

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 |

7. Importância das plantas do sapal para reter os metais que chegam à Ria Formosa devido às atividades humanas

Manuela Moreira da Silva^{1,2,4}, Duarte Duarte^{1,3,4} & Luís Chicharo^{1,3,4}

¹ CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal

² Instituto Superior de Engenharia, Universidade do Algarve, Campus Penha, 8005-139 Faro, Portugal

³ Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Campus Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal

⁴ Cátedra UNESCO-UALG em eco-hidrologia: água para os ecossistemas e sociedades
msanti@ualg.pt; dduarte@ualg.pt; lichichar@ualg.pt

7.1. Vegetação do sapal da Ria Formosa

Os sapais são ecossistemas costeiros, na transição entre a terra e o mar, que se caracterizam por ser colonizados por plantas vasculares superiores, herbáceas e arbustivas, que apresentam grande resistência à salinidade, e que por isso se designam de halófitas. Estas plantas desenvolveram ao longo do tempo estratégias de adaptação, que lhes permitem resistir a períodos de submersão, mais ou menos longos, consoante se localizam em baixo, médio ou alto sapal.

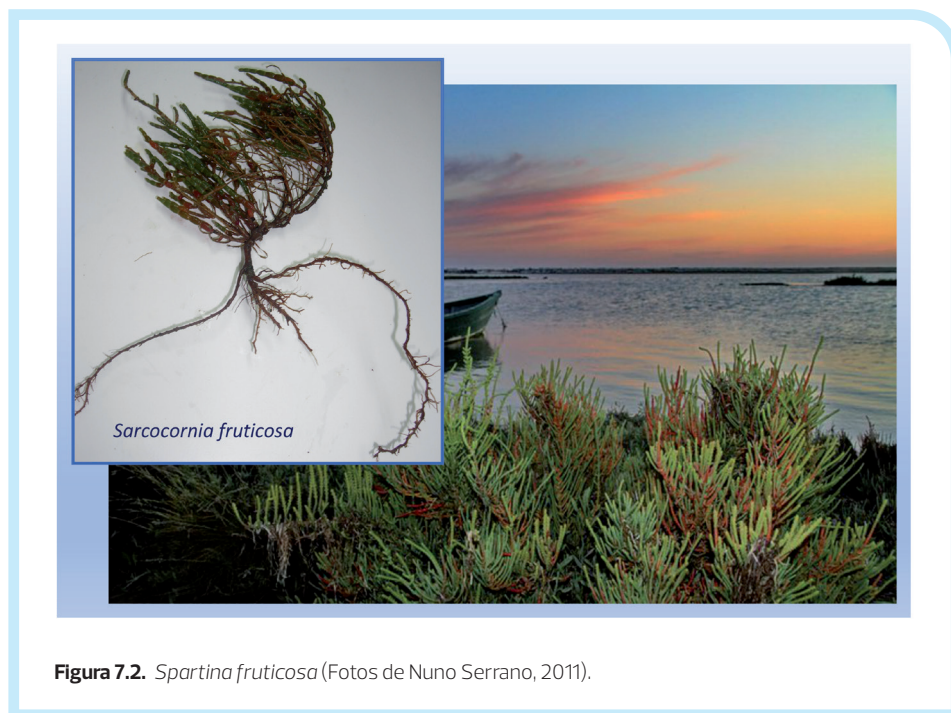
A halófito *Spartina maritima*, conhecida localmente como morraça, é uma espécie herbácea de origem Europeia, dominante e pioneira na colonização da zona intertidal do sapal da Ria Formosa, onde estabiliza os sedimentos e forma verdadeiros prados (Figura 7.1). Os prados de *Spartina*, caracterizados por apresentarem sedimentos pobres em oxigénio (anóxicos) e sujeitos a longos períodos de inundação, são considerados entre os ecossistemas costeiros mais produtivos do planeta, nomeadamente em termos de fixação de nitrogénio.



Figura 7.1. *Spartina maritima* (Fotos de Nuno Serrano, 2011).

No alto sapal da Ria formosa encontram-se grandes áreas exclusivamente colonizadas por *Sarcocornia fruticosa* (Caryophyllales: Chenopodiaceae), em sedimentos tipicamente menos redutores (Figura 7.2), embora esta espécie também apareça frequentemente associada a *Halimione* sp. e a *Atriplex* sp. vulgarmente conhecida como salgadeira. Esta associação é característica de sistemas lagunares com elevada salinidade durante todo o ano (35 grama por quilograma), com regimes de precipitação semiáridos e com taxas de renovação elevadas em todos os ciclos de maré. A família Chenopodiaceae desenvolveu órgãos aéreos suculentos como mecanismo de tolerância a grandes quantidades de sal. Retendo a água nos tecidos, promove o aumento do volume das células, permitindo acumulação intracelular de sais sem que haja aumento da sua concentração, diminuindo assim a toxicidade iónica causada pela elevada salinidade. Esta suculência caracteriza-se pelo aumento do tamanho das células, diminuição do crescimento em extensão, e redução da área superficial por volume de tecido. Embora existam espécies halófitas com sistema fotossintético C_3 (que abrem os estomas de dia para permitirem entrada de CO_2 e por consequência perdem água para a atmosfera), as plantas suculentas apresentam um sistema fotossintético designado de Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM),

que lhes permite manter os estomas fechados durante o dia e abertos no período noturno. Desta forma, evitam a perda de água durante o dia e a entrada de sal, fixam o dióxido de carbono durante a noite, reduzem as trocas gasosas com a atmosfera e continuam a realizar a fotossíntese mesmo quando estão submersas pelas marés.



7.2. Metais provenientes das atividades humanas

Atualmente as cidades das zonas costeiras concentram 60% da população mundial. Assim, os sapais recebem frequentemente muitos poluentes oriundos das atividades humanas nas áreas que lhes são adjacentes, como é o caso de metais vestigiais resultantes da indústria, agricultura e urbanização.

Estes metais atingem os sapais através de descargas de efluentes urbanos e industriais indevidamente tratados, lixiviação de tintas anti-incrustantes usadas na pintura das embarcações, descargas de materiais resultantes de dragagens, combustíveis de origens fósseis, atividades mineiras, refinarias, fundições, produção de ligas metálicas anti-corrosivas, fabrico de tintas, tinturarias têxteis, pinturas cerâmicas, etc. A inundação periódica das marés, contribui para uma grande dispersão

dos metais pelo sapal, sendo que a sua distribuição e comportamento irão depender de complexos processos biológicos e geoquímicos que aí ocorrem, alguns dos quais condicionados pela presença das halófitas. De um modo geral, a contaminação por metais vestigiais, é mais persistente nos solos do que na água ou na atmosfera, e é especialmente problemática em sedimentos costeiros. Nestes, os metais de origem antrópica associam-se às partículas, sofrem deposição e acumulam-se nos sedimentos mais finos, podendo permanecer aí armazenados por longos períodos de tempo, o que pode significar vários anos. No entanto, a qualquer momento, de acordo com as condições existentes, nomeadamente, granulometria do sedimento, teores de matéria orgânica, potencial redox e pH, estes metais podem ser remobilizados para a coluna de água e entrar na cadeia trófica. Os metais vestigiais constituem uma ameaça para os organismos, porque não sendo biodegradáveis tendem a acumular-se (Caixa 7.1). Quando presentes em quantidades superiores a certos limites, funcionam como inibidores enzimáticos, provocando graves alterações fisiológicas, reprodutivas e de desenvolvimento, podendo muitas vezes em causa a sobrevivência dos organismos.

Caixa 7.1 – O que se entende por metais vestigiais?

São um grupo de metais que inclui elementos de transição e pesados, presentes nas células animais e vegetais em quantidades muito reduzidas. Existem dois tipos, os micronutrientes essenciais aos organismos, e outros para os quais não se conhece nenhuma função biológica. Todos os metais vestigiais podem ser tóxicos quando presentes em concentrações excessivas.

7.3. Influência da vegetação e das características dos sedimentos no destino dos metais

É reconhecida às espécies halófitas uma grande importância ecológica, nomeadamente, no sequestro de metais de origem antrópica. De um modo geral, apresentam sistemas aerenquimatosos bem desenvolvidos, que transportam de forma muito eficiente o oxigénio atmosférico desde as folhas até às raízes (Caixa 7.2).

O oxigénio que não é consumido na respiração das células das raízes, difunde-se pelo sedimento que as circunda, promovendo alterações de potencial redox e de pH, que mudam a disponibilidade dos metais que aí possam existir, de acordo com as

sua concentrações e respetiva especiação. As características dos sedimentos, como a granulometria e os teores de matéria orgânica, a concentração de substâncias libertadas pelas raízes das plantas, entre outros, também afetam o comportamento dos metais, e a sua biodisponibilidade. Assim sendo, as interações mútuas entre as plantas e o sedimento envolvente são muito complexas e determinantes para o papel que as halófitas desempenham na distribuição e sequestro dos metais no sapal. Diferentes espécies terão comportamentos distintos perante os mesmos metais, a mesma espécie poderá reagir de forma diversa para metais diferentes, sendo que para cada metal o seu comportamento é condicionado pelas características dos sedimentos.

Caixa 7.2 – O que é o sistema aerenquimatoso?

É constituído por tecido esponjoso com espaços e canais por onde o ar flui, localizado nas folhas, caules e raízes de algumas plantas. Permite trocas gasosas entre órgãos vegetais aéreos e subterrâneos.

7.4. Caso de estudo na Ria Formosa – Sapal de Marim

Em março de 2007, foi realizado um estudo para se avaliar a influência da *S. marítima* e da *S. fruticosa* no comportamento dos metais que chegam ao sapal de Marim, Olhão – Faro (37° 1' 54.83" N; 7° 48' 44.52" W), nomeadamente, cádmio (Cd), crómio (Cr), cobre (Cu), chumbo (Pb), níquel (Ni), prata (Ag), zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), molibdénio (Mo) e manganês (Mn). Para isso foram selecionadas três zonas de sapal próximas, uma sem plantas e as outras duas exclusivamente colonizadas por *S. marítima* ou por *S. fruticosa*. Em cada zona, foram feitas recolhas representativas para caracterização dos sedimentos, utilizando-se cilindros com 45,36 cm² de área e 30 cm de profundidade (correspondente à zona sob a influência das raízes), dividindo-se em amostras de 5 em 5 cm. O pH e o potencial redox dos sedimentos foram medidos *in situ*, e matéria orgânica e granulometria posteriormente determinadas em laboratório. Nos sedimentos colonizados pelas duas halófitas, cortaram-se as plantas rentes ao respetivo sedimento. Todas as amostras foram colocadas em sacos plásticos, conservadas em caixas térmicas e imediatamente transportadas até ao laboratório para análise posterior. As metodologias analíticas utilizadas foram validadas por mecanismos de controlo de qualidade internos e externos.

Os resultados obtidos mostram que, a presença das halófitas no sapal altera significativamente as características dos sedimentos, e que cada espécie interage com o sedimento que rodeia as suas raízes (rizosedimento) de forma diferente, e específica para cada metal estudado. Os sedimentos sem plantas, são mais arenosos e mais pobres em argila e em matéria orgânica do que os rizosedimentos. Apesar de ambas as espécies oxidarem o rizosedimento, a *S. fruticosa* apresentou valores de potencial redox muito superiores aos da *S. maritima*. De um modo geral, os sedimentos sem plantas, têm teores significativamente mais baixos de metais do que os sedimentos colonizados por plantas. Isto significa que os metais que os atingem não ficam aí retidos, mas que permanecem na coluna de água e continuam disponíveis para os organismos vivos. Ambas as halófitas fixaram os metais na sua rizosfera (rizosedimento + raízes), sendo que Ni e Cr foram apenas retidos por *S. fruticosa*. As diferenças nas concentrações dos metais estudados em profundidade, não foram significativas, exceto para o Pb, mais concentrado nos sedimentos superficiais. Possivelmente denunciando uma contaminação recente, associada ao aumento do trânsito rodoviário ou contaminação oriunda da zona industrial nas imediações deste sapal. As raízes corresponderam ao órgão vegetal onde se acumulou maior quantidade (mais de 90%) de todos os metais estudados, em ambas as espécies. Mas, quando se comparam as duas plantas entre si, a *S. fruticosa* revelou uma capacidade maior do que a *S. maritima* para transportar os metais para os órgãos aéreos, isto é, para a translocação de metais. Assim, em períodos de senescência (ou envelhecimento) da *S. fruticosa*, a morte dos tecidos vegetais aéreos pode levar à remobilização de metais, novamente para o sapal. No caso da *S. maritima*, grande parte dos metais acumulados nas raízes, encontravam-se ligados exteriormente às paredes celulares (adsorvidos), não atingindo o interior das células e não sendo translocados para os órgãos aéreos (caules e folhas), permanecendo fixos na rizosfera. Conclui-se, portanto, que *S. maritima* e *S. fruticosa* têm ambas papéis relevantes, mas diferentes na fitoremediação de metais de origem antrópica no sapal de Marim (Caixa 7.3).

Caixa 7.3 – O que é a fitoremediação de poluentes?

É o processo de fixação de poluentes pelas plantas, através da sua incorporação em diversos tecidos vegetais, ou da sua estabilização nos rizosedimentos devido à libertação de certas substâncias químicas pelo sistema radicular.

Ambas as espécies, remediaram os metais estudados, impedindo a sua mobilização para a coluna de água e assim a sua entrada na complexa cadeia trófica deste sistema lagunar. Deste modo, são acautelados os danos ambientais para a Ria Formosa, que a biodisponibilidade destes metais (sobretudo dos mais tóxicos, como por exemplo o chumbo) poderia representar. De notar que, para além destes aspetos ecológicos associados à proteção dos habitats e da biodiversidade, a presença destas halófitas também tem vantagens para a saúde pública, uma vez que, a Ria Formosa assegura para a alimentação humana muitos recursos biológicos, oriundos da pesca e/ou aquacultura, como é o caso dos moluscos bivalves. À escala global, a conservação das áreas colonizadas por halófitas é indispensável, para que os sapais continuem a assegurar os seus múltiplos serviços ecossistémicos, contribuindo ativamente para melhorar a qualidade de vida das populações costeiras.

Referências para leitura adicional

- Ben Said, O., Moreira da Silva, M., Hannier, F., Beyrem, H., & Chícharo, L., 2019. Using *Sarcocornia fruticosa* and *Saccharomyces cerevisiae* to remediate metal contaminated Sediments of the Ria Formosa lagoon (SE Portugal). *Ecohydrology and Hydrobiology*, 19(4), 588–597. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.10.002>
- Moreira da Silva, M., J. Anibal, D. Duarte & L. Chícharo, 2015. *Sarcocornia fruticosa* and *Spartina maritima* as heavy metals remediators in Southwestern European saltmarsh (Ria Formosa, Portugal). *Journal of Environmental Protection and Ecology* 16 (4): 1468–1477.
- Vardhan, K. H., Kumar, P. S., & Panda, R. C., 2019. A review on heavy metal pollution, toxicity and remedial measures: Current trends and future perspectives. *Journal of Molecular Liquids*, 290, 111197. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111197>

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 S₂AQUACOLAB. Este livro expressa o comprometimento da equipa na transferência do conhecimento científico para a sociedade.