



Exposição

POLUIÇÃO  
DOS  
MARES

HERANÇA DA  
HUMANIDADE?







## Índice

Introdução .....	4
Painéis	
Poluição e contaminação marinhas .....	5
Efeitos dos poluentes no meio marinho .....	6
Dispersão, acumulação e eliminação dos poluentes marinhos .....	7
Poluentes Orgânicos Persistentes .....	8
Petróleo no meio marinho .....	9
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e halogenados ..	10
Metais .....	11
HNS – Substâncias Nocivas e Perigosas .....	12
Poluentes Emergentes .....	13
Radioatividade .....	14
Lixo Marinho .....	15
Matéria Orgânica e Nutrientes .....	16
Alterações globais na saúde dos oceanos .....	18
O que podemos fazer? .....	19
Biorremediação e Fitorremediação .....	21
CMIA investiga as praias .....	22
Anexo	
Atividades lúdico-pedagógicas .....	24
Protocolos CIIMAR na escola .....	30



## Introdução

Os estuários e oceanos são o repositório final para uma vasta gama de substâncias descarregadas deliberada ou acidentalmente através de atividades humanas.

Os impactos imediatos e mais agudos ocorrem na zona costeira, onde se verificaram crescimentos elevados da população e mudanças significativas na interface terra-mar:

- construção de instalações industriais,
- manutenção de portos,
- urbanização da linha de costa,
- exigências do turismo,
- outros usos do espaço costeiro.

As zonas costeiras e os estuários são os locais onde se encontra especialmente concentrada a poluição marinha. Estas zonas correspondem a  $\approx 8\%$  da área total de produção do oceano e é onde se dão 50% das pescarias mundiais.

A poluição é a introdução pelo Homem, direta ou indireta, de substâncias ou energia que provoque ou possa vir a provocar efeitos nocivos. Trata-se então da presença ou aumento da concentração de determinada substância ou constituinte indesejado (contaminante) num material, corpo físico, área, organismo ou ambiente natural, acima do nível de base para essa área ou para esse organismo.

Podem assim ocorrer danos sobre os recursos vivos e vida marinha, riscos para saúde Humana, entrave às atividades marítimas e deterioração dos locais de recreio.

Esta exposição tem como objetivo informar e sensibilizar o público sobre a poluição dos mares, dar a conhecer o efeito dos poluentes no meio marinho e estratégias de controlo da poluição marinha.



# POLUIÇÃO e CONTAMINAÇÃO

## Marinhas



Os estuários e oceanos são o repositório final para uma vasta gama de substâncias descarregadas deliberada ou acidentalmente através de actividades humanas.

Os impactos imediatos e mais agudos ocorrem na zona costeira, onde se verificaram crescimento elevados da população e mudanças significativas na interface terra-mar:

- construção de instalações industriais,
- manutenção de portos,
- o desenvolvimento doméstico da linha de costa,
- exigências do turismo,
- outros usos do espaço costeiro



## Poluição

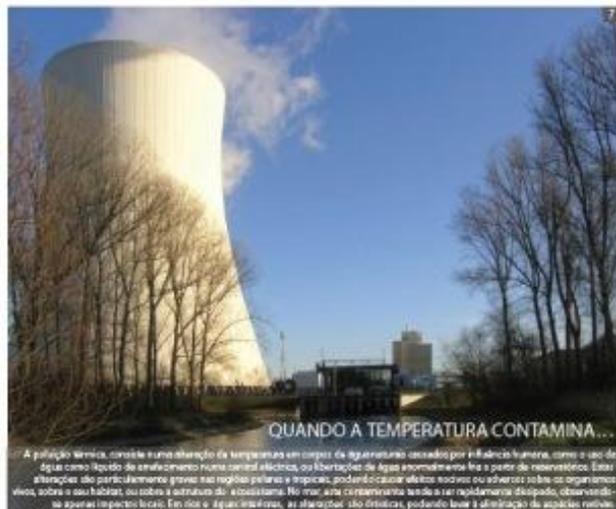
Introdução pelo Homem, directa ou indirecta, de substâncias ou energia que provoque ou possa vir a provocar

efeitos nocivos.



Os contaminantes entram nas águas oceânicas e estuarinas por 5 caminhos primários:

- transporte atmosférico e deposição;
- descargas fluviais;
- escoamento contínuo vindo de terra
- descargas directas de tubagens;
- descargas e alijamentos dos navios;
- entre outros.



## Contaminação

Trata-se da presença ou aumento da concentração de determinada substância ou constituinte indesejado (contaminante) num material, corpo físico, área, organismo ou ambiente natural, acima do nível de base para essa ou para esse organismo

Provoça:

- Danos funcionais ou anatómicos;
- Alterações irreversíveis na homeostasia;
- Aumento da susceptibilidade a outros compostos;
- Stress biológico, doenças infecciosas.

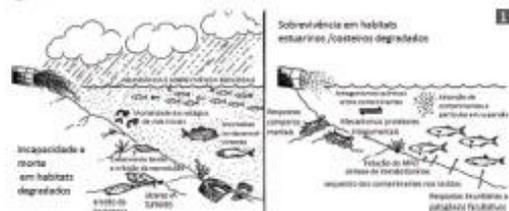


# EFEITOS DOS POLUENTES NO MEIO MARINHO

A Poluição marinha consiste num efeito danoso causado pela entrada de contaminantes no oceano. Estes poderão ter um efeito mais ou menos grave, dependendo da sua capacidade de degradação, bioacumulação e toxicidade.

## Tóxico

Qualquer substância que cause um dano grave ou morte em resultado da interação físico-química com um tecido vivo.



Disciplinas como a Ecotoxicologia procuram dar resposta a esta problemática, agindo quer ao nível da prevenção quer ao nível de controlo.

## Mais do que uma questão de tempo...

A escala temporal relevante pode ser de segundos a milhões de anos (ex: radioisótopos). Frequentemente, quanto maior for a escala global, maior será a escala temporal relevante.



Aumento do tempo de resposta  
Aumento da dificuldade de estabelecer relações causa efeito  
Aumento da importância

**SABIA QUE...**

Existem evidências de que os oceanos têm sofrido por milénios devido aos humanos, desde a época grega. Tarelos amostrados dos glaciares na Groenlândia indicam aumentos de poluição associados à produção de metal grego, romano e chinês.

**SABIA QUE...**

Os impactos podem fazer-se sentir de uma escala global a local! :

- **Local** – Ex: Poluição no ar das cidades;
- **Regional** – Ex: Eutrofização de um curso de água;
- **Continental** – Ex: Chuvas ácidas;
- **Global** – Ex: Aquecimento global, Depleção da camada do ozono.

**EFEITOS NAS COMUNIDADES:**  
Eutrofização - Oxiplanoctonias - Estagnação da transferência de energia - Perturbação química

**EFEITOS NAS POPULAÇÕES:**  
Atenuação populacional - Aumento de doenças genéticas - Alteração competitiva

**EFEITOS FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS:**  
Aparição de tumores - Alteração da reprodução e do comportamento - Mortalidade

**EFEITOS BIOQUÍMICOS E MOLECULARES:**  
Inibição da resposta imunológica

**EFEITOS NOS RECEPTORES E LOCAIS DE ACÇÃO:**  
Alteração da DNA/RNA, nos receptores e no mecanismo de acção a nível celular

**BIOTRANSFORMAÇÃO:**  
Modificação física de um composto por um organismo (metabolização)  
Exemplo: PCB - Clorociclo PCB - Fase I (processo de desacetoxilação) a clorociclo-oxifenileno - Fase II (trajetória de transferência pela conjugação de metabólitos de fase I)

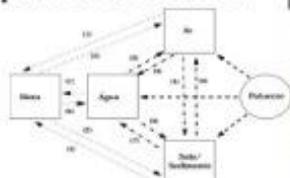


# DISPERSÃO, ACUMULAÇÃO E ELIMINAÇÃO DE POLUENTES MARINHOS

## Dispersão

O destino ambiental dos poluentes depende de vários fatores:

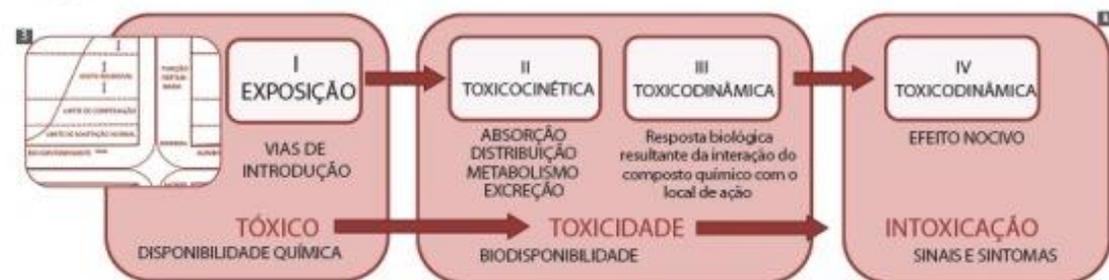
- Características físico-químicas dos seus componentes;
- Temperatura do meio;
- Estado do mar;
- Velocidade do vento;
- Atividade biológica;
- Geologia dos fundos marinhos e linha de costa.



(1) Evaporação; (2) Exatpilação; (3) Exatpilação; (4) Precipitação; (5) Volatilização; (6) Adsorção e (7) Dessorção.

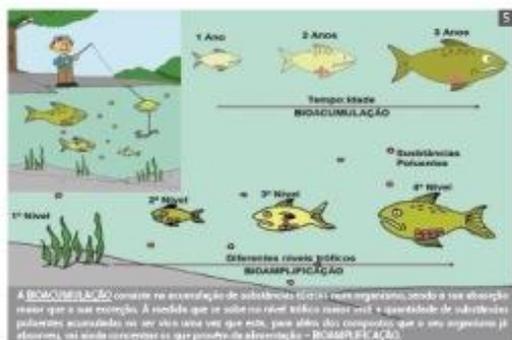


## Exposição aos Tóxicos



## Bioacumulação

Processo através do qual os seres vivos absorvem e retêm substâncias químicas no seu organismo.



A **BIOACUMULAÇÃO** consiste na acumulação de substâncias químicas no organismo, devido à sua absorção maior que a sua eliminação. À medida que se sobe no nível trófico, aumenta a quantidade de substâncias químicas acumuladas no ser vivo, pois os organismos que se alimentam de organismos já contaminados, vão sendo contaminados e que provoca a **BIOMAGNIFICAÇÃO**.

## Respostas /Efeitos

- **Não protetores:**
  - De um modo geral desencadeiam manifestações de toxicidade.
- **Protetores:**
  - Servem para proteger o organismo dos efeitos dos poluentes;
  - Diminuem a concentração de poluente livre na célula.

## Mecanismos de proteção

## Distribuição e Armazenamento

Uma vez distribuído, o composto químico pode ser:





## PETRÓLEO NO MEIO MARINHO

O petróleo é uma substância oleosa, inflamável, menos densa que a água, cuja cor varia de acordo com a sua origem, oscilando entre o negro e o castanho. É encontrado no subsolo em profundidades variáveis e é muito rico em hidrocarbonetos. O petróleo é um recurso esgotável de grande valor, considerado como a principal fonte de energia da atualidade.



Qualquer tipo de derrame de petróleo nos oceanos é considerado uma catástrofe ambiental. Os impactos ambientais causados pelo derrame de petróleo são incalculáveis.

A mancha de petróleo que se propaga pelo mar, além de contaminar a água, mata milhares de aves, peixes e corais.



### Derrames de petróleo

O petróleo pode ser libertado no mar de diversas formas: devido a acidentes durante o percurso dos navios transportadores, durante a lavagem dos tanques dos navios, devido a acidentes nos canais que os conduzem às refinarias ou por causa de derrames nas estações de extração.



### Consequências dos derrames

A poluição dos mares e das zonas costeiras é uma das mais graves consequências dos derrames de petróleo. Uma grande parte desses acidentes envolve descarga de petróleo bruto, o qual constitui cerca de 10% de toda a poluição dos oceanos. Todos os anos 600 000 toneladas de petróleo bruto são derramadas em acidentes ou descargas ilegais, com graves consequências económicas e ambientais (marés negras).



### Marés negras

As marés negras têm efeitos altamente destruidores, provocando uma enorme mortalidade na fauna (aves marinhas, peixes, moluscos, crustáceos, etc.). Quando as marés negras atingem as zonas costeiras, os seus efeitos tornam-se ainda mais catastróficos. Além de destruir a fauna e a flora, provocam enormes prejuízos à atividade piscatória e têm um forte impacto negativo na atividade turística, já que os resíduos petrolíferos, de remoção difícil, impedem durante muito tempo a utilização das praias.



SABIA QUE...

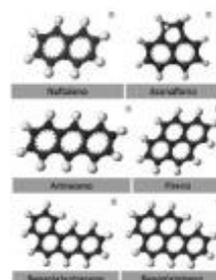
Por minuto, no mundo, são extraídas 6 mil toneladas de petróleo bruto?



## HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS E HALOGENADOS

### O que são hidrocarbonetos aromáticos policíclicos?

Os Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP's) são compostos que possuem dois ou mais anéis aromáticos fundidos em cadeia linear, angular ou em arranjos agrupados. São poluentes orgânicos persistentes no meio ambiente, podendo, após transformações metabólicas, tornar-se carcinogénicos e potencialmente mutagénicos.



Incêndio florestal

### Fontes de emissão

A principal fonte de emissão dos HAP's é a combustão incompleta da matéria orgânica.

#### Fontes naturais:

- Biossíntese por microorganismos e plantas;
- Incêndios florestais;
- Erupções vulcânicas.

#### Fontes Antropogénicas:

- Derrames de petróleo;
- Águas residuais;
- Indústrias produtoras de electricidade;
- Incineração de resíduos;
- Motores de combustão interna;
- Produção de asfalto, etc.



### O que são hidrocarbonetos halogenados?

Estes compostos na sua maioria sintéticos, constituídos por um ou mais átomos de halogénio (cloro, flúor, bromo ou iodo) ligados ao carbono.

São contaminantes persistentes, bioacumuláveis e bioamplificáveis.

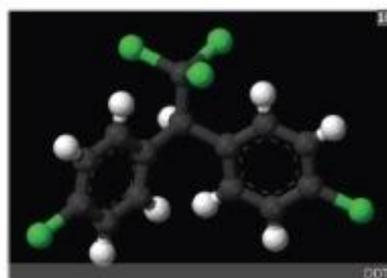
Exemplo Pesticidas e fungicidas (DDT, etc), produtos químicos industriais e de limpeza.

O Diclorodifeniltricloroetano (DDT) apareceu no século XIX, mas apenas em 1939 foi comercializado como inseticida. Durante e após a II Guerra Mundial evitou epidemias de tifo.

Trata-se de inseticida barato e altamente eficiente a curto prazo, mas a longo prazo tem efeitos prejudiciais à saúde humana e à vida animal, pelo que foi banido em diversos países a partir da década de 1970. Atualmente é ainda utilizado pela OMS em situações específicas de controle de malária e outras doenças causadas por insetos em África e no Oriente.

#### Fontes de emissão de DDT

- Atmosfera;
- Efluentes industriais e domésticos;
- Escoamentos agrícolas e urbanos.



Salinas Valley, Califórnia (1969): Uma descarga de DDT, usado na agricultura, após inundação, causou uma diminuição da população de diversas espécies de aves.

O Bifenilo Policlorados (PCB's) surgiu, comercialmente, em 1929 pela empresa Monsanto Chemical company

#### Fontes de emissão de PCB's:

- Descargas de esgotos e caudais de rios;
- Acidentes de sistemas fechados (e.g: transformadores);
- Volatilização para a atmosfera e consequente deposição;
- Incineração incompleta de resíduos.





# HNS - Substâncias Nocivas e Perigosas

## O que são?

HNS são definidas como substâncias nocivas e potencialmente perigosas, cuja introdução no meio marinho é suscetível de criar riscos para a saúde humana, prejudicar os recursos vivos e a vida marinha, assim como interferir com outros usos legítimos do mar.



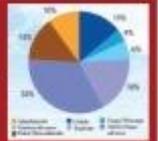
## Como surgem?

**TRANSPORTE MARÍTIMO**  
Grandes quantidades de substâncias nocivas e potencialmente perigosas são transportadas por via marítima. Por isso, a prevenção de acidentes HNS começa no momento importante para o planeamento de emergência e prevenção de danos ambientais.

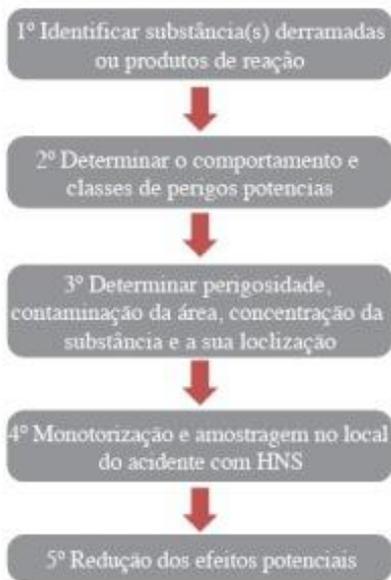
**AMEAÇA DA COSTA**  
Em caso de derrames, estas substâncias com o potencial de volatilizar e penetrar nos ecossistemas costeiros que não podem combater o dano da deriva costeira, os recursos são ameaçados e a costa, protegida e melhorada a segurança e a sustentabilidade do ambiente marinho costeiro.

### SABIA QUE...

Existem várias causas para os acidentes com HNS (ver fig.), mas a probabilidade de ocorrência destes é pequena, devido aos elevados padrões de segurança que envolvem estas substâncias. A priorização de riscos de HNS é um elemento importante para o planeamento de emergência e prevenção.



## Procedimento geral de Abordagem aos Derrames de HNS



## Perigos potenciais

Perigo potencial para a saúde e para o meio marinho	Comportamento associado	Saúde humana	Meio marinho
Toxicidade por inalação	(G)/V/S	X	
Explosão	(G)/O	X	
Inflamável	(G)/V/S	X	
Radioatividade	(G)/V/S/(D)/A	X	X
Corrosividade	(G)/V/S/(D)/A	X	X
GHGs, neurotóxicos	(G)/V/S/(D)/A	X	X
Toxicidade aquática	(D)/A		X
Bioacumulação	(D)/A		X
Persistência	(D)/A		X

## Tipos de HNS

- Produtos refinados derivados do petróleo;
- Outras substâncias líquidas, nocivas ou perigosas;
- Gases liquefeitos;
- Gases;
- Substâncias sólidas a granel, com riscos químicos;
- Líquidos que não excedam os 60°C;
- Materiais embalados perigosos e nocivos.

**HNS LIBERTADO NO MAR**  
Durante um acidente marítimo, a monitorização e deteção de substâncias de forma a minimizar os impactos que possam resultar desde à libertação no mar.

**ARCOPOLplus**  
ARCOPOLplus é um produto de emergência que se apresenta no Projeção Internacional Espaço Aberto e cujo objetivo é fornecer no refrega, preparação e libertação de uma resposta eficaz e definitiva de petróleo a do nível em regiões do Atlântico Sul-americano.

## Comportamento das HNS



## HNS Prioritárias

Nome químico	Priorização de substâncias				
	Clara	Amarela	Verde	Vermelha	Acido/Nítrico
Toxicidade	7	5	7	4	8
Comportamento	(G)	(G) + (D)	(G)	(G) + (F)	(D) + (A)
Perigosidade	10	9	8	7	2
Probabilidade de ocorrência de acidente	4	4	3	3	3
Risco	280	180	168	28	48



# POLUENTES EMERGENTES

São considerados poluentes emergentes aqueles compostos químicos naturais ou sintéticos que, não sendo monitorizados ou controlados com frequência no ambiente, são habitualmente descarregados de forma contínua podendo produzir efeitos nefastos quer nos ecossistemas quer na saúde humana.



- Fármacos (ex.: esteroides, antibióticos)
- Contraste Raio-X
- Produtos de cuidado pessoal (ex.: Bronzeados, Sabonetes)
- Surfactantes e metabolitos de surfactantes (ex.: Nonifenol)
- Retardantes de chama (ex.: PBDEs)
- Agentes industriais e aditivos industriais (ex.: EDTA)
- Aditivos da gasolina (ex.: MTBE)

**!** Existem estudos científicos que apontam para sérios danos aos organismos aquáticos. Alguns poluentes emergentes podem provocar a feminização de peixes, alteração de desenvolvimento de moluscos e anfíbios e uma diminuída fertilidade de aves.

**2 FÁRMACOS – QUEM SOFRE OS SEUS EFEITOS?**

Os fármacos sintéticos que ingerimos não são completamente eliminados pelo organismo e passam para os efluentes. O problema aparece quando na prática da medicina há um uso excessivo de fármacos, incluindo no lixo, ou nos esgotos.

**3 UM CICLO INTERMINÁVEL...**

Medicamentos administrados aos animais, e produtos químicos utilizados em ambientes rurais, acabam por serem excretados e enviados para o lixo, para as esgotos, para o lixo doméstico, para os aterros ou para os parques zoológicos, tornando-se mais ou menos tóxicos.

**4 UMA FONTE DE PERFUME...**

O álcool contém uma classe de substâncias aromáticas frequentemente usadas como notas de base em perfumes. Incluem-se os chamados terpenos, que são encontrados em plantas aromáticas, como o eucalipto, a lavanda e a hortelã.

**5 A SUBSTITUIÇÃO PELOS SINTÉTICOS**

Hoje em dia, a maior parte dos produtos com odor e essência contém principalmente aromas sintéticos. De origem sintética, são químicos artificiais, sendo frequentemente um híbrido de "perfumes" sintéticos e produtos do bio-óleo.

**6**

CC1=CC=C(C=C1)C(=O)C

Metabolito

**7**

CC1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3

Antibiotico

**8**

CCCCCCCCCCCCCCCC

Alcatermicos

Existe um estudo indicativo que os fármacos sintéticos podem causar disruptão do sistema hormonal e reprodutivo de algumas espécies de organismos. O uso exagerado de fármacos tem levado à presença de fármacos em peixes e em aves locais. Os antibióticos podem causar a resistência gerada e a alteração do ciclo hormonal, alterando o equilíbrio no sistema endócrino e afetando a fertilidade.

**9**

**Agentes de tratamento de superfície: PFOA e PFOs**

PFOA é um produto de degradação de produtos químicos utilizados para fazer a impermeabilização de tecidos, indústrias, tintas e materiais utilizados na construção de edifícios, tapetes sintéticos. Quando há uma utilização de PFOA, PFOA e PFOs, há a possibilidade de libertação de resíduos para o ambiente, através de águas de lavagem, e de resíduos sólidos.

**10**

CC1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3

Bisfenol A

**Epóxi de resina e plásticos policarbonatos**

O Bisfenol A é um composto utilizado no fabrico de plásticos policarbonatos e polímeros epoxídicos, presentes em vários tipos de plásticos de utilização doméstica, como garrafas de plástico, copos de plástico, recipientes para alimentos, e em vários tipos de plásticos de utilização industrial, como plásticos de engenharia.

**11**

CC1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3

estradiol

**HORMONAS SEXUAIS**

Medicamentos hormonais, ou produtos que contêm hormonas, são usados para tratar a infertilidade e a menopausa, e para controlar a gravidez. Os hormónos sexuais são produzidos naturalmente pelo organismo humano e são essenciais para a reprodução e o desenvolvimento do organismo.

**12**

CC1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3

nonifenol

**PARABENOS**

Os parabenos são produtos químicos sintéticos utilizados para conservar alimentos e produtos de higiene pessoal, como cremes, sabões e desodorantes. São considerados seguros para o uso humano, mas estudos recentes sugerem que podem ter efeitos semelhantes aos dos hormónos sexuais.

Composto	Origem	Persistência/ bioacumulação	Onde se encontra no ambiente	Nível de concentração
Nonifenol	Degradação de produtos de surfactantes não iónicos	- Persistência média - Bioacumula	- Sedimentos - Lamas - Águas	Baixo mg/kg Baixo mg/kg Baixo- Alto mg/kg Baixo µg/L
Bisfenol A	- Plásticos	- Águas de superfície - Águas Subterráneas	Baixo- Alto ng/L Baixo- Alto ng/L	
Ftalatos	- Plásticos	- Persistência baixa a média	- Deposição atmosférica - Águas - Sedimentos - Lamas	Baixo a médio µg / L Baixo µg / kg Baixo-Médio µg / kg
PBDE	- Retardante de chama	- Persistência/ Altamente acumulável por deposição atmosférica	- Sedimento - Solo - Lamas	Baixo-Médio µg / kg Baixo- Alto mg/kg Baixo-Médio µg / kg
Cloracenos <sup>1</sup>	- Retardante de chama	- Persistência/ Bioacumula	- Águas de superfície	Baixo-Médio µg / L
Sulfonamidas	- Drogas humanas e veterinárias	- Ligante/ Muito persistente	- Águas Subterráneas	
Tetraciclina	- Drogas humanas e veterinárias	- Moderadamente persistente	- Águas Subterráneas - Solo - Lamas	
Hormonas esteróides sexuais	- Contraceivos	- Moderadamente persistente	- Águas - Sedimentos - Lamas	Baixo ng/kg Baixo µg/kg Baixo-Médio µg / kg
MTBE	- Aditivos de gasolina	- Persistente - Osmopositivo na atmosfera	- Águas Subterráneas	

<sup>1</sup>Sólos alterados com lamas provenientes do tratamento de águas residuais

**SABIA QUE...**

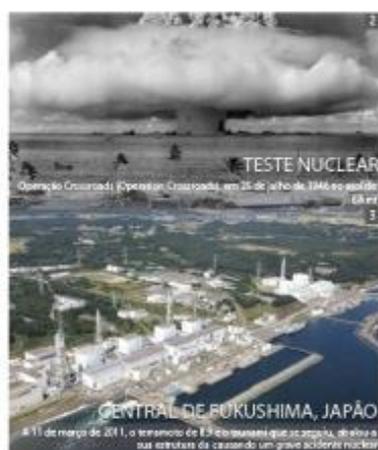
Têm sido encontradas elevadas concentrações de cafeína no mar do norte? Biólogos e ambientalistas encontram-se preocupados com o seu impacto quanto à vida marinha.



## RADIOATIVIDADE

### O que é a radioatividade?

É um fenómeno natural ou artificial pelo qual os núcleos dos átomos de certos elementos, designados de radioativos, possuem a capacidade de emitir espontaneamente radiação de modo a adquirirem estabilidade, libertando assim energia.



### Contaminação

A contaminação radioativa resulta de:

- radioatividade natural;
- testes com armas nucleares;
- normal funcionamento de centrais elétricas nucleares;
- fábricas de reprocessamento de combustível nuclear de La Hague, França e de Sellafield, Reino Unido (maiores focos individuais de elementos radioativos produzidos pelo homem no mar), as suas descargas resultam na contaminação dos recursos marinhos em toda uma vasta região;
- mineração e enriquecimento de urânio;
- armazenamento de resíduos radioativos no mar.



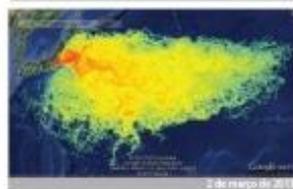
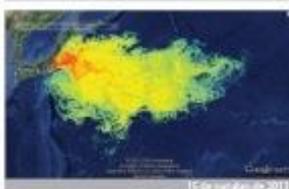
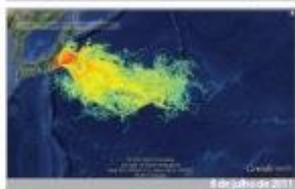
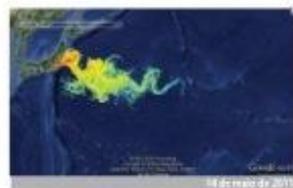
### Eliminação dos resíduos radioativos

Projetos que tinham como objectivo a eliminação destes resíduos tentavam encontrar locais ideais com base na profundidade, estabilidade e nas correntes de modo a tratar, solidificar e conter os resíduos. No entanto, apenas alguns destes projetos envolviam a diluição na água superficial ou usavam contentores que implodiam em profundidade. Mesmo aqueles que sobreviviam à pressão podiam decair fisicamente ao longo do tempo.

Proibição total de eliminação no mar entrou em vigor a 20 de fevereiro de 1994.



### Dispersão da radioatividade



#### SABIA QUE...

Há uma libertação contínua de água radioativa da central nuclear de Fukushima no oceano Pacífico.

Prevê-se para este ano a chegada da pluma radioativa à costa oeste da América do Norte.

Enquanto isso várias formas de vida oceânicas ingerem o material radioativo.



# LIXO MARINHO



## De onde vem?

Segundo a UNEP, 80% do lixo marinho tem **origem terrestre** e diversas fontes:

- Turismo nas zonas costeiras / lixo deixado nas praias
- aterros sanitários
- águas residuais não-tratadas
- Entre outros

Os restantes 20% do lixo marinho têm **origem marítima** resultantes de actividades como:

- as descargas de resíduos ilegais no mar
- artes de pesca perdidas, como redes, etc.
- transporte marítimo resultante de atividades como turismo e pesca
- mineração, perfuração e extração offshore.



**SABIA QUE...**  
Na convergência correntes oceânicas do Pacífico Norte, entre o Hawai e a Califórnia, existe uma ilha de lixo de 1000Km e é formada por aproximadamente 4 milhões de toneladas de diversos tipos de objetos, a maioria plástico.



## O que é?

Define-se como lixo marinho, qualquer material sólido persistente, processado ou manufaturado e que é descartado, abandonado e de alguma forma transportado até ao meio costeiro ou marinho.



## Impactos do plástico

- Perdas económicas
- Destruição de habitats
- Enredamento da vida marinha e pesca fantasma
- Ingestão por animais selvagens
- Danificação de embarcações e perigos de navegação
- Transporte de espécies exóticas
- Entre outros...



## Um problema infinito?

A maioria dos plásticos que utilizamos não mineralizam no oceano; pelo contrário, vão se quebrando em pedaços cada vez menores - os "microplásticos", que possuem menos de 5 milímetros de comprimento.





## MATÉRIA ORGÂNICA E NUTRIENTES

As descargas de águas residuais urbanas, devido ao seu volume, são a segunda causa mais grave de poluição de água na forma de eutrofização.

### Águas Residuais Urbanas

Águas residuais de aglomerados e serviços residenciais que se originam predominantemente a partir do metabolismo humano e de atividades domésticas (águas residuais domésticas) ou uma mistura de águas residuais domésticas com águas residuais descarregadas a partir de instalações usadas para todo o tipo de comércio ou indústria (águas residuais industriais) e/ou o escoamento de água da chuva.

#### Composição de águas residuais domésticas

- Excreções humanas;
- Resíduos de uso doméstico (restos de comida, tinta e corantes, óleos e gorduras);
- Materiais de limpeza;
- Produtos de higiene pessoal;
- Microrganismos;
- Metais;
- Plásticos
- Resíduos de indústrias, escolas, hospitais e aeroportos cujas águas residuais podem estar ligadas à rede de esgoto municipais.

#### Classificação das substâncias químicas de origem doméstica:

- Matéria orgânica biodegradável;
- Químicos xenobióticos,
- Substâncias com capacidade de perturbação endócrina.

Quando se descarrega algum resíduo na água é necessário conhecer a quantidade de oxigênio necessária para a sua degradação - **carência de oxigênio**.

- Carência Química de Oxigênio (CQO)
- Carência Bioquímica de Oxigênio (CBO)



Há que ter em consideração a identificação de zonas sensíveis para as quais a carga residual possa ser transferida e causar efeitos ambientais prejudiciais.

Se for lançada mais matéria orgânica do que a água dos rios/estuários são capazes de assimilar a diluição não é suficiente eficaz sendo necessário o **tratamento das águas residuais**.

- Reduz as contaminações microbianas;
- Remove resíduos sólidos;
- Reduz as impurezas de um modo geral.



#### Etapas de tratamento:

- Tratamento preliminar (remoção de materiais sólidos de grandes dimensões, matéria inorgânica e gordura);
- Tratamento primário (remoção dos sólidos em suspensão);
- Tratamento secundário (separação física da biomassa da água depurada);
- Tratamento terciário (controlo de nutrientes e desinfecção).

As etapas dependem da qualidade pretendida do efluente final ou do uso a que se destina.

### Nutrientes nas águas costeiras

As principais entradas de nutrientes nas zonas costeiras são os rios, sendo a atividade humana a responsável. Azoto (N), Fósforo (P) e silício (SI) são nutrientes essenciais para o crescimento da fitoplâncton.





## MATÉRIA ORGÂNICA E NUTRIENTES

### Eutrofização

O enriquecimento das águas com nutrientes, compostos de azoto e/ou fósforo, pode ter um impacto negativo sobre o ambiente marinho e costeiro. Efeitos negativos: proliferação de algas, aumento do crescimento de algas, aumento da sedimentação e do consumo de oxigénio, diminuição de oxigénio no fundo e, por vezes, morte de animais bentónicos e peixes.



1 - Macro-algas *Uva sp.* e *Enteromorpha sp.* => Sinal de eutrofização

Os mares oligotróficos, pobres em nutrientes (Mediterrâneo, Adriático), fiordes e zonas muito confinadas ou fechadas sofrem de eutrofização por influência da piscicultura em gaiolas.



### Blooms de algas e Marés Vermelhas

Desenvolvimento excessivo (*blooms*) quando o Azoto (N) e Fósforo (P) não são limitantes, espécies oportunistas ou tolerantes que proliferam em determinadas condições, dinoflagelados substituem diatomáceas (naturalmente dominantes).



Os *blooms* podem não ser vermelhos. Podem ser brancos, amarelos ou castanhos.



### Presença de Biotoxinas

Alguns organismos e algumas espécies de fitoplâncton - dinoflagelados - produzem toxinas que podem ser prejudiciais à saúde ou mesmo fatais para o Homem por contacto direto ou por consumo de espécies contaminadas (bivalves).



Estas toxinas normalmente não são relacionadas diretamente com a poluição mas a ocorrência de *blooms* tóxicos tem surgido em altura de ocorrência de eutrofização.

#### SABIA QUE...

Existem vários tipos de toxinas, tais como: ciguatera, PSP, DSP, NSP, ASP. Se ingerirmos espécies contaminadas com este tipo de toxinas podemos observar os seguintes sintomas: tremores de lábios, visão desfocada, diarreia, náuseas, afeta o sistema nervoso central podendo provocar amnésia e perda de equilíbrio. Em casos extremos: parálise e morte por colapso de circulação.

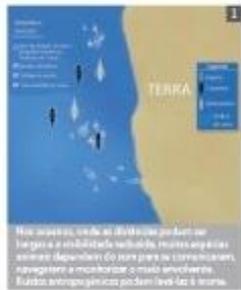


# ALTERAÇÕES GLOBAIS NA SAÚDE DOS OCEANOS

## Poluição Sonora nos Oceanos

O ruído antropogênico tem aumentado dramaticamente nos últimos 60 anos, em duas ordens de magnitude:

- Tráfego de navios;
- Atividades de investigação científica;
- Utilização de sonar militar e de equipamentos de comunicação.



- Exploração de petróleo e gás natural (em especial, a utilização de pistolas de ar sísmicas)



## Acidificação dos oceanos

A acidificação dos oceanos é uma consequência das concentrações crescentes de dióxido de carbono dissolvido na água, que faz baixar o seu pH. Estas alterações ameaçam a sobrevivência de muitos organismos marinhos, nomeadamente peixes e corais.



Juntamente com outros efeitos ambientais, tais como a sobrepesca e o aquecimento dos oceanos, podem ter repercussões em grande escala na cadeia alimentar marinha, que é a principal fonte de proteínas e de rendimentos para milhares de milhões de pessoas



## Aquecimento dos Oceanos



**SABIA QUE...**  
Organismos fotossintéticos como as fanerogâmicas marinhas, e organismos termófilos como o ouriço-do-mar-negro (*Arbacia lixula*) poderão sair beneficiados com os agentes de stress globais? Nos últimos sabe-se que a temperatura, modula o impacto do decréscimo do pH na percentagem de larvas que atinge o estágio *pluteus*. Posteriores estudos poderão trazer novas luzes sobre a importância da distribuição das temperaturas presentes e a variabilidade ambiental futura em experiências com vista ao estudo dos impactos da acidificação oceânica.







## O QUE PODEMOS FAZER?

### O papel do cientista...

Os problemas costeiros merecem exame por parte dos melhores ecólogos, biólogos e toxicólogos disponíveis. Os cientistas têm uma importante responsabilidade na participação pública, devendo fornecer análises imparciais de todos os dados disponíveis.

### Testes de Toxicidade

- Antecipam de que modo é que os compostos químicos ou efluentes irão ter impacto no ambiente
- Determinam quais são as alterações que estão a ter lugar em sistemas ecológicos sob a influência das substâncias tóxicas libertadas

Como?



Alguns organismos são utilizados como **bioindicadores** em testes de toxicidade aguda:



**SABIA QUE...**  
O Programa "Mussel Watch" (NOAA) teve início em 1986, representando o maior e mais antigo programa de monitorização contínuo de zonas costeiras do mundo? Foi desenvolvido para analisar contaminantes químicos e biológicos em sedimentos e tecidos bivalves recolhidos em mais de 300 zonas costeiras.



Atualmente os dados têm sido utilizados para caracterizar o impacto ambiental de rios contaminados, emergências, eventos ventosos, episódios e derrames de petróleo e para avaliar o efeito da legislação e a recuperação da zona de contaminação do rio.

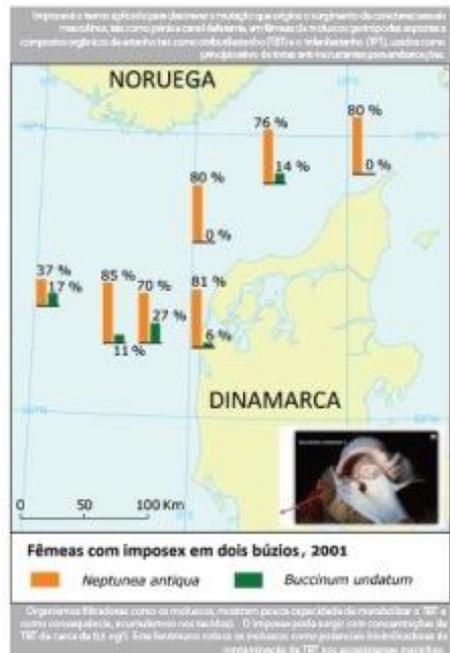
### Monitorização biológica

#### Efeitos Biológicos

- Efeitos bioquímicos (molecular)
- Efeitos fisiológicos
- Efeitos a nível da população (dinâmica populacional)
- Efeitos a nível das comunidades

#### Biomarcadores

Os biomarcadores são comumente descritos como alterações bioquímicas, fisiológicas e histológicas que indicam a exposição ou o efeito tóxico, de um determinado poluente em organismos-teste.



Apesar da importância das conclusões científicas, as questões públicas como a poluição dos oceanos são examinadas também de outras perspetivas:

- económica;
- social;
- política.



## BIORREMEDIAÇÃO E FITORREMEDIAÇÃO

Ferramentas biotecnológicas para a recuperação de ecossistemas costeiros e estuarinos, baseadas na capacidade dos microorganismos (Biorremediação) e plantas (Fitorremediação) para remover contaminantes.

### BIORREMEDIAÇÃO

- Muitos microorganismos têm capacidade de degradar contaminantes orgânicos, utilizando-os como fonte de carbono.

**Degradação por microrganismos**

Para que o processo de biorremediação seja eficiente e necessário, existem alguns fatores de tecnologia crítica, entre eles:

- Alta atividade metabólica intrínseca para melhorar os processos de degradação de poluentes orgânicos e inorgânicos.
- Alta capacidade de sobrevivência em ambientes adversos em vista a possibilidade de bioacumulação de contaminantes e utilização de estratégias de sobrevivência e seleção de organismos que gerem a maior estabilidade.
- Estabilidade "in situ" de populações replicadas no local que dependam de recursos locais para a sobrevivência.

**Petróleo**

### FITORREMEDIAÇÃO

- As plantas podem ser usadas na recuperação de solos, sedimentos e águas contaminados, apresentando diversas estratégias.

- Fitorretenção:** Imobilização de metais no sistema radicular (ex: zinco e cobre).
- Fitorremediação:** Imobilização de metais em tecidos vegetais.
- Fitorremediação:** Degradação dos contaminantes orgânicos por ação metabólica.
- Fitorremediação:** Extração dos contaminantes orgânicos das folhas, transferência em partes comestíveis (ex: soja).
- Fitorremediação:** Imobilização dos microrganismos degradadores de contaminantes orgânicos.
- Fitorremediação:** Utilização de plantas para remover contaminantes de águas subterrâneas por absorção radicular.

### Biorremediação em praias afetadas por derrames de petróleo

- Investigadores do CIIMAR têm desenvolvido metodologias capazes de estimular a biodegradação microbiana de petróleo enterrado a várias profundidades em praias atingidas por derrames.

**Trabalho de campo para coleta de amostras e caracterização da diversidade de comunidades**

**Seleção e purificação de comunidades microbianas de ambientes com capacidade de degradar hidrocarbonetos, através de utilização de meios de cultura seletivos**

**Optimização da produção de biomassa em biorreatores utilizando um sistema de microaeração, em que os nutrientes presentes no meio são aproveitados para a produção de células biológicas para a utilização do campo**

**SABIA QUE...**

Uma FitoETAR é um sistema de tratamento de água residual em que plantas e microorganismos trabalham em conjunto para limpar a água.

- Permite remover diversos tipos de contaminantes:
  - Matéria orgânica
  - Nutrientes
  - Metais
  - Poluentes orgânicos
  - Poluentes emergentes

**Vantagens:** tecnologia limpa, simplicidade, integração paisagística e baixos custos de operação e manutenção.

### Biorremediação e fitorremediação de hidrocarbonetos e metais em estuários

- Investigadores do CIIMAR têm investigado, em ambientes estuarinos, possíveis associações entre plantas e microorganismos que permitam melhorar a capacidade de fitorremediação de metais por parte das plantas e estimular a biorremediação de hidrocarbonetos de petróleo por microorganismos.

**Trabalho de campo para coleta de amostras e caracterização das comunidades microbianas associadas às áreas de plantas de água**

**Experimentos em estuário com associações de plantas com estuários, permitindo avaliar o desempenho de plantas de água e a capacidade de degradação microbiana de hidrocarbonetos**

**Desenvolvimento de estratégias de biorremediação por parte das comunidades microbianas, em que foram capazes de sobreviver a condições de alta salinidade de água para remover metais de ambientes**



## CMIA INVESTIGA AS PRAIAS



ZONA BALNEAR COSTEIRA

As águas balneares definem-se por águas superficiais, quer sejam interiores, costeiras ou de transição, em que se preveja um grande número de banhistas e onde a prática balnear não tenha sido interdita ou desaconselhada de modo permanente, isto é, pelo menos durante uma época balnear.

### Avaliação da qualidade da água

No decurso da época balnear há necessidade de avaliar a qualidade da água numa perspectiva de prevenção do risco para a saúde que possa resultar de situações de poluição de curta duração ou de situações anormais, pelo que é realizada uma avaliação pontual. À medida que vão estando disponíveis, os resultados da monitorização efectuada durante a época vão sendo disponibilizados ao público, sendo este alertado caso os resultados assim o justifiquem.



ÉPOCA BALNEAR

### Monitorização e parâmetros

- Antes do início de cada época balnear é estabelecido um programa de monitorização para cada água balnear, tendo um mês como intervalo máximo entre amostragens.

-A frequência de amostragem é normalmente estabelecida tendo em conta a categoria da água balnear (costeira, de transição ou interior), o seu historial e as pressões a que eventualmente está sujeita.

-Os parâmetros a avaliar correspondem aos níveis de Enterococos intestinais e Escherichia coli expressos em ufc (unidades formadoras de colónias) por 100 mililitros, sendo analisados de acordo com a legislação vigente.



Colheitas de água para análise  
Fracção da amostra para análise laboratorial

Análise laboratorial das amostras  
Em laboratório de análises laboratoriais, os resultados são interpretados de modo a avaliar a qualidade das águas balneares costeiras.

Resultados obtidos através da análise das amostras  
Exemplo de cultura de Escherichia coli, patógeno de análise microbiológica.

### Condições de segurança

Os requisitos necessários para garantir em segurança a utilização das águas identificadas como balneares costeiras passam pelos acessos, infra-estruturas e segurança das praias e pela qualidade da água.

### Legislação

O Decreto-Lei nº 113/2012 de 223 de Maio, estabelece o regime de identificação, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, prosseguindo portanto objectivos de prevenção da saúde humana e de preservação, protecção e melhoria do ambiente.

AGUAS BALNEARES COSTEIRAS	Enterococos intes.	Escherichia coli
Qualidade Excelente ★★★★ Mais de 95% das análises efectuadas	<100 ufc/100ml 95% das análises efectuadas	<250 ufc/100ml 95% das análises efectuadas
Qualidade Boa ★★★ Mais de 90% das análises efectuadas	<200 ufc/100ml 95% das análises efectuadas	<500 ufc/100ml 95% das análises efectuadas
Qualidade Aceitável ★★ Mais de 80% das análises efectuadas	<185 ufc/100ml em 90% das análises efectuadas	<500 ufc/100ml em 90% das análises efectuadas
Qualidade Má ★ Mais de 70% das análises efectuadas	Acima do limite para a água de Qualidade Aceitável	Acima do limite para a água de Qualidade Aceitável

#### SABIA QUE...

Nas águas que não estejam identificadas como águas balneares, aprovadas por portaria do membro do Governo responsável pela área do ambiente, publicadas até 1 de Março de cada ano, a prática balnear é desaconselhada.



## Anexos





## Atividades lúdico-pedagógicas

- Desenhos para colorir;
- Liga os pontos;
- Labirintos.

Polição  
dos  
Mares  
A HERANÇA DA  
HUMANIDADE?

\*Aquando do levantamento da exposição  
estarão também disponíveis:

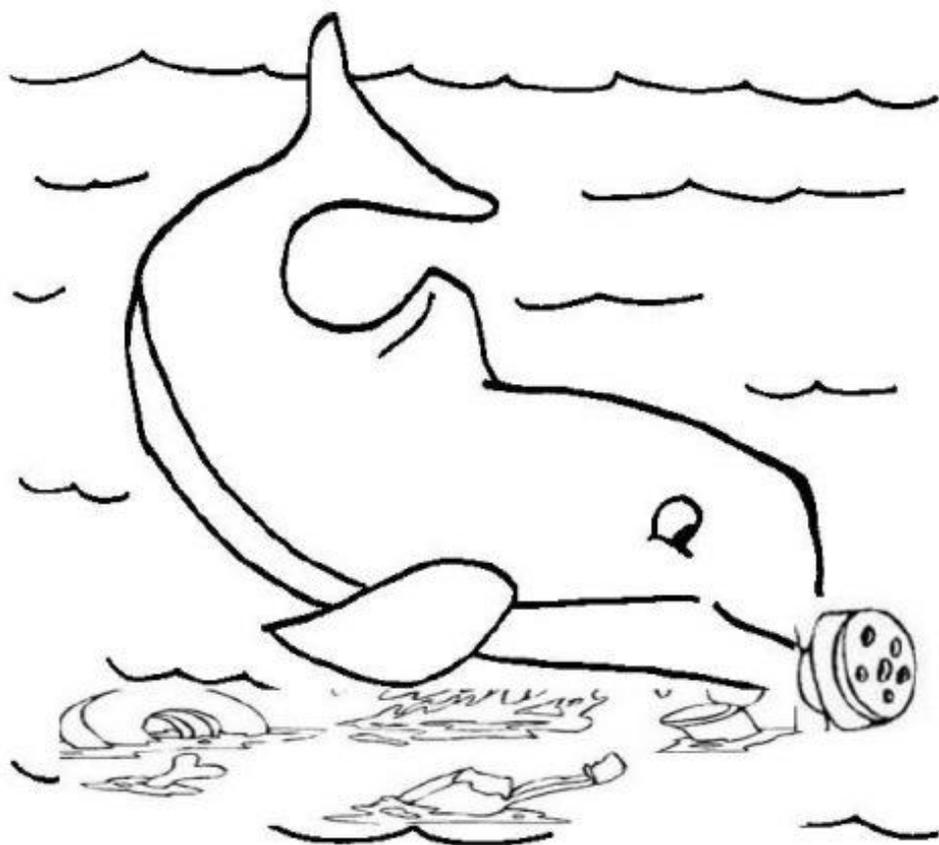
- Puzzles



## LIXO MARINHO

Qualquer material sólido persistente, processado ou manufacturado e que é descartado, abandonado e de alguma forma transportado até ao meio costeiro ou marinho.

Pinta o desenho.





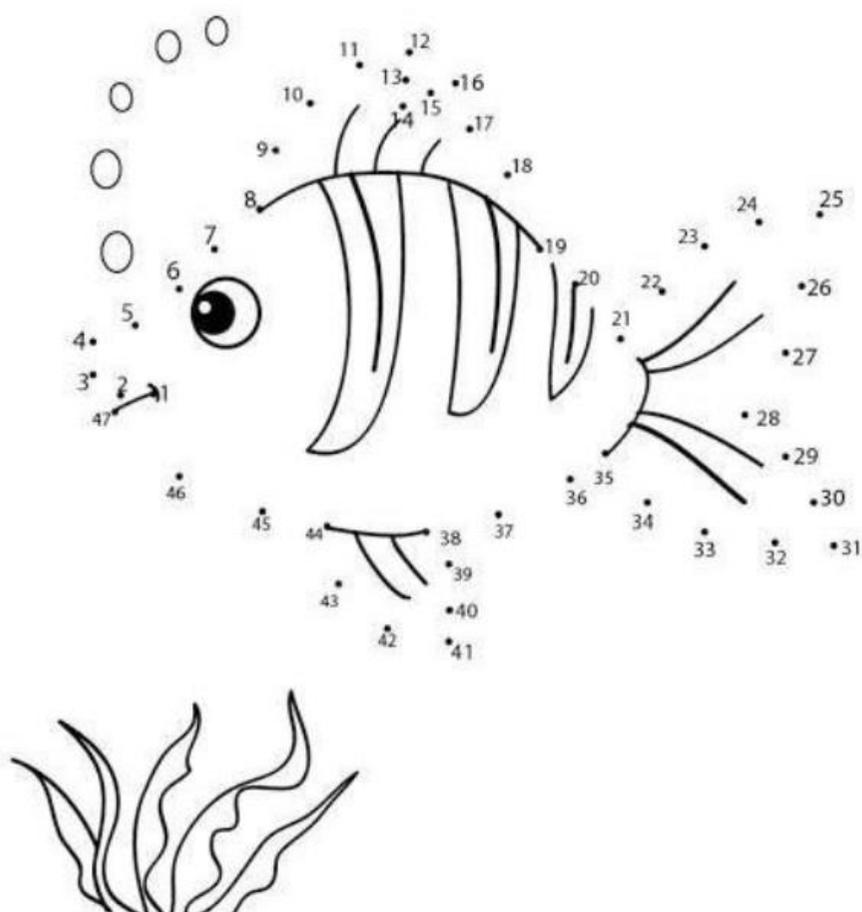
No decurso da época balnear há necessidade de avaliar a qualidade da água numa perspetiva de prevenção do risco para a saúde que possa resultar de situações de poluição de curta duração ou de situações anormais, pelo que é realizada uma avaliação pontual.

Pinta o desenho.





Liga os pontos e pinta o desenho.





As descargas de águas residuais urbanas, devido ao seu volume, são a segunda causa mais grave de poluição de água na forma de eutrofização.

Se for lançada mais matéria orgânica do que a água dos rios/estuários são capazes de assimilar a diluição não é suficientemente eficaz sendo necessário o **tratamento das águas residuais**.

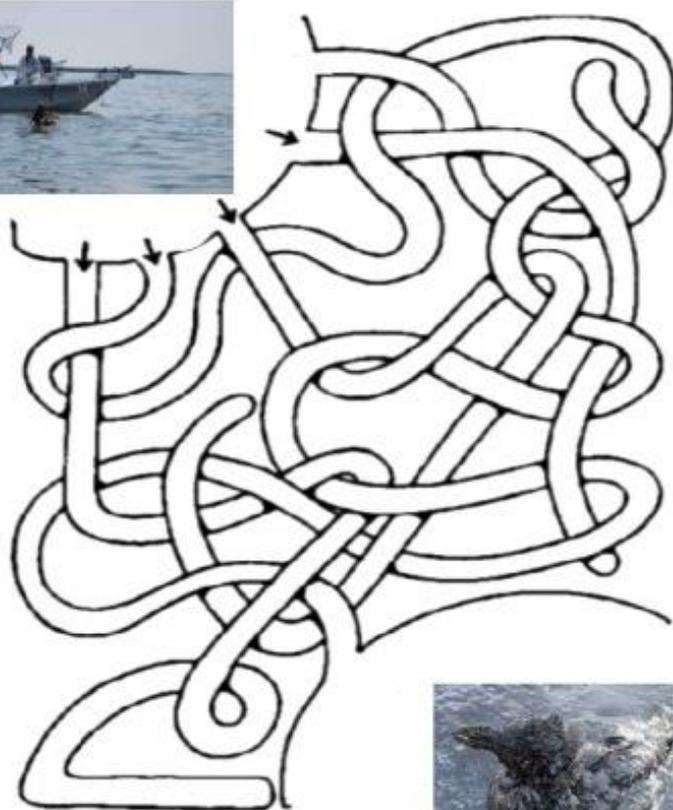
Encaminha o efluente para a ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuais).





As marés negras têm efeitos altamente destruidores, provocando uma enorme mortalidade na fauna (aves marinhas, peixes, moluscos, crustáceos, etc.). Quando as marés negras atingem as zonas costeiras, os seus efeitos tornam-se ainda mais catastróficos. Além de destruírem a fauna e a flora, provocam enormes prejuízos à atividade piscatória e têm um forte impacto negativo na atividade turística, já que os resíduos petrolíferos, de remoção difícil, impedem durante muito tempo a utilização das praias.

Ajuda a capturar a ave para salvá-la.





## Protocolos CIIMAR na escola

- Reprodução nos peixes: maturação de gónadas e gâmetas;
- Ácido ou alcalino? As couves roxas também nos indicam o pH?;
- Como ocorre a acidificação dos oceanos?.



AGÊNCIA NACIONAL  
PARA A CULTURA  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

## Protocolo experimental

### Reprodução nos peixes: maturação de gónadas e gâmetas

#### Enquadramento Teórico

O conhecimento do ciclo de maturação das gónadas e do estado de maturação dos gâmetas peixes é útil para avaliar parâmetros de fertilidade, disfunções do desenvolvimento sexual, e alterações da razão entre sexos. Por esta razão é frequentemente incorporado em programas de monitorização, sendo útil também numa perspetiva de gestão de pescas. A análise de preparações histológicas de gónadas de peixe proporciona este tipo de informação. Este tipo de abordagem permite pela análise da morfologia das gónadas a identificação do sexo, sendo que as gónadas de macho e fêmeas são diferentes. Além disso, durante a maturação das gónadas até à reprodução, ocorrem alterações que são de fácil identificação e classificação por análise histológica.

#### Objetivos

Esta atividade experimental tem por objetivos a análise e observação de preparações histológicas de gónadas de peixes estuarinos ou marinhos (e.g., solha e tainha) para identificação do sexo do animal e dos diferentes estados de maturação das suas gónadas. Este protocolo enquadra-se nas Áreas Curriculares de Biologia e Geologia (11º ano) e de Biologia (12º ano) do Ensino Secundário.



## [O CIIMAR NA ESCOLA]

### Material

- Microscópio ótico
- Preparações histológicas (fornecidas pelo CIIMAR para o período da experiência)

### Procedimento

1. Escolher aleatoriamente algumas lâminas para observação.
2. Colocar uma lâmina no microscópio ótico, focar com a objetiva de menor ampliação (4x) e identificar o sexo do animal.
3. Escolher um campo de visualização e focar com uma objetiva de maior ampliação (10x ou 20x) e, se necessário, com a objetiva de 40x.
4. Identificar o estado de maturação com base na identificação dos diferentes estádios de desenvolvimento observados (ver figuras 1 a 3).
5. Registrar as observações efetuadas na folha de registo da atividade.

**Nota:** A classificação do estado de maturação deve ser feita com base nos tipos celulares mais frequentes em cada lâmina.



### Estádios de maturação

As figuras 1 a 3 ilustram alguns estados de maturação de gónadas e gâmetas de macho e fêmea de peixe que se podem observar nas lâminas fornecidas.

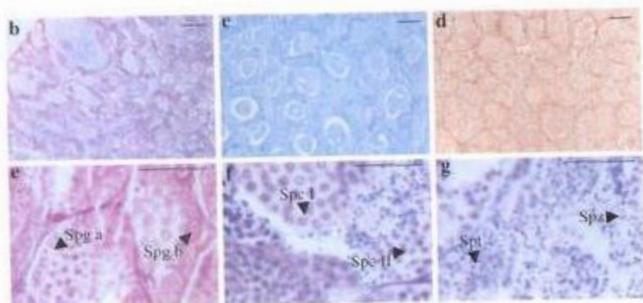


Figura 1: Microfotografias de testículo de peixe<sup>1</sup>. Espermatogénese inicial (b e e), espermatogénese intermédia (c e f), e espermatogénese final (d e g). Observam-se um espermatogónia tipo a (Spg a), uma espermatogónia tipo b (Spg b), espermatócitos primários (Spc I), espermatócitos secundários (Spc II), espermatídeos (Spt), e espermatozóides (Spz).

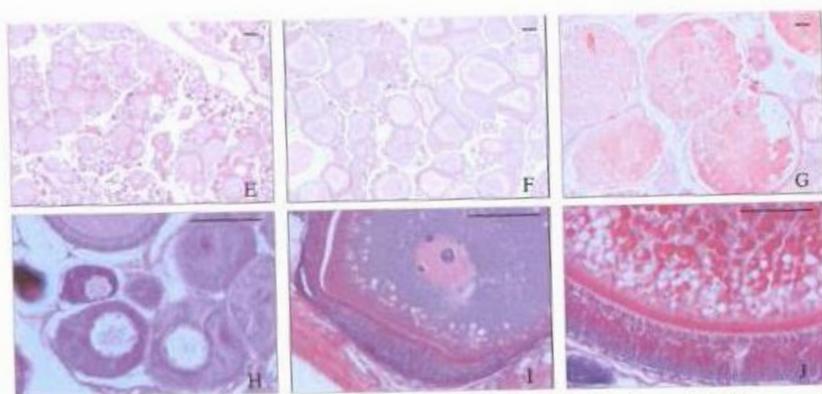


Figura 2: Microfotografias de ovário de peixe<sup>2</sup> onde se pode observar a oogénese inicial (E e H), oogénese intermédia (F e I) e oogénese final (G e J)

<sup>1</sup> Ferreira, F.; Santos, M.M.; Reis-Henriques, M.A.; Vieira, N.M.; Monteiro, N.M. 2011. The annual cycle of spermatogenesis in the shanny, *Lipophrys pholis*, a recently proposed sentinel species for pollution monitoring. *Ichthyological Research* 58: 360-365.

<sup>2</sup> Ferreira, F.; Santos, M.M.; Reis-Henriques, M.A.; Vieira, N.M.; Monteiro, N.M. 2012. The annual cycle of oogenesis in the shanny, *Lipophrys pholis* (Pisces: Blenniidae). *Scientia Marina* 76(2): 273-280



[O CIIMAR NA ESCOLA]

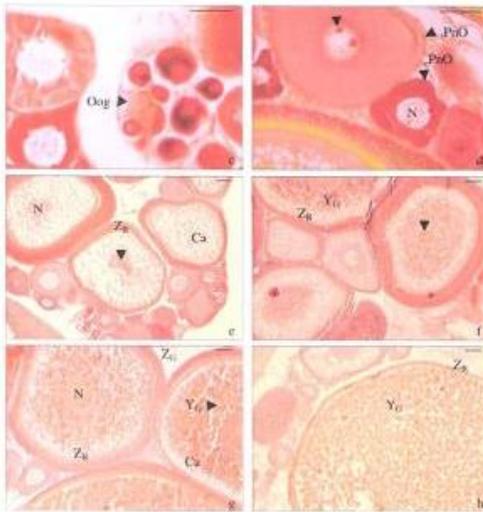


Figura 3: Microfotografias de ovário de peixe onde se pode observar as estruturas ou células seguintes<sup>2</sup>: oogónia (Oog), oócito perinuclear (PnO), núcleo (N), oócito cortico-alveolar (Ca), zona radiata (Zr), vitelo (Yg).



## Reprodução nos peixes: maturação de gónadas e gâmetas

### Registo de Resultados

1. Indica qual o objetivo do estudo.
2. Quantas lâminas observaste? \_\_\_\_\_
3. Em face do observado ao microscópio preenche a tabela seguinte.

Tabela 1: Identificação do estado de maturação das células de gónadas de peixes

Nº da Lâmina	Sexo Animal	Estado de Maturação	Tipos de Células Identificados



## Protocolo experimental

### Ácido ou alcalino? Ou, as couves roxas também nos indicam o pH

#### Enquadramento Teórico

Cada solução aquosa tem um determinado potencial de hidrogénio iónico (pH), e muitas delas têm propriedades ácidas ou alcalinas. Os ácidos são substâncias que quando se dissolvem na água libertam iões hidrogénio ( $H^+$ ). As bases, ou substâncias alcalinas, quando em solução aquosa libertam iões hidróxido ( $OH^-$ ). Os ácidos têm um sabor azedo ou acre e reagem com alguns metais (e.g., zinco, magnésio, ferro), produzindo hidrogénio gasoso, e com carbonatos e bicarbonatos, produzindo dióxido de carbono. Além disso as soluções aquosas de ácidos são boas condutoras de eletricidade. As bases apresentam sabor amargo e as suas propriedades favorecem o seu uso, por exemplo, como produtos de limpeza ou na produção de medicamentos (anti-ácidos). Algumas bases são bastante fortes, sendo corrosivas, como é o caso da soda cáustica ( $NaOH$ ).

O pH é uma medida do grau de acidez ou alcalinidade de uma solução aquosa ou de um líquido, seja ele o sumo de limão, detergente amoniacal, o sangue, ou a água da chuva. Um dos métodos de medição do pH baseia-se no uso de indicadores, i.e., compostos químicos (normalmente ácidos ou bases fracos) que quando se adicionam a uma solução ou líquido se vão ligar aos iões  $H^+$  e  $OH^-$ . Esta ligação provoca uma alteração na sua configuração eletrónica com conseqüente alteração da sua cor. A alteração de cor vai depender do pH da solução a testar, variando entre o vermelho e o amarelo.

#### Objetivos

Esta atividade pretende introduzir os conceitos de ácido/base através da preparação de um indicador de pH utilizando extrato de couve roxa e a determinação do carácter químico de alguns líquidos do nosso quotidiano. Este protocolo enquadra-se nas Áreas Curriculares de Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico.



## Material

- Couve roxa
- Sumo de limão
- Água gaseificada
- Coca-Cola ou vinagre
- Café
- Soda cáustica
- Água com sabão (rosa ou azul)
- Tacho
- Coador
- Recipiente de vidro
- 5 copos ou gobelés
- 2 Provetas de vidro de 10 mL
- Pipetas de Pasteur
- Marcador

## Procedimento

### A. Preparação do extrato de couve roxa

1. Ferver água no tacho.
2. Cortar a couve em pedaços e colocá-la na água a ferver.
3. Quando a água apresentar cor violeta bastante escura, terminar a cozedura, deixar arrefecer e filtrar com o coador.
4. Reservar a água num recipiente.



## [O CIIMAR NA ESCOLA]

### B. Medir o pH das soluções a testar

1. Marcar cada um dos copos com o nome dos líquidos a testar (sumo de limão, água gaseificada, coca-cola e sabão), e colocar 10 mL de cada líquido no copo respetivo.
2. Adicionar a cada copo 5 mL do extrato de couve roxa.
3. Comparar a alteração de cor com uma escala de pH (figura 1) e registar as alterações observadas e o carácter químico de cada solução na folha de registo da experiência.



**Figura 1:** Escala de pH. Vermelho, pH < 3; rosa/violeta, pH = 4-5; azul, pH = 6-8; verde, pH = 9-10; amarelo, pH > 11.



Ácido ou alcalino? Ou, as couves roxas também nos indicam o pH.

### Registo de Resultados

1. Formula e indica a hipótese a testar nesta experiência.
2. Preenche a tabela seguinte com as tuas observações.

Tabela 1: pH de líquidos do nosso quotidiano.

Líquido testado	Cor/tonalidade	pH	Caracterização (ácido, neutro, básico)

3. Quais as substâncias presentes no sumo de limão e no vinagre que lhes conferem as suas propriedades químicas?



## Protocolo experimental

### Como ocorre a acidificação dos oceanos?

#### Enquadramento Teórico

Os oceanos absorvem anualmente cerca de 25% do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), proveniente de atividades humanas, que é libertado para a atmosfera. Desta forma atenuam fortemente o impacto no clima deste gás com efeito de estufa. Contudo, a dissolução do dióxido de carbono na água origina a formação de ácido carbónico que acidifica a água. As emissões de  $\text{CO}_2$  para a atmosfera têm aumentado bastante desde a Revolução Industrial, e em particular nas últimas décadas. Em consequência, é notório o aumento da acidificação dos oceanos. Este incremento de acidez tem consequências nos organismos marinhos. Diminui significativamente a taxa de calcificação de organismos com conchas, carapaças e esqueletos de calcário, como por exemplo microalgas, moluscos, crustáceos, e corais. Pode também alterar a fisiologia e reprodução de alguns organismos. Estas alterações têm repercussões tanto ecológicas, afetando as cadeias tróficas e a biodiversidade, como económicas causando sérios prejuízos no sector das pescas.

#### Objetivos

Esta atividade introduz a noção de efeito de estufa e demonstrando experimentalmente a acidificação dos oceanos causada pelo aumento do dióxido de carbono atmosférico. Para compreender os efeitos adversos desta acidificação nas comunidades marinhas, propõe-se a verificação da erosão do carbonato de cálcio presente no exosqueleto de animais marinhos e conchas, através da reação deste com uma solução aquosa ácida. Este protocolo enquadra-se na Área Curricular das Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico e no Princípio Essencial 3 "O Oceano exerce uma influência importante no clima" sobre a cultura científica do Oceano fomentada pelo projeto Conhecer o Oceano<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <http://www.cienciaviva.pt/oceano/home/>



## Material

- Extrato de couve roxa (a preparar conforme indicado na atividade “Ácido ou Alcalino?”)
- Escala colorimétrica de pH
- Bicarbonato de sódio
- Vinagre
- Água destilada
- Conchas de animais marinhos
- 2 Garrafas de plástico pequenas, uma de 30 cl e outra de 50 cl
- Palhinha ou outro tubo flexível
- Plasticina
- Copos de vidro
- Palhinha

## Procedimento

### A. Acidificação da água induzida pela dissolução de CO<sub>2</sub>

#### Experiência 1

1. Perfurar as tampas das garrafas e passar a palhinha pelos orifícios feitos, unindo assim as garrafas. Usar plasticina para selar os orifícios (as garrafas devem ficar bem vedadas permitindo apenas trocas gasosas através do tubo) (figura 1).
2. Colocar na garrafa mais pequena 30 mL de extrato de couve roxa e 60 mL de água destilada.
3. Colocar na outra garrafa 100 mL de vinagre e uma colher de chá de bicarbonato de sódio. O ácido acético do vinagre reage quimicamente com o bicarbonato de sódio libertando CO<sub>2</sub> (de acordo com a reação  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\text{g})$ ). O CO<sub>2</sub> vai difundir-se através do tubo para a garrafa mais pequena baixando o pH da solução de água e indicador.
4. Observar as alterações de cor que ocorrem na garrafa que contém a solução de água e indicador de pH; se necessário, agitar a garrafa com água. Comparar as cores obtidas com a escala colorimétrica de pH. Anotar as alterações observadas e o pH determinado na folha de registo da experiência.



Figura 1: Exemplificação da experiência

### Experiência 2

1. Colocar volumes iguais de solução de extrato de couve roxa (15 mL de água de cozedura + 30 mL de água destilada) em dois copos de vidro. Um dos copos servirá de controlo e o outro de recipiente teste.
  2. Soprar no líquido do recipiente teste, fazendo borbulhar a solução. Comparar as alterações de cor observadas com a solução controlo e com a escala colorimétrica de pH. Registrar as alterações observadas e o valor de pH determinado.
- B. Efeito da acidificação dos oceanos em conchas de animais marinhos
1. Colocar num copo 15 mL de extrato de couve roxa e 30 mL de sumo de limão. Nota: a solução deve ficar bem vermelha ( $\text{pH} < 3$ ).
  2. Colocar noutro copo 15 mL de extrato de couve roxa e 30 mL de água da torneira.
  3. Colocar uma concha em cada copo e observar a libertação de  $\text{CO}_2$ .



## Como ocorre a acidificação dos oceanos?

### Registo da experiência

1. Formula e indica as hipóteses a testar nestas experiências.
2. Indica que alterações observaste nas experiências de acidificação da água pelo CO<sub>2</sub>. Qual o pH que obtiveste na experiência 1 e na experiência 2?
3. Qual a origem do CO<sub>2</sub> que causou acidificação da água na experiência 2.
4. Em que copo observaste maior libertação de CO<sub>2</sub> na experiência de estudo dos efeitos da acidificação nas estruturas calcárias de animais marinhos?
5. Indica três atividades humanas que causam a libertação intensa de dióxido de carbono para a atmosfera contribuindo para a acidificação dos oceanos.