

# À descoberta da Ria Formosa

**Edição**

**Jaime Aníbal | Ana Gomes**

**Isabel Mendes | Delminda Moura**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
EDITORA



# À descoberta da Ria Formosa

## **Edição**

Jaime Aníbal  
Ana Gomes  
Isabel Mendes  
Delminda Moura

**Título:** À descoberta da Ria Formosa

**Editores:** Jaime Aníbal, Ana Gomes, Isabel Mendes, Delminda Moura

**Revisores Científicos:**

Élio Salvador Vicente, *Zoomarine – Mundo Aquático SA, Albufeira*

Hélder José Rodrigues Pereira, *Escola Secundária de Loulé*

Lúis Pereira, *Serviço de Apoio à Presidência, Município de Albufeira*

Cristina Veiga-Pires, *Universidade do Algarve/Centro de Ciência Viva do Algarve*

**Edição:** Universidade do Algarve Editora

**1ª Edição**

**Local de Edição:** Faro

**Data de Edição:** 2021

**Design Gráfico e Paginação:** João Correia

**Impressão:** Secção de Reprodução Documental da Universidade do Algarve

**ISBN:** 978-989-9023-64-2 (versão impressa)

**Depósito Legal:** 490200/21

**ISBN:** 978-989-9023-65-9 (versão eletrónica)

**DOI:** <https://doi.org/10.34623/nd9p-3s41>

**Disponível em:** <http://hdl.handle.net/10400.1/17221>



© Universidade do Algarve

Campus de Gambelas

8005-139 Faro

Portugal

Reservados todos os direitos

# Índice

---

Agradecimentos .....	5
Preâmbulo .....	7
Prefácio .....	9
1. Introdução .....	13
2. No âmago da Ria Formosa: praias lagunares e sapal .....	19
3. Qual a importância das trocas entre a Ria Formosa e o oceano adjacente para a produtividade biológica destes sistemas? .....	27
4. O destino das águas residuais humanas – o exemplo Algarvio da Ria Formosa .....	35
5. A importância do mundo invisível dos micróbios na Ria Formosa .....	47
6. De cliques a exuberâncias, de macroalgas a nutrientes: histórias de ritmos, equilíbrios e fotografias na Ria Formosa .....	57
7. Importância das plantas do sapal para reter os metais que chegam à Ria Formosa devido às atividades humanas .....	67
8. Os efeitos adversos da atividade humana na Ria Formosa .....	75
9. Energias limpas na Ria Formosa, o caminho da sustentabilidade .....	87
10. Os satélites como instrumentos de aprendizagem e auxílio da Ria Formosa .....	95
Glossário .....	105



# 8. Os efeitos adversos da atividade humana na Ria Formosa

Maria João Bebianno<sup>1</sup>, Patrícia Pedro<sup>1</sup>, Ângela Serafim<sup>1</sup>, Belisandra Lopes<sup>1</sup> & Alice Newton<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005–139 Faro, Portugal  
[mbebian@ualg.pt](mailto:mbebian@ualg.pt); [aserafim@ualg.pt](mailto:aserafim@ualg.pt); [blopes@ualg.pt](mailto:blopes@ualg.pt); [anewton@ualg.pt](mailto:anewton@ualg.pt)

## 8.1. O que aborda este capítulo?

A Ria Formosa é um sistema lagunar que apresenta uma grande diversidade e complexidade estrutural, fornecendo serviços e benefícios valiosos para a região. No entanto, a presença de substâncias perigosas constitui um motivo de preocupação, pois pode colocar em perigo este sistema, sendo necessário uma gestão adequada, que permita a redução de pressões derivadas das atividades humanas, para uma melhor sustentabilidade futura deste ecossistema.

## 8.2. Impacto da atividade humana na Ria Formosa

A Ria Formosa caracteriza-se por uma vasta riqueza e diversidade biológica e ecológica, mas é também um espaço fortemente humanizado, pelo que a componente social e económica é muito importante para a população residente e visitante.

Algumas atividades humanas efetuadas no interior e em volta da Ria Formosa introduzem contaminantes (Caixa 8.1) e substâncias perigosas (Caixa 8.2) no sistema lagunar, degradando o estado ambiental e ecológico deste importante ecossistema.

### Caixa 8.1

**Contaminação:** Introdução de qualquer substância na água diminui a sua pureza. Colocar sumo de limão num copo de água é uma contaminação, mesmo que seja inofensivo.

**Poluição:** Se a substância que é introduzida na água é prejudicial, como um veneno, isso é considerado poluição.

### Caixa 8.2 – Substâncias perigosas e substâncias prioritárias

Qual é a diferença entre Substâncias Prioritárias, Substâncias Perigosas e Substâncias Perigosas Prioritárias? Contaminantes e poluentes são agrupados em várias categorias como Substâncias Perigosas (<https://www.ospar.org/work-areas/hasec/chemicals>); Substâncias prioritárias e substâncias perigosas prioritárias (Diretiva 2008/105/CE).

**Substâncias perigosas:** substâncias ou grupos de substâncias tóxicas, persistentes e suscetíveis de bioacumulação (assimilação e retenção de substâncias químicas pelos organismos), e ainda outras substâncias ou grupos de substâncias que suscitem preocupações da mesma ordem. Exemplos: organoclorados, amianto, bifenilos policlorados (PCB).

**Substâncias prioritárias:** 33 substâncias ou grupos de substâncias cujas normas de qualidade ambiental foram estabelecidas na Diretiva 2008/105/CE. Exemplos: benzeno, diclorometano, chumbo e compostos de chumbo.

Substâncias perigosas prioritárias: Subconjunto de substâncias prioritárias mais perigosas, caracterizadas pela sua persistência, bioacumulação e toxicidade, ou por um nível equivalente de preocupação. Exemplos: nonilfenóis, hidrocarbonetos poliaromáticos, mercúrio e composto de mercúrio.

Relativamente às atividades humanas, destaca-se o setor alimentar. De facto, a área circundante conhecida como “Campina de Faro”, apesar de se encontrar cada vez mais urbanizada, apresenta uma importante atividade agrícola em que dominam as culturas permanentes de carácter intensivo, tais como pomares de citrinos e culturas hortícolas em estufa e ao ar livre. A criação de animais, tanto em terra (aves e porcos) como no interior da laguna (peixes, bivalves) também assume uma importante componente no setor alimentar. Em particular, a colheita de mariscos representa 80–90% da produção total de bivalves em Portugal. De destacar também a extração de sal, uma indústria importante nesta zona, bem como as grandes extensões dedicadas ao lazer, nomeadamente os campos de golfe. De uma maneira geral, os principais setores económicos incluem a extração de areia e sal, agricultura, criação de animais, aquicultura, pesca, processamento de alimentos, golfe, turismo e setor imobiliário.

O aumento da produção de resíduos, a partir das atividades económicas mencionadas, resulta em pressões constantes no interior deste sistema lagunar. Estas substâncias chegam por diversos meios: através do transporte atmosférico, descargas fluviais, escoamento agrícola, rodoviário e de campos de golfe, efluentes domésticos e industriais, efluentes de criação animal e aquicultura, emissões de portos, marinas e barcos, bem como lixo marinho resultante da pesca e do turismo.

Devido à circulação restrita na parte interna do sistema lagunar (apenas cerca de 70% da água é trocada diariamente com o Oceano Atlântico), muitas das substâncias perigosas lançadas de terra ou a partir da atmosfera concentram-se neste sistema, onde as extremidades são particularmente afetadas. Somente as áreas com acesso direto ao mar, como os principais canais de navegação (canais de Faro e Olhão), são totalmente renovadas, apesar de receberem óleo e outros contaminantes resultantes das atividades de navegação.

### **8.3. Quais são os contaminantes e de onde provêm?**

Os contaminantes encontrados na Ria Formosa incluem nutrientes, especialmente fertilizantes contendo azoto e fósforo (Caixa 8.3). O enriquecimento do meio aquático com estes compostos provoca o crescimento acelerado de algas, perturbando o equilíbrio biológico e a qualidade das águas em causa. Este processo é conhecido como eutrofização, o qual pode ser responsável pela redução da transparência, alteração na cor e odor da água e pela diminuição do oxigénio dissolvido, podendo resultar em hipoxia (carência de oxigénio) ou anoxia (ausência de oxigénio).

### Caixa 8.3 – Que tipos de substâncias contaminam e poluem a Ria Formosa?

**Nutrientes e matéria orgânica:** São provenientes de fertilizantes e resíduos de animais, incluindo esgotos e processamento de alimentos. Estes compostos não são tóxicos, mas promovem proliferação de algas e bactérias que podem afetar a qualidade da água, principalmente a transparência e os níveis de oxigênio.

**Metais:** Ocorrem naturalmente no ambiente marinho. Alguns como o cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb) são altamente tóxicos e, portanto, são considerados substâncias prioritárias na Diretiva-Quadro da Água. Outros como o cobre (Cu) e zinco (Zn) são essenciais para os organismos, mas em quantidades excessivas podem ser tóxicos. Estes elementos têm uma ampla aplicação, por exemplo na fabricação de baterias, tintas, instalações de combustão, galvanoplastia e incineradoras.

**Tributilestanho (TBT):** Composto tóxico com uso em diversos setores da indústria, desde biocida em cascos de navios, a estabilizador em artigos de plásticos de PVC. No ambiente marinho, o TBT pode encontrar-se dissolvido ou adsorvido em partículas em suspensão, as quais se depositam em sedimentos, tornando-se disponível para os organismos. Os efeitos incluem malformação da concha nas ostras, o que reduz o seu crescimento; imposex em búzios, ou seja, a transformação de fêmeas em machos, causando um declínio populacional destas espécies.

**Poluentes orgânicos persistentes (POP):** Ao contrário dos metais, os POP não são compostos naturais e são produzidos por seres humanos. Estes compostos são altamente estáveis e persistem no ambiente. Têm a capacidade de se acumular em organismos, sendo tóxicos para estes, incluindo o homem. As consequências são ao nível do sistema reprodutivo, imunitário e endócrino, sendo também apontados como carcinogénicos. Alguns são usados na agricultura para controlo de insetos (p. ex. DDT, Aldrina, Heptacloro, etc.), enquanto outros são usados em processos industriais (p. ex. PCB e hexaclorobenzeno). Estes compostos encontram-se incluídos na Convenção de Estocolmo

sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, um mecanismo legal estabelecido para controlar a produção e o uso de POP. Entre eles, uma lista de 12 POP foram proibidos ou estritamente controlados e outros 10 POP foram posteriormente incluídos.

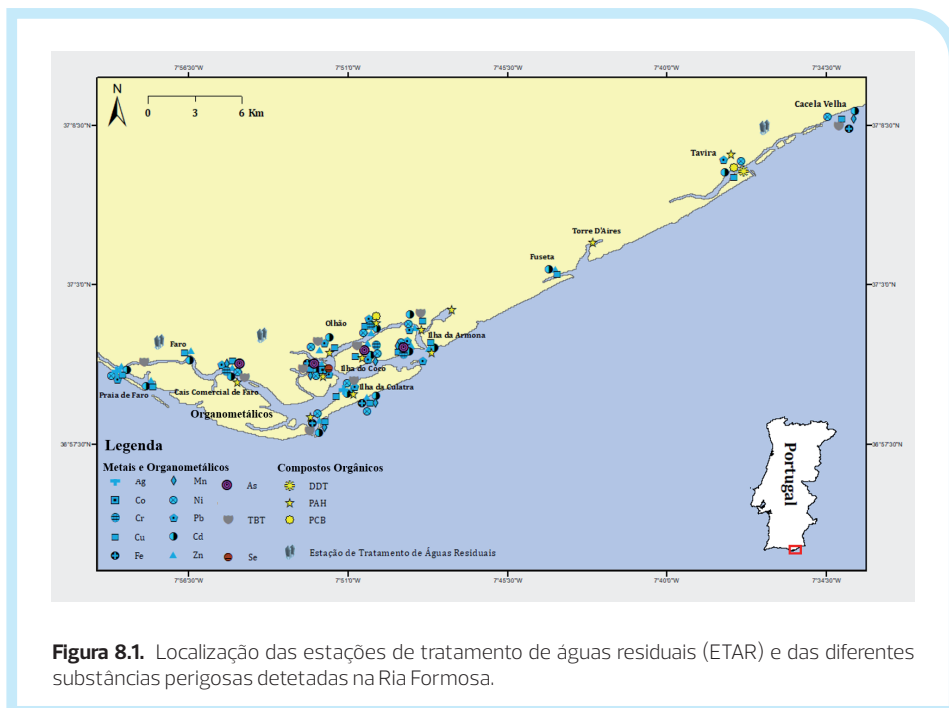
**Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH):** São libertados no meio ambiente a partir de processos antropogénicos (por combustão incompleta ou pirólise de matéria orgânica) ou por processos naturais (incêndios florestais, erupções vulcânicas e síntese e degradação biológica de biomassa). Este grupo de compostos apresentam propriedades mutagénicas e/ou cancerígenas.

**Contaminantes emergentes:** Correspondem a um amplo conjunto de compostos que não são comumente monitorizados, mas que podem causar efeitos adversos ao meio ambiente e nos seres humanos. Nesta categoria estão incluídos Produtos de Higiene Pessoal, compostos farmacêuticos e micro e nanopartículas (partículas cujo tamanho varia de 1-100 nm).

**Disruptores endócrinos:** Substâncias não produzidas pelos organismos que interferem na síntese, secreção, transporte, metabolismo ou eliminação das diferentes hormonas, ou seja, podem alterar o sistema endócrino e consequentemente causar efeitos adversos. Neste grupo encontram-se uma grande variedade de substâncias e com diferentes utilidades como pesticidas (p. ex. DDT, atrazina), recipientes de alimentos (p. ex. bisfenol A, ftalatos, fenol), materiais eletrónicos e de construção (p. ex. retardadores de chama bromados, PCB), produtos de higiene pessoal (p. ex. ftalatos), antibacterianos (p. ex. triclosan), vestuário têxtil (p. ex. perfluoroquímicos), entre outros.

O aparecimento destes nutrientes nas águas da Ria Formosa acontece de diversos modos. No entanto, quando provocado pelo ser humano, pode ter origem em esgotos domésticos, onde são encontrados nas fezes, urina, restos de alimentos e detergentes.

O sistema lagunar da Ria Formosa recebe a descarga de efluentes de 28 estações de tratamento de águas residuais domésticas e industriais (ETAR), das quais doze são libertados diretamente para o interior deste sistema (Figura 8.1).



**Figura 8.1.** Localização das estações de tratamento de águas residuais (ETAR) e das diferentes substâncias perigosas detetadas na Ria Formosa.

O tratamento dos esgotos domésticos nesta área foi insuficiente até meados dos anos 90. Atualmente, é realizado em estações de tratamento com um nível de tratamento secundário (p. ex. lamas ativadas + radiação Ultravioleta, lagunagem), atendendo uma população equivalente a cerca de 300 000 habitantes (consultar Capítulo 4 para melhor entendimento do funcionamento das Estações de Tratamento de Águas Residuais).

#### 8.4. O que são substâncias perigosas e qual o seu impacto nos recursos vivos?

As substâncias perigosas incluem metais, compostos organometálicos (compostos orgânicos que possuem pelo menos um átomo de metal, p. ex. tributilestanho e tetraetil chumbo), compostos orgânicos persistentes (substâncias químicas orgânicas sintéticas, que são altamente estáveis e por isso persistem no ambiente, p. ex. pesticidas), hidrocarbonetos (p. ex. gasolina), produtos de higiene pessoal (p. ex. protetores solares), produtos farmacêuticos (p. ex. antibióticos) e plásticos (Caixa 8.3). Todos estes compostos já foram detetados na água, sedimentos e em

diferentes organismos existentes na Ria Formosa, apresentando sérios riscos à biodiversidade, ao desenvolvimento económico e à saúde humana. Os efeitos adversos incluem toxicidade aguda, ameaça à segurança alimentar e aumento de doenças cancerígenas, alterações do sistema imunológico e reprodutivo e mutações nas gerações futuras.

Para avaliar o impacto dessas substâncias, são utilizadas espécies sentinela ou bioindicadoras como mexilhões *Mytilus galloprovincialis*, amêijoas *Ruditapes decussatus* e ostras *Crassostrea gigas*, porque são espécies que concentram estas substâncias e fornecem uma medida de sua biodisponibilidade. A Figura 8.2 mostra as diferentes espécies da Ria Formosa utilizadas como espécies bioindicadoras. Do mesmo modo, é essencial determinar o efeito destas substâncias nos organismos, sendo para isso utilizados biomarcadores, que fornecem informação de como determinados compostos atuam a nível molecular, celular e tecidual.

Na Ria Formosa têm sido detetadas diferentes substâncias perigosas (Figura 8.1). A presença de metais foi revelada pela primeira vez na década de 70, mas a sua monitorização mais regular só se iniciou a partir dos anos 90. Também têm vindo a ser detetados compostos organometálicos, como o Tributilestanho, devido à utilização de tintas anti-incrustantes nos cascos dos barcos, as quais têm na sua composição este tipo de compostos embora a utilização deste composto já tenha sido proibida.

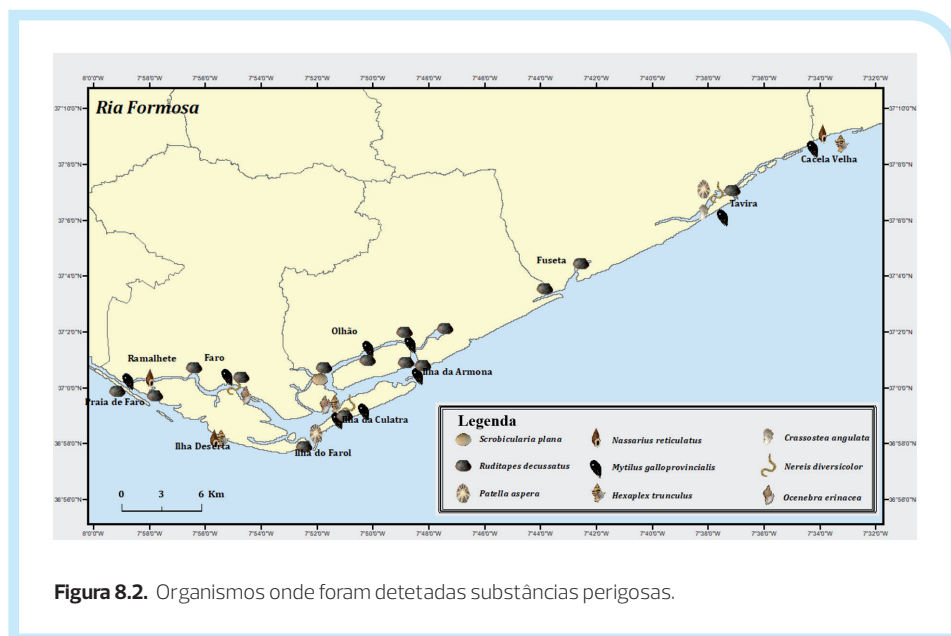


Figura 8.2. Organismos onde foram detetadas substâncias perigosas.

A monitorização de poluentes orgânicos persistentes (POP) mostrou a presença de 56 pesticidas na água e em partículas em suspensão. Dos pesticidas detetados, 31% excederam os níveis indicados pelas diretivas europeias (2008/105/EC e 98/83/EC). De destacar a presença dos inseticidas diclorvos e heptacloro com valores de cerca de 35 e 80 000 vezes superior aos definidos na diretiva 2013/39/EU. Igualmente, o inseticida diclorodifeniltricloroetano (DDT) e o principal composto originário da sua degradação (DDE), foram detetados neste sistema lagunar, apesar do DDT ter sido banido da Europa na década de 70. Outros dos poluentes orgânicos persistentes identificados foram os compostos organoclorados, os quais têm aplicações industriais e são altamente tóxicos, tendo sido proibidos ou severamente restringidos desde os anos 70 na Europa, como é o caso dos bifenilos policlorados (PCB). Os hidrocarbonetos aromáticos (PAH) são outro grupo pertencente aos POP, os quais são considerados substâncias orgânicas "prioritárias", devido a serem cancerígenos e tóxicos para a vida aquática. Os níveis de PAH estão relacionados com a libertação de gasolina, óleos de motor e substâncias associadas ao transporte, no entanto os níveis detetados nos sedimentos foram inferiores aos critérios de avaliação ecotoxicológica. Portanto, os sedimentos são considerados levemente contaminados (PAH<250 nanograma por grama).

Outros compostos presentes na Ria Formosa com um nível de preocupação crescente são os Disruptores Endócrinos (DE). Estes compostos podem ser definidos como "substâncias químicas exógenas (não-naturais), que interferem com a atividade hormonal". Existem milhares de substâncias classificadas como disruptores endócrinos, incluem várias classes de substâncias com diferentes utilizações, como pesticidas (p. ex. DDT, atrazina), recipientes de alimentos (p. ex. bisfenol A, ftalatos, fenol), materiais eletrónicos e de construção (p. ex. retardadores de chama bromados e PCB), produtos de higiene pessoal (p. ex. ftalatos), antibacterianos (p. ex. triclosan), vestuário têxtil (p. ex. perfluoroquímicos), entre outros.

Desta forma, estes compostos incluem um grupo de substâncias "prioritárias" relacionadas com vários distúrbios endócrinos nos organismos, incluindo os seres humanos. De facto, algumas destas substâncias, como o bisfenol A (BPA), foram proibidas na Europa em 2003. No entanto, a ocorrência do BPA no sistema lagunar é geral, com níveis sempre superiores ao máximo estabelecido na legislação europeia para águas superficiais (10 nanograma por litro).

Recentemente, os Produtos de Higiene Pessoal (PCP, do inglês Personal Care Product) têm atraído atenção devido ao seu amplo uso e ao impacto negativo que provocam no ambiente aquático. Estes compostos, incluem filtros que atenuam a transmissão da radiação ultravioleta (UV) usados em cosméticos e protetores

solares, ingredientes de fragrâncias e agentes de limpeza e já foram detetados em mexilhões.

No Quadro 8.1, encontra-se a tendência da evolução temporal de substâncias perigosas encontradas na água, sedimentos e bivalves da Ria Formosa nas últimas décadas, bem os locais que causam mais preocupação devido aos níveis de contaminação.

**Quadro 8.1. Evolução temporal de substâncias perigosas encontradas na água, sedimentos e bivalves da Ria Formosa nas últimas décadas e locais com teores mais elevados.** (↘ níveis decresceram nas últimas décadas; ↗ níveis aumentaram nas últimas décadas; ↔ níveis mantiveram-se nas últimas décadas)

Grupo de compostos	Substâncias	Água	Sedimento	Bivalves	Locais com teores mais elevados
<b>Metais</b>	Cd (Cádmio)	↘	↘		Faro, Olhão
	Cu (Cobre)	↘	↘	↗	Olhão
	Hg (Mercúrio)	↔			
	Pb (Chumbo)	↔	↘	↘	Interior da Ria
	Zn (Zinco)	↔	↘	↘	Olhão, Tavira
<b>Organometálicos</b>	TBT (Tributilestanho)	↘	↘	↔	Olhão
<b>Poluentes Orgânicos Persistentes (POP)</b>	Pesticidas	Herbicidas	↘		
		Fungicidas	↘		
		Inseticidas (DDT, diclorvos e heptacloro)	↔	↔	↔
	PCB (bifenilos policlorados)	↔	↔	↔	Tavira, Armona
	PAHs (Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos)	↔	↔	↔	Olhão
<b>Disruptores Endócrinos (DE)</b>	BPA (Bisfenol A)	↔	↔	↔	Geral
<b>Produtos de Higiene Pessoal (PCP)</b>	Filtros de radiação ultravioleta (UV)			↗	Geral

## 8.5. Impacto na saúde humana

Os seres humanos são expostos a várias substâncias que podem ter efeitos perigosos para a saúde. Numerosas substâncias perigosas podem ser transportadas pela cadeia alimentar e contaminar as fontes de alimentos para consumo humano. Nesse contexto, os metais, os PCB, os PAH e os pesticidas organoclorados estão entre os contaminantes mais relevantes. Embora várias substâncias perigosas tenham sido detetadas na Ria Formosa, é amplamente desconhecido o seu impacto na saúde das populações humanas locais. A exposição a estes poluentes é avaliada pelos níveis existentes no sangue, urina, tecido adiposo, leite materno, placenta, cabelos e unhas. Nas últimas duas décadas, numerosos estudos relacionaram a exposição de mães grávidas a substâncias perigosas com várias doenças nos recém-nascidos. Essas substâncias perigosas podem passar através da placenta para o cordão umbilical e atingir os recém-nascidos. A vulnerabilidade dos recém-nascidos deriva do desenvolvimento rápido e dos sistemas de defesa incompletos. As crianças enfrentam riscos ampliados ao longo da vida, decorrentes da carga corporal dessas substâncias. Nesse sentido, as consequências podem surgir não apenas na infância, mas também na idade adulta.

Um estudo realizado em mulheres grávidas residentes nas principais cidades da Ria Formosa (Projeto IN-Health – Saúde Materno-Infantil relacionada a fatores ambientais (PTDC/SAU-SAP/121684/2010) identificou várias substâncias perigosas no sangue das mães e do cordão umbilical dos recém-nascidos (Quadro 8.2), demonstrando que estas substâncias têm capacidade de circular na corrente sanguínea, atravessar a placenta e atingir o feto.

Embora a Ria Formosa não seja uma área fortemente industrializada, os níveis de contaminantes encontrados na população apresentam-se preocupantes, pois são da mesma ordem de magnitude da encontrada noutros países europeus, com níveis de contaminação reconhecida.

## 8.6. Conclusões

A partir dos dados apresentados e da hidrodinâmica da Ria Formosa, pode concluir-se que o sistema lagunar está sujeito a múltiplas pressões de contaminantes e substâncias perigosas, algumas das quais foram proibidas há décadas, como o caso do pesticida DDT e PCB que foram banidos na década 70. Medidas de gestão e de correção, necessitam de ser implementadas para reduzir as descargas com o intuito de diminuir o impacto das misturas destas substâncias perigosas e proteger a segurança alimentar e importantes recursos naturais, como os mariscos, bem

como a saúde da população, especialmente de grávidas e recém-nascidos. Algumas destas medidas passam pela formação e sensibilização ambiental da população em geral, assim como a identificação dos destinos finais mais adequados para os diferentes fluxos de resíduos. É importante neste contexto não esquecer a importância da gestão de produtos, efluentes e resíduos de grandes instituições ao redor da Ria Formosa, como Hospitais, Universidade e o Aeroporto de Faro. Essas medidas de gestão devem ser complementadas com um programa de monitorização toxicológica, estabelecido pela Diretiva-Quadro Estratégia Marinha.

**Quadro 8.2. Concentração média de substâncias perigosas em mães e recém-nascidos de três concelhos que circundam a Ria Formosa** (valores expressos em: micrograma por litro ( $\mu\text{g/l}$ ); micrograma por decilitro ( $\mu\text{g/dl}$ ); nanograma por mililitro ( $\text{ng/ml}$ )).

Substâncias perigosas		CONCELHOS						Valores limites	
		Faro		Olhão		Tavira			
		Mães	RN	Mães	RN	Mães	RN		
Metais	Cd ( $\mu\text{g/l}$ )	0,58	0,43	0,64	0,32	0,38	0,30	$5 \mu\text{g/l}^{(b)}$	
	Hg ( $\mu\text{g/l}$ )	0,44	0,42	0,38	0,36	0,54	0,40	$5 \mu\text{g/l}^{(b)}$	
	Pb ( $\mu\text{g/dl}$ )	0,39	0,35	0,47	0,44	0,47	0,48	$5 \mu\text{g/dl}^{(b)}$	
POP	Pesticidas	DDE ( $\text{ng/ml}$ )	0,98	0,76	1,06	0,79	1,61	1,17	$^{(c)}$
		$\Sigma$ drinas ( $\text{ng/ml}$ ) <sup>(a)</sup>	9,37	8,89	9,56	9,12	8,79	9,00	$^{(c)}$
		HCB ( $\text{ng/ml}$ )	0,29	0,22	0,20	0,20	0,11	0,10	$^{(c)}$
		$\Sigma$ Endosulfanos ( $\text{ng/ml}$ ) <sup>(a)</sup>	12,50	11,62	12,73	12,51	12,88	13,17	$^{(c)}$
		Vinclozolina ( $\text{ng/ml}$ )	2,02	1,75	2,00	1,61	1,50	1,89	$^{(c)}$
		$\Sigma$ PCBs ( $\text{ng/ml}$ ) <sup>(a)</sup>	1,50	1,33	1,58	1,46	1,78	1,54	$^{(c)}$

(a)  $\Sigma$ drinas=aldrina+dieldrina+endrina;  $\Sigma$ Endosulfanos=eter+lactona+alfa+beta;  $\Sigma$ PCBs=138+153+180

(b) Segundo a Agência de Substâncias Tóxicas e de Registro Doenças (ATSDR do inglês Agency for Toxic Substances and Disease Registry)

(c) Para este tipo de compostos não existem limites recomendados no sangue, mas sim concentrações de exposição a que as pessoas possam estar expostas com níveis de risco mínimo.

## Agradecimentos

Este trabalho é uma contribuição ao Projeto TOSCI - "Ambiente Participativo de Realidade Virtual 3D como ferramenta para o Turismo Científico na Ria Formosa", financiado pelo CRES Algarve 2020, PORTUGAL 2020 e FEDER (Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional). Os autores agradecem o financiamento atribuído ao CIMA (UID/00350/2020) pela Fundação da Ciência e da Tecnologia.

## Referências para leitura adicional

Bebiano, M.J., 1995. Effects of pollutants in the Ria Formosa Lagoon, Portugal. *Science of the Total Environment* 171(1-3):107-115.

[https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04672-9](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04672-9)

Lopes, B., Arrebola, J.P., Serafim, A., Company, R., Rosa, J. & Olea, N., 2014. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and p,p'-dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) concentrations in maternal and umbilical cord serum in a human cohort from South Portugal. *Chemosphere* 114:291-302.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.04.111>

Newton, A., Icely, J.D., Cristina, S., Brito, A., Cardoso, A. C., Colijn, F., Riva, S.D., Gertz, F., Hansen, J.W., Holmer, M., Ivanova, K., Leppakoski, E., Canu, D.M., Mocenni, C., Mudge, S., Murray, N., Pejrup, M., Razinkovas, S., Reizopoulou, S., Pérez-Ruzafa, A., Schernewski, G., Schuber, H., Carr, L. C., Solidoro, C., Viaroli, P. & Zaldivar, J.M., 2013. An overview of ecological status, vulnerability and future perspectives of European large shallow, semi-enclosed coastal systems, lagoons and transitional waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 140:95-122.

<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.05.023>

Serafim, A., Company, R., Lopes, B., Rosa, J., Cavaco, A., Castela, G., Castela, E., Olea, N. & Bebianno, M.J., 2012. Assessment of essential and non-essential metals and different metal exposure biomarkers in the human placenta in a population from the South of Portugal. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 75(13-15): 867-877.

<https://doi.org/10.1080/15287394.2012.690704>



CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental é um dos centros de investigação da Universidade do Algarve. É uma Unidade de Investigação multidisciplinar que desenvolve a sua atividade científica em áreas de vanguarda, assumindo a literacia científica e a disseminação do conhecimento como missões de extrema importância. O CIMA é membro do Laboratório Associado ARNET e do Laboratório Colaborativo S<sub>2</sub>AQUACOLAB. Este livro expressa o comprometimento da equipa na transferência do conhecimento científico para a sociedade.