



XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS A SUL DE PORTUGAL

Pedro Bettencourt¹; Sónia Alcobia²; Cláudia Fulgêncio³; Maria Grade⁴

RESUMO

A qualidade das águas é influenciada pelas atividades desenvolvidas nas bacias hidrográficas, que geram pressões impactantes nos recursos hídricos, influenciando o seu estado.

De acordo com a Diretiva Quadro das Águas, o estado final das massas de água é determinado considerando o estado químico e ecológico, no caso das águas superficiais, e o estado químico e quantitativo, no caso das águas subterrâneas.

A sul de Portugal, a avaliação do estado das massas de água superficiais interiores monitoradas baseou-se nos sistemas de classificação definidos pela Autoridade Nacional da Água; para as massas de água não monitoradas recorreu-se à análise de pressões complementada com avaliação pericial *in situ*. Quanto às águas de transição e costeiras, utilizou-se uma abordagem combinada de dados históricos, dados de monitoramento, ferramentas de modelação e avaliação pericial.

A avaliação do estado das águas subterrâneas baseou-se em dados de monitoramento e numa análise das pressões que poderiam contribuir para o não cumprimento dos objetivos ambientais das massas de água, afetar os ecossistemas aquáticos e terrestres delas dependentes ou condicionar a sua utilização.

ABSTRACT

Water quality is influenced by human activities occurring in the water bodies' catchment areas, which represent pressures impacting water resources and affecting their status.

According to the European Union's Water Framework Directive, water bodies' final status is determined by the chemical and ecological status in surface waters, and the chemical and quantitative status in case of groundwater.

¹ Nemus-Gestão e Requalificação Ambiental, Lda., Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Ed.D, 1649-038 Lisboa, Tel: +351 217 103 160, Fax: + 351 217 103 169, nemus@nemus.pt; Filial Brasil: Avenida Santa Luzia, 1136, Edifício Horto Empresarial, sala 506, Horto Florestal, Município do Salvador – Estado da Bahia, CEP: 40.295-050

² Nemus-Gestão e Requalificação Ambiental, Lda., Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Ed.D, 1649-038 Lisboa, Tel: +351 217 103 160, Fax: + 351 217 103 169, sonia.alcobia@nemus.pt; Filial Brasil: Avenida Santa Luzia, 1136, Edifício Horto Empresarial, sala 506, Horto Florestal, Município do Salvador – Estado da Bahia, CEP: 40.295-050

³ Nemus-Gestão e Requalificação Ambiental, Lda., Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Ed.D, 1649-038 Lisboa, Tel: +351 217 103 160, Fax: + 351 217 103 169, claudia.fulgencio@nemus.pt; Filial Brasil: Avenida Santa Luzia, 1136, Edifício Horto Empresarial, sala 506, Horto Florestal, Município do Salvador – Estado da Bahia, CEP: 40.295-050

⁴ Nemus-Gestão e Requalificação Ambiental, Lda., Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Ed.D, 1649-038 Lisboa, Tel: +351 217 103 160, Fax: + 351 217 103 169, maria.grade@nemus.pt; Filial Brasil: Avenida Santa Luzia, 1136, Edifício Horto Empresarial, sala 506, Horto Florestal, Município do Salvador – Estado da Bahia, CEP: 40.295-050

In Southern Portugal, the assessment of surface water bodies' status was based on the classification systems established by the National Water Authority, for monitored water bodies; other water bodies' status evaluation was based on pressure analysis complemented by in situ expert assessment. As for transitional and coastal water bodies, a combined approach of historical and monitoring data, modelling tools and expert assessment was used.

Assessment of groundwater status was based on monitoring data and on the analysis of the pressures that could contribute to the failure to meet the environmental objectives of water bodies, affect dependent aquatic and terrestrial ecosystems or limit their use.

Palavras-chave: Qualidade da água; Planejamento; Região Hidrográfica

1 – INTRODUÇÃO

Os Planos de Gestão das Bacias Hidrográficas (PGBH) são instrumentos de planeamento das águas que visam a gestão, a proteção e a valorização ambiental, social e económica das águas, dando cumprimento à Diretiva Quadro da Água (DQA, Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro), transposta para o direito Português através da Lei da Água (Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro).

De acordo com a Lei da Água, os PGBH estabelecem os programas de medidas previstos para o cumprimento dos objetivos ambientais, que são definidos para as massas de água superficiais, subterrâneas e para as zonas protegidas, e que passam genericamente por proteger, melhorar e recuperar as massas de água com o objetivo de alcançar o seu bom estado.

Os PGBH de Portugal Continental, referentes ao 1.º ciclo de planeamento, foram aprovados pela Autoridade Nacional da Água em 2013, vigorando até 2015, data em que se inicia o 2.º ciclo de planeamento.

A elaboração dos PGBH de 3 das 8 Regiões Hidrográficas (RH) de Portugal Continental – RH6 (Sado/Mira), RH7 (Guadiana) e RH8 (Ribeiras do Algarve) –, foi conduzida por dois Consórcios liderados pela Nemus – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. para as Administrações de Região Hidrográfica do Alentejo (RH6 e 7 – Consórcio Nemus-Ecosistema-Agro.Ges) e do Algarve (RH8 – Consórcio Nemus-Hidromod-Agro.Ges), respectivamente.

Na presente comunicação destacam-se os principais aspectos das metodologias adotadas para determinar a qualidade das águas das bacias incluídas nas referidas regiões hidrográficas, com vista à avaliação do seu estado, que constitui a base para a proposição de objetivos ambientais por massa de água e, subsequentemente, de medidas para o alcance desses objetivos.

2 – ENQUADRAMENTO LEGAL

A **Diretiva-Quadro da Água** (doravante referida como DQA) estabelece um quadro de ação comunitário para o desenvolvimento de políticas integradas de proteção e melhoria do estado das águas. Assenta no princípio de que é preciso garantir que os ecossistemas aquáticos e os ecossistemas terrestres que dependem da água têm um funcionamento adequado e que todos os usos da água só poderão ser tolerados se não puserem em causa este bom funcionamento dos ecossistemas.

A DQA compromete os Estados-membros da União Europeia a protegerem, melhorarem e recuperarem “todas as massas de águas (...), com o objetivo de alcançar um bom estado das águas (...) 15 anos, o mais tardar, a partir da entrada em vigor da (...) diretiva”, isto é, em 2015. Exige também dos Estados-membros que garantam “a elaboração de um plano de gestão de bacia hidrográfica, para cada região hidrográfica inteiramente situada no seu território”, também “avaliados e atualizados o mais tardar 15 anos a contar da data de entrada em vigor da (...) diretiva e, posteriormente, de seis em seis anos”.

A DQA foi transposta para a ordem jurídica portuguesa através de dois instrumentos legais, a **Lei da Água** e o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, consagrando o princípio da gestão e planeamento por bacias hidrográficas (Figura 1). Trata-se de uma perspectiva de gestão dos recursos hídricos bastante inovadora pela sua abrangência geográfica e também pelas principais mudanças a que conduziu: introdução do conceito de “bom estado ecológico” das águas, o qual, pela primeira vez, destaca a estrutura e a composição dos ecossistemas e o princípio do equilíbrio ecológico; a avaliação do estado ecológico das massas de água com base em todos os componentes do sistema; a gestão da água com base nas unidades hidrológicas naturais, as bacias hidrográficas; e o estabelecimento de custos pelo uso dos recursos hídricos.

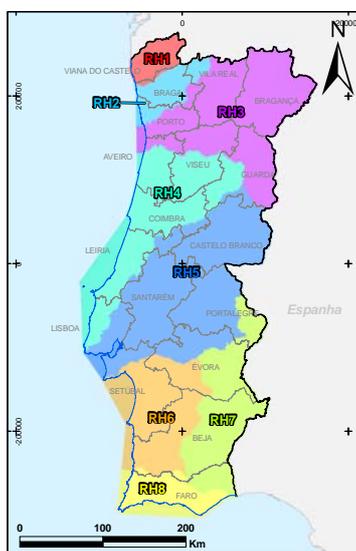


Figura 1 – Regiões hidrográficas vs limites administrativos em Portugal continental

O conteúdo dos PGBH é estabelecido pela **Portaria n.º 1283/2009, de 19 de outubro**, que regulamenta o n.º 2 do artigo 29.º da Lei da Água. De acordo com esse diploma, os PGBH devem apresentar um resumo das características gerais da região hidrográfica, a identificação e caracterização das zonas protegidas e das massas de águas superficiais e subterrâneas, a caracterização das pressões naturais e das incidências antropogénicas significativas, a análise das redes de monitorização e a avaliação do estado das massas de água.

A DQA define as seguintes **massas de água**:

Massa de águas de superfície – “uma massa distinta e significativa de águas de superfície, como por exemplo um lago, uma albufeira, um ribeiro, rio ou canal, um troço de ribeiro, rio ou canal, águas de transição [estuários] ou uma faixa de águas costeiras”; cada massa de águas de superfície existente é identificada como pertencendo a uma das seguintes categorias de águas de superfície – rios, lagos, águas de transição ou águas costeiras – ou como uma massa de água superficial artificial (criada pela atividade humana) ou uma massa de água superficial fortemente modificada (massa de água que, em resultado de alterações físicas derivadas da atividade humana, adquiriu um carácter substancialmente diferente);

Massa de águas subterrâneas – “um meio de águas subterrâneas delimitado que faz parte de um ou mais aquíferos” (por sua vez definido como “uma ou mais camadas subterrâneas de rocha ou outros estratos geológicos suficientemente porosos e permeáveis para permitirem um fluxo significativo de águas subterrâneas ou a captação de quantidades significativas de águas subterrâneas”).

3 – BREVE CARACTERIZAÇÃO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO SUL DE PORTUGAL

3.1 – Região hidrográfica do Sado e Mira (RH6)

A RH6 integra as bacias hidrográficas dos rios Sado e Mira e as bacias hidrográficas das ribeiras adjacentes nas costas Alentejana e Algarvia, incluindo as respectivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes, com uma área total de 12.149 km². Abrange totalmente sete concelhos e parcialmente 18, com perto de 346 mil habitantes (2009). Na RH6 foram delimitadas 236 massas de água superficiais – 196 rios, 9 massas de água de transição, 3 massas de água costeiras, 20 lagos (albufeiras) e 8 massas de água artificiais –, e 8 massas de água subterrânea. Além das massas de água delimitadas pela Autoridade Nacional da Água, foram delimitadas no âmbito do PGRH 5 massas de água superficiais.

3.2 – Região hidrográfica do Guadiana (RH7)

A RH7 integra a bacia hidrográfica do rio Guadiana localizada em território português e as bacias hidrográficas das ribeiras da costa, incluindo as respectivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes, com uma área total de 11.611 km². Trata-se de um território que inclui totalmente 10 concelhos e parcialmente 23, com pouco mais de 200 mil habitantes (2009). Na RH7 foram delimitadas 260 massas de água superficiais – 227 rios, 5 massas de água de transição, 20 massas de água costeiras, 20 lagos (albufeiras) e 6 massas de água artificiais –, e 9 massas de água subterrânea. Além das massas de água delimitadas pela Autoridade Nacional da Água, foram delimitadas no âmbito do PGRH 13 massas de água superficiais.

3.3 – Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (RH8)

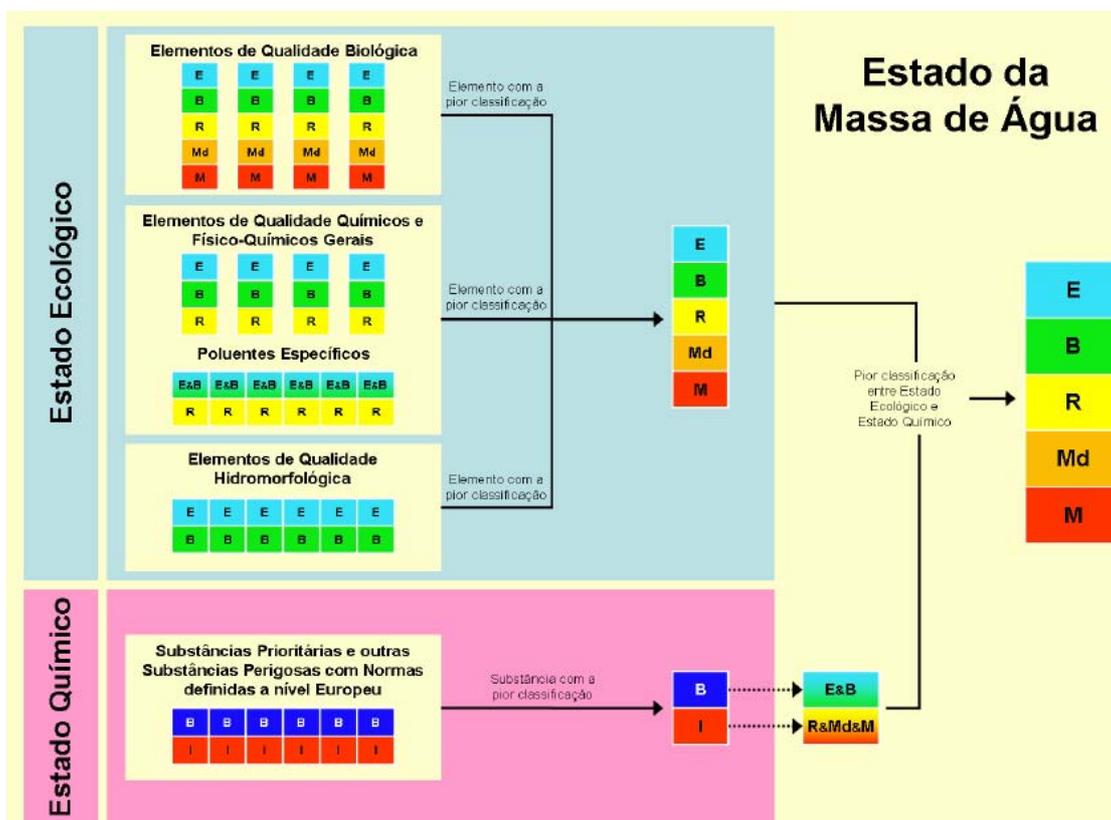
A região hidrográfica das ribeiras do Algarve integra as bacias hidrográficas das ribeiras da Região Algarvia, incluindo as respetivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes, com uma área total de 3.839 km². Abrange totalmente 10 concelhos e parcialmente 8, com perto de 409 mil habitantes (2009). Na RH8 foram delimitadas pela Autoridade Nacional da Água, no âmbito do Artigo 13.º da DQA, 80 massas de água superficiais: 62 rios (incluindo as massas de água fortemente modificadas do tipo troços de rio), 3 massas de água de transição, 10 massas de água costeiras, 3 lagos (albufeiras) e 2 massas de água artificiais. A Autoridade Nacional da Água, nos termos do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março, identificou e delimitou 23 massas de água subterrânea na RH8.

4 – DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

4.1 – Águas Superficiais

De acordo com a DQA, os Estados Membros têm a obrigação de classificar o Estado das massas de água de superfície. Esta classificação final integra a classificação do Estado Ecológico e do Estado Químico, sendo que o Estado de uma massa de água de superfície é definido em função do pior dos dois Estados, Ecológico ou Químico.

Na figura seguinte apresenta-se o esquema conceptual do sistema de classificação definido no âmbito da DQA, sendo possível observar a relação dos diferentes elementos de qualidade para classificar o Estado Ecológico, o Estado Químico e o Estado de uma Massa de Água de superfície.



Fonte: INAG, 2009.

Figura 2 – Esquema conceitual do sistema de classificação definido no âmbito da DQA /Lei da Água

O Estado Final das massas de água naturais (excluindo as massas de água fortemente modificadas e artificiais) corresponde a uma das classes possíveis: Excelente, Bom, Razoável, Medíocre ou Mau. O Estado Final das massas de água fortemente modificadas corresponde a uma das classes possíveis: Superior a bom, Bom, Razoável, Medíocre ou Mau. Porque as massas de água artificiais não foram monitorizadas, não existindo dados de caracterização, foram classificadas com o estado indeterminado de acordo com os critérios definidos pela Autoridade Nacional da Água.

A avaliação do estado das **massas de água superficiais interiores (rios e albufeiras) monitoradas** nas RH 6, 7 e 8 foi realizada com base nos sistemas de classificação definidos pela Autoridade Nacional da Água (INAG, 2009):

Metodologia de Classificação – Estado/Potencial Ecológico

1. *Elementos de Qualidade Biológica* – invertebrados bentônicos, fauna piscícola, fitobentos-diatomáceas, macrófitos e fitoplâncton (apenas para albufeiras);

2. *Elementos Químicos e Físico-Químicos de Suporte* – elementos gerais (oxigénio dissolvido, taxa de saturação em oxigénio, pH, Carência Bioquímica em Oxigénio (CBO5), azoto amoniacal, nitratos, fósforo total;

3. Poluentes Específicos;

4. Elementos de Qualidade Hidromorfológica.

Metodologia de Classificação – Estado Químico – O Estado Químico está relacionado com a presença de substâncias químicas que, em condições naturais, não estariam presentes ou estariam

apenas em concentrações reduzidas: Substâncias prioritárias (Diretiva 2008/105/CE, de 16 de dezembro) ou outras substâncias perigosas para as quais foram estabelecidas a nível nacional ou comunitário, normas de qualidade ambiental (NQA); a classificação do Estado Químico é determinada pelo cumprimento das normas de qualidade ambiental (NQA) definidas nas respectivas Diretivas.

Para as **massas de água não monitoradas** foi utilizada uma metodologia baseada na análise de pressões complementada com avaliação pericial in situ e informação complementar; a análise processou-se da seguinte forma:

- Análise exploratória da matriz das pressões e sua distribuição espacial;
- Cálculo das distâncias às massas de água com base na matriz de escorrências;
- Normalização dos valores dos parâmetros CBO5, Azoto Total e Fósforo Total dos pontos de pressão;
- Identificação de “outliers”, aplicação do percentil 90, para ajustamento dos dados;
- Agregação dos valores estimados da pressão pontual por sub-bacia;
- Análise comparativa dos valores estimados com os valores observados nas massas de água monitoradas;
- Validação da classificação obtida com base em análise pericial por observação in situ (Ficha de Campo para avaliação pericial, com 10 variáveis, para a caracterização da área envolvente e do troço de amostragem) e em informações complementares (e.g. escorrências difusas; modificações físicas presentes nas massas de água).

No que diz respeito às **massas de água de transição e costeiras**, foi utilizada uma abordagem combinada de dados históricos e de monitorização, ferramentas de modelação e o recurso à opinião de especialistas:

Avaliação do Estado Ecológico

Tabela 1 – Elementos de avaliação do Estado Ecológico

Elementos biológicos	Elementos hidromorfológicos	Elementos físico-químicos
Composição, abundância e biomassa do fitoplâncton	Condições morfológicas	Transparência
Composição e abundância da restante flora aquática	Variação da profundidade	Condições térmicas
Composição e abundância dos invertebrados bentónicos	Quantidade, estrutura e substrato do leito	Condições de oxigenação
Composição e abundância da fauna piscícola (só nas águas de transição)	Estrutura da zona intermareal	Salinidade
	Regime de marés	Condições relativas aos nutrientes
	Direção das correntes dominantes/Fluxo de água doce	
	Exposição às vagas	Poluentes específicos

Avaliação do Estado Químico – “Bom estado químico” alcançado por uma massa de água de superfície em que as concentrações de poluentes não ultrapassam as normas de qualidade ambiental.

Relativamente às **massas de água fortemente modificadas** troços de rios e às **massas de água artificiais**, para as quais não são propostos critérios oficiais de classificação, foram estabelecidos critérios e sistemas de classificação, especialmente desenvolvidos no âmbito dos PGBH das Regiões Hidrográficas das Ribeiras do Algarve (RH8), do Sado e Mira (RH6) e do Guadiana (RH7). Os critérios de classificação propostos basearam-se nos dados de monitoramento e estão de acordo com o definido no Grupo de Trabalho da Estratégia Comum de Implementação da DQA (European Commission, 2005a e b). As condições de massas de água situadas a jusante de barragens em particular foram avaliadas por modelação matemática a partir das condições existentes nas albufeiras situadas a montante. Complementarmente, com o objetivo de aumentar o nível de confiança na classificação obtida por modelação para as massas de água não monitoradas, foi aplicada a Ficha de Campo para avaliação pericial desenvolvida para a categoria rios.

4.2 – Águas Subterrâneas

A avaliação do estado químico das 40 massas de águas subterrâneas (MAS) do Sul de Portugal compreendeu uma caracterização aprofundada da sua qualidade, uma análise das pressões pontuais e difusas que podiam contribuir para as elevadas concentrações de determinados poluentes e um estudo aprofundado da forma como os valores de excedência às normas de qualidade contribuíam para o não cumprimento dos objetivos ambientais estipulados na DQA.

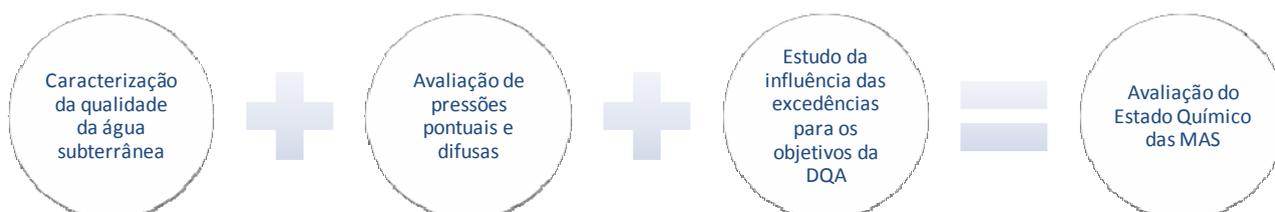


Figura 3 – Sequência de atividades desenvolvidas para a avaliação do estado químico das MAS

A caracterização da qualidade da água subterrânea foi suportada pelos resultados do monitoramento físico-químico efetuado pelas Administrações de Região Hidrográfica do Alentejo e do Algarve nos últimos 10 anos. Os dados de monitoramento resultam das redes de vigilância que acompanham a evolução espaço-temporal dos parâmetros físico-químicos e das redes específicas destinadas a controlar situações de risco, como por exemplo, fenómenos localizados de sobreexploração, ou fenómenos localizados de poluição.

Numa fase inicial dos trabalhos foi avaliada, caso-a-caso, a conformidade da água subterrânea nos poços de monitoramento e identificados os principais parâmetros responsáveis pelo incumprimento das normas ambientais e pelo potencial não cumprimento dos objetivos ambientais.

Conhecidas as situações de incumprimento e os poluentes responsáveis, procedeu-se à avaliação da extensão da contaminação. Para tal, em cada local de monitoramento foram determinados os estatísticos representativos, tendo posteriormente sido realizada, pelo método geostatístico de krigagem, a determinação das concentrações médias dos poluentes nas MAS. Seguiu-se uma avaliação de eventuais tendências significativas e persistentes na concentração dos poluentes com o objetivo de determinar se existia risco de incumprimento dos critérios de qualidade.

Os resultados foram confrontados com o inventário de pressões pontuais (incluindo as descargas urbanas, industriais, agropecuárias, entre outras) e difusas (essencialmente áreas adubadas pela atividade agrícola, descargas de águas residuais no solo e exploração de campos de golfe) de forma a avaliar a sua influência na qualidade das MAS. Em 18% das MAS verificaram-se excedências nas concentrações de nitrato, parâmetro indicador da pressão difusa, em alguns casos com tendência de crescimento estatisticamente significativa.

De fato, nestas situações de excedência em nitrato verificou-se que em quase ou mais de 40 % da área da MAS era praticada a agricultura e era feita a adubação dos solos. A identificação das áreas adubadas sobre as MAS foi realizada tendo por base o mapeamento de uso e ocupação do solo, a partir do qual se procedeu à ponderação das classes que maior contributo poderia ter para os incumprimentos na qualidade da água (golfe, culturas temporárias de regadio, olivais, vinhas, pomares, culturas temporárias de sequeiro, sistemas culturais e parcelares complexos, pastagens e agricultura com espaços naturais e seminaturais).

Por fim, realizaram-se cinco testes parciais de avaliação do cumprimento dos objetivos ambientais com o seguinte âmbito:

Tabela 2 – Objetivos dos testes de avaliação do estado químico

Teste	Objetivo
Teste de avaliação qualitativa	Avaliar o risco ambiental do não cumprimento dos objetivos ambientais
Teste das zonas protegidas de água para o consumo humano	Avaliar de que forma a qualidade da água das MAS influencia o nível de tratamento da água utilizada para o abastecimento público
Teste da intrusão salina ou outras	Avaliar risco de contaminação salina de origem marinha ou a partir do meio geológico de suporte
Teste do escoamento superficial	Avaliar se qualidade da água das MAS provoca alteração significativa na qualidade das massas de água superficiais
Teste dos ecossistemas associados/dependentes das águas subterrâneas	Avaliar se qualidade da águas das MAS interfere ou provoca algum dano significativo aos ecossistemas associados/dependentes

Cada um dos testes compreendeu um conjunto de perguntas-resposta que no seu conjunto permitiram classificar o estado químico das MAS. Se apenas num teste foi obtido um estado

medíocre a MAS foi automaticamente classificada como tendo um estado medíocre e como não estando a cumprir os objetivos ambientais estipulados na DQA.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente comunicação foram destacados os principais aspectos das metodologias adotadas para determinar a qualidade das águas nos PGBH do Sul de Portugal, com vista à avaliação do estado das massas de água, por sua vez a base para a proposição de objetivos ambientais por massa de água e, subsequentemente, de medidas para o alcance desses objetivos.

A elaboração da 1.^a geração deste tipo de planos constituiu um importante desafio, face ao caráter inovador subjacente à abordagem exigida. Entre os aspectos melhor conseguidos em matéria de avaliação da qualidade das águas, relevam-se o grande salto na informação e sobretudo na sua gestão e um importante avanço na harmonização de procedimentos de avaliação, diagnóstico e monitoramento. Entre os aspetos com maior margem para melhoria destacam-se a articulação e uniformidade de metodologias entre planos de diferentes regiões e para regiões transfronteiriças, o conhecimento e diagnóstico de certas massas de água e/ou dos habitats que delas dependem, bem como o conhecimento da relação de dependência entre as águas superficiais (e ecossistemas húmidos associados) e as águas subterrâneas.

BIBLIOGRAFIA

EUROPEAN COMMISSION (2005a). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) – Guidance Document N.º13 – Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential*. Working Group 2A ECOSTAT, 47 pp.

EUROPEAN COMMISSION (2005b). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) – Template for the development of a boundary setting protocol for the purposes of the Intercalibration Exercise*. Working Group 2A ECOSTAT, 28 pp.

INAG (2009). *Critérios para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.. setembro de 2009.