÍ

Aos meus pais, ao meu Pedro e ao
Ciemar... que me ajudaram a crescer...

Agradecimentos

A elaboração desta tese só foi possível com o apoio dos meus colegas de trabalho e amigos (João, Teresa, Gustavo, Rabaça, Sónia, Rui e Eugénio), que me facilitaram a dedicação necessária a este trabalho, sem a qual não teria conseguido. Muito Obrigado!

Obrigado à Teresa e ao João pela amizade e pela força, desde o início.

Muito obrigado à minha orientadora, Doutora Teresa Cruz, pela amizade, pelo apoio, pelas conversas (todas), “pelas lições”, pelo conhecimento científico.

Obrigado a todos quantos me ajudaram durante um ano de marés com berbequins, parafusos, redes, quadrados, lapas, salpicos e banhos. As ajudas foram essenciais, mas as aventuras e a amizade também: Luís, Sónia, Marta, Bruno, Alexandre, Francisco (Chico), Vasco, Maria João, Tó Zé, Eugénio e Pedro.

Obrigado aos meus colegas “hidrodinâmicos” pela ajuda em mais umas madrugadas de marés e gessos e mais uns banhos: Sónia, Rui, Joana, Andreia, Eugénio e Pedro.

Ao Teles e à Andreia pelo grande apoio informático final e claro, pela amizade.

Aos meus pais por terem sempre perguntado: como é que isso vai...?! Mesmo durante tanto tempo! E por tudo o resto!

Ao meu Pedro por tudo... e pela capa!

E a todos os que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, mesmo só com amizade, conversas e apoio!

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
1 – Introdução Geral	1
2 – Caracterização Geral da Área de Estudo	4
3 – Padrões Espaciais da Estrutura de Comunidades Macrobentônicas de Substrato Rochoso Intertidal em Diferentes Situações de Hidrodinamismo	7
3.1. – Introdução	7
3.2. – Metodologia	10
3.2.1 - Amostragem	10
3.2.2 - Tratamento Estatístico	14
3.2.2.1 – Análises Multivariadas	14
3.2.2.2 – Análises de Variância	15
3.3. – Resultados	17
3.3.1 – Número de taxa de algas e de animais	17
3.3.2 – Análises Multivariadas	21
3.3.2.1 – Nível Superior	21
3.3.2.2 – Nível Inferior	31
3.3.3 – Análises de Variância	41
3.3.3.1 – Nível Superior	41
3.3.3.2 – Nível Inferior	46
3.4. – Discussão	49
3.4.1 – Número de taxa de algas e de animais	49
3.4.2 – Nível Superior	51
3.4.3 – Nível Inferior	54
4 – Processo de Macroherbivoria na Estruturação de Comunidades Macrobentônicas de Substrato Rochoso Intertidal em Diferentes Situações de Hidrodinamismo	59
4.1. – Introdução	59
4.2. – Metodologia	63
4.2.1 – Metodologia Experimental	63
4.2.2 - Tratamento Estatístico	65
4.2.2.1 – Análises de Variância	65
4.3. – Resultados	66

4.4. – Discussão	76
5 – Determinação do Grau de Hidrodinamismo	81
5.1. – Introdução	81
5.2 - Metodologia	82
5.2.1 – Amostragem	82
5.2.2 - Tratamento Estatístico	85
5.3. – Resultados	86
5.4. – Discussão	88
6 – Bibliografia	92

ANEXO I

ANEXO II

Influência do Hidrodinamismo em Padrões e Processos da Estrutura de Comunidades Macrobentônicas de Substrato Rochoso Intertidal na Costa Alentejana

Resumo

A estrutura das comunidades macrobentônicas de substrato rochoso intertidal da costa alentejana variou consoante o grau de hidrodinamismo (maior - em praias situadas em cabos; menor – em praias situadas fora de cabos). Foi também detectada variação significativa a pequena escala, como entre locais de uma praia e/ou entre praias. De uma forma geral, não foi detectada variação entre graus de hidrodinamismo a menor escala (exposição).

O processo de herbivoria, estudado através de experimentação manipulativa, foi considerado estruturante destas comunidades, tendo a abundância de algas sido maior em áreas em que os herbívoros foram excluídos. A influência do hidrodinamismo neste processo não foi observada, contrariamente ao observado no estudo dos padrões.

A quantificação do hidrodinamismo foi estudada através do desgaste de blocos de gesso, não tendo sido observada variação significativa entre situações de maior (cabos) e menor (fora de cabos) hidrodinamismo.

Influence of Wave Action in Patterns and Processes of Macrobenthonic Communities in Intertidal Rocky Shores of Alentejo Coast

Abstract

Macrobenthonic community structure of rocky intertidal shores of alentejo coast showed variation between different degrees of wave action (more - shores on headlands; less – shores not on headlands). Small spatial scale variation was also detected (between sites within a shore and/or between shores). In a general way, there were no differences between wave action in a small spatial scale (exposition).

The herbivory process was studied with manipulative experimentation and was considered significant has a structuring process for those communities. Algae were more abundant where herbivores were excluded. Influence of wave action related to this process was not observed, contrary to the differences observed in the patterns study.

The wave action measurement was made by mass loss of calcium sulphate blocs and showed no significant differences between the shores located on headlands (more wave action) and the shores not located on headlands (less wave action).

1 – Introdução Geral

A distribuição e abundância de organismos na zona intertidal, ou entre marés, de substrato duro (daqui em diante zona intertidal rochosa) varia espacialmente (ex.: em relação ao fenómeno da maré, ao grau de hidrodinamismo, à latitude, às características do substrato) e temporalmente (ex.: em relação às estações do ano, à ocorrência de temporais, aos ciclos de vida das espécies), a diferentes escalas (ver revisões de Ricketts *et al.*, 1985; Hawkins *et al.*, 1992; Raffaelli e Hawkins, 1996; Menge e Branch, 2001)

Segundo vários autores (ex.: Lewis, 1964; Newell, 1979; Underwood, 1981; Raffaelli e Hawkins, 1996; Menge e Branch, 2001) as comunidades bentónicas intertidais sofrem a influência de dois gradientes ambientais dominantes, um vertical relacionado com o fenómeno das marés, outro horizontal relativo ao grau de hidrodinamismo ou exposição à ondulação a que estas comunidades estão sujeitas.

O gradiente vertical é bastante notório, particularmente nas zonas de substrato duro, e manifesta-se por padrões de distribuição dos organismos consoante a sua tolerância ao gradiente de factores físicos (dessecação, temperatura, salinidade, luz, etc.) e biológicos (predação, competição, herbivoria, disponibilidade de alimento, recrutamento, mortalidade, etc.), cuja interacção é directamente influenciada pelo o nível de maré (Lewis, 1964, Stephenson e Stephenson, 1972; Newell, 1979; Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1984).

O grau de hidrodinamismo a que os organismos estão sujeitos influencia directa e indirectamente os seus padrões de distribuição (Lewis, 1964; Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1984; Ricketts *et al.*, 1985; Bell e Denny, 1994; Raffaelli e Hawkins 1996; Menge e Branch, 2001). O efeito directo mais notório do hidrodinamismo é sobre a extensão do gradiente vertical de distribuição, já que em zonas com elevado hidrodinamismo as ondas chegam mais acima na costa e os organismos podem sobreviver também mais acima, do que em zonas abrigadas (Lewis, 1964; Underwood, 1981; Ricketts *et al.*, 1985; Raffaelli e Hawkins 1996; Menge e Branch, 2001). Este efeito também se faz sentir através do desalojamento dos organismos, ou impedindo a sua movimentação e alimentação, devido à força das ondas (Bell e Denny, 1994; Raffaelli e Hawkins, 1996).

O efeito do hidrodinamismo também se pode fazer sentir indirectamente através da alteração das interacções biológicas, como a herbivoria e a competição, entre os organismos (Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1984; Ricketts *et al.*, 1985; Menge e Branch, 2001). Alguns trabalhos experimentais de exclusão de herbívoros em situações sujeitas a diferentes graus de hidrodinamismo, revelaram que este factor pode influenciar este processo (Underwood e Jernakoff, 1984, Hawkins *et al.*, 1992). Underwood e Jernakoff (1984) observaram uma maior colonização e crescimento de algas, em áreas sujeitas a exclusão de herbívoros, em situações de maior hidrodinamismo, que relacionaram com o aumento da área molhada associada ao aumento do hidrodinamismo. Os mesmos autores referiram também o seu efeito sobre os herbívoros como lapas e búzios, diminuindo a sua eficiência alimentar devido à força das ondas. Estudos experimentais efectuados na Ilha de Man permitiram estudar a influência do hidrodinamismo, tendo sido observada a dominância de algas do género *Fucus* em regiões com menos hidrodinamismo e a dominância de lapas, cracas e mexilhão, em zonas sujeitas a maior hidrodinamismo (Hawkins *et al.*, 1992). Estes autores referiram que as algas eram impedidas de colonizar e crescer em quantidade, devido à herbivoria pelas lapas do género *Patella* nas regiões com maior hidrodinamismo.

A importância do hidrodinamismo como factor estruturante das comunidades intertidais fez com que alguns investigadores tentassem compreender melhor o modo como este factor influencia essas comunidades (Jones e Demetropoulos, 1968; Muus, 1968; Doty, 1971; Denny, 1985; Bell e Denny, 1994; Gaylord, 1999).

As primeiras observações do efeito do hidrodinamismo foram qualitativas e basearam-se em factores biológicos, ou seja, no modo como os organismos se distribuem em relação ao hidrodinamismo (Ballantine, 1961 *in* Newell, 1979; Lewis, 1964). Ballantine (1961 *in* Newell, 1979) e Lewis (1964) propuseram escalas de hidrodinamismo baseadas na fauna e flora de costas rochosas sujeitas a diferentes graus de hidrodinamismo. O primeiro autor considerou oito graus de hidrodinamismo, desde “extremamente exposto” a “extremamente abrigado” e Lewis sugeriu cinco graus baseados em observações que incluem extremos de exposição e abrigo. Cada um destes graus foi definido com base na abundância de determinados organismos como cracas, lapas, litorinídeos, troquídeos e algas (Lewis, 1964; Newell, 1979). Outros trabalhos, classificaram o hidrodinamismo, com base em observações da intensidade e direcção dos ventos e altura da ondulação (Jones e Demetropoulos, 1968; Gaylord, 1999).

No entanto, a necessidade de compreender o modo como o hidrodinamismo pode afectar alguns processos biológicos (ex.: assentamento larvar, crescimento, mortalidade), em

diferentes escalas espaciais, fez surgir outros trabalhos (Bell e Denny, 1994). Assim, foram feitos estudos em que a quantificação do hidrodinamismo foi feita recorrendo a dispositivos mecânicos para medir a força máxima das ondas em determinado período de tempo (Jones e Demetropoulos, 1968; Bell e Denny, 1994), recorrendo a substâncias que se dissolvem com o movimento da água (Muus, 1968; Doty, 1971; Craik, 1980) e utilizando medidores contínuos de velocidade da água, de alta frequência, instalados na zona intertidal (Denny, 1985; Gaylord, 1999). Segundo estes autores, estes medidores contínuos, são o método que permite obter um conhecimento mais profundo das interações entre organismos e hidrodinamismo.

Neste trabalho será estudada a variabilidade espacial da estrutura das comunidades macrobentónicas de substrato rochoso da costa alentejana em relação a diferentes graus de hidrodinamismo (Capítulo 3).

Será também estudada a interação entre o processo de herbivoria e o grau de hidrodinamismo na distribuição e abundância destes organismos, através de experimentação manipulativa (Capítulo 4).

No presente trabalho, é também objectivo quantificar o hidrodinamismo em diferentes locais da costa alentejana (Capítulo 5).

2 – Caracterização Geral da Área de Estudo

Este trabalho decorreu na costa alentejana, entre o Cabo de Sines e o Cabo Sardão, numa faixa que se estende ao longo de cerca de 50 Km e que apresenta uma orientação predominantemente para Oeste ao longo do paralelo 8°48'O (figura 1).

Em termos meteorológicos, esta região, caracteriza-se por apresentar uma variação anual dos valores médios da temperatura do ar entre 11 e 21 °C, com valores mais baixos entre Dezembro e Março (11-13°C) e valores mais elevados entre Junho e Setembro (18-21°C) (dados do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica-INMG, obtidos entre 1990 e 1994, na estação meteorológica de Sines *in Cruz, 2000*). Ainda com base em dados cedidos pelo INMG, referentes ao mesmo período, no Cabo de Sines, esta autora refere valores médios de temperatura da água do mar entre 14 e 18°C, com valores mais baixos entre Janeiro e Abril (14-15°C) e valores mais elevados em Agosto e Setembro (17-18°C).

Relativamente ao rumo dos ventos foi observada a ocorrência de dois períodos distintos: um em que o vento soprou maioritariamente do quadrante Norte (Primavera, Verão e início do Outono); e outro com maior instabilidade em que o rumo dos ventos é bastante variável (fim do Outono e Inverno) (dados do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, obtidos entre Setembro de 1990 e Dezembro de 1994, na estação meteorológica de Sines *in Cruz, 2000*). Segundo a mesma fonte a maior velocidade dos ventos registou-se em Março e Abril e a menor em Agosto e Setembro.

Costa (1994), num estudo sobre agitação marítima na costa portuguesa, verificou que em Sines, no período entre Setembro de 1986 e Julho de 1993, a altura média das ondas variou mensalmente entre 1.1 e 2.6 metros, com os valores máximos registados no Inverno. A percentagem de ocorrência de ondas superiores a 3 metros foi mais elevada no Outono e Inverno e, na sua maioria, estas foram dos quadrantes NW e WNW.

Esta faixa da costa alentejana é constituída predominantemente por substrato rochoso, fazendo o Cabo de Sines parte do Maciço Eruptivo de Sines, cuja parte emersa é constituída por rochas granulares que consistem em gabro-dioritos envolvendo sienitos posteriores (Inverno *et al.*, 1993 e Ribeiro *et al.*, 1993 *in Cruz, 2000*). A maior parte do litoral rochoso a sul deste cabo faz parte da Formação da Brejeira do Grupo de Flysch do Baixo Alentejo que é constituída por turbiditos: grauvaques, quartzitos impuros e pelitos (Andrade *et al.*, 1984 *in Cruz, 2000*).

Relativamente às comunidades macrobentónicas da zona intertidal da costa alentejana, existem alguns trabalhos que permitem fazer uma caracterização geral, embora relativa apenas a locais sujeitos a hidrodinamismo moderado. Assim, com base nos trabalhos não publicados de Vaz (1998), Calado (1994), Cruz *et al.* (1999) e Saúde (2000), podemos considerar que as espécies macrobentónicas dominantes em dois níveis intertidais (médio e inferior) da costa alentejana são, as seguintes:

- ★ nível médio – dominado por cracas da espécie *C. montagui*, por lapas das espécies *Patella depressa* e *Siphonaria pectinata* e pelo litorínídeo *Melaraphe neritoides*;
- ★ nível inferior – dominado por algas folhosas, sendo mais abundantes as espécies: *Corallina officinalis*, *Cystoseira tamariscifolia*, *Laurencia pinnatifida*, *Halopteris scoparia*, *Asparagopsis armata*, *Dictyota dichotoma*, *Gigartina acicularis* e *Plocamium cartilagineum*.

Nos locais sujeitos a mais hidrodinamismo, existem poucos trabalhos e a maioria são referentes à biologia e ecologia de determinadas espécies ou grupos de espécies, como o percebe (*Pollicipes pollicipes*) cuja distribuição é praticamente, restrita a locais com hidrodinamismo elevado (Cruz, 2000), as cracas das espécies *Chthamalus montagui*, bastante abundante em toda esta costa no nível intertidal médio e *C. stellatus* mais abundante em locais com mais hidrodinamismo e nos níveis médio e inferior (Sousa *et al.*, 2000) e as lapas (*Patella* spp. e *Siphonaria pectinata*) também bastante abundantes nesta costa, havendo espécies que abundam mais em locais com mais hidrodinamismo (ex.: *Patella rustica*) e outras em locais com menos hidrodinamismo (ex.: *Siphonaria pectinata*) (Sousa, 2002).



Figura 1 – Localização das praias onde decorreram os vários estudos que compõem esta tese.

3 – Padrões Espaciais da Estrutura de Comunidades Macrobentônicas de Substrato Rochoso Intertidal em Diferentes Situações de Hidrodinamismo

3.1 - Introdução

Os padrões de distribuição dos organismos que constituem as comunidades intertidais das costas rochosas, são condicionados pela acção conjunta de uma série de factores físicos e biológicos (ex.: Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1984; Raffaelli e Hawkins, 1996; Menge e Branch, 2001).

Entre os factores físicos que condicionam estes padrões de distribuição, o hidrodinamismo tem sido considerado, por vários autores, como um dos mais importantes (ex.: Lewis, 1964, 1968; Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1984; Ricketts *et al.*, 1985; Hawkins *et al.*, 1992; Bell e Denny, 1994; Little e Kitching, 1996; Raffaelli e Hawkins, 1996; Menge e Branch, 2001).

O hidrodinamismo pode actuar sobre os organismos de forma directa (ex.: elevando a altura de distribuição das espécies intertidais e desalojando ou impedindo a sua movimentação e alimentação com a força das ondas), ou de forma indirecta (ex.: alterando interacções biológicas entre organismos, como a herbivoria e a competição) (Underwood, 1981; Ricketts *et al.*, 1985; Raffaelli e Hawkins 1996; Menge e Branch, 2001). De uma forma geral, em locais sujeitos a forte hidrodinamismo os organismos têm que possuir maior capacidade para resistir ao impacto das ondas e isso faz com que alguns não consigam sobreviver, levando muitas vezes, à existência de um menor número de espécies nestes locais (Ricketts *et al.*, 1985).

Lewis (1964) efectuou um importante trabalho sobre padrões de distribuição de espécies intertidais rochosas, nas ilhas britânicas, ao longo de gradientes de hidrodinamismo, desde locais com elevado hidrodinamismo como cabos, a locais muito abrigados, como baías. Neste trabalho, o autor fez uma descrição qualitativa destes padrões nas diferentes situações de hidrodinamismo, criando, a partir dessas observações uma “escala biológica de hidrodinamismo”. Esta escala assentou na observação da existência espécies cujo gradiente de distribuição horizontal estava intimamente ligado ao gradiente de hidrodinamismo (Lewis, 1964). De uma forma sumária, segundo este autor, situações de hidrodinamismo decrescente levam a:

- ★ uma menor extensão vertical da zona intertidal;
- ★ à substituição progressiva de *Littorina neritoides* por *Littorina saxatilis*;
- ★ à substituição progressiva de algas vermelhas por algas castanhas;

- ★ ao decréscimo de algas calcárias;
- ★ à substituição das comunidades dominadas por mexilhão, por comunidades dominadas por cracas e lapas e ao aparecimento de troquídeos (*Gibulla* spp. e *Monodonta* spp.).

Noutros trabalhos de descrição qualitativa, que consideraram o hidrodinamismo como um importante factor na estruturação das comunidades intertidais, foram observados padrões muito semelhantes, em diferentes regiões geográficas (ex.: Stephenson e Stephenson, 1972; Newell, 1979). Embora muito importantes pela informação que fornecem, os padrões observados neste tipo de estudos descritivos não foram quantificados, resultando de observações qualitativas, não testadas experimentalmente e não fornecendo qualquer informação acerca dos processos dinâmicos que os originam (Underwood, 1981).

Hawkins *et al.* (1992) fizeram uma descrição das interações entre animais e plantas no nível vertical médio das costas Britânicas, ao longo de um gradiente de hidrodinamismo, explicando as causas de uma alternância entre a dominância de algas fucóides em costas abrigadas e a dominância de cracas, lapas e mexilhão nas costas sujeitas a hidrodinamismo mais elevado. Baseando-se em trabalhos anteriores, estes autores referem que as algas fucóides, menos abundantes em locais com mais hidrodinamismo, são impedidas de se fixar e crescer devido à acção de herbivoria das lapas, mais abundantes nesses mesmos locais. Por outro lado, estes autores também referem que a presença de algumas espécies de algas folhosas, como as fucóides, exercem uma acção de varrimento sobre a superfície rochosa que é desfavorável à fixação das cracas, reduzindo a sua densidade em locais com menos hidrodinamismo.

As razões que limitam a densidade de lapas em locais com menos hidrodinamismo, é ainda pouco clara, sendo sugerido que se pode dever à presença de algas fucóides, que actuam como barreira ao recrutamento das lapas por limitação de espaço ou tornando o substrato impróprio devido à agregação de silte, ou por insuficiência de larvas para a fixação (Hawkins *et al.* 1992). O facto de nas zonas abrigadas, existirem poucas poças cobertas por algas calcárias poderá ser também limitante para a densidade de lapas já que se pensa que as poças com estas características, são muito importantes para o recrutamento das lapas (Hawkins *et al.* 1992; Raffaelli e Hawkins, 1996).

Em Portugal, podemos destacar o trabalho efectuado por Saldanha (1974) na costa da Arrábida, no qual foi estudado o efeito do hidrodinamismo na estrutura de comunidades

intertidais e subtidais de substrato rochoso. Este autor considerou o hidrodinamismo (ondulação, vagas e correntes de maré, em conjunto), como tendo um papel fundamental na distribuição dos povoamentos bentónicos na costa estudada. Saldanha (1974) fez uma descrição da zona intertidal, destacando as espécies características de cada nível intertidal, consoante o hidrodinamismo a que estavam sujeitas. No entanto, este autor discordou das classificações de hidrodinamismo utilizadas por outros autores em “muito batidas”, “batidas”, “calmas”, etc., pela sua subjectividade, pelas características de diminuição gradual do hidrodinamismo naquela costa, pela variação sazonal do hidrodinamismo e pela existência, lado a lado, de espécies preferenciais de locais abrigados e locais agitados. Em termos gerais, as espécies encontradas em situações de maior hidrodinamismo foram: *Melaraphe neritoides*, *Chthamalus stellatus*, lapas do género *Patella*, *Mytilus galloprovincialis*, *Lithophyllum tortuosum*, *Balanus perforatus*, *Corallina mediterranea*, *Gelidium sesquipedale* e *Asparagopsis armata* e nas situações de menor hidrodinamismo foram: *Verrucaria maura*, *Lichina pygmaea*, *Fucus spiralis*, *Gigartina acicularis*, *Saccorhiza polyschides* (Saldanha, 1974).

Na costa Alentejana existe muito pouca informação acerca dos efeitos do hidrodinamismo nas comunidades intertidais de substrato rochoso, existindo um trabalho não publicado de Vaz (1998) que estudou os padrões espaciais de distribuição das comunidades macrobentónicas de substrato duro de algumas praias das costas Alentejana e Algarvia, relativamente ao grau de hidrodinamismo. Esta autora considerou praias protegidas por cabos relativamente à ondulação dominante de NW (a sul destes) e outras praias sem esta protecção (a norte destes), não tendo no entanto, registado diferenças nos padrões de distribuição dessas comunidades relativamente ao factor hidrodinamismo. A autora sugere que a protecção conferida pelos cabos a umas praias, relativamente a outras não protegidas por estes, pode não ter sido suficientemente importante, devendo ser efectuados estudos que contemplem zonas de cabos proeminentes desta costa para estudar a variação da estrutura das comunidades bentónicas intertidais em relação ao hidrodinamismo.

Vaz (1998) observou diferenças significativas nos padrões de distribuição de comunidades intertidais ao nível espacial, entre todas as praias estudadas e também a escalas mais pequenas, ao nível do local dentro de algumas praias e relacionou estas diferenças com possíveis interacções de factores físicos e biológicos a investigar em estudos futuros.

Outros trabalhos realizados nesta costa, sobre padrões de distribuição e abundância de comunidades macrobentônicas intertidais, em locais de hidrodinamismo moderado observaram o mesmo tipo de variação espacial a pequena escala (ex.: Cruz *et al.*, 1999; Sousa *et al.*, 1999; Saúde, 2000).

A variação espacial a pequena escala, nos padrões de distribuição de comunidades intertidais de substrato rochoso, tem sido observada por diversos autores em diferentes regiões e situações de hidrodinamismo, e têm sido sugeridos como explicação para este tipo de variação espacial, variações a pequena escala dos padrões de recrutamento, crescimento e mortalidade dos organismos intertidais ou variações a pequena escala de factores físicos, como os relacionados com heterogeneidade do substrato ou com o hidrodinamismo (ex.: Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1981; Chapman e Underwood, 1998; Cruz *et al.*, 1999; Menconi *et al.*, 1999; Vaz, 1999).

Este trabalho pretende testar hipóteses de variação da estrutura das comunidades macrobentônicas da zona intertidal rochosa da costa alentejana em dois níveis verticais, do número total de algas e de animais dessas comunidades e da abundância de algumas espécies, *taxa*, ou grupos de *taxa* mais abundantes dessas comunidades, relativamente a:

- ★ diferentes escalas espaciais do hidrodinamismo;
- ★ diferentes praias e locais.

É também objectivo deste trabalho discriminar quais as espécies ou *taxa* responsáveis pelas diferenças espaciais encontradas na estrutura destas comunidades.

3.2 - Metodologia

3.2.1 - Amostragem

O estudo da influência do hidrodinamismo na estrutura de comunidades macrobentônicas do intertidal rochoso, considerou duas escalas espaciais de hidrodinamismo, uma maior e outra menor.

A escala maior está relacionada com a localização das praias em cabos proeminentes da costa alentejana, como o Cabo de Sines e o Cabo Sardão (maior hidrodinamismo) ou fora destes cabos (menor hidrodinamismo) (factor grau de hidrodinamismo).

A escala menor de hidrodinamismo está relacionada com a irregularidade elevada do substrato rochoso nas praias alentejanas, constituídas, de forma geral, por pequenos cabos e proeminências rochosas intercaladas por pequenas baías. Assim, numa praia com estas características podem ser definidos locais com maior hidrodinamismo, localizados na extremidade dessas proeminências rochosas, onde as ondas embatem primariamente, e locais mais abrigados em que a força do embate das ondas é menor, por ter sido diminuído pelo embate anterior. Para distinguir da escala considerada anteriormente, classificámos estes locais como mais expostos e menos expostos à ondulação (factor tipo de exposição).

Segundo Carter (1998) a presença de cabos proeminentes em costas escarpadas exerce uma importante influência nas ondas e marés. O efeito da refacção das ondas, causado pela irregularidade da linha de costa, concentra e liberta intensamente a energia das ondas nos cabos, enquanto que ao longo da costa adjacente a estes essa energia é libertada de forma mais gradual (Thurman, 1993; Raffaelli e Hawkins, 1996). Por outro lado, outros trabalhos realizados nesta costa que abordam a questão do hidrodinamismo, consideram estas praias como tendo hidrodinamismo mais elevado relativamente à restante região costeira, embora não se conheça qualquer tipo de quantificação deste factor na costa alentejana (ex.: Cruz, 2000; Sousa, 2001; Sousa, 2002).

A importância da replicação a diferentes escalas espaciais (metros, dezenas de metros e dezenas de quilómetros) tem vindo a ser referida por alguns autores (ex.: Underwood, 1997; Underwood e Chapman, 1998). Assim, para que a comparação em relação ao factor hidrodinamismo não fosse confundida com variações espaciais a menor escala, foram seleccionadas duas praias, na situação de maior hidrodinamismo, Cabo de Sines e Cabo Sardão, e outras duas na situação de menor hidrodinamismo, Burrinho e Nascedios que distam umas das outras dezenas de quilómetros (ver secção 2, figura 1). Em cada praia foram consideradas duas situações de exposição à ondulação, uma maior e outra menor (distanto dezenas de metros), e em cada uma destas, dois locais seleccionados aleatoriamente (distanto centenas de metros).

Nestes locais foram estudados dois níveis intertidais, tendo em conta a distribuição dos organismos mais conspícuos:

- ★ Nível Superior – considerado como a zona média de distribuição das cracas do género *Chthamalus* spp. e acima do nível inferior.
- ★ Nível Inferior – considerado como a zona de distribuição das algas folhosas vermelhas acima do nível inferior da baixa-mar.

Em cada nível intertidal de cada local e de cada praia foram amostradas cinco réplicas (distando poucos metros umas das outras).

A altura dos níveis considerados em relação ao zero hidrográfico foi medida uma vez, em dois locais menos expostos de cada praia, com recurso a um sistema hidráulico, conforme o descrito em Hawkins e Jones (1992), constituído por duas varas graduadas ligadas por uma mangueira com água.

Desta medição resultou a altura média (\pm erro padrão) dos limites superior e inferior dos níveis considerados, em relação ao zero hidrográfico, em cada uma das praias consideradas, que se apresenta na tabela 1:

Tabela 1 – Altura média (\pm erro padrão) dos limites inferior e superior dos níveis intertidais considerados neste trabalho. n=2

	Altura do Nível Inferior (méd.±e.p.)	Altura do Nível superior (méd.±e.p.)
Cabo de Sines	0.55 – 1.59±0.42	1.83±0.62 – 4.40±0.44
Cabo Sardão	0.45 – 1.96±0.25	2.45±0.25 – 5.34±0.6
Burrinho	0.51 – 1.29±0.57	1.77±0.14 – 3.08±0.24
Nascedios	0.45 – 1.65±0.14	1.51±0.16 – 3.52±0.21

Os limites superiores dos dois níveis intertidais das praias situadas em cabos foi, na generalidade dos casos, superior aos das praias não situadas em cabos. Esta situação foi observada por outros autores, tanto nesta costa (Sousa, 2001; Sousa, 2002) como em costas rochosas de outras regiões do mundo (ex.: Lewis, 1964; Underwood, 1981; Ricketts *et al.*, 1985; Hawkins *et al.*, 1992).

Nos cabos, especialmente no Cabo Sardão, a superfície rochosa é essencialmente composta por paredes verticais, o mesmo acontecendo nos Nascedios. Sendo esta característica dominante nas praias seleccionadas para este trabalho, optou-se por considerar sempre superfícies com inclinação superior a 45° de modo a manter os gradientes físicos (Hawkins e Jones, 1992). Foram evitadas superfícies muito irregulares, fendas e poças, que representam habitats com características físicas e biológicas muito particulares (Newell, 1979; Raffaelli e Hawkins, 1996), e sempre que possível, foram amostradas superfícies viradas directamente à ondulação dominante (NW).

Para estimar a percentagem de cobertura de macroepibentos e de rocha livre de organismos utilizou-se como unidade de amostragem um quadrado com 50 cm de lado, com 49 pontos de intersecção regularmente distribuídos. Vários autores sugerem este

tamanho de quadrado e um número de intersecções superior a 30 como o indicado para estudos de ecologia intertidal (Jones *et al.*, 1980; Hawkins e Jones, 1992; Raffaelli e Hawkins, 1996). Este método foi anteriormente utilizado em diversos estudos deste tipo (Vaz, 1998; Cruz *et al.*, 1999; Saúde, 2000; Sousa, 2002).

Foi registada a observação feita em cada ponto de intersecção e também das espécies que embora presentes não foram observadas em nenhum dos pontos de intersecção, às quais foi atribuído um valor fixo de 1%. As espécies encontradas foram identificadas, sempre que possível, *in situ* e quando isso não foi possível foram colhidos exemplares e levados para posterior identificação em laboratório. Os exemplares recolhidos pertenceram maioritariamente ao grupo das algas e foram conservados em formol a 4% (Knudsen, 1966) ou em herbário.

A identificação de todos exemplares recolhidos foi efectuada com o auxílio de lupa binocular e microscópio, com base nos seguintes guias de identificação: Fisher-Piette (1935); Gayral (1958, 1966); Ebling *et al.* (1962); Ardré (1970, 1971); Dixon e Irvine (1977); Humm e Wicks (1980); Ibañez (1982); Fletcher (1987); Hiscock (1986, 1992); Burrows (1991); Cabioc'h *et al.* (1992); García *et al.* (1992); Maggs e Hommersand (1993); Irvine e Chamberlain (1994); Saldanha (1995).

Foram também contabilizados os herbívoros identificáveis macroscopicamente, de agora em diante chamados de macroherbívoros e que englobam lapas, troquídeos, litorínídeos e quítones, existentes na mesma unidade de amostragem, mas apenas no nível superior, já que as condições e agitação marítima das praias situadas em cabos não permitiram tempo de trabalho suficiente para este tipo de amostragem no nível inferior, que implica uma procura dos animais no meio das algas que dominam este nível intertidal. A contagem destes macroherbívoros foi efectuada em cada uma das cinco réplicas.

Este estudo foi realizado entre Julho e Novembro de 1999, sendo cada praia amostrada apenas uma vez. As condições de maior agitação marítima nas praias com maior hidrodinamismo e no nível intertidal inferior não permitiram que a amostragem fosse completada dentro do delineamento proposto. Devido à sazonalidade, observada por alguns autores, nomeadamente das algas desta costa (p. ex.: Ardré, 1970, 1971; Calado, 1994; Cruz *et al.*, 1999; Saúde, 2000) optou-se por não alongar demasiado a época de amostragem pois correr-se-ia o risco de confundir a variabilidade espacial com eventuais variações temporais. Assim, não foram efectuadas as amostragens, no nível inferior, nos seguintes pontos:

- ★ Cabo de Sines, mais exposto, local norte;

- ★ Cabo Sardão, mais exposto, local sul;
- ★ Cabo Sardão, menos exposto, local Sul.

Nas análises multivariadas do efeito dos factores hidrodinamismo, exposição, praia e local, do nível superior são consideradas duas matrizes de dados: uma correspondente à percentagem de cobertura de macroepibentos, em 50x50cm, com excepção dos macroherbívoros e outra matriz que corresponde ao número de macroherbívoros contados em 50x50cm.

Nas análises univariadas foram considerados como variáveis as percentagens de cobertura de *taxa* mais abundantes e dos *taxa* de algas, agrupados da seguinte forma: algas encrustantes calcárias, algas encrustantes moles e algas folhosas. Também foi considerado o número total de macroherbívoros e *taxa* mais abundantes.

3.2.2 - Tratamento Estatístico

3.2.2.1 – Análises Multivariadas

Para estudar a variabilidade espacial da estrutura das comunidades estudadas, os dados foram analisados recorrendo a técnicas de análise multivariada (MDS, ANOSIM e SIMPER), utilizando o conjunto de programas PRIMER v5 (Clarke e Gorley, 2001).

Estas análises foram efectuadas com base na matriz de dados de percentagem de cobertura de organismos macroepibentónicos, por 50x50cm, para cada nível intertidal. No nível superior, também foram efectuadas análises com base na matriz do número de macroherbívoros, por 50x50cm.

No nível vertical superior as variações espaciais a pequena escala (ao nível do local), tanto de percentagem de cobertura de macroepibentos como do número de macroherbívoros, foram testadas através do teste ANOSIM a um factor (local), sendo utilizadas as cinco réplicas de cada local amostrado. As variações, em escalas espaciais maiores (praia, tipo de exposição e grau de hidrodinamismo), foram estudadas utilizando as médias das cinco réplicas por local, com as técnicas de ordenação de MDS e testes ANOSIM. Assim, no caso do teste ANOSIM ao factor praia, foram utilizadas como réplicas, as médias das cinco réplicas de cada local e tipo de exposição. No teste ANOSIM ao tipo de exposição foram utilizadas como réplicas de cada tipo de exposição as médias das cinco réplicas de cada local e praia. No teste ANOSIM ao grau de

hidrodinamismo foram utilizadas como réplicas de cada grau de hidrodinamismo as cinco réplicas de cada local, praia e tipo de exposição, de cada grau de hidrodinamismo.

Sempre que se observaram diferenças significativas nos testes de ANOSIM, foi utilizado o programa SIMPER para quantificar as dissimilaridades e identificar os taxa mais discriminatórios.

No nível inferior, procedeu-se da mesma forma para analisar a percentagem de cobertura de macroepibentos. No entanto, o facto de não ter sido possível amostrar os pontos referidos anteriormente (secção 3.2.1), não permitiu efectuar o teste ANOSIM ao factor local nesses pontos (Cabo de Sines, mais exposto; Cabo Sardão, mais exposto e menos exposto). Uma vez que o teste ANOSIM requer o mínimo de quatro réplicas para um nível de significância de 3% (Clarke e Warwick, 1994), relativamente ao factor praia apenas foi possível fazer a comparação da percentagem de cobertura de macroepibentos entre praias, entre as duas praias com menor hidrodinamismo (Burrinho e Nascedios). Pelas mesmas razões não foi possível fazer o teste ANOSIM ao factor exposição nas praias com mais hidrodinamismo.

Quando foram encontradas diferenças significativas através dos testes ANOSIM, foi utilizado o programa SIMPER para quantificar as dissimilaridades e identificar os taxa mais discriminatórios.

3.2.2.2 – Análises de Variância

As variáveis testadas, por análise de variância, no nível superior foram:

- ★ número de taxa de algas e número de taxa de animais, em 50x50m;
- ★ percentagem de cobertura, em 50x50cm, de *Chthamalus* sp., Algas calcárias, Algas encrustantes moles e Algas folhosas;
- ★ número total de macroherbívoros, em 50x50cm;
- ★ número total, em 50x50cm, de lapas das espécies: *Patella depressa*, *Patella rustica* e *Siphonaria pectinata*.

As variáveis testadas, por análise de variância, no nível inferior foram:

- ★ número de taxa de algas e número de taxa de animais, em 50x50m;
- ★ percentagem de cobertura, em 50x50cm, de *Mytilus galloprovincialis*, Algas calcárias, Algas encrustantes moles e Algas folhosas.

Nas análises de variância efectuadas para testar as hipóteses relacionadas com a variação espacial das comunidades macroepibentônicas no nível inferior, em diferentes situações de hidrodinamismo e exposição, não foi possível considerar o factor local devido ao facto de não terem sido amostrados os pontos referidos em 3.2.1. Deste modo, e para obter um mesmo número de níveis para cada factor das análises, foi retirado aleatoriamente, um local de amostragem de cada praia e tipo de exposição, perdendo-se assim, a análise da variabilidade dentro das praias.

Para testar as hipóteses relacionadas com a influência dos factores hidrodinamismo, exposição, praia e local sobre as variáveis consideradas no nível superior foram efectuadas análises de variância (ANOVA), segundo Underwood (1996), utilizando o programa GMAV5 (Institute of Marine Ecology, University of Sydney). O modelo de análise, para cada variável, é apresentado na tabela 2.

Tabela 2 – Modelo da ANOVA para a análise da interacção dos factores hidrodinamismo, exposição, praia e local nas variáveis: número de taxa de algas, número de taxa de animais, *Chthamalus* sp., Algas calcárias, Algas encrustantes moles, Algas folhosas, número total de macroherbívoros, *Patella depressa*, *Patella rustica* e *Siphonaria pectinata*, no nível vertical superior. Número de réplicas (n)= 5.

Factores	Nº de Níveis	Características
1 – Hidrodinamismo (Hi)	2: Mais Hidrodinamismo e Menos Hidrodinamismo	Fixo e ortogonal
2 – Praia (Pr)	2: Praias em Cabos e Praias fora de Cabos	Aleatório e aninhado em Hidrodinamismo
3 – Exposição (Ex)	2: Mais Exposto e Menos Exposto	Fixo e ortogonal
4 – Local (Lo)	2: Local Sul e Local Norte	Aleatório e aninhado em Praia e Hidrodinamismo

As hipóteses relacionadas com a influência dos factores hidrodinamismo, exposição, e praia sobre as variáveis consideradas no nível inferior foram efectuadas utilizando a mesma técnica de análise de variância (ANOVA), segundo Underwood (1996). O modelo de análise, para cada variável, no nível inferior é apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Modelo da ANOVA para a análise da interacção dos factores hidrodinamismo, exposição e praia nas variáveis: número de taxa de algas, número de taxa de animais, *Mytilus galloprovincialis*, Algas calcárias, Algas encrustantes moles e Algas folhosas, no nível vertical inferior. Número de réplicas (n)= 5.

Factores	Nº de Níveis	Características
1 – Hidrodinamismo (Hi)	2: Mais Hidrodinamismo e Menos Hidrodinamismo	Fixo e ortogonal
2 – Praia (Pr)	2: Praias em Cabos e Praias fora de Cabos	Aleatório e aninhado em Hidrodinamismo
3 – Exposição (Ex)	2: Mais Exposto e Menos Exposto	Fixo e ortogonal

Em todas as análises a homogeneidade das variâncias foi testada através do teste de Cochran (Winer *et al.*, 1991) e sempre que necessário e possível os dados foram transformados para obter essa homogeneidade. Sempre que foram detectadas interações significativas entre factores, não foi testado o efeito de cada factor de forma independente (Underwood, 1997). Quando foram encontradas diferenças significativas foi aplicado o teste de Student-Newman-Keuls (SNK), de acordo com Underwood (1997), a cada factor ou interacção de factores. Este é um teste de comparação múltipla de médias que identifica, sempre que possível, os padrões correspondentes às hipóteses alternativas à hipótese nula testada, utilizando o programa GMAV5.

3.3 – Resultados

Todos os taxa identificados neste estudo estão listados no anexo I, bem como os taxa que constituem os grupos considerados nas análises de variância da interacção dos factores hidrodinamismo, exposição, praia e local.

3.3.1 – Número de taxa de algas e de animais

Nível Superior

A variação espacial do número médio de taxa de algas e de animais, por 50x50cm, no nível superior é apresentada na figura 2. De uma forma geral, o número médio de taxa de algas foi inferior ao de taxa de animais. O número médio de taxa de algas variou entre 1.6 e 6.2 taxa por 50x50cm, e o número médio de taxa de animais variou entre 7.2 e 4.6 taxa por 50x50cm.

Relativamente ao número de taxa de algas, a análise de variância (tabela 4) permitiu detectar interações significativas ($P \leq 0.05$) entre os factores exposição e local (*ExXLo(HiXPr)*), indicando uma variação do número de taxa de algas consoante o tipo de exposição e o local. Esta interacção não permitiu analisar os referidos factores individualmente.

O resultado do teste SNK à interacção *ExXLo(HiXPr)* (tabela 4) revelou variações à escala local, não tendo sido possível definir um padrão mais comum entre as duas situações de exposição. Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois graus de hidrodinamismo e entre praias.

A análise de variância efectuada ao número de animais (tabela 4) mostrou existirem interacções significativas ($P \leq 0.05$) entre os mesmos factores ($ExXLo(HiXPr)$) e também detectou diferenças significativas ($P \leq 0.05$) relativas ao factor hidrodinamismo (Hi). Os testes SNK (tabela 4) permitiram detectar que, relativamente à interacção $ExXLo(HiXPr)$, para além da variação entre locais, o número de taxa de animais foi igual entre as duas situações de exposição, na maioria dos casos estudados. Relativamente ao factor hidrodinamismo o padrão encontrado foi de maior número de animais na situação de mais hidrodinamismo.

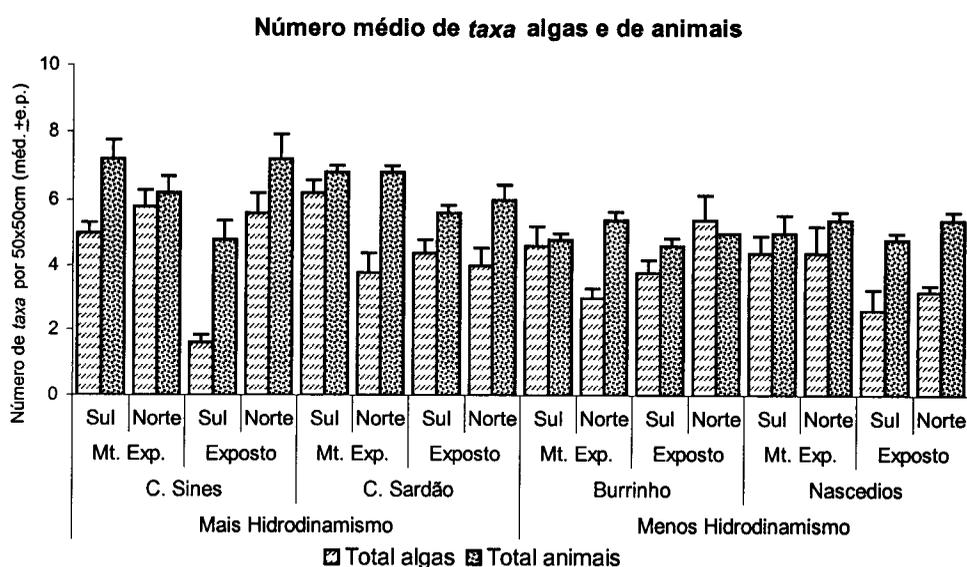


Figura 2 - Variação espacial do número médio (\pm erro padrão) de taxa de algas e de animais, por 50x50cm, no nível superior, em diferentes situações de hidrodinamismo.

Tabela 4: Resultado das análises de variância efectuadas ao número de taxa de algas e de animais, por 50x50cm, no nível superior.

Legenda: Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; Ex=Exposição; Lo=Local; em negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	Algas			Animais			F versus
		QM	F	P	QM	F	P	
Hi	1	7,81	5	0,1548	32,5	153	0,0065	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	1,56	0,16	0,8573	0,21	0,17	0,8533	Lo(HiXPr)
Ex	1	13,61	1,73	0,3188	5,51			ExXPr(Hi)
Lo(HiXPr)	4	9,76			1,29			RES
HiXEx	1	4,51	0,57	0,5278	2,11	13	0,0691	ExXPr(Hi)
ExXPr(Hi)	2	7,86	1,01	0,4407	0,16	0,04	0,9573	ExXLo(HiXPr)
ExXLo(HiXPr)	4	7,76	5,8	0,0005	3,69	4,88	0,0017	RES
RES	32	1,34			0,76			
TOT	39							
Transformação:		Nenhuma			Nenhuma			
Teste de Cochran:		C=0.154; $P > 0.05$			C=0.223; $P > 0.05$			

Testes SNK:	ExXLo(HiXPr)	ExXLo(HiXPr)
	Ex(HiXPrXLo)	Ex(HiXPrXLo)
	+H, Si, S: +Ex > -Ex	+H, Si, S: +Ex > -Ex
	+H, Si, N: +Ex = -Ex	+H, Si, N: +Ex = -Ex
	+H, Sa, S: +Ex > -E	+H, Sa, S: +Ex > -E
	+H, Sa, N: +Ex = -Ex	+H, Sa, N: +Ex = -Ex
	-H, Bu, S: +Ex = -Ex	-H, Bu, S: +Ex = -Ex
	-H, Bu, N: +Ex < +Ex	-H, Bu, N: +Ex = +Ex
	-H, Na, S: +Ex > -Ex	-H, Na, S: +Ex = -Ex
	-H, Na, N: +Ex = -Ex	-H, Na, N: +Ex = -Ex
		Hi
		+H > -H

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P \leq 0.05$); +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Praia do Burrinho; Na=Praia dos Nascedios; +Ex=Maior Exposição; -Ex=Menor Exposição; S=Local Sul; N=Local Norte.

Nível Inferior

A variação espacial do número médio de taxa de algas e de animais, por 50x50cm, no nível inferior é apresentada na figura 3. Ao contrário do nível superior, o número médio de taxa de algas foi claramente superior ao de taxa de animais, em todas as situações estudadas. O número médio de taxa de algas variou entre 6.2 e 22 taxa por 50x50cm, e o número médio de taxa de animais variou entre 0.6 e 4.4 taxa por 50x50cm.

Na análise de variância ao número de taxa de algas (tabela 5), não foi possível obter a homogeneidade das variâncias após várias tentativas de transformação dos dados,

através do teste Cochran ($P \leq 0.05$). No entanto, os resultados desta análise foram tidos em conta pois, segundo Underwood (1997), em análises com um elevado número de tratamentos ($a \geq 5$; 8 no presente caso) e de réplicas ($n \geq 6$; 5 neste caso), a análise pode ser considerada válida, já que as probabilidades associadas com a distribuição de F não são muito afectadas pela violação deste pressuposto. Assim, esta análise permitiu detectar interações significativas ($P \leq 0.05$) entre os factores exposição e praia ($ExXPr(Hi)$), indicando uma variação do número de taxa de algas consoante o tipo de exposição e a praia. Esta interacção não permitiu analisar os referidos factores individualmente.

O resultado do teste SNK à interacção $ExXPr(Hi)$ (tabela 5) revelou variações à escala da praia, não tendo sido possível definir um padrão mais comum entre as duas situações de exposição. Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois graus de hidrodinamismo.

A análise de variância efectuada ao número de taxa de animais (tabela 5) mostrou existirem diferenças significativas ($P \leq 0.05$) relativas ao factor hidrodinamismo (Hi).

O teste SNK (tabela 5) detectou que relativamente a este factor o número de taxa de animais foi maior na situação de mais hidrodinamismo. Não foram encontradas diferenças significativas entre praias e entre situações de exposição.

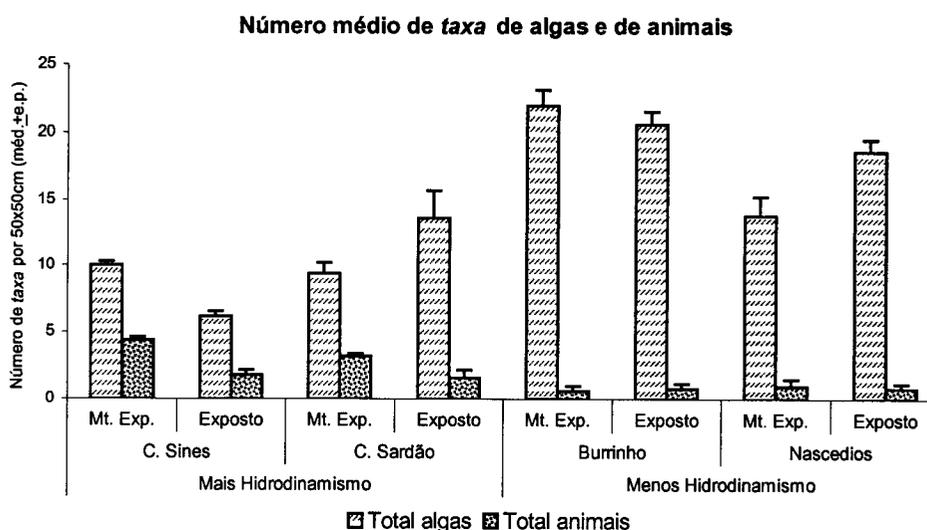


Figura 3 - Variação espacial do número médio (\pm erro padrão) de taxa de algas e de animais, por 50x50cm, no nível inferior, em diferentes situações de hidrodinamismo.

Tabela 5: Resultado das análises de variância efectuadas ao número de taxa de algas e de animais, por 50x50cm, no nível inferior.

Legenda: Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; Ex=Exposição; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	Algas			Animais			F versus
		QM	F	P	QM	F	P	
Hi	1	13,785	9,22	0,935	38	28,7	0,0331	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	1,4945			1,33	1,58	0,2212	RES
Ex	1	0,0874			11	15,2	0,0599	ExXPr(Hi)
HiXEx	1	0,1682	0,14	0,748	11	15,2	0,0599	ExXPr(Hi)
ExXPr(Hi)	2	1,2406	11,2	0,0002	0,73	0,87	0,4304	ExXLo(HiXPr)
RES	32	0,1106			0,84			RES
TOT	39							
Transformação:		Sqrt(x+1)			Nenhuma			
Teste de Cochran:		C=0.4627; $P \leq 0.05$			C=0.269; $P > 0.05$			

Testes SNK:	ExXPr(Hi)	Hi
	Ex(HiXPr)	+H > -H
	+H, Si: +Ex > -E	
	+H, Sa: +Ex < -E	
	-H, Bu: +Ex = -E	
	-H, Na: +Ex < -E	

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P \leq 0.05$); +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Praia do Burrinho; Na=Praia dos Nascidos; +Ex=Maior Exposição; -Ex=Menor Exposição.

3.3.2 – Análises Multivariadas

3.3.2.1 – Nível Superior

Taxa mais abundantes e mais discriminatórias das diferenças espaciais

Na figura 4 pode ser observada a variação espacial de percentagem de cobertura média dos taxa mais abundantes (abundância total superior a 5%), por 50x50cm (incluindo rocha livre de organismos e *Chthamalus* spp. mortos ou vazios), e os que mais contribuíram para as discriminações espaciais (entre locais, tipos de exposição, praias e graus de hidrodinamismo) no nível superior. A contribuição relativa de cada taxa para estas discriminações foi calculada através do programa SIMPER e será apresentada e analisada nas próximas secções.

No nível superior, os *taxa* mais abundantes, na quase totalidade das situações estudadas foram *Chthamalus montagui* com valores médios de percentagem de cobertura entre 24.5 e 72.7%, seguido da rocha livre que apresentou valores entre 13.1 e 60%. Os restantes *taxa* mais abundantes e/ou discriminatórios, apresentaram valores de percentagem de cobertura abaixo dos 20% e, por ordem decrescente de abundância, foram os seguintes: *Ralfsia* sp., *Chthamalus stellatus*, *Chthamalus vazio*, *Mytilus galloprovincialis* (com maior abundância no Cabo de Sines, mais exposto, norte e Cabo Sardão, mais exposto) e *Lithophyllum lichenoides* (com maior abundância nos dois locais norte do Cabo de Sines e no Cabo Sardão, mais exposto). As espécies *Calothrix* sp. e *Pollicipes pollicipes* apenas foram registadas nas praias com menos hidrodinamismo e mais hidrodinamismo, respectivamente.

Na figura 5 pode ser observada a variação espacial do número médio dos macroherbívoros mais abundantes, contabilizados em 50x50cm, e os que mais contribuíram para as discriminações espaciais (entre locais, tipos de exposição, áreas e graus de hidrodinamismo) no nível superior. A contribuição relativa de cada *taxa* para estas discriminações foi calculada através do programa SIMPER e será apresentada e analisada nas próximas secções.

As espécies de macroherbívoros mais abundantes na totalidade das situações estudadas foram as lapas *Patella depressa* com número médio de indivíduos entre 31.8 e 191, e *Patella rustica* que apresentou números médios de indivíduos entre 0 e 56.8. Ambas as espécies foram aparentemente, mais abundantes nas situações de mais hidrodinamismo, nomeadamente, *P. rustica*. Os restantes *taxa* mais abundantes e/ou discriminatórios, apresentaram números de indivíduos mais baixos, e por ordem decrescente de abundância, foram os seguintes: *Littorina saxatilis* (observada apenas nos dois locais norte das situações de maior e menor exposição dos Nascedios), *Siphonaria pectinata* (mais abundante nas situações de menos hidrodinamismo) e *Onchidella celtica* (observada apenas nos dois locais norte das situações de maior e menor exposição do Burrinho).

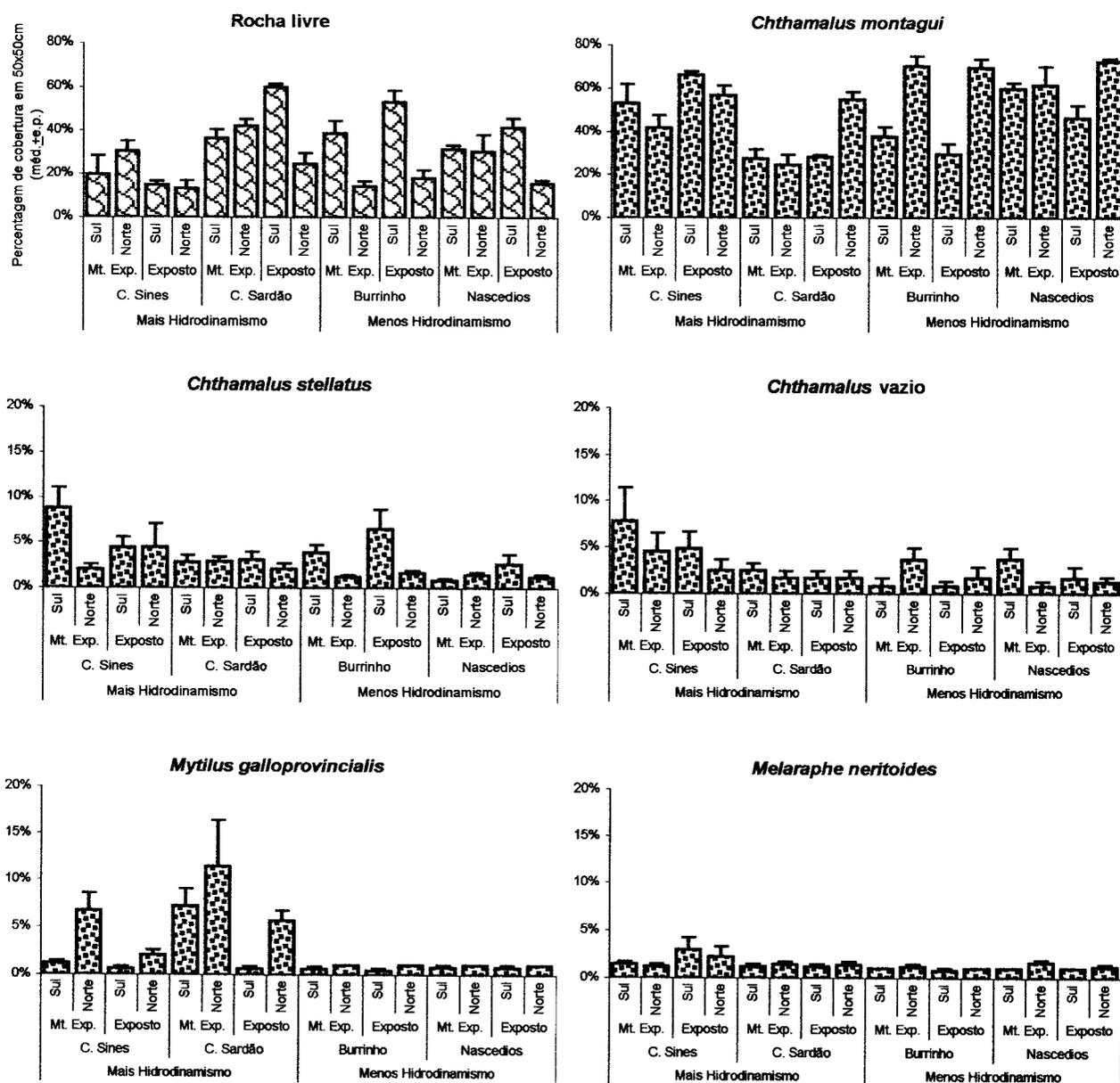
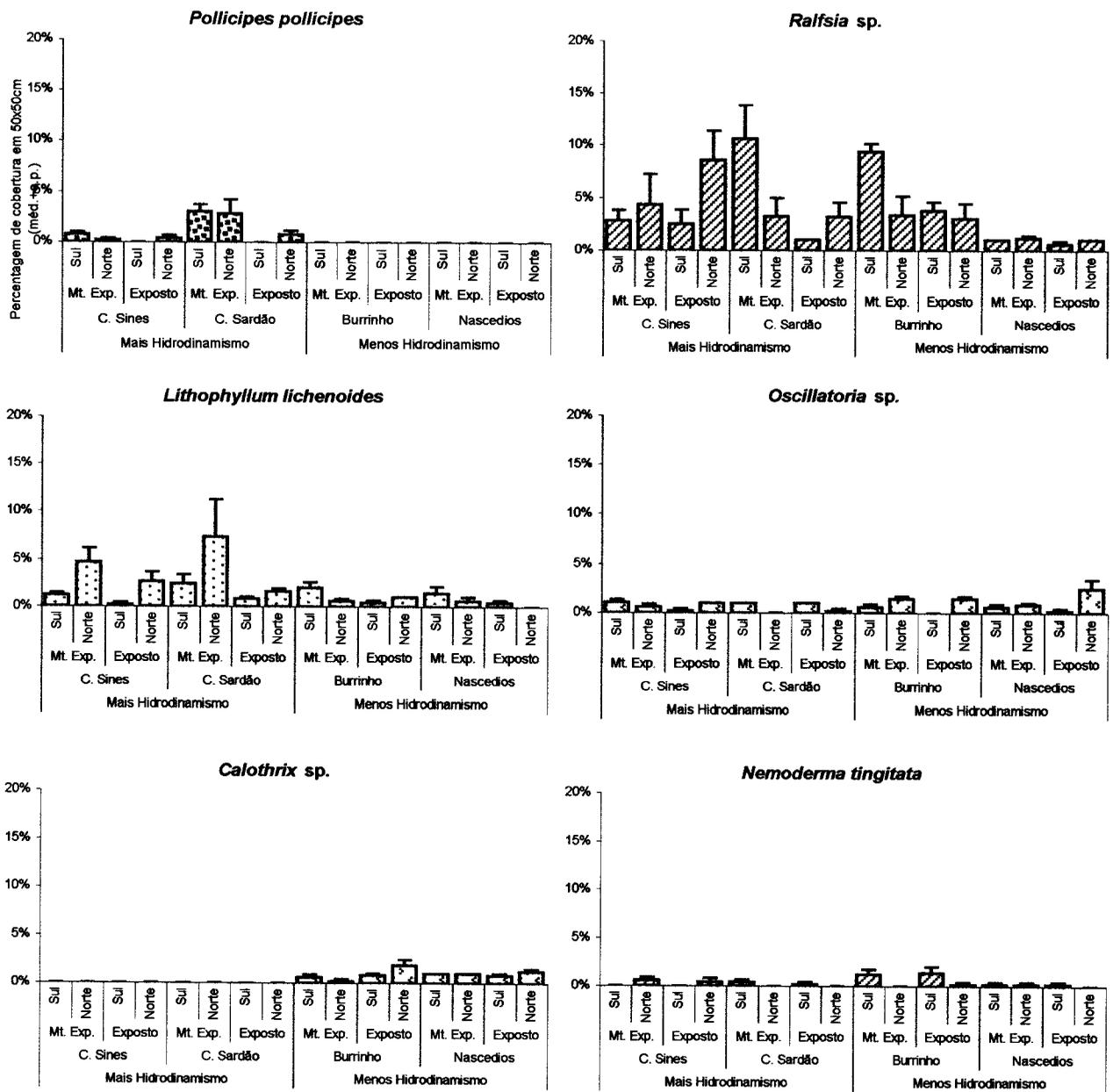


Figura 4 - Variação espacial da percentagem de cobertura média (± erro padrão) das taxa mais abundantes e que mais contribuíram para as discriminações espaciais, observados em 50x50cm, no nível superior, em diferentes situações de hidrodinamismo (escalas diferentes nos eixos das ordenadas).



(continuação da figura 4)

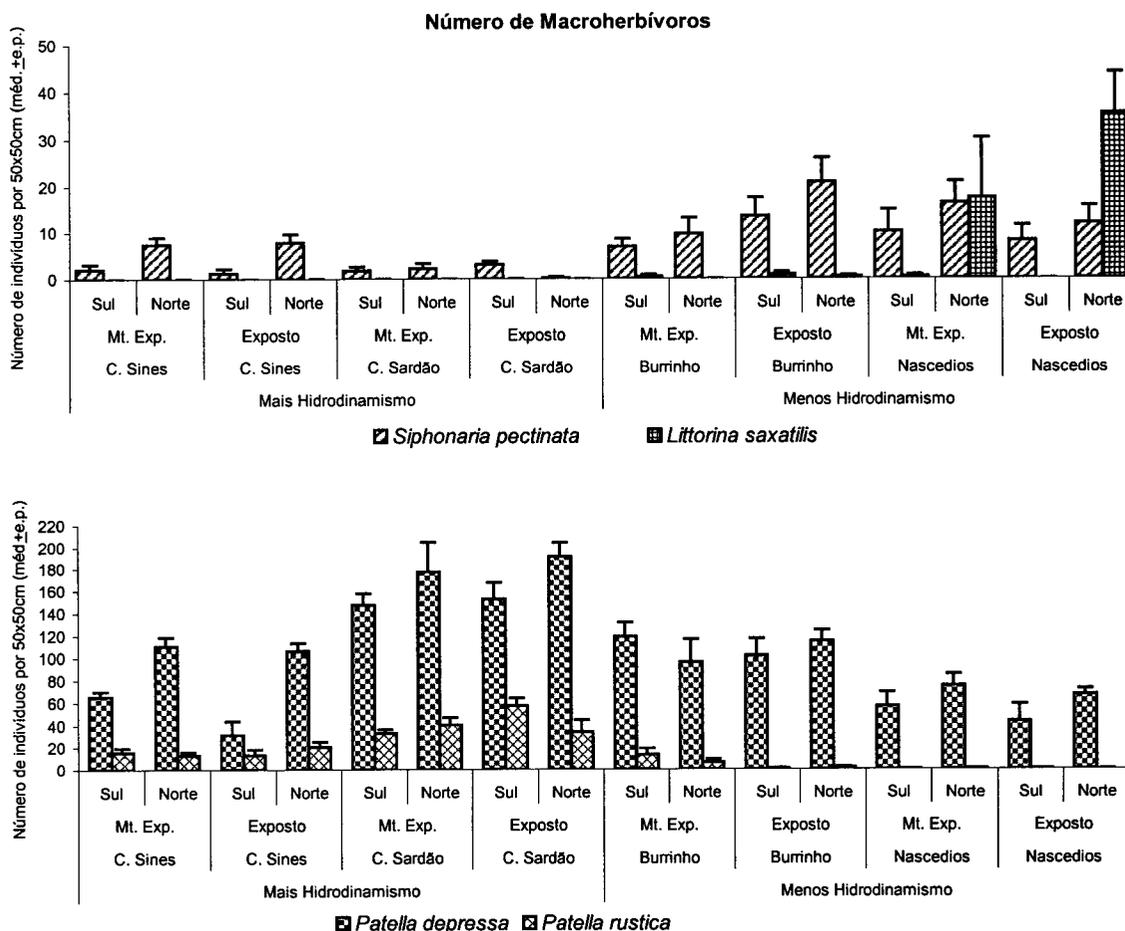


Figura 5 - Variação espacial do número médio dos macroherbívoros mais abundantes e os que mais contribuíram para as discriminações espaciais, em 50x50cm, no nível superior, em diferentes situações de hidrodinamismo (escalas diferentes nos eixos das ordenadas de ambos os gráficos).

Variação entre locais

A ordenação bidimensional de MDS da percentagem de cobertura dos taxa observados no nível superior está representada na figura 6a. O valor de stress obtido para esta representação foi de 0.1 o que, segundo Clarke e Warwick (1994), é uma boa tradução da estrutura das comunidades em estudo. A análise deste mapa sugere alguma diferenciação entre os locais de cada situação de exposição de cada praia, parecendo existir alguma proximidade entre os locais de maior exposição dos Nascedios.

Os resultados dos testes ANOSIM e do programa SIMPER em que a estrutura das comunidades macroepibentónicas do nível superior foi comparada entre os dois locais de

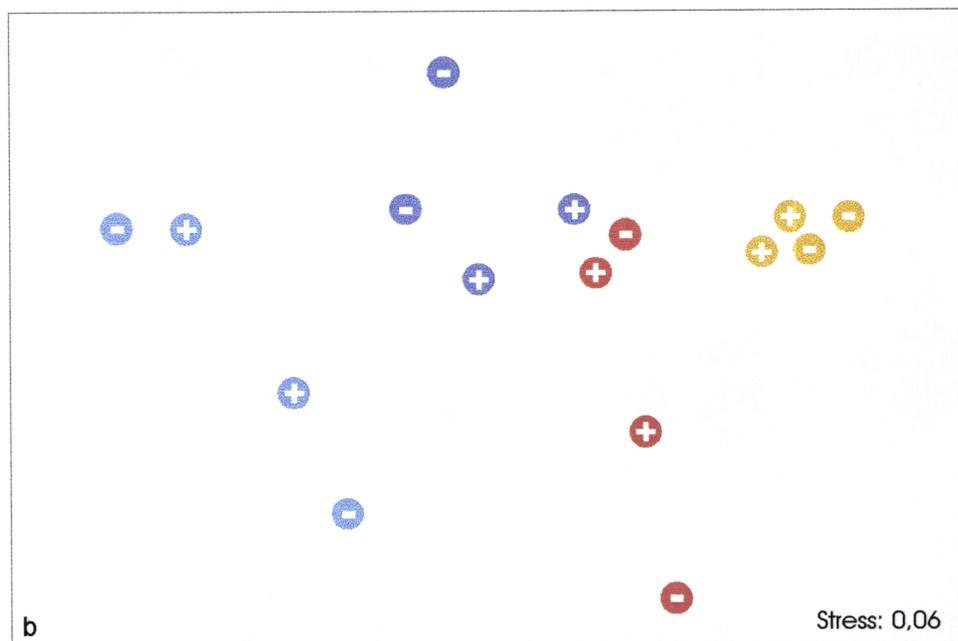
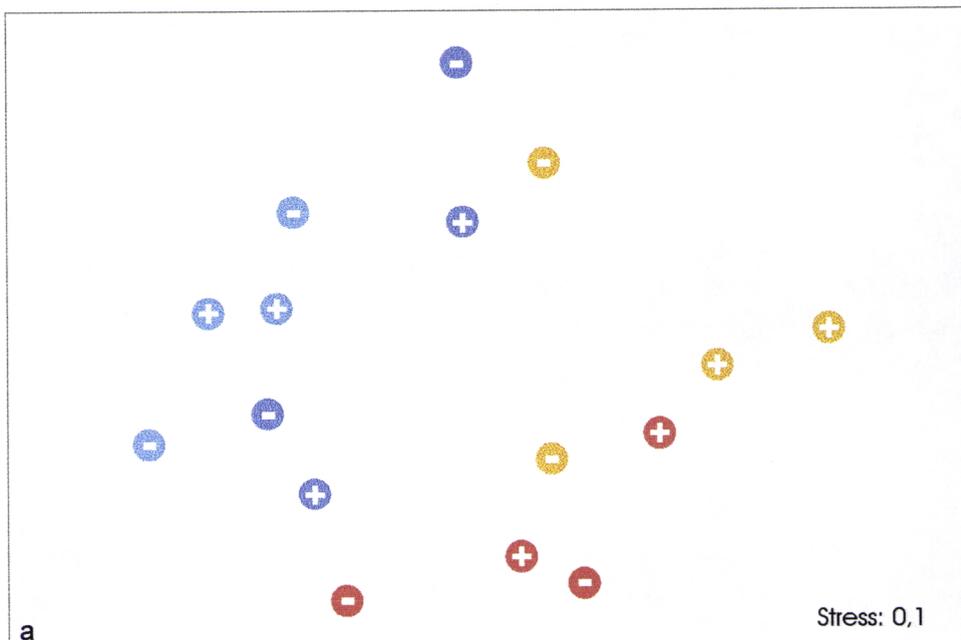
cada tipo de exposição, de cada praia e grau de hidrodinamismo, é apresentada na tabela 6a.

Os resultados dos testes ANOSIM e do programa SIMPER efectuados ao factor local, da variação da percentagem de cobertura dos *taxa* observados no nível superior (tabela 6a), detectaram diferenças significativas ($P \leq 0.03$) entre os locais de todas as situações de exposição, praia e hidrodinamismo, excepto na de maior exposição do Burrinho. As análises SIMPER indicaram que os *taxa* responsáveis por estas dissimilaridades são, principalmente, *C. montagui* e rocha livre em todas as situações. Outros *taxa* foram também responsáveis por essas diferenças, mas variaram consoante a situação: *C. stellatus* nas situações de mais exposição do cabo de Sines e menor exposição do Burrinho; *Ralfsia* sp. nas situações de menos exposição do Cabo de Sines e mais exposição do Burrinho; *M. galloprovincialis* no Cabo Sardão; e *Oscillatoria* sp. na menor exposição dos Nascedios. Na figura 4 é bem notória a variabilidade da percentagem de cobertura destes *taxa*, ao nível espacial do local.

A ordenação bidimensional de MDS do número de macroherbívoros observados no nível superior está representada na figura 6b. Neste caso o valor de stress obtido foi de 0.06 o que, segundo Clarke e Warwick (1994), é uma boa tradução da estrutura das comunidades em estudo. A análise deste mapa sugere uma proximidade dos dois locais das duas situações de exposição do Cabo Sardão, e das situações de maior e menor exposição do Burrinho. O maior afastamento entre locais parece ser na menor exposição dos Nascedios.

Os testes ANOSIM efectuados em relação ao número de macroherbívoros observados (tabela 6b), obtiveram resultados distintos dos obtidos para a percentagem de cobertura de *taxa*, não apresentando diferenças significativas ($P \leq 0.03$) entre os locais na maioria das situações. Apenas foram encontradas diferenças nas duas situações de exposição do Cabo de Sines e na de menos exposição do Burrinho. Segundo as análises SIMPER, as espécies responsáveis por estas dissimilaridades foram *P. depressa*, *P. rustica* e *S. Pectinata*, no Cabo de Sines e *P. depressa*, *L. saxatilis* e *S. Pectinata* na situação de menos exposição do Burrinho (tabela 6b). Na figura 5 pode ser observada esta variação à escala espacial local.

Nível Superior



Legenda: ● Cabo de Sines; ● Cabo Sardão; ● Burrinho; ● Nascédios; + Mais Exposto; - Menos Exposto.

Figura 6 - Ordenação bidimensional de MDS da percentagem de cobertura de *taxa* (a) e do número de macroherbívoros (b), observados no nível superior, em 50x50cm, em diferentes situações de hidrodinamismo.

Tabela 6

a) Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Local: relativo à variação da percentagem de cobertura dos taxa observados no nível superior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre locais e principais taxa responsáveis por essa dissimilaridade).

		R	P	Dissimilaridade média (%)	Principais taxa responsáveis pelas diferenças encontradas entre locais	
+H	Si	+Ex S vs N	0,44	*	36,38	<i>Chthamalus montagui</i> , Rocha livre, <i>C. stellatus</i> , <i>C. vazio</i> , <i>M. galloprovincialis</i> , <i>L. lichenoides</i>
		-Ex S vs N	0,45	*	25,17	<i>Chthamalus montagui</i> , Rocha livre, <i>Ralfsia</i> sp., <i>C. stellatus</i> , <i>C. vazio</i> , <i>Oscillatoria</i> sp.
+H	Sa	+Ex S vs N	0,34	*	28,05	<i>Chthamalus montagui</i> , Rocha livre, <i>M. galloprovincialis</i> , <i>Ralfsia</i> sp., <i>L. lichenoides</i> , <i>P. pollicipes</i> , <i>C. stellatus</i>
		-Ex S vs N	0,79	*	39,43	Rocha livre, <i>Chthamalus montagui</i> , <i>M. galloprovincialis</i> , <i>Ralfsia</i> sp.
-H	Bu	+Ex S vs N	0,79	*	39,1	<i>Chthamalus montagui</i> , Rocha livre, <i>Ralfsia</i> sp., <i>C. stellatus</i> , <i>C. vazio</i>
		-Ex S vs N	0,9	*	45,09	<i>Chthamalus montagui</i> , Rocha livre, <i>C. stellatus</i> , <i>Ralfsia</i> sp.
-H	Na	+Ex S vs N	0,03	n.s.	19,49	-
		-Ex S vs N	0,6	*	31,36	Rocha livre, <i>Chthamalus montagui</i> , <i>Oscillatoria</i> sp., <i>C. vazio</i>

Legenda: +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Burrinho; Na=Nascedios; +Ex=Mais Exposto; -Ex=Menos Exposto; S=Local Sul; N=Local Norte.

b) Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Local: relativo à variação do número de macroherbívoros no nível superior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre locais e principais taxa responsáveis por essa dissimilaridade).

		R	P	Dissimilaridade média (%)	Principais taxa responsáveis pelas diferenças encontradas entre locais	
+H	Si	+Ex S vs N	0,62	*	27,45	<i>Patella depressa</i> , <i>Patella rustica</i> , <i>Siphonaria pectinata</i>
		-Ex S vs N	0,51	*	57,6	<i>Patella depressa</i> , <i>Patella rustica</i> , <i>Siphonaria pectinata</i>
+H	Sa	+Ex S vs N	-0,14	n.s.	16,05	-
		-Ex S vs N	0,46	n.s.	17,97	-
-H	Bu	+Ex S vs N	0,22	n.s.	28	-
		-Ex S vs N	0,2	n.s.	22,32	-
-H	Na	+Ex S vs N	0,26	n.s.	35,21	-
		-Ex S vs N	0,67	*	51,67	<i>Patella depressa</i> , <i>Littorina saxatilis</i> , <i>Siphonaria pectinata</i>

Legenda: +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Burrinho; Na=Nascedios; +Ex=Mais Exposto; -Ex=Menos Exposto; S=Local Sul; N=Local Norte.

Varição entre Praias

A hipótese de ocorrência de variação na estrutura das comunidades entre as praias foi testada utilizando os testes de ANOSIM, tendo sido utilizado o programa SIMPER para determinar as percentagens de dissimilaridade entre as praias e os taxa por elas responsáveis, e os resultados são apresentados na tabela 7.

Os testes ANOSIM ao factor praia não permitiram encontrar diferenças significativas ($P \leq 0.03$) em relação à percentagem de cobertura dos taxa observados (tabela 7a).

Relativamente ao número de macroherbívoros (tabela 7b), foram encontradas diferenças significativas ($P \leq 0.03$) entre todas as praias. Os valores de R e de dissimilaridade mais elevados ($R=1$ e dissimilaridade de 58.04%) ocorreram entre o Cabo Sardão e os Nascedios. Os valores mais baixos foram observados na comparação entre o Cabo de Sines e o Burrinho ($R=0.69$ e dissimilaridade de 27.88%). As espécies mais responsáveis por estas dissimilaridades foram, em todas as comparações: *P. depressa*, *P. rustica* (ambas mais abundantes no Cabo Sardão, depois no Cabo de Sines, em seguida no Burrinho e menos abundantes nos Nascedios) e *L. saxatilis* (apenas observada nos Nascedios).

Tabela 7

a) Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Praia: relativo à variação da percentagem de cobertura dos taxa observados no nível superior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre praias).

	R	P	Dissimilaridade média (%)
Si vs Sa	0,35	n.s.	32,7
Si vs Bu	0,07	n.s.	27,08
Si vs Na	0,43	n.s.	23,43
Sa vs Bu	0,14	n.s.	31,72
Sa vs Na	0,47	n.s.	32,42
Bu vs Na	0,01	n.s.	23,33

Legenda: Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Burrinho; Na=Nascedios.

b) Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Praia: relativo à variação do número de macroherbívoros no nível superior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre praias e principais taxa responsáveis por essa dissimilaridade).

	R	P	Dissimilaridade média (%)	Principais taxa responsáveis pelas diferenças encontradas entre praias
Si vs Sa	0,73	*	39,91	<i>Patella depressa</i> , <i>Patella rustica</i>
Si vs Bu	0,39	*	27,88	<i>Patella depressa</i> , <i>Patella rustica</i> , <i>Siphonaria pectinata</i>
Si vs Na	0,88	*	38,69	<i>Patella depressa</i> , <i>Patella rustica</i> , <i>Littorina saxatilis</i> , <i>Siphonaria pectinata</i>
Sa vs Bu	0,99	*	32,35	<i>Patella depressa</i> , <i>Patella rustica</i> , <i>Siphonaria pectinata</i>
Sa vs Na	1	*	58,04	<i>Patella depressa</i> , <i>Patella rustica</i> , <i>Siphonaria pectinata</i>
Bu vs Na	0,69	*	35,19	<i>Patella depressa</i> , <i>Littorina saxatilis</i> , <i>Patella rustica</i> , <i>Siphonaria pectinata</i>

Legenda: Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Burrinho; Na=Nascedios.

Variação entre tipos de Exposição

A hipótese de ocorrerem diferenças entre tipos de exposição em relação à percentagem de cobertura dos taxa observados foi testada através dos testes ANOSIM a este factor, e não permitiram encontrar diferenças significativas ($P \leq 0.03$) em nenhuma das comparações (tabela 8a).

Relativamente ao número de macroherbívoros (tabela 8b), não foram observadas diferenças significativas entre situações de exposição dentro do mesmo grau de hidrodinamismo. Foram encontradas diferenças significativas ($P \leq 0.03$) entre as situações de exposição em graus de hidrodinamismo diferente, com excepção da comparação entre o menos exposto do mais hidrodinamismo e o mais exposto do menos hidrodinamismo (+H-Ex vs -H+Ex). Nas comparações entre os diferentes tipos de exposição em cada grau de hidrodinamismo, os valores negativos de R indicam diferenças dentro dos tipos de exposição superiores às encontradas entre estes. O valor de R e de dissimilaridade mais elevados (R=0.69 e dissimilaridade de 38.72%) foram observados na comparação entre as situações extremas de hidrodinamismo e exposição (+H+Ex vs -H-Ex). As espécies que mais contribuíram para as diferenças encontradas foram, em todas as comparações: *P. depressa* e *P. rustica* (mais abundantes nas situações de mais exposição e mais hidrodinamismo) e *S. pectinata* (mais abundante nas situações de menor exposição e menor hidrodinamismo).

Tabela 8

a) Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Exposição: relativo à variação da percentagem de cobertura dos taxa observados no nível superior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre tipos de exposição).

		R	P	Dissimilaridade média (%)
+H	+Ex vs -Ex	0,07	n.s.	29,65
-H	+Ex vs -Ex	-0.06	n.s.	22,49
	+H+Ex vs -H-Ex	0,29	n.s.	32,94
	+H-Ex vs -H+Ex	-0.02	n.s.	24,47

Legenda: +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; +Ex=Mais Exposto; -Ex=Menos Exposto.

b) Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Exposição: relativo à variação do número de macroherbívoros no nível superior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre tipos de exposição e principais taxa responsáveis por essa dissimilaridade).

		R	P	Dissimilaridade média (%)	Principais taxa responsáveis pelas diferenças encontradas entre tipos de exposição
+H	+Ex vs -Ex	-0.219	n.s.	28,89	-
-H	+Ex vs -Ex	-0.22	n.s.	26,57	-
	+H+Ex vs -H-Ex	0,69	*	38,72	<i>Patella depressa</i> , <i>Patella rustica</i> , <i>Siphonaria pectinata</i> , <i>Littorina saxatilis</i>
	+H-Ex vs -H+Ex	0,4	n.s.	40,39	-

Legenda: +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; +Ex=Mais Exposto; -Ex=Menos Exposto.

Variação entre graus de Hidrodinamismo

Os testes ANOSIM ao factor hidrodinamismo, detectaram diferenças significativas ($P \leq 0.03$) em relação à variação da percentagem de cobertura de *taxa* com R de 0.56 e dissimilaridade média de 28.66% (tabela 9a). Os principais *taxa* responsáveis por esta dissimilaridade foram: *C. montagui* (mais abundante nas situações de menor hidrodinamismo) e *M. galloprovincialis*, *C. stellatus* e *Ralfsia* sp. (mais abundantes nas situações de maior hidrodinamismo)

Os mesmo testes efectuados ao número de macroherbívoros também detectaram diferenças significativas ($P \leq 0.03$), com R de 0.58 e dissimilaridade média de 39.24% (tabela 9b). Neste caso as principais espécies responsáveis pelas diferenças entre graus de hidrodinamismo foram: *P. depressa* e *P. rustica* (mais abundantes nas situações de maior hidrodinamismo) e *S. pectinata* e *L. saxatilis* (mais abundantes nas situações de menor hidrodinamismo).

Tabela 9

a) Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Hidrodinamismo: relativo à variação da percentagem de cobertura dos *taxa* observados no nível superior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre graus de hidrodinamismo).

	R	P	Dissimilaridade média (%)	Principais <i>taxa</i> responsáveis pelas diferenças encontradas entre graus de hidrodinamismo
+H vs -H	0,56	*	28,66	<i>Chthamalus montagui</i> , Rocha livre, <i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>Chthamalus stellatus</i> , <i>Ralfsia</i> sp.

Legenda: +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo

b) Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Hidrodinamismo: relativo à variação do número de macroherbívoros no nível superior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre graus de hidrodinamismo e principais *taxa* responsáveis por essa dissimilaridade).

	R	P	Dissimilaridade média (%)	Principais <i>taxa</i> responsáveis pelas diferenças encontradas entre graus de hidrodinamismo
+H vs -H	0,58	*	39,24	<i>Patella depressa</i> , <i>Patella rustica</i> , <i>Siphonaria pectinata</i> , <i>Littorina saxatilis</i>

Legenda: +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo

3.3.2.2 – Nível Inferior

Tal como foi referido anteriormente não foi possível amostrar alguns pontos neste nível intertidal (ver secção 3.2.1). Deste modo, optou-se pela sua exclusão dos gráficos de abundância de *taxa* e não foi possível efectuar algumas comparações nas análises multivariadas.

Taxa mais abundantes e mais discriminatórias das diferenças espaciais

Na figura 7 pode ser observada a variação espacial de percentagem de cobertura média dos taxa mais abundantes (abundância total superior a 5%), por 50x50cm (incluindo rocha livre de organismos), e os que mais contribuíram para as discriminações espaciais (entre locais, tipos de exposição, áreas e graus de hidrodinamismo) no nível inferior. A contribuição relativa de cada taxa para estas discriminações foi calculada através do programa SIMPER e será apresentada e analisada nas próximas secções.

No nível inferior, os taxa mais abundantes, na maioria das situações estudadas foram:

- ★ a alga calcária *Corallina officinalis* com valores médios de percentagem de cobertura entre 4.5 e 43.3%, sendo os valores mais baixos observados no Cabo Sardão e na situação de maior exposição do Burrinho;
- ★ a alga folhosa *Plocamium cartilagineum* que apresentou valores entre 0 e 47.8%, com maior abundância nas situações de mais hidrodinamismo;
- ★ a alga folhosa *Cystoseira tamariscifolia* com valores entre 0 e 40.4%, com maior abundância nas situações de menos hidrodinamismo;
- ★ o bivalve *Mytilus galloprovincialis* apresentou valores de percentagem de cobertura entre 0 e 49%, com maior abundância nas situações de maior hidrodinamismo.

De uma forma geral, os restantes taxa mais abundantes, apresentaram valores de percentagem de cobertura abaixo dos 20% com padrões espaciais variáveis sendo de destacar alguns taxa observados nas situações de mais hidrodinamismo: *Balanus perforatus* e *Pollicipes pollicipes*; outros nas situações de menos hidrodinamismo: *Leathesia difformis*, *Halopteris scoparia* (principalmente no Burrinho), *Gigartina acicularis*, *Laurencia pennatifida*, *Laurencia hibrida*, *Mesophyllum lichenoides*, *Enteromorpha crinita*, *Sphacelaria* sp., *Chondria coerelescens* e *Padina pavonia*.

Variação entre locais

Nas análises da variação da percentagem de cobertura das comunidades macroepibentônicas do nível inferior, não foram analisadas as comparações entre os locais sul e norte mais expostos do Cabo de Sines e de todas as situações do Cabo Sardão.

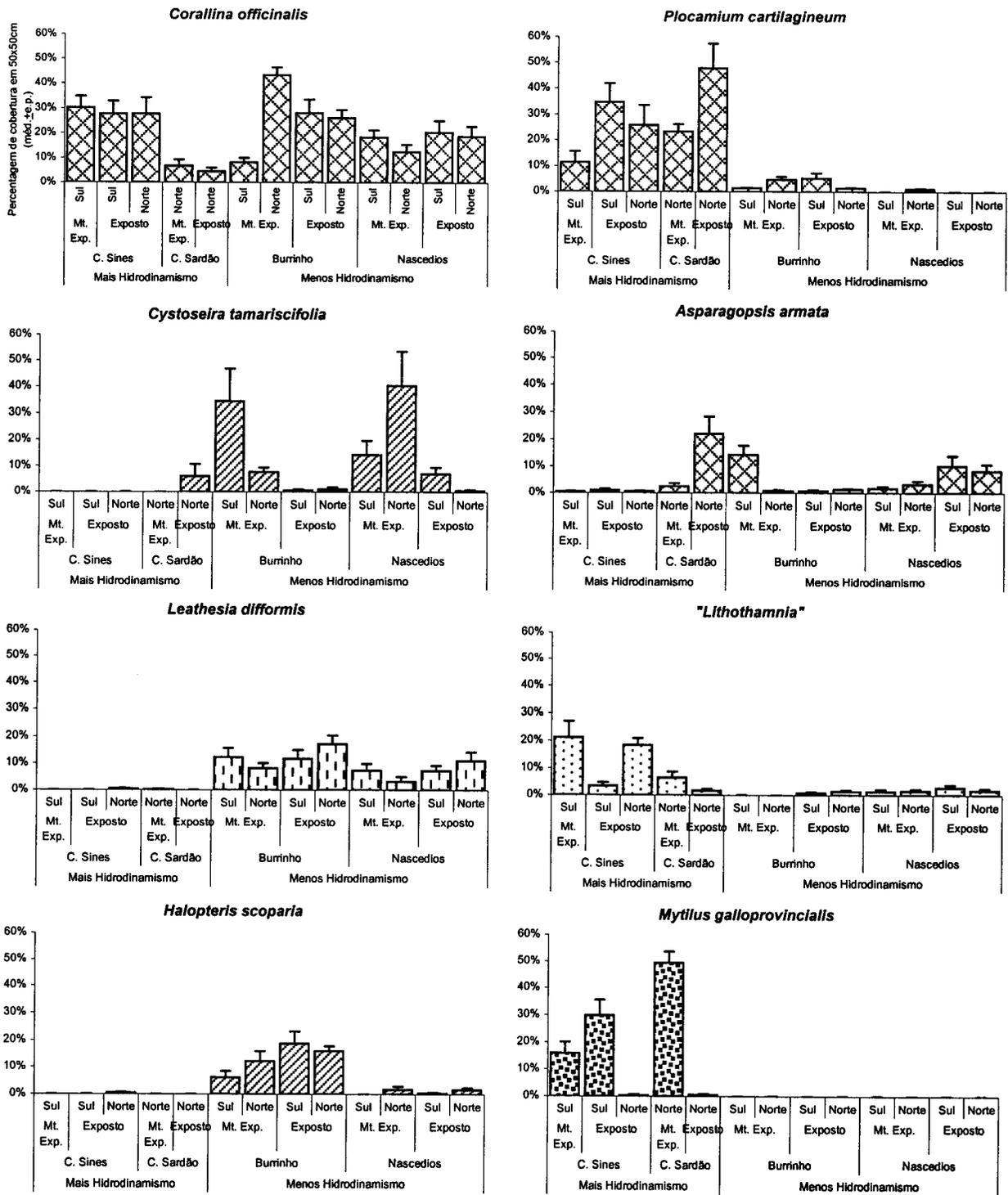
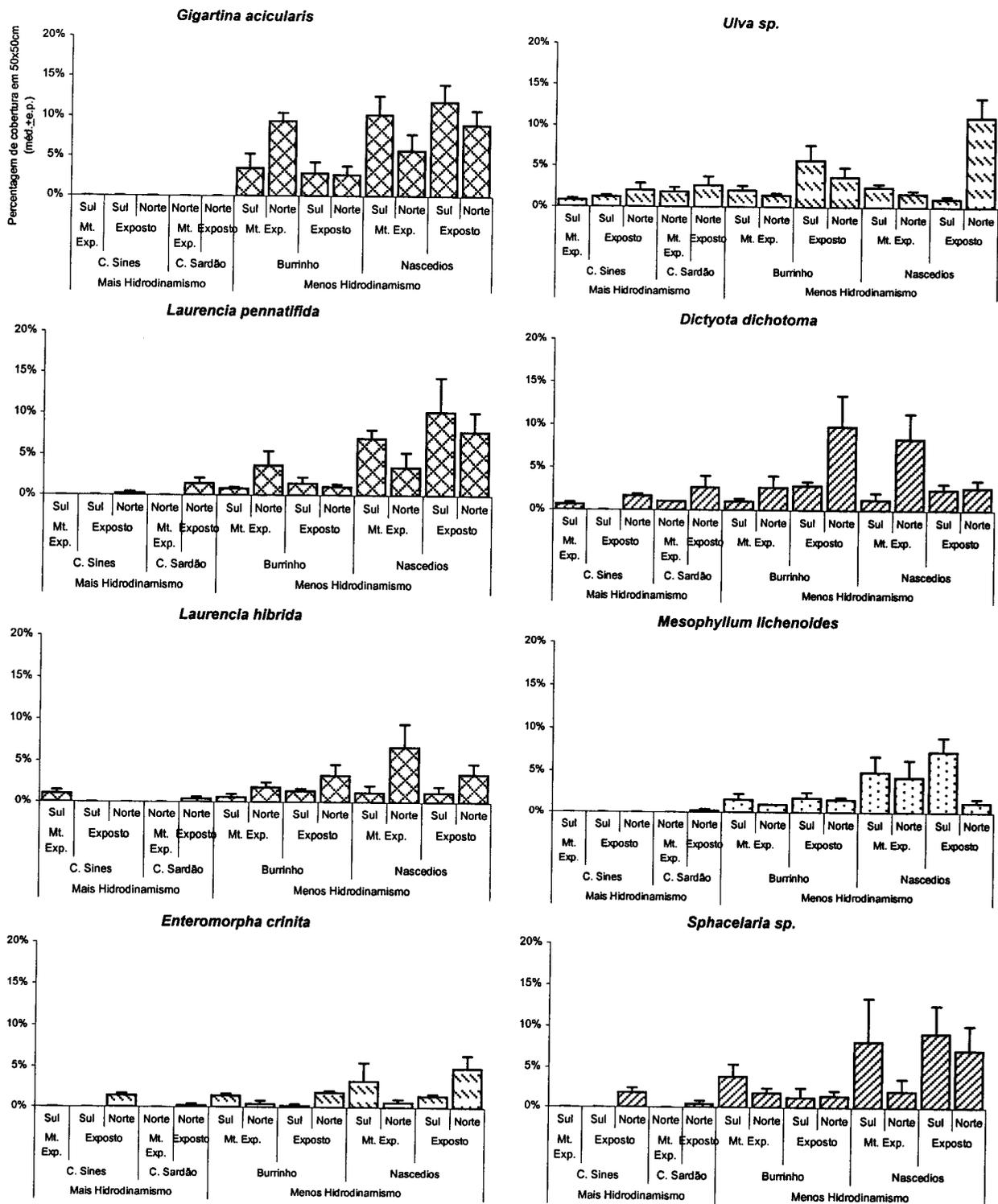
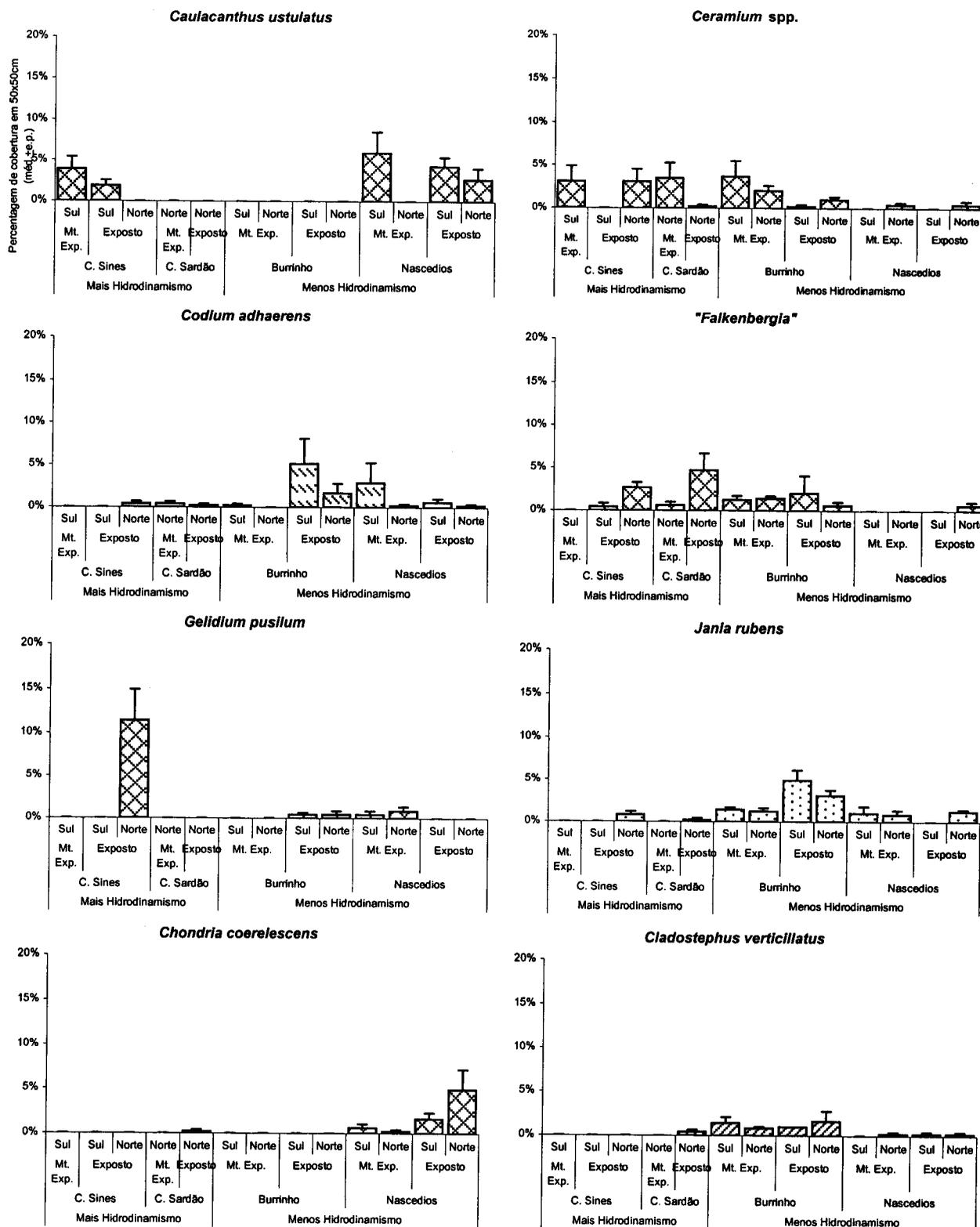


Figura 7 - Variação espacial da percentagem de cobertura média (\pm erro padrão) dos taxa mais abundantes e que mais contribuíram para as discriminações espaciais, observados em 50x50cm, no nível inferior, em diferentes situações de hidrodinamismo (escalas diferentes nos eixos das ordenadas).



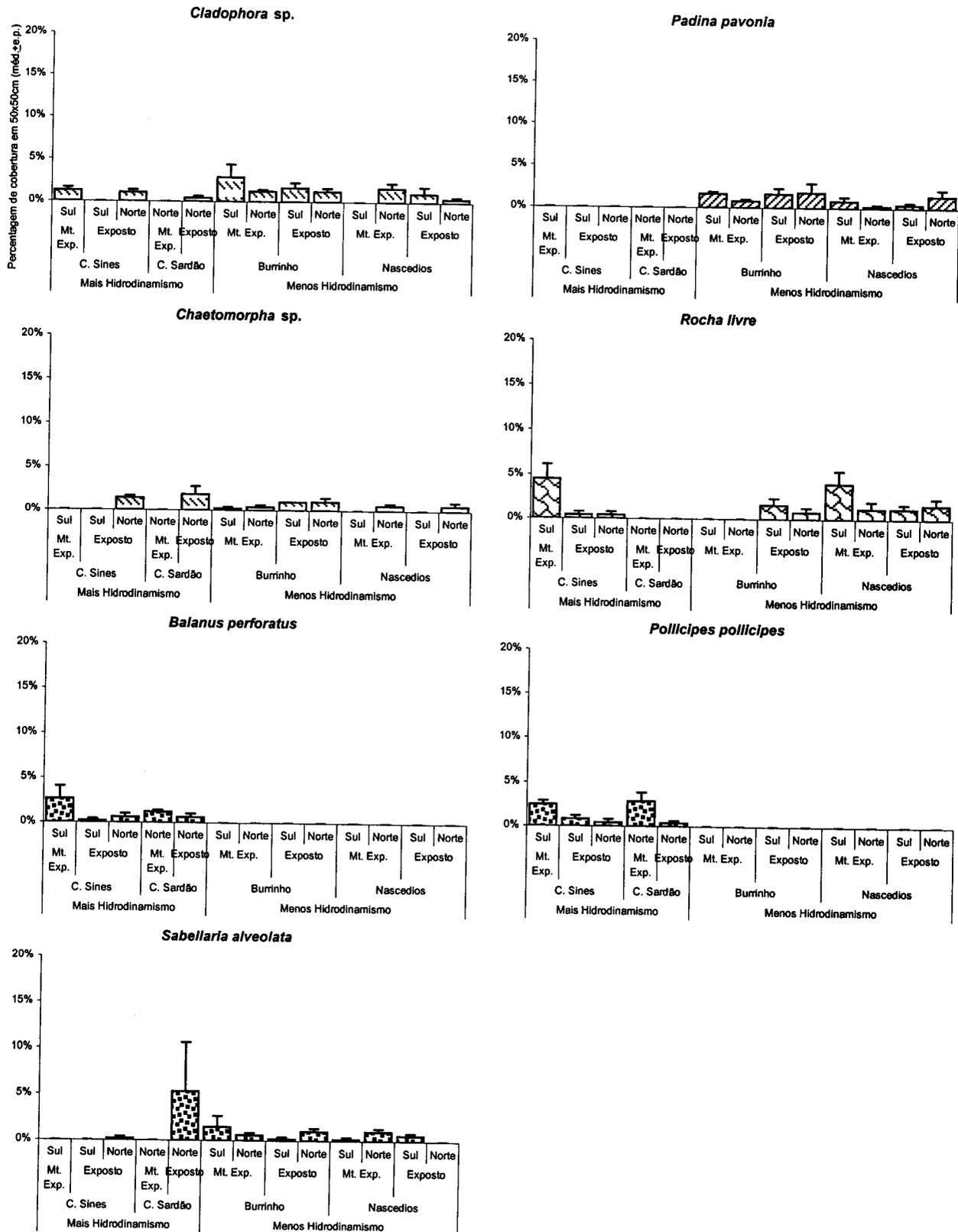
(continuação da figura 7)

Padrões Espaciais da Estrutura de Comunidades Macrobentônicas de Substrato Rochoso Intertidal em Diferentes Situações de Hidrodinamismo



(continuação da figura 7)

Padrões Espaciais da Estrutura de Comunidades Macrobentônicas de Substrato Rochoso Intertidal em Diferentes Situações de Hidrodinamismo



(continuação da figura 7)

A ordenação bidimensional de MDS da percentagem de cobertura dos taxa observados nas réplicas de cada local, está representada na figura 8a. O valor de stress obtido para esta representação foi de 0.16 o que, segundo Clarke e Warwick (1994), é uma tradução da estrutura das comunidades em estudo relativamente boa. A análise deste mapa sugere alguma diferenciação entre as réplicas de cada situação de hidrodinamismo, embora não permita a distinção relativamente às situações de cada local, praia e tipo de exposição.

A ordenação de MDS da percentagem de cobertura dos taxa observados nas médias de cada local, está representada na figura 8b. Neste caso o valor de stress obtido foi de 0.05 o que indica uma melhor representação da estrutura destas comunidades (Clarke e Warwick, 1994). A observação deste mapa mostra novamente a diferenciação entre os locais de cada situação de hidrodinamismo e a proximidade entre as situações de menor exposição e local sul mais exposto dos Nascedios, e entre as situações de menor exposição e local norte mais exposto do Burrinho.

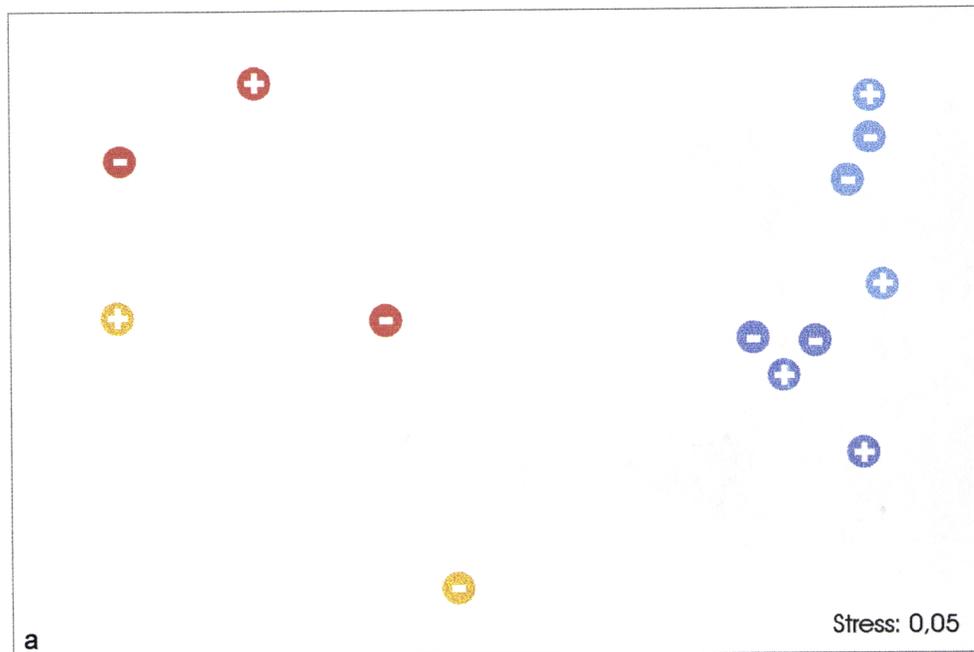
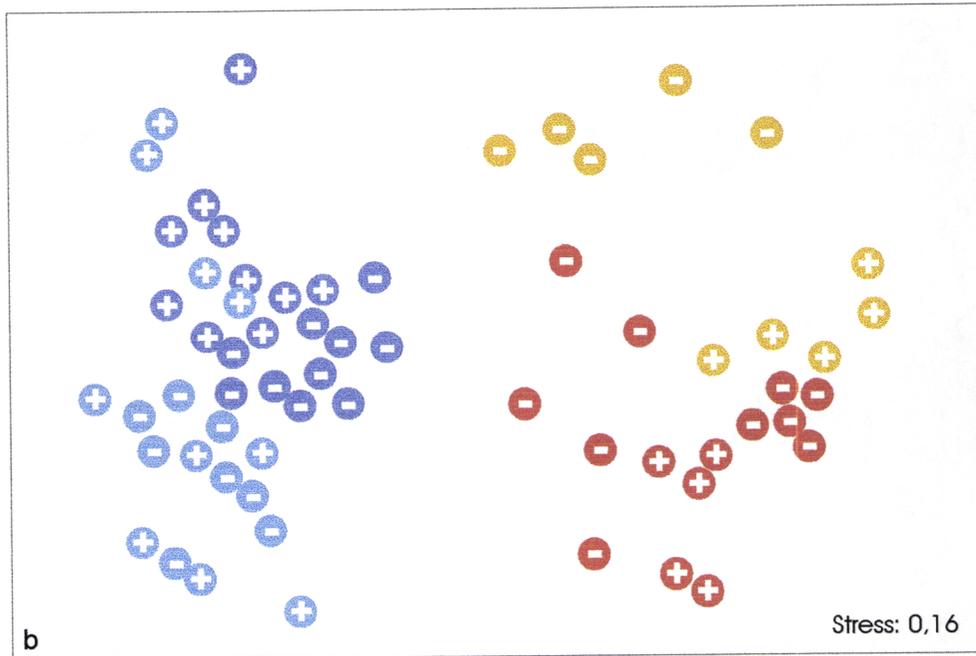
Os resultados dos testes ANOSIM em que se comparou a estrutura das comunidades macroepibentônicas entre os locais de cada tipo de exposição, de cada praia e grau de hidrodinamismo amostrado são apresentados na tabela 10.

Estes testes permitiram detectar diferenças significativas ($P \leq 0.03$) entre os locais de todas as situações de exposição, praia e hidrodinamismo, excepto na situação de menor exposição do Burrinho. O valor de R mais elevado foi observado no Cabo de Sines ($R=1$). O valor mais elevado de percentagem de dissimilaridade média entre locais (60.97%), foi observado na situação de maior exposição do Burrinho e o mais baixo (46.93%), foi observado na situação de menor exposição dos Nascedios.

As análises SIMPER indicaram que os principais taxa responsáveis pelas dissimilaridades encontradas entre locais foram:

- ★ no Cabo de Sines – *M. galloprovincialis*, *P. cartilagineum*, "Lithothamnium" e *C. officinalis*;
- ★ no Burrinho – *C. officinalis*, *C. tamariscifolia*, *A. armata* e *H. scoparia*;
- ★ na situação de maior exposição dos Nascedios – *C. tamariscifolia*, *C. officinalis*, *Sphacelaria* sp. e *D. dichotoma*;
- ★ na situação de menor exposição dos Nascedios – *C. officinalis*, *Ulva* sp., *Sphacelaria* sp. e *L. pennatifida*.

Nível Inferior



Legenda: ● Cabo de Sines; ● Cabo Sardão; ● Burrinho; ● Nascedios; + Mais Exposto; - Menos Exposto.

Figura 8 - Ordenação bidimensional de MDS da percentagem de cobertura dos *taxa* observados, por réplica em cada local (a) e por média das réplicas de cada local (b), no nível inferior, em 50x50cm, em diferentes situações de hidrodinamismo.

Tabela 10

Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Local: relativo à variação da percentagem de cobertura dos taxa observados no nível inferior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre locais e principais taxa responsáveis por essa dissimilaridade).

			R	P	Dissimilaridade média (%)	Principais taxa responsáveis pelas diferenças encontradas entre locais
+H	Si	-Ex S vs N	1	*	54,84	<i>M. galloprovincialis</i> , <i>P. cartilagineum</i> , "Lithothamnium", <i>C. officinalis</i>
		+Ex S vs N	0,75	*	60,97	<i>C. officinalis</i> , <i>C. tamariscifolia</i> , <i>A. armata</i> , <i>H. scoparia</i>
	Bu	-Ex S vs N	0,17	n.s.	38,94	-
-H	Na	+Ex S vs N	0,62	*	57,29	<i>C. tamariscifolia</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>Sphacelaria</i> sp., <i>D. dichotoma</i> , <i>G. acicularis</i> , <i>L. hibrida</i> , <i>C. ustulatus</i> , <i>L. difformis</i>
		-Ex S vs N	0,63	*	46,93	<i>C. officinalis</i> , <i>Ulva</i> sp. <i>Sphacelaria</i> sp., <i>L. pennatifida</i> , <i>A. armata</i> , <i>L. difformis</i> , <i>C. tamariscifolia</i> , <i>M. lichenoides</i>

Legenda: +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Burrinho; Na=Nascedios; +Ex=Mais Exposto; -Ex=Menos Exposto; S=Local Sul; N=Local Norte.

Varição entre Praias

A hipótese de ocorrência de variação na estrutura das comunidades macroepibentônicas entre as praias do Burrinho e dos Nascedios foi testada utilizando as técnicas ANOSIM e SIMPER. Os resultados são apresentados na tabela 11.

Os testes ANOSIM ao factor praia permitiram encontrar diferenças significativas ($P \leq 0.03$) em relação à percentagem de cobertura dos taxa observados, com valor de R e de dissimilaridade média de 0.86 e 51.41%, respectivamente.

Os principais taxa responsáveis por estas diferenças foram: *C. tamariscifolia* e *A. armata*. (mais abundantes no Nascedios), e *C. officinalis* e *H. scoparia* (mais abundantes no Burrinho).

Varição entre tipos de Exposição

Só foi possível testar a hipótese de ocorrerem diferenças entre tipos de exposição em relação à percentagem de cobertura dos taxa observados na situação de menos hidrodinamismo e o teste ANOSIM a este factor não permitiu encontrar diferenças significativas ($P > 0.03$) (tabela 12).

Tabela 11

Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Praia: relativo à variação da percentagem de cobertura dos taxa observados no nível inferior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre praias e principais taxa responsáveis por essa dissimilaridade).

	R	P	Dissimilaridade média (%)	Principais taxa responsáveis pelas diferenças encontradas entre praias
SiSa vs Bu	0,87	*	72,13	<i>P. cartilagineum</i> , <i>M. galloprovincialis</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>H. scoparia</i> , <i>L. difformis</i> , <i>J. rubens</i> , <i>Sphacelaria</i> sp., <i>M. lichenoides</i> , <i>P. pavonia</i> , <i>P. pollicipes</i>
SiSa vs Na	0,94	*	76,26	<i>P. cartilagineum</i> , <i>M. galloprovincialis</i> , <i>C. tamariscifolia</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>G. acicularis</i> , "Lithothamnia", <i>L. difformis</i> , <i>A. armata</i> , <i>L. pennatifida</i> , <i>Sphacelaria</i> sp., <i>M. lichenoides</i> , <i>L. hibrida</i> , <i>C. ustulatus</i>
Bu vs Na	0,86	*	51,41	<i>C. tamariscifolia</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>H. scoparia</i> , <i>A. armata</i> , <i>L. pennatifida</i> , <i>L. difformis</i> , <i>G. acicularis</i> , <i>Sphacelaria</i> sp., <i>C. ustulatus</i> , <i>P. cartilagineum</i> , <i>M. lichenoides</i> , "Lithothamnia", <i>C. verticillatus</i>

Legenda: Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Burrinho; Na=Nascedios.

Tabela 12

Testes ANOSIM e análises SIMPER ao factor Exposição: relativo à variação da percentagem de cobertura dos taxa observados no nível inferior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre tipos de exposição).

	R	P	Dissimilaridade média (%)
-H +Ex vs -Ex	0,01	n.s.	48,07

Legenda: -H=Menos Hidrodinamismo; +Ex=Mais Exposto; -Ex=Menos Exposto.

Variação entre graus de Hidrodinamismo

O teste ANOSIM detectou diferenças significativas ($P \leq 0.03$) em relação à variação da percentagem de cobertura de taxa, com R de 0.96 e dissimilaridade média de 74.2% (tabela 13). Os principais taxa responsáveis por esta dissimilaridade foram: *P. cartilagineum*, *M. galloprovincialis* e "Lithothamnia" (mais abundantes nas situações de maior hidrodinamismo) e *C. tamariscifolia*, *C. officinalis*, *L. difformis*, *G. acicularis* e *H. scoparia* (mais abundantes nas situações de menor hidrodinamismo).

Tabela 13

Testes ANOSIM e análise SIMPER ao factor Hidrodinamismo: relativo à variação da percentagem de cobertura dos taxa observados no nível inferior (*=diferenças significativas $P \leq 3\%$; n.s.=diferenças não significativas $P > 3\%$; dissimilaridade média entre graus de hidrodinamismo).

	R	P	Dissimilaridade média (%)	Principais taxa responsáveis pelas diferenças encontradas entre graus de hidrodinamismo
+H vs -H	0,96	*	74,2	<i>P. cartilagineum</i> , <i>M. galloprovincialis</i> , <i>C. tamariscifolia</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>L. difformis</i> , "Lithothamnia", <i>H. scoparia</i> , <i>G. acicularis</i> , <i>Ceramium</i> spp.

Legenda: +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo

3.3.3 – Análises de Variância

3.3.3.1 – Nível Superior

Percentagem de cobertura de taxa, grupos de taxa e rocha livre de organismos

A variação espacial da percentagem de cobertura média de rocha livre de organismos, *Chthamalus* spp., Algas Calcárias, Algas Encrustantes Moles, Algas Folhosas, por 50x50cm, considerados neste nível intertidal é apresentada na figura 9.

As variáveis mais abundantes foram a rocha livre de organismos e *Chthamalus* spp. com valores de percentagem de cobertura que variaram entre 13.1 e 60% no primeiro caso, e entre 27.3 e 73.8% no segundo. Os valores de abundância dos outros grupos considerados foram todos abaixo de 15%. No caso das Algas Calcárias a percentagem média de cobertura variou entre 0 e 7.9%, as Algas Encrustantes Moles registaram valores médios entre 1.8 e 12.8% e as Algas Folhosas entre 0 e 2.4%.

Os resultados das análises de variância e testes SNK efectuados aos dados de percentagem de cobertura destes taxa e grupos de taxa, com excepção de rocha livre, são apresentados na tabela 14.

A abundância de *Chthamalus* spp. apresentou interacções significativas ($P < 0.01$) entre os factores exposição e local ($ExXLo(HiXPr)$) e entre os factores hidrodinamismo e exposição ($HiXEx$) (tabela 14). Os testes SNK permitiram detectar menor abundância de *Chthamalus* spp. na situação de mais exposição num local do Cabos de Sines e num local do Cabo Sardão, sendo esta abundância igual nas restantes situações.

Para além da variabilidade à escala do local (interacção $Ex(HiXPrXLo)$) os testes SNK permitiram encontrar, relativamente à interacção $HiXEx$ uma menor abundância de *Chthamalus* spp. nas situações de:

- ★ maior hidrodinamismo, nos dois tipos exposição;
- ★ maior exposição na situação de mais hidrodinamismo.

Não foram encontradas diferenças à escala da praia.

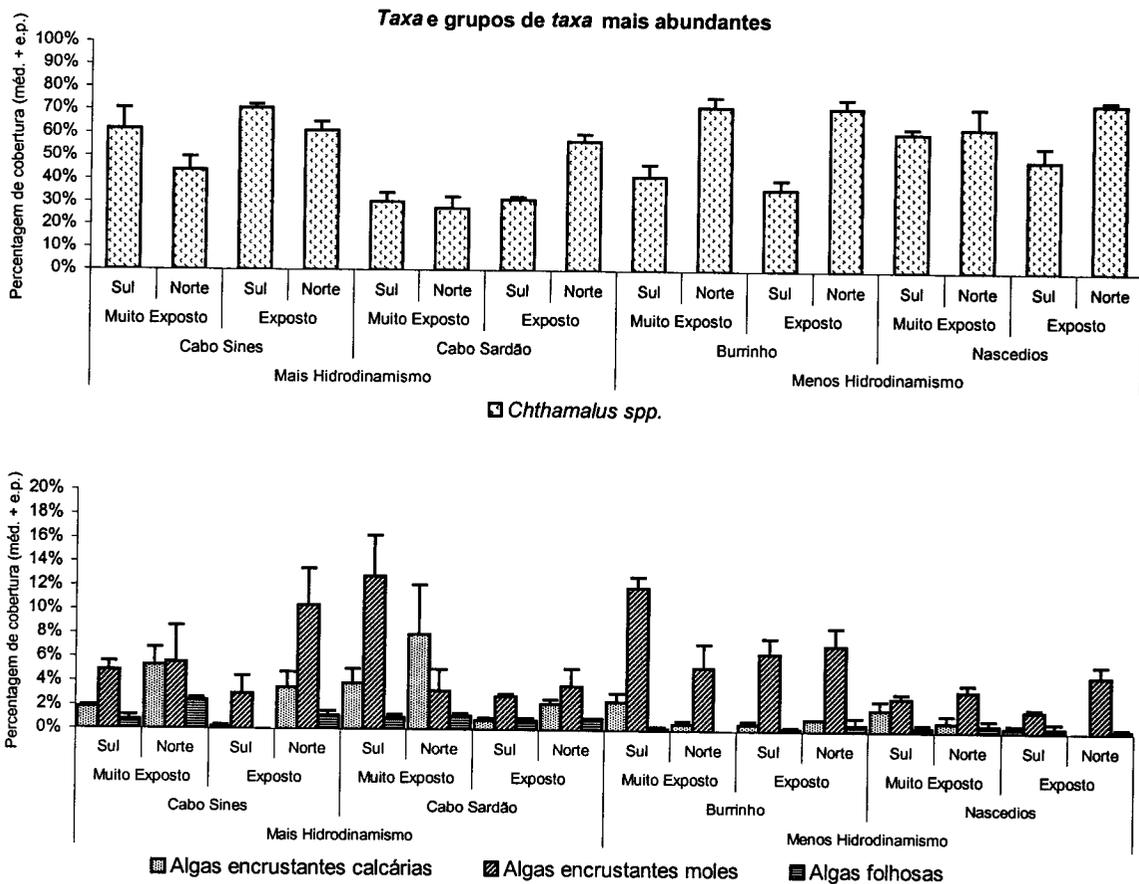


Figura 9 – Variação espacial da percentagem de cobertura média (\pm erro padrão) de taxa e grupos de taxa mais abundantes (incluindo rocha livre), em 50x50cm, no nível superior, em diferentes situações de hidrodinamismo (escalas diferentes nos eixos das ordenadas de ambos os gráficos).

Na análise de variância efectuada às Algas Calcárias (tabela 14) não foi possível obter a homogeneidade das variâncias após várias tentativas de transformação dos dados, através do teste Cochran ($P \leq 0.05$). No entanto, os resultados desta análise foram tidos em conta pois, segundo Underwood (1997), em análises com um elevado número de tratamentos ($a \geq 5$; 16 no presente caso) e de réplicas ($n \geq 6$; 5 neste caso), a análise pode ser considerada válida, já que as probabilidades associadas com a distribuição de F não são muito afectadas pela violação deste pressuposto. Assim, foram encontradas diferenças significativas ($P \leq 0.05$) relativamente ao factor local, o que indicou variabilidade a pequena escala espacial, e diferenças significativas ($P \leq 0.05$) em relação ao tipo de exposição. O teste SNK mostrou que a abundância das Algas Calcárias foi maior nas situações de maior exposição. Não foram encontradas diferenças à escala da praia e do hidrodinamismo.

Tabela 21: Resultados das análises de variância e testes SNK efectuados à percentagem de cobertura, por 50x50cm, dos taxa e grupos de taxa considerados no nível superior.

Legenda: Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; Ex=Exposição; Lo=Local; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	<i>Chthamalus</i> spp.			Algas Encrustantes Calcárias			Algas Encrustantes Moles			Algas Folhosas			F versus
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	
Hi	1	0,22	0,79	0,4685	4,05	9,47	0,0914	0	0	0,9688	2,41	33	0,029	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	0,28	1,45	0,3365	0,43	0,49	0,6432	1,44	1,88	0,2656	0,07	0,02		Lo(HiXPr)
Ex	1	0,08	55,2		3,15	32,8	0,0291	0,34	0,81		0,22	1,25		ExXPr(Hi)
Lo(HiXPr)	4	0,2	16,4		0,87	6,44	0,0002	0,77	4,74		0,36	4,8	0,0019	RES
HiXEx	1	0,13	89,2	0,011	0,38	4	0,1834	0,05	0,13	0,7554	0,19	1,07	0,409	ExXPr(Hi)
ExXPr(Hi)	2	0	0,03	0,9689	0,1	0,43	0,6799	0,43	0,48	0,6527	0,18	11,1	0,0233	ExXLo(HiXPr)
ExXLo(HiXPr)	4	0,04	3,72	0,0088	0,23	1,68	0,1663	0,9	5,54	0,0007	0,02	0,22	0,9281	RES
RES	32	0,01			0,13			0,16			0,07			
TOT	39													
Transformação:		Nenhuma			ArcSin(%)			ArcSin(%)			ArcSin(%)			
Teste de Cochran:		C=0.200; P>0.05			C=0.302; P<0.01			C=0.178; P>0.05			C=0.164; P>0.05			
Testes SNK:		ExXLo(HiXPr)			Ex			ExXLo(HiXPr)			ExXPr(Hi)			
		<u>Ex(HiXPrXLo)</u>			+Ex > -Ex			<u>Ex(HiXPrXLo)</u>			<u>Ex(HiXPr)</u>			
		+H, Si, S: +Ex = -Ex						+H, Si, S: +Ex = -Ex			+H, Si: +Ex > -Ex			
		+H, Si, N: +Ex < -Ex						+H, Si, N: +Ex < -Ex			+H, Sa: +Ex = -Ex			
		+H, Sa, S: +Ex = -E						+H, Sa, S: +Ex > -E			-H, Bu: +Ex = -Ex			
		+H, Sa, N: +Ex < -Ex						+H, Sa, N: +Ex = -Ex			-H, Na: +Ex = -Ex			
		-H, Bu, S: +Ex = -Ex						-H, Bu, S: +Ex > -Ex						
		-H, Bu, N: +Ex = +Ex						-H, Bu, N: +Ex = +Ex			Hi			
		-H, Na, S: +Ex = -Ex						-H, Na, S: +Ex = -Ex			+H > -H			
		-H, Na, N: +Ex = -Ex						-H, Na, N: +Ex = -Ex						
		HiXEx												
		<u>Hi(Ex)</u>												
		+Ex: +H < -H												
		-Ex: +H < -H												
		<u>Ex(Hi)</u>												
		+H: +Ex < -Ex												
		-H: +Ex = -Ex												

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P \leq 0.05$); +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Praia do Burrinho; Na=Praia dos Nascedios; +Ex=Maiores Exposição; -Ex=Menor Exposição; S=Local Sul; N=Local Norte .

As Algas Encrustantes Moles apresentaram interações significativas ($P \leq 0.05$) (tabela 14) entre os factores exposição e local (*ExXLo(HiXPr)*), cujo padrão relativo ao factor exposição não apresentou diferenças na maioria das situações, com excepção de:

- ★ menor abundância num dos locais com mais exposição do Cabo de Sines;
- ★ maior abundância num dos locais com mais exposição do Cabo Sardão;
- ★ maior abundância num dos locais com mais exposição do Burrinho.

Relativamente ao factor local, foram encontradas diferenças significativas (interacção *ExXLo(HiXPr)*). Não foram encontradas diferenças à escala da praia e do hidrodinamismo.

A percentagem de cobertura de Algas Folhosas (tabela 14) apresentou uma interacção significativa ($P < 0.05$) entre os factores exposição e praia (*ExXPr(Hi)*) com diferenças em relação ao factor exposição apenas no Cabo de Sines, em que a abundância foi maior na situação de mais exposição. Foram também detectadas diferenças significativas ($P < 0.01$) em relação ao factor local indicando variabilidade a uma escala espacial pequena, e diferenças significativas ($P < 0.01$) em relação ao hidrodinamismo, sendo as algas folhosas mais abundantes onde há mais hidrodinamismo.

Número de Macroherbívoros

A variação espacial do número total médio de macroherbívoros, em 50x50cm, no nível superior, pode ser observada na figura 10. Este número variou entre 46.2 e 225.8 indivíduos por 50x50cm.

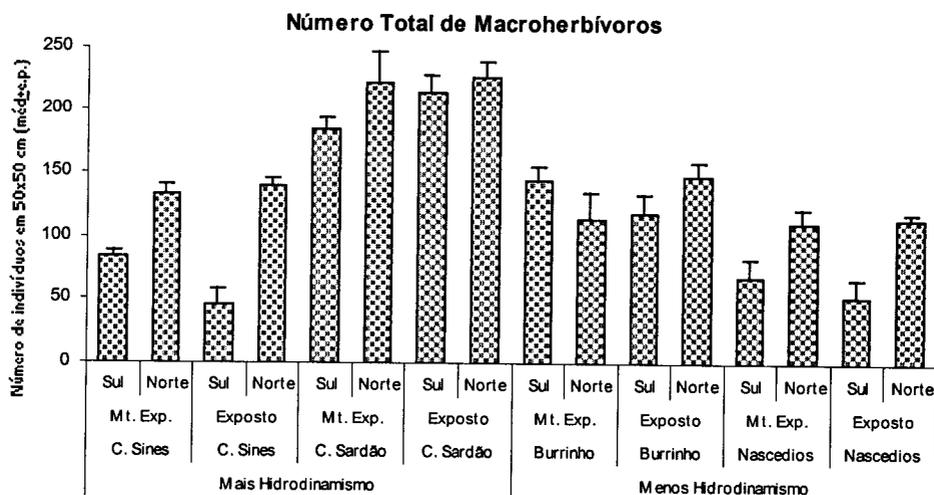


Figura 10 – Variação espacial do número total médio de macroherbívoros, em 50x50cm, no nível superior, em diferentes situações de hidrodinamismo.

A análise de variância efectuada ao número total de macroherbívoros permitiu detectar diferenças significativas à escala do local e da praia (tabela 15). Não foram detectadas diferenças em relação ao tipo de exposição e ao grau de hidrodinamismo.

Tabela 15: Resultados da análise de variância efectuada ao número total de macroherbívoros, por 50x50cm, no nível superior.

Legenda: Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; Ex=Exposição; Lo=Local; a **negrito**=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	Total de Macroherbívoros				F versus
		QM	F	P		
Hi	1	43851,61	0,62	0,5131	Pr(Hi)	
Pr(Hi)	2	70566,36	6,7	0,0529	Lo(HiXPr)	
Ex	1	1,5125	0	0,978	ExXPr(Hi)	
Lo(HiXPr)	4	10535,29	8,46	0	RES	
HiXEx	1	25,3125	0,02	0,9104	ExXPr(Hi)	
ExXPr(Hi)	2	1565,263	0,81	0,5084	ExXLo(HiXPr)	
ExXLo(HiXPr)	4	1944,188	1,56	0,1955	RES	
RES	32	1245,475				
TOT	39					
Transformação:		Nenhuma				
Teste de Cochran:		C=0.1504; P>0.05				

A variação espacial do número médio de indivíduos, por 50x50cm, das espécies mais abundantes de macroherbívoros observados no nível superior, foi apresentada e analisada na figura 5 da secção 3.3.2.1.

Na tabela 16 são apresentados os resultados das análises de variância efectuadas para testar a influência do hidrodinamismo e da exposição no padrão de variação das espécies mais abundantes, que foram as lapas: *Patella depressa*, *Patella rustica* e *Siphonaria pectinata*.

No caso das espécies *P. depressa* e *P. rustica*, foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0.05$) na abundância entre as praias no primeiro caso, e entre os locais, no segundo caso, não tendo sido possível diferenciar padrões de abundância ao nível dos factores exposição e hidrodinamismo (tabela 16).

No caso de *S. pectinata*, embora tenham sido detectadas diferenças significativas ($P \leq 0.05$) entre os locais (tabela 16), foi possível detectar interacções significativas entre o tipo de exposição e as praias (*ExXPr(Hi)*), e diferenças significativas ($P \leq 0.05$) entre os graus de hidrodinamismo (*Hi*). Relativamente ao tipo de exposição os padrões detectados para estas diferenças indicaram um maior número destas lapas na situação de menor exposição do Burrinho, sendo as outras situações iguais em cada praia. Relativamente ao factor hidrodinamismo o número de lapas é maior na situação de menor hidrodinamismo.

Tabela 16: Resultados das análises de variância e testes SNK efectuados ao número de macroherbívoros, por 50x50cm, dos *taxa* considerados no nível superior.

Legenda: Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; Ex=Exposição; Lo=Local; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	<i>Patella depressa</i>			<i>Patella rustica</i>			<i>Siphonaria pectinata</i>			F versus
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	
Hi	1	61	0,47	0,5645	118	11,1	0,0797	1575	34,4	0,0279	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	130	5,59	0,695	10,6	44	0,0019	45,8	0,41		Lo(HiXPr)
Ex	1	4,37	0,75	0,4789	2,36	1,32	0,3689	32,5	0,18		ExXPr(Hi)
Lo(HiXPr)	4	23,3	8,99	0	0,24	0,56	0,6934	111	2,59	0,0449	RES
HiXEx	1	0,31	0,05	0,8397	3,02	1,7	0,3223	49,6	0,27	0,6545	ExXPr(Hi)
ExXPr(Hi)	2	5,86	1,56	0,3154	1,78	2,35	0,2116	183	15,2	0,0136	ExXLo(HiXPr)
ExXLo(HiXPr)	4	3,76	1,45	0,2284	0,76	1,75	0,1494	12,1	0,28	0,8883	RES
RES	32	2,59			0,43			42,7			
TOT	39										
Transformação:		Sqrt(x+1)			Nenhuma			Nenhuma			
Teste de Cochran:		C=0.182; P>0.05			C=0.200; P>0.05			C=0.196; P>0.05			
Testes SNK:											
											ExXPr(Hi)
											Ex(HiXPr)
											+H, Si: +Ex = -E
											+H, Sa: +Ex = -E
											-H, Bu: +Ex < -E
											-H, Na: +Ex = -E
											HI
											+H < -H

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P < 0.05$); +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Praia do Burrinho; Na=Praia dos Nascedios; +Ex=Maior Exposição; -Ex=Menor Exposição.

3.3.3.2 – Nível Inferior

Percentagem de cobertura de taxa e grupos de taxa mais abundantes

A variação da percentagem média de cobertura, por 50x50cm, de Rocha livre de organismos, *Mytilus galloprovincialis*, Algas Calcárias, Algas Encrustantes Moles e Algas Folhosas, está representada na figura 11.

A percentagem de cobertura de rocha livre foi bastante mais baixa do que a observada no nível intertidal médio, tendo variado entre 0 e 4.4%.

O grupo mais abundante foi o de Algas folhosas, que variou entre 23.8 e 93.9%, com menor abundância observou-se o grupo de Algas calcárias, que variou entre 6.7 e 52.2% e em seguida *M. galloprovincialis*, cuja abundância variou entre 0.6 e 49,4% e foi observado apenas nas situações de mais hidrodinamismo. A abundância de Algas

encrustantes moles variou entre 0 e 12.2% e foram observadas apenas nas situações de menos hidrodinamismo.

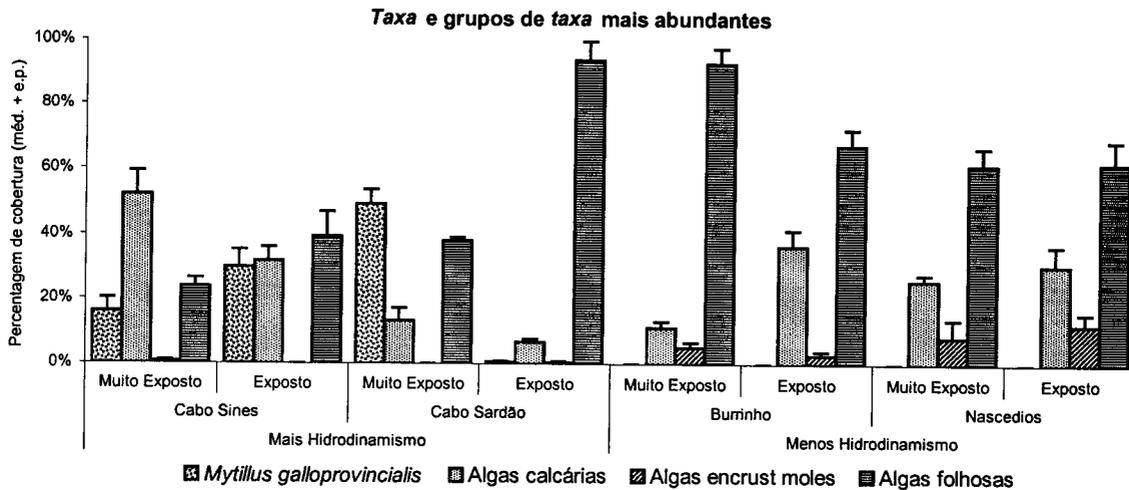


Figura 11 - Variação espacial da percentagem de cobertura média (\pm erro padrão) de taxa e grupos de taxa mais abundantes, em 50x50cm, no nível inferior, em diferentes situações de hidrodinamismo.

Os resultados das análises de variância e testes SNK efectuados aos dados de percentagem de cobertura destes taxa e grupos de taxa, são apresentados na tabela 17. Na análise de variância efectuada aos valores de percentagem de cobertura de *M. galloprovincialis* não foi possível obter a homogeneidade das variâncias ($P \leq 0.01$) após transformação, mas a análise foi considerada válida devido ao número de tratamentos (8) e réplicas (5) (Underwood, 1997). Assim, a abundância de *M. galloprovincialis* apresentou interacções significativas ($P \leq 0.05$) entre os factores exposição e praia ($Ex \times Pr(Hi)$), e diferenças significativas relativamente ao factor hidrodinamismo (Hi). Os testes SNK permitiram encontrar os seguintes padrões de variação relativamente ao tipo de exposição (tabela 17):

- ★ a percentagem de *M. galloprovincialis* foi menor na situação de mais exposição do Cabo de Sines e maior na mesma situação do Cabo Sardão;
- ★ nas situações de menos hidrodinamismo foi igual nos dois tipos de exposição de cada praia.

Relativamente ao factor hidrodinamismo o padrão detectado foi de maior abundância de *M. galloprovincialis* nas situações de maior hidrodinamismo.

Tabela 17: Resultados das análises de variância e testes SNK efectuados à percentagem de cobertura, por 50x50cm, dos taxa e grupos de taxa considerados no nível inferior.

Legenda: Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; Ex=Exposição; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	<i>Mytilus galloprovincialis</i>			Algas Encrustantes Calcárias			Algas Encrustantes Moles			Algas Folhosas			F versus
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	
Hi	1	57,9	112	0,0088	0	0	0,9997	14,7	18,9	0,049	0,49	1,3	0,3728	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	0,52	3,41		0,26	26,8		0,78	2,45	0,1023	0,38	27,3		RES
Ex	1	4,91	0,38		0	0,02		0,03	0,04	0,8638	0,14	0,95		ExXPr(Hi)
HiXEx	1	4,91	0,38	0,5998	0,2	5,36	0,1466	0,12	0,17	0,7212	0,57	4,02	0,1829	ExXPr(Hi)
ExXPr(Hi)	2	12,9	84,9	0	0,04	3,9	0,0305	0,7	2,22	0,1251	0,14	10,3	0,0004	RES
RES	32	0,15			0,01			0,32			0,01			
TOT	39													
Transformação:		ArcSin(%)			Nenhuma			ArcSin(%)			Nenhuma			
Teste de Cochran:		C=0.400; $P \leq 0.05$			C=0.321; $P > 0.05$			C=0.550; $P \leq 0.01$			C=0.271; $P > 0.05$			

Testes SNK:	ExXPr(Hi)	ExXPr(Hi)	Hi	ExXPr(Hi)
	Ex(HiXPr)	Ex(HiXPr)	+H < -H	Ex(HiXPr)
	+H, Si: +Ex < -Ex	+H, Si: +Ex > -Ex		+H, Si: +Ex < -Ex
	+H, Sa: +Ex > -E	+H, Sa: +Ex = -E		+H, Sa: +Ex < -E
	-H, Bu: +Ex = -Ex	-H, Bu: +Ex < -Ex		-H, Bu: +Ex > -Ex
	-H, Na: +Ex = -Ex	-H, Na: +Ex = -Ex		-H, Na: +Ex = -Ex
	Hi			
	+H > -H			

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P \leq 0.05$); +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Praia do Burrinho; Na=Praia dos Nascedios; +Ex=Maior Exposição; -Ex=Menor Exposição.

A abundância de Algas Calcárias apresentou interações significativas ($P \leq 0.05$) entre os factores exposição e praia (*ExXPr(Hi)*) (tabela 17). Os testes SNK permitiram encontrar os seguintes padrões de variação relativamente ao tipo de exposição:

- ★ nas situações de mais hidrodinamismo a percentagem de Algas Calcárias foi maior na situação de mais exposição do Cabo de Sines e igual entre os dois tipos de exposição no Cabo Sardão;
- ★ nas situações de menos hidrodinamismo foi menor na situação de mais exposição do Burrinho e igual entre os dois tipos de exposição dos Nascedios.

Não foram encontradas diferenças em relação ao factor hidrodinamismo.

Na análise de variância efectuada aos valores de percentagem de cobertura de Algas Encrustantes Moles não foi possível obter a homogeneidade das variâncias ($P \leq 0.05$) após transformação, mas a análise foi considerada válida devido ao número de tratamentos (8) e réplicas (5) considerados (Underwood, 1997). Estas algas foram

significativamente ($P \leq 0.05$) menos abundantes nas situações de mais hidrodinamismo (tabela 17). Não foram encontradas diferenças à escala da praia e da exposição.

A abundância de Algas Folhosas apresentou interações significativas ($P \leq 0.05$) entre os factores exposição e praia ($ExXPr(Hi)$). Os testes SNK permitiram encontrar os seguintes padrões de variação relativamente ao tipo de exposição:

- ★ nas situações de mais hidrodinamismo a percentagem de Algas Folhosas foi menor nas situações de mais exposição das duas praias;
- ★ nas situações de menos hidrodinamismo foi maior na situação de mais exposição do Burrinho e igual entre os dois tipos de exposição dos Nascedios.

Não foram encontradas diferenças em relação ao grau de hidrodinamismo.

3.4 – Discussão

Neste trabalho a estrutura das comunidades macroepibentónicas, dos níveis superior e inferior, foi analisada relativamente à abundância e à sua variação espacial em diferentes escalas: local (apenas no nível superior e apenas através de análise multivariada), praia, exposição e hidrodinamismo. Esta análise foi efectuada recorrendo a técnicas de análise multivariada e univariada.

3.4.1 – Número de taxa de algas e de animais

Relativamente ao grau de hidrodinamismo e ao tipo de exposição não foi possível determinar padrões de abundância das algas em ambos os níveis intertidais, tendo sido observadas diferenças a pequena escala espacial (local no nível superior e praia no nível inferior). No caso do número de taxa de animais, foram encontradas diferenças ao nível espacial do local e foi detectada maior abundância na situação de mais hidrodinamismo no nível superior. No nível inferior o número de taxa de animais também foi mais elevado na situação de maior hidrodinamismo.

A observação de maior diversidade de animais nas situações de maior hidrodinamismo contraria as observações efectuadas por Underwood (1981). Este autor refere precisamente o oposto, ou seja, uma maior diversidade de animais sésseis, nas regiões com menor hidrodinamismo em New South Wales, no entanto, também refere uma elevada variabilidade a pequenas escala espacial. Esta diferença de resultados pode dever-se a diferenças entre a intensidade do hidrodinamismo considerada por este autor

e a considerada no presente trabalho. Underwood (1981) efectuou observações da largura da zona de espuma provocada pelo rebentamento das ondas, através de fotografias tiradas em diferentes alturas do ano e diferentes estados de maré, a partir das quais elaborou uma escala de hidrodinamismo. Este tipo de escala dificulta a comparação com outros trabalhos devido à sua subjectividade.

A existência de maior diversidade de *taxa* de animais nas situações de maior hidrodinamismo pode dever-se a uma maior disponibilidade de alimento em suspensão devido à maior movimentação de água, o que favorece os animais filtradores. Vários autores referem que nas regiões com mais hidrodinamismo há tendência para a dominância de cracas de várias espécies e outros filtradores, como o mexilhão e o percebe, que aproveitam a grande movimentação de água para se alimentarem dos materiais em suspensão (ex.: Saldanha, 1974; Hawkins *et al.*, 1996).

Embora não tenha sido testado, foi observado um maior número de *taxa* de algas no nível inferior do que no superior, em todas as situações estudadas. Possivelmente, esta diferença deve-se ao facto de esta zona estar submersa durante mais tempo, estando menos sujeita à dessecação. A maior diversidade de algas no nível inferior também pode dever-se ao facto de existir uma menor diversidade e abundância de animais no nível inferior, que possam exercer herbivoria sobre estas algas como poderá acontecer no nível superior. Jernakoff (1985) observou uma maior diversidade de algas no nível mais baixo da zona intertidal em New South Wales (Austrália) e refere que esta se pode dever ao menor risco de dessecação ou à baixa actividade de herbivoria, que é maior em níveis intertidais superiores, diminuindo a diversidade das algas nestes níveis. A maior diversidade de algas no nível inferior pode tornar mais difícil aos animais, como lapas e troquídeos, de se fixarem devido à elevada cobertura de algas que reduz o espaço livre para fixação. Underwood (1981) observou uma elevada diversidade e abundância de algas no nível inferior da zona intertidal e uma reduzida diversidade e densidade de animais neste nível. Este autor sugere que a elevada cobertura de algas pode ser responsável por este padrão de distribuição, dificultando a fixação e o deslocamento dos animais.

Também foi observada maior diversidade de animais no nível superior do que no nível inferior, embora esta diferença não tenha sido testada. Esta diferença pode estar associada à maior diversidade de algas observada no nível inferior, impedindo a fixação e movimentação dos animais neste nível. No nível superior, onde a diversidade de algas é menor este efeito pode não se verificar. Tal como foi referido anteriormente esta

diferença já foi observada por outros autores (ex.: Underwood, 1981; Jernakoff, 1985). A acção dos herbívoros, como lapas, troquídeos e litorinídeos, tem vindo a ser referida por vários autores como factor limitante para a distribuição a abundância de algas em níveis superiores, contrariamente ao que acontece no nível inferior onde a fixação de propágulos destas algas e o maior período de imersão favorecem o seu crescimento e abundância, dificultando a fixação dos animais (ex.: Underwood, 1981; Jernakoff, 1985; Hawkins *et al.*, 1992; Chapman e Underwood, 1998; Menge e Branch, 2001; Boaventura *et al.*, 2002).

3.4.2 – Nível Superior

De uma forma geral este nível intertidal apresentou uma grande variabilidade nos padrões de abundância das comunidades macroepibentônicas à escala local, com excepção do número de macroherbívoros, que na maioria dos casos não apresentou diferenças entre os locais.

A variação a pequenas escalas espaciais, tem sido referida por muitos autores como uma característica importante dos padrões das comunidades bentônicas intertidais (Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1981; Jernakoff, 1985; Chapman e Underwood, 1998; Underwood e Chapman, 1998; Cruz *et al.*, 1999; Menconi *et al.*, 1999; Vaz, 1999). Estes autores sugerem que a variabilidade a pequena escala espacial pode dever-se a variações no substrato como a heterogeneidade e a inclinação, e à interacção entre estas variações e factores biológicos como a predação e a competição, ou a variações a pequena escala de fenómenos de recrutamento e mortalidade.

Relativamente à variação de percentagem de cobertura das comunidades macroepibentônicas à escala da praia, na maioria dos casos, não se registaram diferenças. O facto de não terem sido observadas diferenças entre as praias pode dever-se à variabilidade registada à escala do local. A variabilidade a uma escala espacial menor do que a da praia, pode ter feito com que só fosse possível detectar diferenças entre praias se estas fossem superiores às observadas localmente, o que não aconteceu.

Relativamente ao tipo de exposição foram encontradas diferenças na abundância das comunidades macroepibentônicas, na maioria dos casos, e em alguns deles esta variação foi observada consoante o local, o que significa que a abundância destas comunidades em diferentes tipos de exposição varia localmente. Tal como já foi referido, estas variações podem dever-se a vários factores físicos (ex.: heterogeneidade do

substrato, variações de temperatura) ou biológicos (ex.: competição, herbivoria), ou à interacção entre eles.

Em relação ao grau de hidrodinamismo foram observadas diferenças na abundância das comunidades macroepibentônicas, na maioria dos casos.

As análises multivariadas permitiram detectar diferenças entre os dois graus de hidrodinamismo, relativamente à abundância de *Chthamalus montagui* (mais abundante na situação de menor hidrodinamismo) e de *Mytilus galloprovincialis*, *Chthamalus stellatus* e *Ralfsia* sp. (mais abundantes na situação e maior hidrodinamismo). Nas análises multivariadas efectuadas ao número de macroherbívoros as diferenças entre graus de hidrodinamismo deveram-se a diferenças de abundância de *P. depressa* e *P. rustica* (mais abundantes na situação de mais hidrodinamismo), e *S. pectinata* e *L. saxatilis* (na situação de menos hidrodinamismo).

As análises univariadas permitiram detectar menor abundância de *Chthamalus* spp. e *Siphonaria pectinata*, na situação de menor hidrodinamismo e maior abundância de Algas folhosas, na situação de maior hidrodinamismo.

Como já foi referido, alguns autores observaram uma maior abundância de animais sésseis filtradores, como as cracas e os mexilhões, em situações de maior hidrodinamismo onde a movimentação de água é maior, a disponibilidade de alimento em suspensão também e onde o facto de estarem fixos ao substrato lhes confere uma maior resistência à força das ondas (Saldanha, 1974; Underwood, 1981; Hawkins *et al.*, 1992; Raffaelli e Hawkins, 1996; Menge e Branch, 2001). No entanto, apenas as espécies *C. stellatus* e *M. galloprovincialis* apresentaram maior abundância na situação de maior hidrodinamismo. Saldanha (1974) também observou maior abundância destas duas espécies em situações de maior hidrodinamismo na costa da Arrábida, no entanto este autor não refere a presença de *C. montagui* nessa costa.

Os padrões observados relativamente às duas espécies de cracas observadas (*C. montagui* e *C. stellatus*), são concordantes com as observações efectuadas por Sousa *et al.* (2000), nesta costa, em praias situadas em cabos e fora destes, e onde foi encontrado o mesmo padrão de abundância para estas espécies. Este autor refere ainda que os indivíduos da espécie *C. montagui* apresentaram maior tamanho nas situações de maior hidrodinamismo. O padrão de abundância desta espécie pode estar relacionado com o assentamento e a mortalidade após o assentamento (Sousa *et al.*, 2000). Este autor sugere que a menor abundância de indivíduos, em zonas com mais hidrodinamismo, pode dever-se a um menor assentamento larvar, relativamente às zonas com menos hidrodinamismo onde, por sua vez, existirá uma maior mortalidade após o assentamento.

É possível que a maior disponibilidade alimentar para estes organismos se traduza relativamente a *C. montagui* num crescimento mais acentuado e não numa maior abundância.

As espécies de lapas *Patella depressa* e *Patella rustica* apresentaram maior abundância nas situações de maior hidrodinamismo, na análise multivariada, embora não tenham apresentado diferenças significativas na análise de variância deste factor.

Sousa (2002) num estudo sobre abundância de lapas, efectuado na costa alentejana, em praias situadas em cabos e fora destes, observou que os indivíduos de tamanho médio (e os mais abundantes) de *P. depressa* foram mais abundantes nas praias com mais hidrodinamismo.

Esta autora não observou diferenças na abundância de *P. rustica* relativamente ao grau de hidrodinamismo, mas refere que esta espécie se distribui preferencialmente em superfícies verticais, que no entanto, não foram amostradas no seu trabalho. No presente trabalho as superfícies amostradas tiveram sempre mais de 45° e esta espécie revelou ser a segunda mais abundante no nível superior das situações com mais hidrodinamismo. Por outro lado, Fisher-Piette (1959) num trabalho efectuado na costa sul de Portugal, também observou maior abundância de *P. rustica* em zonas mais expostas à ondulação.

A menor abundância de *Siphonaria pectinata* nas situações de menor hidrodinamismo pode dever-se a uma menor capacidade desta espécie para aderir ao substrato. Ocaña (1996) refere que os indivíduos desta espécie são pouco resistentes à força das ondas, apresentando reduzida aderibilidade à rocha. Relativamente à maior abundância de *Littorina saxatilis* nas situações de menor hidrodinamismo, poderá dever-se ao factor desta espécie apresentar também uma menor capacidade para aderir ao substrato.

Embora as espécies mais abundantes de macroherbívoros tenham apresentado algumas diferenças de abundância entre os graus de hidrodinamismo, o número total de macroherbívoros (lapas, troquídeos, litorínídeos e quítones) variou apenas entre praias e locais. Provavelmente, não foram observadas diferenças de abundância entre graus de hidrodinamismo devido a umas espécies serem mais abundantes numa situação de hidrodinamismo e outras espécies serem mais abundantes na outra situação, tal como se verificou para as espécies mais abundantes de lapas.

Alguns autores referem a observação de Algas calcárias em situações com hidrodinamismo elevado (ex.: Hawkins *et al.*, 1992; Raffaelli e Hawkins, 1996), no entanto, não foram detectadas diferenças na abundância destas algas à escala deste factor, no nível superior.

Embora não tenham sido encontradas diferenças de abundância no conjunto das algas encrustantes moles, a alga encrustante mole *Ralfsia* sp. revelou ser mais abundante nas situações de maior hidrodinamismo, através da análise multivariada. Esta maior abundância desta espécie, no nível superior, sugere uma maior resistência à dessecação que é minimizada nas situações de hidrodinamismo mais forte, devido às ondas atingirem níveis mais elevados da zona intertidal. Por outro lado, a maior movimentação de água com nutrientes em suspensão, existente nestas situações e a menor actividade alimentar dos herbívoros devido à força das ondas, também pode favorecer a maior abundância desta alga (Underwood e Jernakoff, 1984).

A maior abundância de Algas folhosas, observada na situação de maior hidrodinamismo pode dever-se ao facto de nesta situação, o efeito da dessecação ser menos limitante para estas algas já que as ondas chegam a níveis mais elevados da zona intertidal, e por outro lado, por existir uma maior movimentação de água com nutrientes em suspensão. Este mesmo padrão de abundância foi observado por Underwood e Jernakoff (1984) num trabalho em que foi estudado o efeito de vários factores, como o hidrodinamismo, na abundância das comunidades de algas nas costas da Austrália (New South Wales). Estes autores observaram maior abundância de algas folhosas onde o hidrodinamismo era maior e referem que este efeito é mais acentuado nas estações mais quentes devido ao efeito das ondas, que atingem zonas mais elevadas, diminuindo o efeito da dessecação e aumentando a colonização e o crescimento destas algas. Outra causa indirecta para esta maior abundância pode estar relacionada com a diminuição da actividade alimentar dos herbívoros devido à forte acção das ondas (Underwood e Jernakoff, 1984).

3.4.3 – Nível Inferior

Neste nível intertidal não foi possível amostrar três locais devido às más condições de agitação marítima nas praias situadas em cabos (um local na situação de maior exposição do Cabo de Sines, um local na situação de maior exposição do Cabo Sardão e um local na situação de menor exposição do Cabo Sardão). Assim, a análise à escala espacial do local só foi possível através de análise multivariada e apenas nas situações em que foram amostrados dois locais.

De uma forma geral, o nível inferior apresentou uma grande variabilidade nos padrões de abundância das comunidades macroepibentônicas à escala local, sendo observadas

diferenças entre locais na maioria das situações. Também neste nível intertidal a variabilidade a pequena escala espacial revelou ser uma característica importante, como havia sido observado no nível superior e também em trabalhos de outros autores (Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1984; Jernakoff, 1985; Chapman e Underwood, 1998; Underwood e Chapman, 1998; Cruz *et al.*, 1999; Menconi *et al.*, 1999; Vaz, 1999).

Relativamente à variação das comunidades macroepibentônicas à escala da praia e do tipo de exposição, na maioria dos casos foram observadas diferenças.

Na análise multivariada só foram comparadas as praias e as situações de exposição com menor hidrodinamismo, que apresentaram diferenças na abundância das comunidades macroepibentônicas à escala da praia mas foram iguais nos dois tipos de exposição.

A variabilidade entre praias e tipos de exposição, observada através das análises de variância pode dever-se ao facto de apenas ter sido considerado um local em cada praia e tipo de exposição, não tendo sido possível analisar a variabilidade dentro destas escalas espaciais. Tendo sido observada variabilidade à escala do local através da análise multivariada, é provável que esta variabilidade seja a origem das diferenças observadas entre as praias e os tipos de exposição. Tal como foi referido anteriormente quando existe uma grande variabilidade a pequena escala espacial (local) a comparação a uma escala espacial maior (praia e tipo de exposição) só é possível com replicação apropriada a menor escala (Underwood e Chapman, 1998).

Em relação ao grau de hidrodinamismo foram observadas diferenças na abundância das comunidades macroepibentônicas, na maioria dos casos.

As análises multivariadas permitiram observar diferenças entre os dois graus de hidrodinamismo, relativamente à abundância de *Plocamium cartilagineum*, *Mytilus galloprovincialis*, "Lithothamnia" e *Ceramium* spp., mais abundantes na situação de maior hidrodinamismo, e *Cystoseira tamariscifolia*, *Corallina officinalis*, *Leathesia difformis*, *Halopteris scoparia* e *Gigartina acicularis*, mais abundantes na situação de menor hidrodinamismo.

As plantas de *P. cartilagineum* observadas nas situações de maior hidrodinamismo apresentavam um tamanho reduzido, contrariamente às plantas da mesma espécie observadas em situações de menor hidrodinamismo, cujo tamanho era maior (observação pessoal). As espécies de algas mais abundantes na situação de menor hidrodinamismo, possivelmente, devido ao maior tamanho (*C. tamariscifolia*) ou a uma estrutura mais frágil (*L. difformis*, *H. scoparia* e *G. acicularis*), terão menor capacidade

para suportar o embate das ondas. Alguns autores referem a presença de algas com tamanho reduzido formando pequenos tufos, nas situações de maior hidrodinamismo, o que lhes confere maior capacidade de resistir à forte ondulação, referindo também maior abundância de algas calcárias encrustantes, nessas situações (ex.: Hawkins *et al.*, 1992; Raffaelli e Hawkins, 1996).

As análises de variância ao factor hidrodinamismo permitiram detectar maior abundância de *M. galloprovincialis* e menor abundância de Algas encrustantes moles na situação de hidrodinamismo mais forte, não tendo sido observadas diferenças de abundância de Algas Calcárias e de Algas folhosas, à escala deste factor.

A maior abundância de *M. galloprovincialis* na situação de maior hidrodinamismo também foi observada no nível superior. Esta espécie tem sido referida como abundante nestas situações, devido à sua capacidade de fixação e ao facto de, sendo uma espécie filtradora, beneficiar da maior movimentação de água e materiais em suspensão nestas zonas (Lewis, 1964; Hawkins *et al.*, 1992; Raffaelli e Hawkins, 1996; Menge e Branch, 2001). Cruz (2000) num estudo sobre *P. pollicipes* efectuado na costa alentejana, em zonas de cabos, refere que esta espécie, está restringida a locais com elevado hidrodinamismo e aparece muitas vezes associada a *M. galloprovincialis*. No presente trabalho também foram observados indivíduos da espécie *Pollicipes pollicipes* nas situações com maior hidrodinamismo, embora com valores de abundância relativamente baixos.

Embora não tenham sido detectadas diferenças na abundância de Algas calcárias através da análise de variância, neste nível intertidal, é possível que isso se tenha devido à elevada variabilidade a menor escala (praia e tipo de exposição). Por outro lado, também se pode dever ao facto, de terem sido observados diferentes *taxa* pertencentes ao grupo das Algas calcárias, mais abundantes em cada grau de hidrodinamismo (“*Lithothamnia*” mais abundante nas situações de maior hidrodinamismo e *C. officinalis* mais abundante na situação de menor hidrodinamismo) que, ao serem analisados em conjunto, não possibilitaram a detecção de diferenças.

O facto de ter sido observada menor abundância de Algas encrustantes moles na situação de hidrodinamismo mais forte, no nível inferior, contraria as observações efectuadas no nível superior relativamente a este grupo de algas. No entanto, a quase totalidade da abundância destas, no nível inferior, deveu-se ao *taxa Sphacelaria spp.*,

que foi observado apenas nas situações de menor hidrodinamismo. Este taxa foi observado por Saúde (2000) num trabalho efectuado na costa alentejana, em praias com hidrodinamismo moderado, tendo apresentado forte sazonalidade, com valores de abundância mais elevados no Verão, altura em que também decorreu o presente estudo.

Relativamente às Algas folhosas não foram observadas diferenças entre os graus de hidrodinamismo, neste nível intertidal. O facto de existirem espécies mais abundantes na situação de maior hidrodinamismo e outras mais abundantes na situação de menor hidrodinamismo (como foi observado pela análise multivariada) pode ter confundido a análise da abundância destas algas em conjunto.

O presente trabalho permitiu observar diferenças na estrutura de comunidades macroepibentônicas nos níveis intertidais superior e inferior, relativamente ao grau de hidrodinamismo. Relativamente ao tipo de exposição também foram observadas diferenças, mas na maioria dos casos estas variaram consoante o local e/ou a praia. Esta variabilidade em escalas espaciais pequenas revelou ser muito importante na estrutura destas comunidades.

Este trabalho não permitiu analisar a variabilidade à escala do local no nível intertidal inferior, em todas as praias e situações de exposição consideradas inicialmente, devido às difíceis condições marítimas que se encontraram nas praias situadas nos cabos. No entanto, no nível superior esta variabilidade a pequena escala espacial permitiu perceber que é nesta escala que as comunidades macroepibentônicas mais variam.

Em estudos futuros seria importante compreender melhor a variabilidade a pequena escala espacial também no nível inferior. Para isso deve ser estudado um maior número de locais em cada praia e também um maior número de praias, como é aconselhado por Underwood e Chapman (1998).

Por outro lado, este trabalho, tendo sido efectuado ao longo do Verão e sem replicação temporal, não permitiu perceber se existem variações dentro desta estação do ano ou se algumas das variações espaciais encontradas poderão estar confundidas com eventuais variações temporais, que ocorram ao longo desta estação do ano. Vários autores referem a existência de elevada variabilidade temporal dos padrões de distribuição e abundância das espécies intertidais (Underwood, 1981; Benedetti-Cecchi e Cinelli, 1997; Menconi *et al.*, 1999).

No entanto, os resultados obtidos, permitem perceber que o hidrodinamismo é um factor importante na estrutura das comunidades macrobenéticas intertidais de substrato rochoso, mas existem outros factores (ex.: natureza e heterogeneidade do substrato, temperatura, insolação, herbivoria, competição, dispersão larvar, mortalidade) a actuar a escalas espaciais menores que também são importantes. Em estudos futuros é importante determinar a importância destes factores e estudar a sua influência sobre a estrutura estas comunidades, em termos espaciais e temporais.

No entanto, sendo as zonas com elevado hidrodinamismo bastante difíceis de aceder, em particular no Inverno, quando as condições de agitação marítima são mais fortes, torna-se muito difícil a execução de qualquer trabalho de investigação, particularmente com a metodologia utilizada. As técnicas de amostragem por fotografia, utilizadas por alguns autores em zonas com elevado hidrodinamismo, embora possam levar a uma subamostragem das espécies menos abundantes, podem ser uma solução para este problema (Chapman e Underwood, 1998; Underwood e Chapman, 1998).

4 – Processo de Herbivoria na Estruturação de Comunidades Macrobenéticas de Substrato Rochoso do Nível Intertidal Superior em Diferentes Situações de Hidrodinamismo

4.1 - Introdução

Muitos são os trabalhos em diferentes partes do mundo, que têm demonstrado a importância dos herbívoros na estruturação das comunidades intertidais de substrato rochoso (Lubchenco, 1980; Underwood, 1981; Hawkins, 1981; Williams, 1993; Bulleri *et al.*, 2000; Boaventura *et al.*, 2002).

O estudo da importância de factores biológicos, como a herbivoria, a predação e a competição, teve início nos anos 60, com os trabalhos de Connell sobre os factores que afectavam os padrões de distribuição vertical das cracas (Connell, 1961 *in* Lubchenco, 1980). Desde então a demonstração experimental tem vindo a ser bastante utilizada no estudo dos factores biológicos (herbivoria, competição, predação) que afectam as comunidades destes sistemas intertidais (Schonbeck e Norton, 1978; Lubchenco, 1980; Hawkins e Hartnoll, 1985; Underwood, 1981; Underwood *et al.*, 1983; Underwood e Jernakoff, 1984; Underwood, 1985; Williams, 1993; Bulleri *et al.*, 2000; Boaventura *et al.*, 2002).

Lubchenco (1980) realçou a importância de experiências manipulativas para a compreensão dos padrões de distribuição das comunidades intertidais e observou experimentalmente que os padrões de zonação das macroalgas bentónicas de substrato rochoso intertidal, em Nova Inglaterra (EUA), são limitados inferiormente por factores biológicos como a herbivoria e a competição.

Hawkins (1981), em trabalhos realizados em Inglaterra, refere variações sazonais na colonização de áreas cobertas por cracas e onde foram excluídas as lapas. Este autor observou que as diatomáceas podem ser os colonizadores iniciais durante o Inverno, seguidas por algas efémeras como *Enteromorpha*, *Blidingia* e *Porphyra*, que, por sua vez, poderão ser substituídas por algas fucóides. No Verão, as algas fucóides podem crescer sobre as cracas, sem existirem estádios de colonização anteriores. No entanto, este autor realça o facto de existir uma variação anual destas sequências de colonização. Hawkins (1981) também registou diferenças qualitativas entre a colonização de áreas cobertas de cracas e áreas de rocha livre, após a remoção de herbívoros. Segundo este autor, as algas efémeras crescem e mantêm-se apenas sobre rocha livre, onde o subsequente

desenvolvimento das algas fucóides é lento. Nas áreas com cracas existiam menos espécies de algas efémeras e eram menos abundantes, sendo rapidamente substituídas por algas fucóides.

Este trabalho experimental de Hawkins (1981) foi criticado devido à falta de replicação, no entanto, em trabalhos experimentais devidamente replicados realizados posteriormente estes resultados foram confirmados (Hawkins *et al.*, 1992).

Na costa Australiana, Jernakoff (1983), estudou o efeito da herbivoria em áreas dominadas por cracas, através da remoção de herbívoros gastrópodes. Algum tempo após a remoção, algumas espécies de algas (p. ex: algas vermelhas como *Gelidium pusillum*) colonizaram e cresceram nessas áreas.

Noutro trabalho experimental de exclusão de herbívoros, realizado na costa Australiana de New South Wales, Underwood e Jernakoff (1984) obtiveram resultados consistentes com os de outros autores (p. ex.: Hawkins, 1981), relativamente à sequência de colonização das algas, que se iniciou com o aparecimento de diatomáceas, seguido do rápido crescimento de várias espécies efémeras, como *Ulva* sp. e *Enteromorpha* spp.. No entanto, não registaram o aparecimento das formas de crescimento mais lento e vida mais longa como as algas fucóides, relatadas noutros trabalhos (Hawkins, 1981). Segundo Connell (1972) e Sousa (1979) *in* Underwood e Jernakoff (1984), o desenvolvimento de uma comunidade de algas pode resultar de diferentes taxas e períodos de colonização das várias espécies que vivem em redor.

Estes trabalhos experimentais sobre a interacção entre herbívoros e algas, revelaram uma série de processos complexos que influenciam esta interacção (Underwood, 1981; Jernakoff, 1983; Underwood e Jernakoff, 1984). A partir de experiências de remoção de herbívoros, estes autores referem que o processo de herbivoria exercido pelos gastrópodes sobre as macroalgas folhosas da zona intertidal, logo após a sua fixação, revelou ser da maior importância na limitação superior da sua distribuição. Os factores físicos relacionados com o período de emersão (aumento da temperatura, dessecação, luz, etc.), embora de alguma importância, não impediram as algas de colonizar níveis superiores aos da sua normal distribuição (Underwood, 1981; Jernakoff, 1983; Underwood e Jernakoff, 1984). Os mesmos autores referem que, nestes casos, o efeito dos factores físicos fez-se sentir numa redução no crescimento das algas.

Em níveis inferiores, as algas conseguem crescer a uma taxa superior à taxa de herbivoria exercida pelos gastrópodes, ocupando espaço suficiente para os excluir, já que

estes herbívoros necessitam de algum substrato livre para se deslocarem enquanto se alimentam (Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1984).

Boaventura *et al.* (2002) estudaram o efeito da herbivoria na distribuição e composição da comunidade de algas do nível intertidal inferior, na costa do centro de Portugal e na costa sul do Reino Unido. Estes autores, observaram experimentalmente, através da remoção de herbívoros, que estes limitavam superiormente a distribuição das algas do nível inferior da zona intertidal rochosa. Os mesmos autores observaram diferenças entre as comunidades de algas dominantes, nas áreas de exclusão de herbívoros, nos dois países: em Portugal dominaram os tufos formados por algas vermelhas e no Reino Unido dominaram as algas castanhas de maiores dimensões.

Underwood e Jernakoff (1984) sugerem, que embora a herbivoria seja eficaz na limitação superior da distribuição das algas, diversos factores ambientais podem condicionar o seu efeito. Estes factores incluem a sazonalidade, o hidrodinamismo, a existência de poças e a chuva, e o seu efeito faz-se sentir no aumento da cobertura de algas folhosas em condições favoráveis ao seu crescimento (Underwood e Jernakoff, 1984). Estes autores referem que a cobertura de algas aumenta em áreas sujeitas a herbivoria, com o efeito crescente do hidrodinamismo, sugerindo que a colonização e o crescimento das algas possa ser aumentado pelo efeito das ondas que, com o aumento do hidrodinamismo, atingem zonas intertidais mais elevadas, diminuindo o efeito da dessecação, aumentando o recrutamento das algas e a disponibilidade de nutrientes. Outra explicação possível será o efeito indirecto pela diminuição da herbivoria, já que o hidrodinamismo pode tornar os gastrópodes menos activos ou eficientes do ponto de vista alimentar (Sze, 1980 e Menge, 1978a,b *in* Underwood e Jernakoff, 1984).

Estudos experimentais efectuados na Ilha de Man permitiram estudar a influência do gradiente de hidrodinamismo na alteração da dominância de algas do género *Fucus* em regiões mais abrigadas, para a dominância de lapas, cracas e mexilhão, em zonas sujeitas a maior hidrodinamismo, no nível médio da zona intertidal (Hawkins *et al.*, 1992). Nestes estudos, os autores observaram, que as algas eram impedidas de colonizar e crescer em quantidade neste nível intertidal, devido à herbivoria exercida por lapas do género *Patella* nas regiões com maior hidrodinamismo.

Segundo estes autores, trabalhos efectuados nas costas Britânicas permitiram observar que a estrutura das comunidades intertidais de costas com hidrodinamismo moderado, é intrinsecamente mais instável, em comparação com as comunidades de costas sujeitas a

maior ou menor hidrodinamismo existindo um equilíbrio dinâmico ao longo deste gradiente de hidrodinamismo.

Actualmente, é do consenso geral que os factores biológicos e, em particular, a herbivoria, é determinante na estruturação das comunidades intertidais e que os factores físicos, nomeadamente, o hidrodinamismo a que essas comunidades estão sujeitas, é também muito importante nessa estruturação e influencia directa e indirectamente os factores biológicos. Segundo Underwood (1985) a actividade de herbivoria determina o limite superior de distribuição das algas folhosas, do mesmo modo que estas limitam inferiormente a distribuição dos herbívoros. Esta interacção entre herbívoros e algas sofre a influência de factores físicos que provocam alterações nestes processos.

Tendo vindo a ser realizados trabalhos experimentais sobre estas interacções em muitas regiões do mundo, na costa portuguesa, estas questões são ainda muito pouco conhecidas.

Em 1996, foi iniciado um projecto de investigação (EUROROCK), desenvolvido em vários países costeiros da Europa, do qual fez parte Portugal, em que, entre outros estudos, foram realizadas experiências de exclusão de herbívoros, com o objectivo de investigar o papel destes organismos na abundância de algas e na estrutura das comunidades, no nível intertidal superior, de algumas costas europeias (Chelazzi, 1998). No entanto, os resultados obtidos neste trabalho, nomeadamente em Portugal, não se encontram ainda publicados.

Foi recentemente publicado o trabalho de Boaventura *et al.* (2002), referido anteriormente, que estuda o efeito da herbivoria na composição algal do nível intertidal inferior, na zona centro de Portugal e na costa sul do Reino Unido.

Na costa Alentejana, foi realizado um trabalho não publicado, sobre a influência da herbivoria na distribuição e abundância de algas e cracas no interior e exterior do Porto de Sines (Fernandes, 2001). Esta autora observou que embora a lapa da espécie *Patella depressa*, nas suas densidades naturais, tenha conseguido controlar a cobertura de algas, independentemente da presença ou não de *Melaraphe neritoides*, em densidades reduzidas ou na ausência deste litorínídeo, a cobertura de algas aumentou significativamente, nas áreas exteriores ao Porto de Sines.

No entanto, em Portugal, tanto nos estudos desenvolvidos no projecto EUROROCK, como no trabalho de Boaventura *et al.* (2002), não foi estudado o efeito da herbivoria e do hidrodinamismo em simultâneo sobre as comunidades macrobentónicas intertidais.

No capítulo 3 do presente trabalho foram observadas diferenças na estrutura destas comunidades à escala do hidrodinamismo, nomeadamente na abundância de algas folhosas e encrustantes moles do nível superior, que se observou ser maior nas situações com mais hidrodinamismo, o que poderá estar associado ao efeito da herbivoria.

Estando a costa alentejana sujeita a elevado hidrodinamismo e tendo sido observado o efeito desse factor nos padrões de variação da estrutura das comunidades macrobentônicas intertidais (capítulo 3), pretende-se neste trabalho testar a hipótese de que o hidrodinamismo e a herbivoria tenham influência na abundância de organismos macrobentônicos.

4.2 - Metodologia

4.2.1 – Metodologia Experimental

Para testar a hipótese de existirem efeitos da herbivoria e do hidrodinamismo, nas comunidades macrobentônicas, foi realizada uma experiência manipulativa no nível intertidal superior (definido na secção 3.2.1).

No estudo apresentado no capítulo 3 foi observado que este nível intertidal é dominado por cracas da espécie *Chthamalus montagui*, por lapas como *Patella depressa*, *Patella rustica* (mais abundante nas situações com mais hidrodinamismo) e *Siphonaria pectinata* (mais abundante nas situações com menos hidrodinamismo). No nível superior existem poucas algas, sendo a espécie *Ralfsia* sp. a mais abundantes, principalmente nas situações de maior hidrodinamismo.

Neste nível a densidade média de algas é bastante mais baixa do que a encontrada no nível inferior e a densidade de herbívoros é mais elevada. Por outro lado, vários autores referem que a herbivoria é determinante na limitação superior da distribuição das algas (ex.: Lubchenco, 1980; Underwood, 1980; Hawkins, 1981; Williams, 1993; Bulleri *et al*, 2000; Boaventura *et al.*, 2002). Por estas razões este estudo foi realizado no nível intertidal superior.

Nesta experiência foram considerados três factores: herbivoria, hidrodinamismo e praia.

Em relação ao factor herbivoria, foram considerados três tratamentos:

- exclusão total de herbívoros;

- controlo do método de exclusão;
- controlo natural.

As unidades experimentais consistiram em quadrados com 50cm de lado.

A exclusão de herbívoros foi feita através da instalação na rocha, de quadrados de rede metálica plastificada, aos quadrados de 1cm de lado. Esta rede foi colocada de modo a formar quadrados com 50 cm de lado, cerca de 5 cm de altura e 5 cm de base. Foram feitos furos na rocha com o auxílio de um berbequim pneumático onde foram colocadas buchas de plástico com 6 mm de diâmetro. A rede foi presa à rocha com cerca de 6 parafusos de inox (com anilhas de inox e de borracha) de cada lado e os cantos bem fechados com arame revestido a borracha. Nestas áreas foram removidos todos os macroerbívoros, com a ajuda de uma pinça e um canivete (este procedimento foi repetido quinzenalmente para a manutenção da exclusão).

O controlo à exclusão foi feito utilizando os quadrados de rede iguais aos das áreas de exclusão, mas neste caso foram feitas aberturas de cerca de 20cm em cada lado, de modo a permitir o deslocamento dos animais.

O controlo natural foi feito através da marcação de uma área quadrada com 50 cm de lado, recorrendo a dois parafusos e respectivas anilhas, colocados diagonalmente.

Em todas as áreas experimentais foi feita uma manutenção quinzenal da experiência, nomeadamente, pela remoção de macroherbívoros que tenham entrado nas áreas de exclusão e pela reparação das redes.

O segundo factor analisado foi o hidrodinamismo, tendo sido considerados dois graus de hidrodinamismo: maior (correspondente à localização em cabos) e menor (correspondente à localização fora de cabos). Este factor foi também utilizado no estudo apresentado no capítulo anterior, tendo então sido justificado o estudo destes graus de hidrodinamismo.

Em cada grau de hidrodinamismo foram consideradas duas praias: Cabo de Sines e Cabo Sardão (com maior hidrodinamismo) e Burrinho e Nascédios (com menor hidrodinamismo) (ver figura 1, secção 2).

Em cada praia, a experiência foi realizada numa área de cerca de 10 metros de extensão de linha de costa e a uma altura vertical relativa ao zero hidrográfico (determinada com recurso ao sistema hidráulico referido na secção 3.2.1), que variou consoante a praia:

- ≈ Cabo de Sines – entre os 2.47 e os 3.28 metros;
- ≈ Cabo Sardão – entre os 2.32 e os 3.15 metros;
- ≈ Burrinho – entre os 2.45 e os 2.81 metros;

⚡ Nascedios – entre os 1.60 e 2.44 metros.

Cada tipo de área experimental (exclusão, controlo da exclusão e controlo natural) foi replicada três vezes, tendo sido evitadas superfícies com inclinação inferior a 45° (pelas razões referidas em 3.2.1), frestas e poças de maré. Cada réplica foi identificada com uma etiqueta de plástico com um, dois ou três furos.

Esta experiência foi realizada entre Outubro de 1998 e Novembro de 1999. A instalação das experiências foi realizada com um desfasamento de aproximadamente duas semanas entre as praias com mais hidrodinamismo (Cabos de Sines e Sardão) e as praias com menos hidrodinamismo (Burrinho e Nascedios).

Após a instalação das redes foi efectuada uma estimativa da percentagem de cobertura dos *taxa* existentes em cada réplica de cada tratamento recorrendo a um quadrado de 50 cm de lado com 49 pontos de intersecção igualmente distribuídos, sendo registada a observação feita em cada ponto de intersecção e também dos *taxa* presentes mas não observados em nenhuma intersecção, aos quais foi atribuído um valor fixo de 1%.

A estimativa da percentagem de cobertura de macrobentos foi repetida um mês depois da instalação, quatro meses depois, 8 meses depois e 12 meses depois.

Sempre que não foi possível identificar no campo os exemplares observados (maioritariamente de algas), estes foram colhidos e identificados em laboratório com o auxílio de lupa binocular e microscópio, com base nos seguintes guias de identificação: Fisher-Piette (1935); Gayral (1958, 1966); Ebling *et al.* (1962); Ardré (1970, 1971); Dixon e Irvine (1977); Humm e Wicks (1980); Ibañez (1982); Fletcher (1987); Hiscock (1986, 1992); Burrows (1991); Cabioc'h *et al.* (1992); García *et al.* (1992); Maggs e Hommersand (1993); Irvine e Chamberlain (1994); Saldanha (1995).

4.2.2 - Tratamento Estatístico

4.2.2.1 – Análises de Variância

As variáveis consideradas nestas análises foram a percentagem de cobertura dos *taxa* e grupos de *taxa* mais abundantes, e também estudados anteriormente (capítulo 3): *Chthamalus* spp., Algas calcárias, Algas encrustantes moles e Algas folhosas. Estes

grupos resultam da soma das percentagens de cobertura dos *taxa* que os constituem e que são apresentados no anexo II.

Para testar a hipótese de ocorrência de variação na abundância destes *taxa* e grupos de *taxa* devido aos factores herbivoria, hidrodinamismo e praia foram efectuadas análises de variância (ANOVA), segundo Underwood (1996), utilizando o programa GMAV5 (Institute of Marine Ecology, University of Sydney).

As análises efectuadas têm três factores e a sua natureza e a relação entre eles é apresentada na tabela 18:

Tabela 18 – Modelo da Anova utilizada na análise da interacção entre os factores hidrodinamismo, herbivoria e praia na abundância de *Chthamalus* spp., Algas calcárias, Algas encrustantes moles e Algas folhosas. Número de réplicas (n)= 3.

Factor	Nº de Níveis	Características
1 – Herbivoria (He)	3: Exclusão, Controlo da Exclusão e Controlo Natural	Fixo e ortogonal
2 – Hidrodinamismo (Hi)	2: Mais Hidrodinamismo e Menos Hidrodinamismo	Fixo e ortogonal
3 – Praia (Pr)	2: Praias em Cabos e Praias fora de Cabos	Aleatório e aninhado em Hidrodinamismo

A homogeneidade das variâncias foi testada através do teste de Cochran (Winer *et al.*, 1991). Sempre que foram detectadas interacções significativas entre factores, não foi testado o efeito de cada factor de forma independente (Underwood, 1997). Quando foram encontradas diferenças significativas, os padrões dessas diferenças foram determinados através do teste de Student-Newman-Keuls (SNK) para comparações de médias (Underwood, 1997).

Com o objectivo de analisar os efeitos do factores herbivoria, hidrodinamismo e praia, em diferentes tempos após o início da experiência, foram realizadas cinco análises de variância, para cada variável, correspondentes às cinco datas monitorizadas (início da experiência–T0, 1 mês depois–T1, 4 meses depois–T4, 8 meses depois–T8 e 12 meses depois–T12).

4.3 – Resultados

A variação espacial de percentagem de cobertura, por 50x50cm, dos grupos de *taxa* considerados, em cada tempo de monitorização da experiência, pode ser observada na figura 11.

Processo de Herbivoria na Estruturação de Comunidades Macrobentônicas de Substrato Rochoso do Nível Intertidal Superior em Diferentes Situações de Hidrodinamismo

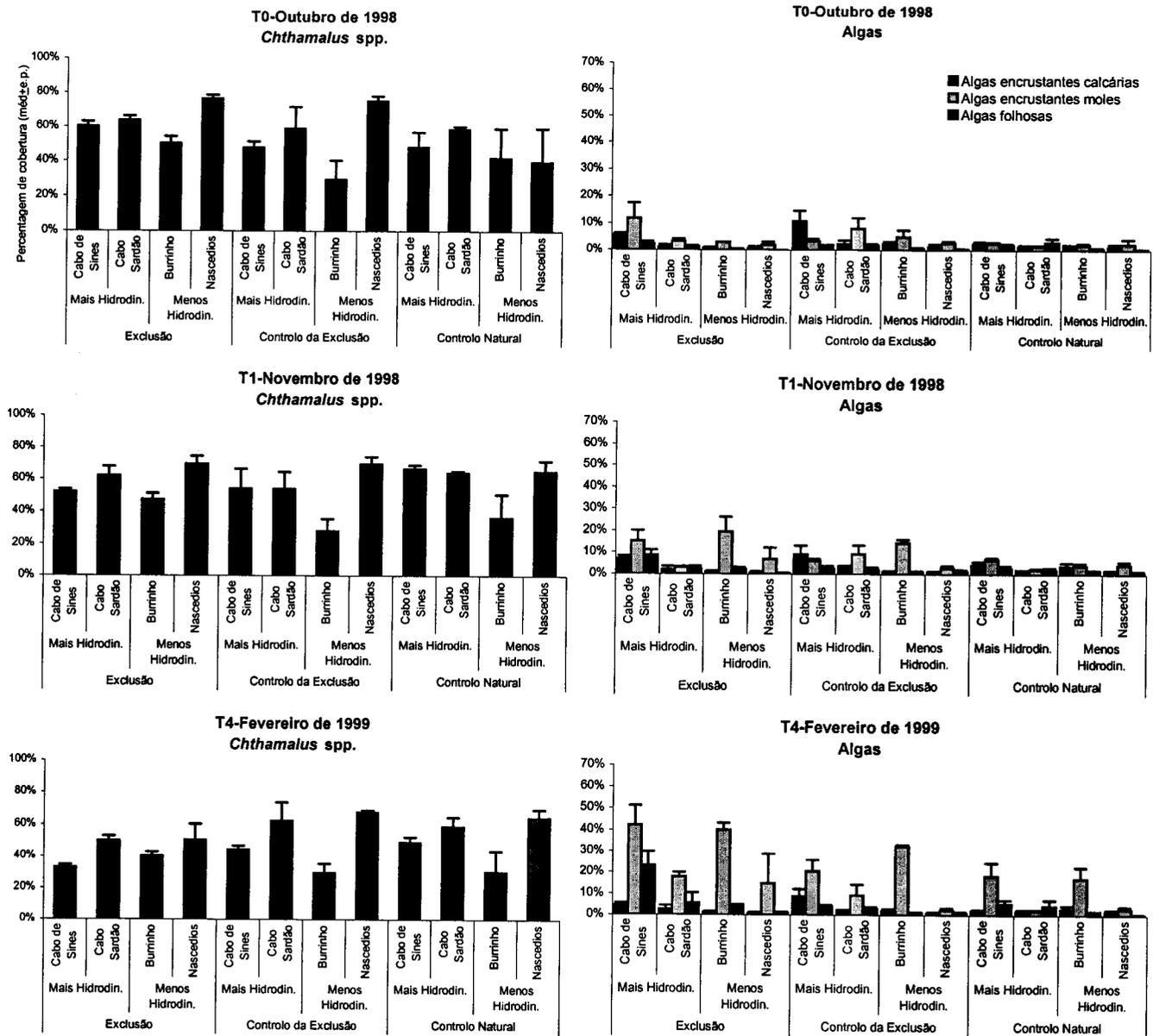
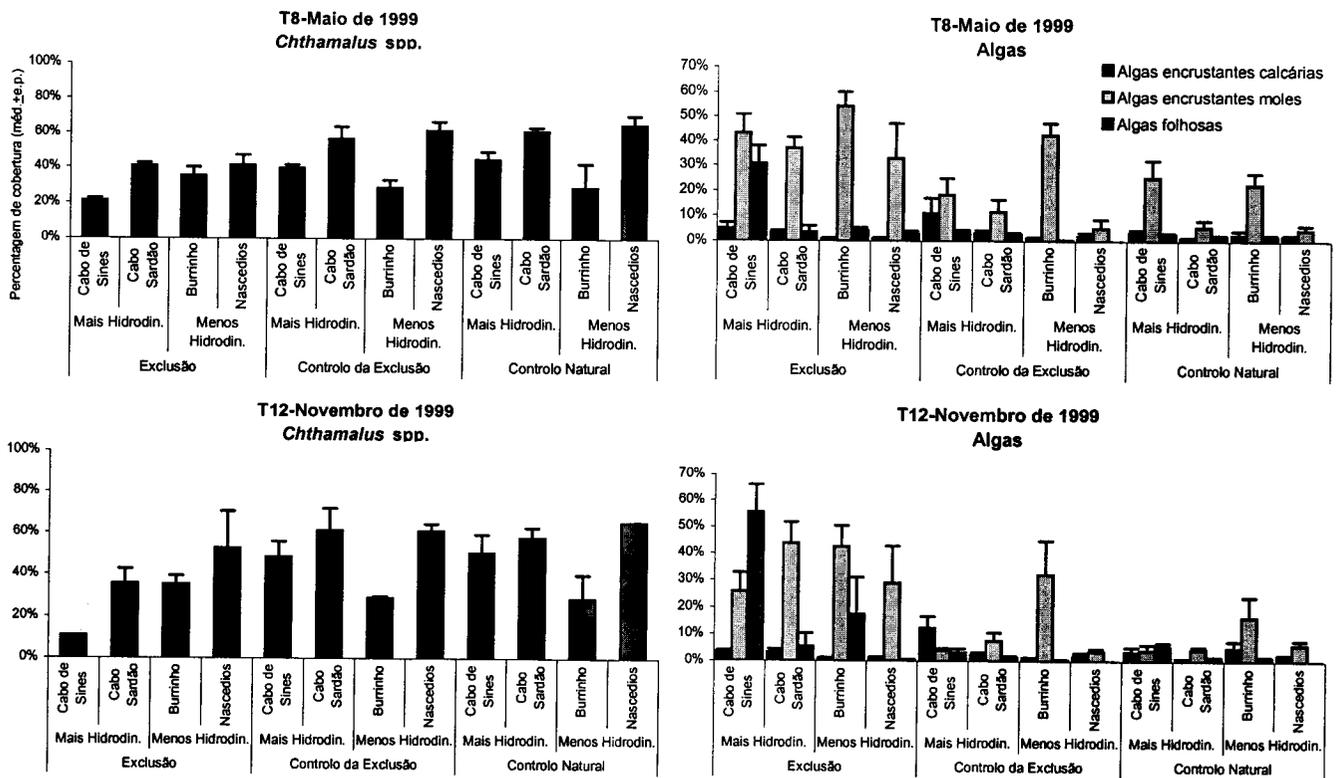


Figura 12 - Variação espacial da percentagem de cobertura média (\pm erro padrão) de taxa e grupos de taxa, em 50x50cm, no nível superior, considerados nos diferentes tratamentos de herbivoria e nos cinco tempos de monitorização, em diferentes situações de hidrodinamismo (escalas diferentes nos eixos das ordenadas de ambos os gráficos).



(Continuação da figura 11)

Na data de implantação da experiência (T0-Outubro de 98), a taxa mais abundante na maioria dos tratamentos foi *Chthamalus* spp. com valores médios de percentagem de cobertura entre 30% nas áreas de controlo da exclusão do Burrinho, e 77% nas áreas de exclusão dos Nascedios. Relativamente aos grupos de algas, as percentagens de cobertura observadas em T0 são baixas, correspondendo os valores mais elevados a Algas encrustantes moles nas áreas de exclusão do Cabo de Sines com 12% e a Algas calcárias nas áreas de controlo da exclusão com 11%. As Algas folhosas têm valores de percentagem de cobertura muito baixos em todas as áreas experimentais (entre 0 e 3%).

Os resultados das análises de variância em que foi testado o efeito dos factores herbivoria, hidrodinamismo e praia, sobre variação da percentagem de cobertura destes taxa e grupos de taxa, no início da experiência, são apresentados na tabela 19.

As percentagens de cobertura de *Chthamalus* spp. e Algas encrustantes moles apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0.05$) entre as praias, mas não foram observadas diferenças às escalas da herbivoria e do hidrodinamismo.

Não foram observadas diferenças na abundância de Algas encrustantes moles entre os tratamentos de herbivoria, os graus de hidrodinamismo ou entre as praias.

A percentagem de cobertura de Algas folhosas apresentou diferenças significativas ($P \leq 0.05$) relativamente ao factor hidrodinamismo, indicando existir uma influência deste factor sobre a sua abundância. Os padrões destas diferenças foram determinados através de testes SNK, que permitiram estabelecer que no início da experiência, as Algas folhosas foram mais abundantes nas praias sujeitas a maior hidrodinamismo. Não foram observadas diferenças entre tratamentos de herbivoria ou entre praias.

Tabela 19: Resultados das análises de variância e testes SNK efectuados à percentagem de cobertura, por 50x50cm, dos taxa e grupos de taxa considerados, no início da experiência.

To - Outubro de 1998														
Legenda: He=Herbivoria; Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).														
Origem da variação	GL	<i>Chthamalus</i> spp.			Algas Calcárias			Algas Encrustantes Moles			Algas Folhosas			<i>F versus</i>
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	
He	2	0,07	1,64	0,3012	0,48	3,04	0,1576	0,57	1,65	0,3	0,06	1,7	0,296	HeXPr(Hi)
Hi	1	0,01	0,1	0,7774	1,24	0,75	0,4773	0,89	4,34	0,1725	2,78	33	0,0286	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	0,14	4,9	0,0164	1,64	8,33	0,0018	0,21	0,98	0,3897	0,08	1	0,3672	RES
HeXHi	2	0,02	0,38	0,7072	0,27	1,72	0,2886	0,21	0,6	0,5922	0,02	0,7	0,5497	HeXPr(Hi)
HeXPr(Hi)	4	0,05	1,61	0,2047	0,16	0,81	0,5336	0,35	1,65	0,1946	0,04	0,4	0,779	RES
RES	24	0,03			0,2			0,21			0,08			
TOT	35													
Transformação:		Nenhuma			ArcSin(%)			ArcSin(%)			ArcSin(%)			
Teste de Cochran:		C=0.354; $P > 0.05$			C=0.175; $P > 0.05$			C=0.287; $P > 0.05$			C=0.198; $P > 0.05$			
Testes SNK:												Hi		
												+H > -H		

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P \leq 0.05$); +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo.

Um mês depois da implantação da experiência (T1-Novembro de 98) os valores médios de percentagem de cobertura de *Chthamalus* spp. variaram entre 28 e 69%. Os valores médios de percentagem de cobertura das Algas calcárias variaram entre 0 e 9%, os de Algas encrustantes moles variaram entre 2 e 20% e os de Algas folhosas entre 0 e 8% (figura 11).

Os resultados das análises de variância efectuadas aos dados de T1 (tabela 20) mostram que existiram diferenças significativas ($P \leq 0.05$) entre as praias na abundância de *Chthamalus* spp., Algas calcárias e Algas folhosas. Relativamente à abundância de

Chthamalus spp. e Algas folhosas não foram encontradas diferenças relativamente aos factores herbivoria e hidrodinamismo.

Na análise da percentagem de cobertura de Algas calcárias em T1 foi também detectada uma interacção significativa ($P \leq 0.05$) entre os factores herbivoria e hidrodinamismo (*HeXHi*) cujo teste SNK permitiu detectar os seguintes padrões (tabela 20):

- ★ na situação com mais hidrodinamismo a percentagem de cobertura de Algas calcárias é igual em todos os tratamentos de herbivoria;
- ★ na situação com menos hidrodinamismo não foi possível determinar qualquer padrão entre os tratamentos de herbivoria;
- ★ nas áreas de exclusão as Algas calcárias foram mais abundantes na situação com maior hidrodinamismo;
- ★ nas áreas de controlo da exclusão estas algas foram menos abundantes nas situações de maior hidrodinamismo;
- ★ nas áreas de controlo natural não houve diferenças na percentagem de cobertura destas algas entre os dois graus de hidrodinamismo.

Tabela 20: Resultados das análises de variância e testes SNK efectuados à percentagem de cobertura, por 50x50cm, dos taxa e grupos de taxa considerados, um mês depois do início da experiência.

T1 - Novembro de 1998

Legenda: He=Herbivoria; Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	<i>Chthamalus</i> spp.			Algas Calcárias			Algas Encrustantes Moles			Algas Folhosas			F versus
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	
He	2	0,02	1,51	0,3242	0,22	3,75		0,01	1,72		0	1,1	0,4116	HeXPr(Hi)
Hi	1	0,03	0,16	0,7288	2,53	2,83		0	0,13	0,756	0	2,5	0,257	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	0,21	12,4	0,0002	0,9	5,46	0,0111	0,02	6,32		0	4,2	0,0281	RES
HeXHi	2	0,02	1,81	0,2752	0,44	7,38	0,0455	0	0,19	0,8341	0	1,1	0,4136	HeXPr(Hi)
HeXPr(Hi)	4	0,01	0,62	0,6494	0,06	0,36	0,8329	0,01	2,84	0,0463	0	2,4	0,0771	RES
RES	24	0,02			0,16			0			0			
TOT	35													
Transformação:		Nenhuma			ArcSin(%)			Nenhuma			Nenhuma			
Teste de Cochran:		C=0.311; P>0.05			C=0.292; P>0.05			C=0.37; P>0.05			C=0.373; P>0.05			

Testes SNK:

He(Hi)

+H: Ex = CEx = C

-H: (p.n.d.)

Hi(He)

Ex: +H > -H

CEx: +H > -H

C: +H = -H

He(HiXPr)

+H, Si: Ex = CEx = C

+H, Sa: Ex = CEx = C

-H, Bu: Ex = CEx > C

-H, Na: Ex = CEx = C

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P < 0.05$); Ex=Tratamento de Exclusão; CEx=Tratamento de Controlo da Exclusão; C=Tratamento de Controlo; +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Praia do Burrinho; Na=Praia dos Nascedios; p.d.n.=Padrão não defenido.

A ANOVA efectuada à percentagem de cobertura de Algas encrustantes moles em T1 permitiu detectar uma interacção significativa ($P \leq 0.05$) entre os factores herbivoria e praia ($HeXPr(Hi)$). Os padrões detectados pelo teste SNK para esta interacção relativos ao factor herbivoria são os seguintes (tabela 20):

- ★ no Cabo de Sines, no Cabo Sardão e nos Nascedios as Algas encrustantes moles não apresentaram diferenças na percentagem de cobertura entre os tratamentos de herbivoria;
- ★ no Burrinho as áreas de exclusão e controlo da exclusão apresentaram igual abundância destas algas, que por sua vez foi maior do que nas áreas de controlo natural.

Não foram registadas diferenças entre os graus de hidrodinamismo relativamente à abundância de Algas encrustantes moles.

Quatro meses depois do início da experiência (T4-Fevereiro de 99) a percentagem média de *Chthamalus* spp. variou entre 29 e 69%. A percentagem de cobertura média de Algas calcárias variou entre 1 e 8%, a de Algas encrustantes moles variou entre 2 e 42% e a de Algas folhosas variou entre 0 e 23%. Neste tempo de monitorização foi observado um decréscimo generalizado da percentagem de cobertura média de *Chthamalus* spp., e um ligeiro aumento de Algas encrustantes moles e de Algas folhosas em particular nos tratamentos de exclusão (figura 11).

As análises de variância efectuadas à percentagem de cobertura dos taxa e grupos de taxa observados em T4 (tabela 21) detectaram diferenças significativas ($P \leq 0.05$) entre praias, relativamente a *Chthamalus* spp. e Algas folhosas. Estas variáveis não apresentaram diferenças de abundância à escala da herbivoria e do hidrodinamismo.

No caso da abundância de Algas encrustantes moles, as variâncias não foram consideradas homogéneas pelo teste de Cochran ($P \leq 0.05$). Segundo Underwood (1997), com um número de tratamentos superior a cinco e mais de seis réplicas, a violação deste pressuposto não afecta consideravelmente as probabilidades associadas com a distribuição de *F*. Neste caso, embora o número de tratamentos fosse 12, o número de réplicas foi de apenas três e por essa razão os resultados desta análise devem ser interpretados com alguma cautela, pois há maior probabilidade de cometer erros do tipo I (Underwood, 1997). No entanto, optou-se por realizar a análise e os respectivos testes de SNK para encontrar os padrões de variação. Assim, foram encontradas diferenças

significativas ($P \leq 0.05$) na abundância de Algas encrustantes moles entre as praias e entre os tratamentos de herbivoria. O teste SNK detectou como padrão para as diferenças entre tratamentos de herbivoria, uma maior percentagem de cobertura destas algas nos tratamentos de exclusão relativamente aos outros dois tipos de tratamentos que foram iguais. Esta variável não apresentou diferenças relativamente ao grau de hidrodinamismo.

As Algas calcárias não apresentaram diferenças de abundância relativamente a nenhum dos factores.

Tabela 21: Resultados das análises de variância e testes SNK efectuados à percentagem de cobertura, por 50x50cm, dos taxa e grupos de taxa considerados, quatro meses depois do início da experiência.

T4 - Fevereiro de 1999

Legenda: He=Herbivoria; Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	<i>Chthamalus</i> spp.			Algas Calcárias			Algas Encrustantes Moles			Algas Folhosas			F versus
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	
He	2	0,02	1,18	0,3948	0,15	1,39	0,3484	4,64	14,1	0,0155	1,47	2,4	0,2087	HeXPr(Hi)
Hi	1	0	0,03	0,8845	1,71	3,47	0,2033	0,19	0,02	0,912	5,26	3,6	0,1986	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	0,22	16,4	0	0,49	2,96	0,0709	12,4	21,9	0	1,46	6,2	0,0069	RES
HeXHi	2	0,01	0,54	0,6203	0,39	3,51	0,1319	0,18	0,54	0,6213	0,19	0,3	0,7482	HeXPr(Hi)
HeXPr(Hi)	4	0,02	1,37	0,2754	0,11	0,66	0,6246	0,33	0,58	0,6792	0,61	2,6	0,0624	RES
RES	24	0,01			0,17			0,57			0,24			
TOT	35													
Transformação:		Nenhuma			ArcSin(%)			ArcSin(%)			ArcSin(%)			
Teste de Cochran:		C=0.336; P>0.05			C=0.201; P>0.05			C=0.496; P≤0.05			C=0.326; P>0.05			
Testes SNK:														
		He												
		Ex > CEx = C												

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P < 0.05$); Ex=Tratamento de Exclusão; CEx=Tratamento de Controlo da Exclusão; C=Tratamento de Controlo.

Oito meses depois do início da experiência (T8-Maio de 99) os valores médios de percentagem de cobertura de *Chthamalus* spp. variaram entre 20 e 64%. Relativamente à abundância de algas pode-se observar que as Algas calcárias variaram entre 1 e 11%, as Algas encrustantes moles variaram entre 5 e 54% e as Algas folhosas variaram entre 0 e 30%. Neste tempo de monitorização foram mais notórios a diminuição de *Chthamalus* spp. e o aumento de Algas encrustantes moles e Algas folhosas nos tratamentos de exclusão. As Algas encrustantes moles apresentaram abundância elevada também nos tratamentos de controlo, nas praias do Cabo de Sines e do Burrinho (figura 11).

As análises de variância efectuadas em T8 (tabela 22) mostraram que no caso da percentagem de cobertura de *Chthamalus* spp. as variâncias não foram consideradas homogéneas pelo teste de Cochran ($P \leq 0.01$). No entanto, procedeu-se do mesmo modo que o descrito anteriormente e apenas foram detectadas diferenças significativas ($P \leq 0.05$) entre praias.

Tabela 22: Resultados das análises de variância e testes SNK efectuados à percentagem de cobertura, por 50x50cm, dos taxa e grupos de taxa considerados, oito meses depois do início da experiência.

T8 - Maio de 1999

Legenda: He=Herbivoria; Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	<i>Chthamalus</i> spp.			Algas Calcárias			Algas Encrustantes Moles			Algas Folhosas			F versus HeXPr(Hi)
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	
He	2	0,01	3,65	0,1252	0,17	2,77	0,1757	9,02	12,1	0,02	3,57	3,4		Pr(Hi)
Hi	1	0	0	0,9613	2,27	5,08	0,1529	0,07	0,01	0,9359	5,86	2,8	0,2383	RES
Pr(Hi)	2	0,04	20,1	0	0,45	1,98	0,1605	7,98	17,7	0	2,12	18		HeXPr(Hi)
HeXHi	2	0	0,82	0,5024	0,4	6,43	0,0562	0,15	0,2	0,8294	0,23	0,2	0,814	RES
HeXPr(Hi)	4	0	1,99	0,1287	0,06	0,27	0,8916	0,74	1,64	0,1957	1,04	8,9	0,0001	
RES	24	0			0,23			0,45			0,12			
TOT	35													
Transformação:		Sqrt(X+1)			ArcSin(%)			ArcSin(%)			ArcSin(%)			
Teste de Cochran:		C=0.485; $P \leq 0.01$			C=0.334; $P > 0.05$			C=0.352; $P > 0.05$			C=0.338; $P > 0.05$			

Testes SNK:

He	He(HiXPr)
Ex > CEx = C	+H, Si: Ex > CEx = C
	+H, Sa: Ex = CEx = C
	-H, Bu: (p.n.d.)
	-H, Na: Ex > CEx = C

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P < 0.05$); Ex=Tratamento de Exclusão; CEx=Tratamento de Controlo da Exclusão; C=Tratamento de Controlo; +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Praia do Burrinho; Na=Praia dos Nascedios; p.n.d.=Padrão não definido.

As Algas calcárias não apresentaram diferenças de abundância relativamente a nenhum dos factores.

Relativamente à abundância de Algas encrustantes moles, registaram-se diferenças significativas ($P \leq 0.05$) entre praias, mas também entre tratamentos de herbivoria ($P \leq 0.05$). O padrão detectado pelo teste SNK relativamente ao factor herbivoria é de maior abundância destas algas nos tratamentos de exclusão em relação aos tratamentos de controlo. Esta variável não apresentou diferenças de abundância relativamente ao grau de hidrodinamismo.

Na análise da variação da percentagem de cobertura de Algas folhosas foi detectada uma interacção significativa ($P \leq 0.05$) entre os factores herbivoria e praia ($HeXPr(Hi)$). O padrão detectado pelo teste SNK para esta interacção foi o seguinte:

- ★ no Cabo de Sines a percentagem de Algas Folhosas foi maior no tratamento de exclusão relativamente aos tratamentos de controlo;
- ★ no Cabo Sardão esta percentagem foi igual em todos os tratamentos de herbivoria;
- ★ no Burrinho não foi possível detectar um padrão de abundância definido;
- ★ nos Nascedios a percentagem de Algas Folhosas foi maior no tratamento de exclusão relativamente aos tratamentos de controlo.

No último tempo de monitorização (T12-Novembro de 99) os valores médios de percentagem de cobertura de *Chthamalus* spp. variaram entre 10 e 65%. Entre os grupos de algas a percentagem de cobertura média variou entre 1 e 12% para as Algas calcárias, entre 4 e 44% para as Algas encrustantes moles e entre 0 e 55% para as Algas folhosas. Também nesta última amostragem se observaram valores médios de percentagem de cobertura de Algas encrustantes moles (em particular da alga *Ralfsia* sp., muito abundante em todas as situações) e Algas folhosas, mais elevadas nos tratamentos de exclusão de macroherbívoros. As Algas folhosas mais abundantes nestes tratamentos, foram diferentes em cada praia: *Caulachantus ustulatus* e *Ulva* sp. mais abundantes no cabo de Sines e, embora menos, no Cabo Sardão e *Polysiphonia* sp. mais abundante no Burrinho. Na praia dos Nascedios estas algas foram pouco abundantes.

Os resultados das análises de variância na última data de amostragem (T12) são apresentados na tabela 23. Estes resultados permitiram encontrar diferenças significativas ($P \leq 0.05$) entre praias, nas percentagens de cobertura de *Chthamalus* spp., Algas calcárias e Algas encrustantes moles. As duas primeira variáveis não apresentaram diferenças relativamente aos factores herbivoria e hidrodinamismo.

No entanto, as Algas encrustantes moles também apresentam diferenças significativas ($P \leq 0.05$) de percentagem de cobertura entre os tratamentos de herbivoria, sendo mais abundantes nos tratamentos de exclusão (tabela 23).

Na análise da abundância de Algas folhosas as variâncias não foram consideradas homogéneas pelo teste de Cochran ($P \leq 0.01$). No entanto, procedeu-se do mesmo modo que o descrito anteriormente tendo sido encontrada uma interacção significativa ($P \leq 0.05$)

entre os factores herbivoria e praia (*HeXPr(Hi)*). O padrão detectado pelo teste SNK para esta interacção foi o seguinte:

- ★ no Cabo de Sines a percentagem de Algas folhosas foi maior no tratamento de exclusão relativamente aos tratamentos de controlo;
- ★ no Cabo Sardão esta percentagem foi igual em todos os tratamentos de herbivoria;
- ★ no Burrinho estas algas foram mais abundantes no tratamento de exclusão relativamente aos tratamentos de controlo;
- ★ nos Nascedios esta abundância foi igual em todos os tratamentos de herbivoria.

As algas folhosas não apresentaram diferenças de abundância entre graus de hidrodinamismo.

Tabela 23: Resultados das análises de variância e testes SNK efectuados à percentagem de cobertura, por 50x50cm, dos taxa e grupos de taxa considerados, doze meses depois do início da experiência.

T12 - Novembro de 1999

Legenda: He=Herbivoria; Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	<i>Chthamalus</i> spp.			Algas Calcárias			Algas Encrustantes Moles			Algas Folhosas			F versus
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	
He	2	2,75	5,21	0,077	0,25	0,97	0,4547	0,27	19,4	0,0087	7,38	3,1		HeXPr(Hi)
Hi	1	0,06	0,01	0,9179	1,25	2	0,2929	0,04	0,5	0,5528	7,38	1,2	0,3936	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	4,76	12,7	0,0002	0,63	3,84	0,0357	0,08	5,33	0,0122	6,34	15		RES
HeXHi	2	2,22	4,2	0,1041	0,78	3,09	0,1545	0,15			0,59	0,3	0,7897	HeXPr(Hi)
HeXPr(Hi)	4	0,53	1,41	0,2597	0,25	1,56	0,2169	0,74			2,37	5,5	0,0027	RES
RES	24	0,37			0,16			0,45			0,43			
TOT	35													
Transformação:		ArcSin(%)			ArcSin			Nenhuma			ArcSin(%)			
Teste de Cochran:		C=0.378; P>0.05			C=0.205; P>0.05			C=0.318; P>0.05			C=0.498; P≤0.05			
Testes SNK:														
								He						He(HiXPr)
								Ex > CEx = C						+H, Si: Ex > CEx = C
														+H, Sa: Ex = CEx = C
														-H, Bu: Ex > CEx = C
														-H, Na: Ex = CEx = C

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P < 0.05$); Ex=Tratamento de Exclusão; CEx=Tratamento de Controlo da Exclusão; C=Tratamento de Controlo; +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Praia do Burrinho; Na=Praia dos Nascedios.

4.4 – Discussão

Neste trabalho, foi realizada uma experimentação manipulativa para estudar simultaneamente o efeito da herbivoria e do hidrodinamismo, no nível intertidal superior, através da exclusão de macroherbívoros em praias sujeitas a diferentes graus de hidrodinamismo. Embora tenha sido possível detectar o efeito da herbivoria sobre as comunidades estudadas, o mesmo não se verificou para o efeito do hidrodinamismo, tendo sido também detectada, em quase todos os casos, variabilidade entre as praias consideradas.

Os resultados obtidos mostraram que durante a experiência as três áreas experimentais foram dominadas por cracas do género *Chthamalus*, em particular *Chthamalus montagui*, que é a espécie dominante neste nível intertidal. Relativamente às variáveis *Chthamalus* spp. e Algas calcárias foram quase sempre detectadas diferenças significativas ao nível da praia, o que indica a existência de variabilidade a esta escala.

No início da experiência, foram encontradas diferenças significativas na abundância de Algas folhosas, em relação ao grau de hidrodinamismo, com maior abundância deste grupo de algas nas praias com maior hidrodinamismo. No capítulo 3 onde foi estudada a variabilidade espacial da abundância deste grupo de algas também se observou este padrão de maior abundância na situação de hidrodinamismo mais elevado, no nível superior. No entanto, na experiência de exclusão, esta diferença entre os dois graus de hidrodinamismo não se manteve nos outros tempos de amostragem, tendo as diferenças à escala da praia, sido mais importantes relativamente à abundância destas algas.

A variabilidade observada à escala espacial da praia foi observada noutros trabalhos de exclusão experimental de herbívoros (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2000 *in* Boaventura *et al.*, 2002; Boaventura *et al.*, 2002). Boaventura *et al.* (2002) observaram diferenças significativas no efeito de herbivoria sobre a cobertura de algas efémeras e folhosas vermelhas, entre as praias estudadas, tanto em Portugal como no Reino Unido, embora estes autores não tenham considerado diferentes graus de hidrodinamismo.

No presente trabalho a experiência manipulativa foi realizada em duas praias com o mesmo grau de hidrodinamismo, embora só num local em cada uma. Esta falta de replicação dentro de cada praia não permite avaliar a variabilidade existente nesta escala espacial, no entanto foi possível perceber que a variabilidade entre as praias analisadas parece ser mais importante que a variação que possa existir a um nível espacial maior.

O efeito da exclusão de herbívoros na abundância de Algas encrustantes moles foi significativo a partir dos 4 meses (T4), sendo a abundância destas algas maior nos tratamentos em que os herbívoros foram excluídos. Neste grupo de algas a espécie *Ralfsia* sp. foi a espécie dominante o que leva a pensar que o efeito da herbivoria, no nível superior, se faz sentir principalmente em relação a esta espécie. Boaventura *et al.* (2002) também registaram o desenvolvimento desta espécie nos tratamentos com exclusão de herbívoros em alguns locais das praias do trabalho em Portugal. Segundo estes autores a alga *Ralfsia* sp. foi a mais abundante antes do aparecimento das algas vermelhas.

Embora o efeito da exclusão tenha sido significativo na abundância de Algas encrustantes moles, também se observou um aumento da sua abundância nos tratamentos de controlo, embora menor que o dos tratamentos de exclusão. Apesar de não ter sido estudada a variação temporal, este aumento de abundância foi mais notório nos tempos de monitorização de Fevereiro e Maio (T4 e T8) e nas praias do Cabo de Sines e do Burrinho. Provavelmente esta variação será natural, correspondendo esta altura do ano à de maior abundância destas algas, nomeadamente da espécie *Ralfsia* sp. que é a mais representativa do grupo. O facto de a abundância das Algas encrustantes moles ser mais acentuada no Cabo de Sines e no Burrinho poderá estar relacionado com o fornecimento de nutrientes devido ao afloramento costeiro. Segundo Fiúza *et al.* (1982), o fenómeno de afloramento costeiro, traduz-se pelo transporte da massa de água superficial para o largo, perpendicular à costa, que provoca um afloramento de águas subsuperficiais, mais frias e ricas em nutrientes. O afloramento costeiro na costa portuguesa parece atingir uma intensidade máxima na região de Sines, o que poderá favorecer o transporte dos nutrientes para a superfície nesta região, abrangendo também a praia do Burrinho, que se encontra relativamente próxima, favorecendo o aumento de abundância das algas, devido à maior disponibilidade de nutrientes. No entanto, esta hipótese é vaga e seria necessário um maior conhecimento sobre estes processos para a validar.

As Algas folhosas também foram mais abundantes nos tratamentos de exclusão, mas apenas no Cabo de Sines, a partir de T4 e no Burrinho, em T12. Neste caso a interacção entre os factores praia e herbivoria foi significativa. As observações efectuadas no final da experiência indicaram que apenas três espécies de algas deste grupo foram mais abundantes (*Ulva* sp., *Caulachanthus ustullatus* e *Polysiphonia* sp.), variando entre as praias.

O facto de estas algas serem pouco abundantes pode dever-se a várias razões, sendo uma delas, a possibilidade de existir outro factor como a competição por espaço, para além da herbivoria, a influenciar o desenvolvimento das Algas folhosas no nível superior. De facto, verificou-se que a abundância de Algas encrustantes moles, nas áreas de exclusão e no tempo T12, diminuiu nas praias do Cabo de Sines e do Burrinho, enquanto que as Algas folhosas aumentaram de abundância nas mesmas praias.

Underwood e Jernakoff (1984) referem que as algas encrustantes competem com as folhosas por espaço de fixação e que as primeiras são mais resistentes à herbivoria exercida por gastrópodes o que as segundas. Por outro lado, Boaventura *et al.* (2002) observou em alguns locais das praias, em Portugal, que as algas encrustantes moles, diminuíram de abundância dando lugar a algas folhosas. Estas informações levam a sugerir que, embora inicialmente, após a exclusão dos herbívoros, as Algas encrustantes moles tenham sido mais rápidas a colonizar o substrato, mais tarde as Algas folhosas conseguiram competir com as algas encrustantes, aumentando a sua abundância e tornando-se até mais abundantes que estas na praia do Cabo de Sines. É possível que uma maior duração desta experiência tivesse permitido observar este aumento de abundância de Algas folhosas nas outras praias.

Outra explicação para a pouca abundância de Algas folhosas poderá ser a predação dos propágulos das algas exercida através de filtração pelas cracas e referida por alguns autores como factor limitante ao seu desenvolvimento (Hawkins, 1981; Underwood *et al.*, 1983; Jernakoff, 1985; Benedetti-Cecchi, 2000). A maior abundância de Algas folhosas foi registada no Cabo de Sines, onde se regista também a menor abundância de cracas, o que vem de encontro às observações destes autores e por outro lado a maior abundância destas algas registou-se nos Nascedios onde houve maior abundância de cracas, nas áreas de exclusão de herbívoros.

A maior abundância de Algas folhosas no Cabo de Sines e no Burrinho, nas áreas de exclusão de herbívoros poderá estar associada ao afloramento costeiro, que é mais intenso nas zonas de cabos proeminentes como é o caso do Cabo de Sines (Fiúza *et al.*, 1982). Como foi já referido, este fenómeno pode aumentar o fornecimento de nutrientes, e por conseguinte aumentar a abundância de algas. Por outro lado, o relaxamento do afloramento costeiro pode levar a um transporte de massas de água superficiais em direcção à costa, transportando também os propágulos das algas para a costa, aumentando o seu recrutamento e abundância na ausência dos herbívoros. Vários autores relacionam a fixação das algas com a disponibilidade e sazonalidade dos propágulos e a sua variação espacial (Underwood e Jernakoff, 1984; Sousa e Connell, 1992). Esta hipótese deverá ser estudada em trabalhos futuros para tentar compreender

melhor o papel do afloramento costeiro sobre as comunidades intertidais, nomeadamente, na abundância e variação espacial das algas.

Na maioria dos trabalhos experimentais com exclusão de herbívoros foi observada uma sequência de colonização de algas aproximadamente similar (Hawkins, 1981; Jernakoff, 1983; Underwood e Jernakoff, 1984; Hawkins *et al.*, 1992). Esta sequência inicia-se com o aparecimento de diatomáceas, seguidas pelas algas efémeras (ex.: *Enteromorpha*, *Ulva*, *Blidingia*, *Porphyra*), e finalmente as algas folhosas, nomeadamente as fucóides. No presente trabalho, no entanto, não se registou a sequência de colonização de algas observada pela maioria destes autores. Embora não tenha sido quantificado, foi observado o aparecimento de diatomáceas em T1 (um mês depois do início), com maior abundância no Cabo de Sines e no Burrinho. As diatomáceas deram lugar a algumas algas efémeras como a *Enteromorpha* mas essencialmente a Algas encrustantes moles como a *Ralfsia*. Após um ano de colonização as algas dominantes foram as encrustantes moles, ao contrário do observado noutros trabalhos experimentais com a exclusão de herbívoros. Segundo Hawkins *et al.* (1992) no sul da Europa há uma tendência para o aumento das algas encrustantes, tanto calcárias como moles, e para o aumento de algas folhosas vermelhas em detrimento das castanhas, restringindo-se a sua distribuição a níveis intertidais mais inferiores. De facto, no trabalho efectuado por Boaventura *et al.* (2002), em alguns locais, nas praias em Portugal, também foram observadas algas encrustantes moles, dando depois lugar a algas folhosas vermelhas.

Nos trabalhos realizados por Vaz (1998) e Saúde (2000) em foi estudada a abundância e distribuição de comunidades macrobentônicas de substrato duro, foram observadas algas encrustantes moles, em praias de hidrodinamismo moderado, na costa alentejana, sendo mesmo dominantes, num nível intertidal intermédio entre a maior abundância de algas folhosas e a maior abundância de cracas.

A observação dos resultados obtidos nesta experiência de exclusão de herbívoros em diferentes situações de hidrodinamismo, sugere que existe um efeito da herbivoria na distribuição das comunidades intertidais, no entanto, não se observou que este efeito sofresse a influência do hidrodinamismo, como foi observado por outros autores, noutras partes do mundo (Underwood, 1981; Underwood e Jernakoff, 1984; Hawkins *et al.*, 1992). O facto de este trabalho ter sido feito nos locais com menor exposição à ondulação dominante, em cada praia e em cada grau de hidrodinamismo (referidos no capítulo 3), pode ter sido responsável por não terem sido detectadas diferenças entre os graus de hidrodinamismo. Em estudos futuros será importante fazer esta experiência em

situações, onde o hidrodinamismo é mais forte, ou seja directamente expostos à ondulação dominante, embora o trabalho nesses locais seja muito difícil, em particular no Inverno, quando a agitação marítima é maior.

A variabilidade observada à escala espacial da praia indicou que esta escala espacial é importante e deverá ser melhor estudada. Em estudos futuros será de tentar realizar este tipo de experiências manipulativas, em vários locais em cada praia e se possível em mais praias em cada grau de hidrodinamismo.

A variabilidade espacial observada neste estudo indica que, para além da herbivoria, existem vários factores físicos (irregularidade do substrato, intensidade de luz, temperatura, hidrodinamismo) e biológicos (competição, predação) responsáveis por pelos padrões de colonização e abundância de algas, a actuar conjuntamente, sendo difícil a sua compreensão. O estudo destes factores e da relação entre eles só será possível através de experiências manipulativas que permitam testar hipóteses relativas ao efeito desses factores sobre as comunidades intertidais.

O trabalho experimental realizado em locais com hidrodinamismo forte como são os cabos, é bastante difícil, sendo provavelmente essa a razão por existirem poucos estudos nesses locais. No entanto, este factor tem sido referido por vários autores como um dos mais importantes na estruturação das comunidades intertidais, o que torna o seu estudo bastante interessante, nomeadamente na costa portuguesa que é sujeita a elevado hidrodinamismo. O desenvolvimento de técnicas de amostragem como a fotografia ou o vídeo, embora possam não ser adequadas ao estudo de organismos mais pequenos ou menos conspícuos, pode ser uma boa solução para estudar estes locais com um mínimo de risco e maior eficiência.

5 – DETERMINAÇÃO DO GRAU DE HIDRODINAMISMO

5.1 – Introdução

O hidrodinamismo é um importante factor físico na estruturação das comunidades da zona intertidal rochosa (ex.: Hawkins e Jones, 1992; Little e Kitching, 1996; Raffaelli e Hawkins, 1996; Menge e Branch, 2001).

A acção das ondas pode ser exercida de vários modos. Lewis (1968), sugeriu dois tipos de movimento da água: um fluxo horizontal de local para local em que se faz transporte de água e materiais em suspensão e a turbulência ou violência de choque provocada pelo bater das ondas. O mesmo autor chama a atenção para o facto de estes dois tipos de movimento serem, muitas vezes, indissociáveis e muito difíceis de estudar e quantificar separadamente, em particular nas zonas de cabos onde ambos se manifestam com bastante intensidade.

Neste trabalho entende-se o termo hidrodinamismo, como o movimento da água em termos gerais, seja esse movimento originado pela velocidade das correntes, pelas ondas, pela turbulência ou por qualquer outro factor.

Poucos estudos foram feitos na tentativa de quantificar qual dos aspectos do movimento da água é mais provável de afectar determinado padrão ou processo biológico em estudo. Assim, o modo como a acção das ondas afecta a estrutura e os processos das comunidades é ainda de conhecimento muito limitado (Bell e Denny, 1994).

Gaylord (1999) dividiu os trabalhos experimentais para quantificar o movimento de água na zona intertidal, em quatro categorias, com base em trabalhos efectuados por diversos autores. Numa primeira categoria considerou as previsões em larga escala, baseadas em parâmetros de ondulação e ventos, utilizando correlações entre a velocidade do vento e a distância máxima que este percorre sem obstáculos sobre o oceano, para estimar o tamanho das ondas produzidas (Gaylord, 1999). Segundo este autor estas estimativas são grosseiras e de resolução limitada no espaço e no tempo. Noutra categoria, Gaylord (1999), considerou as quantificações integradas no tempo, baseadas na estimativa de movimentação da água, através da colocação na zona intertidal, de substâncias como gesso, que dissolvem a diferentes taxas consoante a movimentação da água, ou o fluxo de água que passa por elas. Estas técnicas são úteis em estudos sobre transferência de calor ou massa, ou captação e/ou libertação de nutrientes e/ou partículas dos organismos, mas fornecem pouca informação acerca da força hidrodinâmica imposta pelas ondas, num dado momento (Gaylord, 1999). Noutra categoria de trabalhos

experimentais, Gaylord (1999) considerou os que usam escalas de força máxima exercida em molas, fornecendo informação sobre os picos de força que o fluxo de água pode atingir em determinado intervalo de tempo, sendo eficazes para estudos de desalojamento pelas ondas. Segundo este autor, estes dispositivos são relativamente fáceis de construir, baratos e por isso, passíveis de serem utilizados em áreas extensas, com replicação e em diferentes topografias, no entanto, são difíceis de calibrar em sistemas como os intertidais em que existem muitas forças de inércia que podem influenciar a resposta do dispositivo ao fluxo de água. Por último, Gaylord (1999) refere-se aos medidores de fluxo contínuo de alta frequência, que registam o movimento do fluxo de água a uma pequena escala temporal, como sendo o método com maior potencial para aumentar o conhecimento relativamente às interações organismo-fluxo de água. Estes aparelhos têm, no entanto, o inconveniente de tornar logisticamente difícil um estudo alargado e com replicação espacial, por serem bastante dispendiosos (Gaylord, 1999).

Noutros trabalhos efectuados na costa alentejana (ex.: Cruz, 2000; Sousa *et al.*, 2000; Sousa, 2002), em que foi feita uma distinção entre locais com maior ou menor hidrodinamismo, não foi feita qualquer quantificação em relação a este factor. No entanto, os autores basearam-se no facto de esses locais se situarem em cabos proeminentes ou fora destes, respectivamente. Segundo Carter (1988) a presença de cabos proeminentes em costas escarpadas exerce uma importante influência nas ondas e marés. O efeito da refacção das ondas, causado pela irregularidade da linha de costa, concentra e liberta intensamente a energia das ondas nos cabos, enquanto que ao longo da costa adjacente a estes essa energia é libertada mais gradualmente (Thurman, 1993; Raffaelli e Hawkins, 1996).

Neste contexto, foi objectivo deste trabalho quantificar o hidrodinamismo em locais situados em cabos e fora destes.

5.2 – Metodologia

5.2.1 - Amostragem

Este estudo foi efectuado no nível superior e nas praias consideradas nos capítulos 3 e 4 deste trabalho (Cabo de Sines, Cabo Sardão, Burrinho e Nascedios), obedecendo às questões sobre o hidrodinamismo referidas nesses capítulos (secção 2, figura 1).

O método utilizado neste trabalho para a quantificação do hidrodinamismo foi baseado no trabalho de Doty (1971). Este autor utilizou blocos de gesso de Paris (sulfato de cálcio) colados a placas de plástico, que fixou a tijolos com fita adesiva e colocou em zonas rochosas ou recifes de coral. O objectivo do seu trabalho foi encontrar um método prático de medir o grau de difusão exercida pelo movimento da água.

Sendo o objectivo deste trabalho quantificar o hidrodinamismo nas quatro praias consideradas, concluiu-se que a dissolução de blocos de gesso nessas praias seria um bom descritor desse hidrodinamismo. Deste modo, decidiu-se utilizar blocos de gesso colados a placas de PVC (policloreto de vinil) com 5x10cm, aparafusadas à rocha.

Para encontrar o tipo de gesso e de cola apropriados e a forma dos blocos a utilizar para o efeito, foi realizado um trabalho preliminar experimental, com vários tipos de gesso, colas e formas. Este trabalho preliminar foi realizado no Cabo de Sines, local onde se poderia esperar um grau de hidrodinamismo elevado. Após estas experiências optou-se pela utilização de gesso da marca Microwhite Zeus de baixa expansão e grau de dureza elevado, pela cola da marca Devcon, Epoxy 5 Minutes e de blocos de gesso de forma aproximadamente cónica, com cerca de 25g de peso após secagem (figura 12).

Para fazer os blocos foram utilizadas 525g de gesso para 150ml de água e a mistura foi feita com uma espátula de madeira num recipiente de borracha, colocando-se a pasta resultante numa placa de esferovite com 21 depressões de forma aproximadamente cónica. A placa de esferovite foi colocada em cima de um vortex para que a vibração provocasse a libertação das bolhas de ar formadas durante a mistura da pasta. Após a solidificação (cerca de 20 minutos) os blocos foram desenformados e deixados a secar durante 5 dias, até atingirem

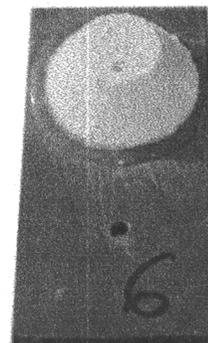


Figura 12 – Exemplo de uma placa de PVC, com um bloco de gesso colado e o respectivo número de identificação

peso constante.

As placas de PVC foram furadas num dos lados para inserir o parafuso de inox, com uma anilha de inox e outra de borracha, e do outro lado foram lixadas com lixa de areia e foram feitos sulcos com uma faca, de modo a reforçar o efeito da cola, procedendo-se do mesmo modo nos blocos de gesso. A cola Epoxy 5 Minutes aplica-se com dois doseadores, um para a cola outro para o endurecedor, em partes iguais e é misturada sobre as placas sendo a colagem dos blocos feita logo em seguida pois o seu período de secagem é bastante curto (cerca de 5 minutos).

Para calibrar os blocos de gesso, e uma vez que foram feitos vários lotes (conjuntos de 21 blocos), foram seleccionados aleatoriamente 2 blocos de cada lote. Estes foram colocados dentro de uma tina com água do mar parada, durante cerca de 24 horas, para determinar o desgaste sem hidrodinamismo.

Esta calibração foi necessária para conhecer possíveis diferenças de peso nos blocos de gesso que sejam devidas ao gesso ou à fabricação dos blocos, nos diferentes lotes. Doty (1971) utilizou um valor de calibração K , calculado a partir da equação: $mc(te/tc)=K$, onde mc é a perda de massa no período de calibração, tc é o referido período de calibração, e te é o período de exposição na zona intertidal. Os valores de calibração obtidos por este autor variaram entre 0.25 e 1g e foram utilizados dividindo o valor do desgaste de cada bloco, após a exposição na zona intertidal, pelo valor K do lote a que este pertence, obtendo assim, um "índice de difusão". Este índice representa uma medida do grau em que a difusão ou dissolução foi aumentada pelo movimento da água (Doty, 1971). Segundo este autor o valor de calibração K é a medida das taxas de solução, dissolução e difusão do sulfato de cálcio nas condições criadas, ou seja, em água sem movimento. Doty (1971) refere ainda que outros potenciais factores de variação relativamente à perda de peso dos blocos, como temperatura, salinidade e luz, não introduzem valores de variação significativos, podendo ser desprezados.

Tendo em conta as diferenças de peso dos blocos de gesso, obtidas após as 24 horas de imersão (tabela 24), podemos considerar que o desgaste do gesso em água parada, de blocos provenientes de lotes diferentes é bastante baixo e pouco variável, sendo os seus valores desprezáveis quando comparados com os

Tabela 24 – Resultados da diferença de peso dos blocos de gesso após 24 horas de imersão em água parada.

Diferenças de peso (em gramas)	
1º lote	0.384 0.318
2º lote	0.483 0.447
3º lote	0.344 0.296
4º lote	0.335 0.224
5º lote	0.177 0.151

Deste modo, o desgaste inerente ao gesso não foi considerado no estudo efectuado, pois foi julgado irrelevante para os resultados obtidos.

Para testar a hipótese de o hidrodinamismo ser mais elevado nas praias situadas em cabos do que nas situadas fora destes, foi analisado o desgaste em peso (peso inicial – peso final) dos blocos de gesso colocados nestes dois tipos de praias, durante 24 horas. Para o efeito foi elaborado um delineamento experimental considerando os seguintes factores:

- ≈ Hidrodinamismo: factor fixo e ortogonal com dois níveis (mais hidrodinamismo e menos hidrodinamismo);
- ≈ Praia: factor aleatório e aninhado em hidrodinamismo, com dois níveis (Cabo de Sines e Cabo Sardão dentro das situações de mais hidrodinamismo, e Burrinho e dos Nascedios dentro das situações de menos hidrodinamismo).

No nível superior de cada praia foram efectuadas seis réplicas, constituídas por uma placa de PVC com um bloco de gesso colado, devidamente identificada e pesada anteriormente, com precisão de 0.0001g. O trabalho foi efectuado na baixa mar, em períodos de marés vivas, para permitir o trabalho nas praias dos cabos. As seis placas foram colocadas nas quatro praias em simultâneo (com diferenças de aproximadamente meia hora entre cada praia), na maré baixa da manhã, e retiradas no dia seguinte aproximadamente à mesma hora. Os conjuntos placa/bloco de gesso retirados foram passados por água doce, corrente, e deixados a secar à temperatura ambiente até atingirem peso constante (durante cinco dias), sendo depois pesados com precisão de 0.0001g.

Os locais de cada praia, onde as placas foram colocadas, correspondem a situações de menor exposição (descritos em 3.2.1.), em cada situação de hidrodinamismo.

Esta experiência foi repetida em três dias, durante o Inverno de 2002, sendo esta a estação do ano em que são esperadas maiores variações na intensidade do hidrodinamismo.

5.2.2 – Tratamento estatístico

Para testar a hipótese relacionada com a variação espacial do desgaste dos blocos de gesso em 24 horas nas praias situadas em cabos ou fora de cabos, os dados foram analisados estatisticamente através de análise de variância (ANOVA), a dois factores

(hidrodinamismo e praia), segundo Underwood (1997), realizada para cada dia de amostragem, utilizando o programa GMAV5 (Institute of Marine Ecology, University of Sydney).

A homogeneidade das variâncias foi testada através do teste de Cochran (Winer *et al.*, 1991 *in* Underwood, 1997). Quando foram encontradas diferenças significativas, os padrões dessas diferenças foram, sempre que possível, determinados através do teste SNK para comparações de médias, segundo Underwood (1997) e usando o programa GMAV5, mencionado anteriormente.

5.3 – Resultados

Na figura 13 pode ser observada graficamente a variação espacial do desgaste médio dos blocos de gesso sujeitos ao hidrodinamismo existente nas duas situações consideradas, ou seja, nos cabos e fora destes, nos três dias de amostragem.

No dia 1 o desgaste médio variou entre 9.09 e 12.17 g, no dia 2 variou entre 7.55 e 10.06 g e no dia 3 a variação foi entre 7.72 e 10.39 g. De um modo geral, o primeiro dia de amostragem apresentou valores médios de desgaste superiores aos dos outros dias e o desgaste médio registado nas praias situadas em cabos e nos Nascedios parece ser superior ao observado no Burrinho.

Os resultados das análises de variância efectuadas a estes dados, para testar a hipótese de o desgaste ser maior nas praias situadas em cabos do que nas situadas fora destes estão apresentados na tabela 25. Na análise efectuada aos dados obtidos no dia 3 as variâncias não foram consideradas homogêneas pelo teste de Cochran ($P \leq 0.05$), após várias tentativas de transformação. Segundo Underwood (1997), com um número de tratamentos superior a cinco e mais de seis réplicas, a violação deste pressuposto não afecta consideravelmente as probabilidades associadas com a distribuição de F . No presente caso, embora o número de réplicas seja seis, o número de tratamentos é de apenas 4, o que aumenta a probabilidade de cometer um erro de tipo I. No entanto, optou-se por realizar a análise e os respectivos testes de SNK para encontrar os padrões de variação, embora estes devam ser interpretados com alguma reserva.

Os resultados das análises de variância mostram que em nenhum dos dias foi possível detectar diferenças significativas no desgaste dos blocos de gesso entre as situações de hidrodinamismo. Nos dias 1 e 3 foram detectadas diferenças significativas ($P \leq 0.05$) entre

as praias, cujo padrão determinado pelos testes de comparação de médias SNK, indicou que:

- ≍ não houve diferenças significativas entre o desgaste dos blocos colocados nos Cabos de Sines e Sardão;
- ≍ o desgaste dos blocos colocados no Burrinho foi significativamente menor do que o desgaste dos colocados nos Nascedios.

Desgaste dos blocos de gesso

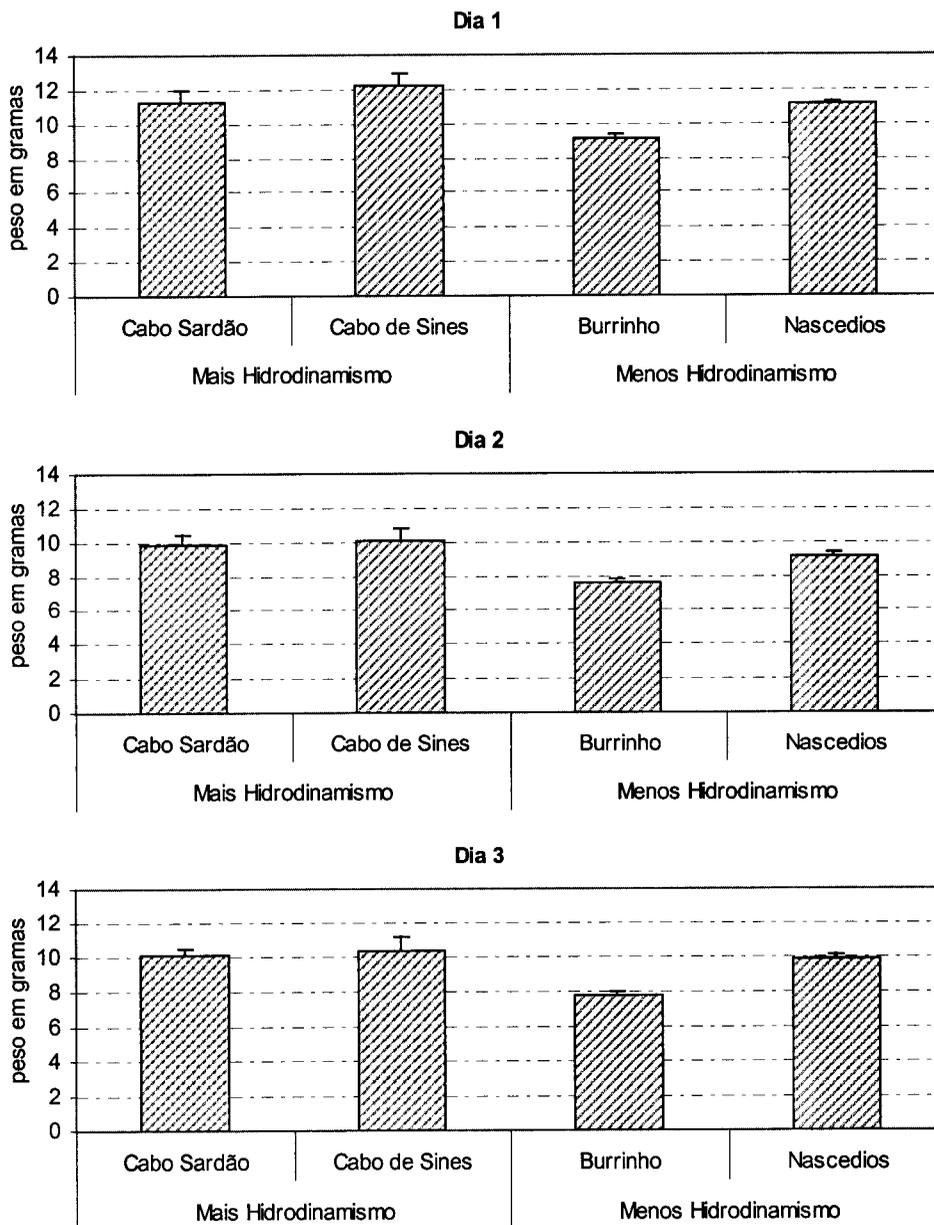


Figura 13 - Variação espacial do desgaste médio (\pm erro padrão) dos blocos de gesso instalados nas praias de maior hidrodinamismo (Cabo de Sines e Cabo Sardão) e de menor hidrodinamismo (Burrinho e Nascedios), em cada dia de amostragem.

Tabela 25: Resultados da Análise de Variância e testes SNK relativos ao desgaste dos blocos de gesso, em 24 horas e em cada dia de amostragem.

Legenda: Hi=Hidrodinamismo; Pr=Praia; a negrito=diferença significativa ($P \leq 0.05$).

Origem da variação	GL	Dia 1			Dia 2			Dia 3			F versus
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P	
Hi	1	15,2	1,96	0,2967	14,7	3,57	0,1992	0,12	1,35	0,3655	Pr(Hi)
Pr(Hi)	2	7,78	5,53	0,0123	4,12	2,96	0,0745	0,1	7,22	0,0044	RES
RES	20	1,41			1,39			0,01			
TOT	23										
Transformação:		Nenhuma			Nenhuma			Ln(x+0.1)			
Teste de Cochran:		C=0.508; $P > 0.05$			C=0.448; $P > 0.05$			C=0.615; $P \leq 0.05$			
Testes SNK:		Pr(Hi)			Pr(Hi)			Pr(Hi)			
		+H: Si = Sa			+H: Si = Sa			+H: Si = Sa			
		-H: Bu < Na			-H: Bu < Na			-H: Bu < Na			

Legenda: (=) indica diferença não significativa ($P > 0.05$); > ou < indica diferença significativa ($P \leq 0.05$); +H=Mais Hidrodinamismo; -H=Menos Hidrodinamismo; Si=Cabo de Sines; Sa=Cabo Sardão; Bu=Praia do Burrinho; Na=Praia dos Nascedios.

5.4 – Discussão

Os resultados obtidos neste estudo não permitiram encontrar diferenças significativas entre as duas situações de hidrodinamismo, tendo sido observada uma variação significativa à escala da praia, na situação de menor hidrodinamismo, detectada pelas análises de variância em dois dos dias de amostragem.

Embora não tenham sido detectadas diferenças significativas, os valores médios de desgaste dos blocos de gesso, nas praias situadas nas zonas de cabos, foram ligeiramente mais elevados dos que os encontrados nos Nascedios e, com maior diferença, no Burrinho. Esta diferença entre as praias com menor hidrodinamismo foi suportada pela diferença significativa encontrada entre essas praias, através da análise de variância, tendo a praia dos Nascedios registado maior desgaste dos blocos de gesso do que a do Burrinho. Uma explicação para estes resultados poderá ser o facto de a praia do Burrinho, provavelmente por estar mais próxima do Cabo de Sines e beneficiar ainda da sua protecção, estar sujeita a um hidrodinamismo mais fraco do que a praia dos Nascedios que, não beneficiando de qualquer protecção, está exposta à ondulação de NW, dominante nesta costa.

Para estudar melhor esta variabilidade a pequena escala, em trabalhos futuros, seria importante estudar o factor hidrodinamismo em mais praias, introduzindo mais um factor

de análise com vários níveis (vários locais) dentro de cada praia e aumentando o número de réplicas em cada local, uma vez que a replicação a níveis espaciais pequenos é muito importante para permitir fazer experiências mais potentes (Underwood, 1997; Underwood e Chapman, 1998).

O facto de não ter sido possível determinar diferenças entre os dois graus de hidrodinamismo também pode estar relacionado com o método de quantificação utilizado neste trabalho. Este método da utilização do gesso para a quantificação relativa do hidrodinamismo mede a dissolução provocada pelo movimento da água num dado ponto (Doty, 1971; Muus, 1968).

Segundo Lewis (1968), as zonas de cabo estão sujeitas a um forte rebentamento das ondas, mas também a um considerável fluxo lateral de água e materiais em suspensão, fluxo esse que é aumentado pela força das ondas. Embora estes dois tipos de movimento de água sejam indissociáveis e de difícil mensuração (Doty, 1971), o método utilizado neste trabalho pode ser mais apropriado para quantificar o fluxo horizontal que promove a dissolução. Este fluxo horizontal, embora seja aumentado pela força das ondas, pode não ser o factor com maior influência nas comunidades macrobentónicas intertidais das zonas de cabos, mas sim a força máxima exercida pelas ondas ao rebentarem na costa.

Segundo Bell e Denny (1994), a velocidade máxima da água, a que os organismos estão expostos é determinante para a sua sobrevivência e esta velocidade máxima pode ser medida através de aparelhos de medição contínua, ou aparelhos mecânicos construídos para o efeito (ex.: Jones e Demetropoulos, 1968; Denny, 1988).

Mesmo não tendo sido possível confirmar a hipótese proposta inicialmente, a experiência adquirida ao longo deste trabalho e de outros que compõem esta tese, realizados nas mesmas praias, permitiu observar que as condições de agitação marítima nas praias situadas em cabos e fora destes, não são idênticas e não permitem a mesma tranquilidade na realização dos trabalhos práticos na zona intertidal rochosa. Esta agitação é bastante mais forte nas praias situadas nos cabos e muitas vezes nem permite chegar aos locais de trabalho.

Por outro lado, outros trabalhos realizados nestas praias consideraram os cabos como zonas sujeitas a hidrodinamismo mais elevado, com base em observações directas e com base na bibliografia (Cruz, 2000; Sousa *et al.*, 2000; Sousa, 2002). Carter (1989) refere que a presença de cabos proeminentes em costas escarpadas exerce uma importante influência nas ondas e marés e segundo Thurman (1993) o efeito de refração das ondas causada pela irregularidade da linha de costa, concentra e liberta

intensamente a energia das ondas nos cabos, enquanto que ao longo da costa adjacente a estes, essa energia é libertada de forma mais gradual.

Em termos biológicos, vários autores referem o facto de, nas zonas em que os organismos estão sujeitos a um grau de hidrodinamismo mais forte, a sua distribuição vertical tende a estender-se (ex.: Lewis, 1964, 1968; Hawkins e Jones, 1992; Little e Kitching, 1996; Raffaelli e Hawkins, 1996; Menge e Branch, 2001). Este facto foi observado nos trabalhos de Sousa (2001) e Sousa (2002) (trabalhos não publicados) e no estudo apresentado no capítulo 3 deste trabalho, em que se registaram alturas superiores nos níveis verticais de praias sujeitas a maior hidrodinamismo sendo elas, o cabo de Sines e o cabo Sardão.

No estudo apresentado no capítulo 3 desta tese, foram detectadas diferenças significativas na abundância de alguns *taxa* entre os diferentes graus de hidrodinamismo. Esta observação deverá ser indicadora da influência deste factor nas comunidades estudadas.

Embora não tenha sido testada, a diferença observada graficamente entre o desgaste dos blocos de gesso, ocorrido no primeiro dia de amostragem e o ocorrido nos outros dois dias, deveu-se ao facto de naquela ocasião se terem registado más condições climáticas, com forte agitação marítima em toda a costa, que deverá ter provocado um maior desgaste dos blocos de gesso nesse dia de amostragem em todas as praias. Nos outros dias as condições foram similares e de mar mais calmo. Esta diferença sugere que, em futuros trabalhos de quantificação do hidrodinamismo, deverão ser considerados mais dias de amostragem de modo a englobar uma maior diversidade de situações de agitação marítima, para estudar a sua influência no factor hidrodinamismo.

Por outro lado, em futuros trabalhos de quantificação do hidrodinamismo deve ser determinado o melhor método a utilizar para o efeito e também o melhor delineamento experimental, tendo em atenção as variações que parecem existir a pequenas escalas espaciais. Será de considerar também a utilização de um método de quantificação mecânico, como os sugerido por Jones e Demetroupoulos (1968) ou por Bell e Denny (1994), que permitem quantificar a força máxima exercida pelas ondas, num determinado período de tempo, como complemento do método utilizado neste trabalho. Deste modo seria possível ter uma melhor compreensão dos dois principais tipos de movimento da água descritos por Lewis (1968): o fluxo horizontal em que se faz transporte de água e

materiais em suspensão, e a turbulência ou violência de choque provocada pelo bater das ondas.

No entanto, as zonas de cabos são bastante perigosas e o tempo de trabalho é bastante reduzido, em especial no Inverno, quando as condições de agitação marítima são mais intensas, e estes factores também devem ser tidos em conta no planeamento de qualquer trabalho nestas zonas.

Durante a realização desta tese, foi sentida a dificuldade de interpretar e comparar resultados obtidos por outros autores, em estudos efectuados em diferentes situações de hidrodinamismo, devido ao facto de, na maioria dos casos, não existir qualquer tipo de quantificação relativamente a este factor. Em termos da comparação de estudos da estrutura das comunidades macrobentónicas intertidais, seria muito importante desenvolver e implantar uma metodologia que permitisse efectuar a quantificação deste factor de uma forma mais concreta e generalizada.

7 – BIBLIOGRAFIA

- 📖 Ardré, F. (1970). Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. I – La flore. *Potugaliae Acta Biológica*, Biarritz, **10(1-4)**: 1-423.
- 📖 Ardré, F. (1971). Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. II – Ecologie et chronologie. *Bulletin du C.E.R.S.*, Biarritz, **8(3)**, 359pp.
- 📖 Bell, E.C. & Denny, M.W. (1994). Quantifying "wave exposure": a simple device for recording maximum velocity and results of its use at several field sites. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **181**, 9-29.
- 📖 Benedetti-Cecchi, L. and Cinelli, F. (1997). Confounding in field experiments: direct and indirect effects of artifacts due to the manipulation of limpets and macroalgae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **209**, 171-184.
- 📖 Boaventura, D., Alexander, A., Santana, P. D., Smith, N. D., Ré, P., Fonseca, L. C., and Hawkins, S. J. (2002). The effects of grazing on the distribution and composition of low-shore algal communities on the central coast of Portugal and the southern coast of Britain. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **267**, 185-206.
- 📖 Bulleri, F., Menconi, M., Cinelli, F., and Benedetti-Cecchi, L. (2000). Grazing by two species of limpets on artificial reefs in the northwest Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **255**, 1-19.
- 📖 Burrows, E.M. (1991). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 2 Chlorophyta*. The Natural History Museum. London.
- 📖 Cabioc'h, J., Floc'h, J-Y, Le Toquin, A., Boudouresque, C-F, Meinesz, A. e Verlaque, M. (1992). *Guide des algues des Mers d'Europe*. Delachaux et Niestlé.
- 📖 Calado, G. L. (1994). *Evolução sazonal dos povoamentos macrobentónicos dos níveis intertidais em substrato rochoso na Área de Paisagem Protegida do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina*. Tese de Licenciatura. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

- 📖 Carter, R.W.G. (1989). *Coastal Environments*. Academic Press.
- 📖 Chapman, M.G. & Underwood, A.J. (1992). Foraging behavior of marine benthic grazers. In D.M. John, S.J. Hawkins, & J.H. Price (Eds.), *Plant-animal interactions in the marine benthos*. (pp. 289-317). Oxford: Clarendon Press.
- 📖 Chapman, M.G. & Underwood, A.J. (1998). Inconsistency and variation in the development of rocky intertidal algal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **224**, 265-289.
- 📖 Chelazzi, G. (1998). Interactions of physical and biological factors in the surf and swach zone of european rocky shores – EUROROCK. *Third European Marine Science and Technology Conference*. (362-376) Project Synopses. Lisboa.
- 📖 Clarke, K. R. e Warwick, R. M. (1994). *Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory.
- 📖 Clarke, K.R. e Gorley, R.N. (2001). *Primer v5: User Manual/Tutorial*. Plymouth Marine Laboratory.
- 📖 Coleman, M. A. (2002). Small-scale spatial variability in intertidal and subtidal turfing algal assemblages and the temporal generality of these patterns. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **267**, 53-74.
- 📖 Côte-Real, H.M. Hawkins, S.J. e Thorpe, J.P. (1996). An interpretation of the taxonomic relationship between the limpets *Patella rustica* e *P. piperata*. *Jpurnal of Marine Biology Association of United Kingdom*, **76**: 717-732.
- 📖 Costa, M. D. S. (1994). Agitação marítima na Costa Portuguesa. *Anais do Instituto Hidrográfico* **13**, 35-40.
- 📖 Craik, G. J. S. (1980). Simple method for measuring the relative scouring of intertidal areas. *Marine Biology* **59**, 257-260.

- 📖 Cruz, T., Castro, J. Silva, T., Vaz, S. e Costa, G. (1999). *Spatial and temporal patterns of rocky intertidal macrobenthic assemblages structure along the SW coast of Portugal: the "natural" coast and the port of Sines*. Painel apresentado no 34º Simpósio Europeu de Biologia Marinha, Ponta Delgada, Açores.
- 📖 Cruz, T. (2000). *Biologia e ecologia do percebe, Pollicipes pollicipes (Gmelin, 1790), no litoral sudoeste português*. Tese de doutoramento. Universidade de Évora.
- 📖 Denny, M. (1985). Wave forces on intertidal organisms: A case study. *Limnology and Oceanography* **30(6)**, 1171-1187.
- 📖 Dixon, P.S. e Irvine, L.M. (1977). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 1 Rhodophyta, Part 1-Introduction, Nemaliales, Gigartinales*. The Natural History Museum. London.
- 📖 Doty, M. S. (1971). Measurement of water movement in reference to benthic algal growth. *Botanica Marina* **14**, 32-35.
- 📖 Ebling, F.J., Sloane, J.F., Kitching, J.A. e Davies, H.M. (1962). The ecology of lough ine: XII. The distribution and characteristics of *Patella* species. *Journal of Animal Ecology*. **35**: 457-470.
- 📖 Fernandes, J.I.R.N. (2001). *Padrões e processos de distribuição e abundância de comunidades bentónicas intertidais no interior e exterior do porto de Sines*. Tese de Licenciatura. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
- 📖 Fisher-Piette, E. (1935). Systématique et biogéographie – les patelles d'Europe et d'Afrique du Nord. *Journal de Conchyliologie*, **79**: 5-66.
- 📖 Fiúza, A.F.G., Macedo, M.E. e Guerreiro, M.R., (1982). Climatological space and time variation of the Portuguese coast upwelling. *Oceanologica Acta*, **5**, 31-40.
- 📖 Fletcher, R.L. (1987). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 3 Fucophyceae (Phaeophyceae), Part 1*. The Natural History Museum. London.

- 📖 García, F.J., Pérez-Hurtado, A. e García-Gómez, J.C. (1992). Variabilidad morfológica de dos poblaciones de *Siphonaria pectinata* (L.) en el sur de España. *Bollutin Malacologico*, **28**: 55-64.
- 📖 Gayral, P. (1958). *Algues de la Côte Atlantique Marocaine*. Editions Rabat.
- 📖 Gayral, P. (1966). *Les algues des côtes françaises (Manche et Atlantique)*. Editions Doin. Paris.
- 📖 Gaylord, B. (1999). Detailing agents of physical disturbance: wave-induced velocities and acelerations on a rocky shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **239**, 85-124. ELSEVIER.
- 📖 Hawkins, S. J. (1981). The influence of season and barnacles on the algal colonization of *Patella vulgata* exclusion areas. *Journal of Marine Biology Association of U.K.* **61**, 1-15.
- 📖 Hawkins, S. J. e Hartnoll, R.G. (1983). Grazing of intertidal algae by marine invertebrates. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* . **21**:195-282.
- 📖 Hawkins, S.J., Hartnoll, R.G., Kain, J.M., & Norton, T.A. (1992). Plant-animal interactions on hard substrata in the north-east Atlantic. In D.M. John, S.J. Hawkins, & J.H. Price (Eds.), *Plant-animal interactions in the marine benthos*. (pp. 1-32). Oxford: Clarendon Press.
- 📖 Hawkins, S. J. e Jones, H. D. (1992). *Marine Field Course Guide 1: Rocky Shores*. Immel Publishing, London. 144pp.
- 📖 Hawkins, S.J. & Southward, A.J. (1992). The *Torrey Canyon* oil spill: Recovery of rocky shore communities. In G.W. Thayer (Ed.), *Restoring the nation's marine environment*. (pp. 583-631). Maryland Sea Grant Book.
- 📖 Hiscock, S. (1986). *A field key to the British Red Seaweeds*. Field Studies Council.
- 📖 Hiscock, S. (1992). *A field key to the British Brown Seaweeds*. Field Studies Council.

- 📖 Humm, H.J. e Wicks, S.R. (1980). *Introduction and guide to the Marine Bluegreen Algae*. Wiley-Interscience Publication.
- 📖 Ibañez, M. (1982). Sistemática y ecología del género *Patella* en la costa Vasca: I. *Lurralde, Investigacion y Espacio*, 69-78.
- 📖 Irvine, L.M. e Chamberlaine, Y.M. (1994). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 1 Rhodophyta, Part 2B-Corallinales, Hildenbrandiales.* The Natural History Museum. London.
- 📖 Jernakoff, P. (1983). Factors affecting the recruitment of algae in a midshore region dominated by barnacles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **67**, 17-31.
- 📖 Jernakoff, P. (1985). Temporal and small-scale spatial variability of algal abundance on an intertidal rocky shore. *Botanica Marina* **28**, 145-154.
- 📖 Jones, W. E., Bennell, S., Beveridge, C., McConnell, B., Mack-Smith, S., Mitchell, J. e Fletcher, A. (1980). Methods of data Collection and Processing in Rocky Intertidal Monitoring. In Price, J. H., Irvine, D. E. e W. F. Farnham *The Shore Environment, Volume 1: Methods*. Academic Press Inc. London. 137-170 pp.
- 📖 Jones, W.E. e Demetropoulos, A. (1968). Exposure to wave action: measurements of an important ecological parameter on rocky shores on Anglesey. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **2**, 46-63.
- 📖 Knudsen, J.W. (1966). *Biological Techniques*. Harper & Row Publishers. New York. Pp.29-33.
- 📖 Lewis, J. R. (1964). *The Ecology of Rocky Shores*. English Universities Press Ltd., London. 300pp.
- 📖 Lewis, J. R. (1968). Water movements and their role in rocky shore ecology. *Sarsia* **34**, 13-36.

- 📖 Little, C. e Kitching, J. A. (1996). *The Biology of Rocky Shores*. Oxford University Press, New York. 240pp.
- 📖 Lubchenco, J. (1980). Algal zonation in the New England rocky intertidal community: an experimental analysis. *Ecology* **6(2)**, 333-344.
- 📖 Maggs, C.A. e Hommersand, M.H. (1993). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 1 Rhodophyta, Part 3B-Ceramiales*. The Natural History Museum. London.
- 📖 Menconi, M., Benedetti-Cecchi, L., & Cinelli, F. (1999). Spatial and temporal variability in the distribution of algae and invertebrates on rocky shores in the northwest Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **233**, 1-23.
- 📖 Menge, B.A. e Branch, G.M. (2001). Rocky Intertidal Communities. In Bertness, M.D., Gaines, S.D. e Hay, M.E (Eds.), *Marine Community Ecology*. (pp. 221-251). Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- 📖 Muus, B. J. (1968). A field method for measuring "exposure" by means of plaster balls. *Sarsia* **34**, 61-67.
- 📖 Newell, R.C. (1979). *Biology of intertidal animals*. Marine Ecological Surveys LDA. U.K. 781pp.
- 📖 Ocaña, T.M. (1996). The effects of local differences on the population dynamics of the intertidal pulmonate limpet *Siphonaria pectinata* (L.). *Almoraima – Revista de estudios Campogibraltareños*, **15**: 215-222.
- 📖 O’Riordan, R.M. (1992). *Reproduction and recruitment of two intertidal Chthamalid barnacles*. PhD. Thesis. National University of Ireland. 291pp.
- 📖 Palumbi, S.R. (1984). Measuring intertidal wave forces. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **81**, 171-179.
- 📖 Rabaça, J. F. (1999). *Sobre o recrutamento de Chthamalus spp. no SW de Portugal continental*. Tese de Licenciatura. Universidade de Évora.

- 📖 Raffaelli, D. e Hawkins, S. (1996). *Intertidal Ecology*. Ed. Chapman e Hall. London. 356pp.
- 📖 Ricketts, E.F., Calvin, J., Hedgpeth, J.W. (1985). *Between Pacific Tides*. Fifth edition. Stanford University Press. Stanford. California. 652pp.
- 📖 Schonbeck, M. and Norton, T. A. (1978). Factors controlling the upper limits of fucoid algae on the shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **31**, 303-313.
- 📖 Saldanha, L. (1974). *Estudo do povoamento dos horizontes superiores da rocha litoral da costa da Arrábida (Portugal)*. Tese de Doutoramento. Publicação do Museu e Laboratório Zoológico e Antropológico, Faculdade de Ciências de Lisboa. 382pp.
- 📖 Saldanha, L. (1995). *Fauna Submarina Atlântica*. Ed. Europa-América.
- 📖 Santos, A. M. (1994). *Estudo e Caracterização dos Povoamentos Bentónicos Intertidais (Substrato Rochoso) do Norte de Portugal*. Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 110pp.
- 📖 Saúde, M. (2000). *Padrões de variação espacial e temporal das comunidades bentónicas intertidais da costa SW de Portugal continental*. Trabalho de fim de curso. Universidade de Évora.
- 📖 Sousa, E, Cruz, T., and Castro, J. (2000). Distribution and abundance of co-occurring chthamalid barnacles *Chthamalus montagui* and *Chthamalus stellatus* (Crustacea, Cirripedia) on the southwest coast of Portugal. *Hydrobiologia* **440**, 339-345. Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- 📖 Sousa, W.P. & Connell, J.H. (1992). Grazing and succession in marine algae. In D.M. John, S.J. Hawkins, & J.H. Price (Eds.), *Plant-animal interactions in the marine benthos*. (pp. 425-441). Oxford: Clarendon Press.

- 📖 Sousa, E. (2001). *Aspectos da ecologia de Chthamalus spp. no sudoeste de Portugal continental*. Tese de Licenciatura. Universidade de Évora.
- 📖 Sousa, S. (2002). *Padrões e processos de distribuição e abundância de lapas no litoral sudoeste português*. Tese de Licenciatura. Universidade de Évora.
- 📖 Stephenson, T. A. e Stephenson, A. (1949). The universal features of zonation between tidemarks on rocky shores. *J. Ecol.*, **37**: 289-305.
- 📖 Thurman, H.V. (1993). *Essentials of Oceanography*. Macmillan Publishing Company, New York.
- 📖 Underwood, A.J. (1981). Structure of a rocky intertidal community in New South Wales: patterns of vertical distribution and seasonal changes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **51**, 57-85.
- 📖 Underwood, A.J. (1985). Physical factors and biological interactions: the necessity and nature of ecological experiments. In P.J. Moore & R. Seed (Eds.), *The ecology of rocky coasts*. (pp. 372-390). London: Hodder & Stoughton.
- 📖 Underwood, A.J. (1990). Experiments in ecology and management: their logics, functions and interpretations. *Australian Journal of Ecology*, **15**, 365-389.
- 📖 Underwood, A. J. (1996). Sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. Schmitt, R. J. and Osenberg, C. W. *Detecting ecological impacts- concepts and applications in coastal habitats* , 151-175. Academic Press, Inc. U.S.A..
- 📖 Underwood, A.J. (1997). *Experiments in Ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 📖 Underwood, A. J. and Chapman, M. G. (1998). Variation in algal assemblages on wave-exposed rocky shores in New South Wales. *Marine Freshwater Research* **49**, 241-254.

- 📖 Underwood, A. J., Denley, E. J., and Moran, M. J. (1983). Experimental analyses of the structure and dynamics of mid-shore rocky intertidal communities in New South Wales. *Oecologia* **56**, 202-219.
- 📖 Underwood, A.J. & Jernakoff, P. (1984). The effects of tidal height, wave-exposure, seasonality and rock-pools on grazing and the distribution of intertidal macroalgae in New South Wales. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **75**, 71-96.
- 📖 Underwood, A.J. & Petraitis, P.S. (1993). Structure of Intertidal Assemblages in Different Locations: How can local processes be compared? In R. Ricklfs & D. Schluter (Eds.), *Species Diversity in Ecological Communities* (pp. 38-51). Chicago: University of Chicago Press.
- 📖 Vaz, S. (1998). *Patterns of macrobenthic community structure in the rocky shores of the south west coast of Portugal*. B. Sc. (Hons) Applied Biology Thesis. Nottingham Trent University.
- 📖 Williams, G.A. (1993). Seasonal variation in algal species richness and abundance in the presence of molluscan herbivores on a tropical rocky shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **167**, 261-275.
- 📖 Winner, B.J., Brown, D.R. e Michels, K.M. (1991). *Statistical principals in experimental design*. New York: McGraw-Hills. 1057pp.