



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente

Projecto Biomares



## Impacto da herbivoria no sucesso do estabelecimento de novas pradarias de ervas marinhas

Cristina Maria da Silva Conceição Branco de Lima

Mestrado em Biologia Marinha  
Especialização em Ecologia e Conservação Marinha

Faro, 2009



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente

Projecto Biomares



## Impacto da herbivoria no sucesso do estabelecimento de novas pradarias de ervas marinhas

Cristina Maria da Silva Conceição Branco de Lima

Mestrado em Biologia Marinha  
Especialização em Ecologia e Conservação Marinha

Dissertação orientada por:     Doutora Maria Ester Tavares Álvares Serrão (FCMA)  
  Doutora Alexandra Paula Mimoso Henriques Cunha (CCMAR)  
  Doutor Jorge Manuel dos Santos Gonçalves (CCMAR)

Realizado no Parque Marinho Luiz Saldanha, entre Fevereiro e Setembro de 2007 e entre Fevereiro e Junho de 2008, no âmbito do Projecto Biomares Life de Recuperação e Gestão da Biodiversidade do Parque Marinho Luiz Saldanha.

Constituição do júri:

Presidente: Doutor Karim Erzini

Vogais: Doutora Maria Ester Tavares Álvares Serrão

          Doutor Jorge Manuel dos Santos Gonçalves

          Doutora Alexandra Paula Mimoso Henriques Cunha

Faro, 2009

## Resumo

A herbivoria directa por peixes em ervas marinhas é um tema pouco focado nos estudos com estas plantas. Neste trabalho pretende-se focar esse problema em ervas marinhas transplantadas no Parque Marinho Luiz Saldanha e naturais no estuário do Sado. Os objectos de estudo foram a espécie *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* e *Zostera noltii* e o herbívoro *Sarpa salpa* (salema). Nas ervas transplantadas e naturais foi avaliado, através do comprimento, da percentagem de folhas com marcas de dentadas e da biomassa, a intensidade da herbivoria. Estas variáveis foram avaliadas para ervas com protecções contra os herbívoros e ervas sem protecções. Também foi analisado o local da folha com maior percentagem de marcas. Outro factor que foi testado foi se a colocação de ervas artificiais impedia os herbívoros de se aproximarem e comerem as ervas. Em laboratório, tentou avaliar-se a preferência da salema por uma das espécies de ervas marinhas usadas no local de estudo. A análise dos dados permitiu concluir que as protecções contra herbívoros funcionam pois a percentagem de folhas com marcas de herbivoria é menor. No entanto, estas protecções são prejudiciais ao desenvolvimento normal das plantas pois ficam facilmente colmatadas com algas que impedem a passagem de luz e da corrente de água. O local das folhas com mais marcas de dentadas foi a ponta, local onde, geralmente, há mais epífitas. A colocação de ervas artificiais não impede os herbívoros de se alimentarem das ervas. A análise do comprimento das folhas de ervas protegidas e não protegidas varia pois, em alguns casos, as folhas têm o seu comprimento reduzido de modo semelhante e noutros há diferenças visuais bem claras, o que depende do modo como a experiência está estruturada. Mas era clara a diferença entre o comprimento das amostras iniciais e das finais. Não foi possível determinar qual a espécie de ervas marinhas preferida pelas salemas. A herbivoria tem um impacto negativo no desenvolvimento dos prados transplantados no Parque Marinho Luiz Saldanha.

Palavras-chave: ervas marinhas, herbivoria, preferência alimentar, jaulas de exclusão, *Sarpa salpa*, *Zostera marina*, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa*, transplantes de ervas marinhas

## Abstract

Direct fish herbivory is not a well studied subject in seagrass research. This work tried to focus that problem in transplanted and natural seagrass species in the Luiz Saldanha Marine Park and Sado estuary. The species studied were *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* and *Zostera noltii* and the herbivorous fish *Sarpa salpa* (salema). In transplanted and natural seagrass the intensity of herbivory was assessed through the analysis of length, percentage of leaves with bite marks and biomass. These variables were analysed for plants with protections against herbivores and plants without protections. The place of the leaf with higher percentage of bite marks was also assessed. Another factor analysed was if the placement of artificial seagrass in the middle of real ones would deter herbivores from feeding on the plants. In the laboratory the food preference of the salemas was tested using the three species used in the study site. The analysis allowed to conclude that the protections against herbivores work since the percentage of leaves with bite marks was lower. However, these protections prevent the normal development of seagrass because they get clogged up with algae and keep light and water flow from getting to the plants. The area of the leaf with higher percentage of bite marks is the tip, where there are, usually, more epiphytes. Placing artificial seagrass doesn't deter herbivores from eating the real seagrass. The analysis of length (between protected and unprotected seagrass leaves) varies from experiment to experiment, in some they're the same and others it's clearly different. But it's evident the difference between the initial and final length of the leaves. It wasn't possible to determine which species salemas preferred. Herbivory plays a negative role in the establishment of transplanted seagrass meadows in Luiz Saldanha Marine Park.

**Keywords:** seagrass, herbivory, food preference, exclusion cages, *Sarpa salpa*, *Zostera marina*, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa*, seagrass transplants

## Agradecimentos

Aos meus pais, irmão e avós que sempre me apoiaram em tudo e são a base do que sou hoje.

Ao Daniel por ter sido, acima de tudo, o meu melhor amigo.

A todos os meus amigos, os de sempre, os de agora e os de amanhã, por crescermos juntos e nos ajudarmos em todas as experiências novas que partilhamos e por me distraírem quando já não conseguia ver números e letras à frente.

Aos meus orientadores, Ester Serrão, Alexandra Cunha e Jorge Gonçalves, por me ajudarem neste primeiro pequeno passo dentro da ciência.

A toda a equipa do Biomares que me ajudou imenso e sem a qual não teria conseguido realizar este trabalho, Tiago, Luís, Vasco, Jorge, Leonel, Ana, Joana, Diogo, Sandra.

À Mafalda e Jorge do Museu Oceanográfico.

Ao João Reis da estação do Ramalhete por toda a ajuda na montagem dos sistemas e à Charlotte que, apesar de não ter continuado o seu trabalho, me deu uma grande ajuda com as salemas.

Ao Mark Fonseca pela ajuda preciosa e pelos conselhos.

Muito obrigada a todos!

# Índice

Introdução .....	1
Espécies em estudo .....	2
Conservação .....	7
Objectivos .....	8
Caracterização do local de estudo .....	9
1. Grades com protecção vs grades sem protecção .....	10
1.1. Material e Métodos .....	10
1.2. Análise estatística .....	11
1.3. Resultados .....	12
2. Avaliação da herbivoria em populações naturais .....	16
2.1. Material e Métodos .....	16
2.2. Análise estatística .....	17
2.3. Resultados .....	18
3. Grades com jaulas de exclusão vs grades sem grades de exclusão .....	21
3.1. Material e Métodos .....	21
3.2. Análise estatística .....	23
3.3. Resultados .....	23
4. Avaliação da eficácia da colocação de folhas artificiais no controle de herbivoria num prado transplantado .....	29
4.1. Material e Métodos .....	29
4.2. Análise estatística .....	31
4.3. Resultados .....	31
5. Preferência alimentar .....	37
5.1. Material e Métodos .....	37
5.2. Análise estatística .....	38
5.3. Resultados .....	39
Discussão .....	43
Considerações finais .....	48
Anexo .....	49
Referências bibliográficas .....	50

## Introdução

As ervas marinhas são angiospérmicas marinhas que se encontram distribuídas nas zonas costeiras de todos os oceanos excepto do Antártico (Torre-Castro, 2006). Existem cerca de 60 espécies inseridas em 15 géneros e 5 famílias e que estão adaptadas à vida em diferentes condições: água doce, estuarina, marinha ou hipersalina (Short & Coles, 2001).

Todas as espécies são plantas clonais, rizomatosas. Têm uma estrutura composta por rizomas, raízes, folhas, flores e fruto (Hemminga & Duarte, 2000) que, pela sua natureza clonal, apresentam um crescimento ordenado com a adição regular de um conjunto básico de módulos, em que cada módulo é composto por uma porção do rizoma, um conjunto de folhas unidas ao rizoma e um sistema de raízes (Hemminga & Duarte, 2000). No seu conjunto formam os prados (podem ser monoespecíficos ou multispecíficos) que englobam um sistema complexo de relações entre diferentes organismos.

Todo o sistema das ervas marinhas proporciona alimento, habitat, refúgio e protecção de predadores para muitas pequenas espécies (Guidetti & Bussotti, 2000; Gillanders, 2006), muitas delas em ciclos iniciais do seu desenvolvimento (Zieman & Zieman, 1989; Terrados & Borum, 2004; Ribeiro *et al.*, 2006), sendo usado, também, como zona de maternidade para muitas espécies que aí se vão reproduzir (como descrito em Hemminga & Duarte, 2000 e Terrados & Borum, 2004; Heck & Valentine, 2006).

Para além da protecção, as ervas marinhas constituem um recurso alimentar importante para os ecossistemas costeiros e actua em várias vertentes: herbivoria directa, teias alimentares detriticas, teias alimentares planctónicas, absorção de matéria derivada por parte de microrganismos, exportação para ecossistemas adjacentes (Thayer *et al.*, 1984; Zieman & Zieman, 1989; Torre-Castro, 2006). No que diz respeito à herbivoria directa ela está limitada a um número relativamente pequeno de espécies como os ouriços do mar, alguns peixes, aves aquáticas, tartarugas marinhas e sirénios (Thayer *et al.*, 1984) e acontece, maioritariamente, em regiões tropicais e subtropicais e nas proximidades de recifes de coral (Zieman & Zieman, 1989).

O impacto da herbivoria directa nas ervas marinhas é um tema algo controverso pois há autores que defendem que é rara e que são poucas as espécies que a praticam (Hemminga & Duarte, 2000; Greve & Binzer, 2004) e outros que consideram existir

espécies marinhas e terrestres, consumidoras exclusivas ou preferenciais de ervas e cuja ação tem consequências muito importantes para as populações de ervas marinhas (Heck & Valentine, 2006; Valentine & Duffy, 2006). Outros ainda consideram que a teia alimentar detritívora é a via mais importante de distribuição de energia neste sistema (como descrito em Thayer *et al.*, 1984; Zieman & Zieman, 1989). A herbivoria está melhor estudada para climas tropicais do que para temperados tendo em conta a quantidade de artigos sobre a matéria.

Todas as espécies de ervas têm uma estrutura e composição complexas, possuem um conteúdo mineral relativamente alto (Thayer *et al.*, 1984) e uma grande percentagem de fibras (Thayer *et al.*, 1984; Hemminga & Duarte, 2000) o que as torna difíceis de digerir. Para fazer face a estas propriedades estruturais algumas espécies de herbívoros possuem características que lhes permitem obter os nutrientes e a energia de que necessitam a partir destas plantas. Algumas delas são, por exemplo, um baixo pH do sistema digestivo que possibilita ou facilita a digestão de algumas algas e da celulose (Edwards & Horn, 1982; Valentine & Heck, 2001) ou a existência de estruturas morfológicas que permitem a destruição mecânica da parede celular das plantas como um estômago muscular triturador ou uma estrutura faríngea trituradora (Edwards & Horn, 1982).

### *Espécies em estudo*

A costa portuguesa está inserida numa região temperada com características mediterrânicas e, apesar de terem uma distribuição restricta e localizada, estão presentes três espécies: *Zostera noltii* Hornemann, *Zostera marina* Linnaeus, 1753 e *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. Estas angiospérmicas marinhas pertencem à super-ordem Alismatiflorae, às famílias Zosteraceae (*Zostera noltii* e *Zostera marina*) e Cymodoceaceae (*Cymodocea nodosa*) (den Hartog & Kuo, 2006)

A primeira, *Zostera noltii* (Fig. 1), está distribuída desde as costas do sul da Noruega até ao mar Mediterrâneo, podendo chegar até à Mauritânia (Borum & Greve, 2004). Encontra-se em zonas de intertidal formando densos prados. As suas folhas têm entre 5 e 25 cm (Borum & Greve, 2004) (sempre menos de 100 cm) de comprimento, 0,5 a 1,5 mm de largura, possuem 3 veios longitudinais e o seu ápice é denteado assimetricamente. O rebento generativo pode ter 10 cm de comprimento com um máximo de 6 inflorescências e cada uma tem 4 a 5 flores masculinas e femininas, pequenas e que se encontram no mesmo indivíduo. Esta espécie possui uma semente

elipsóide com 1,5 a 2 mm de comprimento e com a superfície estriada longitudinalmente. As suas folhas têm uma bainha aberta o que lhes permite a distinção de folhas mais estreitas de *Z. marina* que a possuem fechada (Short & Coles, 2001).



Figura 1- Distribuição e ilustração de *Z. noltii* (retirado de Borum & Greve, 2004)

*Z. marina* é uma espécie distribuída desde o Ártico, ao longo da costa norte da Noruega até ao Mediterrâneo (Fig. 2). É muito abundante no mar Báltico, mar do Norte e ao longo das costas do Atlântico. É predominantemente subtidal e pode crescer até 10-15 m de profundidade, dependendo da turbidez da água. É essencialmente perene mas no mar de Wadden podem encontrar-se conjuntos anuais (Borum & Greve, 2004). É uma espécie de tamanho médio e o seu rizoma tem 1 a 3 internódios longos. As folhas podem ter até 3 m de comprimento (Short & Coles, 2001) em condições ideais, mas geralmente têm 30 a 60 cm (Borum & Greve, 2004). A sua largura é de 3 a 12 mm, possuem 5 a 11 veios longitudinais com o ápice da folha arredondado ou ligeiramente mucronado. O rebento generativo tem até 4 m de comprimento, tem repetidas ramificações, com 3 a 4 inflorescências por ramo e com 6 a 14 flores masculinas e femininas por inflorescência. As sementes têm uma forma elipsoidal alongada com 3 a 4 mm de comprimento com tonalidade castanha e a sua superfície tem 16 a 20 estrias distintas (Short & Coles, 2001). Os feixes de folhas são rebentos terminais em rizomas horizontais. O rizoma ramifica durante a época de crescimento formando novos rebentos terminais (Borum & Greve, 2004). Existem populações perenes e anuais desta espécie (Short & Coles, 2001).

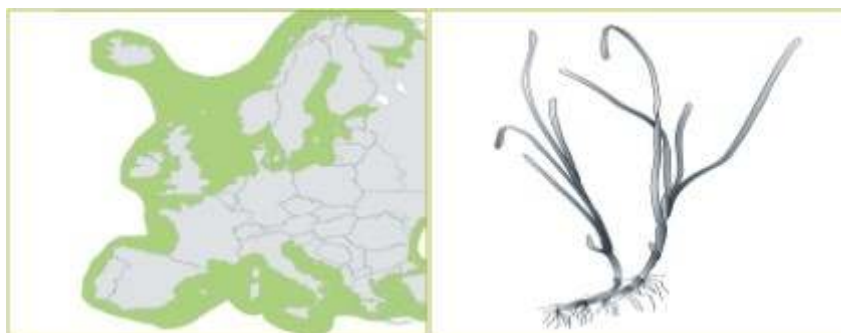


Figura 2- Distribuição e ilustração de *Z. marina* (retirado de Borum & Greve, 2004)

Na costa portuguesa também se encontra *C. nodosa*. Caracteriza-se por ser uma espécie de águas quentes (Fig. 3) estando amplamente distribuída pelo Mediterrâneo, nas ilhas Canárias e pela costa do norte de África (Borum & Greve, 2004). O seu limite norte é a região de Tróia, em Portugal (Alberto *et al.*, 2008), embora em alguma bibliografia ainda esteja só registada para o sul de Portugal (Borum & Greve, 2004). Desenvolve-se desde o intertidal pouco profundo até águas mais profundas com 50 a 60 m. Nesta espécie os rizomas possuem em cada nó uma forte raiz ramificada e um curto caule erecto com 2 a 5 folhas. A bainha das folhas pode ter uma forma linear ou ligeiramente obcónica, que quando cai a folha, deixa uma cicatriz circular fechada no caule. As folhas podem ter entre 10 a 45 cm de comprimento (Borum & Greve, 2004), 2 a 4 mm de largura, com 7 a 9 veios longitudinais e cujo ápice é arredondado ou recortado (Short & Coles, 2001). Cada rebento está ligado a um rizoma vertical com segmento de rizoma curto que, por sua vez, estão ligados a segmentos de rizoma horizontal (de cor branco-rosado) com 1 a 6 cm de comprimento (Borum & Greve, 2004). O fruto é semi-circular, comprimido lateralmente, com 8 mm de comprimento, 6 mm de largura e 1,5 mm de espessura e o lado dorsal tem 3 estrias paralelas (Short & Coles, 2001). Nesta espécie, cada planta tem só um sexo e as flores femininas têm dois ovários que produzem, cada um, duas sementes. O fruto é uma forma de distinguir esta espécie das do género *Zostera* pois são, em geral, de maiores dimensões (Borum & Greve, 2004). Esta é uma espécie que pode ser considerada pioneira, uma vez que os seus rizomas podem crescer vários metros por ano e assim colonizar rapidamente áreas vazias, sem cobertura vegetal, do leito oceânico (Borum & Greve, 2004).

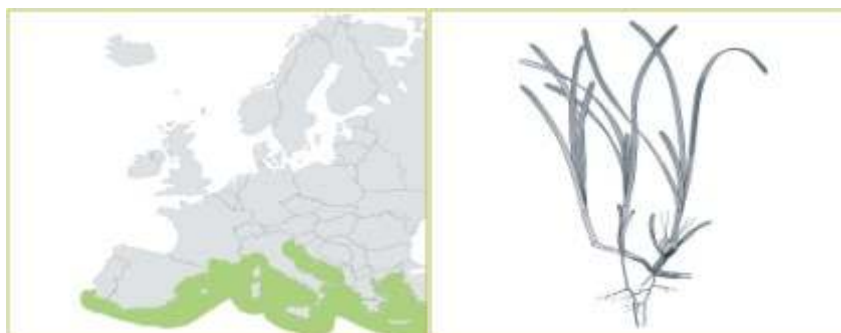


Figura 3- Distribuição e ilustração de *C. nodosa* (retirado de Borum & Greve, 2004)

Todas estas espécies estão sujeitas à acção de diversos organismos que nelas procuram abrigo e protecção ou alimento. Uma das acções que podem ter consequências mais prejudiciais é a acção directa de herbívoros.

#### *Herbívoros*

Sendo habitats bastante complexos, os prados de ervas marinhas abrigam uma grande diversidade e quantidade de espécies de peixes. Estas alimentam-se de outras espécies aí existentes, das próprias ervas ou dos seus detritos (Zieman & Zieman, 1989). Dentro das espécies que se alimentam directamente de ervas marinhas destaca-se a salema, *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758) (Peirano *et al.*, 2001; como descrito em McArthur & Hyndes, 2007) (Fig. 4).



Figura 4– Desenho de um exemplar de *Sarpa salpa* (Retirado de Bauchot e Pras, 1982)

Esta espécie está presente no Atlântico Este e Oceano Índico Ocidental. Distribui-se desde o Mar do Norte até ao Cabo da Boa Esperança e, no Índico, até Moçambique, estando também presente no Mar Mediterrâneo e Mar Negro (Bauchot & Hureau, 1990) bem como na zona do Parque Marinho da Arrábida (Gonçalves *et al.*, 2002) (Fig.5).



Figura 5- Distribuição mundial da salema (*Sarpa salpa*) (fonte: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org))

É um peixe demersal que vive em cardumes em fundos arenosos, rochosos ou de vasa e prados de ervas marinhas, em profundidades que podem ir até aos 70 m (Fischer *et al.*, 1987). Segundo a descrição em Saldanha (1997), possui um corpo oblongo, com uma coloração que pode ir de cinzento a esverdeado, com 10 a 11 bandas longitudinais amareladas (ou douradas) e a parte ventral tem uma coloração branco-prateada. De acordo com o descrito em Fischer *et al.* (1987), possui uma cabeça pequena com focinho obtuso; a mandíbula superior é ligeiramente proeminente e a boca pequena é terminal. Tem uma só fila de incisivos nas duas mandíbulas sendo que os superiores têm margem recortada e os inferiores têm uma depressão na face externa que termina numa única ponta triangular. O seu olho é amarelo e tem um espaço interocular escuro; a linha lateral é escura e muito direita, com 70 a 80 escamas. Tem uma pequena mancha escura na parte superior da base das barbatanas peitorais; os indivíduos têm um comprimento máximo de 51 cm mas o mais comum está entre 12 a 30cm. Esta espécie é vista junto a fundos rochosos com areia ou vasa e cobertos por algas ou ervas, reproduz-se na Primavera e Outono e é hermafrodita protândrico sendo os juvenis essencialmente carnívoros (crustáceos e outros pequenos invertebrados) e os adultos, quase exclusivamente herbívoros (Fischer *et al.*, 1987).

Sendo os adultos indivíduos herbívoros, alimentam-se de algas moles, algas epífitas (que crescem na superfície das folhas de ervas marinhas) e das próprias folhas de ervas marinhas (como descrito em McArthur & Hyndes, 2007). Esta acção pode ter efeitos diversos. Se houver uma grande quantidade de epífitos nas folhas das ervas, as salemas, ao consumirem-nos, estão a controlar a população de algas epífitas e a permitir que as

ervas marinhas se desenvolvam e dominem (Gacia *et al.*, 1999). Ou seja, a herbivoria de algas tem um efeito estimulador do crescimento das ervas marinhas. Por outro lado, quando se alimentam das folhas das ervas, as salemas estão a retirar tecido fotossintético, o que as debilita (Cebrián *et al.*, 1998). Se essa pressão for intensa e contínua ao longo do tempo vai impedir que elas tenham tempo para recuperar e vai, assim, fazer desaparecer essas populações de ervas marinhas ou partes dessa população (Randall, 1965). No entanto, um consumo controlado das folhas estimula o crescimento compensatório das ervas (se a população for saudável e estável) através de mecanismos de transporte de substâncias de reserva dos rizomas e rebentos mais próximos para os locais afectados de modo a compensar as perdas. A resposta das ervas à herbivoria é variável consoante a biologia da espécie em causa (por exemplo, se tem crescimento rápido ou lento ou rizomas mais finos ou grossos) e da intensidade da herbivoria (se é contínua ou tem pausas) (Cebrián *et al.*, 1998).

Na zona do Mediterrâneo, as salemas alimentam-se em grandes cardumes, durante o Verão, para acumular reservas para a reprodução que ocorre nos meses de Outono à Primavera. Os adultos migram, então, para profundidades maiores permanecendo os peixes jovens em águas menos profundas (Peirano *et al.*, 2001). No entanto, os jovens não consomem ervas marinhas mas sim pequenos crustáceos e algas (Stergiou & Karpouzi, 2002). Assim, são os indivíduos adultos que se alimentam delas, essencialmente durante o Verão. Este é um exemplo do comportamento das salemas em prados de ervas marinhas que mostra que a intensidade do consumo de ervas varia consoante as épocas do ano mas que, como se alimentam em cardumes grandes, podem ter um efeito mais devastador em populações debilitadas como são as ervas transplantadas. No entanto, as salemas podem ter um efeito regulador na população de ervas marinhas pois retiram folhas que podem já estar envelhecidas o que provoca um crescimento compensatório para renovar a população. Por outro lado, se as populações não estiverem saudáveis e/ou as salemas forem em grande número isso pode levar ao esgotamento da população.

### *Conservação*

As espécies de ervas marinhas aqui descritas encontram condições ao seu desenvolvimento ao longo de toda a costa portuguesa mas não se sabe o estado actual das populações, ou a sua localização exacta. Isto deve-se à inexistência de planos ou projectos de conservação e/ ou recuperação deste importante ecossistema. O projecto

Biomares apresenta, neste campo, uma excepção. É o primeiro projecto de recuperação de um ecossistema de ervas marinhas em Portugal. Os principais objectivos deste projecto são a gestão e recuperação da biodiversidade do Parque Marinho Luiz Saldanha de modo a que a conciliação das actividades económicas, inerentes à exploração dos recursos marinhos, e a protecção ambiental seja possível. É coordenado pelo Centro de Ciências do Mar do Algarve e junta em parceria o Consejo Superior de Investigaciones Cientificas de Espanha, o Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, o Instituto Nacional de Recursos Biológicos-IPIMAR e o Instituto Superior de Psicologia Aplicada. O seu financiamento é assegurado pelo programa LIFE / Natureza (ano de 2006) da União Europeia e pela SECIL - Companhia Geral de Cal e Cimento S.A. Para alcançar estas metas estão a ser implementadas algumas medidas em que se incluem os estudos de preparação das acções, os transplantes das ervas marinhas provenientes da Ria Formosa, estudos de germinação de sementes, censos dos organismos presentes.

### *Objectivos*

Este trabalho insere-se no âmbito do projecto e tem como finalidade perceber qual o impacto que os herbívoros, em particular as salemas, têm no estabelecimento e desenvolvimento de espécies de ervas marinhas recentemente transplantadas. Para isso foram designados os seguintes objectivos:

- Saber se uma grande proporção das ervas marinhas (biomassa e densidade de folhas) é retirada pelos herbívoros
- Em prados transplantados e naturais, estimar a herbivoria e determinar se o efeito da herbivoria é mitigado pela colocação de jaulas com protecção;
- Perceber qual o local das folhas que as salemas preferem (ponta, meio ou base da folha);
- Saber se a colocação de ervas artificiais (fitas de embrulho) no meio de ervas reais dissuade as salemas de se alimentarem delas;
- Saber qual a espécie de ervas, existente em Portugal, que as salemas preferem.

## Caracterização do local de estudo

As zonas onde se realizaram as experiências situam-se na embocadura do estuário do Sado, nas zonas da Ponta do Adoche -39° 29'30''N, 8° 54' 29'' O- (em frente à península de Tróia), Portinho da Arrábida e Baía dos Coelhoos (38° 28' 52'' N, 8° 59' 09'' O). Estas duas últimas são parte integrante do Parque Marinho Luiz Saldanha estabelecido em 1998 que está inserido no Parque Natural da Arrábida (PNA). Este foi criado pelo Decreto-Lei nº 622/76, de 28 de Julho, que foi posteriormente reclassificado pelo Decreto Regulamentar nº 23/98, de 14 de Outubro, de modo a incluir o Parque Marinho (D.R. 2005). O PNA tem a sua área dividida em três tipologias de protecção diferentes: protecção total, parcial e complementar.

As zonas do Portinho da Arrábida e da Baía dos Coelhoos pertencem a áreas de protecção parcial.

A zona em estudo do Parque Marinho está predominantemente voltada a sul, o que a torna protegida, pela Serra da Arrábida, de ventos provenientes de norte e noroeste. O subtidal possui zonas com pedras e grandes blocos intercalados por zonas de areia (Gonçalves *et al.*, 2002).

A zona da Ponta do Adoche está na extremidade da península de Tróia e caracteriza-se por uma língua de areia com alguma vegetação rasteira sendo uma zona fortemente urbanizada. O subtidal é essencialmente composto por um sedimento arenoso com alguns prados mistos de ervas marinhas (*Z. marina* e *Z. noltii*) e com um declive bastante suave (obs. pess.).

As experiências realizaram-se em três épocas: na Primavera e Verão de 2007 e Primavera de 2008.

## 1. Grades com protecção vs grades sem protecção

### 1.1. Material e Métodos

O objectivo desta experiência foi testar o efeito da utilização de uma rede protectora sobre as ervas marinhas transplantadas, em termos da protecção contra a herbivoria. A experiência iniciou-se a 7 de Abril de 2007. Foram montadas 40 grades de metal (75x75cm) nas quais se fixaram, utilizando ráfia, 20 rizomas com rebentos viáveis das ervas, 20 grades com *Zostera marina* e 20 grades com *Cymodocea nodosa*. Cada grade foi identificada com um conjunto de letras e números representativos da grade e espécie lá colocada (exemplo: CN 1- *C. nodosa*, grade 1; ZM 1- *Z. marina*, grade 1). Antes de serem colocadas na água foram realizadas cinco medições do comprimento em cada grelha (mediram-se 5 rebentos por grelha), utilizando uma fita métrica, de modo a obter o comprimento da folha maior de cada rebento. Isto permitiu obter o comprimento médio dos rebentos por grelha. Em cada 10 grelhas de cada espécie foi colocada uma cobertura de rede de malhagem 1,9 cm. Foram transportadas de barco até ao local destinado à experiência (38° 28' N, 8° 58' O) com a dimensão de 25x25 m (fig. 6), onde foram largadas e presas ao substrato arenoso com ganchos de metal. A profundidade média do local era de 3,5m.



Figura 6- Localização e orientação da área de estudo (quadrado branco).

A sua disposição no terreno está ilustrada na figura 7. Nos dias seguintes foi realizada a sua monitorização, num total de 6 amostragens + medição inicial, onde foi

medido o comprimento da folha maior (5 medições por grelha) por dois amostradores, com escafandro autónomo de circuito aberto e utilizando uma fita métrica. Em cada amostragem foram observadas 10 grelhas aleatoriamente. Sempre que possível, ao longo da monitorização, foi também registada a presença de animais nas grelhas e suas imediações. No final da experiência (15 de Maio) as coberturas foram retiradas e para todos os rebentos, de todas as grades, foram contados os números de folhas e quantas dessas folhas apresentavam marcas de herbivoria (marcas de dentadas).

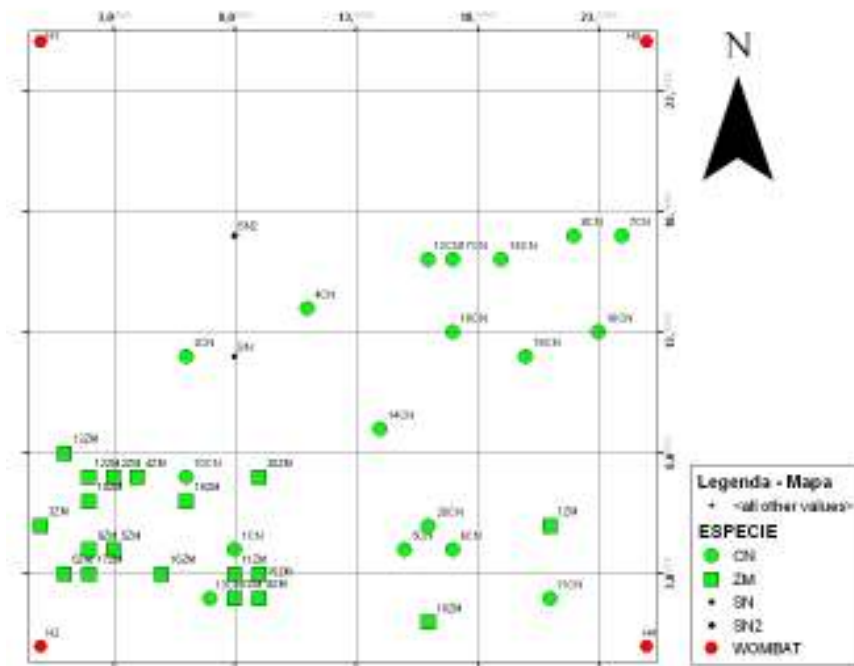


Figura 7 - Disposição das grelhas no local do estudo (as siglas designam o conteúdo de cada grade: CN- *C. nodosa*; ZM- *Z. marina*; SN- sem nada)

## 1.2. Análise estatística

Foi comparado, para cada espécie, o comprimento das folhas em grades com rede de protecção e grades sem rede, em quatro tempos de amostragem. Para isso realizou-se uma ANOVA de dois factores com um nível de significância de 0,05, em que a variável A é com/sem protecção e a variável B são os quatro tempos de amostragem (Início, Meados de Abril, Fim de Abril, Início de Maio).

Também se analisou a percentagem de herbivoria (folhas comidas/folhas totais por rebento) nos dois tipos de grades. Para cada espécie em separado, foi realizada uma ANOVA (nível de significância de 0,05) comparando a percentagem de herbivoria para os dois tipos de grade.

### 1.3. Resultados

- Análise dos comprimentos e da percentagem de folhas com marcas de dentadas *C. nodosa*

A distribuição dos comprimentos médios das folhas de *C. nodosa* ao longo do tempo está ilustrada na figura 8. Aí pode ver-se que os comprimentos dos rebentos que estavam nas grades com protecção mantiveram-se à volta dos 15 cm, embora tenham decrescido ligeiramente ao longo da experiência, enquanto os rebentos das grades sem protecção apresentaram, em geral, um decréscimo de comprimento. A análise feita (ANOVA de dois factores; 1 g.l.;  $P= 10,128$ ) mostrou que não existem diferenças significativas entre os comprimentos médios nas diferentes datas de amostragem ( $F=128,24$ ). No entanto, a mesma análise demonstrou existirem diferenças significativas entre os comprimentos médios dos rebentos dos dois tipos de grades ( $F= 0,45$ ).

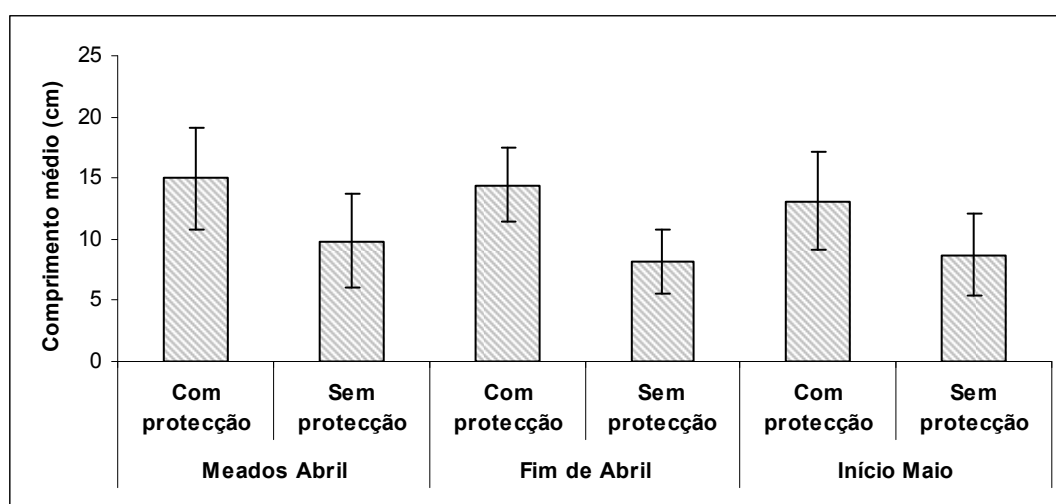


Figura 8- Distribuição dos comprimentos médios dos rebentos de *C. nodosa* ao longo da experiência (a barra de erros corresponde ao desvio padrão).

A diferença de comprimentos entre grades com e sem protecção foi aumentando com o decorrer da experiência.

A percentagem de folhas com marcas de herbivoria (percentagem de folhas com marcas de dentadas), no final da experiência, está ilustrada na figura 9, onde se pode constatar que as grades sem protecção apresentaram o maior valor de herbivoria (50,76%) comparadas com as grades com protecção (33,6% de folhas com marcas de dentadas). Da sua análise (ANOVA; 1 e 346 g.l.) conclui-se que existem diferenças

significativas ( $F=5,85$ ) entre a percentagem de folhas com marcas de herbivoria das grades com e sem protecção. Esta ANOVA foi realizada mesmo com variâncias heterogéneas pois, segundo Underwood (1997), nas amostras grandes há pouca probabilidade de haver problemas na interpretação da análise apesar da heterogeneidade de variâncias.

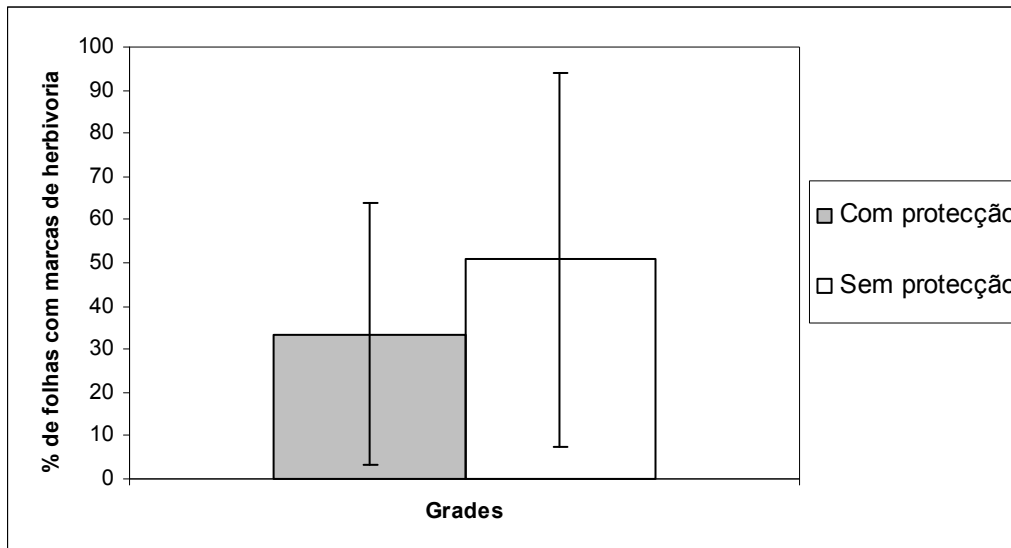


Figura 9- Percentagem média de folhas com marcas de herbivoria para *C. nodosa* em grades com e sem protecção (as barras de erro representam o desvio padrão).

### *Z. marina*

Para *Z. marina* (fig. 10), os comprimentos médios dos rebentos foram decrescendo ao longo da experiência, sendo que os rebentos das grades com protecção foram sempre maiores do que os das grades sem protecção. No entanto, da sua análise (ANOVA de dois factores; 1 e 3 g.l.) retira-se que, entre grades com e sem protecção, não existem diferenças significativas dos comprimentos médios ( $F=6,20$ ) e que, entre as diferentes datas de amostragem, também não há diferenças significativas dos comprimentos médios dos rebentos ( $F=2,47$ ).

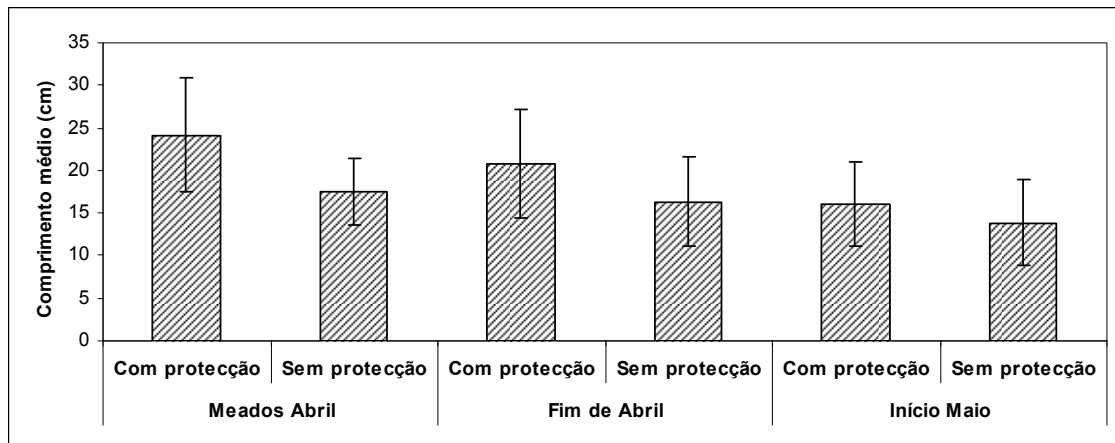


Figura 10- Distribuição dos comprimentos médios dos rebentos de *Z. marina* ao longo da experiência (as barras de erro dizem respeito ao desvio padrão).

A percentagem de folhas com marcas de herbivoria respeitante a esta espécie (fig. 11) estava abaixo dos 40 %, com os rebentos das grades sem protecção a sofrerem a maior percentagem de herbivoria (37,04%), embora a diferença seja menor do que a da espécie anterior (grades com protecção com 28,13% de herbivoria). A análise desta diferença entre as percentagens de folhas com marcas de herbivoria entre grades com e sem protecção (ANOVA; 1 e 346 g.l.) mostrou que era uma diferença significativa ( $F=7,64$ ).

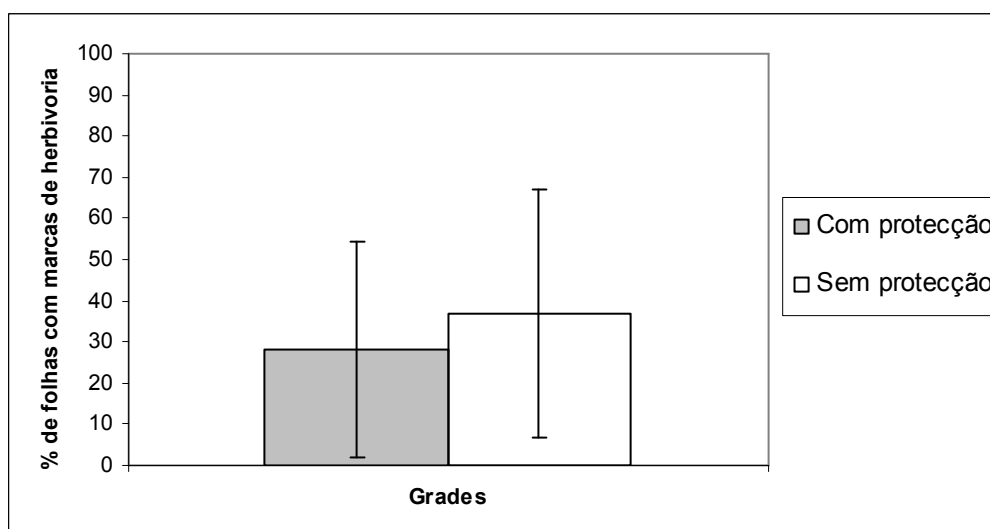


Figura 11- Percentagem média de folhas com marcas de herbivoria para *Z. marina* em grades com e sem protecção (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

Na figura 12 apresentam-se as percentagens de folhas com marcas de herbivoria para as duas espécies e pode observar-se que *C. nodosa*, tanto para as grades com protecção e sem protecção, teve maiores percentagens de herbivoria.

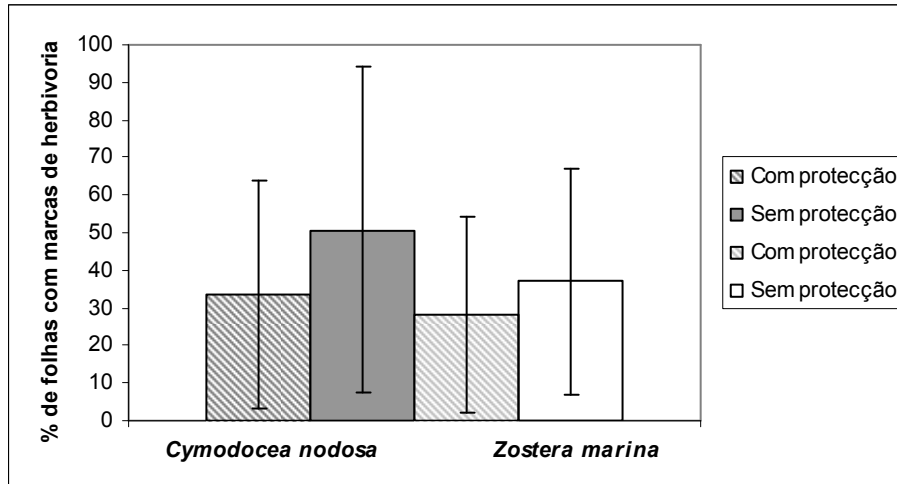


Figura 12- Percentagem média de folhas com marcas de herbivoria para as duas espécies, *Z. marina* e *C. nodosa* e para os dois tipos de grades (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

## 2. Avaliação da herbivoria em populações naturais

### 2.1. Material e Métodos

O objectivo desta experiência foi o de testar o efeito do uso de jaulas com rede protectora num prado de ervas marinhas natural, em termos da protecção contra a herbivoria e sua quantificação. Este estudo foi feito numa população natural de *Zostera marina* situada em frente à península de Tróia, na ponta do Adoche -39° 29'30''N, 8° 54' 29'' O, a uma profundidade média de 3 m, como está ilustrado na figura 13.

Foram feitas 11 jaulas de metal com 75 cm x 75 cm x 75 cm, todas devidamente etiquetadas e identificadas com um número de 1 a 11, sendo que do número 1 ao 6 as armações tinham a cobertura de rede com uma malhagem de 4,5 cm e as restantes não possuíam qualquer cobertura. Foram colocadas aleatoriamente sobre a população natural na orla do prado de *Z. marina* utilizando uma embarcação e por dois mergulhadores com escafandro autónomo de circuito aberto, ficando presas ao fundo com o auxílio de ganchos de metal.



Figura 13- Zona da experiência com uma população natural de *Z. marina*  
(fonte: Google Earth 2008)

Aquando da colocação das jaulas foram retiradas 3 amostras que se pretendiam representativas da zona onde foram colocadas as jaulas. Estas amostras foram retiradas com o auxílio de um *corer* com um diâmetro de 25,5 cm. Este foi colocado no sedimento e todas as ervas que se encontravam no seu interior foram recolhidas para sacos de amostragem. Posteriormente efectuou-se a contagem do número de rebentos

para determinar a densidade média da população em estudo, bem como a contagem e a medição de todas as folhas (desde a base das folhas até à extremidade) e registo de eventuais marcas de herbivoria (dentadas). As folhas foram deixadas a secar ao ar para posteriormente serem colocadas em papel de alumínio na estufa a 65°C durante 4 dias, após os quais se colocaram no excicador durante uma hora antes de se efectuar a pesagem numa balança de precisão, para calcular a biomassa das amostras iniciais. As jaulas foram deixadas durante um mês (4 semanas) no local e após este período recolheram-se amostras do centro de seis das armações com o *corer* pois as restantes desapareceram.

No laboratório, contaram-se o número de rebentos, o número de folhas por rebento, número de folhas dentadas por rebento, registou-se a localização das dentadas na folha e mediu-se o comprimento de todas as folhas, medição feita em dois locais, desde a primeira raiz emergente até à base das folhas e outra desde a base até à ponta de cada folha. Em seguida, as amostras foram secas ao ar e posteriormente colocadas na estufa, em embrulhos de papel de alumínio, a 65°C durante 4 dias. Depois de retiradas da estufa foram colocadas no excicador durante 1 hora após a qual se efectuou a pesagem das amostras numa balança de precisão e se calculou a biomassa média das armações.

## 2.2. Análise estatística

O comprimento das folhas foi analisado usando uma ANOVA comparando jaulas com rede e sem rede, com um nível de significância de 0,05.

Também se comparou a percentagem de herbivoria entre os dois tipos de jaulas usando uma ANOVA (nível de significância de 0,05).

A análise da biomassa foi feita através de um teste-t para pares (para amostras pequenas) com um nível de significância de 0,05. Este comparava a biomassa – peso (g) por m<sup>2</sup>- em três relações diferentes:

- Amostra inicial/ amostra com protecção;
- Amostra inicial/ amostra sem protecção;
- Amostra com protecção/ amostra sem protecção.

### 2.3. Resultados

As amostras de *Z. marina* recolhidas no decorrer desta experiência tinham a distribuição de comprimentos ilustrada na figura 14. Em geral, houve um aumento do comprimento sendo que a amostra retirada das jaulas sem protecção apresentou um comprimento médio mais elevado (44,84 cm) comparando com as jaulas sem protecção (31,03 cm).

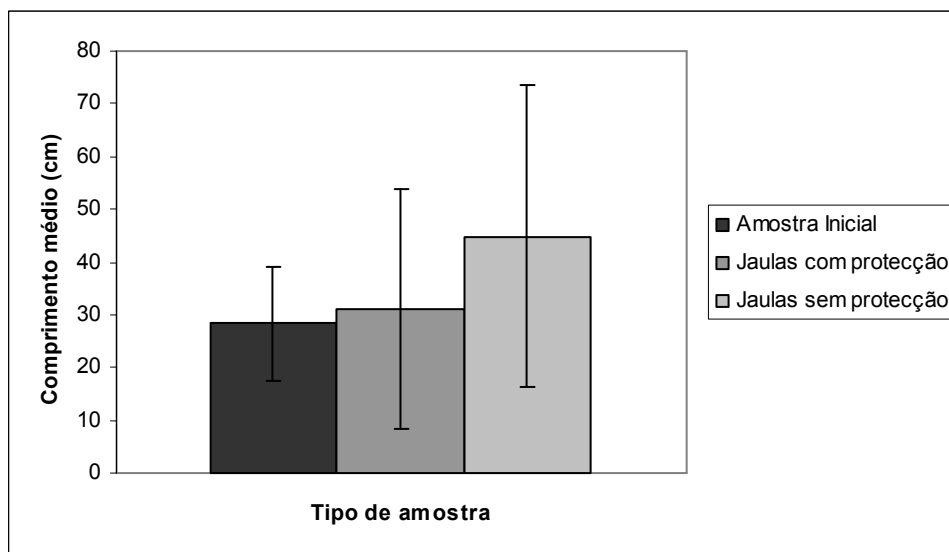


Figura 14- Comprimentos médios das amostras inicial, das jaulas com protecção e sem protecção de *Z. marina* (as barras de erro representam o desvio padrão).

Ao realizar-se uma ANOVA (1 e 481 g.l.) para comparar os comprimentos dos dois tipos de jaula colocados (com e sem protecção) concluiu-se que os comprimentos médios das jaulas com e sem protecção apresentavam diferenças significativas ( $F=34,25$ ).

Na figura 15 estão representadas as percentagens de ocorrência de marcas de dentadas nas folhas. Este gráfico reflecte a relação entre os três locais, em cada uma das jaulas. É visível a predominância de marcas na ponta das folhas (mais de 50% para todas as jaulas) e baixa percentagem de marcas na base das folhas. A percentagem de marcas no meio das folhas foi sempre menor do que a percentagem para a ponta das folhas.

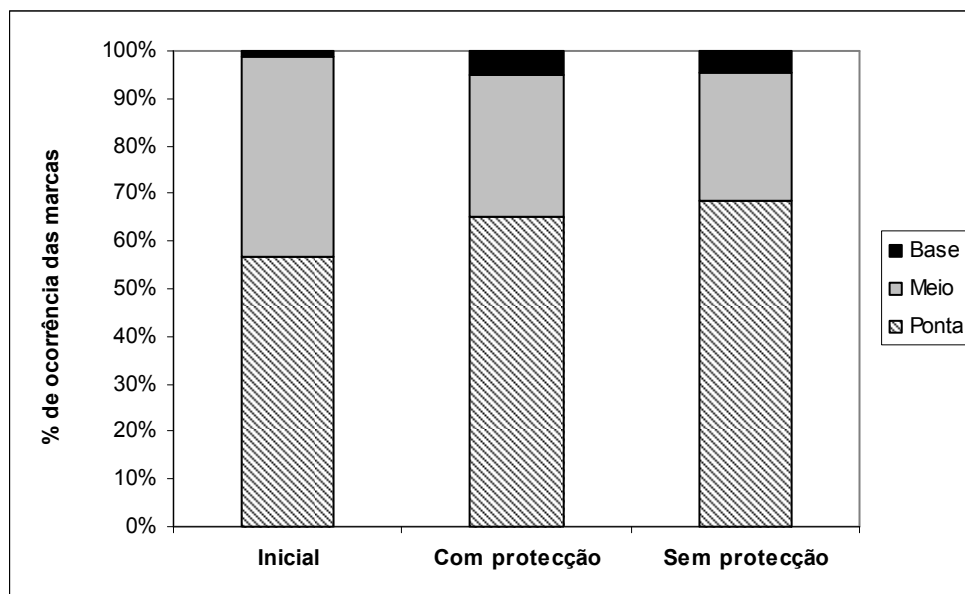


Figura 15- Percentagem de ocorrência das marcas nos três locais das folhas das amostras inicial, jaulas com proteção e sem proteção de *Z. marina*.

A percentagem de folhas com marcas de herbivoria para *Z. marina* (fig. 16) foi mais elevada para as jaulas sem proteção (41,83%). Para as jaulas com proteção foi pouco mais de 30% (32,98%) sendo que estas jaulas e a amostra inicial tinham um valor muito aproximado de marcas de herbivoria. Esta diferença entre os dois tipos de jaulas (com e sem proteção) concluiu-se ser significativa através de uma ANOVA (1 e 132 g.l.) com  $F=4,74$ .

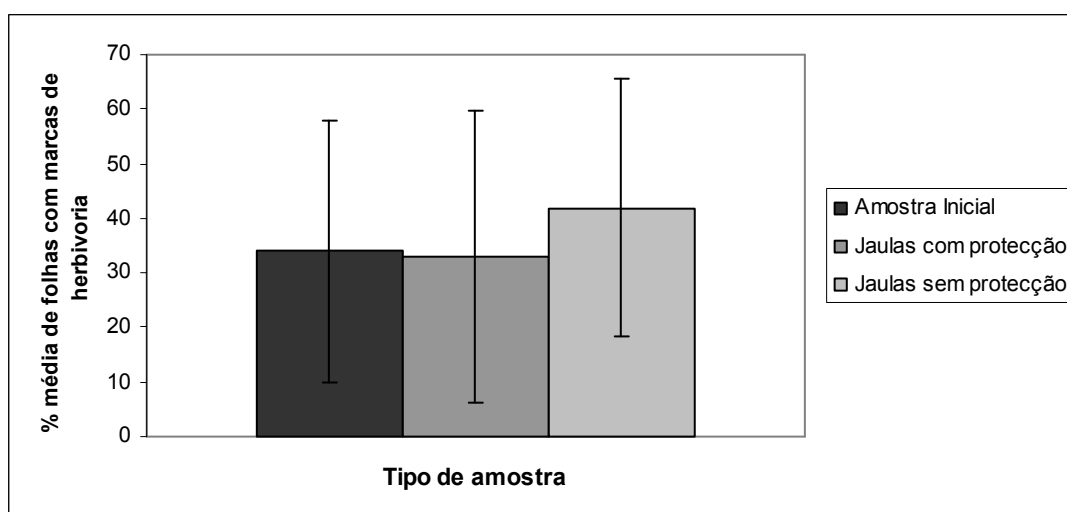


Figura 16- Percentagem média de folhas com marcas de herbivoria nas amostras inicial, jaulas com proteção e jaulas sem proteção de *Z. marina* (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

A biomassa (fig. 17) calculada para as amostras recolhidas foi bastante maior para as jaulas sem protecção ( $224 \text{ g/m}^2$ ) do que para as jaulas com protecção ( $60,67 \text{ g/m}^2$ ). A biomassa calculada para a amostra inicial era muito superior ( $178,62 \text{ g/m}^2$ ) à das jaulas com protecção, aproximando-se dos valores calculados para a amostra das jaulas sem protecção.

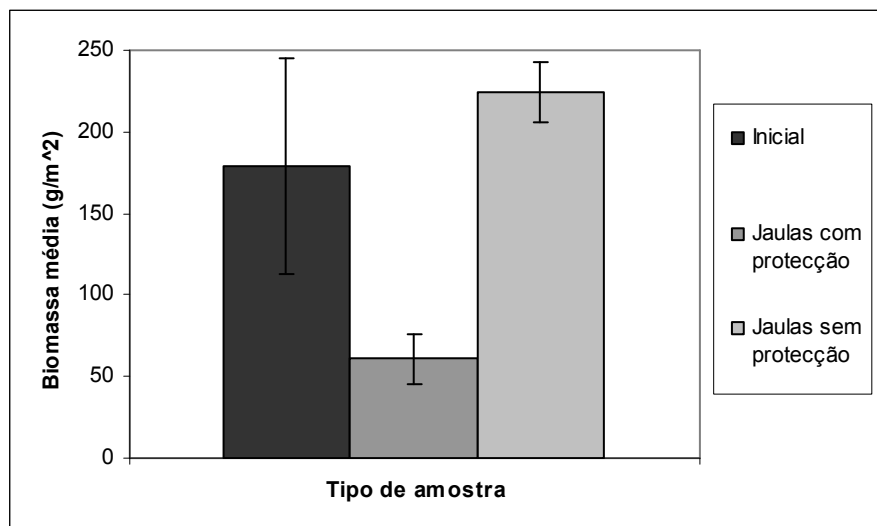


Figura 17- Biomassa média inicial e nas jaulas com e sem protecção.

Da análise concluiu-se que a diferença da biomassa média da amostra inicial e das jaulas com protecção é significativa (5 g.l.;  $t=3,53$ ;  $P= 0,05$ ); entre a amostra inicial e jaulas sem protecção a diferença não é significativa (3 g.l.;  $t=-0,90$ ;  $P= 0,05$ ); entre jaulas com e sem protecção a diferença da biomassa é significativa (4 g.l.;  $t=-11,43$ ;  $P= 0,05$ ).

### 3. Grades com jaulas de exclusão vs grades sem grades de exclusão

#### 3.1. Material e Métodos

O objectivo desta experiência foi avaliar o efeito de jaulas com rede protectora na prevenção da herbivoria em ervas marinhas transplantadas e quantificar a herbivoria. Foram feitas 16 jaulas cobertas com dois tipos diferentes de malha (1/2 e 3/4 polegadas - 1,27 cm e 1,9 cm - plastificada e de metal, respectivamente) e abertas no fundo (fig.18).



Figura 18- Exemplo das jaulas construídas para as experiências.

No total foram plantadas ervas em 24 grades das quais 8 estavam cobertas com as jaulas de malha plastificada, 8 com as jaulas de malha metálica e 8 sem qualquer cobertura para servir de controlo. A espécie utilizada foi *Z. marina* e foi transplantada de um prado existente na zona da Ponta do Adoche e plantadas na Baía dos Coelhoos (ao lado da praia do Portinho) a uma profundidade média de 3,5m (fig. 19). Foram retiradas ainda com sedimento e transportadas de barco, numa caixa com água, até ao local de plantação, onde foram colocadas por baixo das grades, para assegurar a sua permanência no local, e cujas raízes foram cobertas com sedimento.



Figura 19- Localização da experiência das jaulas na Baía dos Coelhoos.  
(fonte: Google Earth 2008)

Ao efectuar a transplantação foi retirada uma amostra de 30 rebentos para posterior contagem do número de folhas, número de folhas com marcas de herbivoria e medição dos comprimentos das folhas (realizada como descrito para a experiência anterior). Também foi registado o local da planta onde se encontravam as marcas de dentadas. No dia seguinte procedeu-se à colocação das jaulas nas grades e cuja disposição está ilustrada na figura 20.

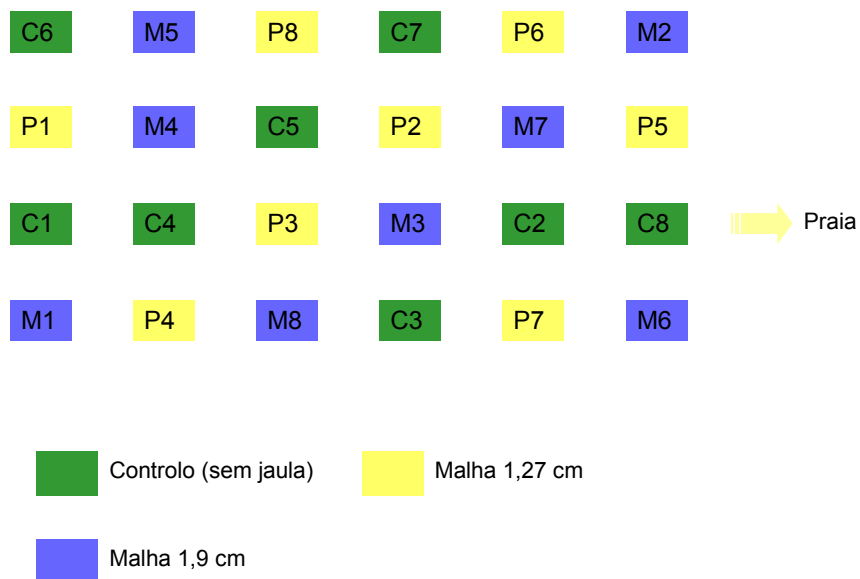


Figura 20- Disposição das jaulas colocadas na Baía dos Coelhoos em função da sua malhagem (1,27 cm; 1,9 cm e sem malha/jaula).

As grades e jaulas foram presas ao sedimento com ganchos de metal e com o auxílio de um martelo. Toda a actividade de transplantação foi realizada por dois mergulhadores com escafandro autónomo de circuito aberto e com o auxílio de uma embarcação.

A monitorização consistiu no registo do número de folhas e número de folhas com marcas de dentadas, em três amostragens distintas, no dia 16 de Abril, 30 de Abril e 7 de Maio. Em cada monitorização foram amostrados todos os rebentos de todas as grades.

### 3.2. Análise estatística

Para cada data de amostragem, separadamente, foi comparada a percentagem de folhas com marcas de herbivoria entre grades com jaula, grades sem jaula e grades com jaula retirada. A comparação foi feita em três relações diferentes:

- Grades com jaula/ grades sem jaula;
- Grades com jaula/ grades com jaula retirada;
- Grades sem jaula/ grades com jaula retirada.

Foi realizado um teste-z, com um nível de significância de 0,05, para cada relação.

### 3.3. Resultados

#### *Amostra inicial*

A distribuição dos comprimentos para a amostra recolhida inicialmente está representada na figura 21. Os comprimentos distribuíam-se entre 14 e 42 cm.

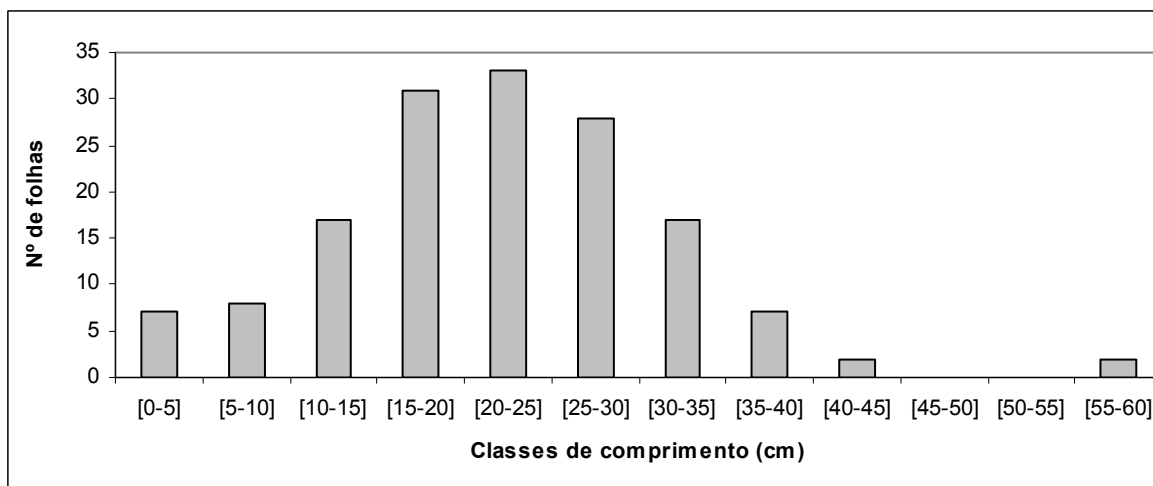


Figura 21- Distribuição em classes do comprimento médio das folhas em cada um dos rebentos recolhidos na amostra inicial.

Nas folhas analisadas as marcas de dentadas estavam, na sua maioria, distribuídas pela ponta das folhas (75,17%) (fig. 22). Na base não havia marcas e 24,83% encontravam-se a meio das folhas.

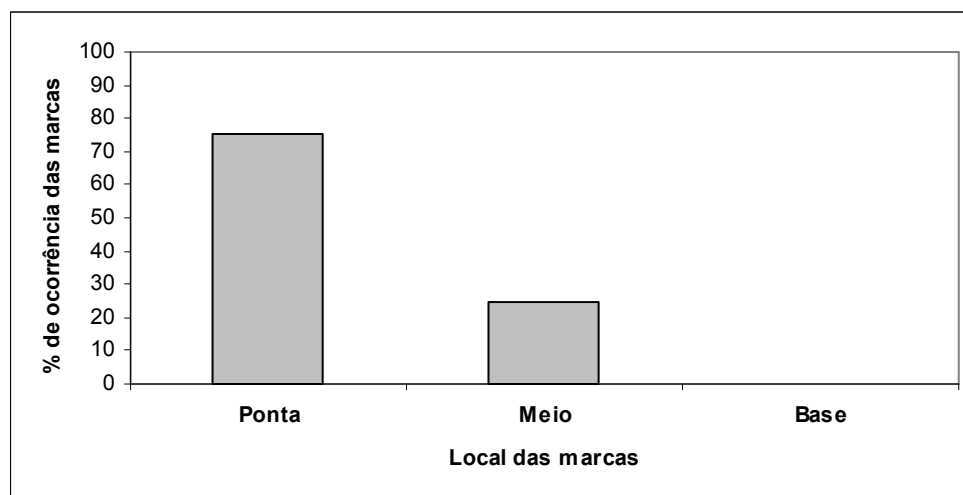


Figura 22- Percentagem de marcas de dentadas em cada zona da folha.

Na primeira data de amostragem verificou-se o desaparecimento de 10 jaulas. Para continuar a experiência atribuiu-se a essas jaulas a designação “jaula retirada”, a que correspondem as grades com as letras P (as oito grades) e M (duas grades) descritas na secção 3.1.

16 Abril

Em termos da percentagem média de folhas com marcas de herbivoria (fig. 23), os tipos de grade que apresentavam maiores valores eram os “sem jaula” e os “jaula retirada”. Para as grades “com jaula” a percentagem de herbivoria é 31,9% e para as grades “sem jaula” é 81,6% e “jaula retirada” é 83,5%.

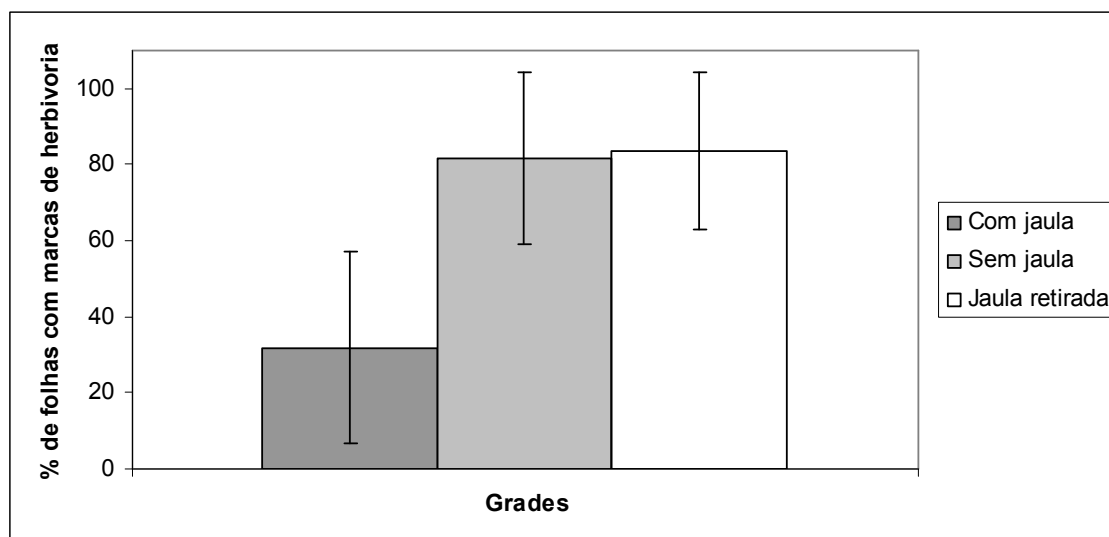


Figura 23- Percentagem média de folhas com marcas de herbivoria em cada tipo de grade (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

Da análise da relação com jaula/sem jaula ( $z=-14,64$ ) conclui-se que os dois tipos de grade têm percentagens de folhas com marcas de herbivoria significativamente diferentes. Para a relação com jaula/jaula retirada ( $z=-16,37$ ) as percentagens de folhas com marcas de herbivoria também são significativamente diferentes e não há diferenças entre percentagens de folhas com marcas de herbivoria para a relação sem jaula/jaula retirada ( $z=-0,80$ ).

30 Abril

Para o dia 30 de Abril, a percentagem média de folhas com marcas de herbivoria (fig. 24) teve os seus valores mais elevados para as grades “sem jaula” e “jaula retirada”. As grades “com jaula” têm 39,58% de herbivoria enquanto as restantes têm

cerca de 90% (89,15% para as grades sem jaula e 86,20% para as grades com jaula retirada).

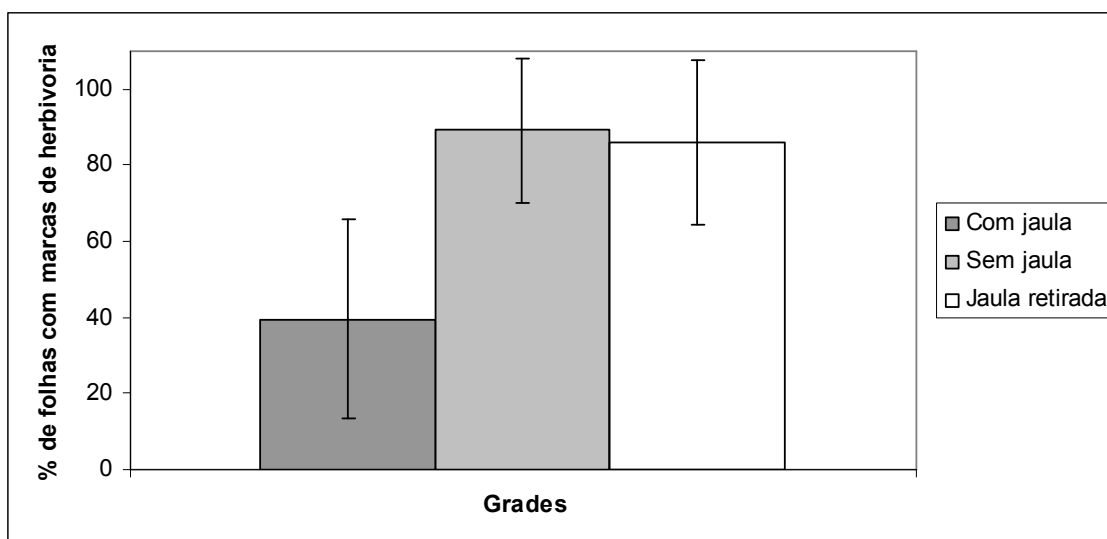


Figura 24- Percentagem média de folhas com marcas de herbivoria em cada tipo de grade (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

Da análise dos dados conclui-se que para a relação com jaula/sem jaula ( $z=-15,60$ ) há diferenças significativas entre as porcentagens de folhas com marcas de herbivoria; para a relação com jaula/jaula retirada ( $z=-14,96$ ) também há uma diferença significativa entre a herbivoria e as grades sem jaula e com jaula retirada ( $z=1,30$ ) não têm diferenças.

### 7 Maio

Nesta amostragem (fig. 25) as grades com maior porcentagem de folhas com marcas de herbivoria eram as “sem jaula” (82,10%) e “jaula retirada” (83,67%). No entanto, os valores das grades “com jaula” estavam mais próximos dos restantes (67,36%) do que nas amostragens anteriores. Da análise estatística realizada conclui-se que para a relação com jaula/sem jaula ( $z=-3,38$ ) existem diferenças significativas entre as porcentagens de folhas com marcas de herbivoria das referidas grades. Para a relação com jaula/jaula retirada ( $z=-3,73$ ) as diferenças também são significativas e não existem diferenças significativas entre as grades sem jaula e com jaula retirada.

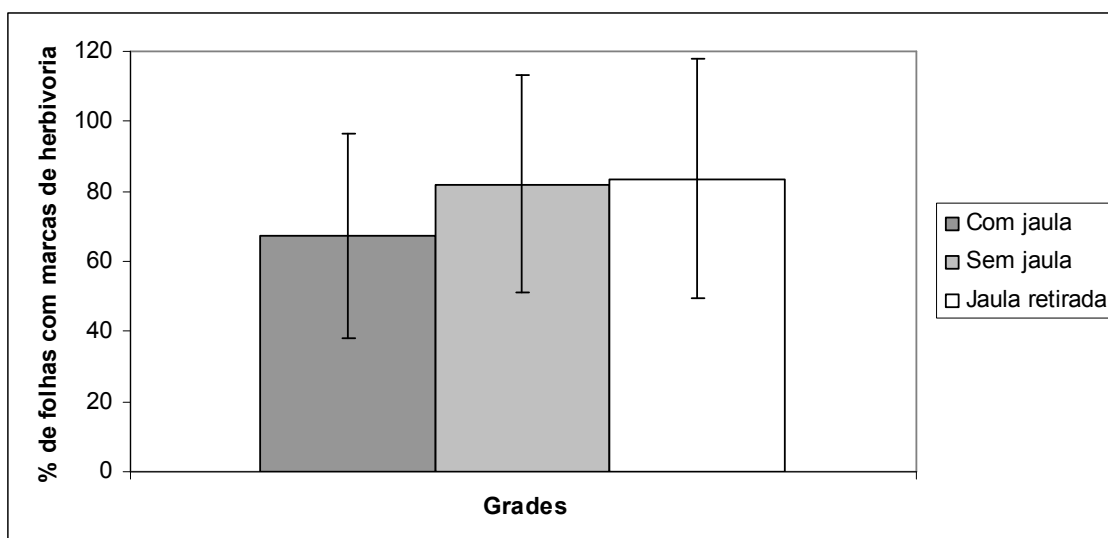


Figura 25- Percentagem média de folhas com marcas de herbivoria em cada tipo de grade estudado (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

Relativamente ao número médio de folhas e folhas com marcas de herbivoria por rebento (fig. 26) pode observar-se que, para as três datas, é nas grades com jaula que há maior diferença entre número de folhas e número de folhas com marcas. Isto é, nas grades com jaula, há menos folhas com marcas relativamente às folhas totais.

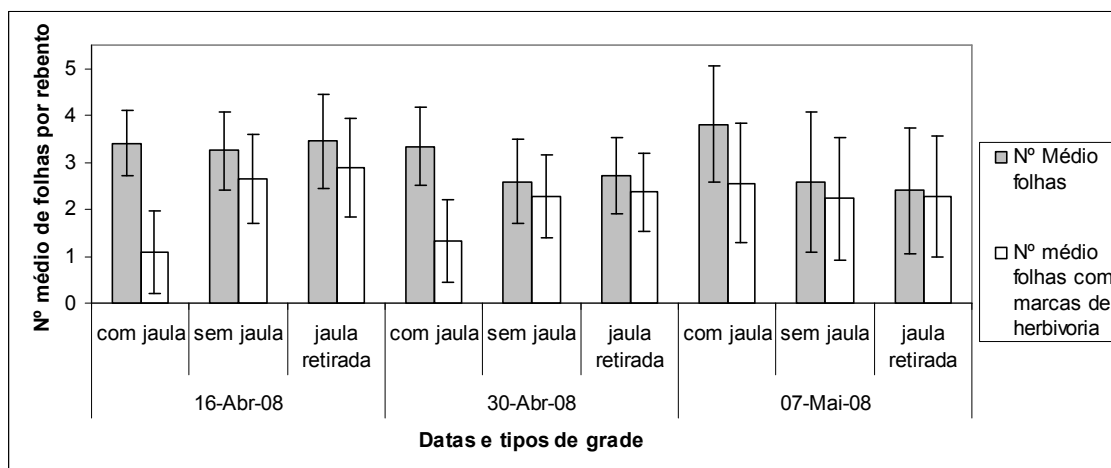


Figura 26- Número médio de folhas (totais e com marcas de herbivoria) em cada tipo de grade, nas três datas de amostragem (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

A percentagem de folhas com marcas de herbivoria (fig. 27) nas grades com jaula aumentou durante a experiência. Nas grades sem jaula a percentagem de folhas com marcas de herbivoria aumentou de 16 (81,59 %) para 30 de Abril (89,15%) e diminui de

30 de Abril para 7 de Maio (82,09 %). O mesmo aconteceu nas grades com jaula retirada, a 16 de Abril tinha 83,52 %, a 30 de Abril tinha 86,77 % e a 7 de Maio desceu para 83,67 %. De um modo geral, a percentagem de folhas com marcas de herbivoria nas grades com jaula esteve sempre abaixo da percentagem de herbivoria nos outros tipos de grades (sem jaula e jaula retirada).

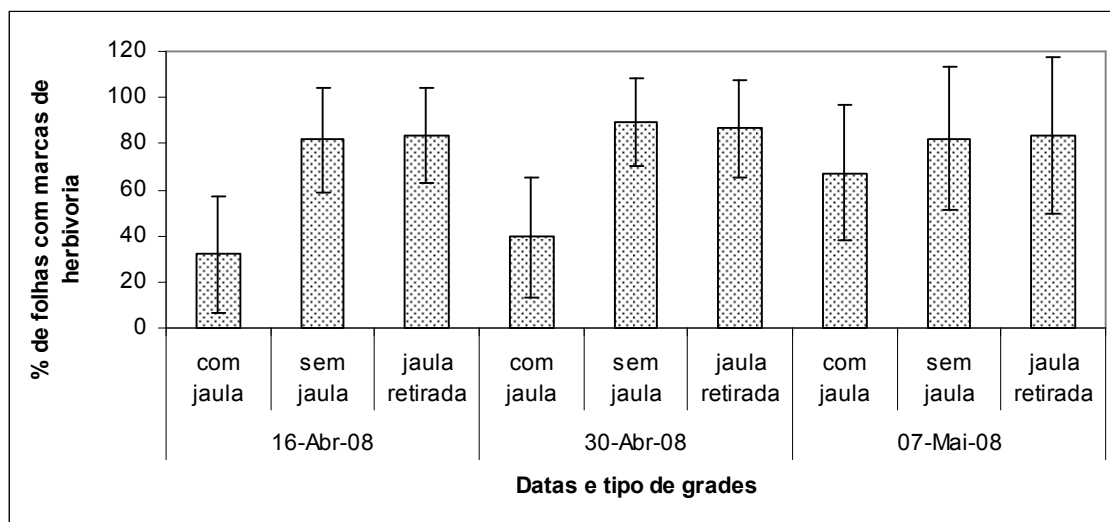


Figura 27- Percentagem de folhas com marcas de herbivoria, nas três datas de amostragem, para os três tipos de grades (as barras de erro dizem respeito ao desvio padrão).

#### 4. Avaliação da eficácia da colocação de folhas artificiais no controle de herbivoria num prado transplantado

##### 4.1. Material e Métodos

O objectivo desta experiência foi avaliar o efeito da colocação de folhas artificiais na herbivoria em ervas marinhas transplantadas. Para esta experiência foi utilizada novamente *Z. marina* mas desta vez recolhida na Ria Formosa, na zona da Barrinha. Em 16 grades de metal foram atados com ráfia 15 rebentos por grade e em 8 delas foram também colocadas 9 fitas de embrulho (fitas de enfeitar presentes) de modo a simular ervas (fig.28). Dos rebentos utilizados para preencher as grades, foram retirados 30 (amostra inicial) para se fazer contagem de folhas totais, folhas com marcas de dentadas, para medir os comprimentos de todas as folhas (como referido anteriormente) e para registar em que local das folhas estavam as marcas (ponta, meio ou base).



Figura 28- Grade com rebentos de *Z. marina* e as fitas (foto: Alexandra Cunha).

Estas grades foram colocadas na zona do Portinho da Arrábida, perto do pontão velho (38° 28' 30''N; 8° 59' 1'' O) como se pode ver na figura 29.



Figura 29- Localização da experiência com as fitas.

A sua orientação está ilustrada na figura 30 e estavam localizadas a uma profundidade média de 3m. Foram numeradas de 1 a 16 aleatoriamente de modo a facilitar a posterior monitorização.

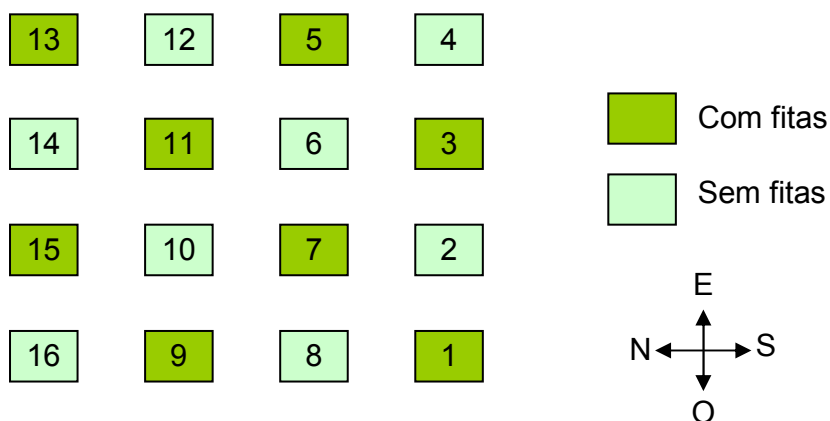


Figura 30- Disposição das grades da experiência das fitas artificiais.

A monitorização consistiu no registo do número de folhas e número de folhas com marcas de dentadas, em quatro amostragens distintas, desde o dia 15 Abril até ao dia 6 Junho. Em cada monitorização foram amostrados todos os rebentos de todas as grades. Na monitorização final (6 Junho) foi também registado o comprimento de todas as folhas que restaram.

## 4.2. Análise estatística

A análise dos comprimentos foi feita com uma ANOVA comparando grades com fitas e sem fitas.

Para cada data em separado, comparou-se, através de um teste-z (nível de significância 0,05), a percentagem de folhas com marcas de dentadas (percentagem de herbivoria) em grades com fitas e sem fitas.

## 4.3. Resultados

### *Amostra inicial*

Os trinta rebentos recolhidos na amostra inicial têm a distribuição de comprimentos representada na figura 31. Esses valores estavam distribuídos entre 10,7 e 20,25 cm.

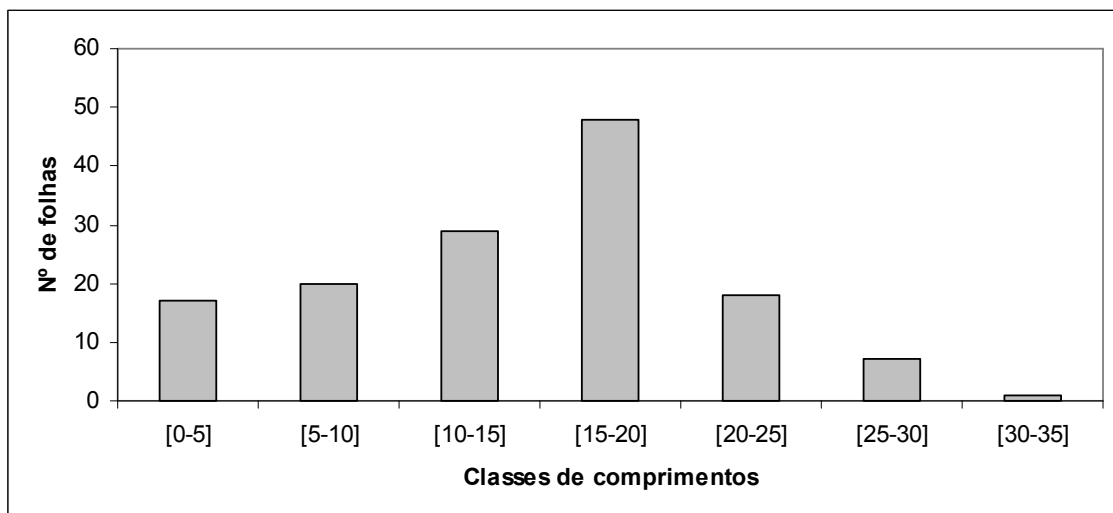


Figura 31- Distribuição em classes do comprimento das folhas dos rebentos recolhidos na amostra inicial de *Z. marina* para a experiência de ervas artificiais (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

Da análise de cada uma das folhas desta amostra inicial obtiveram-se os resultados expressos na figura 32, onde se pode ver o local e a percentagem de ocorrência de marcas de dentadas. Assim, o local com maior percentagem de marcas foi a ponta da folha seguido do meio e base.

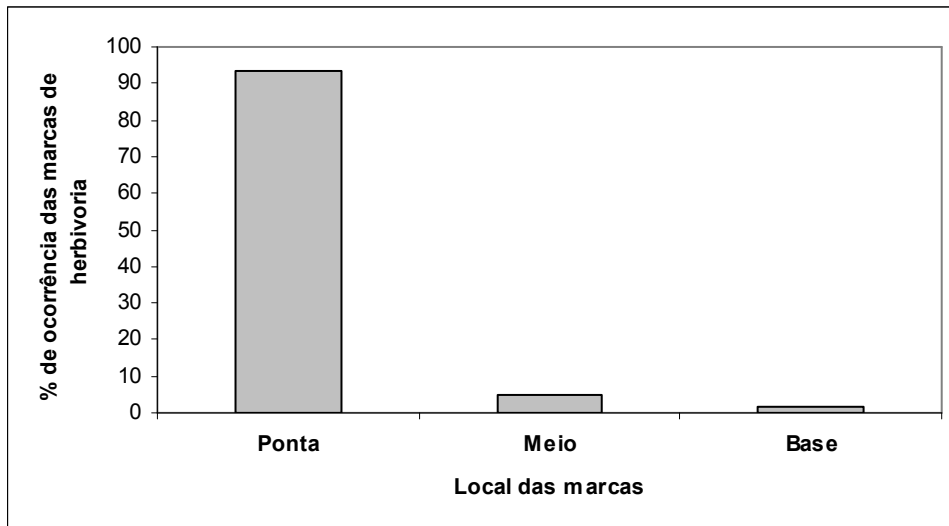


Figura 32- Percentagem de ocorrência de marcas de dentadas nos três locais das folhas.

15 de Abril

Na figura 33 estão representadas as percentagens de herbivoria nos dois tipos de grades (com e sem protecção). As grades sem fitas têm uma maior percentagem de folhas com marcas de herbivoria (61,93 %) do que as grades com fitas (57,47 %).

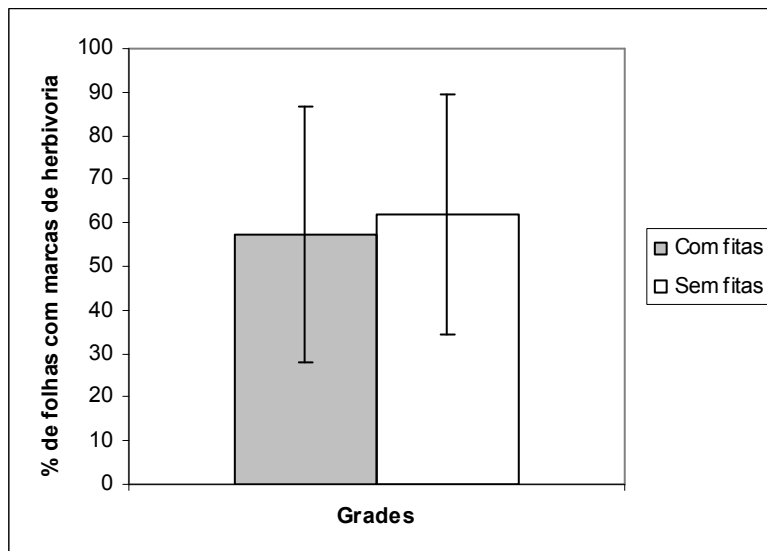


Figura 33- Percentagem de herbivoria nos dois tipos de grade (com e sem fitas) para *Z. marina* (as barras de erro representam o desvio padrão).

Da análise realizada conclui-se que, entre grades com fitas e sem fitas, não existem diferenças significativas ( $z=1,25$ ) na percentagem de herbivoria.

*23 de Abril*

A percentagem de folhas com marcas de herbivoria (fig. 34) para os dois tipos de grades apresentava valores muito próximos. As grades com fitas tinham 81,84% de herbivoria e as grades sem fitas tinham 81,02% de herbivoria.

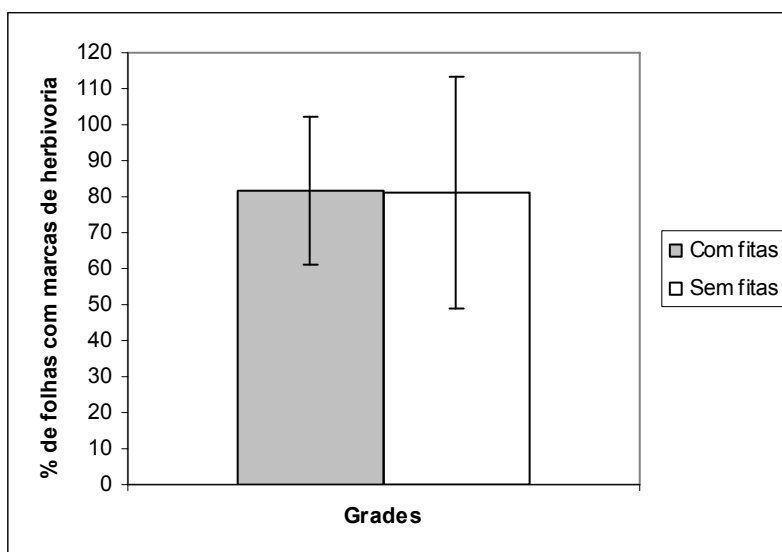


Figura 34- Percentagem média de herbivoria para os dois tipos de grades (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

Da análise dos dados da percentagem de folhas com marcas de herbivoria, para este dia, conclui-se que a diferença entre grades com e sem fitas não era significativa ( $z=-0,79$ ).

*5 de Maio*

A percentagem de folhas com marcas de herbivoria está representada na figura 35. Nesta amostragem os valores da herbivoria entre os dois tipos de grades apresentavam uma diferença maior do que nas amostragens anteriores. As grades com fitas apresentavam 88,25% de herbivoria e as grades sem fitas 77,73% de herbivoria.

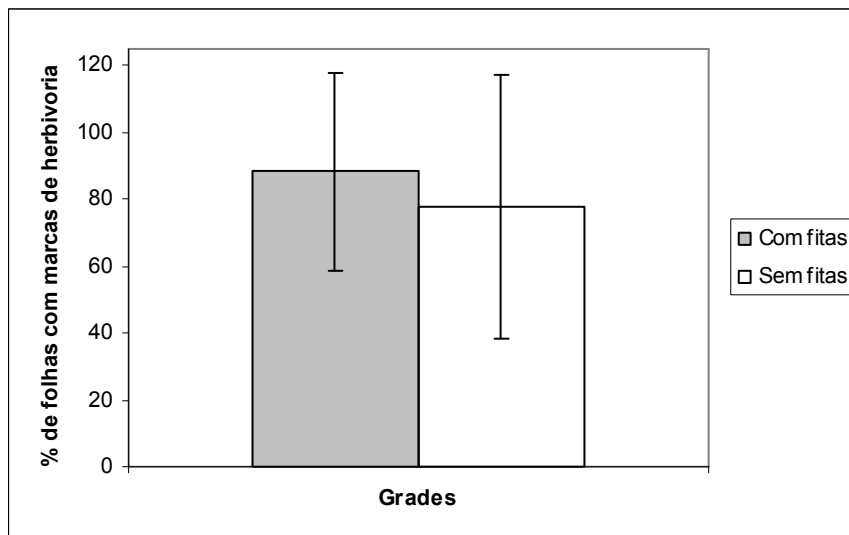


Figura 35- Percentagem média de folhas com marcas de herbivoria para os dois tipos de grade, para o dia 5 de Maio (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

Da análise da percentagem de folhas com marcas de herbivoria destes dois tipos de grades ( $z = -2,29$ ) pode-se concluir que a diferença existente é significativa, neste caso as grades com fitas apresentavam uma maior percentagem de herbivoria.

#### *Amostra final (6 de Junho)*

- Análise de comprimentos

Os comprimentos médios dos rebentos, nos dois tipos de grades, estão apresentados na figura 36. O comprimento médio variou entre 0,2 cm (grade com fitas) e 3,2 cm (grade sem fitas). Pode ver-se claramente a redução das classes existentes no início, quase todas as folhas amostradas apresentavam um comprimento muito reduzido, na classe dos 0-5 cm.

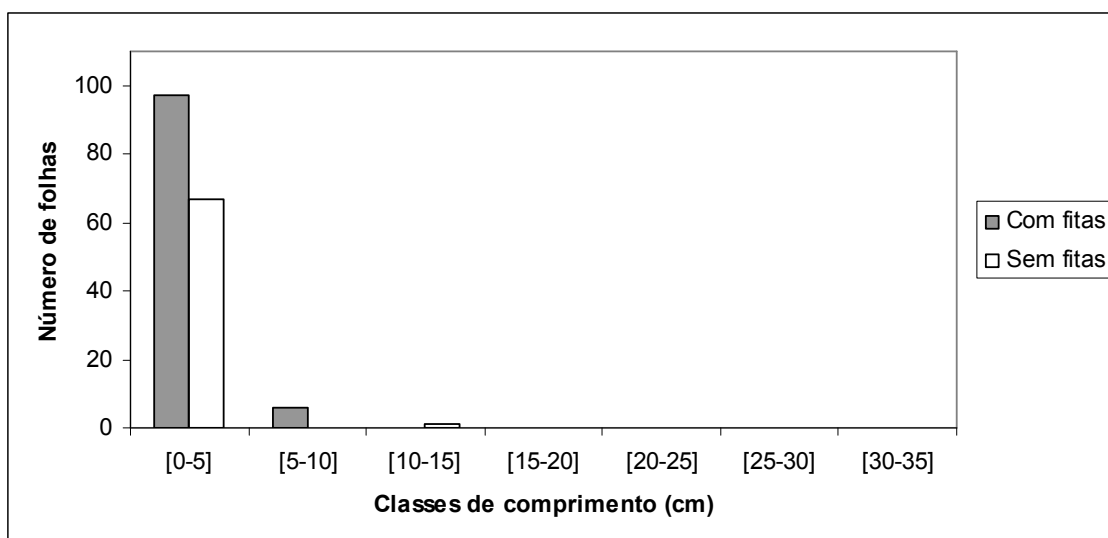


Figura 36- Distribuição em classes dos comprimentos das folhas dos rebentos da amostra final (para todas as grades).

Em termos gerais, os comprimentos médios dos rebentos eram maiores para as grades com fitas do que para as grades sem fitas (fig. 37). As grades com fitas tinham um comprimento médio de 1,18 cm e as grades sem fitas tinham um comprimento médio de 0,996 cm.

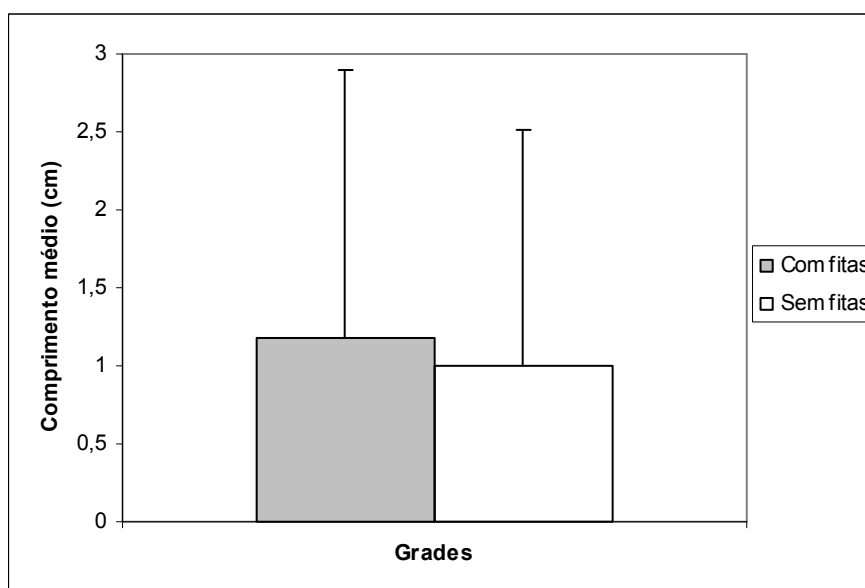


Figura 37- Comprimento médio das folhas totais e das folhas com marcas de dentadas para os dois tipos de grades, na amostragem final (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

A análise realizada (ANOVA; 1 e 111 g.l.) mostra que não existem diferenças significativas ( $F=1,06$ ) entre os comprimentos médios das folhas das grades com e sem fitas.

- Percentagem de folhas com marcas de herbivoria

Depois de analisadas as amostras dos dois tipos de grades (com e sem fitas), observa-se que são as grades sem fitas que apresentavam uma maior percentagem de folhas com marcas de herbivoria (fig. 38). As grades com fitas apresentavam 74,13% de herbivoria enquanto as grades sem fitas tinham 79,71% de herbivoria.

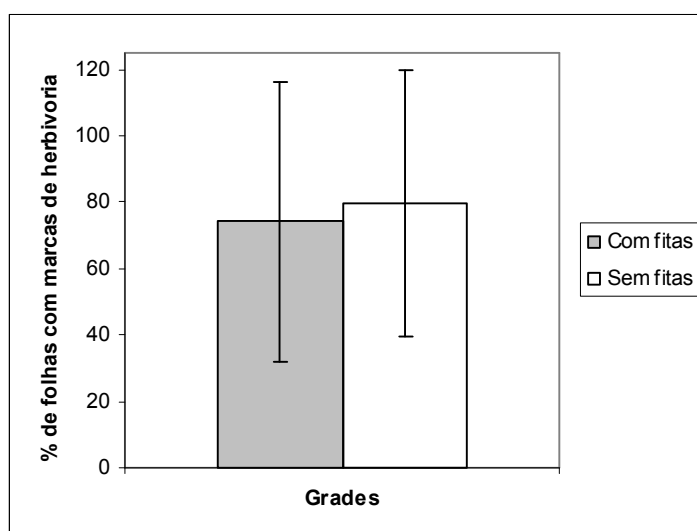


Figura 38- Percentagem de herbivoria nos dois tipos de grade no final da experiência (as barras de erro correspondem ao desvio padrão).

A análise estatística revelou não existirem diferenças significativas ( $z=-0,66$ ) entre as percentagens de folhas com marcas de herbivoria das grades com e sem fitas, no último dia de amostragem.

## 5. Preferência alimentar

### 5.1. Material e Métodos

O objectivo desta experiência foi avaliar a preferência alimentar do herbívoro *Sarpa salpa*, entre três espécies de ervas marinhas. Foram utilizados 4 indivíduos da espécie *S. salpa* (salema) capturados nos dias 14 e 29 de Abril de 2008. De modo a não induzir mais tensão às salemas as suas dimensões não foram registadas, apenas estimadas visualmente. Porém, eram todos indivíduos adultos e pertenceriam a duas classes de tamanho: os que estavam nos tanques 1 e 2 teriam entre 31 e 35cm de comprimento e os que estavam nos tanques 3 e 4 teriam entre 35 e 41cm. Eram indivíduos aparentemente saudáveis cujos pesos, para as classes de comprimento referidas, deveriam rondar os 400-600g (tanques 1 e 2) e 640-1300g (tanques 3 e 4).

Estes foram colocados em quatro tanques separados (fig.39) (de 500 l num sistema aberto, com arejamento e com uma temperatura de cerca de 16°C) e deixados sem alimentação durante 48h para se aclimatizarem ao tanque e para que estivessem receptivos ao alimento durante a experiência.



Figura 39- Tanques onde se encontravam os indivíduos da experiência de preferência alimentar.

As ervas (*Z. marina*, *Z. noltii*, *C. nodosa*) foram recolhidas na Ria Formosa. No laboratório, foram limpas de epífitos e posturas e as folhas danificadas foram cortadas ou eliminadas ficando só folhas verdes. Quando existiam dentadas nas folhas, essas

partes também forma eliminadas. Os rebentos foram separados dos rizomas perto da primeira raiz emergente. Foram pesados numa balança até se conseguir cerca de 30g para cada espécie e fizeram-se conjuntos separados atados com elástico e presos com fio de nylon a pesos (fig.40). Isto foi feito retirando o máximo de água possível com papel absorvente para que se minimizasse o erro induzido pela água no peso da amostra. No total foram feitos quatro conjuntos de três espécies e em cada tanque foi colocado um desses conjuntos.

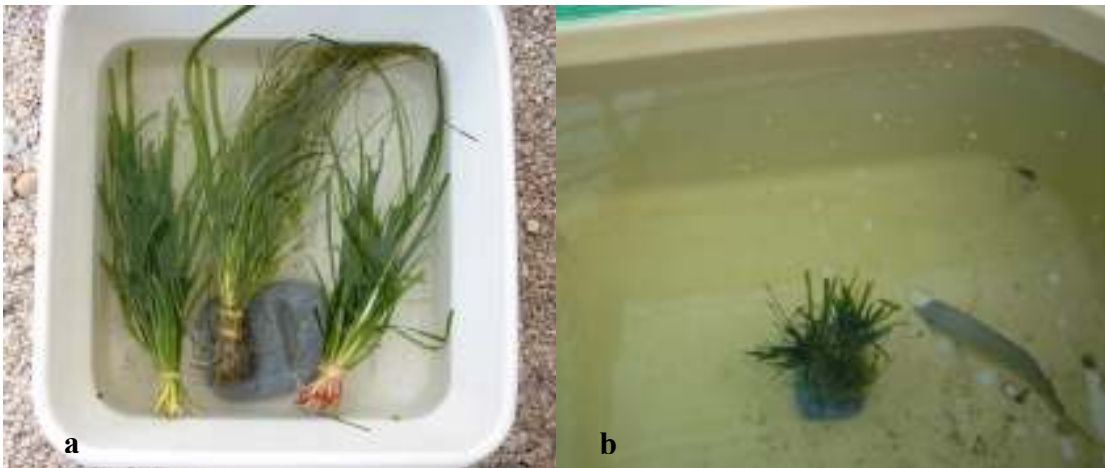


Figura 40- Conjunto das três espécies presas a um peso (a- fora do tanque, b- depois de colocado no tanque).

Foram deixados durante 15h, durante a noite, após as quais se verificou o estado das ervas. Como só num dos tanques é que havia sinais óbvios de herbivoria decidiu-se deixar as ervas no tanque até se atingir 20h. Após este tempo retiraram-se os conjuntos e procedeu-se à sua pesagem, tendo, mais uma vez o cuidado de as secar com papel absorvente. Também foram tiradas fotografias dos conjuntos e de algumas folhas onde era visível o efeito das salemas e as suas dentadas.

## 5.2. Análise estatística

As diferenças entre o peso inicial e o peso final foram analisadas utilizando um teste-t para amostras pequenas com um nível de significância de 0,05. Para cada espécie calculou-se a diferença entre  $P_i$  (peso inicial) e  $P_f$  (peso final) relativo a cada indivíduo em estudo.

### 5.3. Resultados

Em relação à variação do peso (inicial – final) de cada espécie (fig.41), pode-se observar que a espécie com maior diferença é *Z. noltii* (5,43 g) enquanto as outras duas têm o mesmo valor (2,15 g).

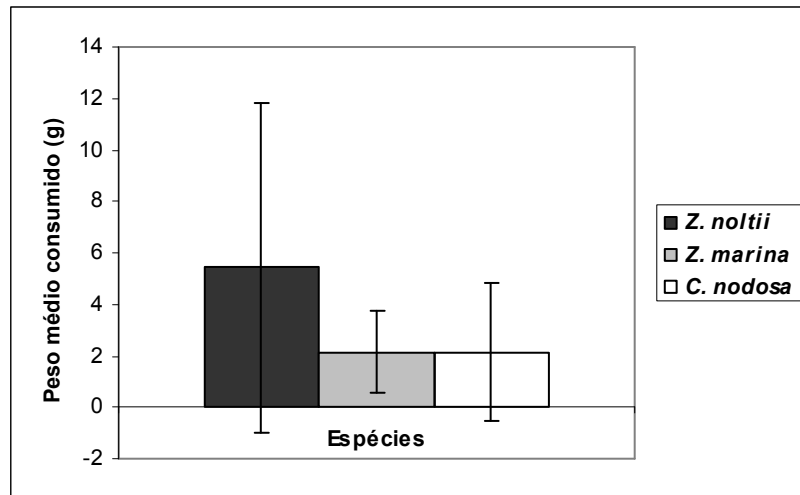


Figura 41 – Peso ingerido para cada espécie de erva marinha (a barra de erro corresponde ao desvio padrão).

Ao isolarem-se as quatro salemas (*Sarpa salpa*) em estudo, bem como as três espécies de ervas marinhas, evidenciam-se as diferenças entre os pesos médios, no início e fim da experiência, destacando-se os consumos individuais de cada um. Na figura 42 estão os consumos individuais de *C. nodosa*. O indivíduo 4 foi o que consumiu mais *C. nodosa*, seguido do indivíduo 1 e 2. O número 3 não se alimentou desta espécie.

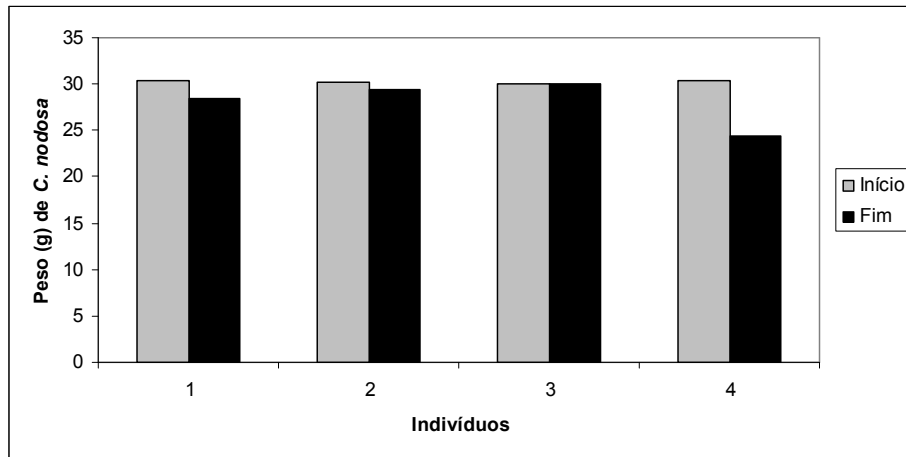


Figura 42 – Peso de *C. nodosa*, no início e fim da experiência, para cada um dos indivíduos utilizados (*Sarpa salpa*).

Nos conjuntos de *Z. marina* (fig. 43), o maior consumidor foi o indivíduo número 1, seguido do 4 e 2, respectivamente. O indivíduo número 3 não apresenta grandes diferenças.

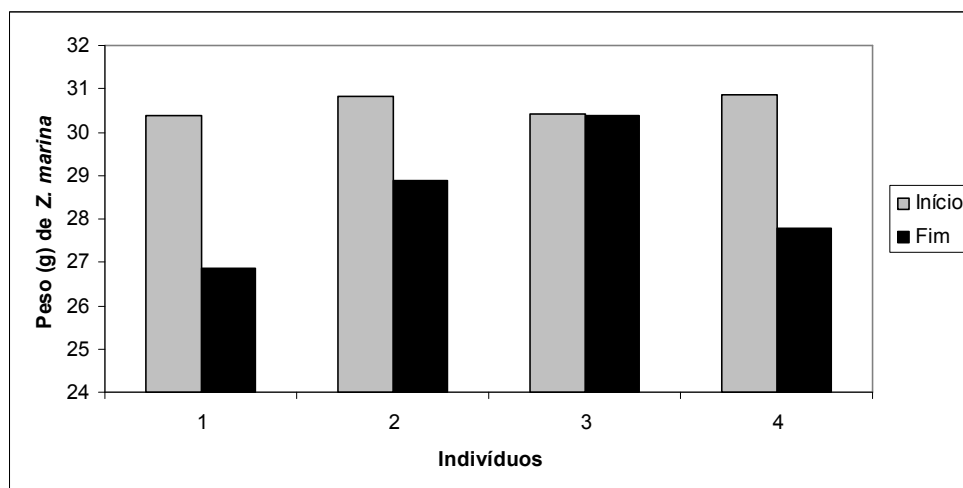


Figura 43 – Peso de *Z. marina*, no início e fim da experiência, para cada um dos quatros indivíduos em estudo (*Sarpa salpa*).

No caso de *Z. noltii* (fig. 45), o maior consumidor foi o indivíduo 1, seguido do 4 e do 3. Na amostra do indivíduo 2 a diferença é muito pequena por isso considera-se que este indivíduo não se alimentou de *Z. noltii*.

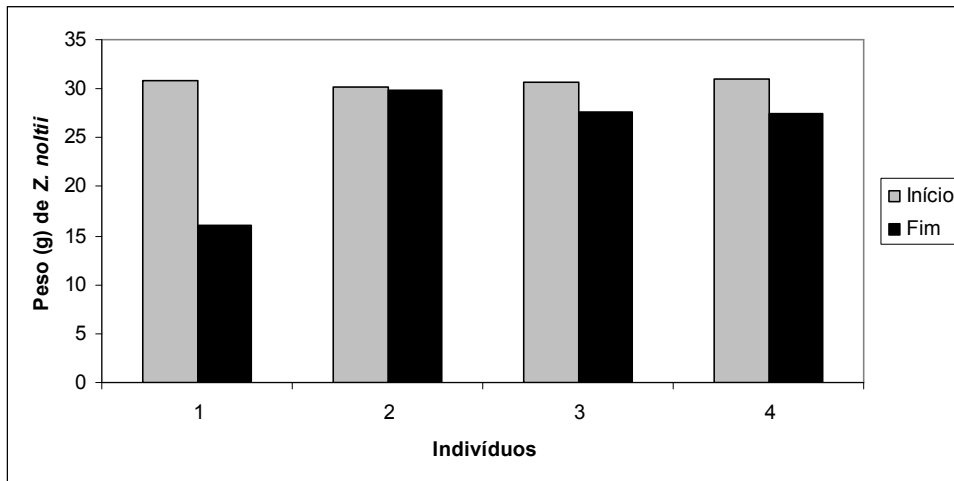


Figura 44 – Peso de cada amostra de *Z. noltii*, no início e fim da experiência, para os quatro indivíduos utilizados (*Sarpa salpa*).

Ao analisar-se o peso ingerido conclui-se que, para todas as espécies, a diferença entre o peso inicial e o peso final não era significativa (*Z. marina*-  $t=-2,75$ ; *Z. noltii*-  $t=-1,69$ ; *C. nodosa*-  $t=-1,60$ ), apesar de se ver no gráfico, que *Z. noltii* foi a espécie mais consumida (fig. 45)

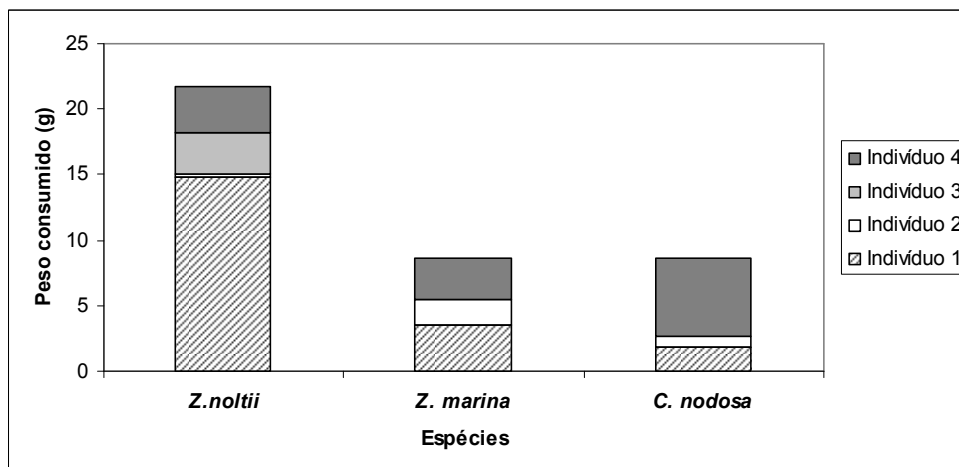


Figura 45- Peso consumido das três espécies em estudo pelas salemas.

Os diferentes indivíduos deixaram os conjuntos de ervas em diferentes condições (fig. 46) o que corresponde ao peso registado.



Figura 46- Conjuntos de ervas dos quatro tanques (de cima para baixo, da esquerda para a direita, tanque 1, 2, 3 e 4). Em cada conjunto as espécies são, da esquerda para a direita, *Z. marina*, *Z. noltii* e *C. nodosa*.

O indivíduo do tanque número 1 alimentou-se consideravelmente mais de *Z. noltii* e o indivíduo do tanque número 4 consumiu mais *C. nodosa*. O consumo dos indivíduos 2 e 3 foi residual.

Nota: Para todas as experiências, os cálculos foram feitos no Excel e os testes realizados segundo as orientações de Fowler & Cohen (1997) e Underwood (1997).

Em todas as experiências, para a análise da percentagem de herbivoria, foi realizada uma transformação  $\log(x+1)$  e posteriormente feita a análise. Foi também realizada uma transformação arcsen mas como os resultados eram os mesmos os diferentes testes foram feitos com os dados transformados em  $\log(x+1)$ .

## Discussão

A existência de herbivoria directa em prados de ervas marinhas é um facto conhecido mas ao qual se tem atribuído, ao longo dos tempos, pouca importância (Kitting, 1984; Hemminga & Duarte, 2000). Actualmente sabe-se que, por proporcionarem um excelente habitat, um local de refúgio e serem fonte de alimento, os prados de ervas marinhas constituem um importante ecossistema (e.g. Zieman & Zieman, 1989). Este abriga um extenso conjunto de animais (MacArthur & Hyndes, 2007) com os mais variados regimes alimentares incluindo herbívoros. Assim, é de esperar que estes organismos desempenhem um papel crucial na estruturação e funcionamento destas comunidades (Valentine & Duffy, 2006). Os herbívoros podem ter um papel estimulador da produção das populações de ervas ou negativo (Thayer, *et al.*, 1984) dependendo da sua intensidade e das condições da população em si. Têm o potencial de afectar o crescimento das ervas marinhas através da remoção de tecido fotossintético (Cebrián *et al.*, 1998). Para além disso, podem ainda exercer um controlo sobre os epífitos (Alcoverro *et al.*, 1997) o que vai influenciar o desenvolvimento da planta hospedeira (Gacia *et al.*, 1999).

Existem poucos estudos sobre a herbivoria por peixes em climas temperados, particularmente, em Portugal, pelo que neste estudo se encontraram algumas dificuldades na validação ou comparação de resultados. Na análise da herbivoria existem estudos sobre a resposta das ervas marinhas à herbivoria simulada, como Cebrián & Duarte (1998) e Alcoverro & Mariani (2005), e seria interessante ver essa resposta mas sob herbivoria real. Em experiências com jaulas existem estudos (Heck & Valentine, 1995) mas com ouriços, onde se testa a influência de diferentes densidades de ouriços dentro de jaulas sobre as ervas marinhas aí existentes num determinado período de tempo (nos locais onde se colocaram as jaulas com os ouriços). Isto era o oposto do realizado no presente estudo, onde o objectivo era ver a diferença entre a herbivoria natural (ervas sem jaulas) e a ausência de herbivoria (ervas dentro de jaulas) e se a colocação de jaulas realmente as protege.

Na experiência 1, os resultados da análise da distribuição dos comprimentos de *C. nodosa* e *Z. marina* mostram que o comprimento não foi afectado pela colocação de protecções. Ou seja grades com e sem protecções apresentavam comprimentos

semelhantes. A simplicidade das protecções pode explicar este facto. Consistiam somente numa rede colocada por cima das ervas, permitindo a saída de folhas e a consequente herbivoria, de um modo semelhante às grades sem protecção. As protecções parecem influenciar as percentagens de herbivoria (percentagem de folhas com marcas de dentadas), ou seja, grades com protecção apresentavam uma menor percentagem de herbivoria. Isto mostra que são úteis na protecção das ervas marinhas contra os herbívoros.

Na experiência 2, depois do mês em que as jaulas ficaram no local, foram só recuperadas seis das onze jaulas inicialmente colocadas. Isto pode ter sido devido a correntes mais fortes do que o esperado e que arrancaram algumas jaulas com os pinos mal postos ou devido a roubo, uma vez que ainda restaram seis jaulas. A diferença significativa do comprimento juntamente com o valor da biomassa que, também, era inferior para as jaulas com protecção, pode ser um resultado negativo do uso de uma rede protectora. Isto porque, especialmente no mês em causa, a rede ficou coberta com uma ectocarpácea que a colmatou quase totalmente impedindo a passagem de luz e da corrente do estuário. Isso pode ter provocado a reacção das plantas, como a perda da folha maior (por estar em stress) e a interrupção do crescimento (menos biomassa) enquanto as plantas das jaulas sem protecção continuavam o seu desenvolvimento natural. A razão pela qual se escolheu fazer só estes dois tratamentos e não testar o efeito da jaula sem exclusão (só um tecto nas ervas sem impedir a passagem de herbívoros), foi para poder ter mais graus de liberdade no teste principal de herbivoria. A percentagem de folhas com marcas de herbivoria é menor para as jaulas com protecção o que demonstra o seu funcionamento, é eficaz na manutenção das ervas marinhas fora do alcance dos herbívoros. No entanto, é prejudicial ao crescimento normal das mesmas pois impede a passagem de luz, factor determinante ao seu desenvolvimento (Lee *et al.*, 2005) e do fluxo da água que lhes proporciona nutrientes que elas têm a capacidade de absorver da coluna de água através das folhas (Borum & Greve, 2004). Isto reflecte-se no baixo valor da biomassa das jaulas com protecção.

Na experiência 3, o desaparecimento das dez jaulas terá sido consequência do mau tempo ou de roubo.

As grades com jaula apresentavam uma percentagem de herbivoria significativamente menor do que os outros tipos de grades. Isto mostra que a colocação

das jaulas tem um efeito positivo de protecção das ervas. Através da observação visual, as folhas tinham um comprimento maior que a jaula e as pontas ficavam de fora da cobertura. Assim, os herbívoros conseguiram alcançá-las o que, conseqüentemente, aumentou a percentagem de herbivoria para essas grades. Uma explicação possível seria o facto dos herbívoros se terem alimentado primeiro das ervas que estavam mais facilmente acessíveis (das grades sem protecção) e só depois se terem voltado para as pontas das folhas que estavam de fora das jaulas.

Na experiência 4, das 16 grades colocadas houve uma (a nº16) que foi destruída por um cabo de amarração logo nos primeiros dias da experiência, por isso ela não foi contabilizada nos resultados.

De um modo geral, as grades com fitas não apresentaram diferenças significativas em relação às grades com fitas, em comprimento e percentagem de folhas com marcas de dentadas. Isto é, as fitas não impedem que os herbívoros se aproximem das plantas. O maior comprimento médio corresponde a uma grade sem fitas e o menor a uma grade com fitas, quando seria de esperar o contrário, que as fitas inibissem as salemas de se aproximarem e alimentarem das plantas. Este tipo de estrutura não é aconselhável à protecção de ervas contra herbívoros.

Na experiência 5, escolheu-se separar as salemas em quatro tanques de modo a ficarem sozinhas, no entanto, elas têm um comportamento alimentar em cardume. Segundo Short & Coles (2001), nestas experiências deve ser colocado um peixe por aquário/tanque para evitar que uma agregação artificial de peixes acelerasse a sua actividade alimentar acima dos níveis normais. Outra razão para esta escolha foi o tamanho dos tanques comparativamente com as salemas que eram demasiado grandes para estarem em grupos nos tanques utilizados. Tendo isto em conta e como não havia mais tanques disponíveis para a experiência, foram utilizadas só quatro salemas. Ter separado as salemas pode ter influenciado negativamente o seu comportamento alimentar, uma vez que o normal é alimentarem-se em cardumes. Decidiu-se colocar, em cada tanque, um conjunto das três espécies pois o interesse era oferecer uma escolha às salemas (Mariani & Alcoverro, 1999) e se fossem apresentadas separadamente podiam ser consumidas por não haver alternativa. Isto acontece porque quando não há disponibilidade do alimento preferido os herbívoros podem substituí-lo por outro mas em maior quantidade para compensar a pobreza nutricional da espécie oferecida

(Mariani & Alcoverro, 1999; Valentine & Duffy, 2006). Em termos de estudos de preferência alimentar, existe um realizado no campo, num parque marinho (Mariani & Alcoverro, 1999) e seria interessante realizar, no Parque Marinho Luiz Saldanha, um estudo similar embora tivesse de ser com plantas transplantadas, uma vez que lá já não existem prados naturais. Para além disso, o ideal seria realizar futuros estudos com mais indivíduos (mais replicados) e com vários indivíduos no mesmo tanque.

Os organismos avistados nas proximidades das experiências mostram a importância destes prados pois, apenas poucos dias após a colocação das experiências, os animais já se encontravam nas proximidades das plantas. Apesar de só se terem avistado salemas numa experiência eram elas as responsáveis pela herbivoria em todas. Tal foi confirmado pela experiência de preferência alimentar, onde se comparou visualmente as marcas deixadas nas folhas com as marcas das folhas nas outras experiências.

Em todas as experiências realizadas as folhas apresentavam a maioria das marcas de dentadas na ponta da folha. Alcoverro *et al.*, (1997) também descreveram este facto, no entanto, aí a explicação apresentada para a preferência dos herbívoros pela ponta das folhas residia no facto desse ser o local com maior carga de epífitas. Isto pode tornar essa parte das folhas mais atraente nutricionalmente para os herbívoros para além de ser a parte mais acessível da planta para as salemas. As marcas no meio das folhas, na zona lateral, reduzem a resistência das folhas aumentando a possibilidade de se perderem sem ser por terem sido consumidas (Alcoverro & Mariani, 2005). Este fenómeno pode aumentar a perda de folhas sem ser por herbivoria e alterar os resultados. Também vai ser diferente para cada espécie, uma vez que, por terem características estruturais distintas (nomeadamente larguras diferentes) vão responder de maneira diferente. Quando as salemas mordem as folhas de *Z. noltii*, ingerem parte da folha mas por serem tão finas muitas perdem-se. Com *Z. marina* ou *C. nodosa* isso já não acontece tão facilmente e, apesar da dentada, elas podem permanecer, embora mais fragilizadas e com grande probabilidade de se partirem. Este facto pode ser importante evolutivamente, uma vez que se as salemas se alimentam dos ápices das folhas (a parte mais velha) deixando a base, onde estão os meristemas, intacta vão permitir uma resposta de crescimento das plantas e, assim, continuar com uma fonte de alimento. Isto, porém, só acontece em casos de herbivoria moderada e em populações saudáveis de ervas marinhas e com capacidade de resposta. Nas experiências onde foi testada a

protecção, existem amostras com marcas de dentadas no meio ou base das folhas. Estas marcas são o resultado da herbivoria antes do início da experiência. Isto aconteceu pois como as ervas eram transplantadas de outros locais e não se fez uma limpeza e uniformização das folhas, estas permaneciam com as marcas que lhes tinham sido feitas anteriormente. Muitas vezes na análise das amostras foram encontrados rebentos com todas as folhas comidas até à sua base, impossibilitando a contabilização das mesmas como tendo sofrido herbivoria. Isto pode subestimar a remoção de partes da planta pelos herbívoros (Cebrián & Duarte, 1998) e alterar resultados.

Neste estudo, quase todas as plantas expostas (sem algum tipo de protecção) sofreram uma redução drástica dos comprimentos dos seus rebentos para a qual não tiveram resposta. Segundo Cebrián *et al.* (1998) quando, num prado natural, se cortam as pontas das folhas (vários comprimentos) para simular a herbivoria, as plantas respondem com um crescimento compensatório. Este processo deve-se à sua capacidade de deslocar substâncias de reserva, armazenadas no rizoma, para as zonas afectadas (Heck & Valentine, 2006). Esta capacidade e tempo de resposta varia bastante entre espécies. Neste caso particular, como as plantas utilizadas eram transplantadas, possivelmente os seus rizomas não estavam inteiros e/ou ligados entre si o suficiente para que esta resposta ocorresse (Heck & Valentine, 1995). Por isso, em situações desprotegidas, supõe-se que as plantas tenham tido uma redução do seu comprimento sem que conseguissem compensar as perdas para a herbivoria.

Os resultados da experiência 5 sugerem a preferência por *Z. noltii*, embora não sejam conclusivos. Na experiência 1 houve uma maior herbivoria para *C. nodosa*. No entanto, nesta experiência só havia duas espécies presentes (*Z. marina* e *C. nodosa*) limitando a escolha. Uma hipótese para o sucedido é *C. nodosa* ser mais próxima de *Z. noltii*, em termos nutricionais. Para confirmar esta hipótese seria necessário efectuar diferentes estudos de preferência alimentar juntamente com estudo de conteúdo nutricional das três espécies.

Na experiência 1 houve uma redução do comprimento das folhas menor que nas experiências 2 e 3, embora para a experiência 3 não haja dados apenas observação no campo. Mesmo assim, houve uma redução do comprimento que sugere que a protecção das grades na experiência 1 não funcionou como era esperado pois as folhas saíam pela malha da rede, sofrendo a mesma herbivoria que as que estavam de fora. Estas diferenças também podem estar relacionadas com a época do ano em que foram realizadas, bem como dos locais. Para poder compará-las o ideal seria realizar o mesmo

estudo nesses locais mas com a duração de um ano (cobrindo todas as estações do ano) e em populações transplantadas há já algum tempo, de modo a poder observar as reacções das plantas nas diferentes fases do seu ciclo e também do ciclo dos herbívoros. Isto porque a sua capacidade de resposta pode ser diferente e a intensidade da herbivoria também pode variar com a fase do ciclo das salemas (por exemplo, na preparação para a reprodução).

Para minimizar o impacto da herbivoria talvez fosse aconselhável aumentar o número de transplantes, de modo, a dispersar a herbivoria. Isto é, quanto maior for a área do prado mais escolha os herbívoros têm e menos localizados serão os efeitos da herbivoria. Como as folhas sofrem mais herbivoria na ponta talvez se possa encontrar um método de protecção que proteja somente a base, permitindo, assim, a continuação do crescimento apesar da herbivoria sofrida. Também se poderão fazer mais estudos para tentar encontrar um outro meio de afastar as salemas dos prados transplantados.

#### *Considerações finais*

A herbivoria que as plantas transplantadas sofrem no Parque Marinho Luiz Saldanha tem um impacto negativo no seu estabelecimento, se não se tomarem medidas preventivas. A colocação de jaulas ou protecções de rede é eficaz no que diz respeito ao afastamento dos herbívoros das ervas marinhas. No entanto, não é viável pois, em alguns casos, pode impedir o desenvolvimento normal das plantas e, numa operação desta escala, é difícil montar e manter jaulas protectoras em toda a área transplantada. Nos prados de ervas transplantadas, a herbivoria tem valores, quase sempre, acima dos 50% e as folhas têm marcas de dentadas, maioritariamente, na ponta. O que faz desta zona da planta a preferida pelos herbívoros. A colocação de ervas artificiais é ineficaz no afastamento das salemas. Em termos de espécies de ervas marinhas preferidas pelas salemas, os resultados foram inconclusivos notando-se, no entanto, uma tendência para que seja *Z. noltii*.

## Anexo

### *Fauna presente*

A tabela 1 é um resumo da observação visual de organismos nas proximidades das grades, em todas as experiências, aquando da realização das amostragens. Em todas observou-se a presença de várias espécies de bivalves e crustáceos, bem como, várias espécies de caboz. Também foi registada a presença da família Syngnathidae. Para alguns organismos não foi possível determinar a sua espécie, pelo que se colocou, na tabela, a designação de não identificado.

Tabela 1- Registo dos organismos avistados nas proximidades das grades. Os números correspondem às experiências realizadas (1- Atividades realizadas no 1º local de transplantação; 2- Exp. Com um prado natural de Z. marina; 3- Exp. com jaulas (Baía dos Coelho); 4- Exp. com ervas artificiais). A designação n.i. corresponde a espécie não identificada.

Espécie			Experiência onde foram avistados
Família Syngnathidae	Cavalo-marinho	<i>Hippocampus guttulatus</i>	1,3
	Marinha	n.i.	1,3
	Agulhinha	n.i.	1,3
Classe Echinoidea	Ouriço-do-mar	n.i.	3
Classe Cephalopoda	Polvo	<i>Octopus vulgaris</i>	1,3
	Choco	<i>Sepia sp.</i>	1,3
Classe Bivalvia	Várias espécies		1,2,3,4
Subfilo Crustacea	Várias espécies		1,2,3,4
Família Sparidae	Sargo	<i>Diplodus sargus</i>	1,2,3
	Safia	<i>Diplodus vulgaris</i>	1,2,3
	Salema	<i>Sarpa salpa</i>	4
Família Gobiidae	Várias espécies		1,2,3,4

## Referências bibliográficas

1. Alberto, F.; Massa, S.; Manent, P.; Diaz-Almela, E.; Arnaud-Haond, S.; Duarte, C.M.; Serrão, E.A. (2008). Genetic differentiation and secondary contact zone in the seagrass *Cymodocea nodosa* across the Mediterranean-Atlantic transition region. *Journal of Biogeography* 35:1279-1294.
2. Alcoverro, T.; Duarte, C.M.; Romero, J. (1997). The influence of herbivores on *Posidonia oceânica* epiphytes. *Aquatic Botany* 56: 93-104.
3. Alcoverro, T.; Mariani, S. (2005). Shoot growth and nitrogen responses to simulated herbivory in Kenyan seagrasses. *Botanica Marina* 48: 1-7.
4. Bauchot, M.L.; Hureau, J.C. (1990). Sparidae. *In*: Quero, J.C.; Hureau, J.C.; Karrer, C.; Post, A.; Saldanha, L. (eds.) Check-list of the fishes of the eastern - tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2.
5. Bauchot, M.L.; Pras, A. (1982). *Guía de los Peces de Mar de España e de Europa*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
6. Borum, J.; Greve, T.M. (2004). The four European seagrass species. *In*: Borum, J.; Duarte, C.M.; Krause-Jensen, D.; Greve, T.M. *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*. European Project Monitoring and Managing of European Seagrasses.
7. Cebrián, J.; Duarte C.M. (1998). Patterns in leaf herbivory on seagrasses. *Aquatic Botany* 60: 67-82.
8. Cebrián, J.; Duarte, C.M.; Agawin, N.S.R.; Merino, M. (1998). Leaf growth response to simulated herbivory: a comparison among seagrass species. *Journal of Experimental Marine Biology* 220: 67-81.

9. den Hartog, C.; Kuo, J. (2006) Seagrasses, fish and fisheries *In*: Larkum, A.W.D.; Orth, R.J.; Duarte, C.M. *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer. The Netherlands
10. Diário da República - I Série B- nº 161. 23 de Agosto de 2005: 4857- 4874.
11. Edwards, T.W.; Horn, M.H. (1982). Assimilation Efficiency of a Temperate-Zone Intertidal Fish (*Cebidichthys violaceus*) Fed Diets of Macroalgae. *Marine Biology* 67: 247- 253.
12. Fischer, W.; Bauchot, M. L.; Schneider, M. (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés. Publication préparée par la FAO, resultant d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. Rome, FAO, Vo1.2: 761- 153
13. Fowler, J.; Cohen, L. (1997). *Practical statistics for field biology*. John Wiley & Sons. Manchester.
14. Gacia, E.; Littler, M.M.; Littler, D.S. (1999). An experimental test of the capacity of food web interactions (Fish–Epiphytes–Seagrasses) to offset the negative Consequences of eutrophication on seagrass communities. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 48: 757-766.
15. Gillanders, B.M. (2006) Seagrasses, fish and fisheries *In*: Larkum, A.W.D.; Orth, R.J.; Duarte, C.M. *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer. The Netherlands.
16. Gonçalves, E.J.; Henriques, M.; Almada, V.C. (2002). Use of a temperate reef-fish community to identify priorities in the establishment of a marine protected area. *In*: Beumer, J. P.; Grant, A.; Smith, D. C. (Eds). *Aquatic Protected Areas: What Works Best And How Do We Know? Proceedings of the World Congress on Aquatic Protected Areas* (pp. 261-272), Cairns, Australia – August 2002.

17. Greve, T.M.; Binzer, T. (2004). Which factors regulate seagrass growth and distribution? *In*: Borum, J.; Duarte, C.M.; Krause-Jensen, D.; Greve, T.M. *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*. European Project Monitoring and Managing of European Seagrasses.
18. Guidetti, P.; Bussotti, S. (2000). Fish fauna of a mixed meadow composed by the seagrasses *Cymodocea nodosa* and *Zostera noltii* in the Western Mediterranean. *Oceanologica Acta* 23: 759-770.
19. Heck, K.L.; Valentine, J.F. (1995). Sea urchin herbivory: evidence for long-lasting effects in subtropical seagrass meadows. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 189: 205-217.
20. Heck Jr., K.L.; Valentine, J.F. (2006). Plant–herbivore interactions in seagrass meadows. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 330: 420–436.
21. Hemminga, M.A.; Duarte, C.M. (2000). *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press. United Kingdom.
22. Kitting, C. (1984). Selectivity by dense populations of small invertebrates foraging among seagrass blade surfaces. *Estuaries* 7: 276-288.
23. Lee, K.S.; Park, S.R.; Kim, J.B. (2005). Production dynamics of the eelgrass, *Zostera marina* in two bay systems on the south coast of the Korean peninsula. *Marine Biology* 147: 1091-1108.
24. MacArthur, L.D.; Hyndes, G.A. (2007). Varying foraging strategies of Labridae in seagrass habitats: Herbivory in temperate seagrass meadows? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 340: 247-258.
25. Mariani, S.; Alcoverro, T. (1999). A multiple-choice feeding-preference experiment utilising seagrasses with a natural population of herbivorous fishes. *Marine Ecology Progress Series* 189: 295-299.

26. Peirano, A.; Niccolai, I.; Mauro, R.; Bianchi, C.N. (2001) Seasonal grazing and food preference of herbivores in a *Posidonia oceanica* meadow. *Scientia Marina* 65 (4): 367-374.
27. Randall, J.E. (1965). Grazing effect on seagrasses by herbivorous reef fishes in the West Indies. *Ecology* 46, 3: 255-260.
28. Ribeiro, J.; Bentes, L.; Coelho, R.; Gonçalves, J.M.S.; Lino, P.G.; Monteiro, P.; Erzini, K. (2006). Seasonal, tidal and diurnal changes in fish assemblages in the Ria Formosa lagoon (Portugal). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 67: 461-474.
29. Saldanha, L. (1997). Fauna Submarina Atlântica. Portugal continental, Açores e Madeira. Publicações Europa-América. Portugal.
30. Short, F.T.; Coles, R.G. (eds.) (2001). *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier Science B.V., The Netherlands.
31. Stergiou, K.I.; Karpouzi, V.S. (2002). Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11: 217-254.
32. Terrados, J.; Borum, J. (2004). Why are seagrasses important? Goods and services provided by seagrass meadows. *In: Borum, J., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D., Greve, T.M. European seagrasses: an introduction to monitoring and management*. European Project Monitoring and Managing of European Seagrasses.
33. Thayer, G.W.; Bjorndal, K.A.; Ogden, J.C.; Williams, S.L.; Zieman, J.C. (1984). Role of larger herbivores in seagrass communities. *Estuaries* 7:351-376.
34. Torre-Castro, M. de la (2006). Humans and seagrasses in East Africa. A social-ecological systems approach. Doctoral Thesis in Natural Resource Management. Stockholm University.

35. Underwood, A.J. (1997). *Experiments in Ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press. United Kingdom.
36. Valentine, J.F.; Duffy, J.E. (2006). The central role of grazing in seagrass ecology. *In*: Larkum, A.W.D., Orth, R.J., Duarte, C.M. *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer. The Netherlands.
37. Valentine, J.F.; Heck Jr., K.L. (2001). The role of leaf nitrogen content in determining turtlegrass (*Thalassia testudinum*) grazing by a generalized herbivore in the northeastern Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 258: 65– 86.
38. Zieman, J.C.; Zieman, R.T. (1989). The ecology of the seagrass meadows of the west coast of Florida: a community profile. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 85 (7.25). 155 pp.