



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ESTADO ECOLÓGICO DAS MASSAS DE ÁGUA DE TRANSIÇÃO E COSTEIRAS NO ÂMBITO DA DIRETIVA QUADRO DA ÁGUA

Susana, NUNES¹; Sofia, BATISTA²; Maria Felisbina, QUADRADO³

¹ Lic. Biologia, Técnica Superior; Agência Portuguesa do Ambiente I.P., Departamento de Recursos Hídricos, Divisão do Estado Qualitativo da Água, susana.nunes@apambiente.pt

² Lic. Eng^a Agronómica, PhD Eng^a Agronómica, Técnica Superior; Agência Portuguesa do Ambiente I.P., Departamento de Recursos Hídricos, sofia.batista@apambiente.pt

³ Eng^a do Ambiente, Diretora de Departamento; Agência Portuguesa do Ambiente I.P., Departamento de Recursos Hídricos, maria.quadrado@apambiente.pt

Resumo

A Diretiva Quadro da Água constitui o principal instrumento da Política da União Europeia relativa à Água e estabelece que os Estados-Membros protegerão e melhorarão as massas de água com o intuito de estas alcançarem o Bom Estado. O estado de uma massa de água superficial em condições naturais é determinado pelo seu estado ecológico e pelo seu estado químico, sendo o Bom Estado alcançado pelas massas de água cujos estados ecológico e químico sejam considerados, cada um, pelo menos, Bom.

O processo de classificação permite indexar a cada massa de água uma classe de estado, que representa uma estimativa do grau de alteração do ecossistema face a condições de referência devido às pressões antropogénicas a que a massa de água se encontra sujeita. O desenvolvimento de sistemas de classificação das massas de água tem um papel fundamental na elaboração dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH), uma vez que todas as massas de água classificadas com estado Inferior a Bom devem ser sujeitas a programas operacionais de medidas de melhoria.

Cabe à APA, I.P., coordenar a definição dos sistemas de classificação do estado das massas de água, incluindo as massas de água costeiras e de transição, bem como a definição de medidas para assegurar o Bom Estado das massas de água.

Nesta comunicação apresentam-se os sistemas de classificação nacionais para avaliação do estado ecológico das massas de água de transição e costeiras.

Palavras-chave: Diretiva Quadro da Água, Lei da Água, Estado Ecológico, Sistemas de Classificação

Tema: Qualidade da Água e dos Ecossistemas



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

1. ENQUADRAMENTO

A Diretiva Quadro da Água (Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, DQA) estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água e constitui o principal instrumento da Política da União Europeia relativa à Água. Esta diretiva, transposta para a ordem jurídica nacional pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água, LA) e pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, estabelece que os Estados-Membros (EM) protegerão e melhorarão as massas de água com o intuito de estas alcançarem o Bom Estado.

O estado de uma massa de água superficial em condições naturais é determinado pelo seu estado ecológico e pelo seu estado químico, sendo o Bom Estado alcançado pelas massas de água cujos estados ecológico e químico sejam considerados, cada um, pelo menos, Bom. O estado ecológico é a expressão da qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos, sendo avaliado tendo em conta elementos biológicos, elementos físico-químicos e elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos.

O processo de classificação permite indexar a cada massa de água uma classe de estado, que representa uma estimativa do grau de alteração do ecossistema face a condições de referência devido às pressões antropogénicas a que a massa de água se encontra sujeita. Os resultados da classificação permitem identificar as massas de água em risco de não cumprirem os objetivos ambientais definidos pela DQA, direcionando, em conjugação com a análise de pressões, as ações de proteção.

Neste contexto, o desenvolvimento de sistemas de classificação das massas de água tem um papel fundamental na elaboração dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH), uma vez que todas as massas de água classificadas com estado Inferior a Bom devem ser sujeitas a programas operacionais de medidas de melhoria. Cabe à APA, I.P., coordenar a definição dos sistemas de classificação do estado das massas de água, incluindo as massas de água costeiras e de transição (ACT), bem como a definição de medidas para assegurar o bom estado das massas de água. Para dar cumprimento a esta obrigação, a APA, I.P., tem vindo a implementar projetos de investigação em colaboração com especialistas nacionais pertencentes a diversas entidades científicas, dos quais se destaca o projeto EEMA - *Avaliação do Estado Ecológico das Massas de Água Costeiras e de Transição Adjacentes e do Potencial Ecológico das Massas de Água Fortemente Modificadas*.

Este projeto teve como principais objetivos: (i) definir sistemas adequados para a classificação do estado ecológico das ACT, em consonância com as recomendações da DQA; (ii) classificar o estado ecológico e (iii) identificar a natureza das pressões significativas que comprometam o bom estado, relacionando-o com as atividades socioeconómicas existentes. Os trabalhos do projeto decorreram em paralelo com o exercício comunitário de intercalibração dos sistemas de classificação implementado pela comissão europeia (CE).

Devido à complexidade técnico-científica das atividades necessárias à definição de sistemas de classificação robustos e à escassez de dados de monitorização, em particular dos

elementos biológicos, o processo de definição de sistemas de classificação tem vindo a sofrer alterações ao longo dos ciclos de planeamento, refletindo o estado da arte à data da sua elaboração.

2. TIPOLOGIA DAS MASSAS DE ÁGUA

Os tipos são grupos de massas de água com características geográficas e hidrológicas relativamente homogêneas, consideradas relevantes para a determinação das condições ecológicas. O objetivo da definição de tipos é permitir que sejam corretamente estabelecidas condições de referência e que sejam comparáveis as classificações do estado ecológico dentro de cada grupo de massas de água com características semelhantes.

A definição das tipologias nacionais de águas costeiras e de transição foi feita no âmbito do projeto TICOR – *Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters* (Bettencourt *et al.*, 2003), de acordo com o documento guia da comissão europeia (CIS Guidance Document 5, 2003). Foram apenas considerados os sistemas mais relevantes (estuários e águas costeiras, incluindo lagoas costeiras), com mais de 1 km² de área. Deste processo resultaram 2 tipos de águas de transição e 5 tipos de águas costeiras, 2 relativos a lagoas e 3 de costa aberta.

No âmbito do projeto EEMA, as tipologias de águas de transição definidas no âmbito do projeto TICOR foram revistas com o objetivo de verificar a sua adequabilidade à distribuição dos elementos biológicos a utilizar na determinação do estado ecológico. Esta revisão teve em consideração os parâmetros hidrogeomorfológicos relevantes na distribuição das diferentes comunidades biológicas e foi validada com base nos dados biológicos disponíveis.

Em resultado deste estudo, os limites entre as tipologias A1 e A2 foi reajustado, e passou a localizar-se a norte do Tejo em vez de a sul do Douro. Dentro de cada tipologia definiram-se ainda dois subtipos para melhor distinguir os sistemas de maior e menor dimensão (as dimensões do sistema podem ditar diferenças ao nível da riqueza e diversidade, e consequentemente, das condições de referência).

Assim, as massas de água ACT ficam distribuídas pelos seguintes tipos:

- A1 - Estuário mesotidal estratificado (A1.1 Norte-Estreitos e A1.2 Norte-Largos)
- A2 - Estuário mesotidal homogêneo com descargas irregulares de rio (A2.1 Sul-Estreitos e A2.2 Sul-Largos).
- A3 - Lagoas costeiras semi-fechadas
- A4 - Lagoas costeiras abertas
- A5 - Costa atlântica mesotidal exposta
- A6 - Costa atlântica mesotidal moderadamente exposta
- A7 - Costa atlântica abrigada



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

3. CLASSIFICAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA

O Estado de uma massa de água superficial resulta da pior das classificações do Estado Químico e do Estado Ecológico, ou seja, é seguido o princípio “*one-out, all-out*” conforme disposto no documento guia de apoio à implementação da DQA elaborado pela CE relativo à classificação das massas de água (CIS Guidance Document 13, 2005).

No que se refere ao Estado Químico, as Normas de Qualidade Ambiental (NQA) a utilizar na avaliação do estado são as estabelecidas no Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro, que procede à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro, que estabelece as normas de qualidade ambiental no domínio da política da água, transpondo a Diretiva n.º 2013/39/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de agosto, no que respeita às substâncias prioritárias no domínio da política da água. O cumprimento, ou não cumprimento, dos valores determinados para as NQA aplicáveis resulta na classificação do Estado Químico como Bom ou Insuficiente.

No que se refere ao Estado Ecológico, a monitorização e classificação das massas de água é feita nos termos do disposto na Lei da Água e no Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de março e, no caso das ACT, inclui a avaliação dos elementos químicos e físico-químicos e hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos e dos elementos biológicos (fitoplâncton, outra flora aquática, macroinvertebrados bentónicos e, no caso dos estuários, peixes). Na classificação do estado ecológico, é atribuída uma de 5 classes de qualidade aos elementos biológicos: Mau, Medíocre, Razoável, Bom ou Excelente. A classificação é realizada de acordo com o esquema conceptual da figura 1 e os critérios de classificação que se apresentam no capítulo 5.

Para assegurar a comparabilidade dos sistemas de classificação, os resultados dos elementos biológicos devem ser expressos em Rácios de Qualidade Ecológica (EQR). Os EQR devem ser expressos num valor numérico entre 0 e 1 (situação de referência).

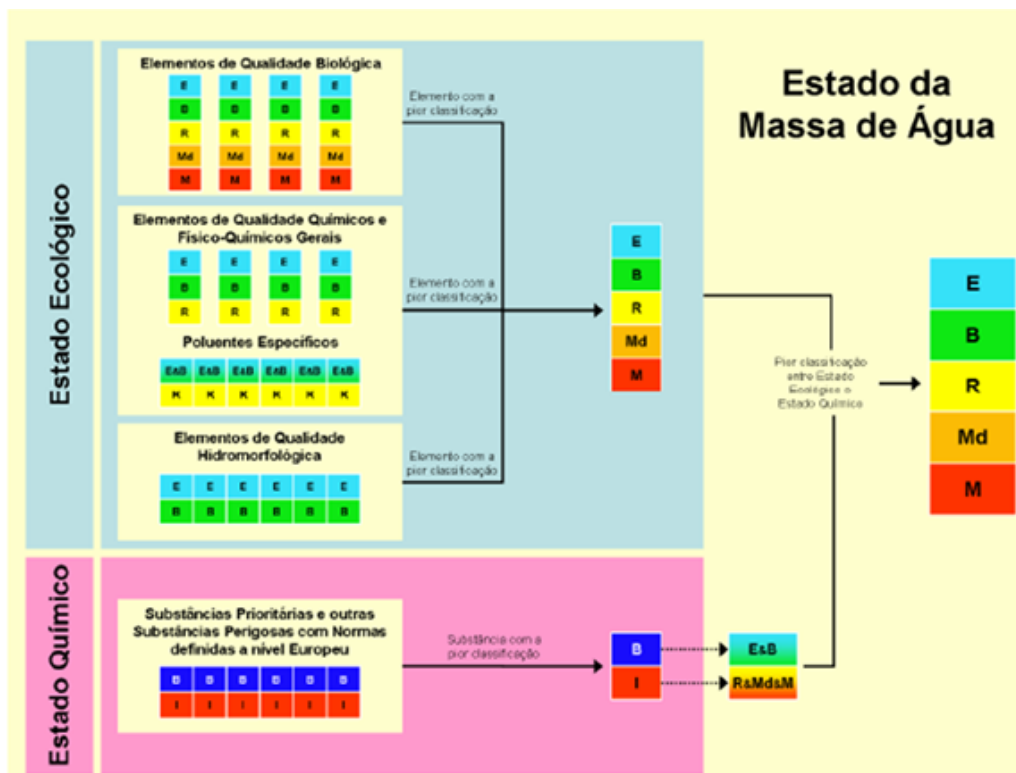


Figura 1. Esquema conceptual do sistema de classificação no âmbito da DQA/LA

4. EXERCÍCIO DE INTERCALIBRAÇÃO

A DQA estabelece a realização de um Exercício de Intercalibração (IC) destinado a assegurar a consistência e comparabilidade dos sistemas de monitorização dos elementos de qualidade biológica entre EM. O valor das fronteiras entre o Estado Excelente/Estado Bom e entre o Estado Bom/Estado Razoável é estabelecido por meio do IC, garantindo que as fronteiras entre as classes de qualidade são coerentes com as definições normativas da DQA e capazes de atribuir um nível de qualidade semelhante a sistemas que se encontram em condições ecológicas também semelhantes.

Para a realização do IC os vários EM foram organizados em Grupos de Intercalibração Geográficos (GIG) que partilham tipos de massas de água comuns. As águas de transição e costeiras portuguesas inserem-se na região Atlântico Nordeste (NEA GIG). Os tipos comuns com outros EM são, para as águas de transição, o tipo comunitário NEA 11, que abrange todo o tipo nacional A1, e para as águas costeiras, o tipo comunitário NEA 1/26e, que abrange os tipos nacionais A5, A6 e A7.



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

O IC é realizado ao nível dos elementos biológicos de qualidade para cada tipo de massa de água partilhado pelos membros do mesmo GIG. O processo de IC é constituído pelas seguintes fases: (1) definição de tipo de massas de água comuns e organização dos EM em grupos que partilham os mesmos tipos de massas de água; (2) seleção dos índices de qualidade ecológica em uso nos vários países e que estão de acordo com as definições normativas da DQA; (3) elaboração de matrizes incluindo dados biológicos e ambientais, relativos à aplicação dos índices, incluindo a homogeneização taxonómica e estrutural dos dados; (4) tratamento estatístico de dados; e (5) apresentação e defesa dos resultados para obtenção de concordâncias individuais e coletiva e elaboração de relatórios.

De acordo com o cronograma da DQA, o IC deveria ter estado concluído em 2006, para todas as categorias de água, tarefa que se revelou impossível de alcançar, pelo que a CE decidiu prosseguir para uma 2ª fase, que deveria estar formalmente concluída em 2011.

Na impossibilidade de concluir as atividades até essa data, a CE prolongou a conclusão do exercício para 2016, de modo a permitir obter resultados para os casos ainda em estudo. Portugal participou em todas as fases do IC, sustentado na colaboração de várias universidades e consultores especializados.

Os resultados da 1ª fase do IC foram publicados através da Decisão 2008/915/CE, de 30 de outubro, tendo sido transpostos para os tipos nacionais e utilizados como base de informação na elaboração dos primeiros PGRH e programas de medidas. A Decisão 2013/480/EU revoga a anterior e estabelece, nos termos da Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, os valores da classificação dos sistemas de monitorização dos EM no seguimento do IC (resultados da 2ª fase do exercício de intercalibração, transpostos para os tipos nacionais e utilizados no segundo ciclo de planeamento, conforme consta dos PGRH respetivos). Aguarda-se a publicação da 3ª Decisão de intercalibração, com os resultados finais do IC e que vai definir os valores das fronteiras entre classes que os EM devem utilizar no quadro da classificação dos seus sistemas nacionais de monitorização no terceiro ciclo de planeamento.

Na 3ª Fase do IC, Portugal concluiu os trabalhos da intercalibração para todos os elementos biológicos, exceto as macroalgas oportunistas. Apesar de ter estado incluído no grupo de trabalho destas algas, devido às limitações da base de dados nacional não foi possível concluir a IC, que deve agora ser terminada até final de 2019, recorrendo a novos dados de campo e de acordo com a metodologia do guia para o efeito (CIS Guidance 30, 2015).

Após a intercalibração, os resultados são transpostos para os sistemas de classificação nacionais. Nos casos em que há correspondência entre os tipos comunitários e os tipos nacionais, as fronteiras de qualidade são as definidas no âmbito do exercício de intercalibração. Para os tipos nacionais que não têm correspondência com os tipos comunitários, aplicam-se os sistemas de classificação definidos a nível nacional.

No caso das massas de água ACT, optou-se por utilizar para estes tipos nacionais que não têm correspondência comunitária, os mesmos índices desenvolvidos na intercalibração, adaptados às condições de referência de cada tipo de massa de água. Desta forma, o índice desenvolvido para cada elemento biológico é o mesmo para todos os tipos de massas de água. No entanto os valores das condições de referência são específicos para cada tipo, o



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

que resulta em diferentes fronteiras de qualidade para o mesmo índice, de acordo com as características de cada grupo de massas de águas.

Por outro lado, a evolução dos trabalhos científicos tem levado à constante atualização das condições de referência e fronteiras de qualidade. Os critérios adotados no segundo ciclo de planeamento são os constantes dos PGRH respetivos (APA, 2016) enquanto que no terceiro ciclo de planeamento se utilizam os resultados da 3ª fase da IC transpostos para os sistemas de classificação nacionais.

A aplicação dos índices pressupõe que no trabalho de campo foram seguidos os protocolos de monitorização desenvolvidos no âmbito de implementação da DQA. Estes protocolos encontram-se disponíveis no sítio de internet da APA, I.P. (www.apambiente.pt).

5. CRITÉRIOS PARA A CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO ECOLÓGICO DAS MASSAS DE ÁGUA DE TRANSIÇÃO E COSTEIRAS

5.1 Elementos químicos e físico-químicos de suporte aos elementos biológicos

Os elementos químicos e físico-químicos de suporte aos elementos biológicos incluem os poluentes específicos e os elementos físico-químicos gerais.

Consideram-se poluentes específicos relevantes as substâncias químicas enquadradas nos pontos 1 a 9 do Anexo VIII da DQA que não estão incluídas na lista de substâncias prioritárias. A lista de poluentes específicos e as suas NQA encontram-se disponíveis nos PGRH.

Os elementos físico-químicos gerais integram parâmetros que avaliam as condições de transparência, térmicas, oxigenação, salinidade e as condições relativas a nutrientes. No âmbito do projeto EEMA, foi desenvolvida metodologia de base para classificar o estado da massa de água relativamente às condições de oxigenação e nutrientes (APA, 2016). Esta metodologia consistiu na (i) recolha dos dados de campo disponíveis por tipologia, (ii) estimativa dos valores de referência para cada parâmetro a avaliar e (iii) estimativa do desvio das características de cada massa de água em relação aos valores de referência.

A estatística escolhida foi o percentil 90 por representar uma medida que engloba a maioria dos dados, excluindo valores extremos devidos a distribuições assimétricas relacionadas com situações invulgares. Este sistema de classificação define apenas duas classes de qualidade: Bom e Razoável. Para o cálculo da classificação, seguem-se os procedimentos descritos nos PGRH do segundo ciclo (APA, 2016). Na classificação, deve ser considerado um número mínimo de 3 amostras.

Na classificação dos elementos físico-químicos gerais e dos poluentes específicos, bem como do estado químico relativamente às substâncias prioritárias, deve ser dado cumprimento ao disposto no Decreto-lei nº 83/2011, de 20 de junho, nomeadamente no que se refere aos limites de quantificação dos métodos de análise, de forma a garantir que é possível retirar conclusões dos resultados da monitorização.

4.2 Elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos

Na classificação dos elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos, considera-se que uma massa de água não alcança o estado excelente quando está sujeita a pressões hidromorfológicas significativas. Para a identificação das alterações morfológicas e hidrodinâmicas das massas de água de transição que poderiam ser consideradas como significativas, foi analisada e adaptada a informação constante de planos congéneres de outros países. Nos PRGH do segundo ciclo (APA, 2016), encontram-se identificadas as alterações morfológicas, alterações hidrodinâmicas e pressões hidromorfológicas significativas a considerar na classificação deste elemento de qualidade. Os elementos hidromorfológicos apenas são utilizados para distinguir as massas de água em estado “Excelente” e “Bom”.

4.3 Elementos biológicos

Para a avaliação do estado ecológico em águas de transição (estuários) são considerados os elementos biológicos fitoplâncton, outras plantas (macroalgas, sapais e ervas marinhas), macroinvertebrados bentónicos e peixes (Tabela 1).

No caso das águas costeiras de costa aberta são considerados os elementos biológicos fitoplâncton, outras plantas (macroalgas e ervas marinhas) e macroinvertebrados bentónicos. Na avaliação das restantes águas costeiras (lagoas costeiras) são considerados os elementos biológicos fitoplâncton, outras plantas (macroalgas, sapais e ervas marinhas) e os macroinvertebrados bentónicos (Tabela 1).

A descrição detalhada das métricas que suportam os índices que a seguir se descrevem, bem como as condições de referência e os valores dos EQR para cada tipo (nacional) de massa de água podem ser consultados nos PGRH do segundo ciclo (APA, 2016) e nos artigos científicos publicados no âmbito do projeto EEMA. Pode ainda ser encontrada informação sobre a aplicação dos índices no sítio de internet da APA, I.P. (www.apambiente.pt).

Tabela 1. Elementos biológicos e respetivos índices por tipo de massa de água

Elementos biológicos							
	Tipos MA	Fitoplâncton	Macroalgas	Sapais	Ervas marinhas	Macroinvertebrados bentónicos	Peixes
Estuários	A1	Clorofila-a	BMI	Aqua- Index	SQI	BAT	EFAI
	A2						
Lagoas costeiras	A3	Clorofila-a	BMI	Aqua- Index	SQI	BAT	---
	A4						
Costa aberta	A5	Clorofila-a	Mar-MAT	---	SQI	BAT	---
	A6						
	A7						

Na classificação do Fitoplâncton é avaliada a biomassa, através da métrica concentração de clorofila-a, parâmetro indicador da produtividade fitoplanctónica (Brito *et al.*, 2012a; Brito *et al.*, 2012b; Coutinho *et al.*, 2012). A estatística escolhida foi o percentil 90, de forma a considerar a variabilidade natural e sazonal do fitoplâncton. As condições de referência, fronteiras de qualidade (EQR) e correspondente classificação (EQS-*Ecological Quality Status*) são apresentados nos PGRH do segundo ciclo (APA, 2016). No caso dos estuários, as condições de referência foram definidas para três gamas de salinidade, que correspondem a comunidades fitoplanctónicas distintas.

O índice desenvolvido para avaliação das Macroalgas em águas de transição é o BMI – *Blooming Macroalgae Index* (Patrício *et al.*, 2007). Este índice inclui as seguintes métricas: (i) a área intertidal disponível para os florescimentos, i.e., excluindo as áreas ocupadas por vegetação e/ou substrato duro, (ii) a área ocupada pelos florescimentos e (iii) a percentagem de cobertura dos florescimentos. Nos PGRH do segundo ciclo (APA, 2016) é apresentado o sistema decisório de classificação.

O índice desenvolvido para a avaliação das Macroalgas em águas costeiras dos tipos A5, A6 e A7 é o MarMAT – *Marine Macroalgae Assessment Tool* (Neto *et al.*, 2012). Este índice é composto por 7 métricas, representativas das características estruturais e funcionais das comunidades de macroalgas de substratos rochosos de zonas do intertidal de águas costeiras: (1) riqueza específica, (2) proporção de clorófitos (algas verdes), (3) número de rodófitos (algas vermelhas), (4) rácio “*Ecological Status Group*”, (5) proporção de espécies oportunistas, (6) cobertura de oportunistas e (7) descrição da costa.

As pontuações para as métricas (1), (2), (3), e (5), são calculadas a partir da lista reduzida de taxa adaptada para cada subtipologia em Portugal (APA, 2016). A métrica (4) é uma proporção entre o número de taxa dos Grupos de Estado Ecológico ESG I / ESG II e refere-se à proporção de formas perenes (ESG I) e formas anuais ou efémeras (ESG II) (Orfanidis, 2001).

A métrica (6) funciona como fator de correção para as diferentes características dos locais amostrados e deve ser calculada durante a amostragem de cada local (Wells *et al.*, 2007). A cobertura de oportunistas (7) representa a percentagem de cobertura de macroalgas de taxa considerados oportunistas na zona intertidal de substrato duro da costa portuguesa. Para chegar à classificação final, as sete métricas são avaliadas por um sistema de pontos atribuídos em função do desvio que cada métrica apresenta do respetivo valor de referência (APA, 2016).

O índice utilizado na avaliação da qualidade ecológica das massas de água através do subelemento biológico Sapal é o AQuA-Index - *Angiosperm Quality Assessment Index* (Caçador *et al.*, 2013). Este índice inclui diversas métricas ecológicas reveladoras da estrutura do sapal. Através da abundância relativa das espécies em cada massa de água são calculados os índices de Diversidade de Shannon (H'), a Diversidade Máxima de Shannon (H'max), o Índice de Equitabilidade de Pielou (J), o Índice de Diversidade de Margalef e também o número total de espécies (S) presentes na massa de água a avaliar. Aplicando a formulação definida em Caçador *et al.*, (2013) e APA (2016), é calculado o EQR e determinada a correspondente classe de qualidade (EQS).

O índice desenvolvido para avaliação das Ervas Marinhas é o SQI – *Seagrass Quality Index* (Neto *et al.*, 2013). As métricas que compõem este índice pertencem a duas categorias, (1) composição taxonómica e (2) abundância, a qual pode ser medida por diferentes sub-métricas isolada ou conjuntamente: (2.1) área intertidal ocupada, (2.2) densidade de indivíduos/meristemas foliares, (2.3) % cobertura média e/ou distribuição de classes de cobertura. As condições de referência são estabelecidas por massa de água, tendo em consideração dados históricos e a avaliação de peritos. A partir da formulação descrita em Neto *et al.*, (2013), é calculado o EQR, que define a classe ecológica de qualidade.

O índice desenvolvido para avaliação dos Macroinvertebrados Bentónicos é o BAT – *Benthic Assessment Tool* (Teixeira *et al.*, 2009). Este sistema foi desenhado para se aplicar a dados de abundância de macroinvertebrados recolhidos em habitats subtidais de substrato móvel (areia fina/vasosa). O BAT é um índice multimétrico que articula os resultados de três indicadores ecológicos: (i) Índice de Margalef (Margalef, 1968), (ii) Índice de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver, 1963) e (iii) AMBI - AZTI's Marine Biotic Index (Borja *et al.*, 2000).

As métricas (i) e (ii) fornecem medidas complementares de diversidade, sendo que a métrica (i) mede a riqueza específica, articulando o número de espécies e a abundância total de indivíduos amostrados, e a (ii) centra-se mais na abundância proporcional das espécies na comunidade. A métrica (iii) é um índice baseado na presença relativa de espécies sensíveis e indicadoras de perturbação numa comunidade.

O AMBI (métrica iii) considera os seguintes Grupos Ecológicos: a) GI: espécies muito sensíveis ao enriquecimento orgânico e presentes em condições não poluídas; b) GII: espécies indiferentes ao enriquecimento, presentes sempre em densidades baixas e sem variações significativas ao longo do tempo; c) GIII: espécies tolerantes ao enriquecimento excessivo de matéria orgânica, podendo ocorrer em condições normais mas sendo estimuladas pelo enriquecimento orgânico; d) GIV: espécies oportunistas de segunda-ordem, maioritariamente poliquetas de pequenas dimensões; e) GV: espécies oportunistas de primeira-ordem, essencialmente detritívoros.

Após o cálculo dos índices, os valores dos mesmos são normalizados e submetidos a análise fatorial de acordo com a metodologia proposta por Bald *et al.*, (2005) e Muxika *et al.*, (2007), para cálculo dos EQR. As condições de referência definidas para os índices de Margalef, Shannon-Weaver e AMBI que compõem a metodologia BAT, os valores fronteira dos EQR e as correspondentes classes de qualidade são apresentados nos PGRH do segundo ciclo (APA, 2016).

O índice desenvolvido para a avaliação dos Peixes é o EFAI - *Estuarine Fish Assessment Index* (Cabral *et al.*, 2012). O EFAI é composto por 6 métricas, representativas das características estruturais e funcionais das comunidades piscícolas de zonas de transição e indicadoras de impactos antropogénicos:

- Riqueza específica – Descreve o número total de espécies
- Percentagem de indivíduos que utilizam o estuário como viveiro - Percentagem do número total de indivíduos de espécies de peixes marinhos que utilizam o estuário como área de viveiro (representados quase exclusivamente por juvenis).



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

- Percentagem de indivíduos de espécies residentes - Percentagem do número total de indivíduos de espécies que completam todo o seu ciclo de vida no ambiente estuarino
- Espécies piscívoras - Esta métrica combina duas sub-métricas: uma relativa ao número de espécies que se alimenta de peixes, mas que podem não ser estritamente piscívoras; e outra referente à percentagem de indivíduos das espécies com estes hábitos tróficos.
- Espécies diádromas - Número de espécies e abundância de peixes migradores diádromos.
- Espécies sensíveis a perturbações - Esta métrica avalia o número de espécies e abundância de espécies de peixes que são habitualmente sensíveis a perturbações de origem humana, em particular a perda e/ou degradação do habitat. O grupo considerado foi o dos peixes pertencentes à família *Syngnathidae*.

Como condições de referência para a avaliação da qualidade ecológica de um estuário, considerou-se um estuário hipotético que apresentasse as seguintes características: (i) riqueza específica superior a 28 espécies; (ii) percentagem de indivíduos que utilizam o estuário como viveiro superior a 60%; (iii) percentagem de indivíduos residentes entre 30% e 50%; (iv) percentagem de indivíduos piscívoros (exclusivamente ou não) entre 40% e 60% e número de espécies piscívoras (exclusivamente ou não) superior a 5; ou número de espécies piscívoras (exclusivamente ou não) superior a 12 e percentagem de indivíduos piscívoros (exclusivamente ou não) não inferior a 20% ou não superior a 80%; (v) espécies diádromas com possibilidade de completarem os seus ciclos de vida; sem redução na abundância; sem redução no número de espécies; (vi) espécies sensíveis a perturbações sem redução na abundância; sem redução no número de espécies.

A cada métrica são atribuídas pontuações cujo somatório determina o EQR e resultante EQS. Inicialmente o EFAI foi desenvolvido para a avaliação do estado ecológico de um estuário como um todo. No entanto, a DQA preconiza a avaliação por massa de água. Desta forma, as métricas e correspondentes pontuações foram adaptadas a diferentes classes de salinidade, permitindo a classificação do estado ecológico do elemento peixes por massa de água (APA, 2016).

6. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Através do desenvolvimento de projetos científicos e da participação no IC, foram definidos os sistemas de classificação para as massas de água costeiras para os elementos biológicos fitoplâncton, macroalgas e macroinvertebrados bentónicos, e para as águas de transição para os elementos biológicos fitoplâncton, sapais, ervas marinhas, macroinvertebrados bentónicos e peixes. Devido à complexidade técnico-científica e carácter dinâmico desta atividade, as condições de referência e os valores de fronteira de qualidade para os índices desenvolvidos foram sofrendo alterações ao longo dos ciclos de planeamento. No terceiro ciclo de planeamento também ocorrerão alterações, designadamente com a transposição dos resultados da 3ª fase do IC.

Também no âmbito dos grupos de trabalho da Comissão Europeia, estão a ser definidas orientações para os sistemas de classificação dos elementos físico-químicos de suporte, em particular os nutrientes, e para os elementos hidromorfológicos. As lacunas a colmatar incluem ainda as macroalgas oportunistas em águas de transição e a melhoria dos sistemas de classificação das lagoas costeiras que por não se incluírem em tipos comuns ficaram excluídas do IC.

Nos PGRH do segundo ciclo, mais especificamente nos anexos da parte II (disponíveis em www.apambiente.pt), encontram-se sintetizados os sistemas de classificação a adotar para as águas de transição e costeiras, sem prejuízo das alterações que venham a ocorrer durante o terceiro ciclo de planeamento.

AGRADECIMENTOS

O projeto EEMA foi financiado pelo Programa Operacional Valorização do Território (POVT-12-0233-FCOES-000017). Os autores gostariam de agradecer aos especialistas das entidades científicas que colaboraram no projeto EEMA, em particular, o CO-FFCUL - Centro de Oceanografia, da Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, o IMAR - Instituto do Mar, o INRB/IPIMAR - Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I.P., atual Instituto Português do Mar e da Atmosfera, o CESAM/UA – Centro de Estudos Ambientais e Marinhos da Universidade de Aveiro, o CCMAR-UALG - Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve e o ICBAS - Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. A primeira autora beneficiou de uma bolsa FCT (SFRH/BD/99043/2013).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APA (2016). Planos de Gestão de Região Hidrográfica. Parte 2 – Caracterização e Diagnóstico. Anexos. Maio de 2016. Agência Portuguesa do Ambiente.

Bald, J., Borja, A., Muxika, I., Franco, J., Valencia, V., (2005). Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: a case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin* 50: 1508-1522.

Bettencourt, A.M., Bricker, S.B., Ferreira, J.G., Franco, A., Marques, J.C., Melo, J.J., Nobre, A., Ramos, L., Reis, C.S., Salas, F., Silva, M.C., Simas, T., Wolff, W.J. (2004). Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters. Development of guidelines for the application of the European Union water framework directive. INAG - Instituto da Água. IMAR – Institute of Marine Research. 98p.

Borja, A., Franco, J., Pérez, V. (2000). A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40: 1100-1114.

Brito, A.C., Brotas, V., Caetano, M., Coutinho, T.P., Bordalo, A., Icely, J., Neto, J.M., Serôdio, J., Moita, T. (2012). Defining phytoplankton class boundaries in Portuguese

transitional waters: An evaluation of the ecological quality status according to the Water Framework Directive. *Ecological Indicators*: 5-14.

Brito, A.C., Quental, T., Coutinho, T.P., Branco, M.A.C., Falcão, M., Newton, A., Icely, J., Moita, T. (2012). Phytoplankton Dynamics in Southern portuguese coastal lagoons during a discontinuous period of 40 years: An overview. (2012). *Estuarina, Coastal and Shelf Science* 110: 147-156.

Cabral, H.N., Fonseca, V.F., Gamito, R., Gonçalves, C.I., Costa, J.L., Erzini, K., Gonçalves, J., Martins, J., Leite, L., Andrade, J.P., Ramos, S., Bordalo, A., Amorim, E., Neto, J.M., Marques, J.C., Rebelo, J.E., Silva, C., Almeida, P.R., Domingos, I., Gordo, L.S., Costa, M.J. (2012). Ecological quality assessment of transitional waters based on fish assemblages in Portuguese estuaries: The Estuarine Fish Assessment Index (EFAI). *Ecological Indicators*: 144-153.

Caçador, I., Neto, J.M., Duarte, B., Barroso, D.V., Pinto, M., Marques, J.C. (2012). Development of an Angiosperm Quality Assessment Index (AQuA-Index) for ecological quality evaluation of Portuguese water bodies – a multi metric approach. *Ecological Indicators* 25: 141-148.

CIS Guidance Document 13, (2005). Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Union, 2005

CIS Guidance Document 30, (2015). Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration exercise. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Union, 2015

CIS Guidance Document 5, (2003). Transitional and Coastal. Waters Typology, Reference Conditions and Classification Systems. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Union, 2003

Coutinho, M.T.P., Brito, A.C., Pereira, P., Gonçalves, A.S., Moita, M.T. (2012). A phytoplankton tool for water quality assessment in semi-enclosed coastal lagoons: Open vs closed regimes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 110: 134-146

INAG, 2009. Critérios de classificação do Estado das Massas de Água Superficiais. Rios e Albufeiras. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 71p

Margalef, R. (1968). *Perspectives in Ecological Theory*. University of Chicago Press.

Muxika, I., Borja, A., Bald, J., (2007). Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 16-29.

Neto, J.M., Barroso, D.V., Barria, P. (2013). Seagrass Quality Index (SQI), a Water Framework Directive compliant tool for the assessment of transitional and coastal intertidal areas. *Ecological Indicators* 30, 130-137.

Neto, J.M., Gaspar, R., Pereira, L., Marques, J.C. (2012). Marine Macroalgae Assessment Tool (MarMAT) for intertidal rocky shores. Quality assessment under the scope of the European Water Framework Directive. *Ecological Indicators* 19: 39-47.



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

Orfanidis, S., Panayotidis, P., Stamaris, N. 2003. Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI-c) application: a step for-ward for functional groups, the formula and reference condition values. *Mediterranean Marine Science*: 12 (1), 199-231.

Patricio, J., Neto, J.M., Teixeira, H., Marques, J.C. (2007). Opportunistic macroalgae metrics for transitional waters. Testing tools to assess ecological quality status in Portugal. *Marina Pollution Bulletin* 54: 1887-1896.

Shannon, C.E., Weaver, W. (1963). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press.

Teixeira, H., Neto, J.M., Patrício, J., Veríssimo, H., Pinto, R., Salas, F., Marques, J.C. (2009). Quality assessment of benthic macroinvertebrates under the scope of WFD using BAT, the Benthic Assessment Tool. *Marine Pollution Bulletin* 58 (10), 1477-1486.

Wells, E., Wilkinson, M., Wood, P., Scalan, C. (2007). The use of macroalgal species richness and composition in intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 151-161.

www.apambiente.pt Sítio de internet da Agência Portuguesa do Ambiente. Consultado a 05 de fevereiro de 2018.