


Ervas marinhas: Biologia, Ecologia e monitorização

Ana Alexandre

aalexandre@ualg.pt



Centro de Ciências do Mar do Algarve

- 
- Aspectos fundamentais da biologia das ervas marinhas
 - Funções ecológicas
 - Monitorização

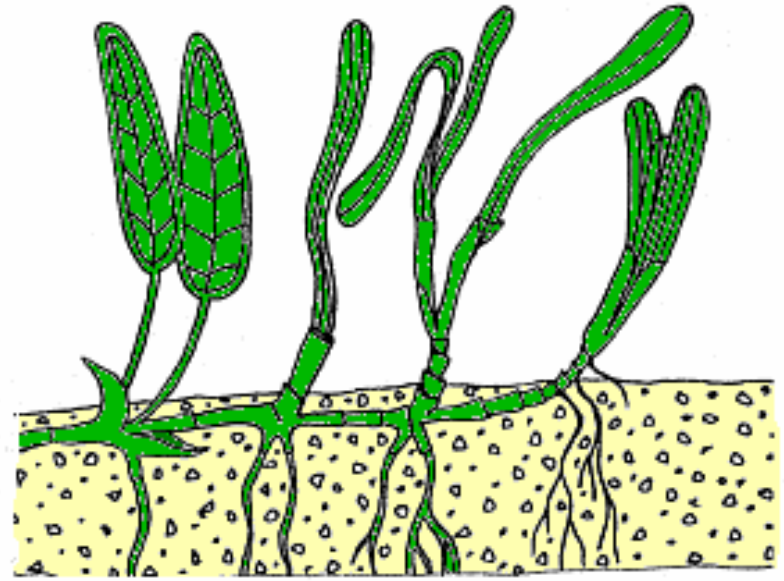
Aspectos fundamentais da biologia das ervas marinhas

- O que são?
- Qual a sua distribuição geográfica?
- Como se reproduzem?

O que são ervas marinhas?

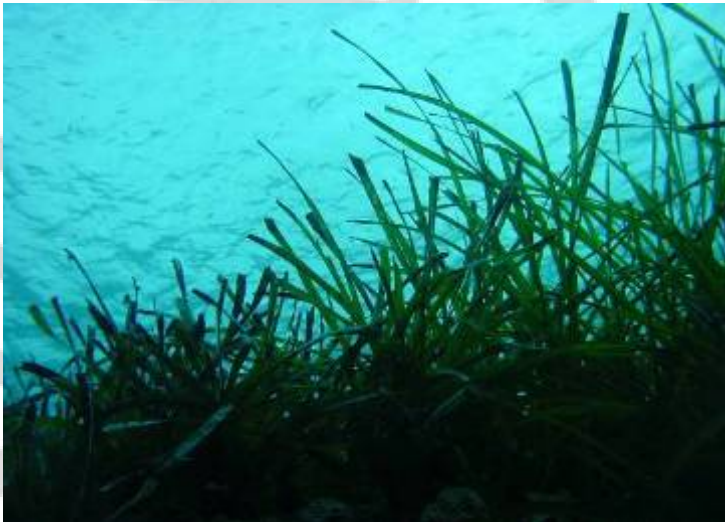
As ervas marinhas são plantas com flor, que se encontram distribuídas por todos os oceanos, em águas costeiras, lagoas, rias ou estuários, até ~70 metros de profundidade.





Ao contrário das algas, as ervas marinhas têm caule, folhas, flores e frutos

Fixação em areia ou vasa (algumas em rocha)



Phylospadix spp. San Diego, Califórnia



Diversidade e distribuição

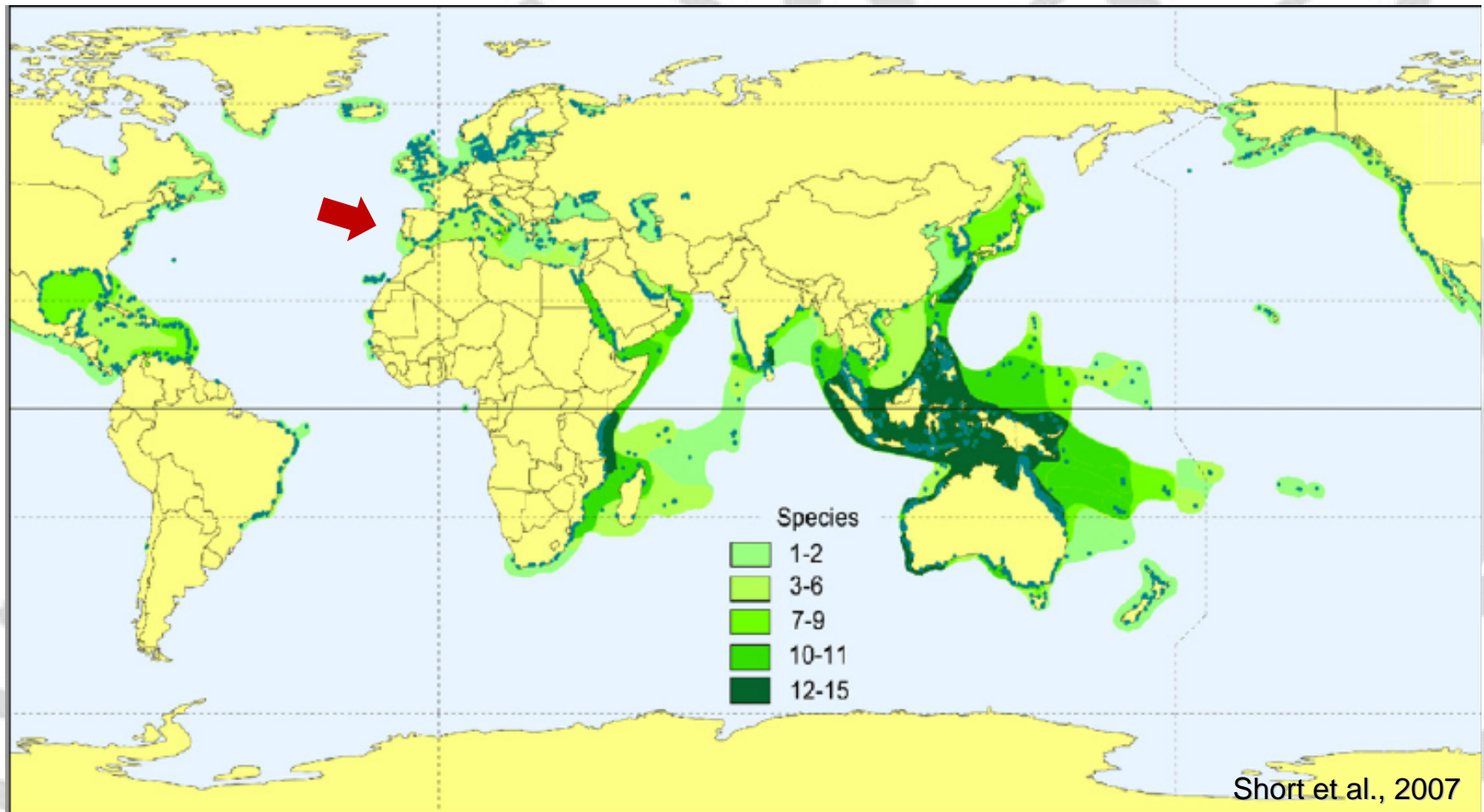
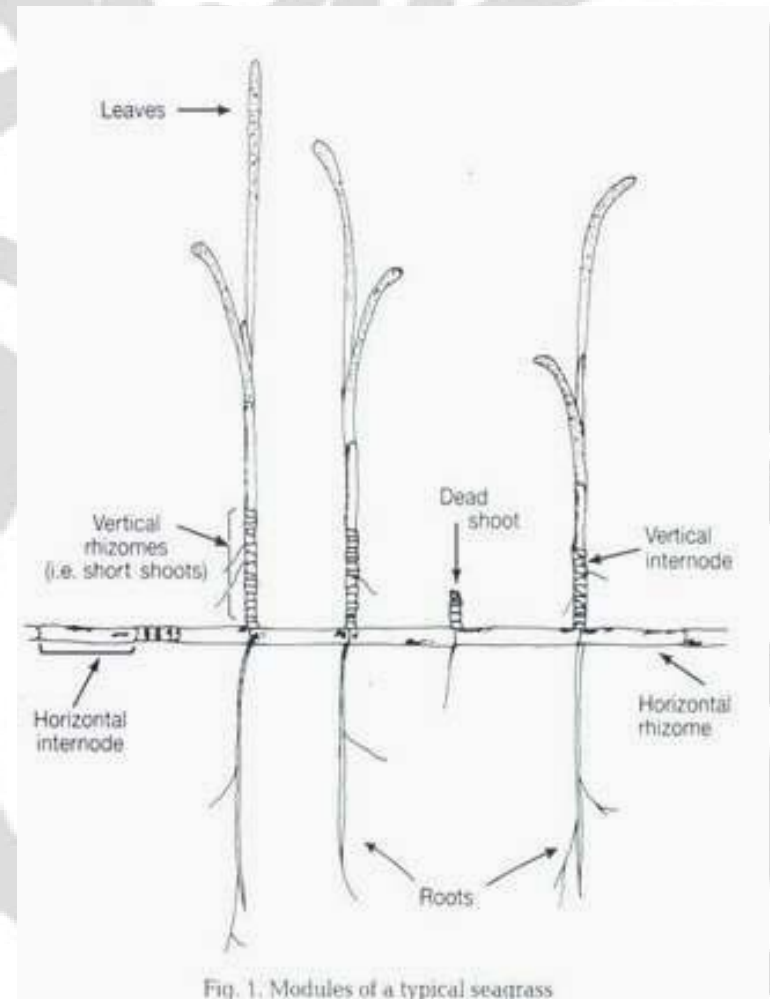
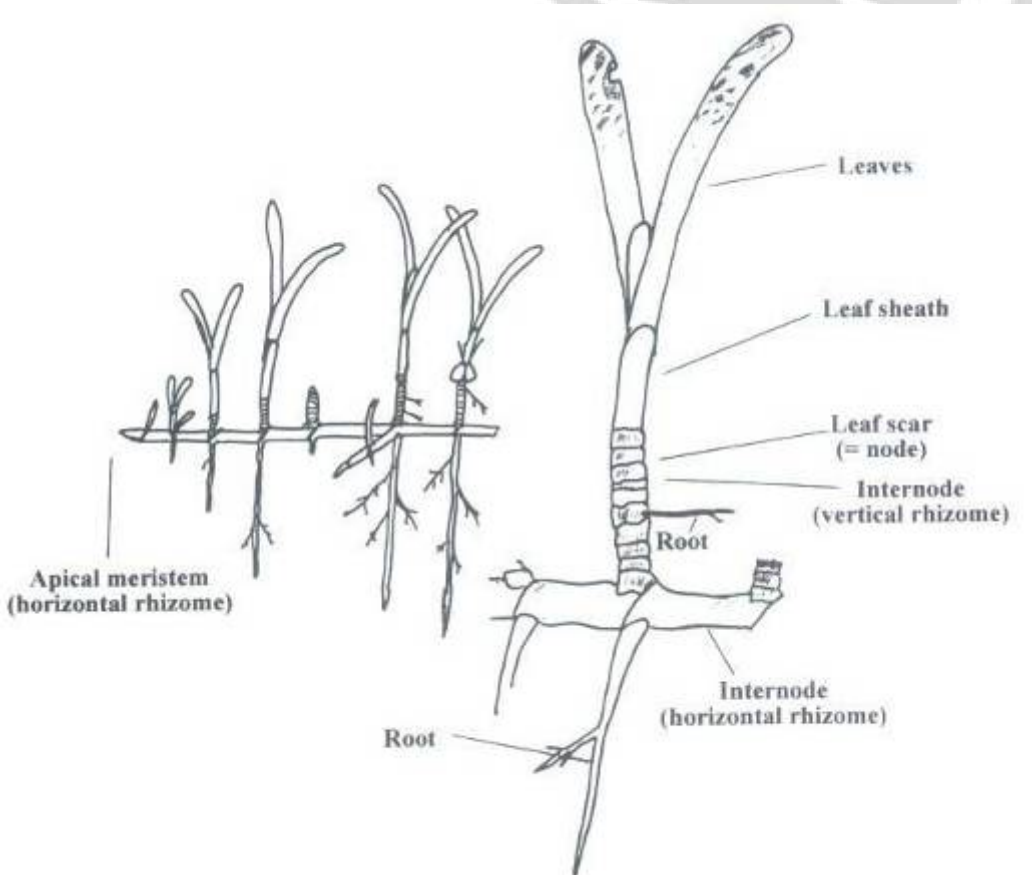


Fig. 3. Global seagrass diversity and distribution. Shades of green indicate numbers of species reported for an area; blue points and polygons indicate documented reports of seagrass occurrence (from 2005 UNEP-WCMC).

Morfologia

- Plantas rizomatosas
- Compostas por unidades (módulos), repetidas durante o crescimento
- Construção modular: cada módulo é composto por rizoma, raiz e rebento (com uma ou mais folhas)



Folhas

- Geralmente em forma de fita com nervação paralela, algumas arredondadas ou cilíndricas
- Geralmente finas (até 2 camadas de células), algumas mais espessas com >10 camadas celulares
- Sem estomas, cutículas finas e perfuradas



Halophila stipulacea



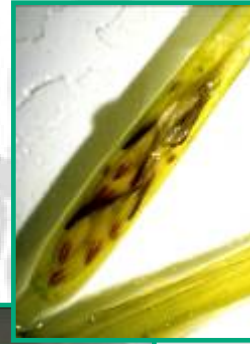
Halophila ovalis

Reprodução

Crescimento vegetativo

As ervas marinhas são constituídas por módulos (folhas, rizoma e raízes), que se repetem durante o crescimento vegetativo.

Este tipo de crescimento é o mecanismo principal utilizado na ocupação do espaço.

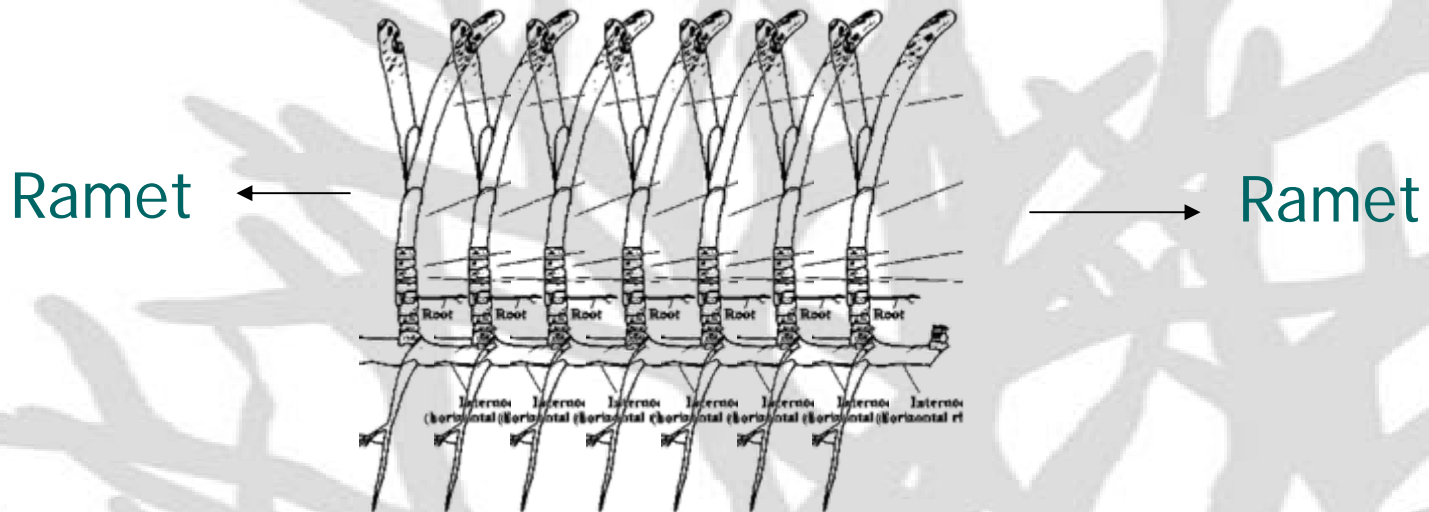


Reprodução sexual

Estas plantas podem também reproduzir-se sexualmente, através da produção de flores e sementes.

A reprodução sexual é um mecanismo importante na manutenção da diversidade genética.

Crescimento vegetativo



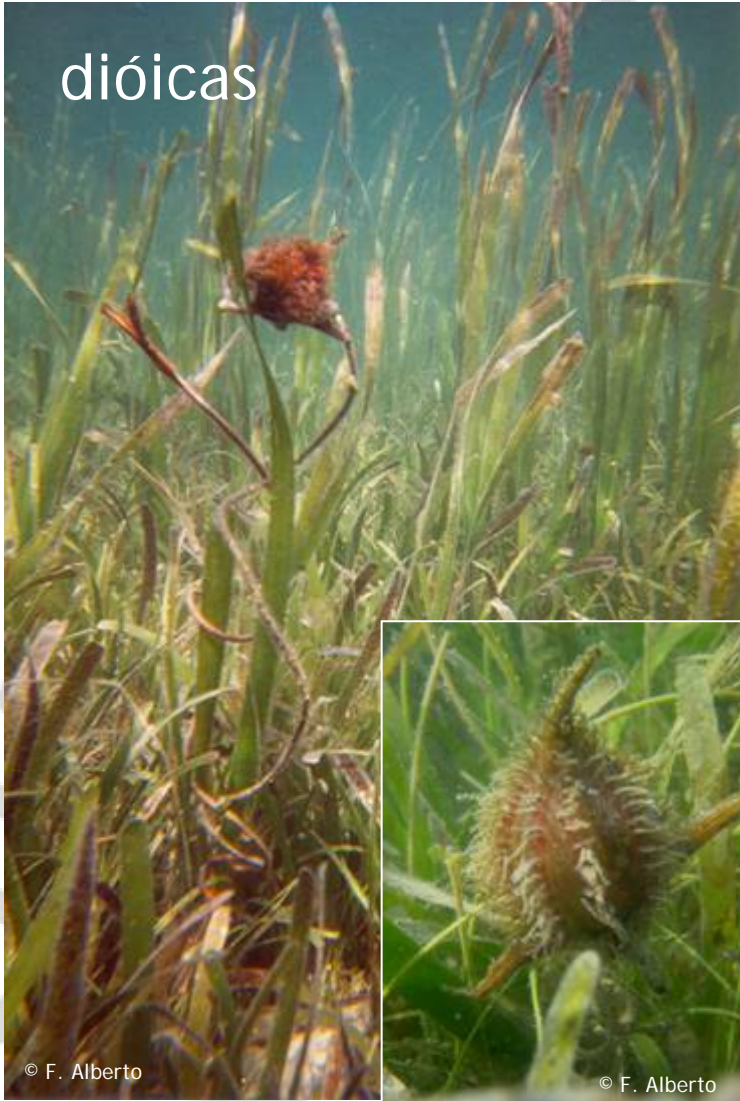
Plantas crescem por repetição de um conjunto de módulos (ramet), que têm o mesmo genótipo

Indivíduos fisicamente separados podem ter o mesmo genótipo

Ex: *Cymodocea nodosa* na Ria Formosa

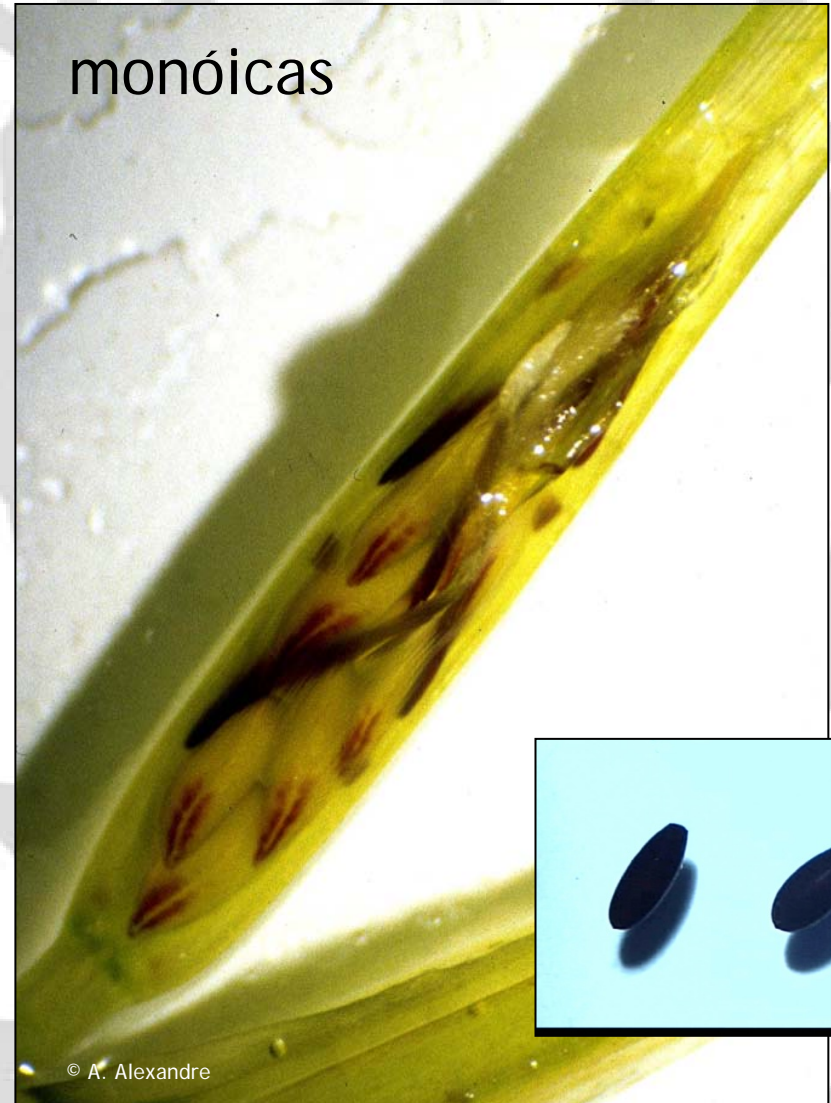
Reprodução sexual - flores

dióicas



Enhalus acoroides

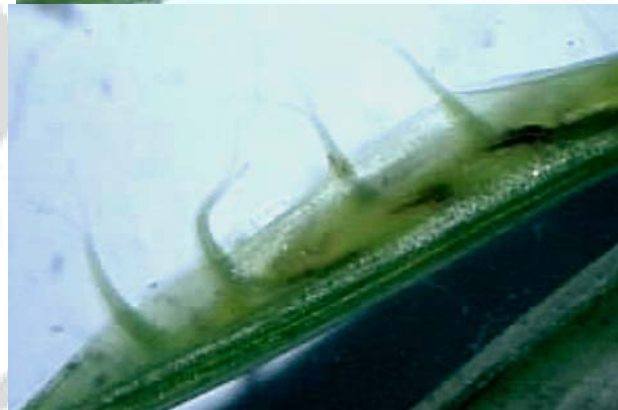
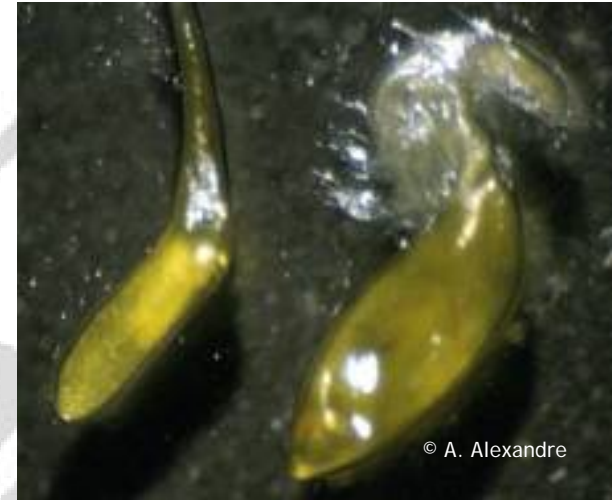
monóicas



Zostera noltii

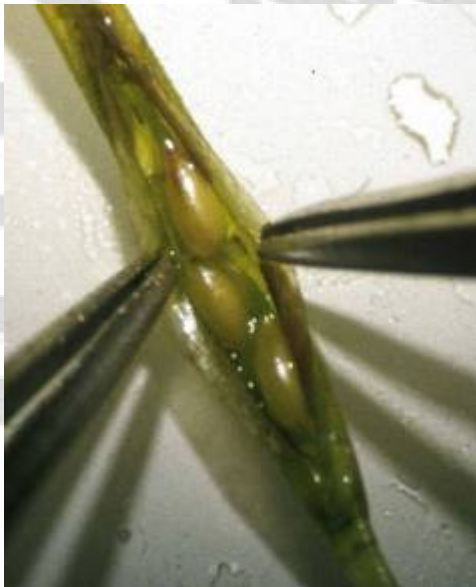
Polinização

- Pólen geralmente em cordões gelatinosos, com flutuabilidade negativa
- *Enhaulus acoroides* tem pólen flutuante e polinização na superfície; flores na extremidade de longos pedúnculos; pólen é libertado na maré cheia e polinização dá-se durante a vazante
- Pólen e estigma têm substâncias que se tornam adesivas ao contacto (tipo epoxy)



Sementes

- Tipicamente com flutuabilidade negativa desenvolvendo-se na base dos rebentos ou mesmo ligeiramente enterradas
- Logo, baixa dispersão
- Mecanismo de dispersão das sementes é realizado através das folhas, que flutuam, e que transportam as flores que estão dispostas na base das folhas.



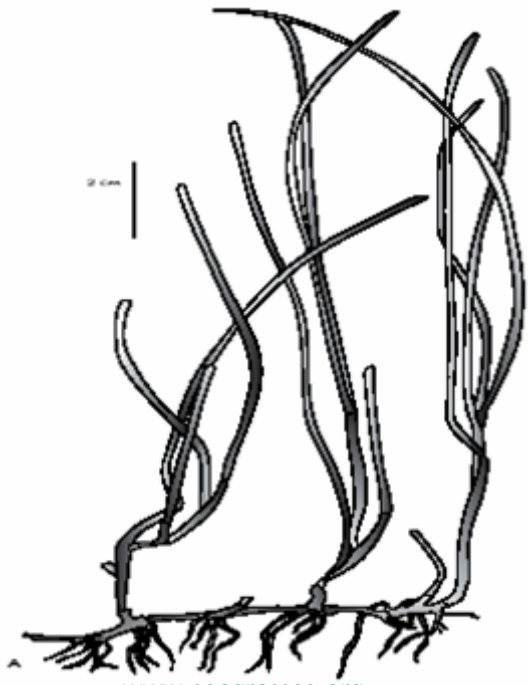
2 mm

Ervas marinhas na Europa

- 4 espécies, intertidal e subtidal até ~50m
- *Zostera marina*
- *Zostera noltii*
- *Cymodocea nodosa*
- *Posidonia oceanica*



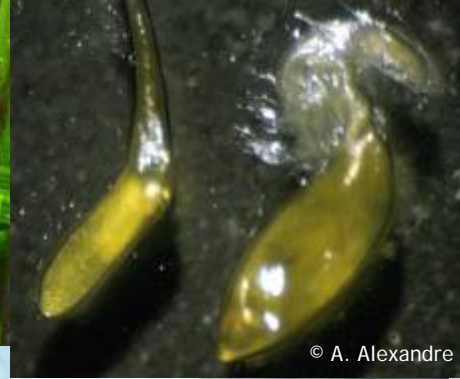
Zostera noltii



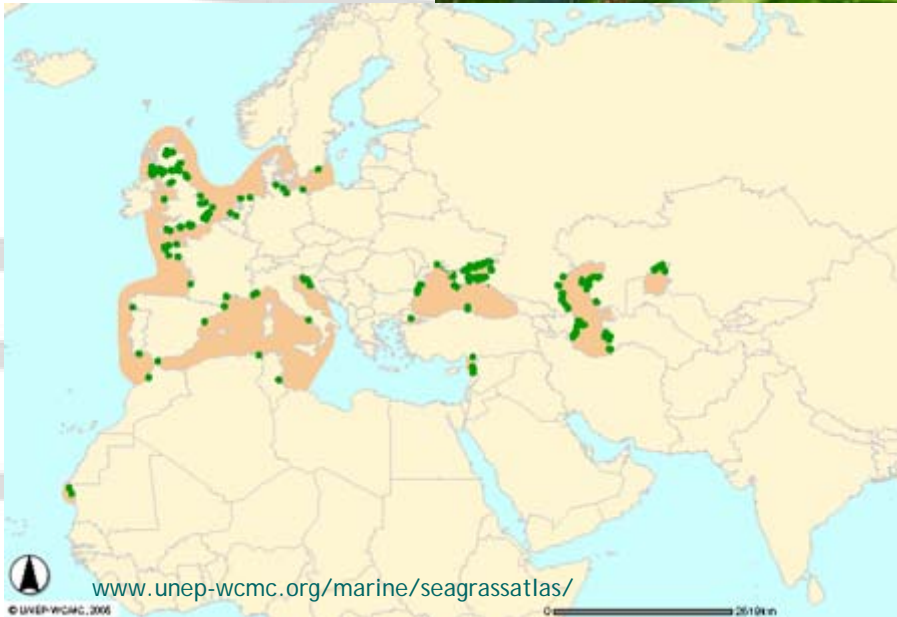
www.seagrasses.org



© R. Santos



© A. Alexandre



www.unep-wcmc.org/marine/seagrassatlas/

© UNEP-WCMC, 2005



© A. Alexandre



© A. Alexandre

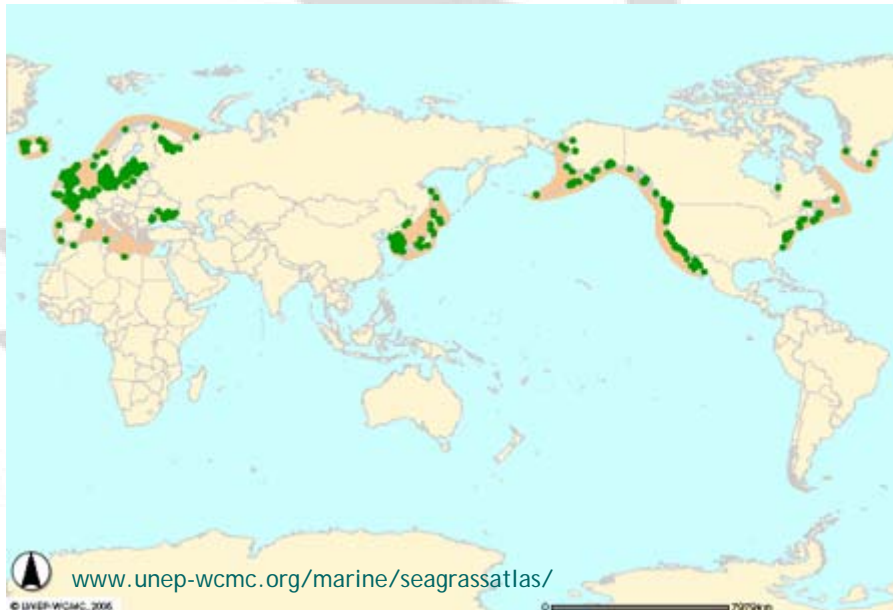
Zostera marina



www.seagrasses.org



www.eeb.uconn.edu/



www.unep-wcmc.org/marine/seagrassatlas/

© UNEP-WCMC, 2006

© R. Santos

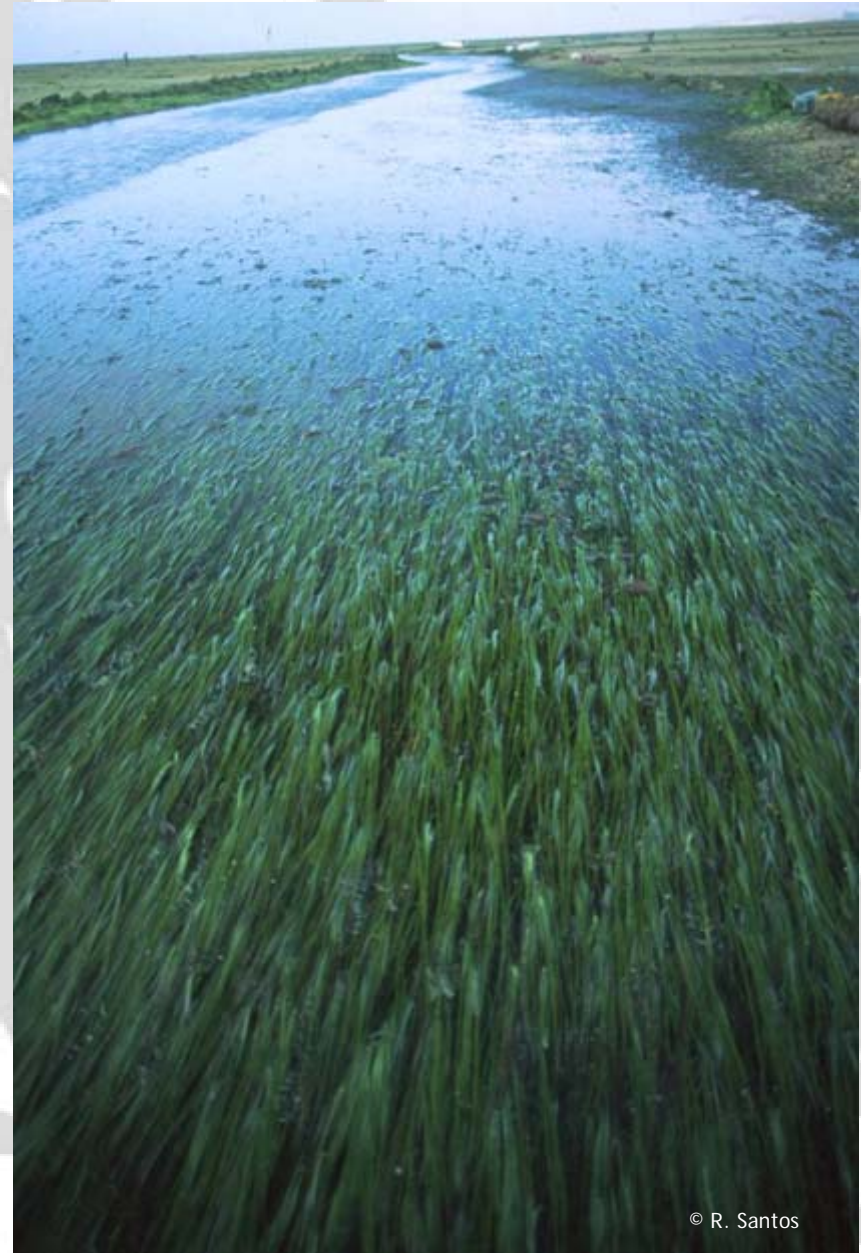
Cymodocea nodosa



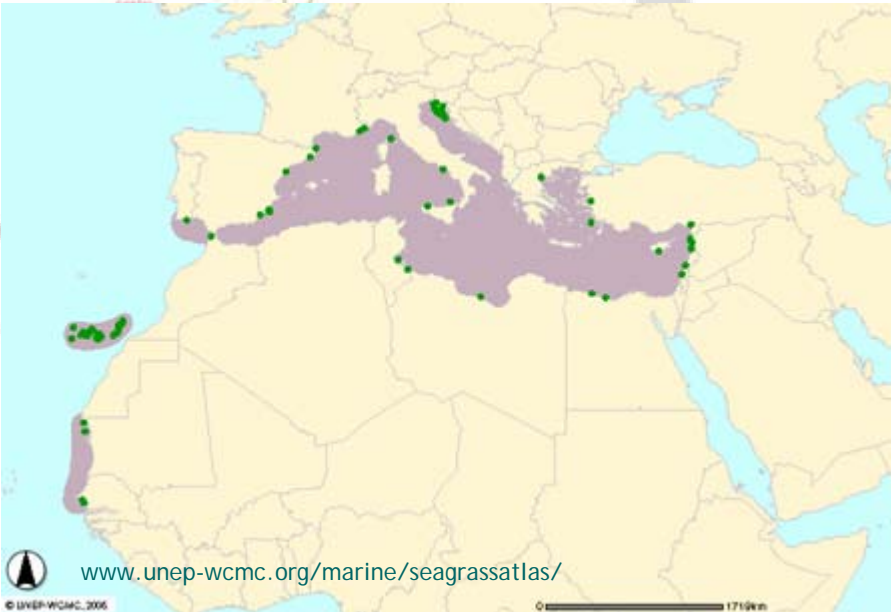
www.seagrasses.org



© F. Alberto



© R. Santos



www.unep-wcmc.org/marine/seagrassatlas/

© UNEP-WCMC, 2006

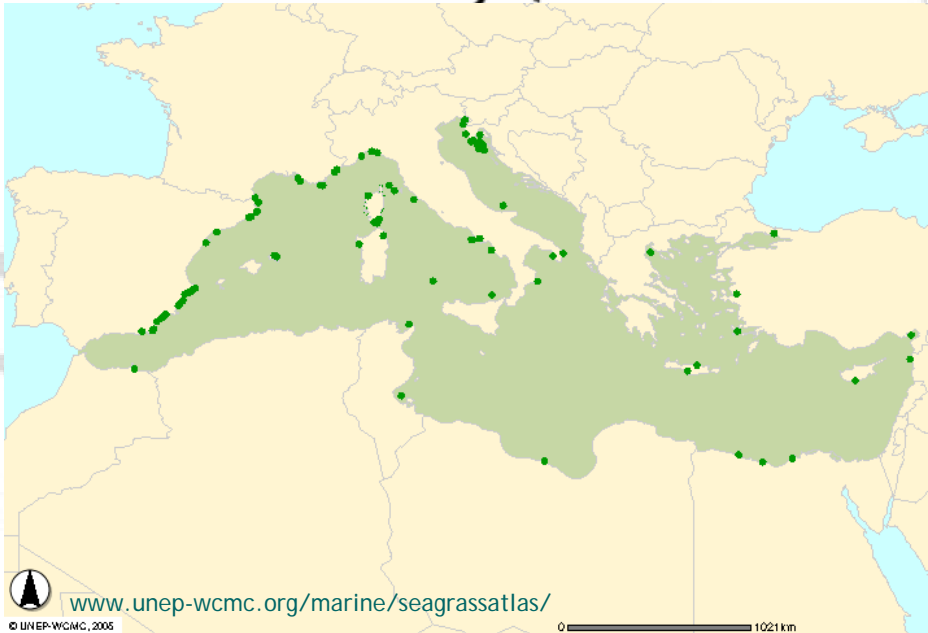
Posidonia oceanica



www.seagrasses.org



© R. Graille



www.unep-wcmc.org/marine/seagrassatlas/

© UNEP-WCMC, 2005

0 1021 km



© C. Duarte

Portugal - Ocorrência de espécies por sistema

<u>Sistemas</u>	<u>Espécies</u>
<u>Ria de Aveiro</u>	<u><i>Zostera noltii</i>, <i>Zostera marina</i></u>
<u>Mondego</u>	<u><i>Zostera noltii</i></u>
<u>Lagoa de Óbidos</u>	<u><i>Zostera noltii</i> (?), <i>Zostera marina</i></u>
<u>Tejo</u>	<u><i>Zostera noltii</i></u>
<u>Sado</u>	<u><i>Zostera noltii</i>, <i>Zostera marina</i>, <i>Cymodocea nodosa</i></u>
<u>Mira</u>	<u><i>Zostera noltii</i>, <i>Zostera marina</i></u>
<u>Ria de Alvor</u>	<u><i>Zostera noltii</i></u>
<u>Arade</u>	<u><i>Zostera noltii</i></u>
<u>Ria Formosa</u>	<u><i>Zostera noltii</i>, <i>Zostera marina</i>, <i>Cymodocea nodosa</i></u>
<u>Guadiana</u>	<u><i>Zostera noltii</i></u>

Ervas marinhas na Ria Formosa



- *Zostera noltii*
- *Cymodocea nodosa*
- *Zostera marina*

Funções ecológicas das ervas marinhas



Funções ecológicas das ervas marinhas

- Produção primária elevada
- Fonte de alimento e abrigo
- Formação de habitat
- Promoção de sedimentação
- Melhoria da qualidade da água
- Promoção da biodiversidade

Produção primária elevada

Os ecossistemas dominados por ervas marinhas são dos mais produtivos do mundo, sistemas marinhos e terrestres incluídos

Costanza et al. 1997

TABLE 1-2. Average Primary Production and Biomass, Turnover Time, and Chlorophyll in Major Environments.^a

	Area (10 ⁶ km ²)	Net production (g m ⁻² yr ⁻¹)	Biomass (kg m ⁻²)	Turnover time (P/B, yr ⁻¹)	Chlorophyll (g m ⁻²)
Open ocean	332	125	0.003	42	0.03
Upwellings	0.4	500	0.02	25	0.3
Continental shelf	27	300	0.001	300	0.2
Algal beds and reef	0.6	2,500	2	1.3	2
Estuaries (excl. march)	1.4	1,500	1	1.5	1
Total marine	361	155	0.01		0.05
Terrestrial environments	145	737	12	0.061	1.54
Swamp and marsh	2	3,000	15	0.2	3
Lakes and streams	2	400	0.02	20	0.2
Total continental	149	782	12.2	0.064	1.5

Zostera noltii

4600-6300 g DW m⁻² y⁻¹



Fonte de alimento



Manatins
em *Thalassia*
Porto Rico



Tartaruga verde
em *Cymodocea*,
México

Fauna associada: alimento

- Herbivoria directa: ouriços, peixes, pequenos moluscos, pássaros, tartarugas, manatees e dugongs
- Em Portugal: salemas!!



Formação de habitats específicos



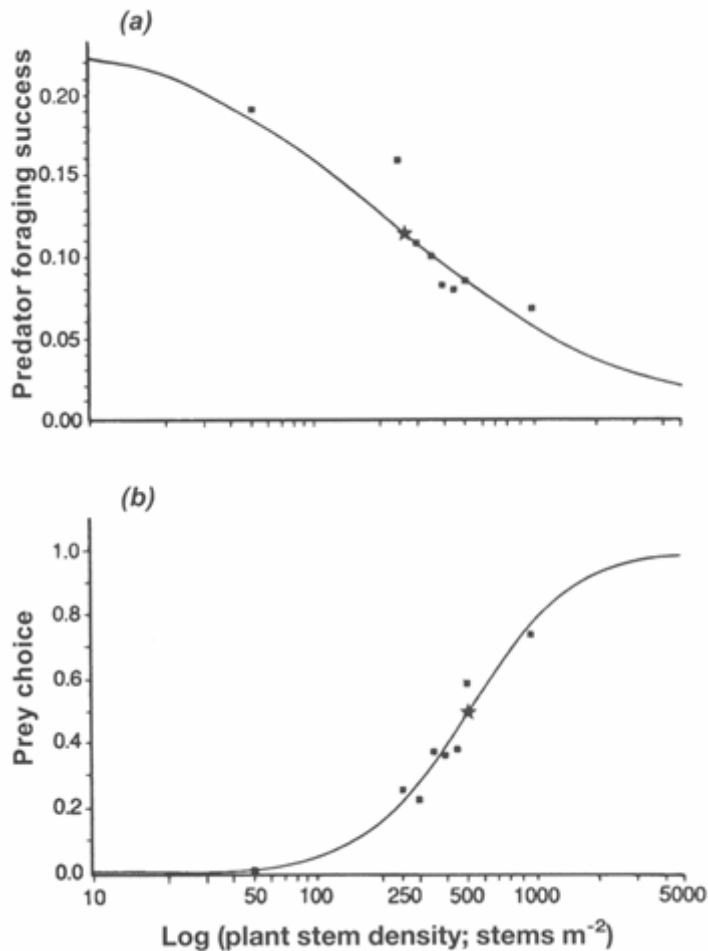
Cavalo marinho
em Zostera
Ria Formosa



Peixe zebra
em Posidonia
SW Austrália

Fonte de abrigo

Estruturação física do meio promove a função de refúgio.

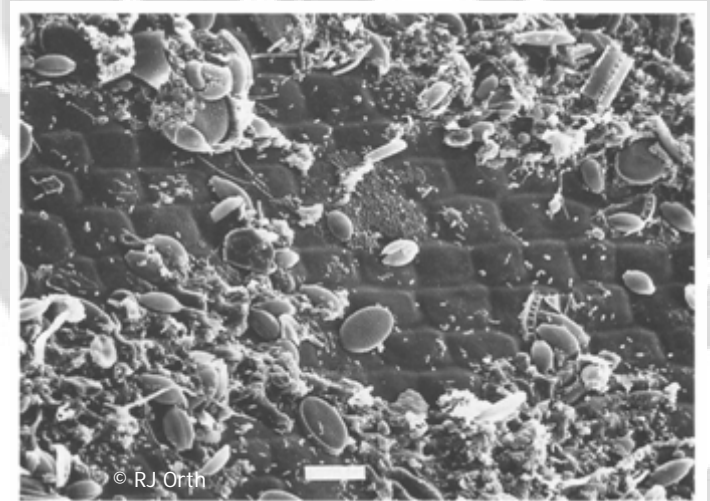


- Sucesso da predação diminui com a densidade da copa.

- Presas escolhem copas de densidades maiores para protecção.

Fonte de alimento e criação de habitat

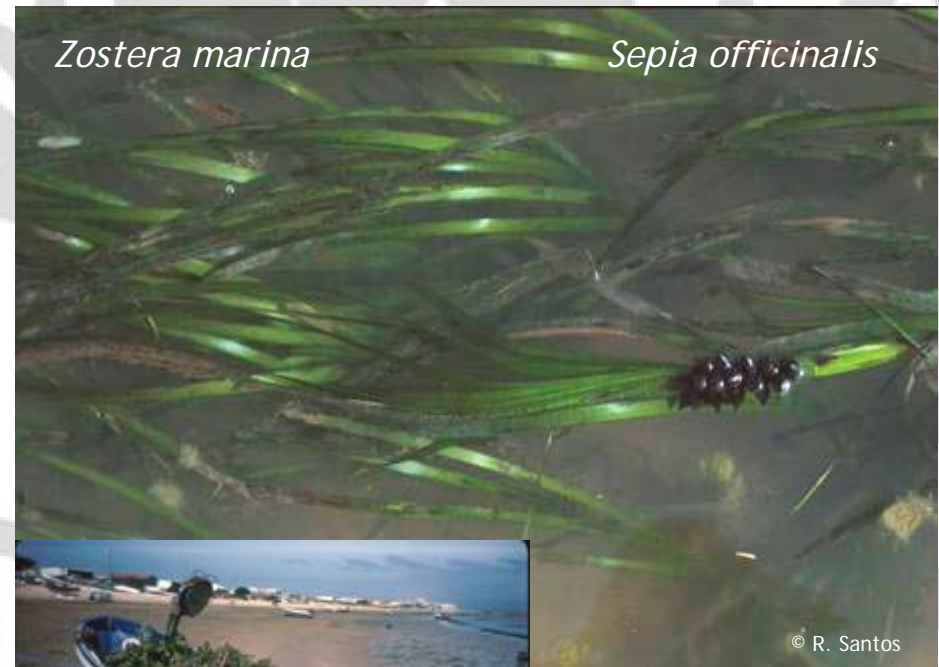
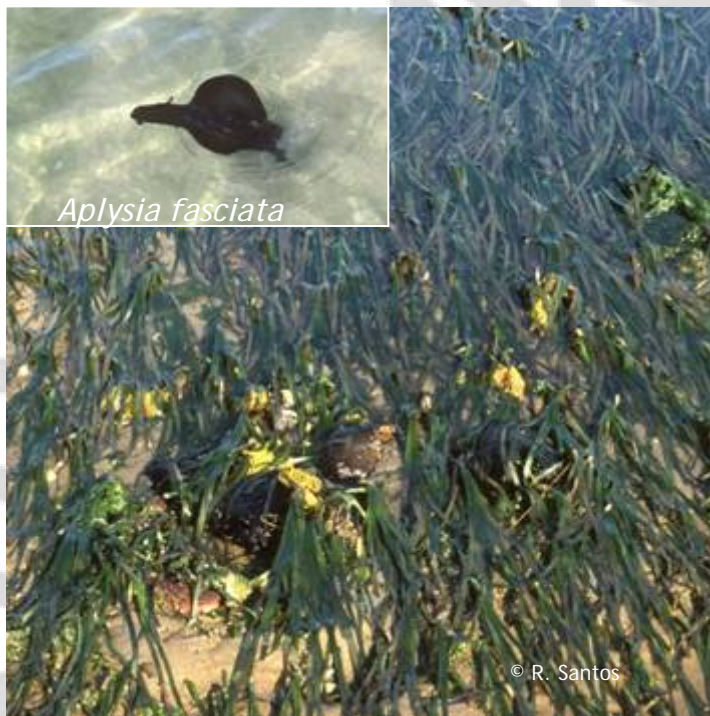
Estruturação física do meio promove a criação de novos micro habitats (exemplo substrato para comunidade de epífitos)



Hemminga MA & Duarte CM 2000. Cambridge University Press

Áreas de maternidade

Algumas espécies usam as pradarias como maternidade, para postura, desova e desenvolvimento das primeiras fases larvares



Promoção da sedimentação e estabilização de sedimentos



Halophila stipulacea
Mar Vermelho



Cymodocea nodosa
Ria Formosa

Interacções planta-sedimento-cientistas



Melhoria da qualidade da água: redução da carga de nutrientes da água

- Muito eficazes a retirar nutrientes da água pelas folhas: *Z. marina* - 70 a 92% na estação de crescimento (Hemminga *et al.*, 1994).
- Mantêm qualidade da água, fixando os nutrientes em tecidos de degradação lenta, ao contrário do plâncton e das macroalgas.
- Diminuem probabilidade de florescências de fitoplâncton - importante para a qualidade dos moluscos bivalves de interesse comercial

Prevenção da erosão costeira

- Dissipação da energia das ondas e correntes: declínio de pradarias de *Z. marina* provocaram importantes eventos de erosão costeira na Dinamarca (Christiansen *et al.* 1981).
- Contribuição de matéria orgânica e inorgânica: globalmente as ervas marinhas exportam cerca de 24% da produção para sistemas adjacentes (Duarte CM & Cebrián J 1996. *Limnology and Oceanography* 41:87-112).



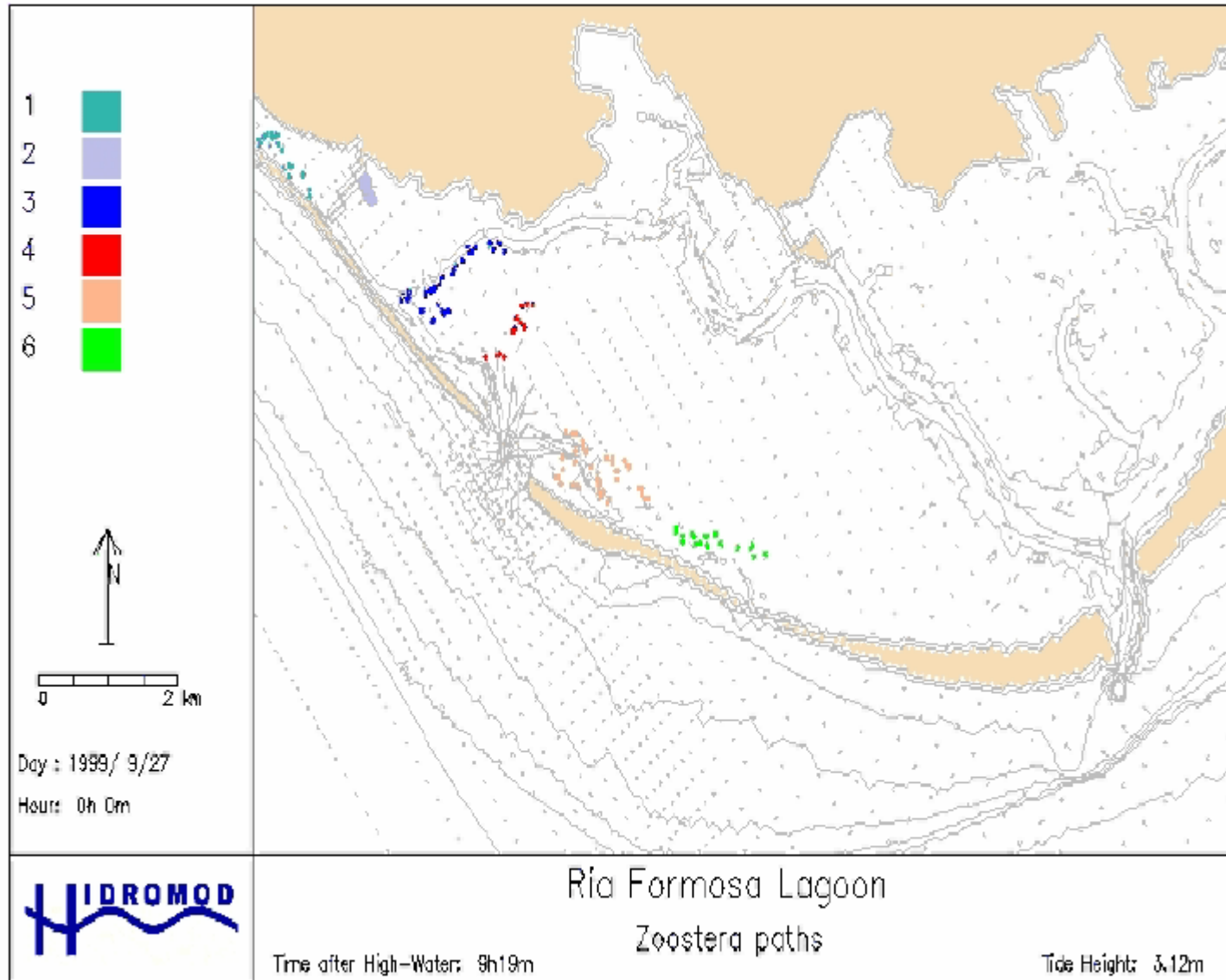
A quantidade de material proveniente das pradarias de ervas marinhas pode ser enorme (depósitos de *P. oceanica* nas praias até 4 m de altura)

Contribuição para a construção dunar: Matéria orgânica e nutrientes



Folhas das ervas marinhas em decomposição são também alimento para a pequena fauna dunar

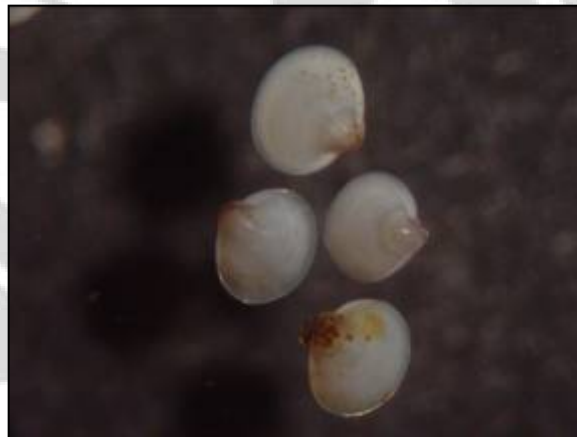
Alimentação das dunas



- Produção de folhas de *Z. noltii* no sector oeste da Ria Formosa: 400 T peso seco ano⁻¹; exportação pela Barra do Ancão: 16 T peso seco ano⁻¹ (Santos R, Silva A, Cabaço S, Silva J, Bairros M (in prep.)

Promoção da biodiversidade

Riqueza específica é maior dentro das pradarias de ervas marinhas do que fora delas



Serviços ecológicos prestados por um campo de futebol de ervas marinhas



Absorve
5.8 kg N ano⁻¹
~1 ano de esgoto
tratado originado por
780 pessoas



Absorve
166 g C m⁻²ano⁻¹
~1 automóvel
percorrendo
4,659 km



Valor
~25,000 Euro ano⁻¹

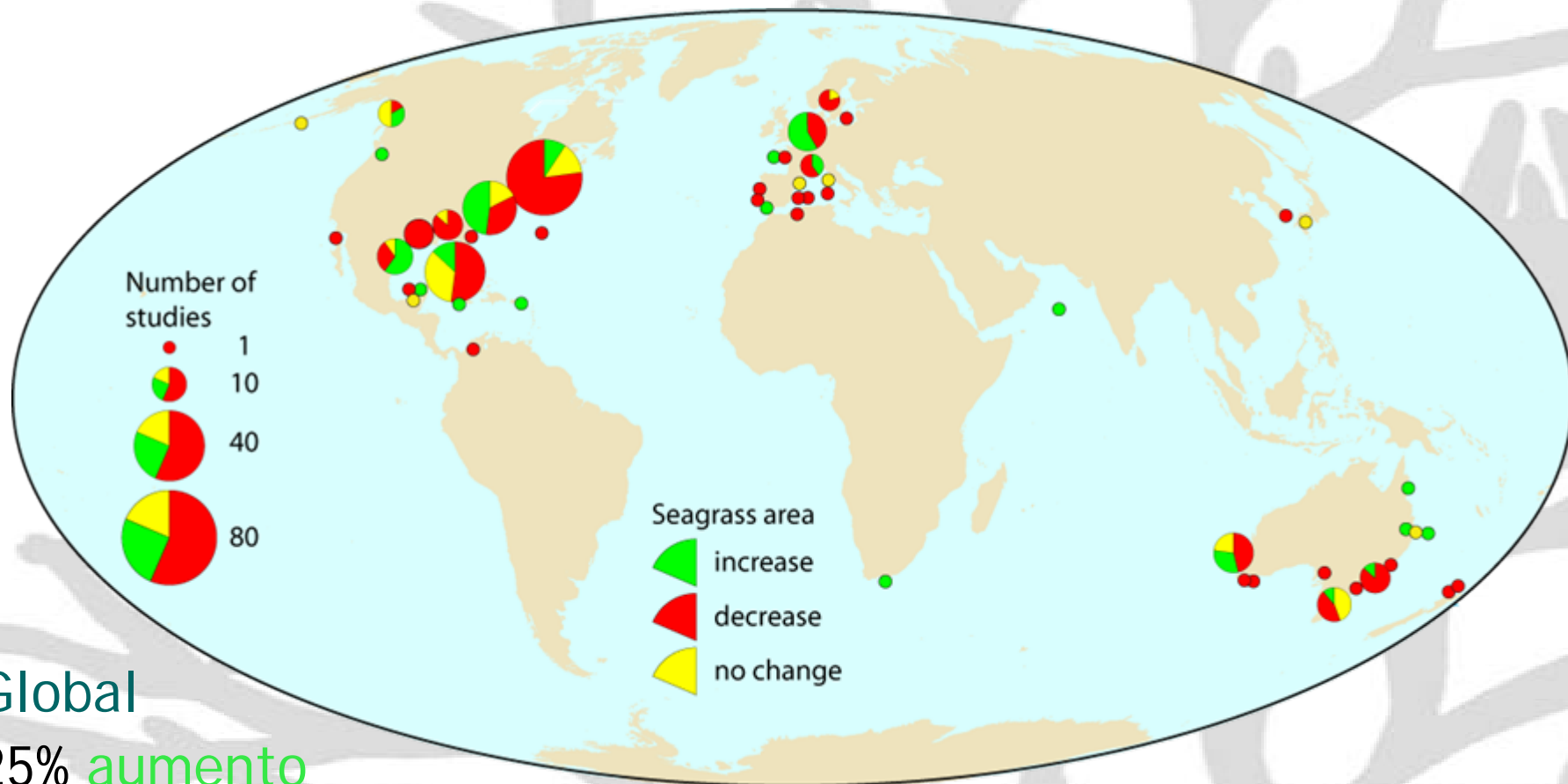


Consequências da destruição da vegetação dos sistemas estuarinos e lagunares costeiros

- Aumento da turbidez e do sedimento na água
- Aumento dos poluentes na água e sedimento
- Aumento da ocorrência de “blooms” de algas
- Diminuição da biodiversidade
- Diminuição dos recursos pesqueiros

Declínio das ervas marinhas a nível mundial

1 campo de futebol em cada 30 minutos!!



Global

25% aumento

58% decréscimo

17% sem variação

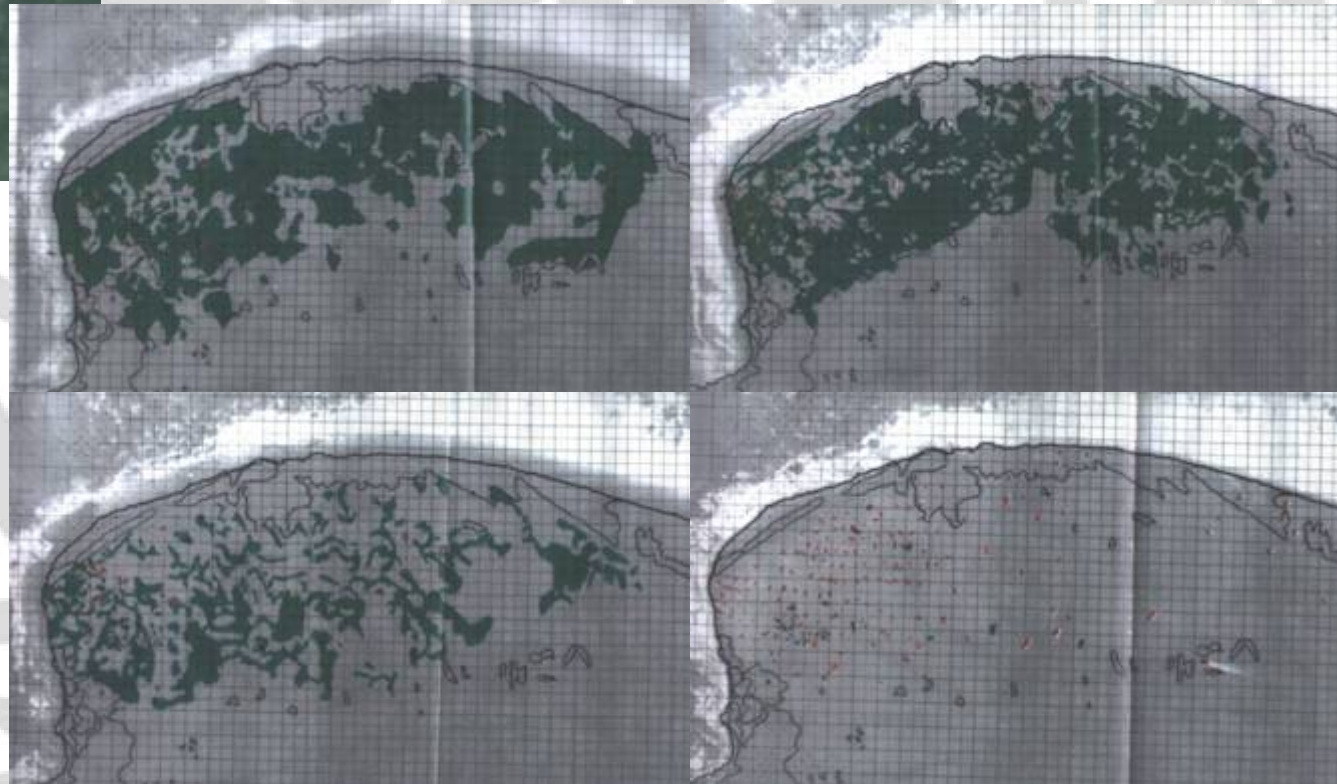
Seagrass Trajectories Database
215 sites; 1130 observations
1879-2006

Waycott et al., 2009

Declínio das pradarias de *Zostera marina* do Portinho da Arrábida



1977



Silva, J. A. M. (2004). Estudos iniciais para a recuperação da população de Fanerogâmicas Marinhas no Parque Marinho da Arrábida, Setúbal, Portugal. Tese de Mestrado em Gestão Sustentável de Sistemas Marinhos e Costeiros da Universidade de Barcelona.

Impactos sobre as ervas marinhas

- Os danos mecânicos nas pradarias de ervas marinhas são os mais inequívocos: construção de infraestruturas, dragagens, artes de pesca, ancoragem de barcos e a construção de viveiros.



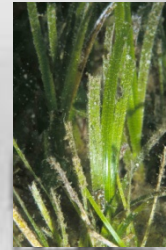
Danos físicos: viveiros



Ervas marinhas como bioindicadores

Ervas marinhas são muito sensíveis às alterações dos sistemas

Alertam para os problemas numa fase inicial



Quando o canário ficava inconsciente ou morria, os mineiros actuavam rápida e decisivamente!

Directiva Quadro da Água

INFORMAÇÃO de Base – ELEMENTOS de qualidade a monitorizar



COSTEIRAS

TRANSIÇÃO

BIOLÓGICOS



FITOPLÂNCTON
MACROALGAS
ANGIOSPÉRMICAS
MACROBENTOS

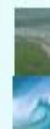


FITOPLÂNCTON
MACROALGAS
ANGIOSPÉRMICAS
MACROBENTOS
PEIXES

HIDRO MORFOLÓGICOS



CONDIÇÕES
HIDROMORFOLÓGICAS
REGIME DE MARÉS



CONDIÇÕES
HIDROMORFOLÓGICAS
REGIME DE MARÉS

FÍSICO- QUÍMICOS



ELEMENTOS DE
SUPORTE



ELEMENTOS DE
SUPORTE

POLUENTES ESPECÍFICOS



LISTA II
(não incluídos na lista de
sub. prioritárias)



LISTA II
(não incluídos na lista de
sub. prioritárias)

QUÍMICOS



SUBS. PRIORITÁRIAS E
OUTRAS SUBSTÂNCIAS
DESCARREGADAS



SUBS. PRIORITÁRIAS E
OUTRAS SUBSTÂNCIAS
DESCARREGADAS

ESTADO
ECOLÓGICO

ESTADO
QUÍMICO

Monitorização

- Protocolo de amostragem
- Aplicações práticas
- Programas de monitorização

Desenho da amostragem

- Locais seleccionados com critério adequado à questão
- 1 transecto transversal permanente por local:
 - 25 metros de extensão
 - Paralelo à linha de costa



- Amostragem periódica (idealmente sazonal)

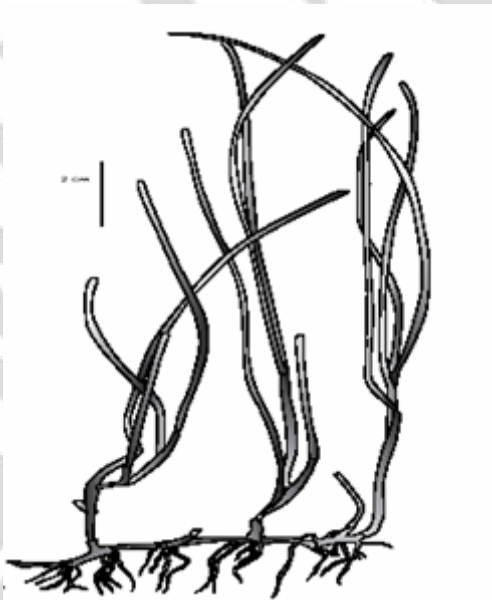
Amostragem

- Em cada transecto existem 6 quadrados fixos (50 x 50 cm), previamente atribuídos
- Quadrados fotografados com placa de identificação, estima de % cobertura, medidas de comprimento foliar
- Recolha de um core na zona adjacente a cada quadrado, para posterior determinação de densidade e biomassa



Processamento das amostras

- Em cada amostra, contagem do número de rebentos
- Separação dos rebentos (fracção epígea) do conjunto rizomas/raízes (fracção hipógea), para secagem e posterior determinação dos pesos secos



Processamento das amostras

1) Secar as fracções epígea e hipógea separadamente em sacos de papel em estufa a 60°C durante 48 h (ou numa sala quente seca durante algumas semanas)

2) Identificar os sacos de papel:

- Local
- Data
- Número da amostra
- Fracção epígea ou hipógea

3) Pesar as fracções (balança com precisão de 0.01g)

Tratamento de dados

- Registo de toda a informação em folha própria:

<u>Local:</u>				<u>Date:</u>		
<u>Obs.:</u>						
<u>Amostra nº.</u>	<u>#1</u>	<u>#2</u>	<u>#3</u>	<u>#4</u>	<u>#5</u>	<u>#6</u>
<u>Nº. De rebentos</u>						
<u>Fracção epígea (g)</u>						
<u>Fracção hipógea (g)</u>						
<u>Comprimento foliar (cm)</u>						

Aplicações práticas

Uso de relações biomassa-densidade como ferramenta de monitorização

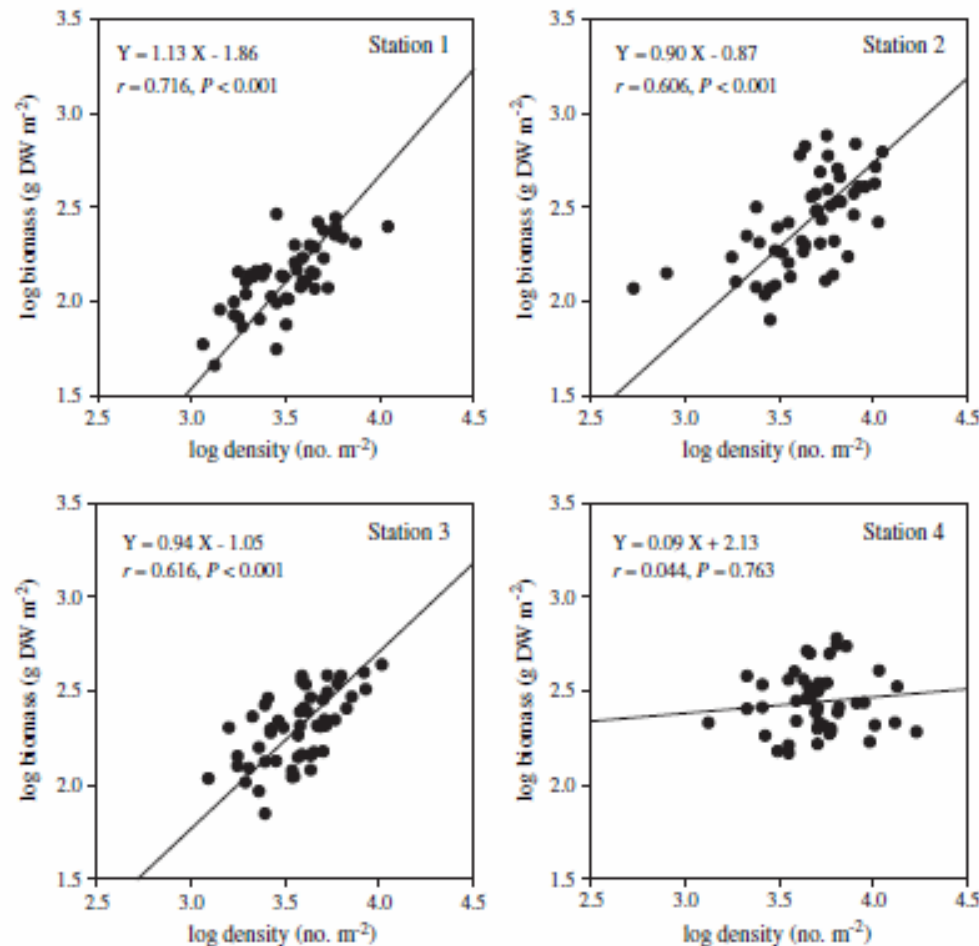


Fig. 2. Dynamic relationships between stand biomass and shoot density of *Zostera nolii* along the nutrient gradient originated by the urban wastewater discharge of Faro NW.

Programas de monitorização

<http://www.seagrassnet.org/>

- Iniciado em 2001
- 110 locais em 30 países
- Protocolo de monitorização global
- Base de dados trabalhada online
- Conhecimento científico e disseminação



Obrigada!