

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

4. O destino das águas residuais humanas – o exemplo Algarvio da Ria Formosa

Filipe Veríssimo¹, Flávio Martins² & João Janeiro²

¹ Águas do Algarve, S.A.

² CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental,
Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005–139 Faro, Portugal
f.verissimo@adp.pt; fmartins@ualg.pt; janeiro.jm@gmail.com

Resumo

O presente capítulo resume vários trabalhos realizados pela Universidade do Algarve no âmbito de estudos técnicos da qualidade da água do meio recetor de ETAR tendo como destino final a Ria Formosa para a empresa Águas do Algarve, S.A. Teve como principal objetivo a aplicação do modelo matemático MOHID para simular os processos de transporte e de inativação das propriedades microbiológicas dos efluentes e nos processos de acumulação nos bivalves.

4.1. Ria Formosa e as Estações de Tratamento de Águas Residuais

A Ria Formosa é um sistema de ilhas barreira, situada no Algarve, que engloba os concelhos de Loulé, Faro, Olhão, Tavira e Vila Real de Santo António, abrangendo uma área de cerca de 18 400 hectares ao longo de 55 quilómetros desde a praia do Ancão à praia da Manta Rota (Figura 4.1). É uma área protegida pelo estatuto de Parque Natural, concedido pelo Decreto-lei 373/87 de 9 de dezembro de 1987 e está classificada como área sensível de acordo com o Decreto-lei 152/97 de 19 de junho de 1997 relativa à descarga de águas residuais urbanas, de forma a assegurar padrões de qualidade da água para a produção de bivalves (p. ex. amêijoas).

A Ria Formosa é o meio recetor de cinco Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) (Caixa 4.1) na região: Quinta do Lago, Faro Noroeste, Faro/Olhão, Olhão Nascente e Almargem. Estas ETAR são geridas pela Águas do Algarve, S.A., concessionária do Sistema Multimunicipal de Saneamento do Algarve. O sistema possui 480 quilómetros de redes de drenagem, 192 Estações Elevatórias de Águas Residuais (EE) e 76 ETAR.

Caixa 4.1 – O que é uma ETAR?

As ETAR são infraestruturas compostas por um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem em vários órgãos de tratamento (equipamentos e instalações), tendo como objetivo principal a remoção das cargas contaminantes das águas residuais. A principal fase do tratamento de águas residuais é o tratamento secundário e consiste num processo biológico, onde a matéria orgânica (poluente) é consumida por microrganismos. Existem diferentes tipos de tratamentos biológicos, sendo que o processo de tratamento escolhido deve ser adequado à qualidade exigida das águas residuais tratadas e descarregadas no meio recetor. A dimensão e a disposição da ETAR depende do caudal e carga de contaminantes das águas residuais.

A contaminação das águas superficiais por resíduos fecais humanos presente nas águas residuais é um perigo generalizado para a saúde humana e no caso da Ria Formosa, uma zona de elevada produção biológica, com forte impacto na economia local devido à produção e captura de inúmeras espécies para consumo humano (p. ex. amêijoa, berbigão, robalo, dourada, etc.), é fundamental o estudo e monitorização do impacte das descargas de águas residuais tratadas neste meio recetor sensível. Este capítulo detalha resumidamente o impacte das plumas das descargas de águas residuais tratadas de três ETAR (Almargem, Faro Noroeste e Faro/Olhão) pela utilização de modelação matemática para simulação de variáveis hidrodinâmicas, qualidade da água e traçadores bacteriológicos (Caixa 4.2).

Caixa 4.2 – O que são traçadores bacteriológicos?

Os Coliformes fecais são os organismos mais comumente usados para monitorizar a remoção de microrganismos patogénicos presentes em águas residuais. As Bactérias coliformes geralmente têm origem no intestino de animais de sangue quente. Grandes quantidades de bactérias coliformes fecais na água indicam um risco maior de agentes patogénicos presentes na água. O Número Mais Provável (NMP) é um método usado para estimar a concentração de microrganismos viáveis numa amostra por meio de crescimento de caldo líquido replicado em diluições de dez vezes. É usado principalmente para estimar a contagem microbiana no solo, água, produtos agrícolas, etc. É um dos métodos comuns de testes de qualidade da água para garantir a sua segurança.

4.2. Modelação da dispersão de águas residuais

A modelação matemática de plumas de águas residuais (Caixa 4.3) é uma ferramenta que permite a previsão da qualidade da água, permite o ajuste do local de descarga de uma nova ETAR e auxilia na tomada de decisão em ações de mitigação do impacto no meio recetor devido a avarias em EEAR ou ETAR. O *MOHID Water Modeling System* foi utilizado como uma ferramenta de modelação integrada, capaz de simular processos físicos e biogeoquímicos em sistemas costeiros. O MOHID é responsável pela modelação de processos hidrodinâmicos, simulação de fenómenos de dispersão, transporte de sedimentos, qualidade da água/processos biogeoquímicos na coluna de água e trocas com o fundo. O modelo permite simular os principais processos físicos, como gradientes de densidade, maré, vento e fluxos água doce.

Os principais forçamentos (processos físicos que influenciam a circulação e transporte na Ria Formosa tais como vento, maré, fluxos de água doce, etc.) na Ria Formosa são o fluxo das marés e de água doce. As propriedades microbiológicas das descargas variam devido à diluição e taxa de declínio bacteriológica que considera os efeitos da radiação solar, temperatura e salinidade.

Caixa 4.3 – O que é modelação matemática?

Em hidrodinâmica, uma pluma é uma coluna de um fluido movendo-se através de outro. Por exemplo, o comportamento e propriedades de uma pluma de águas residuais tratadas, descarregadas num corpo de água salgada, pode ser simulado ao longo do tempo por meio de modelação matemática. A modelação é uma ferramenta experimental para testar teorias e avaliar conjecturas quantitativas. Um modelo matemático geralmente descreve um sistema por um conjunto de variáveis e um conjunto de equações que estabelecem relações entre as variáveis. As variáveis representam algumas propriedades do sistema, por exemplo, saídas do sistema medido, muitas vezes na forma de sinais, dados de tempo, contadores, etc. A modelação matemática tem muitas aplicações nas ciências, pode ser usada para simular marés, o clima, simulações de túneis de vento, simulações de acidentes de carro, etc.

4.3. ETAR de Almargem

A ETAR de Almargem está localizada na margem esquerda da ribeira de Almargem, em Tavira. O efluente tratado é descarregado na ribeira de Almargem. Esta instalação foi concebida para servir uma população de 48 200 habitantes equivalentes, 12 200 000 litros por dia no ano de 2025. O sistema de tratamento implementado é de nível secundário por lamas ativadas e desinfecção por radiação ultravioleta. A ETAR de Almargem entrou ao serviço em maio de 2007, levando à desativação da ETAR de Tavira e 5 outras ETAR de menor dimensão e baixa tecnologia.

4.3.1. Hidrodinâmica do sistema

A hidrodinâmica da Ria Formosa subdivide-se em duas regiões: a oeste, que vai desde o início da Península do Ancão ao Canal de Marim, e a leste que se estende desde o Canal de Marim até ao fim da Península de Cacela, cobrindo a margem do Rio Almargem. A região leste é caracterizada por zonas húmidas menos extensas e um único canal principal, responsável pelo transporte, na direção paralela às ilhas barreira. A hidrodinâmica das duas regiões é praticamente independente, uma vez que são conectadas apenas pelo Canal de Marim, que possui capacidade de

transporte reduzida. As velocidades máximas ocorrem principalmente nos canais mais profundos como é o caso da Barra de Tavira e o Canal de Cabanas. As velocidades no Rio Gilão são mais pequenas durante a vazante do que na enchente em ambas as situações de maré. A Ribeira de Almargin apresenta velocidades baixas na enchente e vazante tanto em maré viva como em maré morta.

4.3.2. Plumas associadas à ETAR

Para o domínio de Almargin foram simulados três cenários diferentes de uma descarga contínua com uma concentração de 2 000 NMP/100 ml de coliformes fecais (Caixa 4.2):

1. Cenário I: Descarga efetuada a meio do canal de Almargin;
2. Cenário II: Descarga efetuada na região de jusante do canal de Almargin;
3. Cenário III: Descarga é efetuada no canal de Cabanas.

A Figura 4.1 mostra os resultados obtidos para cada cenário, nas várias situações de maré.

Os resultados permitiram apurar que as descargas mais a montante produzem uma contaminação maior dentro do Canal de Almargin mas as concentrações no Canal de Cabanas e especialmente na região costeira exterior são baixas. Com as descargas no Canal de Cabanas a concentração na Ribeira de Almargin é substancialmente menor, mas as concentrações no interior da Ria Formosa estendem-se a uma área bastante superior e existe também algum impacte na região costeira exterior.

4.4. ETAR de Faro Noroeste

A ETAR Intermunicipal de Faro Noroeste entrou em funcionamento em agosto de 2009, tendo o antigo sistema lagunar sido abandonado. O sistema de tratamento implementado é de nível secundário, por lamas ativadas e desinfecção ultravioletas. A nova ETAR tem uma capacidade de tratamento de 44 530 habitantes equivalentes, 13 221 000 litros por dia no ano de 2033. O efluente final da ETAR de Faro Noroeste é descarregado no Esteiro do Ramalhete.

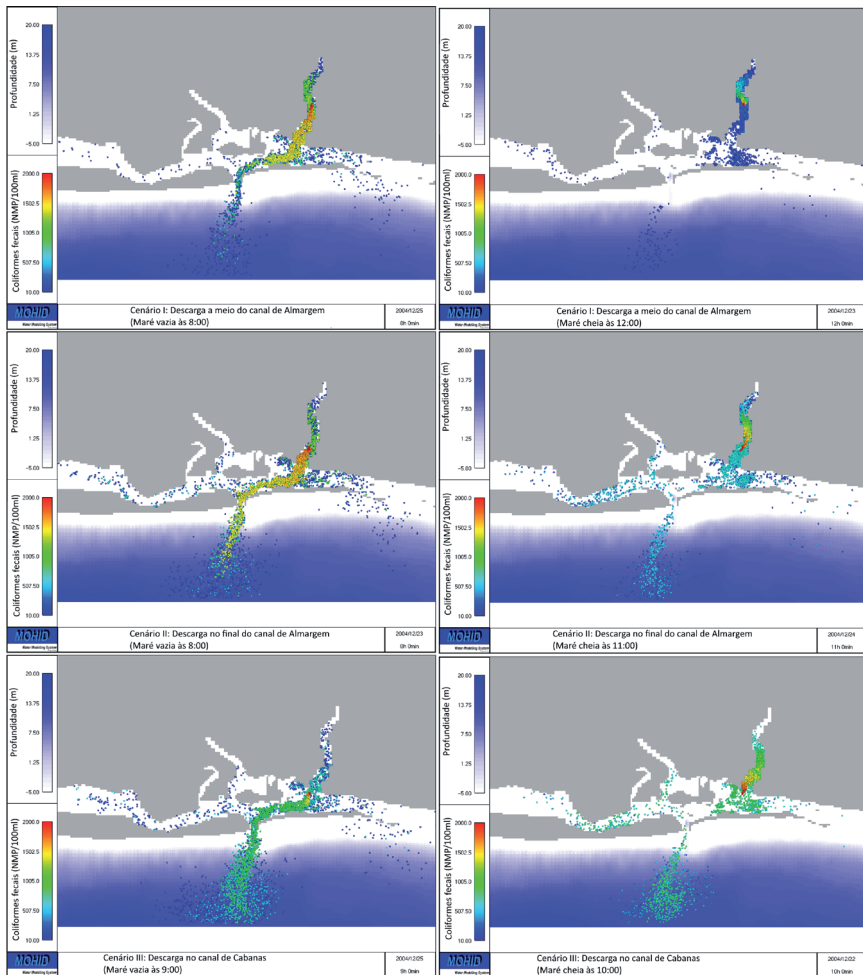
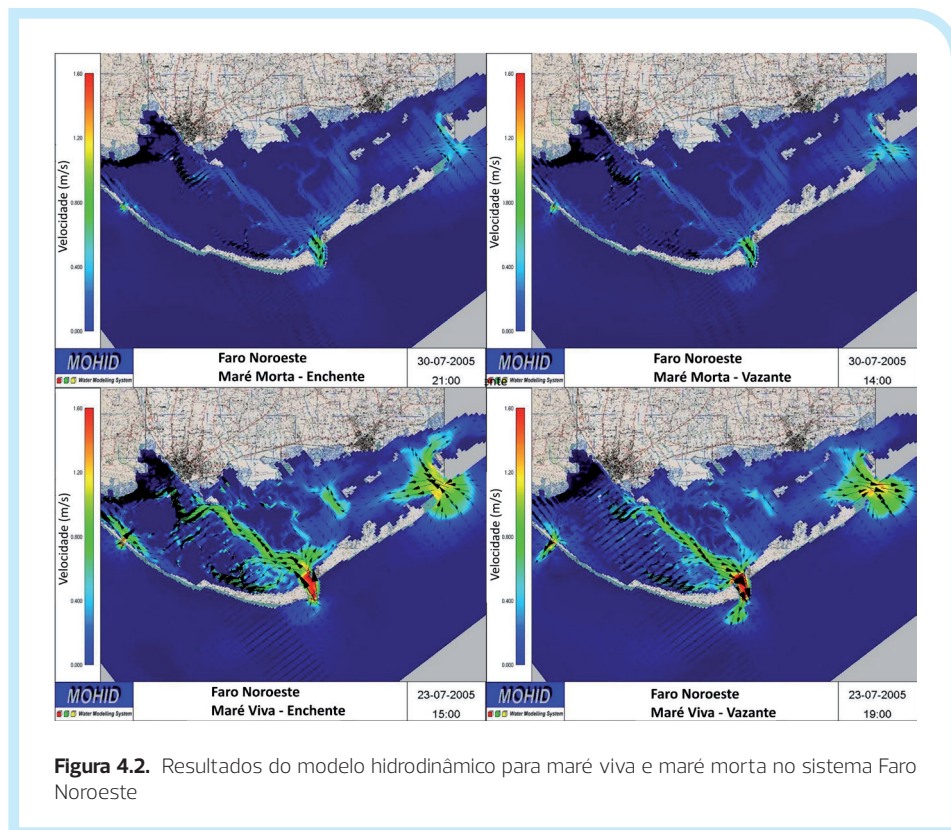


Figura 4.1. Resultados esperados para três diferentes locais de descarga da ETAR de Almargem.

4.4.1. Hidrodinâmica do sistema

A região de Faro Noroeste está incluída na Região Ocidental da Ria Formosa, que se pode considerar desde o início da Península do Ancão até ao Canal de Marim. Esta região é pouco profunda e a hidrodinâmica depende essencialmente da maré.

O prisma de marés nesta zona (diferença entre o volume de água em maré alta e em maré baixa) é superior ao volume de água em baixa-mar. Por esse motivo o tempo de residência médio é reduzido. Este facto explica a boa capacidade de dispersão desta região. Verifica-se também uma diferença de velocidades generalizada entre a situação de maré viva e de maré morta, como é esperado, mantendo-se o mesmo padrão de escoamento (Figura 4.2).



4.4.2. Plumas associadas à ETAR

A simulação de plumas de coliformes foi efetuada para uma descarga de 10 000 NMP/100 ml de coliformes fecais. Este valor, corresponde ao valor limite imposto pela licença da descarga da antiga ETAR e que foi alterado para 300 NMP/100 ml de forma a respeitar os objetivos mínimos de qualidade das águas favoráveis à criação de moluscos. Na ETAR de Faro NW comparou-se a situação atual com a de uma

descarga localizada 400 metros a jusante da ribeira de Gambelas. Verificou-se que essa opção produziria concentrações ligeiramente menores junto da região de descarga, mas influenciaria de uma forma mais significativa o canal do Ancão. Os resultados da modelação permitem identificar o padrão da circulação nessa região. Mostra-se que durante a vazante o escoamento se dá principalmente pelo canal de Faro e durante a enchente a água do canal de Faro escoar-se para a região do Montenegro pelo Esteiro Largo e para a região oeste pelo Esteiro do Ramalhete. Esta circulação faz com que a pluma da ETAR influencie mais o canal de Faro durante a vazante e o Esteiro do Ramalhete e o Esteiro Largo durante a enchente.

4.5. ETAR Intermunicipal de Faro/Olhão

A nova ETAR Faro/Olhão foi construída no local da atual ETAR Faro Nascente, inserida na zona da Ria Formosa. A capacidade máxima de tratamento é de 28 149 000 litros por dia, equivalente a uma população de 113 200 habitantes, prevista para o ano de 2033. Esta ETAR trata grande parte das águas residuais geradas na cidade de Faro, anteriormente tratadas na existente ETAR de Faro Nascente, e as águas residuais geradas na cidade de Olhão, anteriormente tratadas na ETAR de Olhão Poente. A construção da nova ETAR possibilitou a desativação dos sistemas lagunares existentes em ambas as instalações, inadequados em relação aos níveis de qualidade exigidos para o efluente tratado, e que também estavam subdimensionadas para atuais condições de volumes afluentes. O sistema de tratamento implementado é de nível secundário e desinfecção ultravioletas.

4.5.1. Hidrodinâmica do sistema

Neste sistema as velocidades mais elevadas encontram-se nas barras, no canal de Faro e no canal de Olhão. Nestes locais o transporte é mais eficiente, originando tempos de residência curtos. No canal onde se situa a descarga da ETAR de Faro/Olhão verifica-se que o escoamento na situação de maré viva apresenta velocidades próximas de 0,2 metros por segundo quer na enchente quer vazante. Já em situação de maré morta as velocidades no canal são muito baixas o que sugere tempos de residência elevados nesta zona durante esta situação de maré. De uma forma global verifica-se uma diferença de velocidades generalizada entre a situação de maré viva e de maré morta, como é esperado, mantendo-se, no entanto, o mesmo padrão de escoamento.

4.5.2. *Plumas associadas à ETAR*

Para a simulação das águas residuais descarregadas, foram considerados vários cenários com três concentrações de coliformes fecais de 10 000, 2 000 e 300 NMP/100 ml. Foram analisados os resultados obtidos para cada um dos cenários em situação de maré viva e maré morta, e para uma situação de maré vazia durante a noite e maré cheia durante o dia. Estes períodos são, respetivamente, onde se verificam as concentrações mais altas e mais baixas nos cenários simulados devido as condições hidrodinâmicas e variação da taxa de mortalidade dos coliformes com a radiação solar.

Observando os resultados obtidos para a situação de maré morta sobressai o facto de a pluma de coliformes associada a ETAR de Faro Nascente se encontrar limitada ao canal no qual é feita a descarga, sendo inativada antes de ser transportada para fora desse canal. Os resultados obtidos para a situação de maré viva diferem dos acima observados em maré morta, principalmente ao nível da extensão da pluma de coliformes, a qual como seria expectável se estende por uma área maior devido ao aumento das zonas submersas na Ria. Nesta situação a pluma da ETAR de Faro Nascente já não se encontra confinada, saindo quer pelo canal onde é localizada a descarga, quer pelo canal a sul da descarga, entrando pelo canal de Olhão e, em alguns cenários pelo canal de Faro. De forma geral as concentrações máximas são também menores devido à maior dispersão.

Em síntese os resultados mostram que existe um compromisso entre valor de concentração e área afetada: no cenário 4 (toda a descarga em Faro/Olhão) as concentrações são mais altas, mas a pluma mantém-se confinada às imediações da zona de descarga (especialmente em maré morta) não afetando por isso de forma significativa os viveiros de bivalves identificados (todos na região de Olhão). De uma forma geral pode dizer-se que os fatores que afetam as concentrações associadas às plumas de coliformes fecais simuladas são, por ordem de importância, as concentrações iniciais da descarga, a radiação solar disponível, que por sua vez depende da altura do ano e do dia, e o local da descarga. No que respeita às concentrações de coliformes fecais na água, dependendo do local da descarga e da situação de maré, existem zonas cujo tempo de residência é significativo, visto as velocidades serem muito baixas.

4.6. Conclusões

Ao contrário da salinidade, a contaminação microbiológica não é uma propriedade conservativa, ou seja, uma propriedade cuja massa permanece constante durante a sua movimentação, mesmo quando sujeita a diluição. A concentração de coliformes fecais utilizada como indicador desta contaminação depende não só da diluição do sistema, mas também da inativação, que se deve principalmente ao efeito da radiação solar, bem como ao choque salino e ao efeito da temperatura. Isto mostra que as regiões com maior capacidade de diluição nem sempre correspondem àquelas em que o impacto da descarga microbiológica é melhor. Este facto é notório nestes estudos, onde se obtiveram regiões mais confinadas de plumas microbiológicas, embora com valores máximos de concentração superiores, no caso da descarga em Faro/Olhão em comparação com o que ocorre na descarga no Canal de Faro.

Na região associada à ETAR de Almagem, o modelo matemático permitiu prever que com a entrada em serviço da ETAR de Almagem e desativação da antiga ETAR de Tavira as concentrações de coliformes fecais no Rio Gilão diminuiriam substancialmente. As simulações com diversos locais alternativos para a descarga no Rio Almagem e no Canal de Cabanas mostraram que a descarga no meio do Canal de Almagem é mais vantajosa, estando a pluma confinada à região do interior do Canal de Almagem e não afetando a barra ou as zonas de águas balneares. Os locais de descarga a jusante agravam progressivamente a concentração bacteriana nas áreas mais próximas das águas balneares.

Na região de Faro/Olhão, relativamente à hidrodinâmica do sistema, existem diferenças significativas de velocidades quando se considera uma situação de maré morta ou de maré viva, mas o padrão de escoamento é o mesmo. As velocidades mais elevadas encontram-se nas barras, no canal principal de Faro e no canal principal de Olhão, resultando em menores tempos de residência nestas zonas, contudo, no canal onde se encontra a descarga da ETAR Faro/Olhão, o escoamento na situação de maré morta apresenta velocidades de canal muito baixas, o que sugere altos tempos de residência nesta área durante esta situação de maré. Esse facto condiciona o impacto em termos de salinidade produzido pelo lançamento de água doce.

Os estudos realizados na Ria Formosa nos últimos anos sobre as descargas das ETAR permitiram a caracterização global do ecossistema em termos da influência antropogénica (resultante da atividade humana) e da atividade trófica (cadeia alimentar) das áreas de estudo e no desenvolvimento de modelos que descrevem os processos que impactam a qualidade da água nestes locais. Os estudos deram

resposta a questões de curto prazo – apoio à remodelação / construção de ETAR e avaliação do seu impacto ambiental no meio recetor – e questões esperadas a médio prazo, nomeadamente as decorrentes das obrigações das autoridades portuguesas para com União Europeia devido à aplicação de diretivas relacionadas com águas residuais (Diretiva Água, Diretiva Águas Balneares e Diretiva Tratamento de Águas Residuais Urbanas e Diretivas Água para Produção Conquícola).

Referências para leitura adicional

- Allen C.M., 1982. Numerical simulation of contaminant dispersion in estuary flows. Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 381(1780):179-194
- Davis, M., 2010. Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice. McGraw-Hill Education, New York.
- MARETEC, 2018. MOHID. Online available at: <http://www.mohid.com>
- Martins, F., Pina, P., Calado, S., Delgado, S. & Neves, R., 2003. A coupled hydrodynamic and ecological model to manage water quality in Ria Formosa coastal lagoon. Advances in Ecological Sciences 18:93-100.
- Martins, F., Reis, M., Neves, R., Cravo, A., Brito, A. & Venâncio, A., 2006. Molluscan Shellfish bacterial contamination in Ria Formosa coastal lagoon: A modelling approach. Journal of Coastal Research 39:1551-1555.

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.