

Ervas marinhas: Biologia, Ecologia e monitorização

Rui Santos

Centro de Ciências do Mar da
Universidade do Algarve

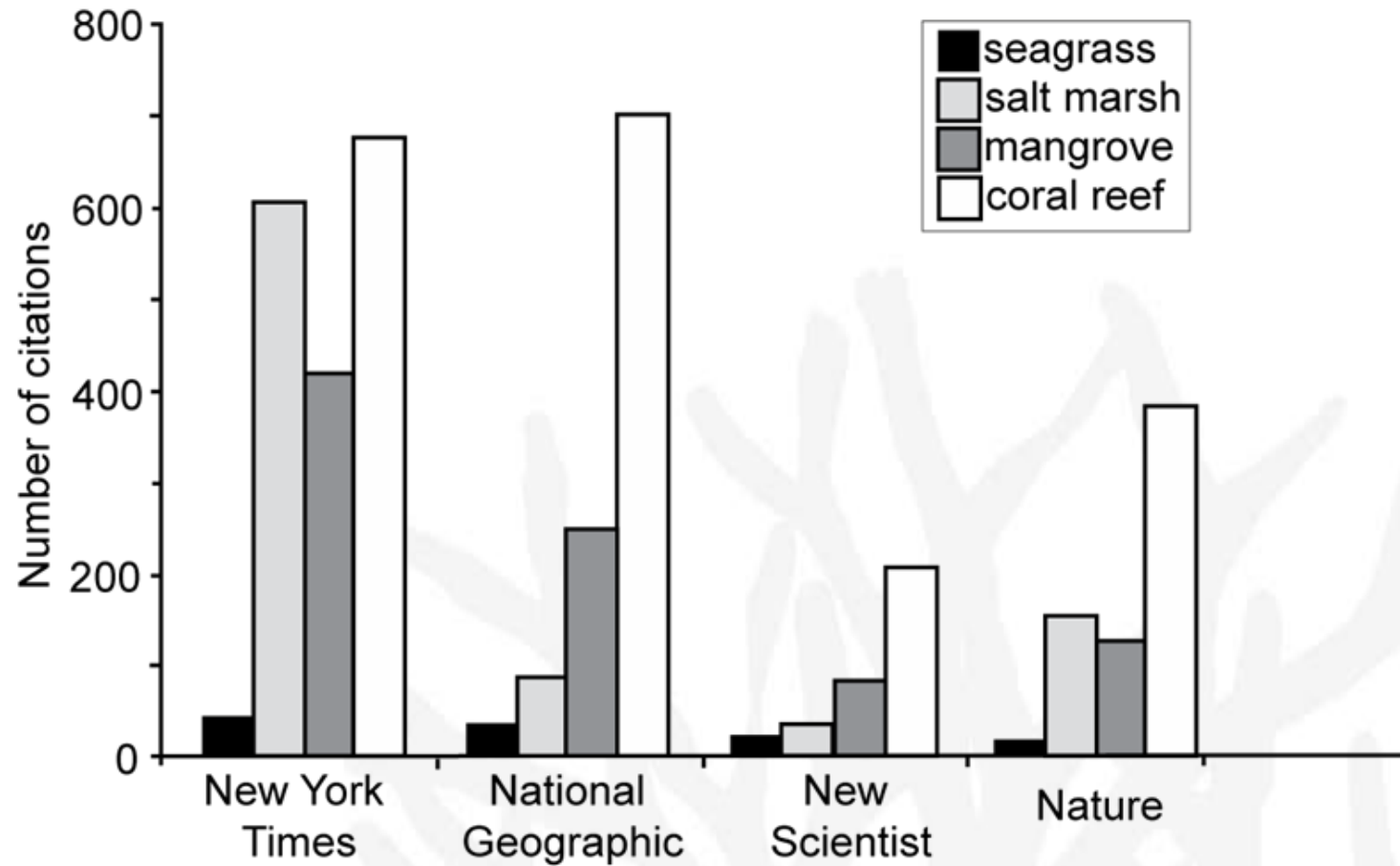
O que são ervas marinhas?

- As ervas marinhas são angiospérmicas (Divisão Antophyta, Classe Liliopsida, subclasse Alismatidae), que se encontram distribuídas por todos os oceanos, em águas costeiras, lagoas e estuários, até ~70 metros de profundidade
- Completam o seu ciclo de vida imersas em meio consistentemente salino; não suportam emersão contínua.



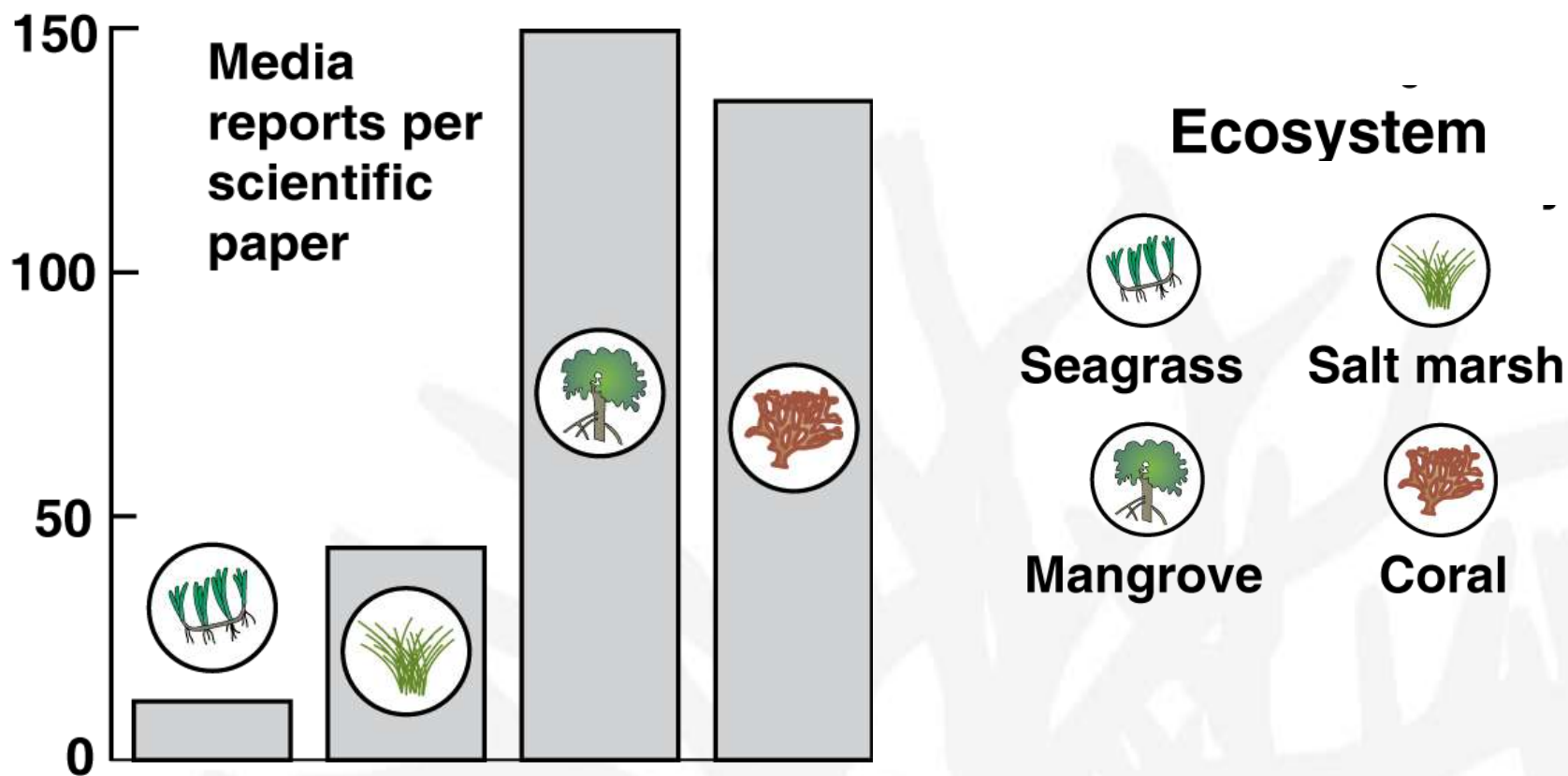
Enhalus acoroides

Ervas marinhas não são carismáticas



Duarte et al.2008

Ervas marinhas são pouco publicitadas



Phyllospadix toureyi



Cymodocea nodosa / *Zostera noltii*



Diversidade e distribuição

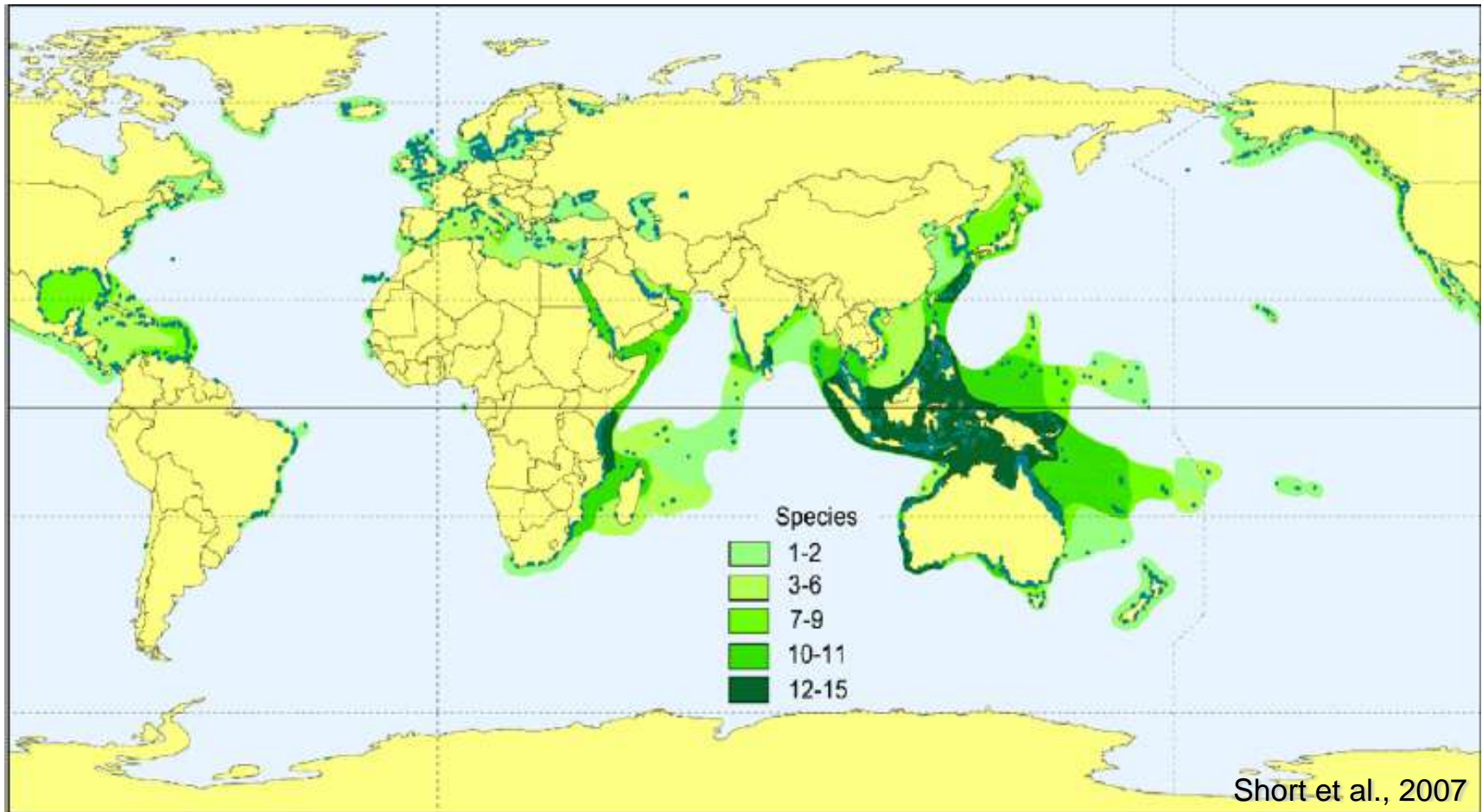


Fig. 3. Global seagrass diversity and distribution. Shades of green indicate numbers of species reported for an area; blue points and polygons indicate documented reports of seagrass occurrence (from 2005 UNEP-WCMC).

Riqueza específica

Table 1.1. List of seagrass species indicating their membership to the different seagrass floras

Species	Biogeographic membership
<i>Amphibolis antarctica</i>	S. Australian flora
<i>Amphibolis griffithii</i>	S. Australian flora
<i>Cymodocea angustata</i>	Indo-Pacific flora
<i>Cymodocea nodosa</i>	Mediterranean flora
<i>Cymodocea rotundata</i>	Indo-Pacific flora
<i>Cymodocea serrulata</i>	Indo-Pacific flora
<i>Enhalus acoroides</i>	Indo-Pacific flora
<i>Halodule pinifolia</i>	Indo-Pacific flora
<i>Halodule uninervis</i>	Indo-Pacific flora
<i>Halodule wrightii</i>	Caribbean flora
<i>Halophila baillonis</i>	Caribbean flora
<i>Halophila beccarii</i>	Indo-Pacific flora
<i>Halophila capricornii</i>	Indo-Pacific flora
<i>Halophila decipiens</i>	Caribbean and Indo-Pacific floras
<i>Halophila engelmannii</i>	Caribbean flora
<i>Halophila hawaiiiana</i>	Indo-Pacific flora
<i>Halophila ovalis</i>	Indo-Pacific flora
<i>Halophila ovata</i>	Indo-Pacific flora
<i>Halophila spiculosa</i>	Indo-Pacific flora
<i>Halophila stipulacea</i>	Indo-Pacific flora
<i>Heterozostera tasmanica</i>	S. Australian flora
<i>Phyllospadix iwataensis</i>	Temperate W. Pacific flora
<i>Phyllospadix japonicus</i>	Temperate W. Pacific flora
<i>Phyllospadix scouleri</i>	Temperate E. Pacific flora
<i>Phyllospadix serrulatus</i>	Temperate E. Pacific flora
<i>Phyllospadix torreyi</i>	Temperate E. Pacific flora
<i>Posidonia angustifolia</i>	S. Australian flora
<i>Posidonia australis</i>	S. Australian flora
<i>Posidonia coriacea</i>	S. Australian flora
<i>Posidonia denhartogii</i>	S. Australian flora
<i>Posidonia kirkmanii</i>	S. Australian flora
<i>Posidonia oceanica</i>	Mediterranean flora
<i>Posidonia ostenfeldii</i>	S. Australian flora
<i>Posidonia robertsoniae</i>	S. Australian flora
<i>Posidonia sinuosa</i>	S. Australian flora
<i>Syringodium filiforme</i>	Caribbean flora
<i>Syringodium isoetifolium</i>	Indo-Pacific flora
<i>Thalassia hemprichii</i>	Indo-Pacific flora
<i>Thalassia testudinum</i>	Caribbean flora
<i>Thalassodendron ciliatum</i>	Indo-Pacific flora
<i>Thalassodendron pachyrhizum</i>	S. Australian flora
<i>Zostera asiatica</i>	Temperate W. Pacific flora
<i>Zostera capensis</i>	S. Atlantic flora
<i>Zostera capricorni</i>	S. Australian flora
<i>Zostera caulescens</i>	Temperate W. Pacific flora
<i>Zostera japonica</i>	Temperate W. Pacific flora

Table 1.1. (cont.)

Species	Biogeographic membership
<i>Zostera marina</i>	N. Atlantic, Mediterranean, W. and E. Pacific floras
<i>Zostera mucronata</i>	S. Australian flora
<i>Zostera muelleri</i>	S. Australian flora
<i>Zostera noltii</i>	N. Atlantic and Mediterranean floras
<i>Zostera novaezelandica</i>	New Zealand flora

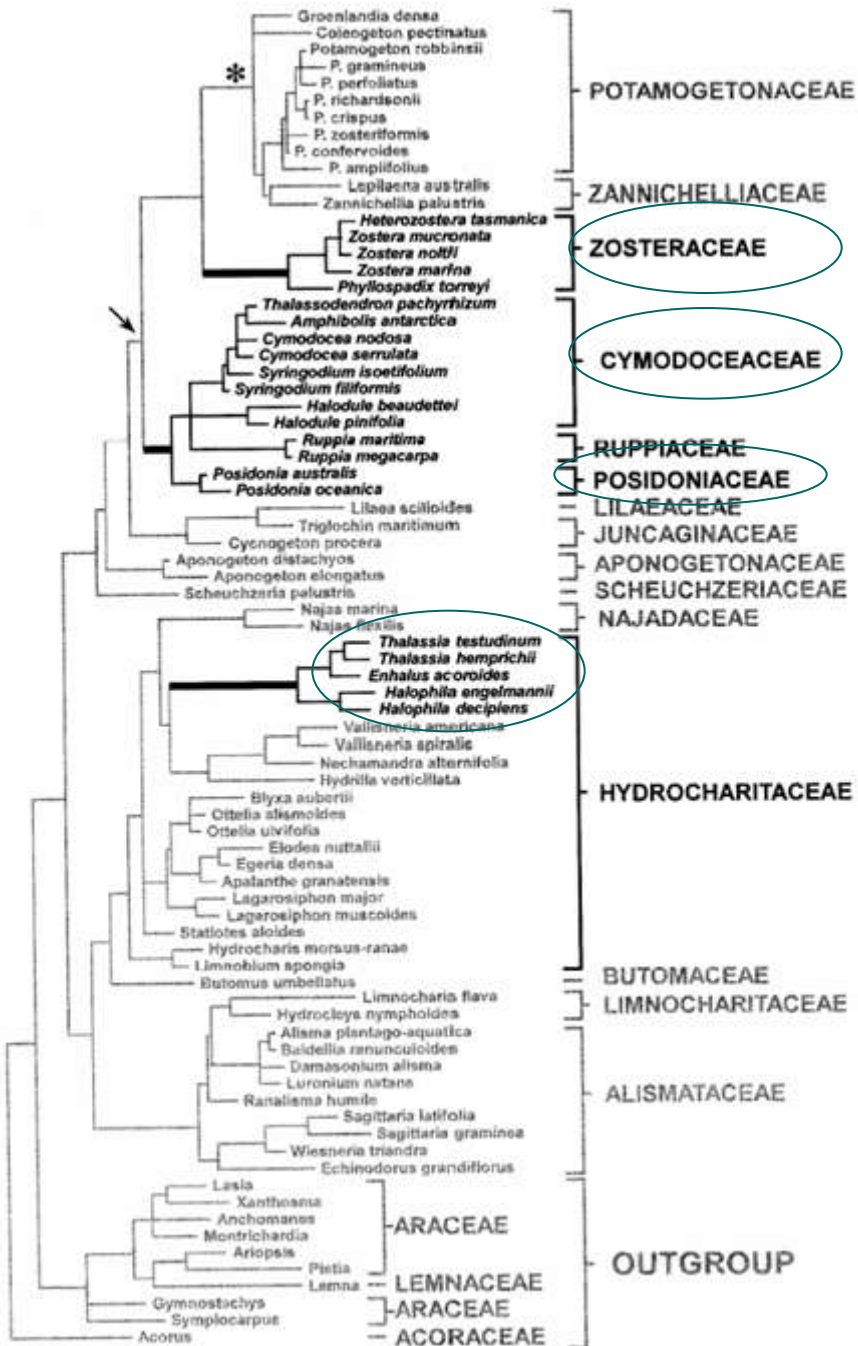
Note: A number of additional species, particularly within the genus *Halophila*, have been described, but on-going examinations are suggesting that the number of species be revised downwards (Waycott, 1999).

Source: After Phillips & Meñez, 1988; Kirkman & Walker, 1989).

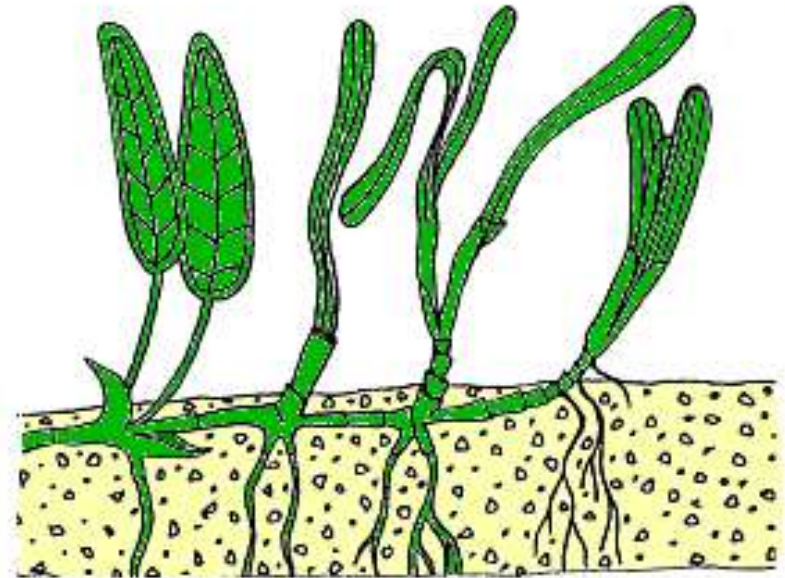
Origem e evolução das angiospérmicas marinhas

Evidência fóssil é muito escassa; datam de 100 milhões de anos, Período Cretássico.

Filogenia baseada na sequenciação do gene *rbcL* do cloroplasto: origem polifilética envolvendo ancestrais aquáticos de água doce.



Morfologia



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

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



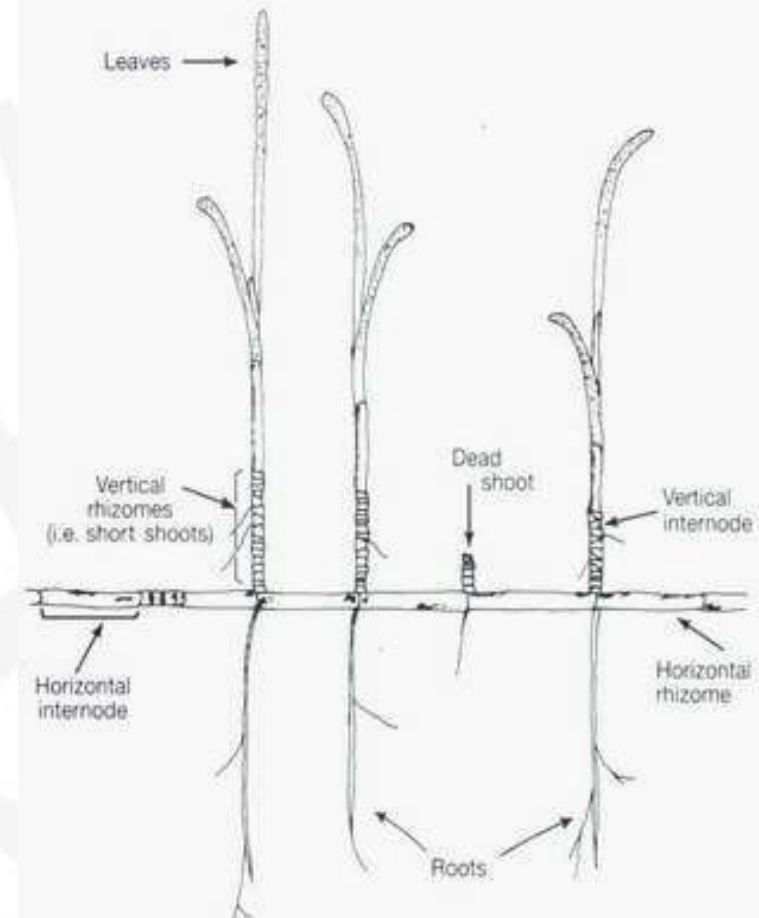
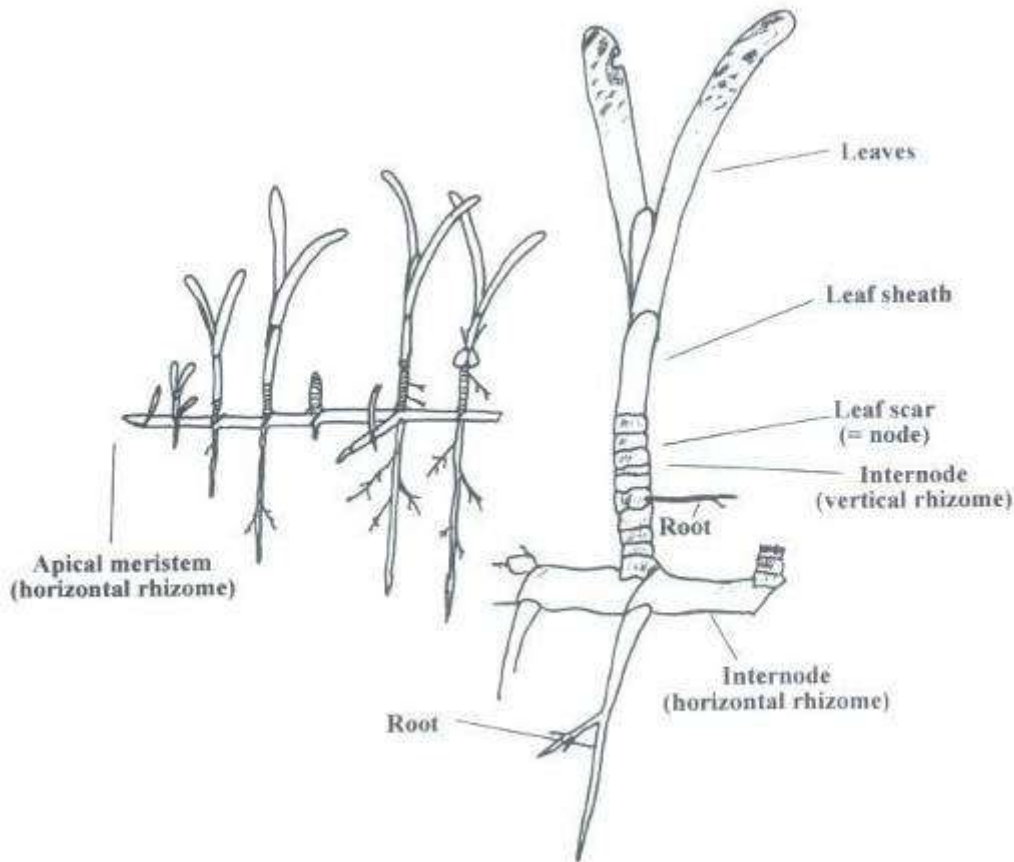
2000, D. and M. Littler



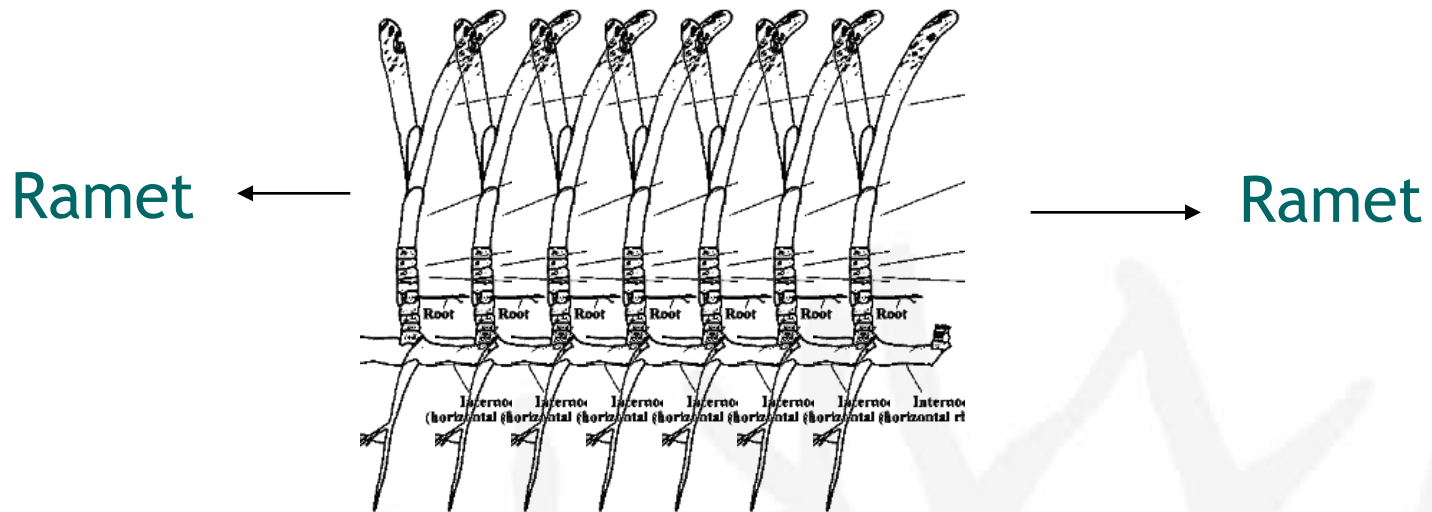
Halophila ovalis

Morfologia

- Plantas rizomatosas
- Compostas por unidades (“ramets”), repetidas durante o crescimento
- Cada “ramet” é composto por um conjunto de 3 módulos: rizomas (horizontal e vertical), raiz e rebento (com uma ou mais folhas)



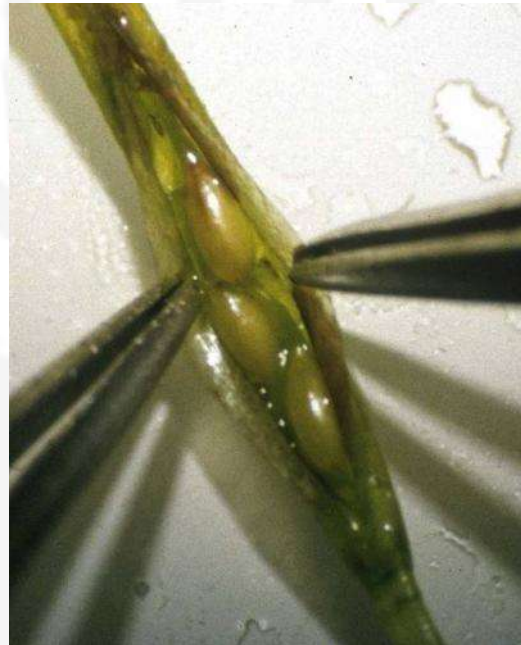
Crescimento vegetativo



Plantas crescem por repetição de um conjunto de módulos (ramet), que têm o mesmo genótipo
Indivíduos fisicamente separados podem ter o mesmo genótipo

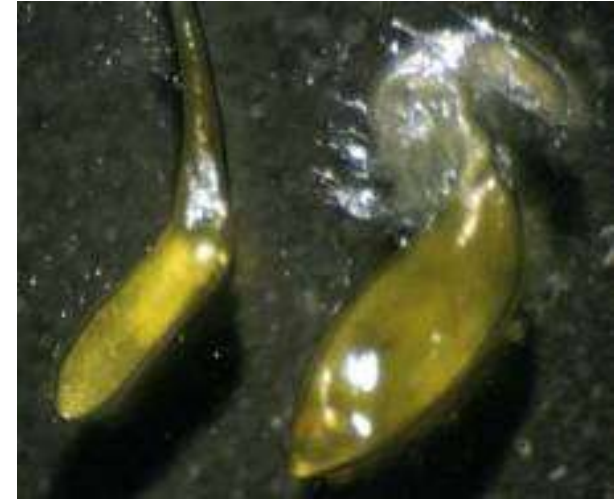
Reprodução sexual

- A maioria dióicas (9 em 12 géneros): nas monóicas o ovário desenvolve-se primeiro que os estames
- Flores na base das folhas em bainhas especiais (“spathes”)



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.

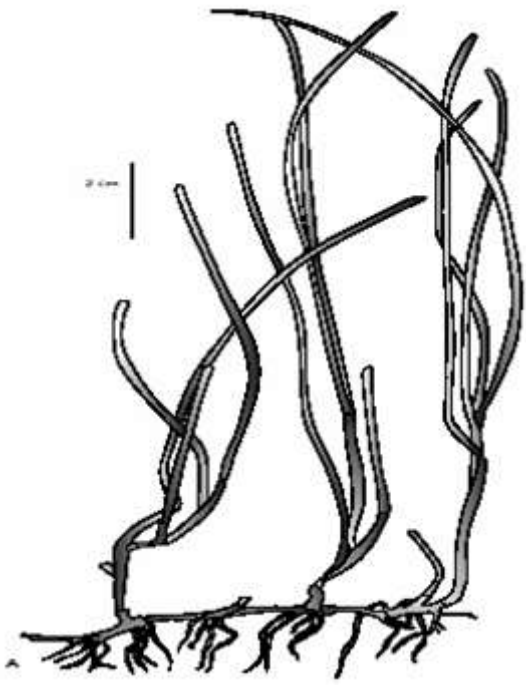


Ervas marinhas na Europa

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



Zostera noltii



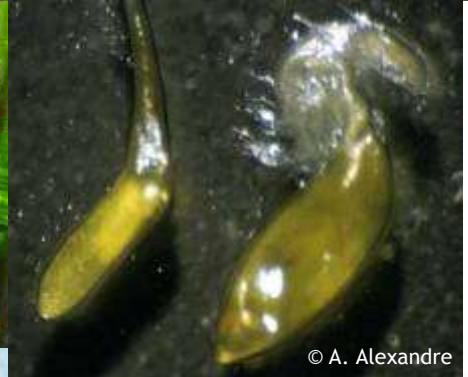
www.seagrasses.org



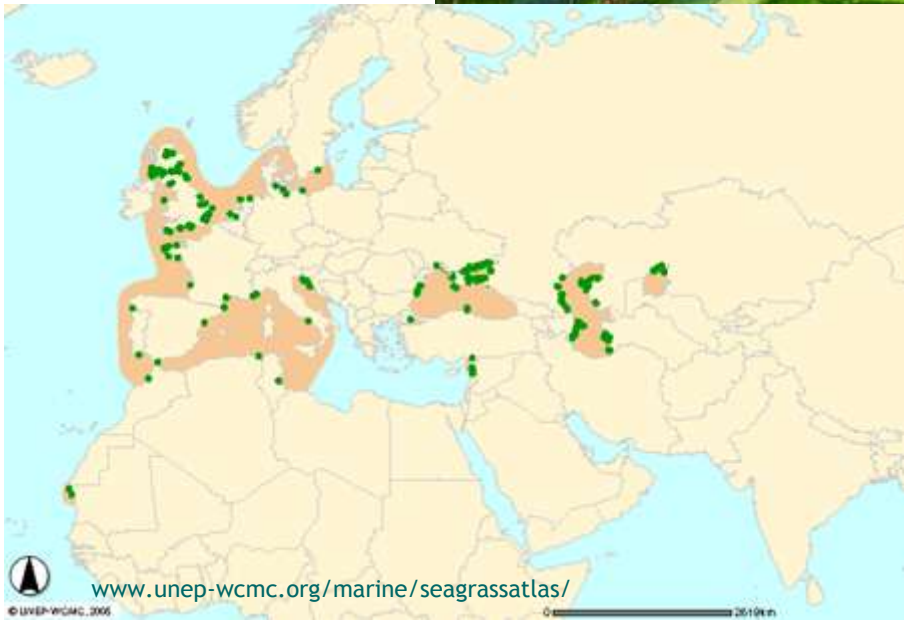
© R. Santos



© R. Santos



© A. Alexandre



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



© UNEP-WCMC, 2006

0 200 km



© A. Alexandre



© A. Alexandre

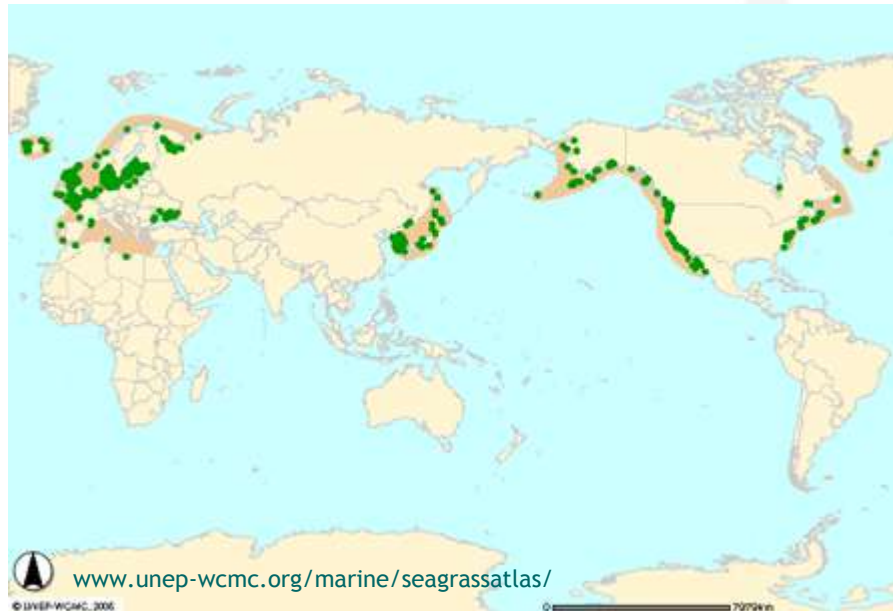
Zostera marina



www.seagrasses.org



www.eeb.uconn.edu/



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

© UNEP-WCMC, 2006

© R. Santos

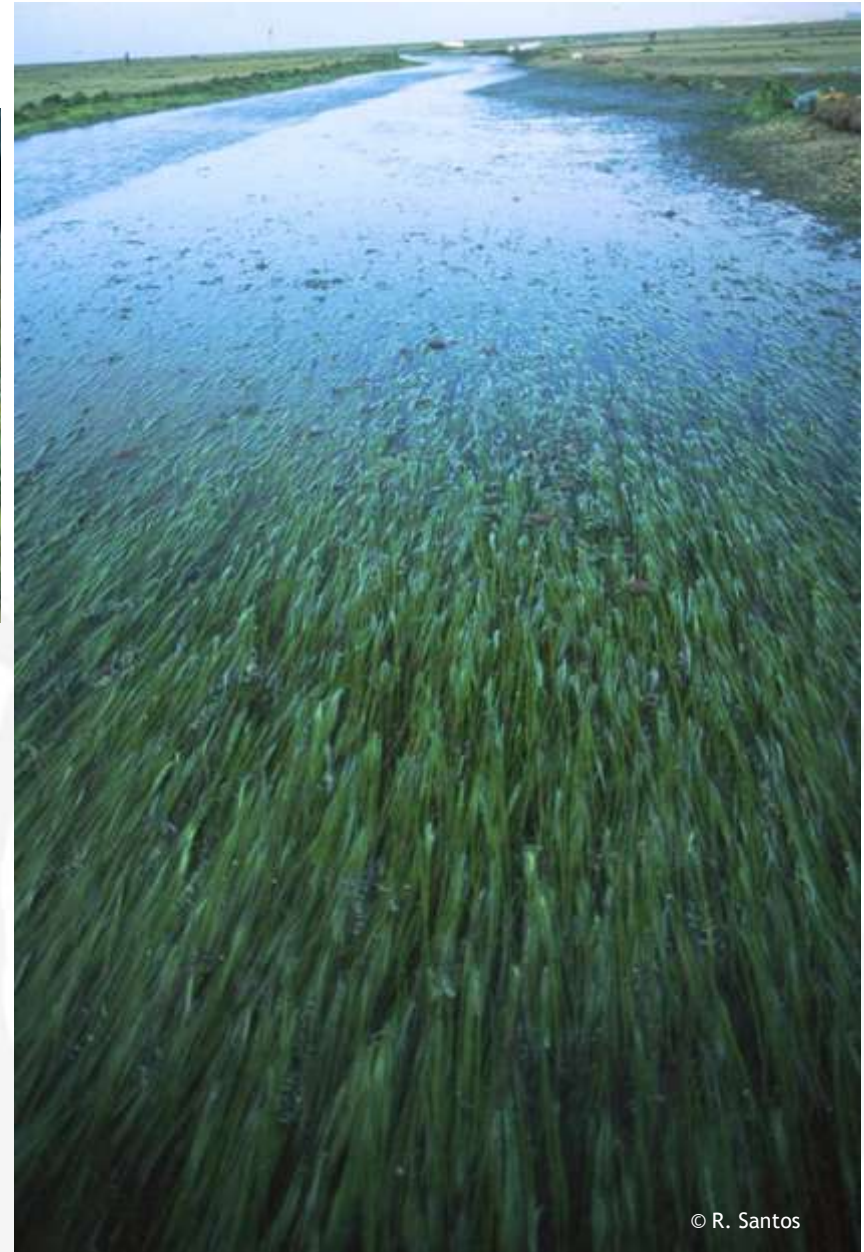
Cymodocea nodosa



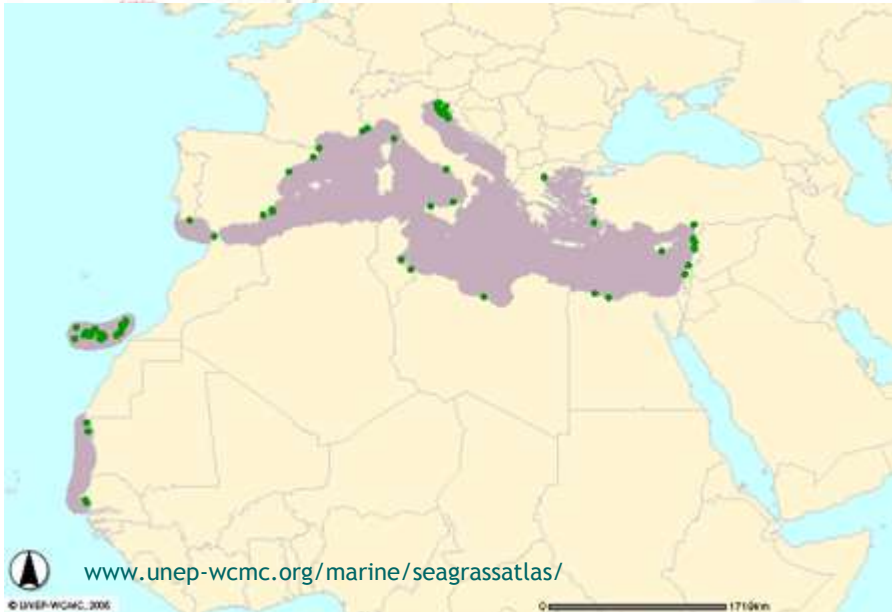
www.seagrasses.org



© F. Alberto



© R. Santos

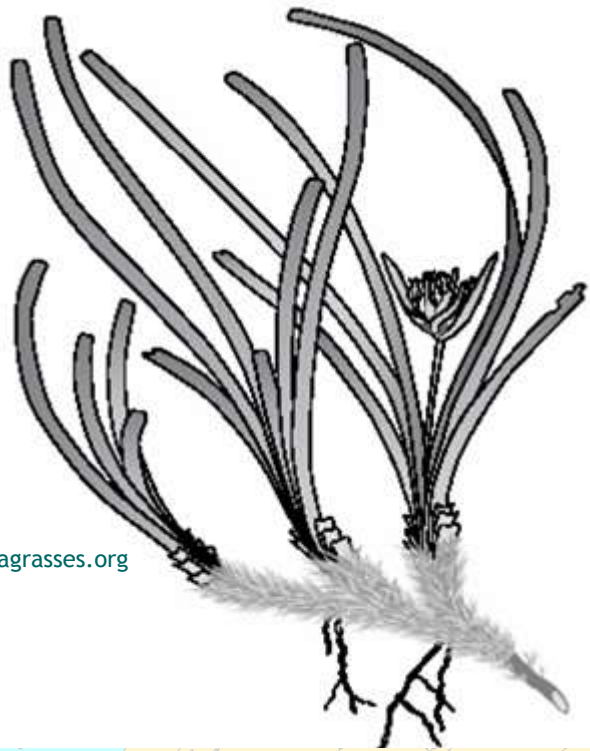


www.unep-wcmc.org/marine/seagrassatlas/

© UNEP-WCMC, 2006

© 1710km

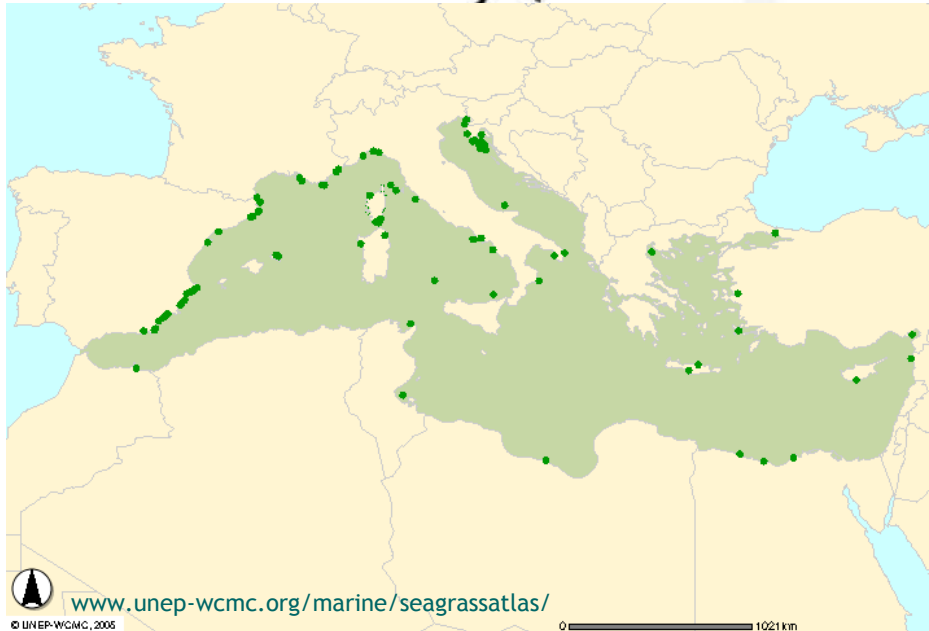
Posidonia oceanica



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>

Serviços prestados pelas ervas marinhas: exploração directa

Consumo humano

Valor dietético das sementes de *Enhalus acoroides*:

8.8% proteína

0.2% lípidos

72.4% carboidratos

2.4% fibras;

0.9 g/kg cálcio; 2.4 g/kg fósforo e 2.8 g/kg ferro

(Montano M.N.E.; Bonifacio R.S.; Rumbaoa R.G.O. Aquatic Botany 1999, 65:321-325).



Moagem de sementes de *Zostera marina*
Sonora, Baja California, México

Construção e isolamento



Telhados de *Zostera marina*, N Europa

Artesanto



Tapete de *Phyllospadix torreyi* c/ 1000 anos,
Chumash, California
Santa Barbara Museum of Natural History

Funções, serviços e bens prestados pelos ecossistemas de ervas marinhas

Ecosystem functions, services and goods

Ecosystem functions

Primary production
Carbon storage
Carbon flow
Nutrient cycling

Ecosystem services

Gas and climate regulation
Disturbance regulation
Erosion and sedimentation control
Remineralisation
Waste treatment
Biological control
Monitoring of global change and ecosystem health
Recreation tourism and education

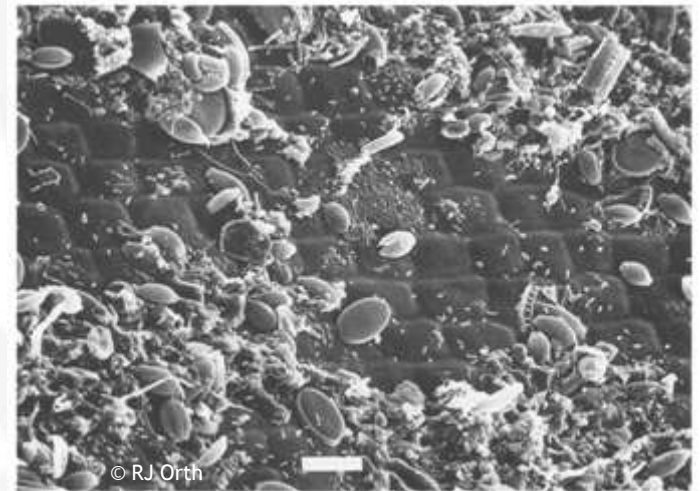
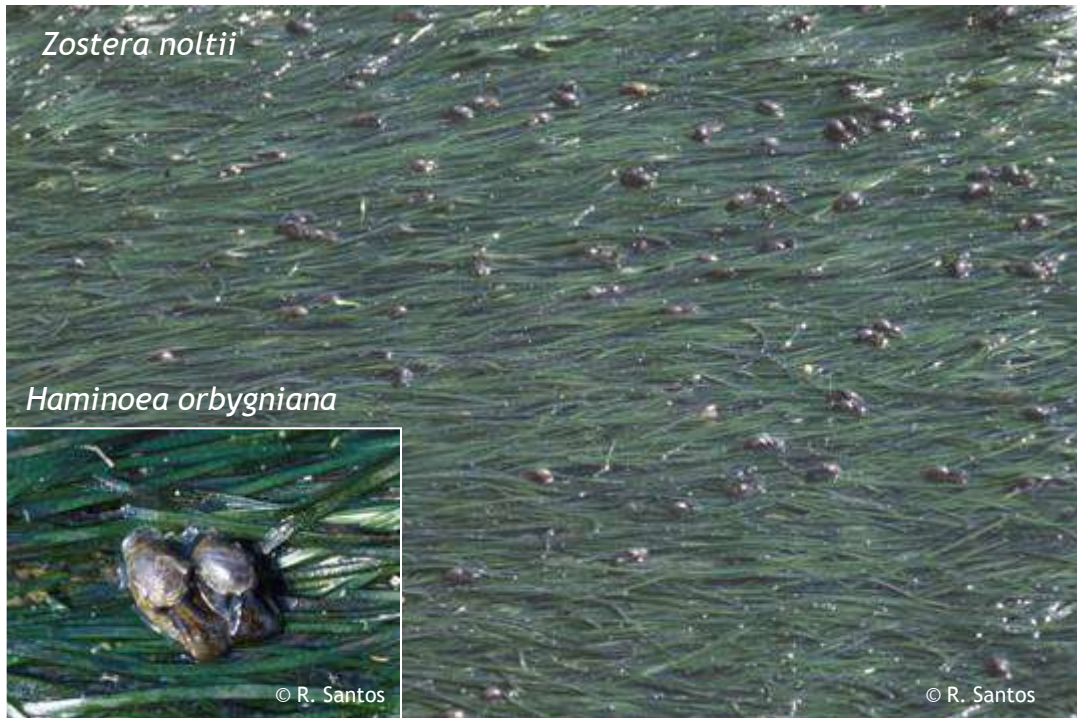
Ecosystem goods

Habitat and refuge
Food resources
Raw materials
Genetic resources
Natural heritage

- Aumento da biodiversidade
- Produção de recursos marinhos
- Melhoria da qualidade da água
- Estabilização de sedimentos
- Ciclos de carbono e de nutrientes

Biodiversidade

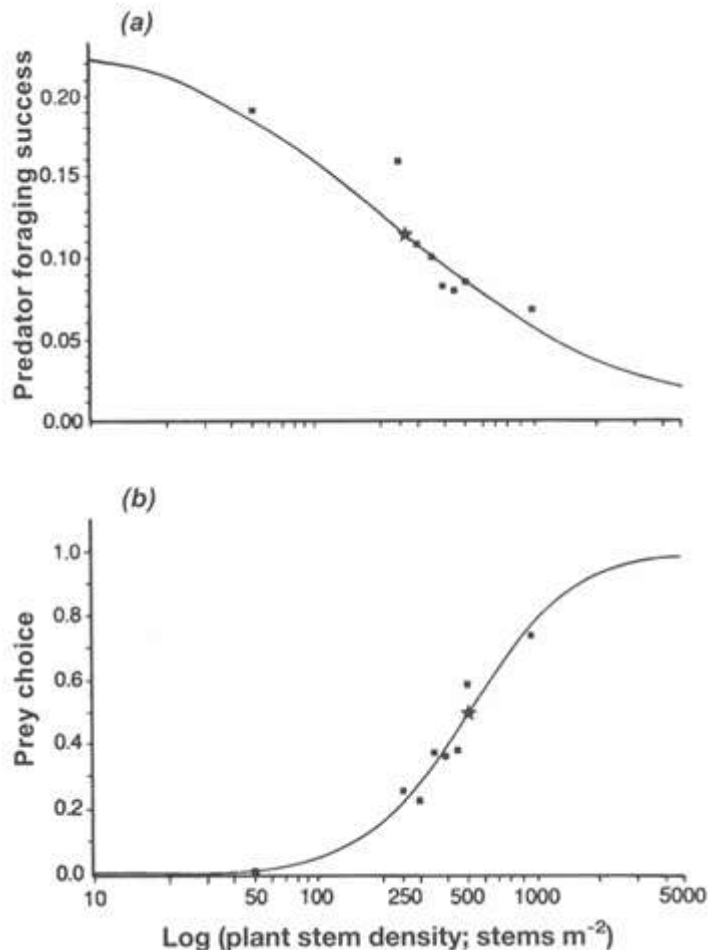
Estruturação física do meio promove a criação de novos micro habitats (exemplo substrato para comunidade de epífitos)



Hemminga MA & Duarte CM 2000. Cambridge University Press

Biodiversidade

Estruturação física do meio promove a função de refúgio.

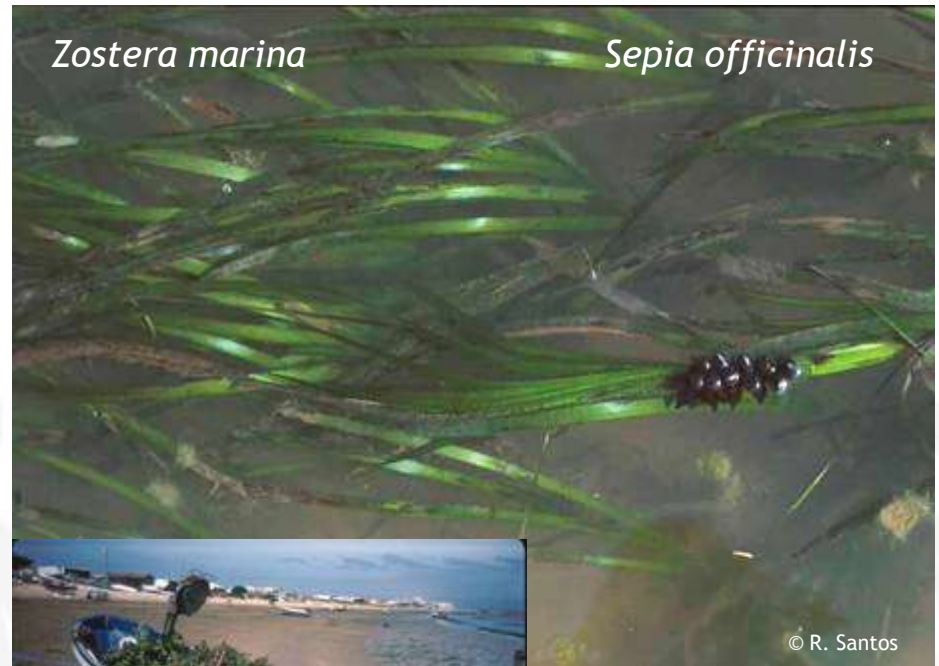


- Sucesso da predação diminui com a densidade da copa.

- Presas escolhem copas de densidades maiores para protecção.

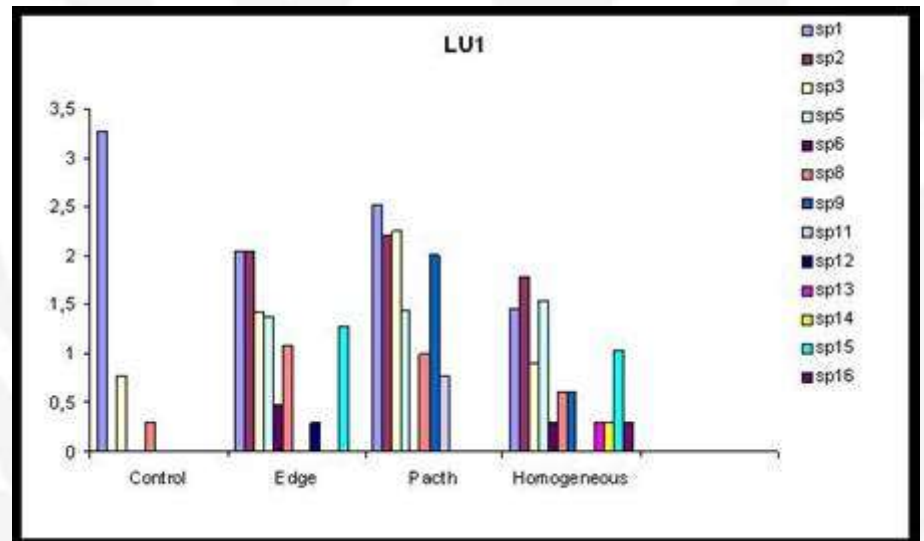
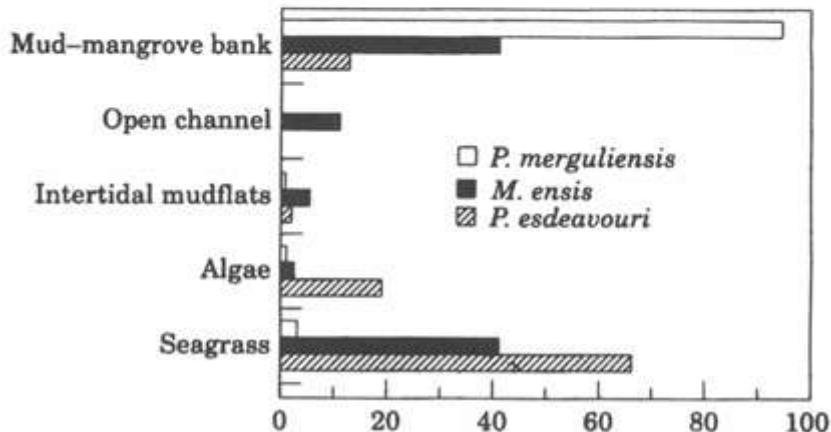
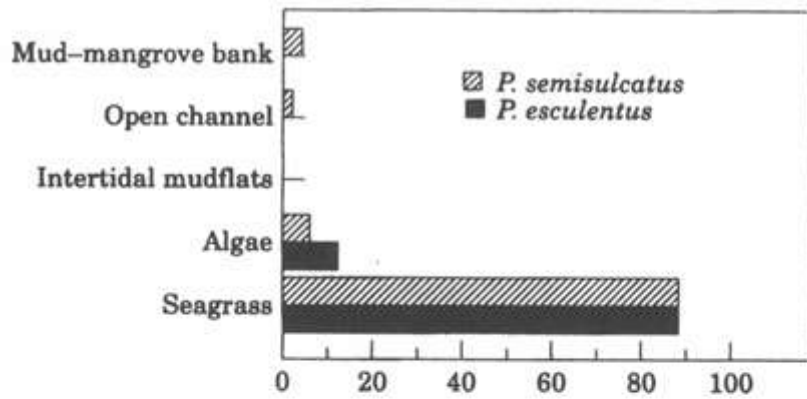
Biodiversidade

Algumas espécies usam as pradarias como maternidade



Biodiversidade

Dentro das pradarias a abundância e diversidade da fauna é maior que fora delas



Brewer DT, Blaber SJM, Salini JP & Farmer MJ 1995. Estuarine, Coastal and Shelf Science 40:577-600.

Cunha A & Santos R (in preparation)

Produção de recursos marinhos

- Pradarias suportam a produção de espécies **comercialmente importantes** de moluscos, peixes e crustáceos: recursos usam pradarias como maternidade, protecção de estados juvenis ou para alimentação.
- **Relação quantitativa** entre a presença de pradarias e o produto da pesca é difícil de estabelecer, no entanto: Cairns, Australia, 876 ha de pradarias podem suportar uma rendimento de pesca de camarão de cerca de 2×10^6 dólares ano⁻¹ (Watson RA, Coles RG, Lee Long WJ 1993. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 24:211-219).

Fauna associada: alimento

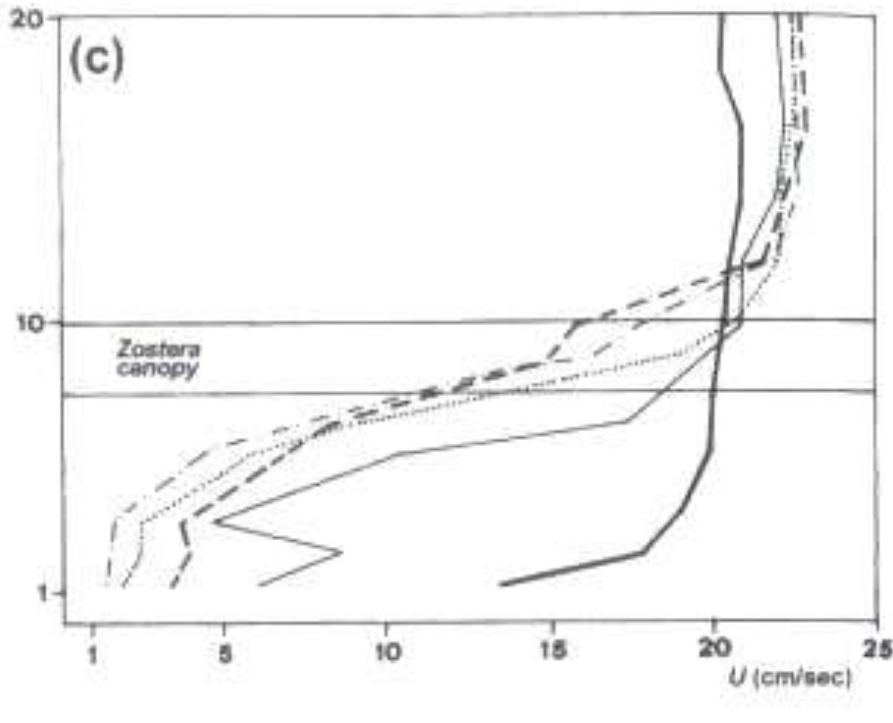
- Herbivoria directa: ouriços, peixes, pequenos moluscos, pássaros, tartarugas, manatees e dugongs
- Em Portugal: salemas!!



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**

Melhoria da qualidade da água: redução da quantidade de partículas em suspensão



Gambi MC, Nowell ARM, & Jumars PA 1990.
Marine Ecology Progress Series 61:159-69.

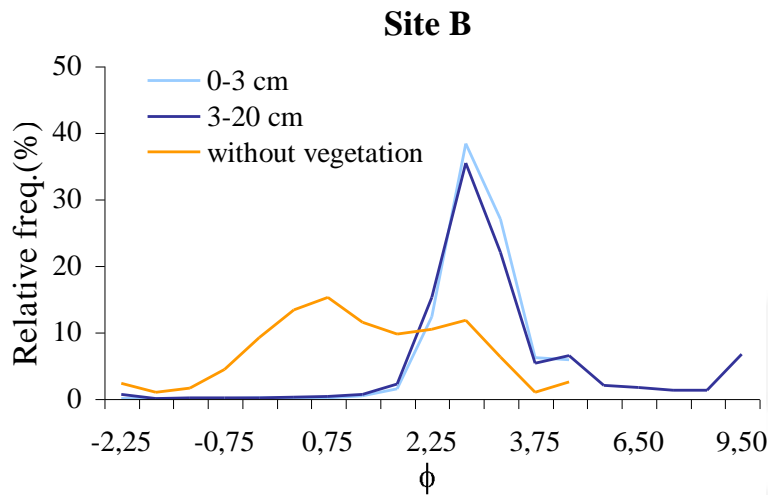
- A dissipação da energia das correntes promove a sedimentação
- Filtradores associados às pradarias captam partículas orgânicas em suspensão



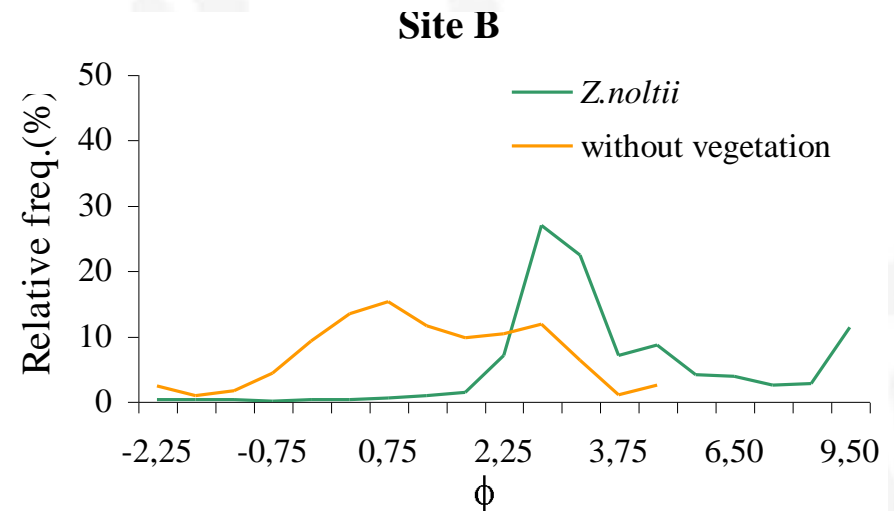
Melhoria da qualidade da água

- Ervas marinhas promovem a deposição dos sedimentos finos

Cymodocea nodosa



Zostera noltii

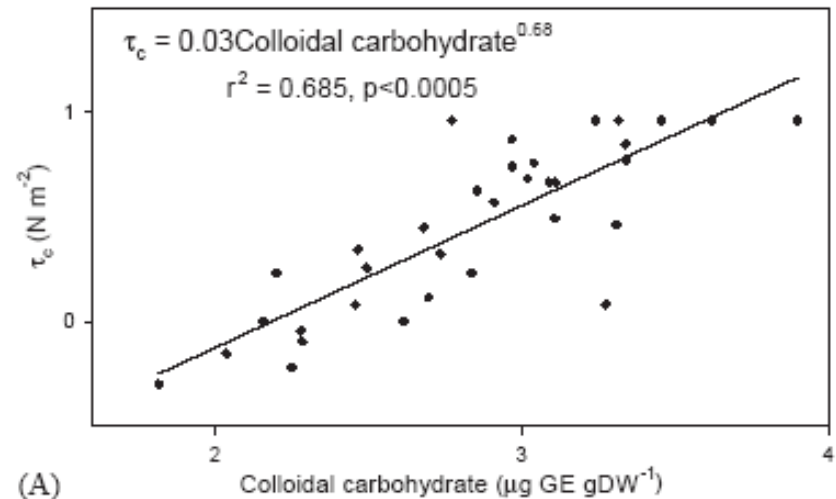
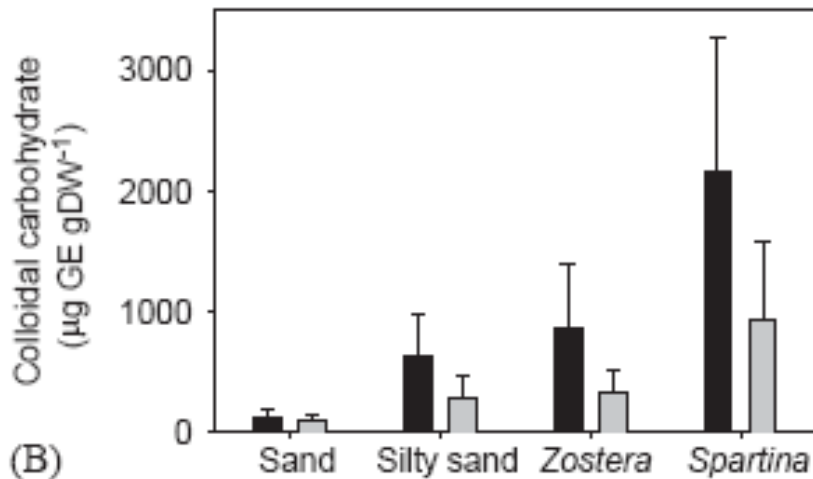


Interacções planta-sedimento-cientistas



Estabilização de sedimentos

- Dissipação da energia das ondas e correntes
- Sistema de rizomas e raízes
- Produção de carboidratos coloidais pelo microfitobentos aumenta a tensão de corte do sedimento, reduzindo a ressuspensão dos sedimentos



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).



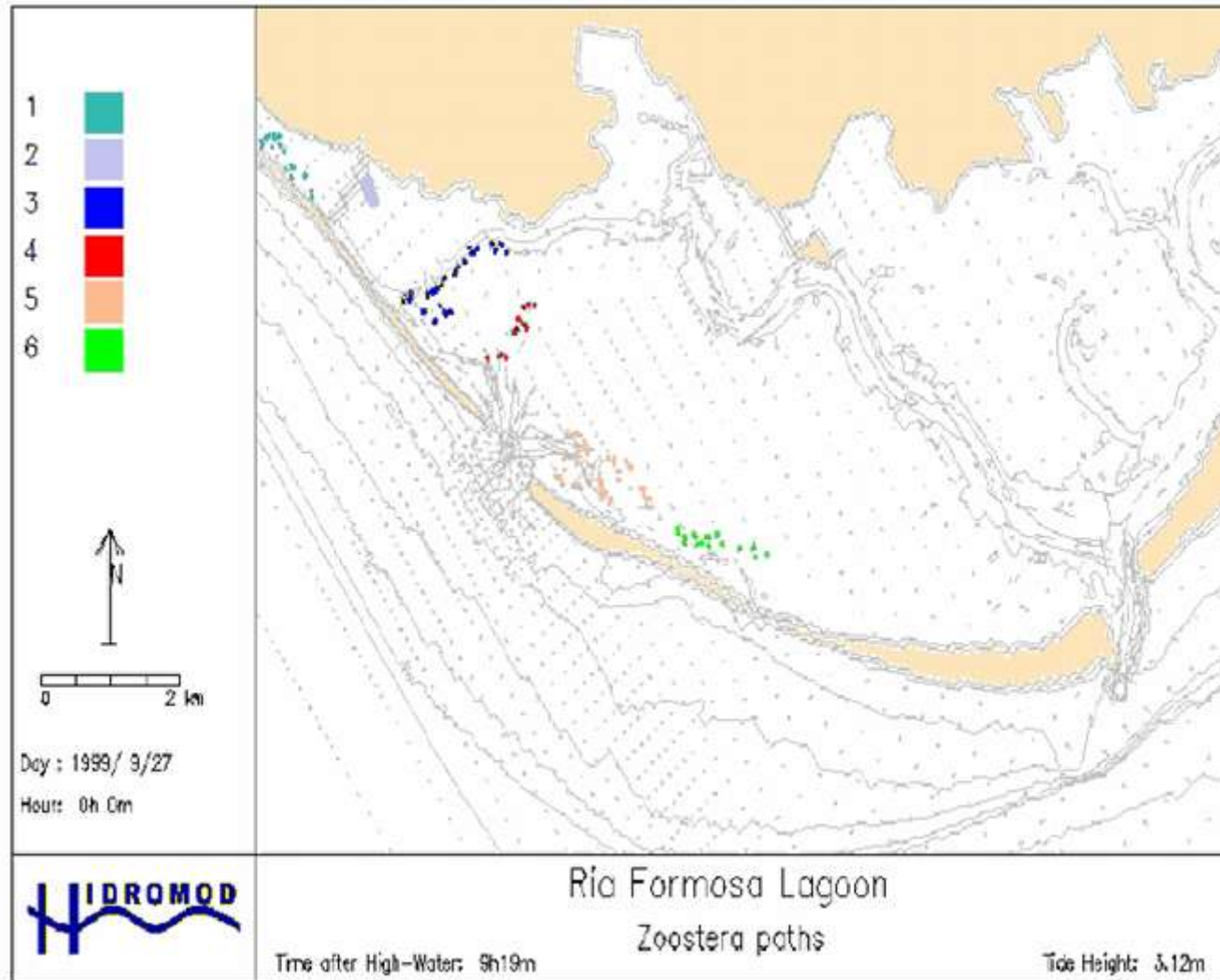
A quantidade de material proveniente das pradarias de ervas marinhas pode ser enorme (depósitos de *P. oceanica* nas praias até 4 m de altura)

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.))

Papel ecológico: produção primária

Table 5.1. Comparisons between primary production of seagrasses and other autotrophs in seagrass meadows

Meadow type	Units	Seagrass	Epiphytes	Benthic microalgae	Phyto-plankton
<i>Cymodocea rotundata</i> ⁽¹⁾	g DW m ⁻² d ⁻¹	1.28	0.79	–	–
<i>Cymodocea serrulata</i> ⁽¹⁾	g DW m ⁻² d ⁻¹	2.67	1.69	–	–
<i>Enhalus acoroides</i> ⁽²⁾	g DW m ⁻² d ⁻¹	1.75	0.038	–	–
<i>Halodule uninervis</i> ⁽¹⁾	g DW m ⁻² d ⁻¹	2.66	2.12	–	–
<i>Halodule wrightii</i> ⁽³⁾	mg C m ⁻² h ⁻¹	180	229	–	–
<i>Halodule wrightii</i> ⁽⁴⁾	g C m ⁻² yr ⁻¹	256	905	339	468
<i>Halodule wrightii</i> ⁽¹¹⁾	mg C m ⁻² h ⁻¹	22	0.72	15	7.22
<i>Posidonia australis</i> ⁽⁹⁾	g DW m ⁻² yr ⁻¹	950–1150	160–211	–	–
<i>Posidonia sinuosa</i> ⁽⁹⁾	g DW m ⁻² yr ⁻¹	700–1000	50–401	–	–
<i>Syringodium isoetif</i> ⁽¹⁾	g DW m ⁻² d ⁻¹	3.84	2.07	–	–
<i>Syringodium isoetif</i> ⁽¹⁰⁾	g C m ⁻² d ⁻¹	2.2	11.5	4.2	–
<i>Thalassia hemprichii</i> ⁽⁵⁾	g DW m ⁻² d ⁻¹	2.78	1.64	–	–
<i>Thalassia hemprichii</i> ⁽⁵⁾	g DW m ⁻² d ⁻¹	1.61	0.38	–	–
<i>Zostera marina</i> ⁽⁶⁾	g C m ⁻² d ⁻¹	0.9	0.2	–	–
<i>Zostera marina</i> ⁽⁷⁾	g C m ⁻² yr ⁻¹	805	70	–	–
<i>Zostera marina</i> ⁽⁸⁾	g C m ⁻² yr ⁻¹	452 (including epiphytes)	–	87	54
<i>Zostera marina</i> ⁽¹²⁾	g C m ⁻² yr ⁻¹	707	434	–	–

Seagrass production pertains to aboveground production only.

Data from: (1) Heijs, 1985b; (2) Brouns & Heijs, 1986; (3) Morgan & Kitting, 1984; (4) Moncreiff *et al.*, 1992; (5) Heijs, 1984; (6) Penhale, 1977; (7) Borum *et al.*, 1984; (8) Murray & Wetzel, 1987; (9) Cambridge & Hocking, 1997; (10) Pollard & Kogure, 1993a; (11) Heffernan & Gibson, 1983; (12) Nelson & Waaland, 1997.

- **Produção de *Zostera noltii* na Ria Formosa (1998):**
 6300 g dw m⁻² year⁻¹; 17.5 g dw m⁻² dia⁻¹; 2520 g C ano⁻¹; 583 g C h⁻¹
 2300 (Peralta, 2000)

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

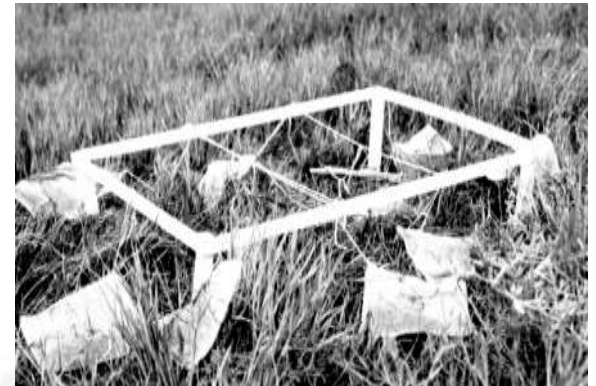
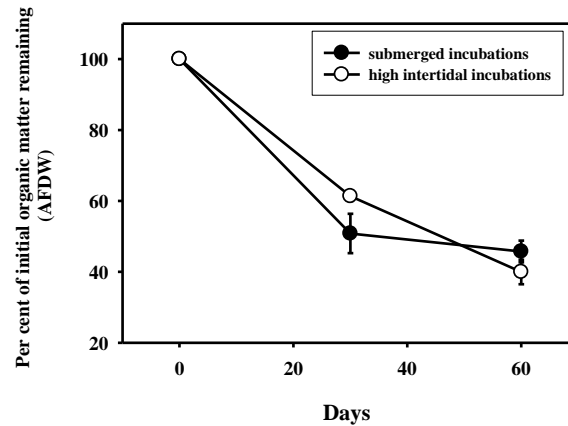
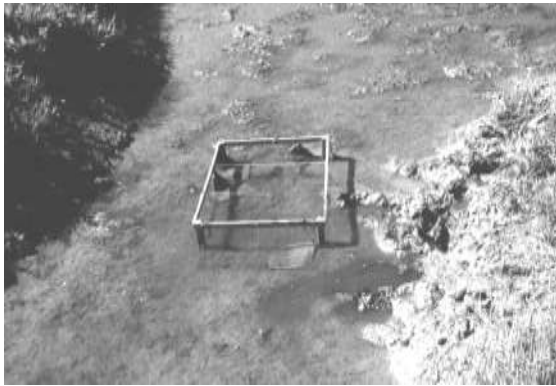
	Area (10 ⁶ km ²)	Net production (g m ⁻² yr ⁻¹)	Biomass (kg m ⁻²)	Turnover time (P/B, yr ⁻¹)	Chlorophyll (g m ⁻²)
Open ocean	332	125	0.003	42	0.03
Upwellings	0.4	500	0.02	25	0.3
Continental shelf	27	300	0.001	300	0.2
Algal beds and reef	0.6	2,500	2	1.3	2
Estuaries (excl. march)	1.4	1,500	1	1.5	1
Total 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

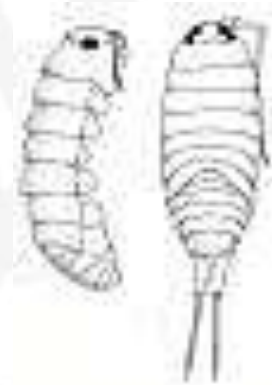
Destino da produção

- Decomposição: lexiviação de compostos orgânicos solúveis; degradação microbiana



- Consumo por detritívoros

Dias (2003): anfípodes, 4-35% da produção de *Z. noltii* por unidade de área; isópodes, 8-26%



Tylos ponticus *Orchestia* spp

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



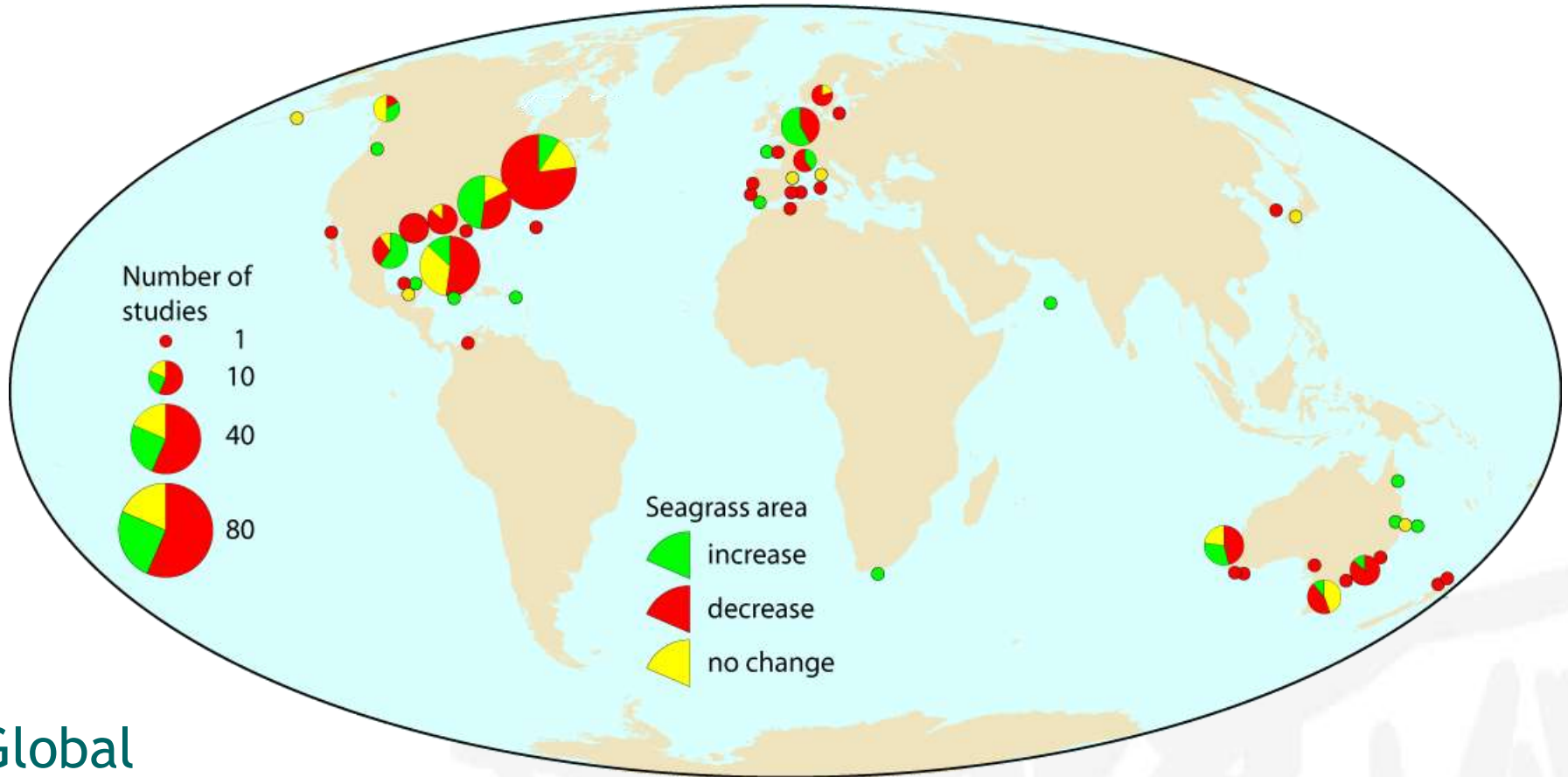
Valor
~**25,000** Euro ano⁻¹



Consequências da destruição da vegetação dos sistemas costeiros, lagoas e estuários

- 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

Seagrasses are declining world wide



Global

25% increase

58% decrease

17% no change

Seagrass Trajectories Database

215 sites; 1130 observations

1879-2006

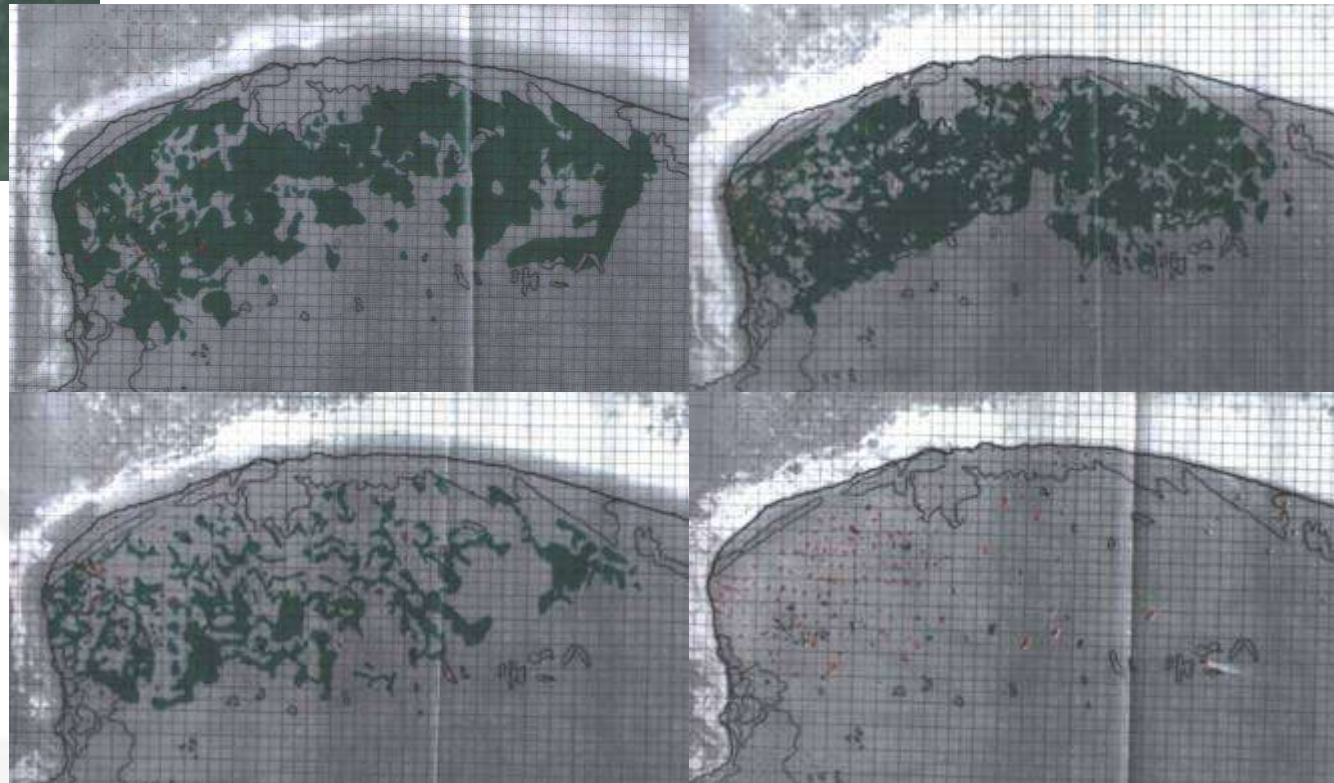
Waycott et al., 2009

Net result of global seagrass losses = one soccer field every 30 minutes since 1980



- Estimates for 9% of mapped seagrass area
- Applying loss rate to whole area = one football field per only **3 minutes**
- Even these are conservative estimates; potential global seagrass area = 30 X higher than mapped area

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



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.

Ameaças humanas

- Impactos humanos directos (distúrbios locais) e indirectos (distúrbios globais) nos ecossistemas de ervas marinhas:

<i>Type</i>	<i>Forcing</i>	<i>Possible consequences</i>	<i>Mechanisms</i>
Direct impacts	Mechanical damage (e.g. trawling, dredging, push nets, anchoring, dynamite fishing)	Seagrass loss	Mechanical removal and sediment erosion
	Eutrophication	Seagrass loss	Deterioration of light and sediment conditions
	Salinity changes	Seagrass loss, changes in community structure	Osmotic shock
	Shoreline development	Seagrass loss due to burial or erosion	Seagrass uprooting
	Land reclamation	Seagrass loss	Seagrass burial and shading
	Aquaculture	Seagrass loss	Deterioration of light and sediment conditions
	Siltation	Seagrass loss and changes in community structure	Deterioration of light and sediment conditions
Indirect impacts	Seawater temperature rise	Altered functions and distributions	Increased respiration, growth and flowering, increased microbial metabolism
	Increased CO ₂ concentration	Increased depth limits and production	Increased photosynthesis, eventual decline of calcifying organisms
	Sea level rise and shoreline erosion	Seagrass loss	Seagrass uprooting
	Increased wave action and storms	Seagrass loss	Seagrass uprooting
	Food web alterations	Changes in community structure	Changes in sediment conditions and disturbance regimes

Nutrientes

Aumento da carga de nutrientes induz florescências de macroalgas que ensombram ervas marinhas levando ao seu declínio



© R. Santos

ALGAS

Barreira de algas podres deixa ilha da Armona sem veraneantes

Praticamente não há turistas na ilha da Armona devido à presença de algas podres. Parque Natural de Sotomayor

ALGAS

Os turistas que partem de Lisboa para visitar o Parque Natural de Sotomayor não conseguem chegar à ilha da Armona devido à presença de algas podres. A ilha, situada a poucos metros da costa, é considerada um dos pontos turísticos mais importantes da região. No entanto, a presença de algas podres tem impedido o acesso dos turistas à ilha durante o verão.



BARREIRA. Para se chegar à ilha é preciso atravessar uma enorme barreira de algas podres à maré baixa

Apesar de a ilha da Armona ser considerada um dos pontos turísticos mais importantes da região, a presença de algas podres tem impedido o acesso dos turistas à ilha durante o verão. A ilha, situada a poucos metros da costa, é considerada um dos pontos turísticos mais importantes da região. No entanto, a presença de algas podres tem impedido o acesso dos turistas à ilha durante o verão.

Insólito

Cães selvagens causam susto de morte

Um cão selvagem foi visto a atacar um cão doméstico numa praia de Sotomayor. O cão doméstico foi levado ao hospital e morreu devido às feridas causadas pelo ataque do cão selvagem.

Os turistas que partem de Lisboa para visitar o Parque Natural de Sotomayor não conseguem chegar à ilha da Armona devido à presença de algas podres. A ilha, situada a poucos metros da costa, é considerada um dos pontos turísticos mais importantes da região. No entanto, a presença de algas podres tem impedido o acesso dos turistas à ilha durante o verão.

Os turistas que partem de Lisboa para visitar o Parque Natural de Sotomayor não conseguem chegar à ilha da Armona devido à presença de algas podres. A ilha, situada a poucos metros da costa, é considerada um dos pontos turísticos mais importantes da região. No entanto, a presença de algas podres tem impedido o acesso dos turistas à ilha durante o verão.



© R. Santos

Competição ervas marinhas vs algas

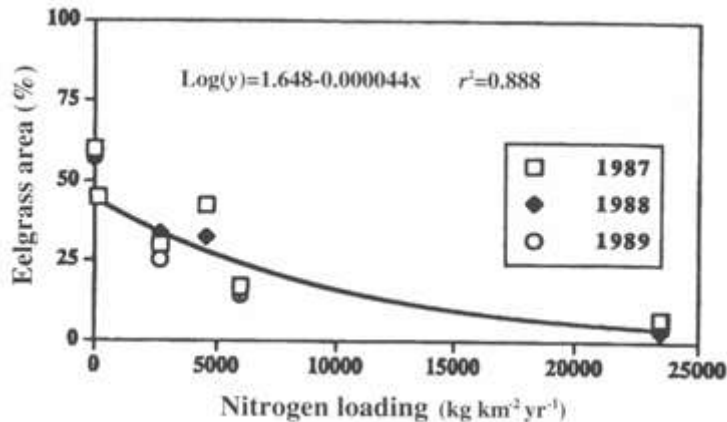
Quando os nutrientes são limitantes:

Ervas marinhas mantêm altas produtividades por obterem nutrientes dos sedimentos e terem concentrações internas menores e sofrerem menos herbívoros.

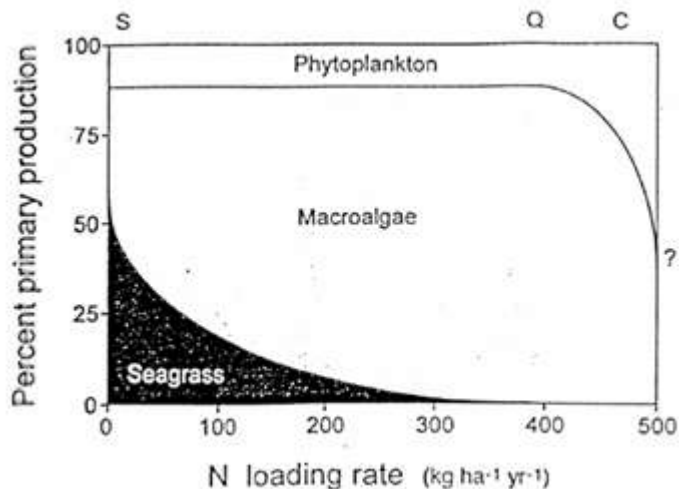
Altas concentrações de nutrientes:

Luz passa a ser um factor limitante das ervas marinhas; efeitos dos epífitos, do plâncton e dos mantos de macroalgas.

Declínio inicial das ervas marinhas leva a efeitos de retroacção positiva devido à ressuspensão de sedimentos.



Short FT & Burdick DM 1996. Estuaries 19:730-9



Valiela et al. 1997. Limnology and Oceanography 42:1105-18

Danos mecânicos

- 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



Seagrasses are sentinels of ecological change

Minimum light requirements (% of surface)

Seagrasses	10-30%
Phytoplankton	0.5-1.0
Green algae	0.05-1.0
Brown algae	0.7-1.5
Red algae	0.0005



When canary became unconscious or died, miners acted rapidly and decisively

Directiva Quadro da Água

INFORMAÇÃO de Base – ELEMENTOS de qualidade a monitorizar



COSTEIRAS

TRANSIÇÃO

BIOLÓGICOS



FITOPLÂNCTON
MACROALGAS
ANGIOSPÉRMICAS
MACROBENTOS

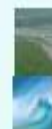


FITOPLÂNCTON
MACROALGAS
ANGIOSPÉRMICAS
MACROBENTOS
PEIXES

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

Directiva Quadro da Água



Desenvolvimento de métricas

- Métricas WFD: Composição específica e abundância (extensão e densidade) relativas a situação de referência
- Situação de referência - Dados históricos
- Investigação para desenvolvimento de outras métricas baseadas na condição fisiológica e bioquímica das plantas

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)

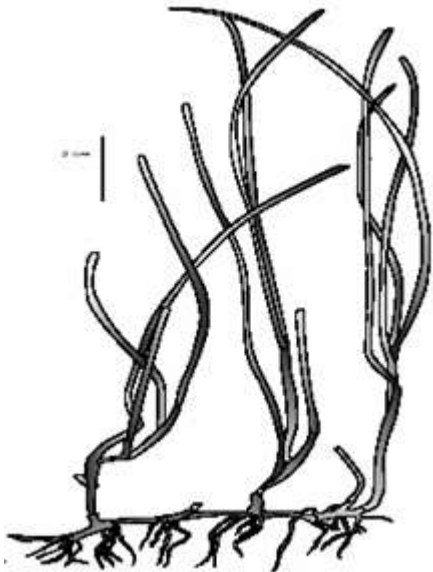
Amostragem

- 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 uma amostra (tubo de amostragem) 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

- Secar as fracções epígea e hipógea em sacos de papel separados em estufa a 60°C durante 48 h (ou numa sala quente seca durante algumas semanas)
- Identificar os sacos de papel:
 - nome do local
 - data
 - número da amostra
 - fracção epígea ou hipógea
- Pesar as fracções
(precisão de 0.01 g)

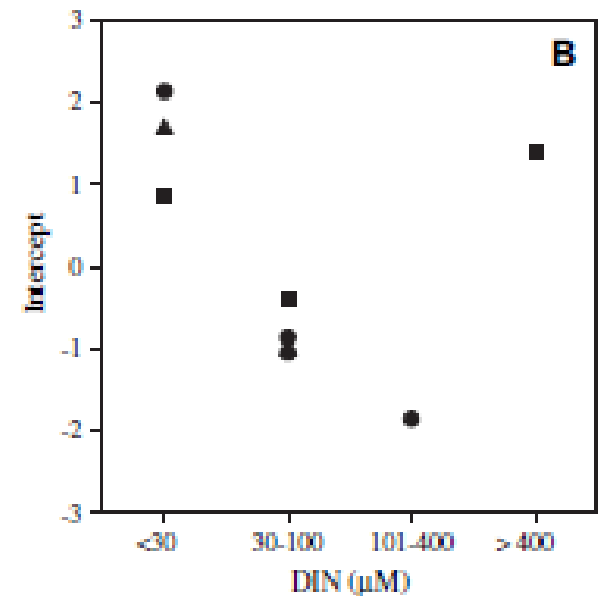
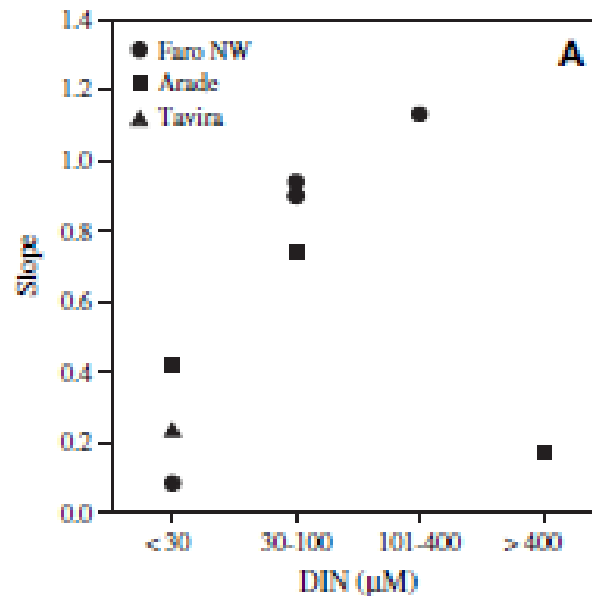
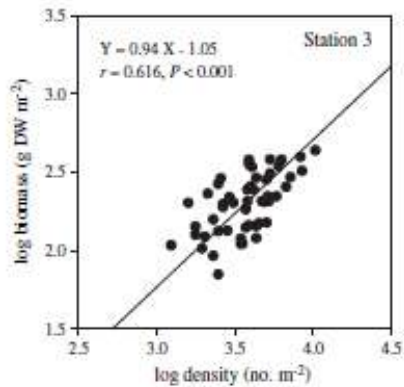
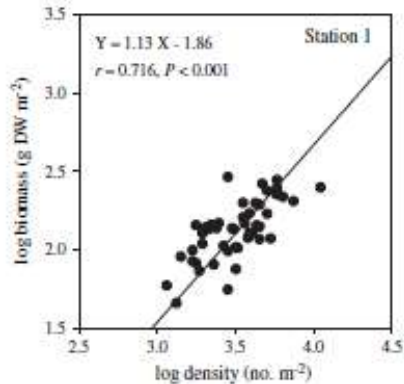
Tratamento de dados

- Registo de toda a informação em folha própria:

<u>Local:</u>				<u>Date:</u>		
<u>Obs.:</u>						
<u>Amostra n.º.</u>	<u>#1</u>	<u>#2</u>	<u>#3</u>	<u>#4</u>	<u>#5</u>	<u>#6</u>
<u>N.º. De rebentos</u>						
<u>Fracção epígea (g)</u>						
<u>Fracção hipógea (g)</u>						
<u>Comprimento foliar (cm)</u>						

Uso de relações biomassa-densidade como ferramenta de monitorização

Declive e intersecção das rectas de regressão estão relacionadas com a carga de azoto do sistema



Programas globais 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

Nas pradarias de Zostera todos os cavalos são marinhos...

