

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

6. De cliques a exuberâncias, de macroalgas a nutrientes: histórias de ritmos, equilíbrios e fotografias na Ria Formosa

Jaime Anibal^{1,2}

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

² Departamento de Engenharia Alimentar, Instituto Superior de Engenharia,
Universidade do Algarve, Campus da Penha, 8005–139 Faro, Portugal
janibal@ualg.pt

6.1. Começando com um clique...

A História da Ciência é a soma das histórias dos homens e mulheres que para ela contribuíram. Eles passaram as suas vidas angariando Informação, que uma vez tratada transforma-se em Conhecimento, o qual é compilado em artigos e livros. Muitas histórias da Ciência começam com um grande estrondo, mas esta história começou com um humilde clique.

Numa fria manhã de inverno de 1988, um homem muito alto permanecia imóvel e sozinho numa estrada ventosa, tirando fotografias durante a maré baixa, aparentemente a nada de especial, tendo como pano de fundo uma zona lamosa de sapal na Ria Formosa. Esse homem, chamado Martin Sprung, repetiu esse singular ritual mensal, durante vários anos, sempre no mesmo local. Martin era um zoólogo alemão, que veio para o Algarve nos anos 80, para implementar um projeto luso-alemão com o objetivo de estudar a biologia da Ria Formosa. Esse projeto foi muito importante no desenvolvimento da licenciatura em Biologia Marinha e Pescas, na recém-criada Universidade do Algarve.

Ao fim de dois anos de fotografias mensais, um padrão inesperado e desconcertante começou a emergir: depois das primeiras chuvas de outono ocorria um “bloom” de mantos de macroalgas verdes (Caixa 6.1), que atingiam o seu máximo durante o inverno e que desapareciam gradualmente durante a primavera seguinte, sendo quase inexistentes durante os meses de verão.

Caixa 6.1 – Macroalgas e “blooms”

Macroalgas são organismos pluricelulares e que realizam a fotossíntese, visíveis a olho nu, mas que não têm diferenciação de tecidos, tais como raízes, caules ou folhas.

“Bloom” é uma expressão inglesa que define uma proliferação rápida e abundante de material biológico, que em Português tem um sinónimo na palavra “exuberância”.

Infelizmente, todas as fotografias que foram tiradas entre 1988 e 1994 perderam-se após o trágico acidente que vitimou Martin Sprung em 2003. Este capítulo apresenta a investigação que foi realizada posteriormente, de forma a encontrar as peças perdidas que permitem resolver o puzzle do incomum padrão das macroalgas verdes da Ria Formosa. Tal como uma Ópera, esta história também está dividida em três atos: *Qual* é a dinâmica anual das macroalgas verdes na Ria Formosa; *Onde* ocorrem as exuberâncias das macroalgas; *Porque* ocorrem estes fenómenos...

Ato 1: Qual é a dinâmica anual das macroalgas verdes na Ria Formosa?

De forma a entender as questões relacionadas com esta incomum exuberância de macroalgas verdes, durante o inverno, na região oeste da Ria Formosa (ao longo da praia de Faro), vários estudos científicos foram realizados durante um período de mais de 20 anos, de 1996 a 2018.

Num estudo realizado entre fevereiro de 1996 e fevereiro de 1997, a dinâmica das macroalgas, observada empiricamente em 1990, foi pela primeira vez quantificada. A cobertura do sedimento pelas macroalgas verdes atingiu o pico nos meses de inverno, diminuiu durante a primavera, quase desapareceu no verão e voltou a florescer no outono. No mesmo estudo, as macroalgas verdes foram identificadas

como pertencentes à Ordem Ulvales e aos Géneros *Ulva* e *Enteromorpha*. Embora morfológicamente distintos, ambos os géneros de macroalgas verdes coexistiram nos mesmos habitats. A alga *Ulva* tem aparência de um leque, enquanto a alga *Enteromorpha* apresenta uma forma filamentosa, semelhante a um emaranhado de cabelos (Figura 6.1).

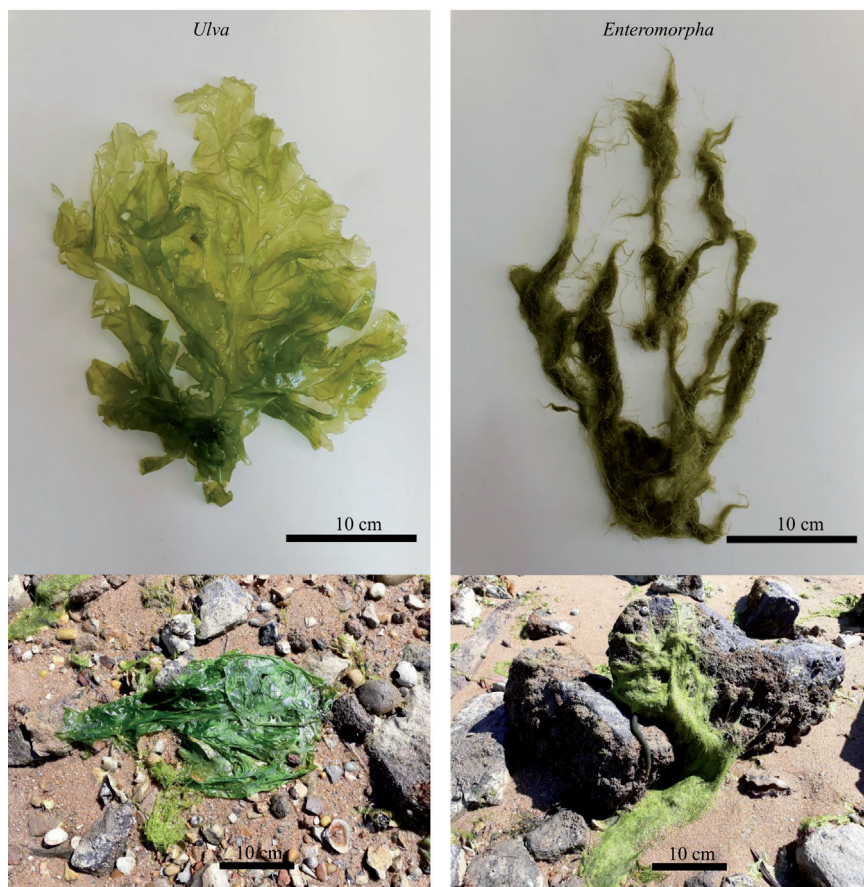


Figura 6.1. Macroalgas verdes dos géneros *Ulva* e *Enteromorpha*. A barra de escala corresponde a 10 centímetros (Fotografias por Jaime Anibal, 2018).

A biomassa das macroalgas acompanhou a dinâmica da cobertura sedimentar, com valores mais altos nos meses de inverno e outono e valores mais baixos no final da primavera e início do verão. Após valores mínimos de biomassa durante os meses de verão, a nova exuberância de algas Ulvales ocorreu no final de setembro, após as primeiras fortes chuvas de outono. Embora a biomassa média anual da alga *Enteromorpha* tenha exibido uma dominância clara sobre a alga *Ulva*, ambas seguiram uma dinâmica temporal semelhante.

Em outro estudo de campo realizado entre 1999 e 2001 foi observada a mesma dinâmica das algas Ulvales, quer em relação aos gêneros de macroalgas envolvidos, quer em relação às suas biomassas observadas.

Ato 2: Onde ocorrem as exuberâncias das macroalgas?

Embora as lamas e areias adjacentes à praia de Faro pareçam relativamente planas e rasas, um olhar mais atento revela outra realidade geomorfológica. Os rasos, inundados periodicamente pelas marés, são uma sucessão de zonas côncavas e convexas, especialmente nas áreas lamosas.

Uma pesquisa realizada na mesma área de estudo, em 2001, mostrou uma clara distinção sedimentológica entre zonas convexas e côncavas. As zonas côncavas apresentaram maior percentagem de sedimentos lamosos, conteúdo de água e matéria orgânica. Por outro lado, as zonas convexas apresentaram maior composição em sedimentos argilosos. Estes resultados apoiaram o desenho experimental dos estudos implementados para resolver a pergunta que se segue.

Ato 3: Porque ocorrem estes fenómenos?

A partir do momento em que o fenómeno invulgar relacionado com as macroalgas verdes foi caracterizado, foram criadas as bases para a realização de estudos mais detalhados e específicos.

Organismos fotossintéticos, como as macroalgas verdes, vivem na superfície dos sedimentos. Os seus ciclos de vida e dinâmicas podem ser limitados por dois tipos de fenómenos: "controlo de cima para baixo" feito por herbívoros, *versus* "controlo de baixo para cima" realizado pela disponibilidade de nutrientes e outros fatores abióticos.

Como Martin Sprung era um zoólogo de formação, a hipótese inicial concentrou-se obviamente no potencial herbívoro da macroepifauna (Caixa 6.2) sobre as macroalgas verdes ("controlo de cima para baixo").

O estudo do potencial controlo realizado pela macroepifauna sobre as macroalgas verdes foi baseado na seguinte hipótese: normalmente o ciclo de vida dos animais está relacionado com as estações do ano; as espécies animais começam a aumentar em número durante a primavera, atingem o máximo de abundância e biomassa durante o verão e começam a diminuir durante o outono; se esses animais alimentarem-se das macroalgas, o único período do ano em que as macroalgas podem florescer é durante o período de inverno, porque corresponde aos mínimos de abundância e biomassa da macroepifauna.

Caixa 6.2 – Macroepifauna

Organismos visíveis a olho nu e maiores que 0,5 milímetros (macro), que vivem na superfície dos sedimentos (epi) e que pertencem ao Reino Animal (fauna).

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da herbivoria, realizada pela macroepifauna, sobre as macroalgas verdes presentes nas zonas entremarés da região oeste da Ria Formosa. O levantamento anual realizado em 1996–1997 permitiu identificar e quantificar, além dos géneros de algas Ulvales, 44 espécies de macroepifauna.

Nas regiões lamosas, havia uma clara distinção entre as zonas convexa e côncava. As zonas convexas foram caracterizadas por maior biomassa de algas Ulvales, mas menos espécies de macroepifauna e menor biomassa faunística, e com uma clara dominância de uma espécie de um pequeno búzio (*Hydrobia ulvae*). Por outro lado, as zonas côncavas do sedimento apresentaram menor biomassa de algas Ulvales, mas uma macroepifauna mais diversa, dominada por búzios de maiores dimensões (p. ex. *Gibbula umbilicalis*, *Cerithium vulgatum*, *Nassarius pfeifferi*, *Haminoea navicula*), caranguejos (*Carcinus maenas*) e outros crustáceos (*Melita palmata*).

O facto mais interessante foi que a dinâmica das macroalgas e da macroepifauna não era complementar, como esperado na nossa hipótese original, mas quase concordante nas dinâmicas de biomassa e abundância ao longo das várias estações do ano. Quase todas as espécies de macroepifauna apresentaram tendências semelhantes às das macroalgas verdes, mas por razões diferentes. Das espécies de macroepifauna associadas às algas, quase todas são detritívoras, possivelmente porque o detrito de algas é mais facilmente assimilado pelo sistema gástrico dos

organismos, uma vez que já é condicionado por microrganismos. Algumas espécies não se alimentam propriamente das macroalgas, mas sim das microalgas que vivem na superfície nos seus tecidos (p. ex. *Hydrobia ulvae*), e outras espécies de macroepifauna apenas buscam refúgio de seus predadores (p. ex. peixes juvenis), ou de condições abióticas adversas (p. ex. desidratação e altas temperatura durante a baixa-mar).

Para confirmar essas evidências, foi realizado um estudo laboratorial de herbivoria em 1999. Os principais potenciais herbívoros (as sete espécies mencionadas anteriormente que dominavam a macroepifauna) foram escolhidos entre as 44 espécies identificadas, levando em consideração seus altos valores de biomassa ou abundância. Curiosamente, nenhuma dessas espécies apresentou grande interesse em consumir macroalgas verdes.

Concluindo, as áreas entremarés da Ria Formosa são sistemas com baixa taxa de herbivoria sobre Ulvales, o que significa que estas macroalgas não são controladas de "cima para baixo". Estes resultados são semelhantes aos obtidos em outros sistemas ecológicos similares, como o estuário do Mondego ou a lagoa de Veneza. Nestes sistemas a produção primária de macroalgas verdes é controlada pela disponibilidade de nutrientes e condições climáticas favoráveis, que corresponde ao paradigma do "controlo de baixo para cima".

Entre 1999 e 2001, outro estudo realizado na mesma área da Ria Formosa permitiu avaliar quais fatores abióticos eram dominantes no controlo da dinâmica de algas Ulvales: temperatura (água, sedimentos e ar), chuva, radiação solar, características sedimentares (matéria orgânica, teor de água e porosidade) e nutrientes da água intersticial (nitratos, amónia e fosfatos). Após recolher e analisar todos os dados de campo e de laboratório, a dinâmica das macroalgas verdes parecia ser controlada por dois momentos-chave: 1) o início da exuberância e 2) o decaimento da exuberância. O ponto de partida da exuberância de Ulvales parece ser originado pela conjunção de redução de temperatura, redução do fotoperíodo, chuvas intensas e altas concentrações de nutrientes no sedimento. Por outro lado, o decaimento da exuberância parece estar relacionado com o aumento da temperatura (que origina dessecação), o aumento da radiação solar e fotoperíodo (provoca fotoinibição) e a diminuição da humidade relativa do ar (agrava a dessecação). É importante notar que o fósforo foi o nutriente limitante quando comparado ao azoto, tornando diminuta a concentração de fosfato na água intersticial dos sedimentos, um recurso nutritivo primordial para os produtores primários. Outra observação marcante foi o facto dos nitratos parecerem ter concentrações mais altas nas camadas mais profundas dos sedimentos, o que pode indicar a presença de descargas submarinas de águas subterrâneas.

Nesse tipo de ambiente entremarés, as macroalgas não são os únicos organismos fotossintéticos, com estratégias de vida oportunistas. Juntamente com as macroalgas verdes, os microfitobentos (Caixa 6.3) estão competindo pelos mesmos recursos abióticos e nutricionais.

Caixa 6.3 – Microfitobentos

Organismos menores que 0,5 milímetros (micro), que realizam fotossíntese (fito) e que vivem nos sedimentos (bentos).

Na Ria Formosa, a principal fonte de nutrientes para os produtores primários bentônicos é a remineralização sedimentar, o que significa que os nutrientes vêm de baixo e não da coluna de água, por cima dos sedimentos. Como o microfitobentos vive nos primeiros milímetros do sedimento, está numa posição privilegiada para absorver os nutrientes antes dos outros organismos fotossintéticos (por exemplo as macroalgas), que vivem apenas na superfície do sedimento.

Resumindo, a partir das conclusões do trabalho de campo, realizado em 1996–1997, foi possível deixar de considerar a herbivoria como um fator controlador da dinâmica de Ulvales. A pesquisa de 1999–2001 permitiu reconhecer que, quando o aumento da remineralização bacteriana leva a uma rápida assimilação de nutrientes pelo microfitobentos, criando condições para o seu rápido desenvolvimento, as macroalgas verdes são impedidas de assimilar nutrientes e aumentar a sua biomassa. Conforme o microfitobentos prolifera, também aumenta a sua necessidade por mais nutrientes, até o ponto em que eles começam a diminuir, levando ao colapso do microfitobentos e ao seu posterior enterro. Esta nova fonte de matéria orgânica pode rapidamente ser remineralizada, aumentando as reservas de nutrientes no sedimento, criando finalmente disponibilidade de nutrientes para as macroalgas verdes e condições para o início da sua exuberância.

6.2. Terminando com um clique...

Esta história de exuberâncias e macroalgas começou com um clique e também acaba com um clique. De forma a atingir este objetivo, fotografias mensais foram tiradas de dezembro de 2016 a junho de 2018, perto da ponte que dá acesso à Praia de Faro (Figura 6.2).

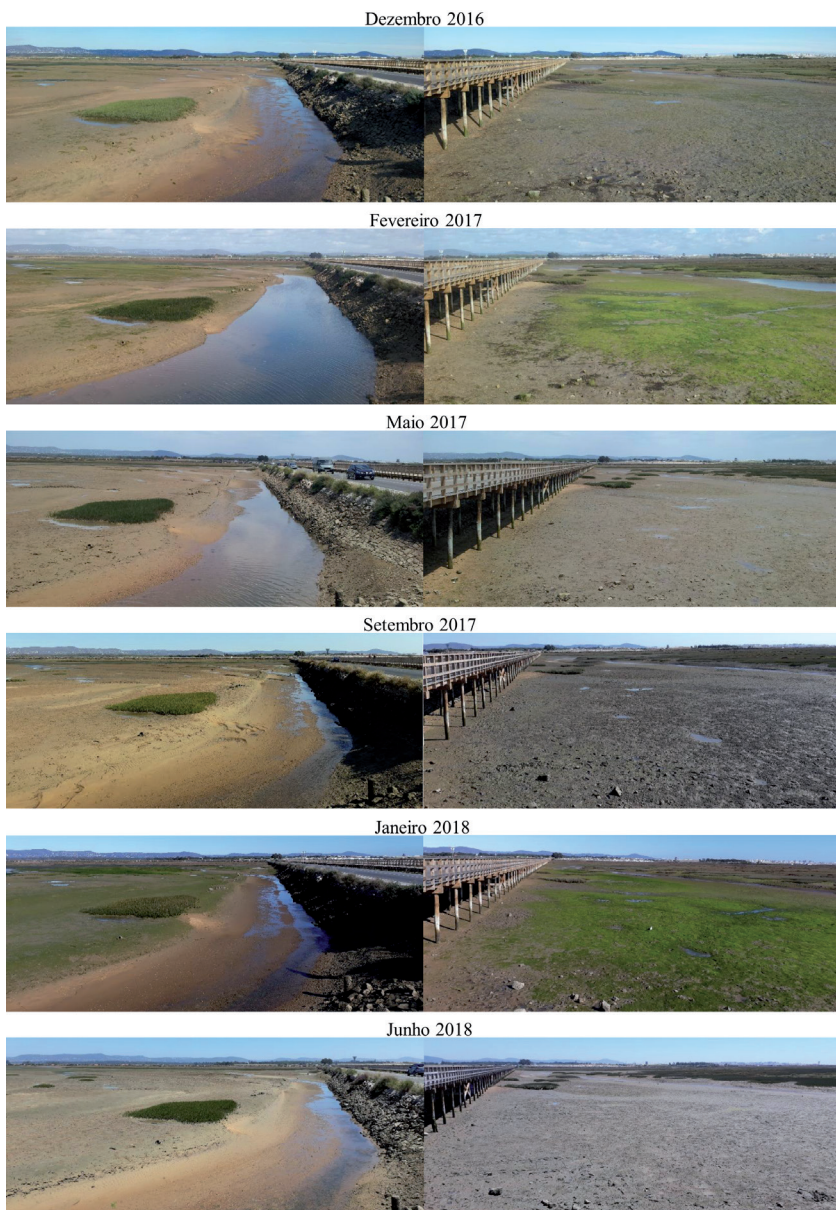


Figura 6.2. Cobertura sedimentar de macroalgas verdes desde dezembro de 2016 a junho de 2018. Fotografias tiradas nos lados oeste (esquerda) e este (direita) da estrada que dá acesso à ponte da Praia de Faro (Fotografias por Jaime Anibal, 2018).

Como esperado, a dinâmica das algas Ulvales seguiu uma variação sazonal muito marcada, com exuberâncias durante o inverno e verões quase sem biomassa de macroalgas. Uma vez mais, o início da exuberância de algas Ulvales ocorreu a seguir às primeiras chuvas intensas de outono ou inverno. Esta dinâmica foi especialmente evidente na última exuberância apresentada na figura anterior. O outono de 2017 foi particularmente seco e as primeiras chuvas apenas ocorreram durante o mês de janeiro de 2018; passadas duas semanas, a exuberância de algas Ulvales materializou-se. No mês de março seguinte, a precipitação foi muito intensa e abundante, e uma semana depois a exuberância aumentou ainda mais.

A registo visual da dinâmica captada nas fotografias mostra claramente que a dinâmica das macroalgas verdes observada pela primeira vez em 1988, ainda ocorre atualmente, e provavelmente continuará a ocorrer no futuro.

Com um clique inicial, um puzzle foi inesperadamente revelado, e com um clique final, mais algumas peças foram adicionadas a um puzzle quase resolvido. Normalmente na Ciência, as questões que são levantadas depois de um trabalho concluído são mais numerosas do que aquelas que são objetivamente respondidas. Por conseguinte, este capítulo pode ser a base para uma série de futuros trabalhos, que poderão revelar explicações para as questões que estão ainda por responder.

6.3. Epílogo

Numa quente manhã de verão de 2018, um homem não muito alto permanecia imóvel numa estrada ventosa, tirando fotografias durante a maré baixa, aparentemente a nada de especial, tendo como pano de fundo uma zona lamosa de sapal na Ria Formosa. Esse homem manteve viva a curiosidade que levou Martin Sprung, 30 anos antes, ao mesmo local.

Muitas histórias da Ciência acabam com um grande estrondo, mas esta longa história de persistência e continuidade acabou com um humilde clique.

Referências para leitura adicional

- Aníbal, J., 1998. Impacte da macroepifauna sobre as macroalgas Ulvales (Chlorophyta) na Ria Formosa. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Universidade de Coimbra, Coimbra, 73 p.
<http://hdl.handle.net/10400.1/2769>
- Aníbal, J., 2004. Processos ecológicos que controlam a dinâmica das macroalgas Ulvales (Chlorophyta) na Ria Formosa. Tese de Doutoramento em Ecologia. Universidade do Algarve, Faro, 151 p.
<http://hdl.handle.net/10400.1/1702>
- Aníbal J., 2019. Ecological dynamics of green macroalgae Ulvales in Ria Formosa: a tale of blooms and shapes. In: Aníbal, J., Gomes, A., Mendes, I. & Moura, D. (Eds.), Ria Formosa: Challenges of a coastal lagoon in a changing environment. Universidade do Algarve Editora, Faro, pp 83–98.
<http://hdl.handle.net/10400.1/14028>
- Aníbal, J., Rocha, C. & Sprung, M., 2007. Mudflat surface morphology as a structuring agent of algae and associated macroepifauna communities: a case study in Ria Formosa. *Journal of Sea Research* 57: 36–46.
<http://hdl.handle.net/10400.1/3494>
- Schories, D., Aníbal, J., Chapman, A.S., Herre, E., Isaksson, I., Lillebo, A.I., Pihl, L., Reise, K., Sprung, M. & Thiel, M., 2000. Flagging greens: hydrobiid snails as substrata for the development of green algal mats (*Enteromorpha* spp.) on tidal flats of North Atlantic coasts. *Marine Ecology Progress Series* 199: 127–136.
<http://www.int-res.com/articles/meps/199/m199p127.pdf>

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.