

2ª Acção de formação

LABoratório Oceano - A Escola e as Ciências dos Oceanos

Conservação e Sustentabilidade dos

Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Objectivos científicos/ resultados da aprendizagem/competências

Aprofundar conhecimentos teóricos e didácticos no âmbito dos ecossistemas costeiros;

Conhecer e aplicar as novas metodologias de avaliação da qualidade dos ecossistemas da água salgada, de acordo com a Directiva Quadro da Água

Experimentar materiais pedagógicos, no sentido de inovar as práticas de ensino-aprendizagem;

Elaborar relatório/apresentação das actividades desenvolvidas com os alunos, incluindo a avaliação sumária da qualidade da água





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Conteúdos programáticos do Módulo:



1. Definição de bentos. Zonação da macroinvertebrados bentónicos em ecossistemas litorais (Litoral e sublitoral / Supralitoral, mediolitoral, infralitoral)
2. Ecologia bentónica litoral. Factores ambientais condicionantes, comunidades de costas rochosas e comunidades de substrato móvel. Adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais dos macroinvertebrados marinhos em ambientes costeiros. Bioengenheiros.
3. As ameaças aos macroinvertebrados bentónicos na zona litoral, ex. Alterações globais e acidificação. Consequências para os macroinvertebrados bentónicos
4. Os macroinvertebrados bentónicos e a Directiva Quadro da Água
5. Métodos de amostragem de bentos. Métricas para determinação da qualidade ecológica das massas de água de transição e costeiras: Índices de diversidade.





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

1. Definição de bentos. Zonação da macroinvertebrados bentónicos em ecossistemas litorais
(Litoral e sublitoral/ Supralitoral, médiolitoral, infralitoral)





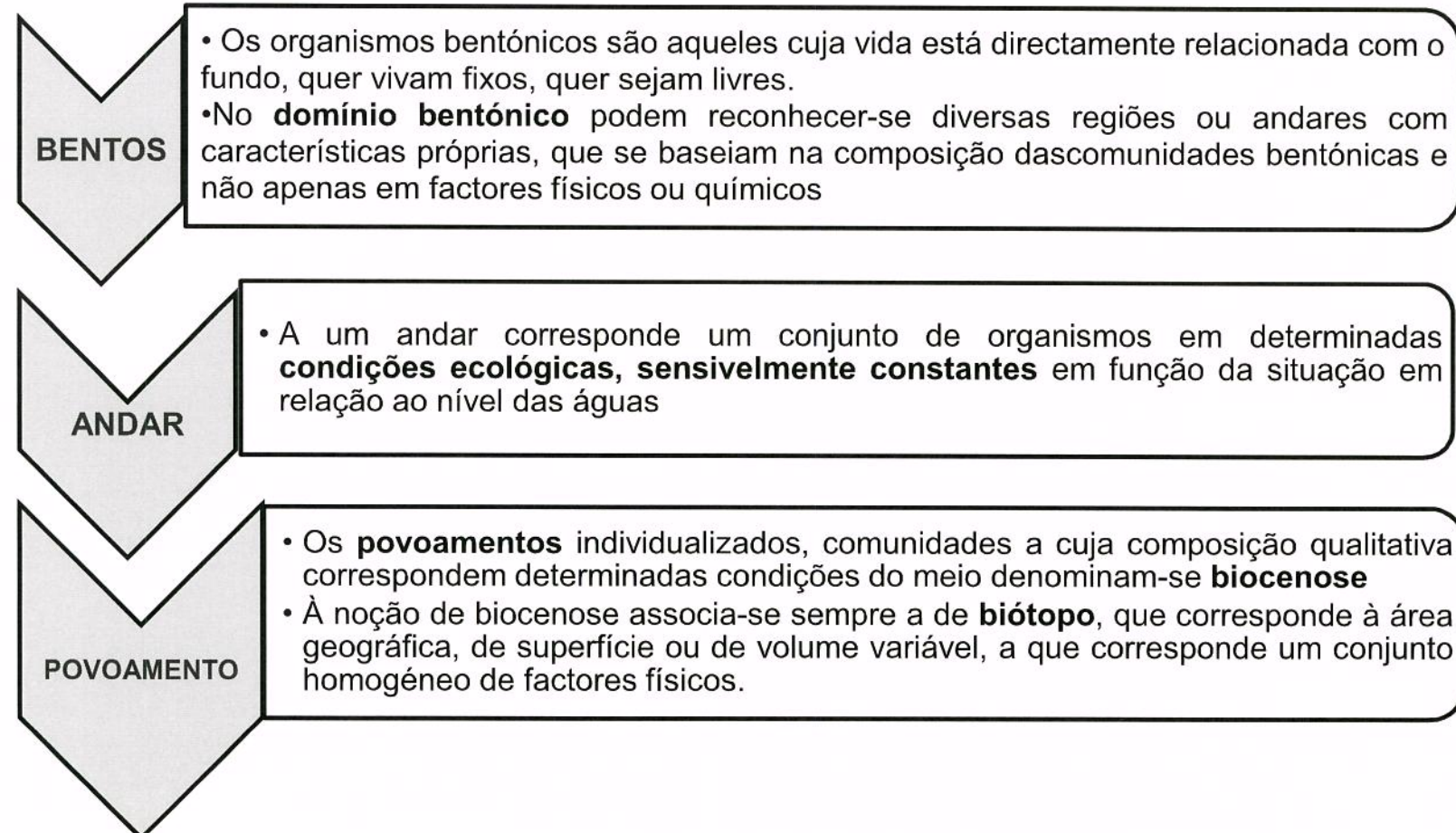
Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Definição de bentos, andar e povoamento



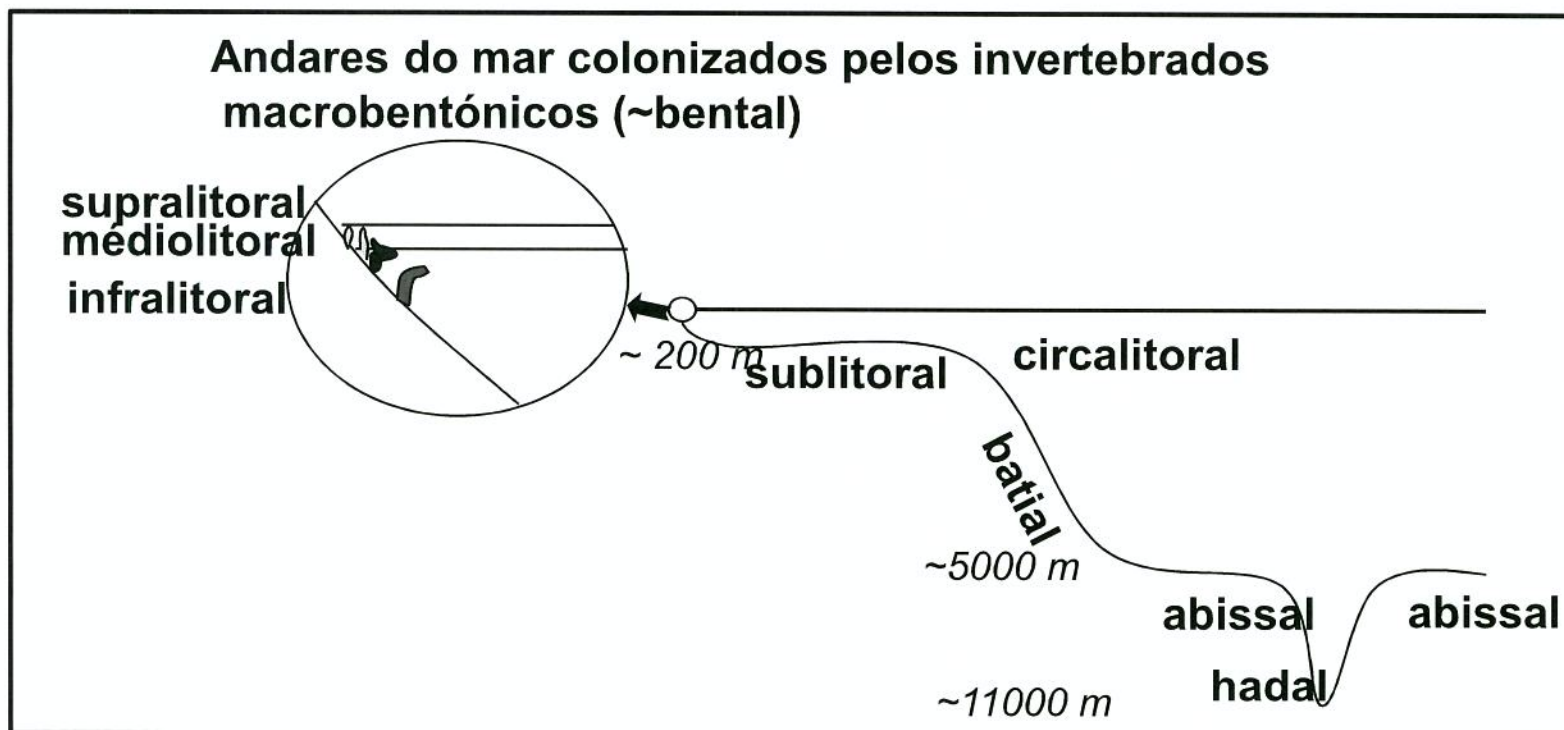


Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO





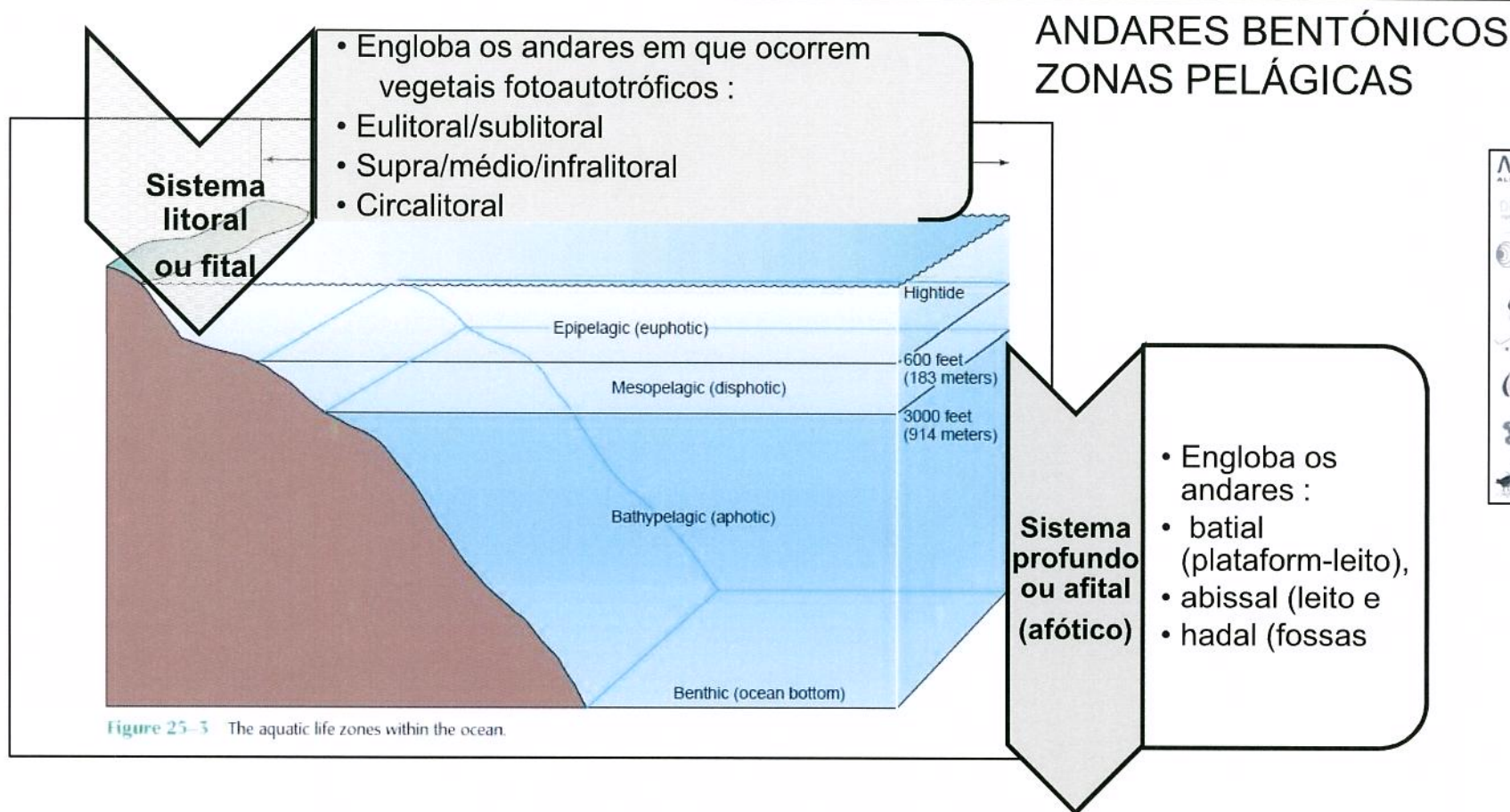
Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo:



Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Zona intertidal ou litoral –entre marés

Andar em contacto directo com água do mar
apenas pela aspensão de gotículas e em marés vivas
Andar – regularmente imerso e emerso

Zona subtidal ou sublitoral –abaixo das marés até 200 m

Andar – permanente imerso, iluminação forte 100 a 4% da luz à superfície

Andar –iluminação fraca, limite inferior últimas macroalgas (limite plataforma continental)

Zona disfótica –oceano profundo- abaixo de 200 m

Andar BATIAL (200-2000 m),

Andar ABISSAL (planícies do fundo do mar, 74% do bental)
(2000-6000 m)

Andar HADAL (bentos das fossas)





Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhas

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO



Sistema litoral ou fital (andares)





Conservação e Sustentabilidade dos
Ecosistemas Costeiros e Marinhos
Conteúdos programáticos do Módulo:
Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

2. Ecologia bentónica litoral. Substrato móvel e duro. Factores ambientais condicionantes, comunidades de costas rochosas e comunidades de substrato móvel. Adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais dos macroinvertebrados marinhos em ambientes costeiros.

Bioengenheiros



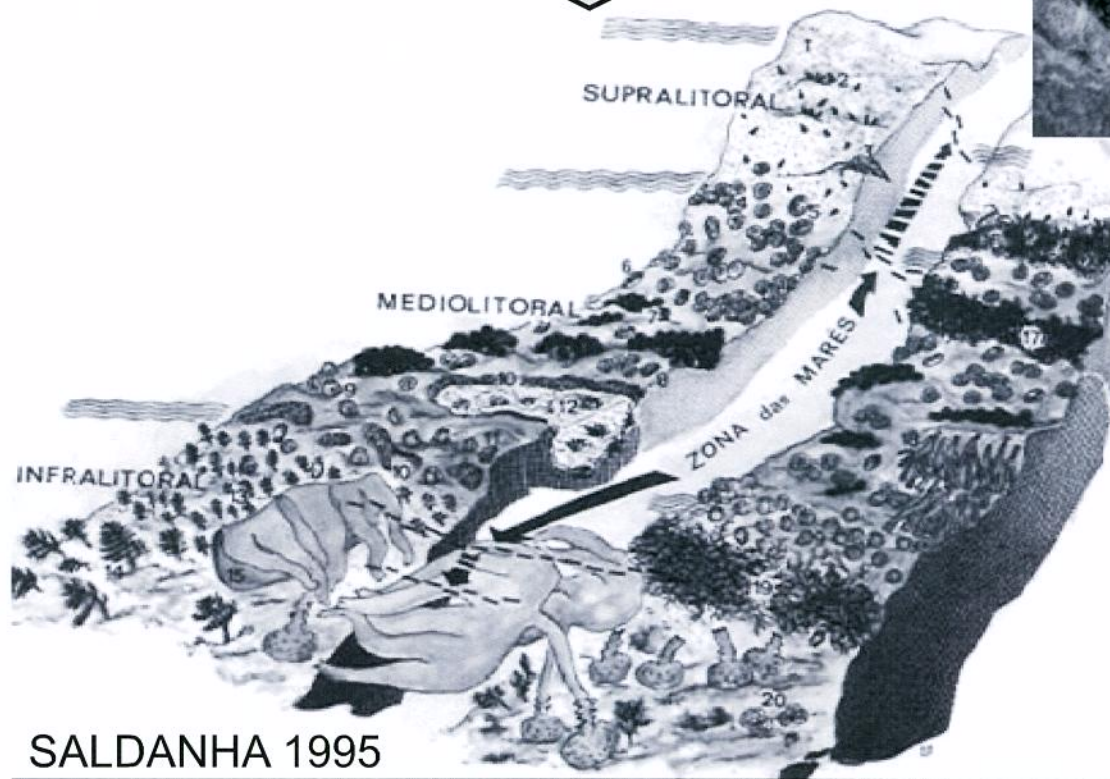


Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



Sistema litoral ou fital (andares), Ex: rochoso





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

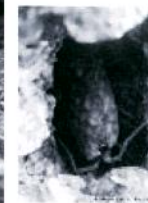
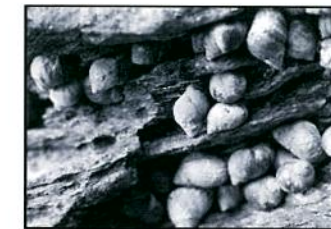


A. e L. CHÍCHARO

LITORAL ROCHOSO SUPRA LITORAL

Os povoamentos do andar supralitoral apresentam uma relativa uniformidade fisionómica a nível mundial.

Biocenose da rocha supralitoral:
gastrópode *Littorina neritoides*,
crustáceo isópode *Ligia oceanica*
líquen *Verrucaria maura*.





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO



LITORAL ROCHOSO MÉDIOLITORAL

Constituem a maioria das comunidades intermareais e a biocenose da rocha médiolitoral.

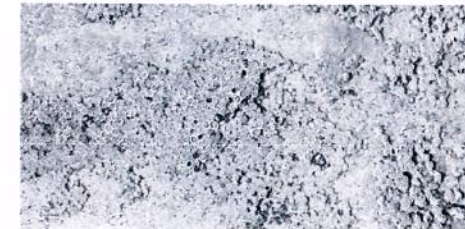
Os primeiros elementos pertencentes a este andar, e que se encontram logo abaixo do povoamento supralitoral são:

Crustáceo cirrípede *Chthamalus*.

Moluscos gastropodes *Patella*

Moluscos mexilhões *Mytilus galloprovincialis*

Limite inferior do andar delimitado pela alga calcária, *Lithophyllum tortuosum*. Ao nível desta alga pode encontrar-se um crustáceo cirrípede, *Balanus perforatus*, e uma poliqueta *Sabellaria* que estabelece a transição para os povoamentos infralitorais.





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

LITORAL ROCHOSO MÉDIOLITORAL (enclaves do infralitoral)





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

LITORAL ROCHOSO Infralitoral





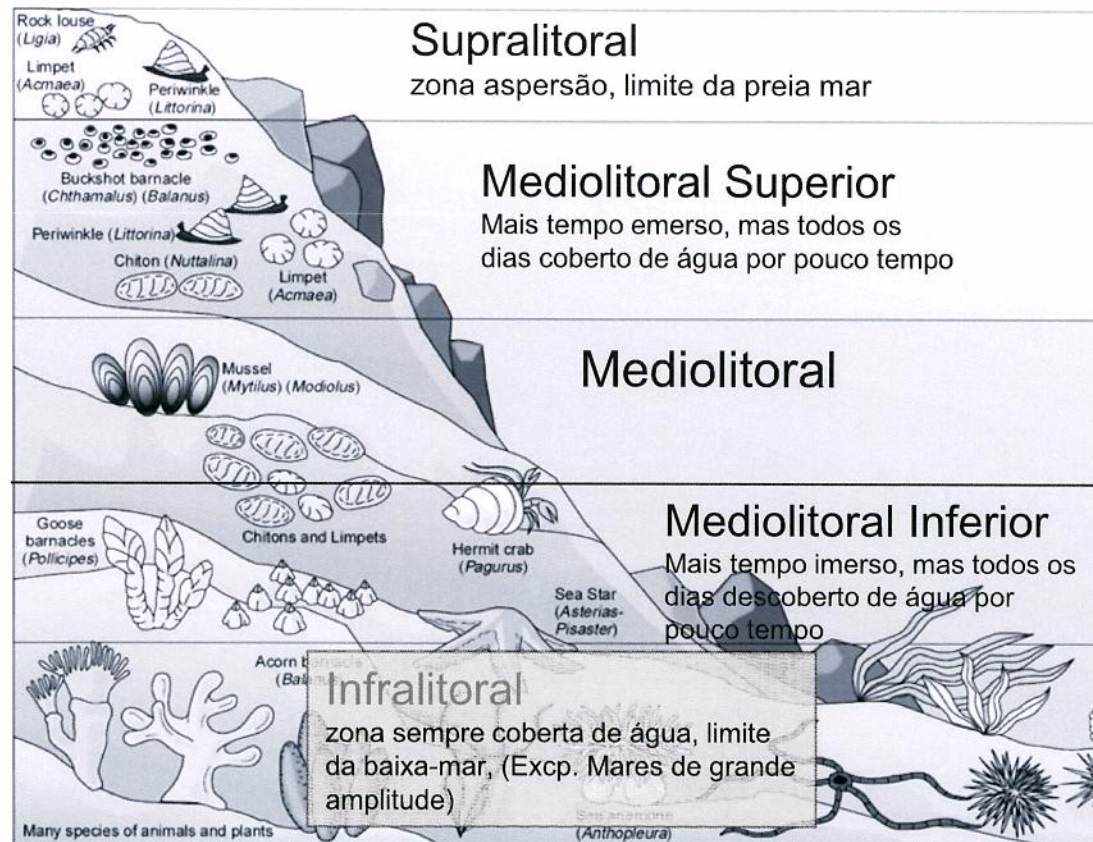
Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Zonação dos macroinvertebrados bentónicos (Invertebrados superiores a 0,5/1 mm)





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhas

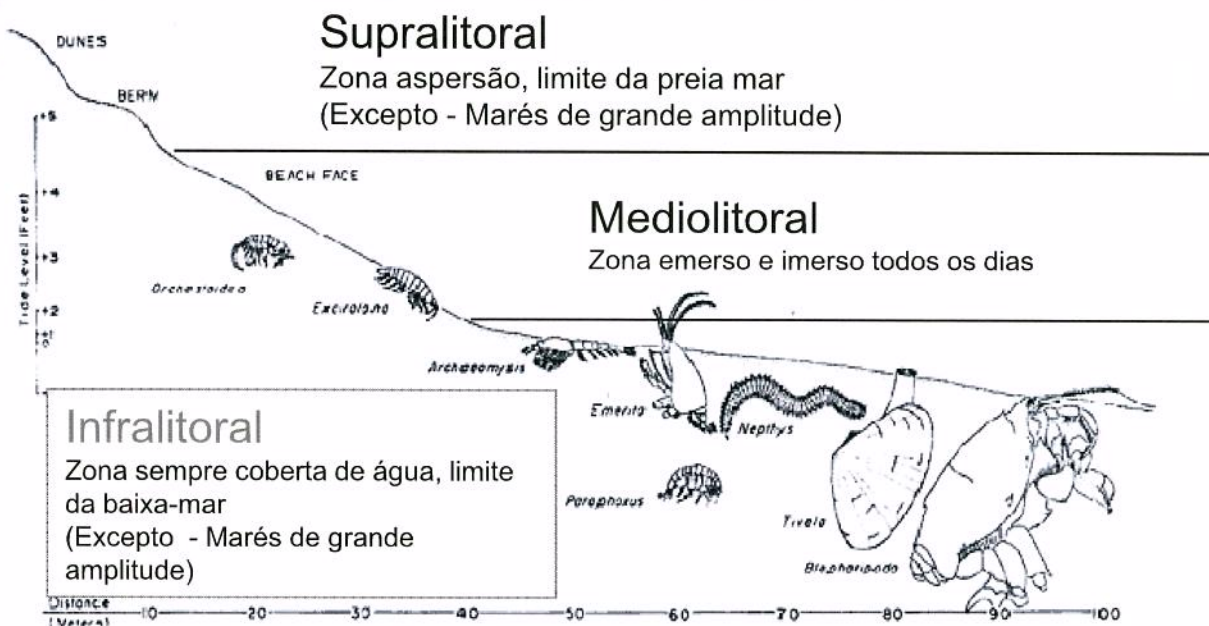
Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO



Perfil da praia arenosa





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

SUBSTRATO

constitui o suporte dos povoamentos bentónicos

Substrato duro - rochoso (rocha consolidada)

Substrato móvel - detrítico, arenoso, vasoso, etc.

Relação estreita entre as comunidades e a o tipo e a **granulometria** do substrato.

A **epifauna** é constituída pelo conjunto das espécies sésseis e vágeis que se encontram à superfície do substrato (litoral rochoso)

A **endofauna** designa-se a totalidade das espécies que se encontram nas cavidades, fissuras ou interstícios do substrato (litoral arenoso).



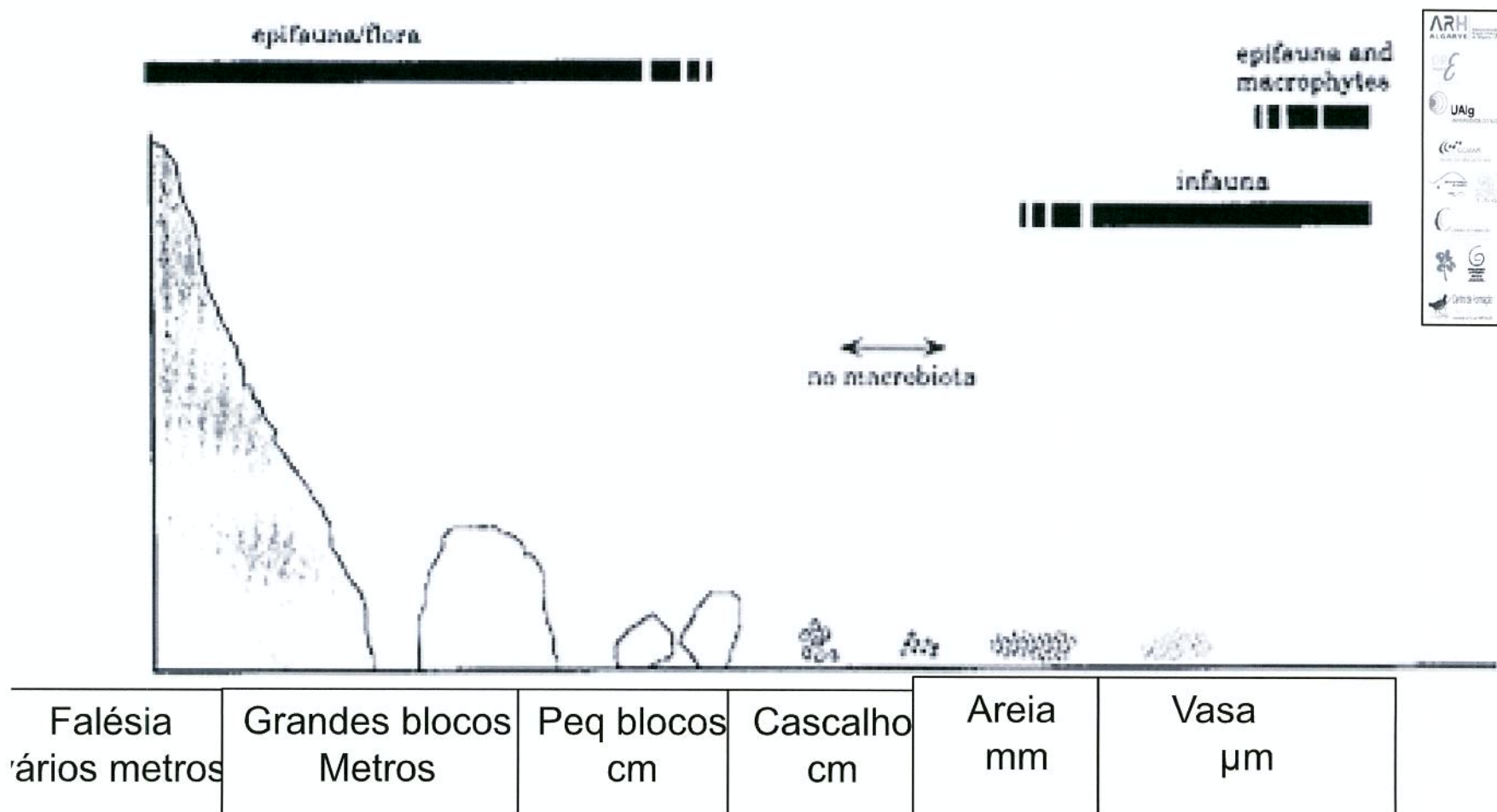


Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

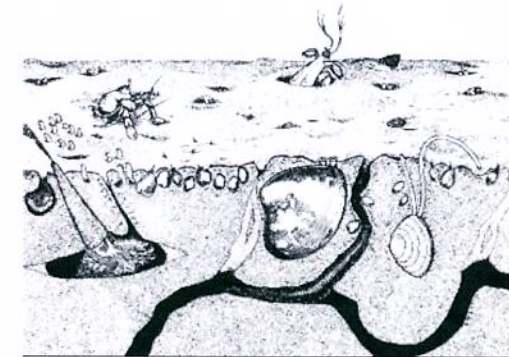


A. e L. CHÍCHARO

Grupos de macroinvertebrados bentónicos marinhos



Existem representantes em quase todos os Filos do reino animal, desde as esponjas às ascídeas e apresentam adaptações relacionadas com o tipo de mobilidade.



Espécies sésseis- fixas ao substrato.

Espécies sedentárias- movimentos de pequena amplitude, móveis, uma parte do organismo penetra no sedimento para assegurar a fixação.

Espécies vágéis- movem-se com facilidade (marcha, escorregamento, natação-marcha, etc).

Espécies escavadoras- escavam sedimentos.

Espécies perfuradoras- escavam substratos rígidos.



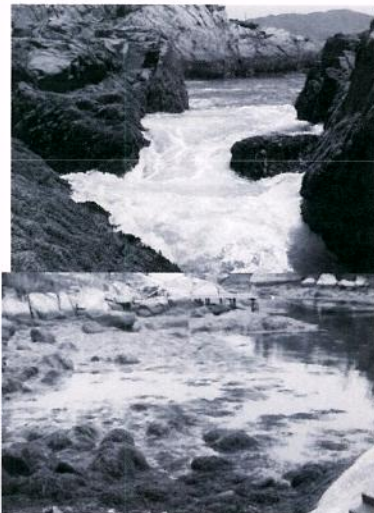
Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Ecologia bentónica e adaptações



LITORAL

Características ambientais:

- variação da **humidade** (desidratação)
- **impacte mecânico** (força das ondas)
- mudança da **temperatura**
- variações da **salinidade** (evaporação, precipitação)
- dificuldade na aquisição de **oxigénio**
- exposição à **radiação ultravioleta**

Consequências biológicas:

- há apenas **poucas espécies**,
- mas em **grande abundância** de indivíduos





Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO

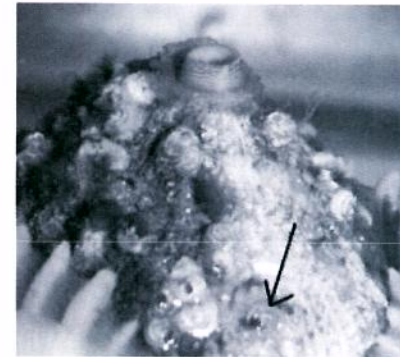


Ecologia bentónica e adaptações



REGRAS

Macroinvertebrados



limite superior

Estabelecido por factores abióticos
(impacto mecânico, arrastamento tolerância ao calor, chuva...)



limite inferior

Estabelecido por factores bióticos
(predação, concorrência por espaço/alimento...)





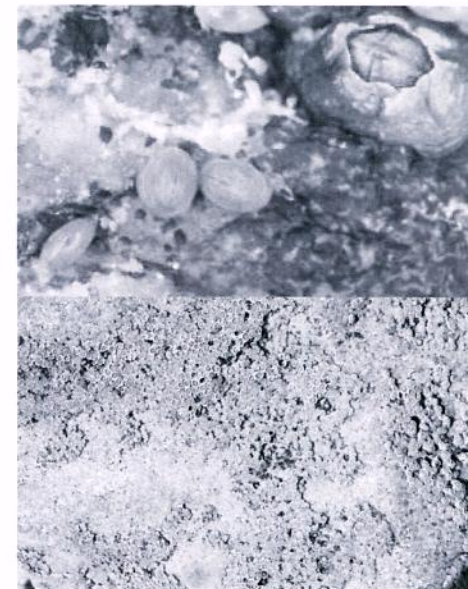
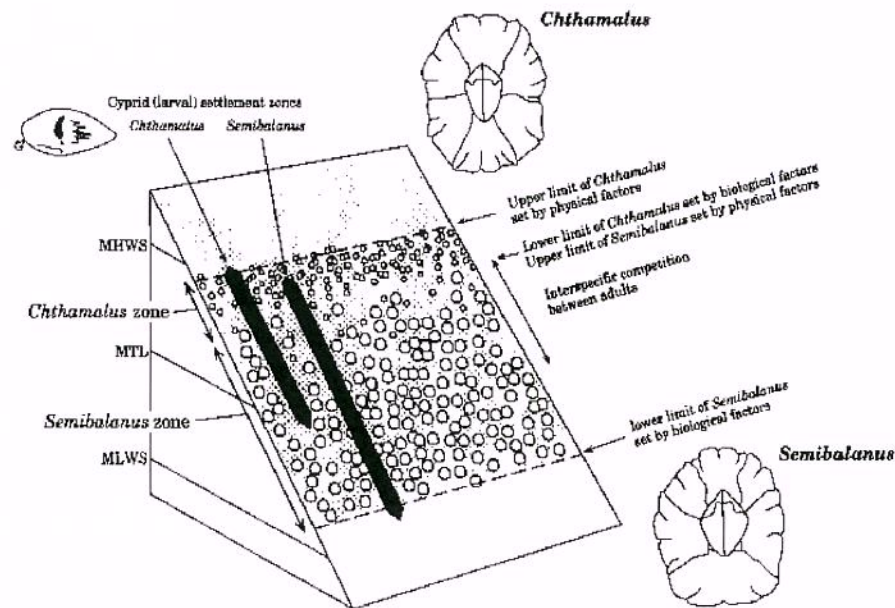
Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

O exemplo das cracas:
COMPETIÇÃO - LIMITE INFERIOR
TOLERÂNCIA . LIMITE SUPERIOR





Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Factores ecológicos determinantes distribuição dos organismos bentónicos no litoral

ABIÓTICOS

Hidrodinamismo, ondulação e correntes de maré, Substrato, Temperatura e Salinidade

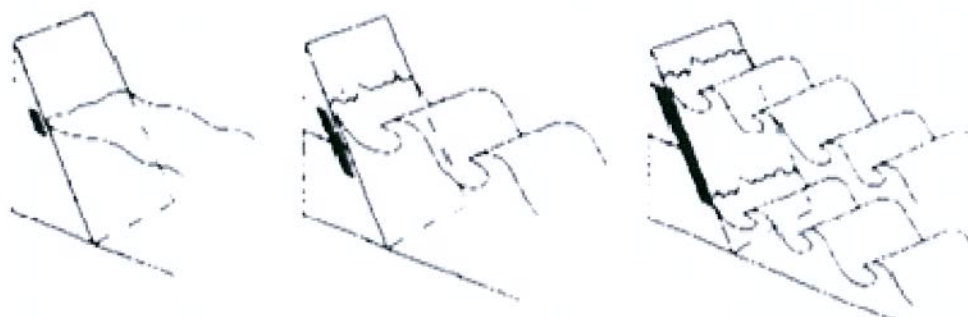


BIÓTICOS

Alimentação, Competição, Predação



Olheiros



A- hidrodinamismo reduzido, B- médio, C- elevado
Gradiente de humidade na interface água ar : Linha preta solida





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo:

M Gradientes no litoral bentónicos

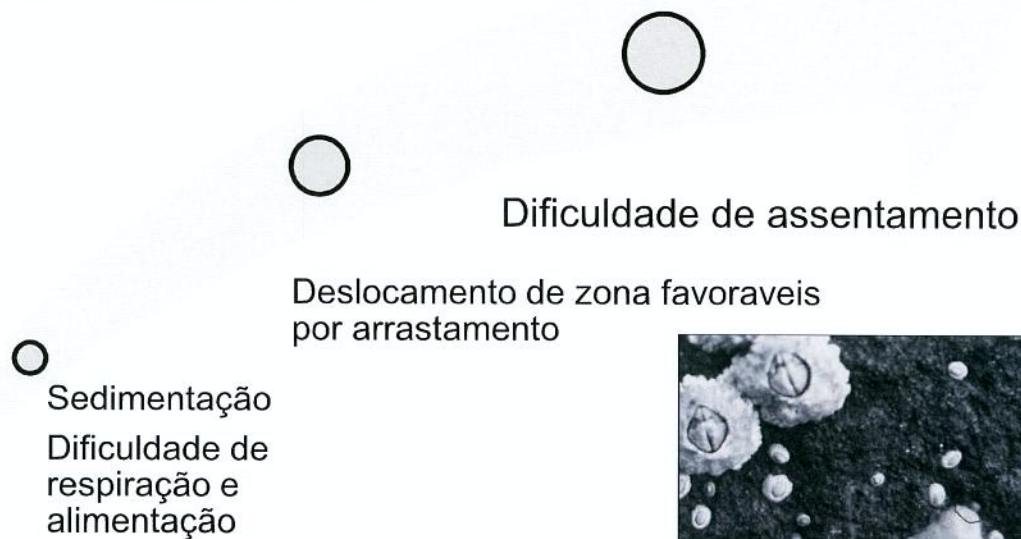


A. e L. CHÍCHARO

Gradientes no litoral



Larva de craca a assentar



Costa abrigada

Costa exposta





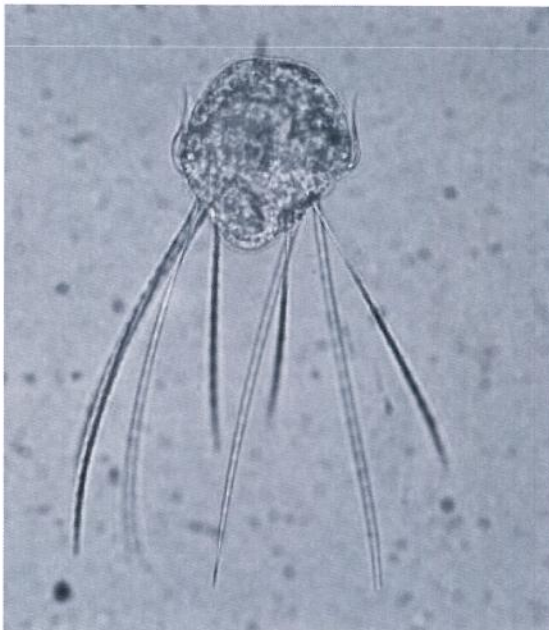
Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

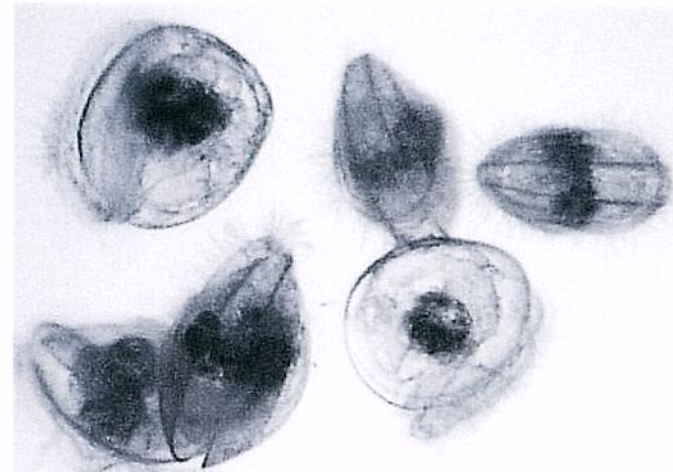


A. e L. CHÍCHARO

REPRODUÇÃO, DESENVOLVIMENTO E RECRUTAMENTO DOS MACROINVERTEBRADOS



Larva de poliqueta



Larvas de bivalve



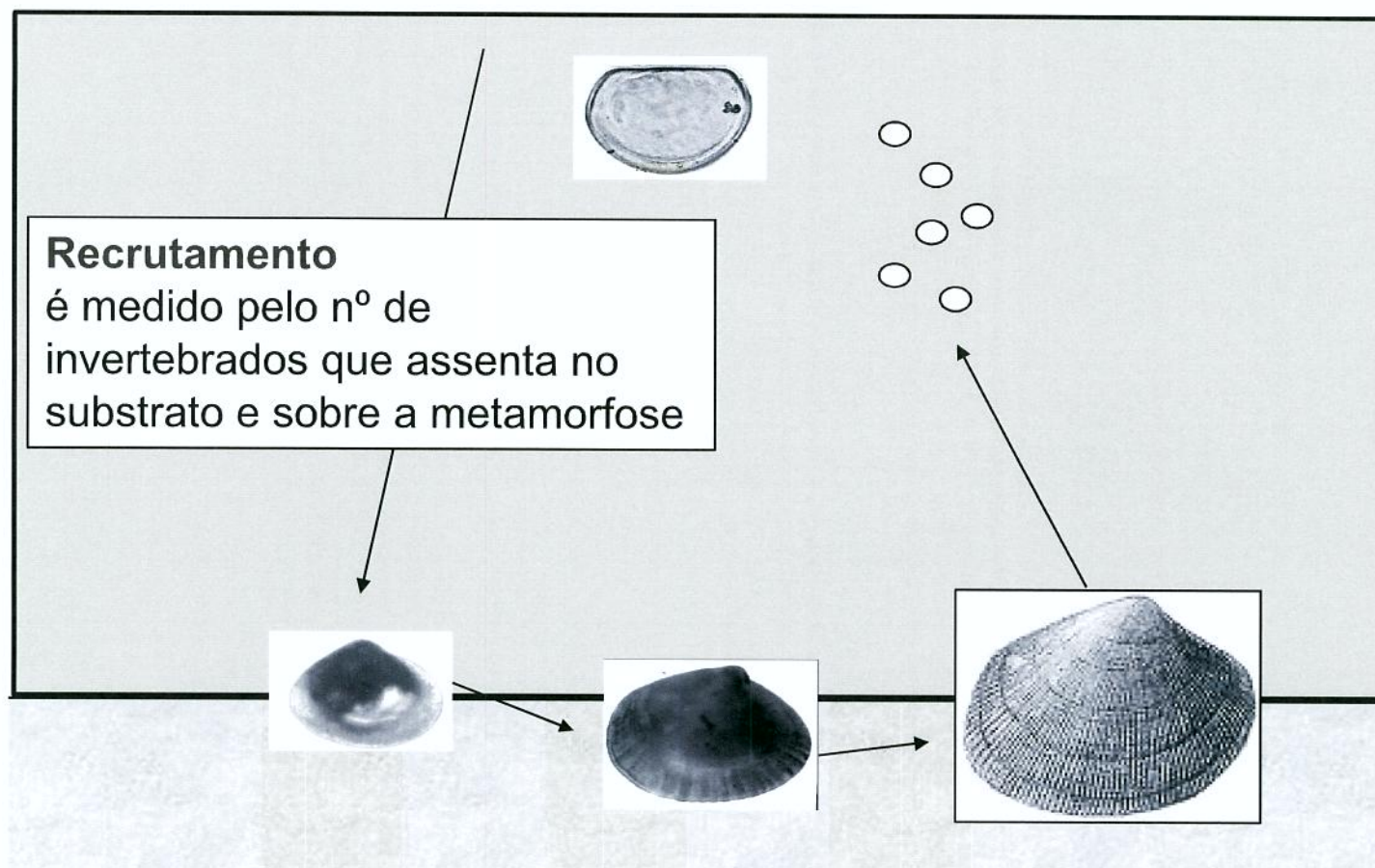


Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO





Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO



ALIMENTAÇÃO- GRUPOS TROFICOS



Predadores

- Estrelas do mar
- Caranguejos
- Paguros



Herbvoros (raspadores)

- Gastropódes
- Quitons
- Ouriços



Suspensivoros

- Bivalves
- Poliquetas
- Cracas



Detritivoros

- Bivalves
- Ofiuros
- Poliquetas





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



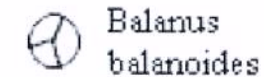
A. e L. CHÍCHARO



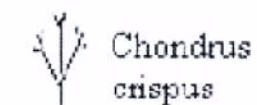
Predação e diversidade



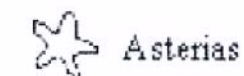
Mytilus



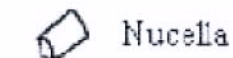
Balanus balanoides



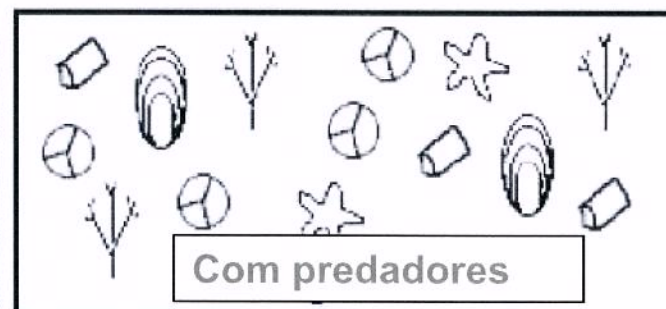
Chondrus crispus



Asterias



Nucella





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

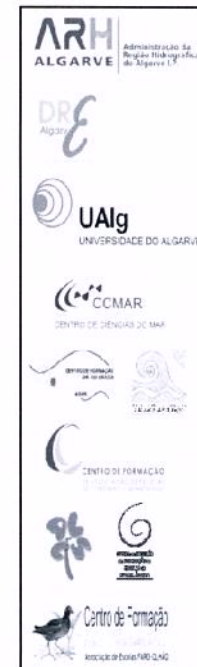
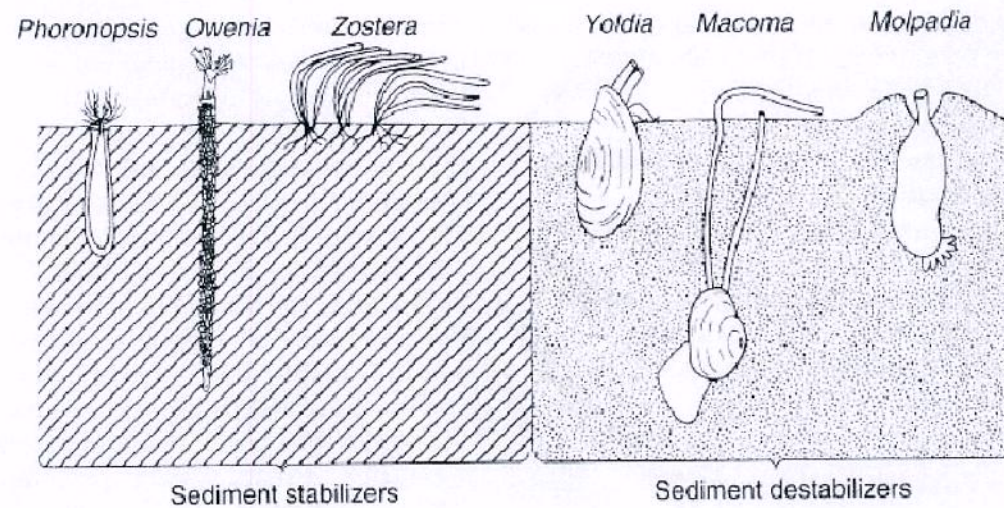


A. e L. CHÍCHARO

BIO-ENGENHEIROS



Acção dos organismos



Representação esquemática dos mecanismos através do qual um macroinvertebrado bentónico, funciona como bioengenheiro e altera a hidro

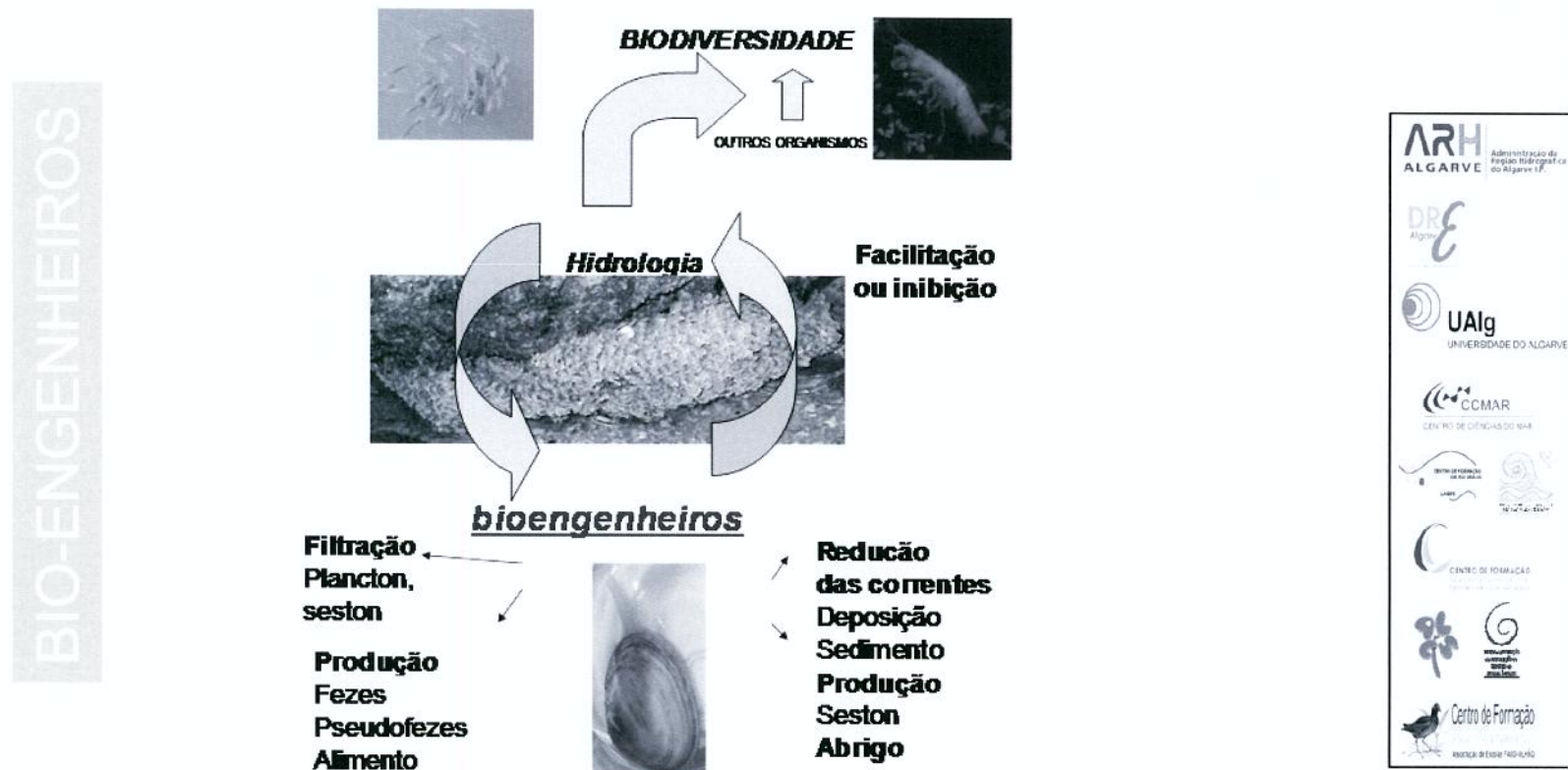


Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO



Representação esquemática dos mecanismos através do qual um macroinvertebrado bentónico, funciona como bioengenheiro e altera o ambiente físico ea biodiversidade (BARBOSA & CHICHARO 2010)



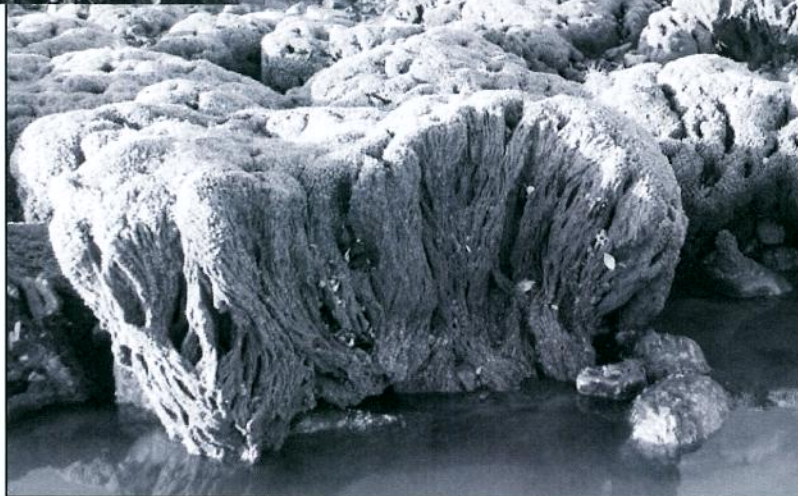
Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

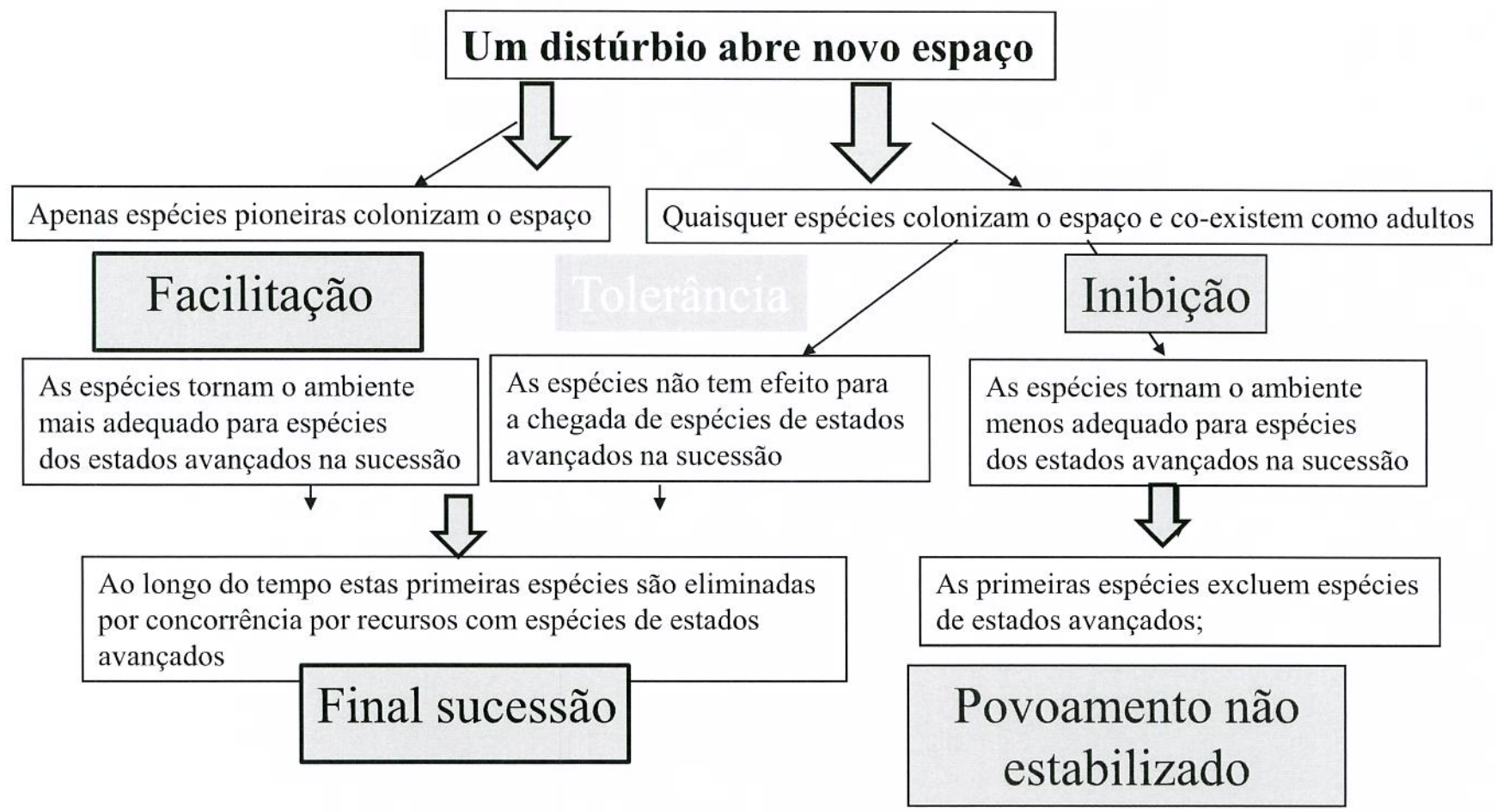
BIO-ENGENHEIROS



As zonas int **órios naturais**

~~—Evolução temporal das comunidades de macroinvertebrados~~

A ligação entre os modelos da sucessão de espécies na zona litoral





Conservação e Sustentabilidade dos
Ecossistemas Costeiros e Marinhos
Conteúdos programáticos do Módulo:
Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO



Zonas estuarinas e lagunares costeiras

O número de espécies de macroinvertebrados verdadeiramente estuarinas é reduzido devido fundamentalmente à variação de alguns parâmetros ambientais (sobretudo a salinidade) que se fazem sentir neste meio.

As adaptações exibidas pelos organismos estuarinos são diversas: morfológicas (conchas); fisiológicas (osmorregulação); comportamentais (padrões e modalidades migratórias).





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

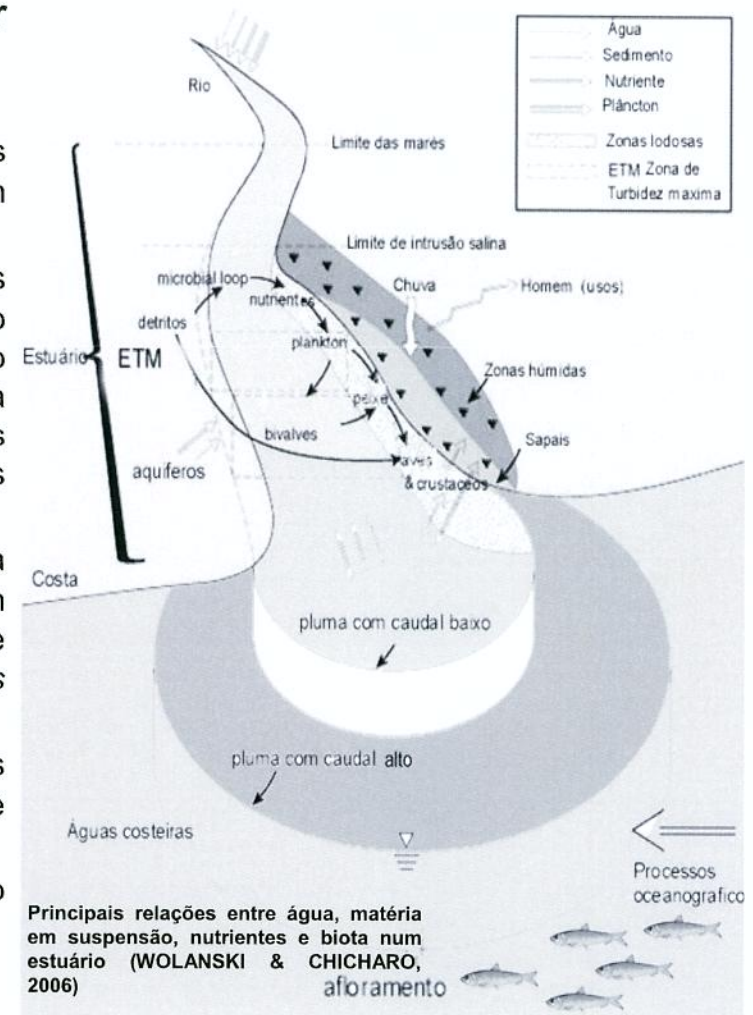
Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO



Os macroinvertebrados bentónicos podem classificar-se de acordo com a zona do estuário que colonizam :

- (i) organismos **oligohalinos**- constituem a maioria dos macroinvertebrados que ocorrem no alto estuário, não toleram salinidades superiores a 0,5
- (ii) organismos verdadeiramente **estuarinos**- organismos geralmente com afinidades marinhas, mas ocorrendo na região intermédia do estuário, aparentemente excluídos do meio marinho devido a competição biológica ou fenómenos de natureza física (e.g. hidrodinamismo), ocorrem geralmente em águas cujas salinidades variam entre 5 e 18.; por exemplo misidaceos *Mesodopodopsis*
- (iii) organismos **marinhos eurihalinos**- distribuem-se desde a embocadura até às regiões intermédias do estuário, subsistem em águas cujas salinidades não ultrapassam os 18, raramente penetram na secção superior do estuário *Carcinus maenas*, *Scrobicularia*,
- (iv) organismos marinhos **estenohalinos**- organismos marinhos que ocorrem na embocadura dos estuários, só até salinidades 25 como bivalves, por exemplo *Donax*
- (v) organismos **migradores**- espécies que completam parte do seu ciclo vital nos estuários (camarão *Crangon crangon*).





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

3. As ameaças aos macroinvertebrados bentónicos na zona litoral.





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

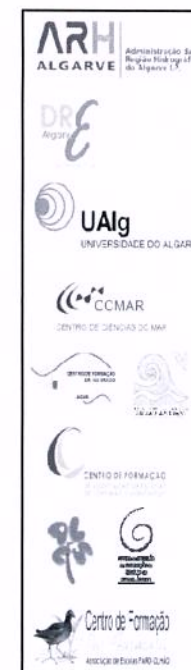
Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Ecossistemas litorais – ameaças

- Alterações climáticas
 - temperatura, nível do mar
- acidificação
- 2. Interrupção deposição sedimentos
- 3. Contaminação por descargas urbanas
 - ou escorrecias terrestres
- 4. Turismo
- 5. Pesca
- 6. Derrames petróleo





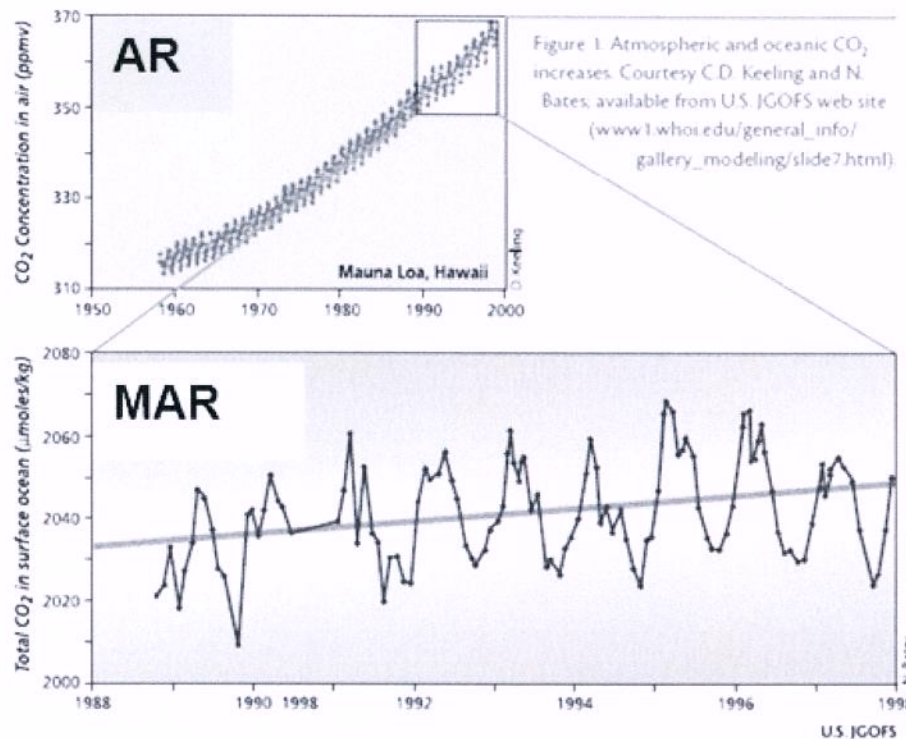
Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO



Ecosistemas litorais – ameaças

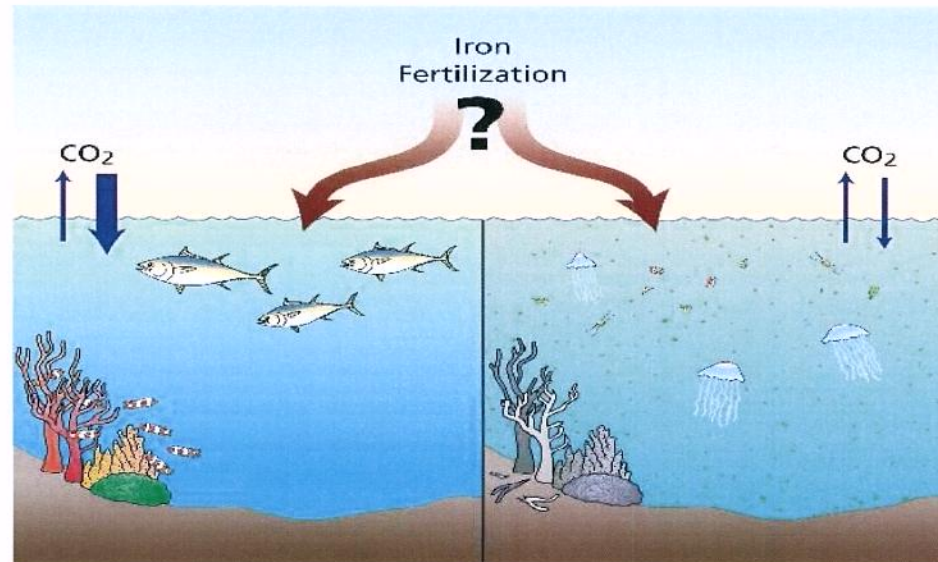


1. Alterações climáticas

O aumento de CO₂ provou aumento de temperatura, intensidade das tempestades, mas no mar o aumento não foi tão intenso...., o mar presta um serviço valioso ao absorver metade das emissões da queima combustíveis fósseis através das microalgas

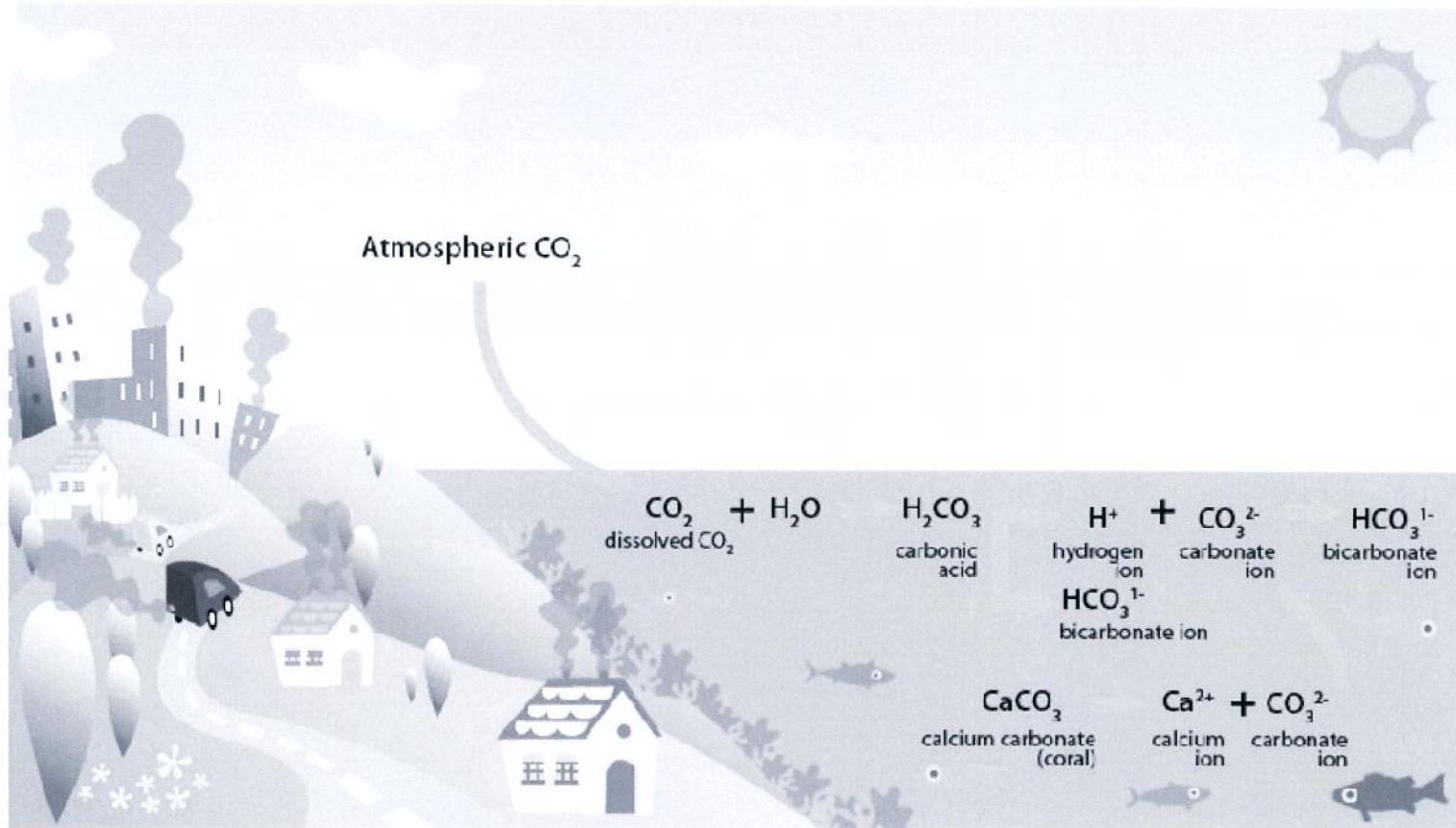
Será a solução fertilizar os oceanos com os nutrientes limitantes, para que as microalgas absorvam mais?

Experiências de fertilização do mar, originaram blooms muito intensos e de grande duração que consomem quantidade considerável de CO_2 , provocam anoxia no fundo, morte de macroinvertebrados, blooms de medusas, e acidificação.....



A química da acidificação

Adapted from Harrould-KoliebSavitz2008





Conservação e Sustentabilidade dos Ecosistemas Costeiros e Marinhos

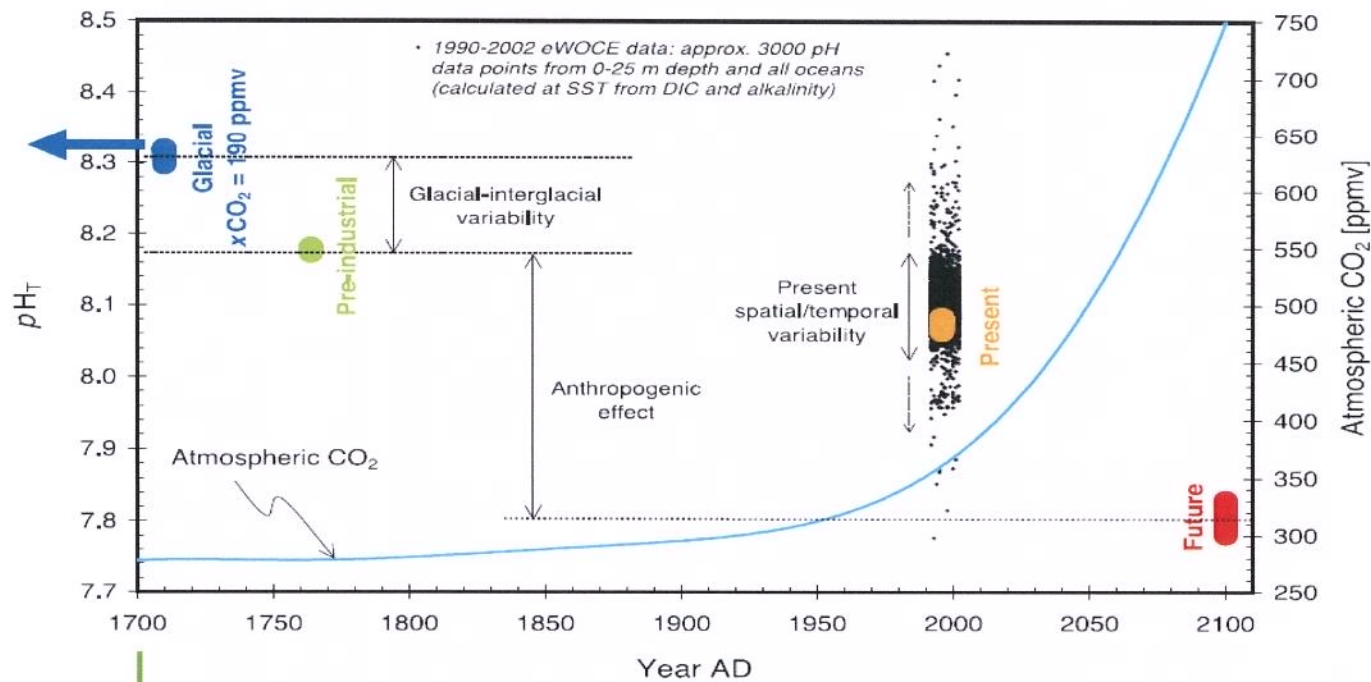
Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Ecosistemas litorais – ameaças

Alterações climáticas - acidificação



Diminuição constante de 0,09 unidades desde o início da industrialização 0,3-0,5 unidades de pH até final do século, com a duplicação da concentração de CO_2 na atmosfera (UNESCO 2002)

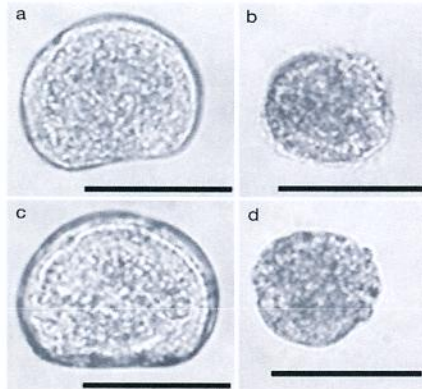


Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO



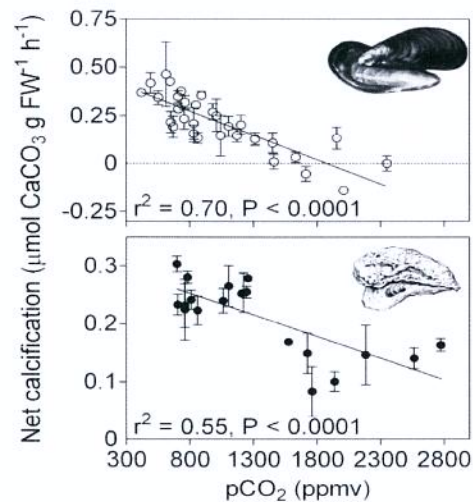
Acid –BIV

PROJECTO, QUE VISA ANALISAR O EFEITO DA ACIDIFICAÇÃO NOS BIVALVES DA NOSSA COSTA

Ameijoia boa *Ruditapes decussatus*

Ostra *Crassostrea*

Mexilhão *Mytilus*



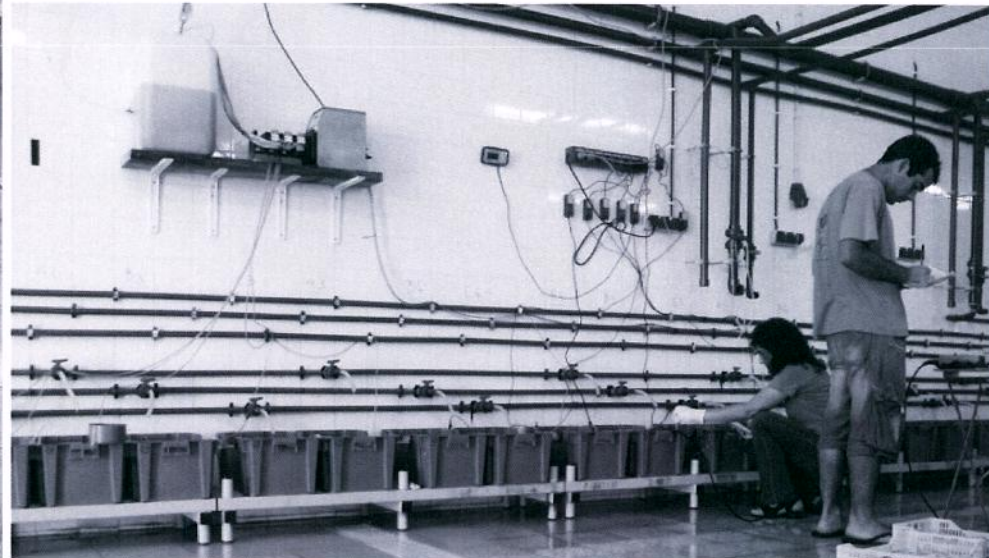
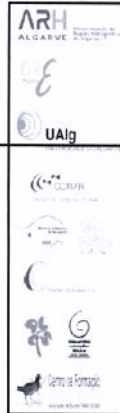


Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO

Voluntariado
Ambiental
Linha de Água



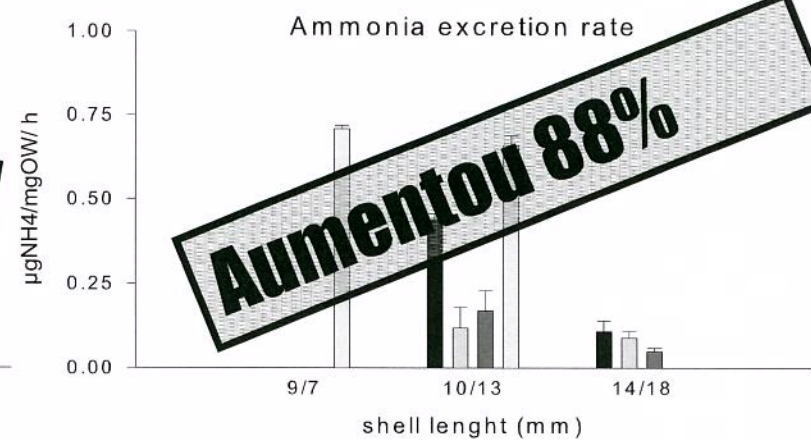
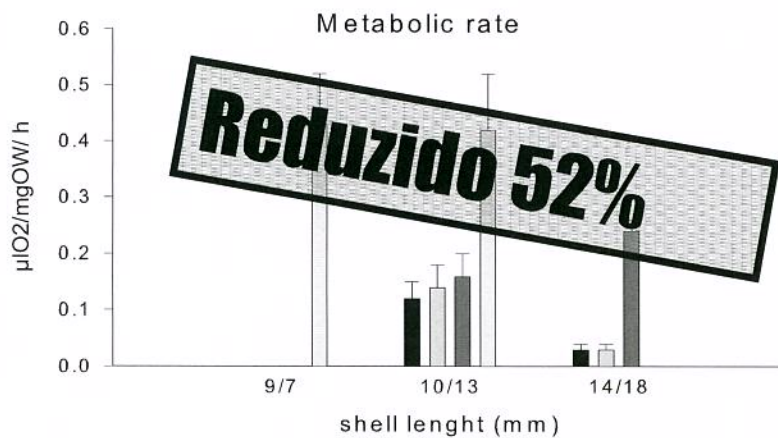
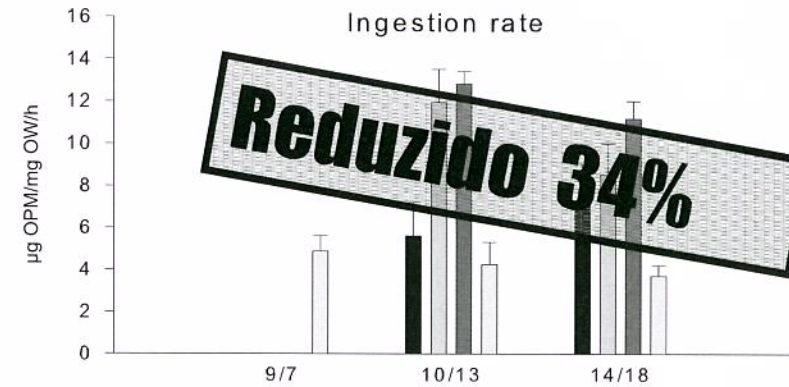
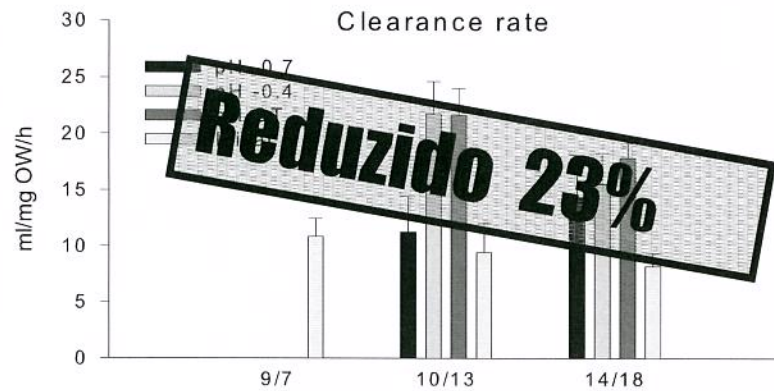


Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO



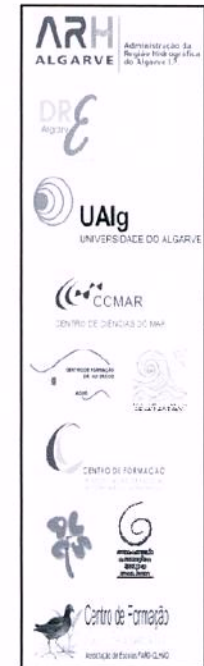
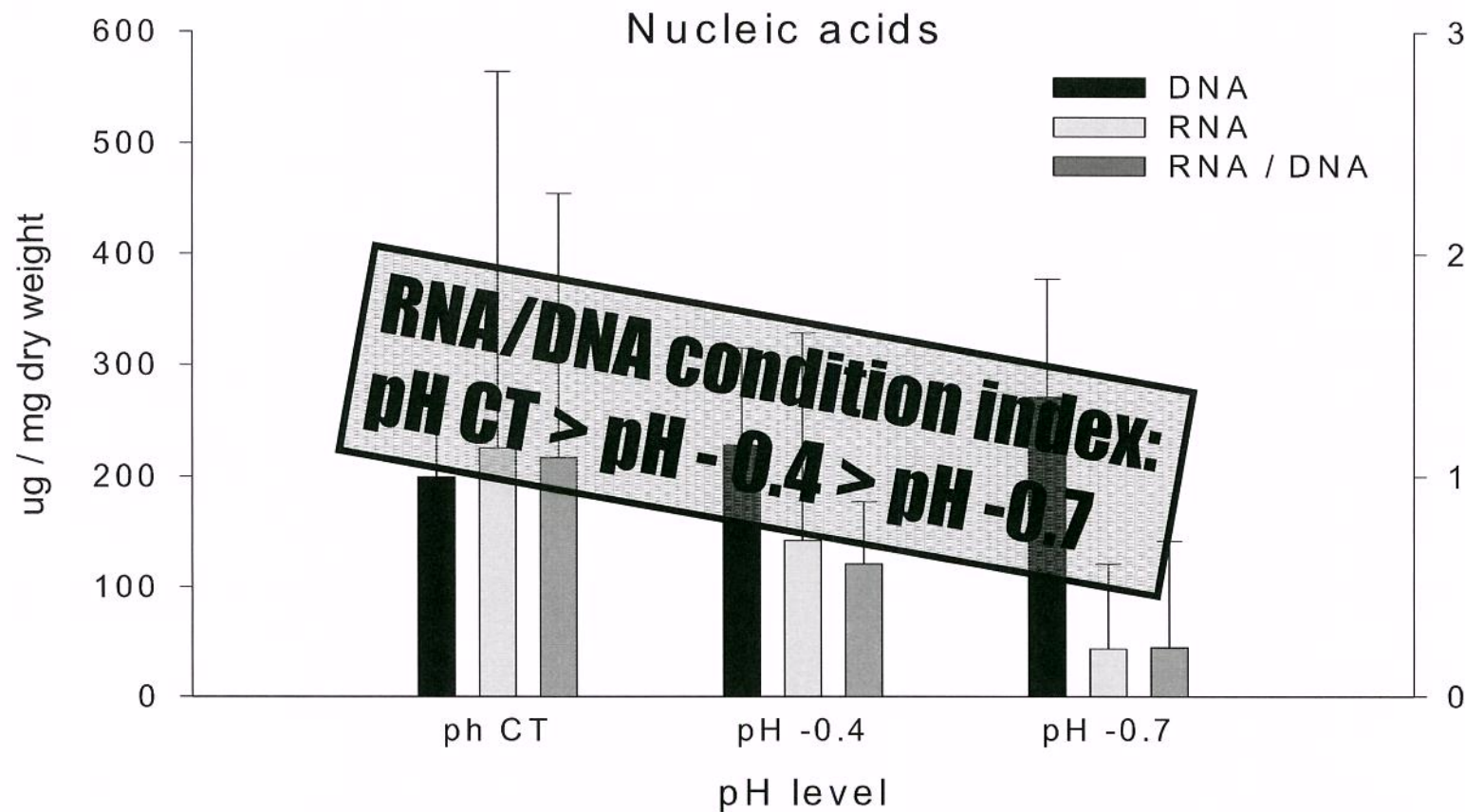


Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

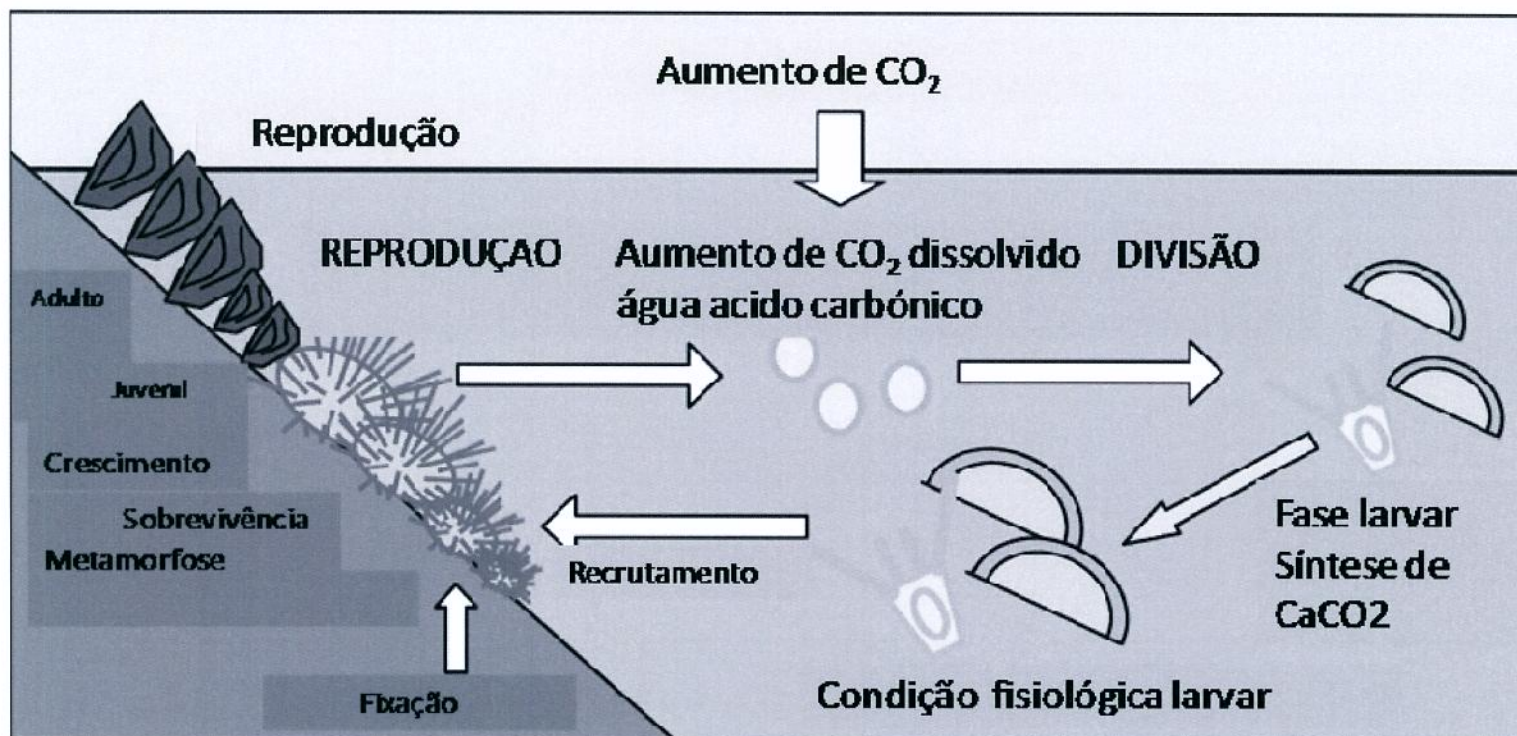
Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

A. e L. CHÍCHARO



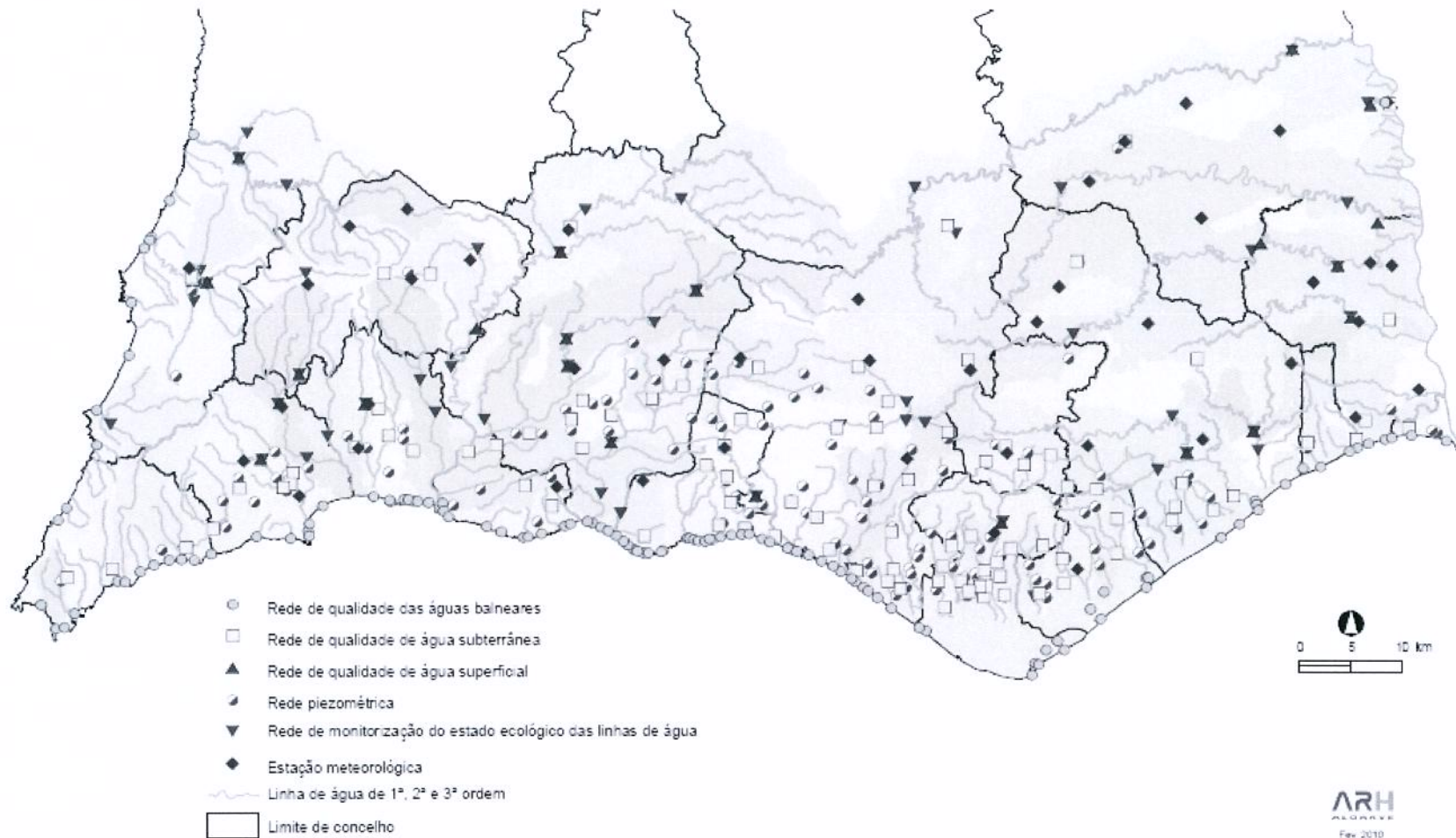
Ecossistemas litorais – ameaças

Alterações climáticas - acidificação



Ecossistemas litorais – ameaças

Contaminação por escorrências terrestres.





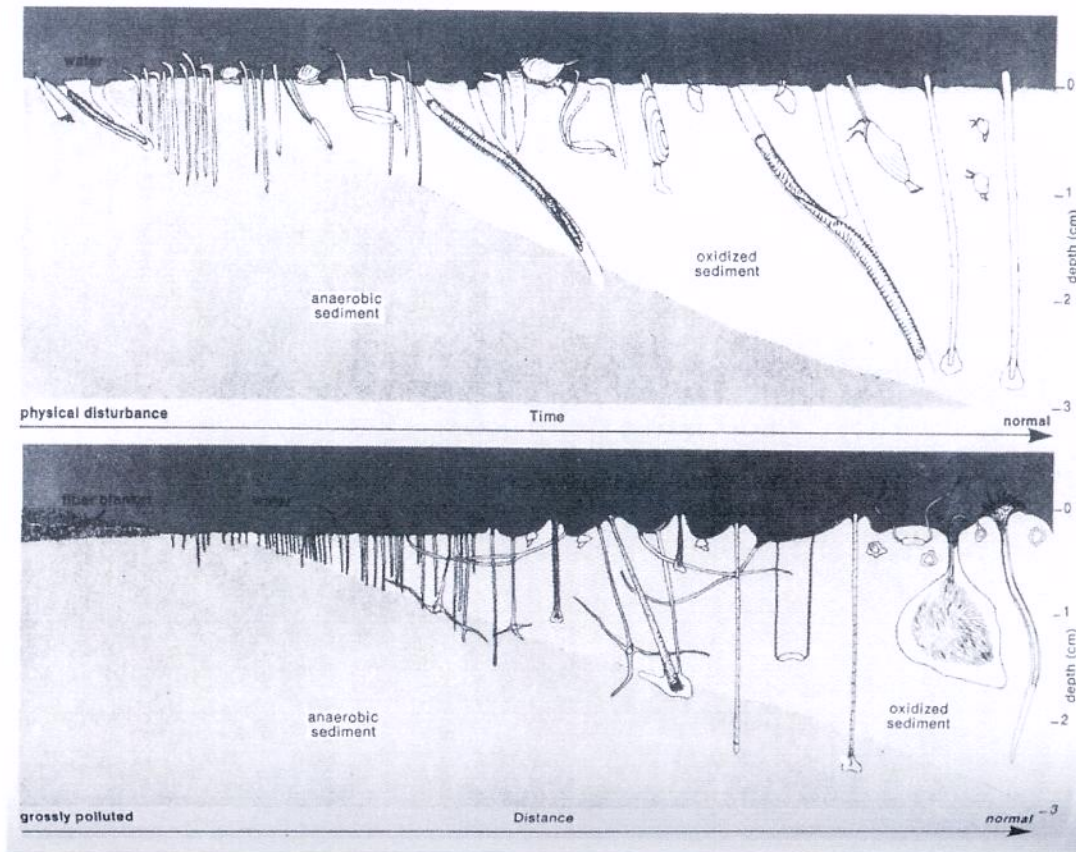
Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Efeito da poluição orgânica ou de perturbação física?



Ecosistemas litorais – ameaças

TURISMO





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



A. e L. CHÍCHARO

Ecossistemas litorais – ameaças : derrames de petróleo

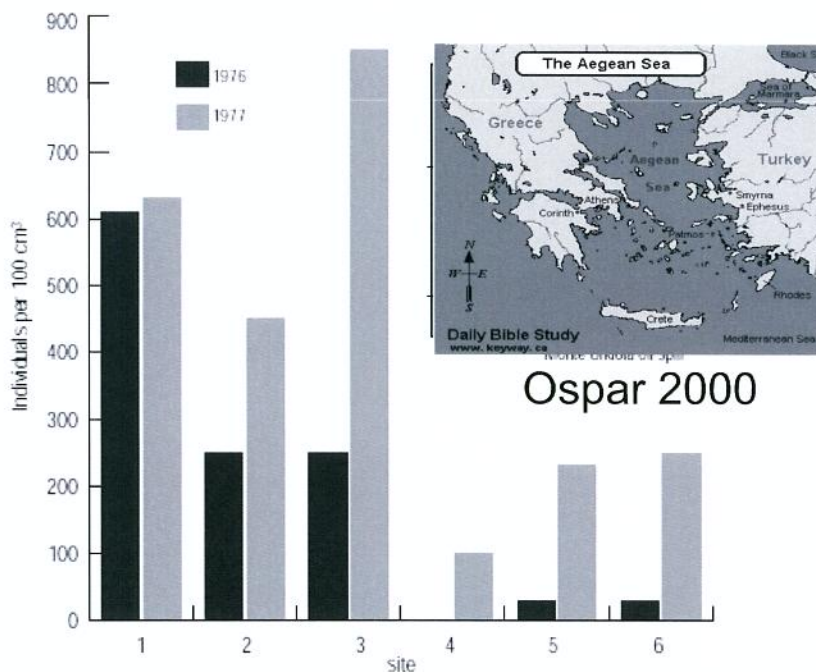
INVERTEBRADOS- INDICADORES DE ESTADO ECOLÓGICO

Figure 5.16 Nematode abundance on the Galician coast before (1976) and after (1977) the Monte Urkiola oil spill.

NEMATODES



© T. Ferris, NIM





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos

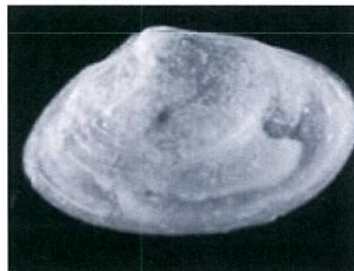


A. e L. CHÍCHARO

Ecossistemas litorais – ameaças : derrames de petróleo

INVERTEBRADOS-INDICADORES DE ESTADO ECOLÓGICO

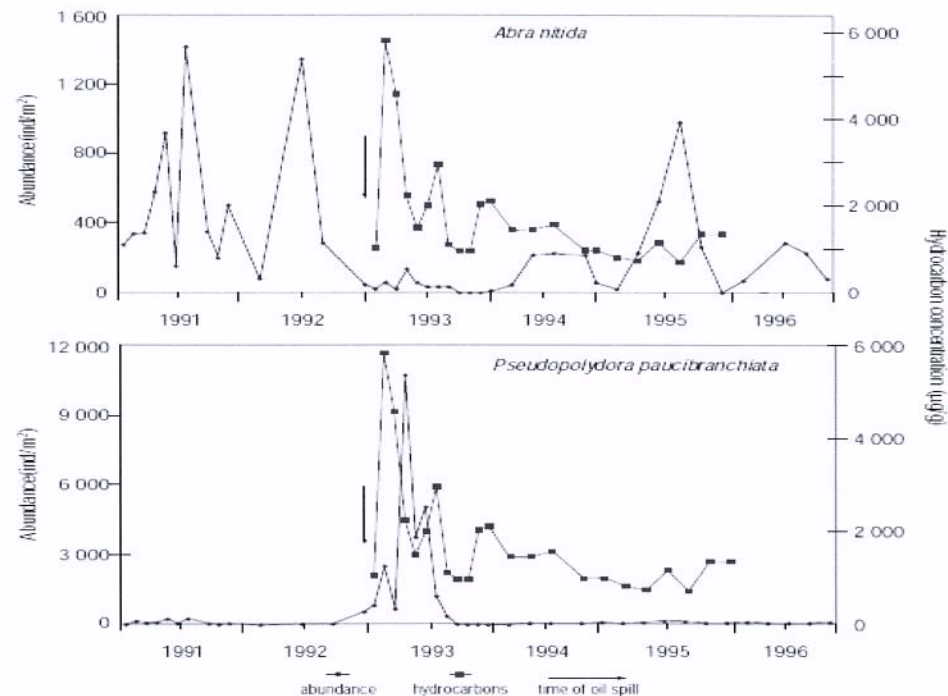
BIVALVES



POLIQUETAS



Figure 5.17 Changes in the abundance of *Abra nitida* and colonisation of the substrate by the opportunistic polychaete *Pseudopolydora paucibranchiata* after the Aegean Sea oil spill. Source: after Parra and Lopez-Jamar (1997).





Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos

Conteúdos programáticos do Módulo: Macroinvertebrados bentónicos



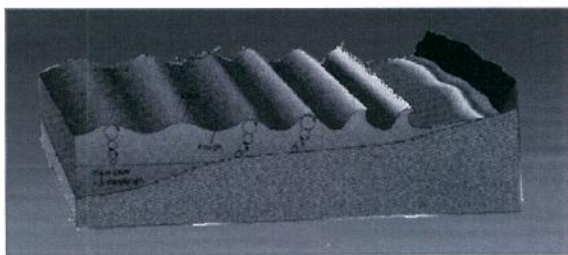
A. e L. CHÍCHARO

Ecossistemas litorais – ameaças : PESCA

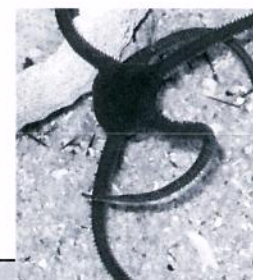
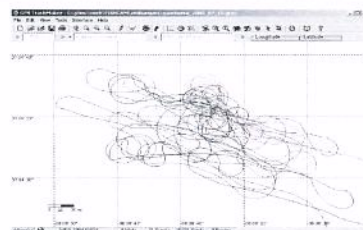
INVERTEBRADOS- INDICADORES DE ESTADO ECOLÓGICO



GASPAR 2010

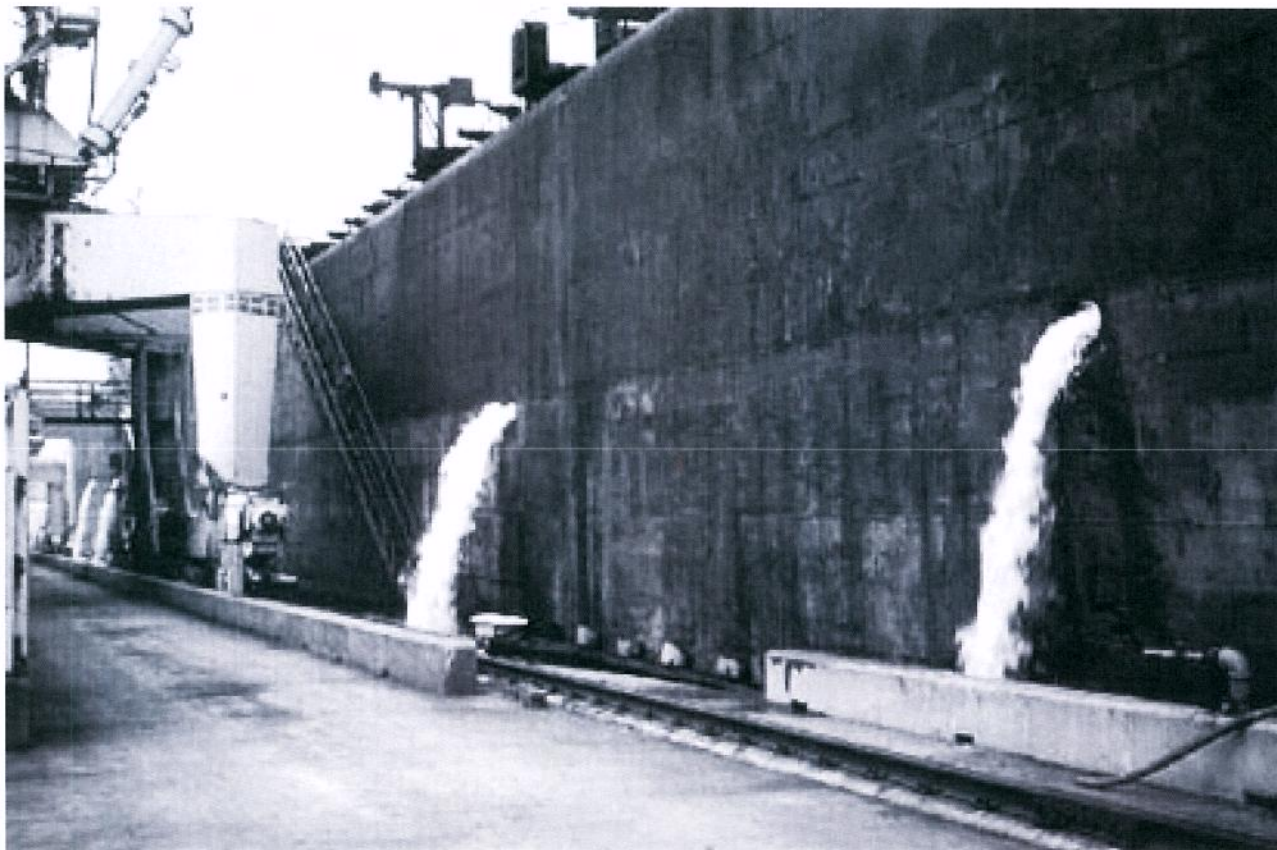


Hidrodinamismo pode
atenuar impactos



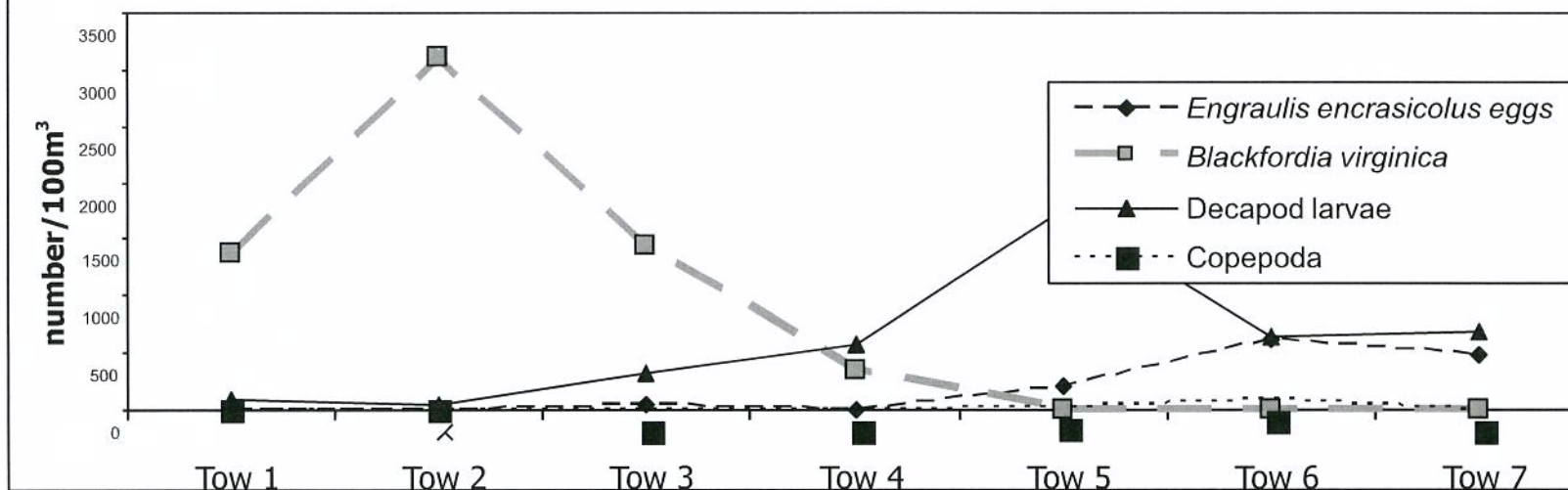
Ecossistemas litorais – ameaças :

Tráfego marítimo- Impacto de espécies alienígenas invasoras



Água de lastro?

Organismos gelatinosos: medusas invasoras



Dominância de *Blackfordia virginica*
Diversidade reduzida



Ausência of *Blackfordia virginica*
Grande diversidade de
zooplankton incluído ovos e larvas de peixes

Ecosistemas litorais

Camarão invasor

Ameaças : espécies invasoras

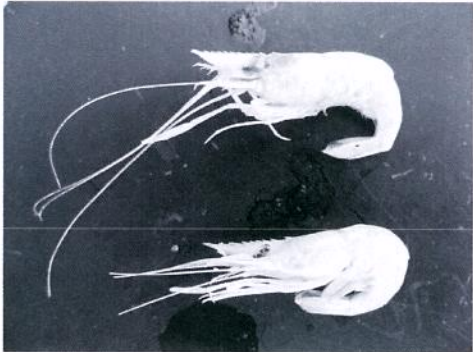
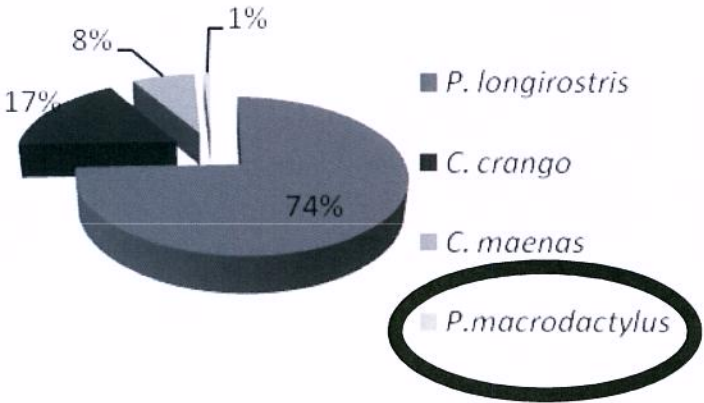
Shrimp *Penaeus macrodactylus*

2004

1ª vez em Maio- Ayamonte-larva



2008



2009

