

MANUAL PARA APLICAÇÃO DO IBMR (ÍNDICE BIOLÓGICO DE MACRÓFITOS DE RIO) E APOIO AO UTILIZADOR DA PLATAFORMA INFORMÁTICA DE CÁLCULO DO ÍNDICE



ibmr

Índice Biológico de Macrófitos de Rio

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Autoria: Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.
Departamento de Recursos Hídricos/Divisão do Estado Qualitativo da Água

Grupo de Trabalho:

Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.:

Maria Felisbina Quadrado
Sofia Batista
Verónica Onofre Pinto
José Madeira
Carlos Graça

Instituto Superior de Agronomia:

Maria Teresa Ferreira (Coordenação ISA)
Francisca C. Aguiar,
Maria Rosário Fernandes

Desenvolvimento da plataforma informática:

Greenreference, Lda.

Este documento resultou da revisão e atualização do seguinte relatório: F.C. Aguiar, M.R. Fernandes, M.T. Ferreira (2013) - Manual para Aplicação do IBMR (Índice Biológico de Macrófitos de Rio) no âmbito da Monitorização para a Diretiva Quadro da Água. Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa.

Este documento deve ser citado do seguinte modo:

APA, I.P. 2017. *Manual para aplicação do IBMR (Índice Biológico de Macrófitos de Rio) e apoio ao utilizador da plataforma informática de cálculo do índice.* Departamento de Recursos Hídricos/Divisão do Estado Qualitativo da Água, Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., Ministério do Ambiente.

Versão revista (agosto 2018): procedeu-se à revisão de uma das referências bibliográficas.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Índice

1.	Enquadramento.....	1
2.	Âmbito de aplicação do IBMR e informação necessária	6
2.1.	Cálculo do IBMR	8
2.2.	Classe de qualidade ecológica	8
2.3.	Grau de confiança no índice	10
3.	Utilização da plataforma informática em ambiente <i>web</i>	11
3.1.	Página principal.....	12
3.2.	Dados de entrada	12
3.2.1.	Dados da campanha e estação de amostragem	13
3.2.2.	Introdução de dados de amostragem	15
3.3.	Classificação ecológica	20
3.4.	Ajuda.....	23
4.	Referências bibliográficas	24
5.	Glossário	26

Anexo – Lista de macrófitos indicadores e respetivos valores tróficos e coeficientes de estenoecidade.

Índice de quadros

Quadro 1.	Valores de referência e valores de fronteira (em RQE) aplicáveis para determinação das classes de qualidade ecológica com base no IBMR, em massas de água dos tipos de rios nacionais (APA, I.P., 2016b).....	9
Quadro 2.	Grau de confiança no cálculo do IBMR.....	10

Índice de figuras

Figura 1. Barra de navegação entre páginas.	11
Figura 2. Endereços e ligações relevantes para os utilizadores da plataforma.	12
Figura 3. Campos a preencher para identificação da estação de amostragem e caixa de texto livre para registo de aspetos relevantes da estação de amostragem.	13
Figura 4. Localização da estação com recurso às coordenadas geográficas ou posição aproximada.	14
Figura 5. Campo para submissão de uma fotografia da estação.	14
Figura 6. Opções disponibilizadas na plataforma para introdução de dados de amostragem.	15
Figura 7. Introdução de cobertura relativa de macrófitos através de “Seleção manual”.	16
Figura 8. Opção de pesquisa de imagens através da plataforma.	16
Figura 9. Células da folha de cálculo a utilizar para introdução de dados de amostragem através da opção “Abrir ficheiro Excel”.	17
Figura 10. Processo a seguir para configuração do navegador Internet Explorer.	18
Figura 11. Janela para seleção e registo dos dados a partir de uma folha de cálculo.	19
Figura 12. Resumo da informação submetida pelo utilizador.	20
Figura 13. Número de macrófitos em cada um dos grupos considerados no cálculo do IBMR.	20
Figura 14. Resultado do índice IBMR obtido com base nos dados submetidos.	21
Figura 15. Janela de seleção de tipo de massa de água da categoria rios.	21
Figura 16. Valor de RQE definido com base no tipo de massa de água e respetiva classe de qualidade ecológica.	22
Figura 17. Nível de confiança no índice IBMR, com base no número de taxa indicadores considerados.	22
Figura 18. Relatório com os resultados do cálculo do índice de qualidade e outras informações fornecidas pelo utilizador, em formato PDF.	23

1. Enquadramento

No âmbito na implementação da Diretiva Quadro da Água (DQA) - Diretiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000¹, transposta para ordem jurídica nacional pela Lei da Água - Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro², e pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março³, o **Índice Biológico de Macrófitos de Rio (IBMR)** foi adotado como índice nacional oficial para a avaliação da qualidade ecológica dos sistemas fluviais (à exceção dos grandes rios) com recurso ao elemento de qualidade biológica macrófitos.

Este índice foi originalmente desenvolvido para o território francês (Haury *et al.*, 2006), para deteção de poluição orgânica e para a caracterização e monitorização do estado trófico de massas de água superficiais. Posteriormente, no decorrer dos trabalhos associados à implementação da DQA, foi adaptado para permitir a avaliação da qualidade ecológica em massas de água interiores da categoria rios.

No contexto do planeamento e gestão dos recursos hídricos, os países que implementam a DQA devem aferir regularmente o Estado das respetivas massas de água superficiais⁴ no que respeita à componente Estado/Potencial Ecológico, bem como ao Estado Químico. O Estado Ecológico, no qual se integra a avaliação do elemento de qualidade biológica macrófitos, permite aferir a qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas superficiais, baseando esta avaliação nos resultados obtidos ao nível de elementos de qualidade biológicos (designadamente dos macrófitos), elementos físico-químicos de suporte aos elementos biológicos e elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos. No que respeita à avaliação do Estado Químico das águas superficiais, as substâncias a considerar são as que estão definidas como prioritárias no âmbito da política da água, a nível da UE, por apresentarem um risco significativo para o ambiente aquático ou por seu intermédio.

¹ Alterada por: Decisão n.º 2455/2001/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Novembro de 2001; Diretiva 2008/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de março de 2008; Diretiva 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2008; Diretiva 2009/31/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de abril de 2009; Diretiva 2013/39/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de agosto de 2013; Diretiva 2013/64/UE do Conselho, de 17 de dezembro de 2013 e Diretiva 2014/101/UE da Comissão, de 30 de outubro de 2014.

² Alterada pelo Decreto-Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro, pelo Decreto-Lei n.º 60/2012, de 14 de março, pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho e pela Lei n.º 17/2014, de 10 de abril.

³ Alterado pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro e pelo Decreto-Lei n.º 42/2016, de 1 de agosto.

⁴ A classificação das massas de água subterrâneas é também realizada de forma periódica, sendo que a natureza destas massas de água implica a adoção de conceitos diferentes para efeitos de classificação.

O Bom Estado, cenário que se considera atingido quando o Estado Ecológico e o Estado Químico são simultaneamente classificados como Bom, é o objetivo global aplicável às massas de água de superfície naturais.

Nos casos em que as massas de água superficiais se encontram alteradas de forma determinante em resultado de alterações físicas de origem antrópica (sendo portanto designadas como massas de água fortemente modificadas) ou quando têm origem artificial, a qualidade ecológica não é avaliada com base no conceito de Estado Ecológico, sendo, em alternativa, avaliado o Potencial Ecológico da massa de água.

Para detalhes quanto ao processo de classificação das massas de água, consultar:

- *Critérios de classificação adotados nos Planos de Gestão de Região Hidrográfica do 2.º ciclo de planeamento (aprovados pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016, de 20 de setembro, retificada e republicada pela Declaração de Retificação n.º 22-B/2016, de 18 de novembro), especificados no Anexo IV da Parte 2 dos PGRH.*

Nota: Deve acompanhar-se a evolução que ocorra nestas matérias, resultantes de alterações legislativas ou de orientações da APA. Neste sentido, para além da consulta da legislação em vigor, aconselha-se a consulta do website da APA: <http://www.apambiente.pt/>.

Relativamente ao elemento de qualidade macrófitos, a classificação do Estado Ecológico baseia-se na determinação do grau de perturbação, em termos de composição e abundância, registado nas comunidades macrofíticas de uma determinada massa de água, sendo as alterações quantificadas por comparação com as condições de referência determinadas previamente para as massas de água do tipo em avaliação. Por condições de referência entende-se um estado, no presente ou no passado, que corresponde à ausência de pressões antrópicas significativas, embora possam ocorrer pequenas alterações físico-químicas, hidromorfológicas e biológicas. Assim, o Bom Estado ecológico em termos do elemento macrófitos corresponde a ligeiras modificações da composição e abundância dos taxa macrofíticos, por comparação com as respetivas condições de referência.

No caso das massas de água fortemente modificadas e das massas de água artificiais, o Bom Potencial Ecológico corresponde a ligeiras modificações dos valores dos elementos de qualidade biológica, neste caso os macrófitos, em relação aos valores próprios do Potencial Ecológico Máximo. Este, por sua vez, deverá traduzir um cenário em que os valores dos elementos de

qualidade biológica refletem, tanto quanto possível, os valores associados ao tipo de massa de águas superficiais mais aproximados, dadas as condições físicas resultantes das características artificiais ou fortemente modificadas da massa de água.

A aferição do Estado ou Potencial Ecológico de uma massa de água implica a diferenciação entre os vários níveis de qualidade ecológica. Na DQA estão pré-definidos os termos em que cada elemento de qualidade deve ser classificado, sendo que, no caso dos elementos biológicos presentes em massas de água superficiais naturais, a gama observada em termos de qualidade ecológica é dividida em 5 classes (Excelente, Bom, Razoável, Medíocre e Mau); de forma análoga, aos elementos biológicos presentes em massas de água fortemente modificadas ou artificiais são atribuíveis 4 classes (Bom ou superior, Razoável, Medíocre e Mau).

Para esse efeito, cada país envolvido na implementação da DQA é responsável pelo desenvolvimento de sistemas de classificação específicos para os elementos de qualidade cuja monitorização seja pertinente nas categorias de massa de água existentes nos seus territórios, bem como pela determinação dos respetivos valores de referência e limiares entre classes de qualidade. Para garantir que os sistemas de classificação dos diferentes países são equiparáveis, a DQA prevê a realização de um processo de intercalibração, focado nos elementos de qualidade biológicos, através do qual é aferida a concordância dos limiares estabelecidos e a adequação dos sistemas desenvolvidos. A aferição e validação, levada a cabo no âmbito dos vários Exercícios de Intercalibração realizados, apenas incide sobre os valores de fronteira entre as classes de qualidade Excelente/Bom e Bom/Razoável. Para os outros valores de fronteira são considerados os RQE propostos por cada país, no âmbito do desenvolvimento dos seus sistemas de classificação.

A DQA preconiza ainda o cálculo dos resultados de qualidade na forma de Rácios de Qualidade Ecológica (RQE), devendo estes ser expressos num valor numérico entre 0 (situação de degradação extrema) e 1 (situação de referência). No caso da classificação com base no elemento de qualidade macrófitos, o RQE é determinado pela quantificação do desvio numérico entre as características da vegetação macrofítica observadas no campo e as características que se considera que deveriam existir em condições de referência para uma massa de água do mesmo tipo.

Nos termos das definições normativas que constam do anexo V, item 1.2 da DQA, e do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, a avaliação da qualidade ecológica de uma massa de água superficial da categoria rios com base no elemento macrófitos deve ser realizada considerando a respetiva composição

e abundância. O índice de qualidade IBMR foi adaptado para dar resposta às exigências da DQA, procedimento que permitiu a sua adoção por vários dos países que integram o Grupo de Intercalibração Geográfico de Rios Mediterrânicos (GIG Mediterrânico), incluindo Portugal. O processo de adaptação do índice, definição de condições de referência e de valores-fronteira para a classificação com base no elemento macrófitos foi desenvolvido durante a 2ª fase do Exercício de Intercalibração.

Os RQE para as fronteiras Excelente/Bom e Bom/Razoável foram intercalibrados e formalmente estabelecidos através da Decisão da Comissão 2013/480/UE, de 20 de setembro. O processo de intercalibração deste elemento biológico em rios europeus encontra-se descrito em Aguiar *et al.* (2014). Os valores de IBMR correspondentes às condições de referência e os RQE das diversas fronteiras de qualidade para os tipos nacionais foram também formalmente definidos nos Planos de Gestão de Região Hidrográfica do 2.º ciclo de planeamento⁵, constituindo os pilares do sistema de classificação atual.

Em massas de água fortemente modificadas e em massas de água artificiais, os valores definidos para a classificação do Estado Ecológico com base nos elementos biológicos deverão ser utilizados como valores-guia para a classificação do Potencial Ecológico⁶.

O índice de qualidade IBMR baseia-se na proporção de espécies ou géneros indicadores existentes na comunidade amostrada, abrangendo angiospérmicas, ptéridofitos, briófitos e macroalgas.

⁵ Aprovados pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016, de 20 de setembro, retificada e republicada pela Declaração de Retificação n.º 22-B/2016, de 18 de novembro, estando os critérios de classificação especificados no Anexo IV da Parte 2 dos PGRH.

⁶ Ao nível dos grupos de trabalho associados à Estratégia Comum de Implementação da DQA (CIS WFD), estão atualmente em curso trabalhos direcionados à definição de abordagens específicas para a classificação ecológica das massas de água fortemente modificadas e artificiais. Por esse motivo, devem ser tidas em conta as atualizações que os sistemas de classificação nacionais venham a sofrer, nomeadamente através da consulta do *website* da APA, I.P.: <http://www.apambiente.pt/>

Para detalhes quanto aos procedimentos a adotar na monitorização dos macrófitos, consultar:

- *APA, I.P. 2016. Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Diretiva Quadro da Água e a Lei da Água, Protocolo de amostragem e análise do elemento de qualidade ecológica macrófitos. Departamento de Recursos Hídricos/Divisão do Estado Qualitativo da Água, Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., Ministério do Ambiente.*

Para detalhes sobre os tipos de rios, consultar:

- *INAG, I.P. 2008. Tipologia de Rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água. I - Caracterização abiótica. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.*

Este manual serve de apoio à utilização da plataforma *web* que permite efetuar o cálculo do IBMR e obter a respetiva classe de qualidade ecológica para sistemas fluviais portugueses.

2. Âmbito de aplicação do IBMR e informação necessária

O índice de qualidade IBMR é aplicável às massas de água superficiais interiores de carácter predominantemente lótico (excetuando os grandes rios), quer estas sejam naturais ou modificadas.

O IBMR contempla a composição e abundância dos macrófitos, abrangendo assim as duas componentes que é necessário considerar para este elemento de qualidade, nos termos do anexo V, item 1.2 da DQA, e do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março.

O índice é calculado com base no inventário florístico de angiospérmicas, pteridófitos, briófitos e macroalgas, de acordo com o definido no Protocolo de Amostragem para macrófitos (APA, I.P. 2017), e tendo em consideração os taxa considerados indicadores (especificados no Anexo deste manual). A avaliação da composição tem por base a identificação dos *taxa* presentes na área de amostragem. Os dados de abundância resultam da estimativa da cobertura relativa de cada *taxon* no total da área amostrada.

De salientar que **os procedimentos de amostragem a adotar nos inventários**, nomeadamente no que se refere à seleção de material e equipamento, estações e troços de amostragem, grupos florísticos a inventariar, procedimento de colheita, técnicas de inventariação, estimativa de cobertura relativa e identificação laboratorial **deverão seguir as orientações estabelecidas no “Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Diretiva Quadro da Água e a Lei da Água, Protocolo de amostragem e análise do elemento de qualidade ecológica macrófitos” (APA, I.P., 2017), que neste documento se designa, de forma resumida, por Protocolo de Amostragem.**

A não aplicação do Protocolo de Amostragem para realização da recolha e análise de resultados do elemento de qualidade macrófitos inviabiliza a aplicação do índice IBMR.

A ficha de campo a preencher no decorrer dos inventários é disponibilizada no Anexo I do Protocolo de Amostragem. Parte das informações recolhidas no terreno, nomeadamente no que se refere às características gerais e biofísicas da estação de amostragem, serão posteriormente utilizadas no

preenchimento de diversos campos, de carácter obrigatório ou facultativo, da plataforma *web* que permite o cálculo do IBMR.

Importa realçar que o inventário de macrófitos deve ser exaustivo, não se restringindo aos *taxa* que são considerados no cálculo do IBMR. A realização de inventários integrais, que não estejam direccionados apenas para determinados *taxa*, permite evitar o “enviesamento da amostragem” e realizar uma caracterização mais completa do troço de amostragem. No que diz respeito à vegetação de carácter lenhoso, a sua inventariação é facultativa. O inventário é efetuado no leito (submerso e emerso) do curso de água, com exceção das zonas emersas dos taludes marginais.

O valor do IBMR depende exclusivamente da composição e abundância dos *taxa* indicadores existentes no troço de amostragem. Contudo, existem outros dados pertinentes para avaliação pericial da qualidade ecológica, nomeadamente a abundância de exóticas e o número de *taxa* por grupo florístico.

Para a classificação da qualidade ecológica com base no elemento macrófitos, através do cálculo do índice IBMR, não são contabilizados quaisquer exemplares que ocorram nas zonas emersas dos taludes marginais ou nas margens.

No Anexo deste manual encontra-se a lista de *taxa* macrofíticos indicadores da qualidade ecológica. Esta lista foi definida por Haury *et al.* (2006) para a determinação do IBMR, tendo sido considerado pelo grupo de trabalho nacional que a mesma poderia ser adotada para Portugal continental.

2.1. Cálculo do IBMR

O IBMR é calculado com recurso a três métricas e de acordo com a Equação 1:

1. **Abundância do taxon** (K_i) - percentagem de cobertura do troço de amostragem pelo *taxon* i (que corresponde a uma espécie ou género, conforme aplicável), traduzida numa escala de 0-100, ou seja, cobertura relativa do *taxon* i .
2. **Valor trófico** (CS_i) - valor indicador do *taxon* i ; valores entre 0 e 20.
3. **Coeficiente de Estenoecidade** (E_i) - valor indicador da amplitude ecológica do *taxon* i ; valores entre 1 (reduzida amplitude) e 3 (elevada amplitude).

$$IBMR = \frac{\sum_{i=1}^N (CS_i \cdot E_i \cdot K_i)}{\sum_{i=1}^N (E_i \cdot K_i)} \quad \text{Equação 1}$$

Os valores absolutos do IBMR variam entre 0 a 20, sendo os valores mais elevados correspondentes a situações de oligotrofia (superior a 14) e os valores mais baixos (inferiores a 8) correspondentes a águas muito eutrofizadas.

2.2. Classe de qualidade ecológica

A classe de qualidade ecológica aplicável à massa de água em estudo é determinada tendo em conta o rácio de qualidade (RQE) entre o valor absoluto do índice IBMR (obtido a partir dos dados do inventário) e o valor de referência relativo ao tipo de rio a que corresponde a massa de água em estudo (Equação 2).

$$RQE = \frac{\text{Valor observado}}{\text{Valor de referência}} \quad \text{Equação 2}$$

No Quadro 1 é possível consultar os valores de fronteira (expressos em termos de RQE) definidos para as cinco classes de qualidade aplicáveis aos elementos

biológicos para avaliação do Estado Ecológico, no âmbito da DQA, bem como os valores de referência definidos para os tipos de rios existentes em Portugal Continental.

Importa notar que não foi ainda possível definir valores para a classificação das massas de água dos tipos Rios de Transição Norte-Sul, Rios do Litoral Centro e Rios do Sul de Média Grande Dimensão.

Quadro 1. Valores de referência e valores de fronteira (em RQE) aplicáveis para determinação das classes de qualidade ecológica com base no IBMR, em massas de água dos tipos de rios nacionais (APA, I.P., 2016b).

Tipo Nacional		Valor de Referência	Excelente	Bom	Razoável	Medíocre	Mau
Rios Montanhosos do Norte	M	12,68	≥ 0,92	[0,69–0,92[	[0,46–0,69[	[0,23–0,46[	[0–0,23[
Rios do Norte de Pequena Dimensão	$N1 \leq 100 \text{ km}^2$	12,68	≥ 0,92	[0,69–0,92[	[0,46–0,69[	[0,23–0,46[	[0–0,23[
Rios do Norte de Média-Grande Dimensão	$N1 > 100 \text{ km}^2$	12,68	≥ 0,92	[0,69–0,92[	[0,46–0,69[	[0,23–0,46[	[0–0,23[
Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão	N2	12,68	≥ 0,92	[0,69–0,92[	[0,46–0,69[	[0,23–0,46[	[0–0,23[
Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão	N3	12,68	≥ 0,92	[0,69–0,92[	[0,46–0,69[	[0,23–0,46[	[0–0,23[
Rios de Transição Norte-Sul	N4	Sem sistema de classificação					
Rios do Litoral Centro	L	Sem sistema de classificação					
Rios do Sul de Pequena Dimensão	$S1 \leq 100 \text{ km}^2$	12,00	≥ 0,93	[0,70–0,93[	[0,46–0,70[	[0,23–0,46[	[0–0,23[
Rios do Sul de Média Grande Dimensão	$S1 > 100 \text{ km}^2$	Sem sistema de classificação					
Rios Montanhosos do Sul	S2	12,68	≥ 0,92	[0,69–0,92[	[0,46–0,69[	[0,23–0,46[	[0–0,23[
Depósitos Sedimentares do Tejo e do Sado	S3	12,00	≥ 0,93	[0,70–0,93[	[0,46–0,70[	[0,23–0,46[	[0–0,23[
Calcários do Algarve	S4	12,00	≥ 0,93	[0,70–0,93[	[0,46–0,70[	[0,23–0,46[	[0–0,23[

O sistema de classificação referido não se aplica aos grandes rios, pelo que estes não são referidos no Quadro 1.

Para o cálculo da Classe de Qualidade através da plataforma informática (em ambiente web), após introdução dos dados do inventário base, apenas é necessário indicar o tipo de rio, de acordo com o estabelecido em INAG (2008), uma vez que os restantes parâmetros são calculados de forma automática.

2.3. Grau de confiança no índice

A avaliação do grau de confiança no índice reveste-se de particular importância, uma vez que permite aferir a fiabilidade dos resultados obtidos para a classificação ecológica da massa de água em questão. É expressa tendo em conta o número de *taxa* indicadores que são utilizados no cálculo do respetivo valor de IBMR (Quadro 2).

Quadro 2. *Grau de confiança no cálculo do IBMR.*

Grau de confiança	Taxa indicadores (n.º)
Sem confiança	1 a 3
Reduzida	4 a 5
Razoável	6 a 8
Boa	≥ 9

As classificações obtidas com três ou menos *taxa* indicadores devem ser utilizadas com muita reserva.

3. Utilização da plataforma informática em ambiente *web*

É possível recorrer a uma plataforma informática em ambiente *web* para obter de forma célere o valor do índice normativo IBMR e a respetiva classe de qualidade ecológica, contanto que se disponha dos resultados obtidos no decorrer da inventariação de macrófitos e desde que esta tenha sido realizada considerando as especificações do Protocolo de Amostragem.

A plataforma foi desenvolvida pela empresa Greenreference, Lda., sob orientação do Centro de Estudos Florestais do Instituto Superior de Agronomia, da Universidade de Lisboa, e coordenação da Agência Portuguesa do Ambiente, I.P..

Esta ferramenta, acessível ao público no *website* da APA (<http://www.apambiente.pt/> - Políticas > Água > Diretiva-Quadro da Água > Implementação da DQA em Portugal - Rios e Albufeiras > Macrófitos), funciona exclusivamente através de uma ligação à internet e foi desenvolvida sobre diferentes linguagens de programação (HTML, JavaScript, PHP e MySQL), podendo ser utilizada a partir de dispositivos com navegadores *web*. A plataforma está otimizada para o navegador Internet Explorer 11 e sistemas móveis: Safari do iOS 7.

Ao aceder à plataforma, o utilizador é encaminhado para a **Página principal**, na qual é disponibilizado um pequeno enquadramento relativamente ao índice normativo IBMR. Para além desta página, a plataforma é composta por uma página para introdução de dados (**Dados de entrada**), uma página que surge apenas após submissão dos dados e na qual são apresentados os resultados do índice e classificação (**Classificação Ecológica**) e um menu de **Ajuda** (Figura 1).



Figura 1. Barra de navegação entre páginas.

Para utilizar a plataforma, o utilizador necessita apenas de dispor do navegador adequado e seguir as indicações fornecidas neste documento.

3.1. Página principal

Na página principal da plataforma é disponibilizada informação de base relativamente ao índice IBMR, existindo ainda uma ligação para o Protocolo de Amostragem a adotar para a realização do inventário.

3.2. Dados de entrada

Para a determinação do índice IBMR o utilizador deverá começar por seleccionar o separador "Dados de entrada", através da barra de navegação apresentada na área superior da plataforma (Figura 1).

De seguida, deverá preencher um formulário com campos relativos à caracterização da estação de amostragem e dados necessários ao cálculo do índice IBMR.

Em caso de dúvida relativamente aos conteúdos a considerar em cada campo, poderá ser consultado o Anexo I do Protocolo de Amostragem (Ficha de campo e instruções de preenchimento).

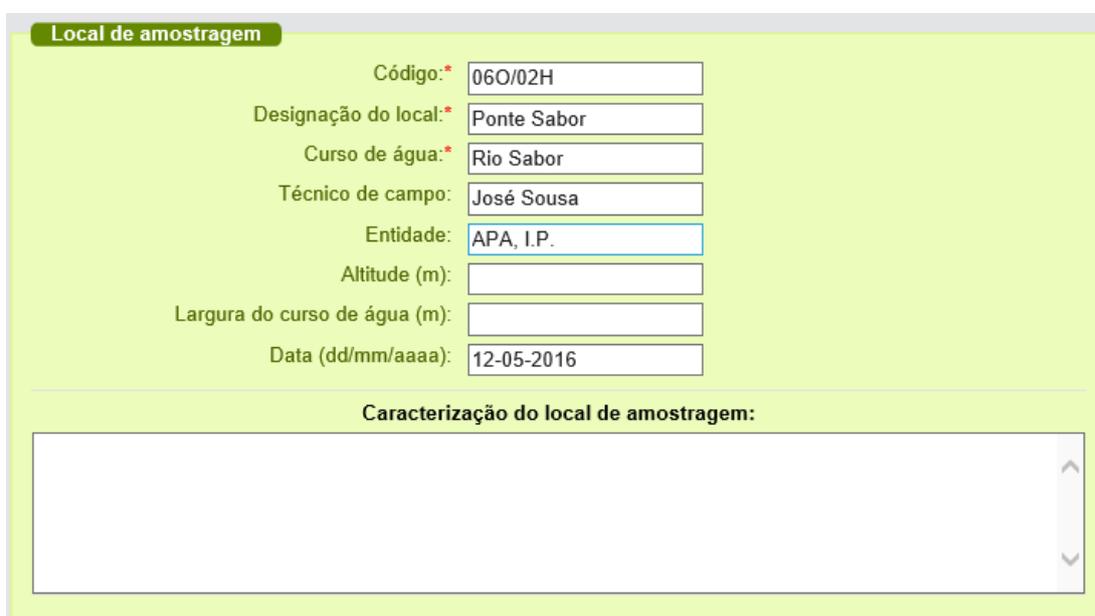
Na página "Dados de entrada", o utilizador encontra ainda uma série de endereços e ligações úteis (Figura 2).



Figura 2. Endereços e ligações relevantes para os utilizadores da plataforma.

3.2.1. Dados da campanha e estação de amostragem

A plataforma permite a integração de informação necessária à identificação da campanha em causa (Figura 3). Os campos de preenchimento obrigatório estão assinalados com um asterisco. A plataforma dispõe ainda de uma caixa de texto livre (para um máximo de 1000 caracteres), denominada "Caracterização da estação de amostragem", na qual o utilizador pode inserir dados adicionais registados na ficha de campo e que considere relevante constarem do relatório final, como parâmetros físico-químicos da água, tipos de substrato, tipos de mesohabitats, entre outros.



Código:*	<input type="text" value="06O/02H"/>
Designação do local:*	<input type="text" value="Ponte Sabor"/>
Curso de água:*	<input type="text" value="Rio Sabor"/>
Técnico de campo:	<input type="text" value="José Sousa"/>
Entidade:	<input type="text" value="APA, I.P."/>
Altitude (m):	<input type="text"/>
Largura do curso de água (m):	<input type="text"/>
Data (dd/mm/aaaa):	<input type="text" value="12-05-2016"/>

Caracterização do local de amostragem:

Figura 3. Campos a preencher para identificação da estação de amostragem e caixa de texto livre para registo de aspetos relevantes da estação de amostragem.

A plataforma permite registar a localização geográfica da estação, através de integração da página *Google Maps* (Figura 4). A estação pode ser localizada através do botão "Ir", depois de introduzidas as respetivas coordenadas geográficas (latitude e longitude) no formato decimal e no sistema WGS84. Caso não sejam conhecidas as coordenadas da estação, o utilizador pode arrastar o marcador verde para a zona geográfica de interesse e, ao clicar no local pretendido, é realizada uma aproximação à localização, sendo obtidas automaticamente as coordenadas do ponto selecionado.

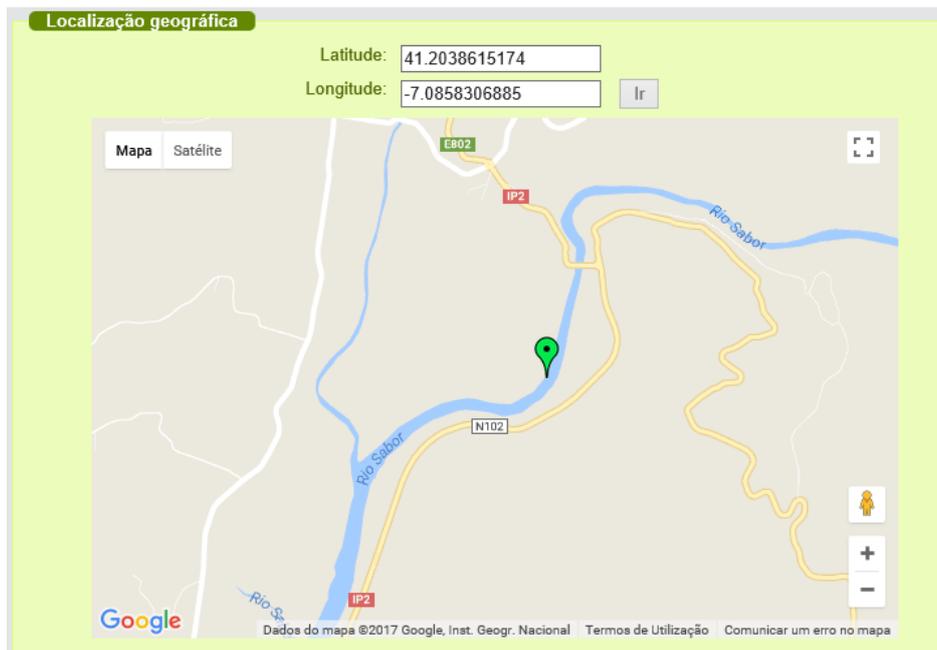


Figura 4. Localização da estação com recurso às coordenadas geográficas ou posição aproximada.

É também possível disponibilizar uma fotografia ilustrativa da estação de amostragem (**Figura 5**). Relativamente a esta última, a plataforma permite a seleção de ficheiros de imagem no formato JPEG, GIF, BMP ou PNG, sendo necessário que as respetivas extensões sejam escritas em letras minúsculas (e.g., *.jpg e não *.JPG). A imagem será integrada no relatório a obter após cálculo do índice.



Figura 5. Campo para submissão de uma fotografia da estação.

3.2.2. Introdução de dados de amostragem

No que diz respeito à introdução dos dados obtidos no inventário base de macrófitos, é possível optar pela introdução manual do resultado associado a cada *taxon* ou, em alternativa, introduzir simultaneamente todos os resultados através de uma folha de cálculo (Excel) pré-definida para este fim e já preenchida com a cobertura relativa de cada *taxon* (Figura 6).

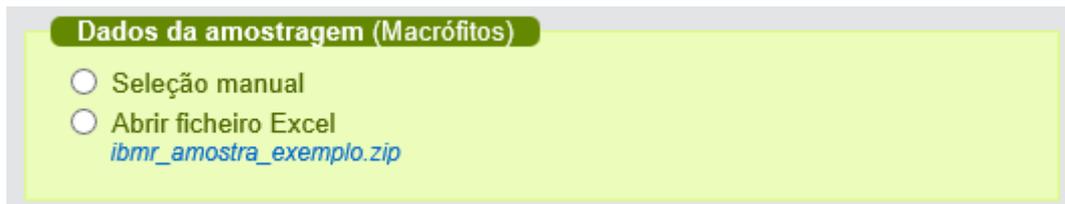


Figura 6. Opções disponibilizadas na plataforma para introdução de dados de amostragem.

Para o cálculo do IBMR através da plataforma informática, adicionalmente aos dados da estação de amostragem, só é necessária a introdução da cobertura relativa (em percentagem, de 0,0001% a 100%) de cada espécie ou género que foi registada nessa estação de amostragem, uma vez que os restantes parâmetros, CSI e Ei, se encontram pré-definidos em função das espécies ou géneros a considerar para cálculo do índice (Anexo).

Optando pela "**Seleção Manual**", o utilizador deverá selecionar pelo menos um *taxon* e introduzir o respetivo valor de cobertura relativa (em percentagem, entre 0,0001 e 100). Para adicionar novos registos deverá utilizar o botão "Adicionar registo", podendo utilizar o botão "Eliminar registo" para realizar o processo inverso (Figura 7).

Dados da amostragem (Macrófitos)

Seleção manual
 Abrir ficheiro Excel
ibmr_amostra_exemplo.zip

Taxon:	Ranunculus peltatus ssp. saniculifolius	k_i	2	<input checked="" type="checkbox"/>
Taxon:	Oenanthe crocata	k_i	5	<input checked="" type="checkbox"/>
Taxon:	Amblystegium riparium	k_i	0.2	<input checked="" type="checkbox"/>
Taxon:	Chara fragilis	k_i	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Taxon:	Osmunda regalis	k_i	0.7	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 7. Introdução de cobertura relativa de macrófitos através de "Seleção manual".

Ao seleccionar um determinado *taxon*, este surge automaticamente na caixa de "Pesquisa rápida de imagens" (no lado direito da janela), sendo possível iniciar uma pesquisa de imagens, ou de outro tipo de conteúdo, a partir do botão "Procurar" (Figura 8).



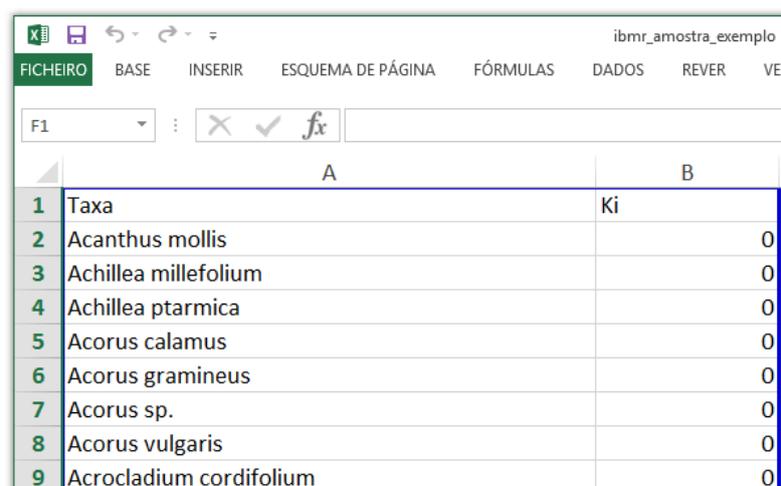
Figura 8. Opção de pesquisa de imagens através da plataforma.

O utilizador deverá introduzir o número total de *taxa* inventariados e confirmar, caso a caso, os dados introduzidos através da caixa de verificação

disponível na coluna da direita. Após introdução e verificação da totalidade dos dados, deve proceder à submissão dos mesmos através do botão "Enviar" (Figura 7). Junto ao botão "Enviar", o utilizador encontra ainda o botão "Limpar", que permite eliminar toda a informação inserida na página "Dados de entrada".

Caso opte pela opção "**Abrir ficheiro Excel**", o utilizador necessitará de inserir os dados de cobertura relativa dos *taxa* macrofíticos numa folha de cálculo a descarregar a partir da plataforma (Figura 9). O ficheiro Excel a utilizar para este fim é disponibilizado em formato compactado (ibmr_amostra_exemplo.zip) e apresenta a seguinte estrutura:

- A primeira coluna corresponde aos "*Taxa*" identificados no inventário;
- A segunda coluna permite introduzir, para cada *taxon*, a cobertura relativa dos *taxa* amostrados (*Ki*). No ficheiro original, todos os *taxa* apresentam valor 0 (zero).



	A	B
1	Taxa	Ki
2	Acanthus mollis	0
3	Achillea millefolium	0
4	Achillea ptarmica	0
5	Acorus calamus	0
6	Acorus gramineus	0
7	Acorus sp.	0
8	Acorus vulgaris	0
9	Acrocladium cordifolium	0

Figura 9. Células da folha de cálculo a utilizar para introdução de dados de amostragem através da opção "Abrir ficheiro Excel".



O sucesso da introdução de dados através desta opção está dependente da utilização de uma **folha de cálculo adequada**, isto é, descarregada ou copiada a partir do ficheiro compactado disponibilizado na plataforma. É também necessário que o acesso à plataforma seja feito através do navegador **Internet Explorer**, após proceder às alterações de **configuração** a seguir indicadas (Figura 10).

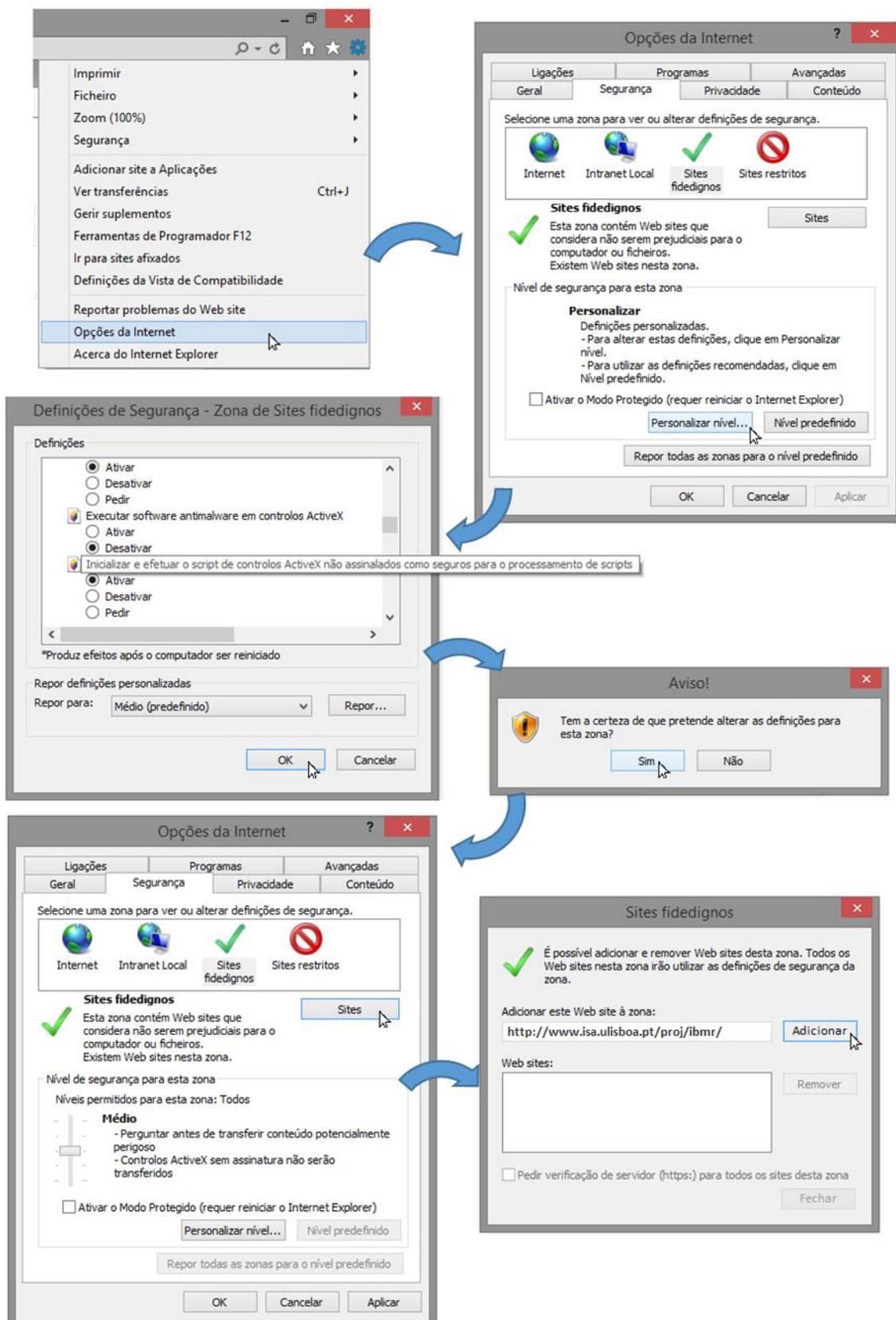


Figura 10. Processo a seguir para configuração do navegador Internet Explorer.

Para facilitar a introdução de dados através da opção “Abrir ficheiro Excel”, importa notar que, apesar do ficheiro a utilizar ter várias células protegidas contra alterações (designadamente as da coluna A), as células destinadas ao registo dos valores de cobertura relativa são editáveis e permitem a utilização da opção Copiar-Colar na coluna B, a partir da célula B2 (inclusive). Assim, caso o utilizador organize os seus registos de acordo com a lista de *taxa* fornecida, pode inserir rapidamente a totalidade dos dados de cada estação na coluna B do ficheiro.

Após seleção do ficheiro Excel que contém os dados relativos à amostragem em análise, o utilizador deverá clicar no botão “Registrar” para verificação e registo dos dados pela plataforma *web* (Figura 11). O processo de verificação e leitura dos dados registados no ficheiro Excel poderá demorar alguns segundos.

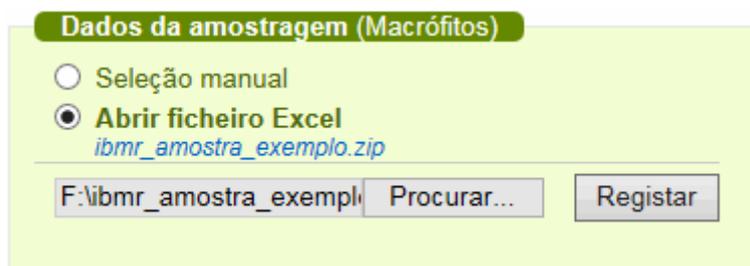


Figura 11. Janela para seleção e registo dos dados a partir de uma folha de cálculo.

Após introdução e verificação da totalidade dos dados, deve proceder-se à submissão dos mesmos através do botão “Enviar” (Figura 7).

O cálculo do índice não é possível caso não sejam preenchidos os campos assinalados com um asterisco (código da estação, designação do local e curso de água), bem como os dados correspondentes ao inventário (lista de taxa e respetivas percentagens de cobertura).

3.3. Classificação ecológica

Após submissão dos dados de cobertura relativa dos *taxa* macrofíticos, surge a página “Classificação Ecológica”, na qual são apresentados os resultados obtidos no decorrer do cálculo do índice IBMR.

Em primeiro lugar, é apresentado um resumo da informação submetida pelo utilizador, começando pela informação referente à identificação da campanha de amostragem e estação, incluindo também os *taxa* inventariados e respetivos coeficientes considerados no cálculo do índice IBMR (Figura 12). É ainda indicado o número de *taxa* inseridos em cada um dos grupos considerados no cálculo do IBMR (Figura 13).

Local de amostragem Ponte Sabor

Código: 06O/02H Data: 12-05-2016

Designação do local: Ponte Sabor

Curso de água: Rio Sabor

Técnico de campo: José Sousa

Entidade: APA, I.P.

Altitude (m):

Largura do curso de água (m):

Amostragem de Macrófitos de rio:

Taxon	Grupo	k_i	CS_i	E_i
Ranunculus peltatus ssp. saniculifolius	ANGIOSPÉRMICAS - Hidrófitas	2	12	2
Oenanthe crocata	ANGIOSPÉRMICAS - Helófitas	5	12	2
Amblystegium riparium	BRIÓFITOS - Musgos	0.2	5	2
Chara fragilis	ALGAS	1	13	1
Osmunda regalis	PTERIDÓFITOS	0.7	0	0

Figura 12. Resumo da informação submetida pelo utilizador.

Número de taxa por grupo

Grupos presentes	Número
ANGIOSPÉRMICAS - Hidrófitas	1
ANGIOSPÉRMICAS - Helófitas	1
BRIÓFITOS - Musgos	1
ALGAS	1
PTERIDÓFITOS	1

Figura 13. Número de macrófitos em cada um dos grupos considerados no cálculo do IBMR.

O valor absoluto do índice IBMR para a estação em causa é calculado automaticamente (Figura 14), uma vez que depende apenas dos coeficientes associados a cada taxa inventariado. O IBMR expressa-se numa escala de 1 a 20.



Figura 14. Resultado do índice IBMR obtido com base nos dados submetidos.

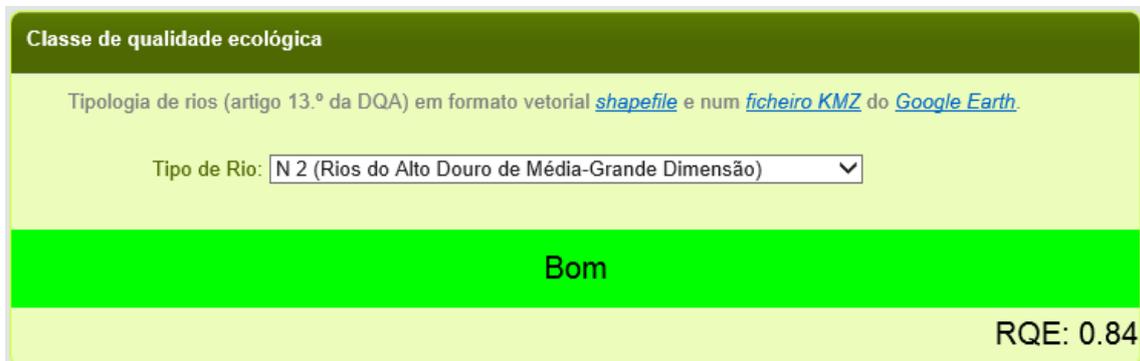
Para se obter a classificação ecológica com base no elemento biológico macrófitos, é necessário que o utilizador indique qual o tipo de massa de água da categoria rios em que a estação de amostragem se enquadra (Figura 15), por forma a permitir a determinação do rácio de qualidade ecológica. Recordase que o RQE é determinado pela razão entre o valor de IBMR obtido e o valor de referência para o tipo em análise. A atribuição de classe de qualidade depende também do tipo, uma vez que diferentes tipos podem ter diferentes valores-fronteira entre classes de qualidade.

A correspondência entre as massas de água da categoria rios e os tipos pode ser consultada através dos ficheiros disponibilizados nesta página (*shapefile* e ficheiro KMZ), devendo estes ser descarregados e importados para um programa de sistemas de informação geográfica (SIG) ou para plataformas como o *Google Earth*.



Figura 15. Janela de seleção de tipo de massa de água da categoria rios.

Após a seleção do tipo de massa de água, a plataforma determina então o RQE e a respetiva classe de qualidade ecológica (Figura 16).



Classe de qualidade ecológica

Tipologia de rios (artigo 13.º da DQA) em formato vetorial [shapefile](#) e num [ficheiro KMZ](#) do [Google Earth](#).

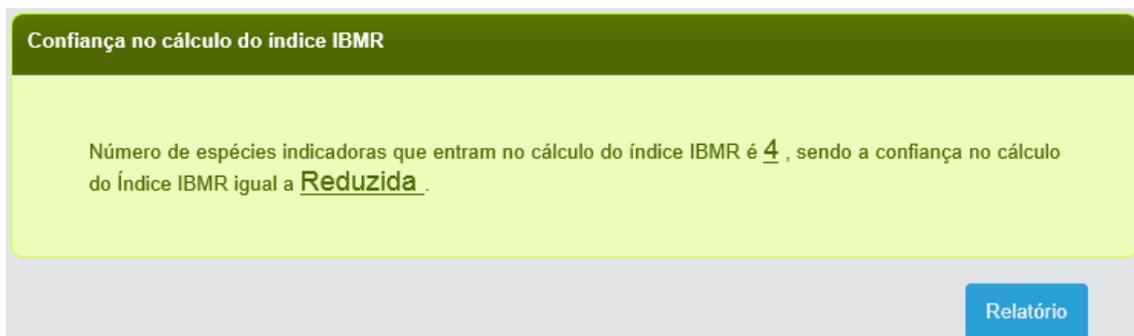
Tipo de Rio:

Bom

RQE: 0.84

Figura 16. Valor de RQE definido com base no tipo de massa de água e respetiva classe de qualidade ecológica.

Finalmente, a plataforma disponibiliza o grau de confiança atribuível aos resultados da classificação ecológica, sendo esta maior quanto maior for o número de *taxa* indicadores incluídos nos dados submetidos (Figura 17).



Confiança no cálculo do índice IBMR

Número de espécies indicadoras que entram no cálculo do índice IBMR é 4, sendo a confiança no cálculo do Índice IBMR igual a Reduzida.

Relatório

Figura 17. Nível de confiança no índice IBMR, com base no número de taxa indicadores considerados.

Destaca-se o facto de, na página da classificação ecológica, ser ainda possível adicionar informação relativa à caracterização do local de amostragem, caso não o tenha feito na página anterior, bem como verificar a localização geográfica indicada na página anterior.

A informação obtida nesta página é transposta para um ficheiro que pode ser armazenado, bastando para isso selecionar o botão “Relatório” localizado logo a seguir ao quadro com os resultados do IBMR. Na Figura 18 apresenta-se um exemplo da versão em PDF.

Relatório do local de amostragem: 06O/02H

Local de amostragem:

Código: 06O/02H
 Designação do local: Ponte Sabor
 Curso de água: Rio Sabor
 Técnico de campo: José Sousa
 Entidade: APA, I.P.
 Altitude (m):
 Largura do curso de água (m):
 Data (dd/mm/aaaa): 12-05-2016
 Longitude: -7.08583; Latitude: 41.20386 (WGS84)



Caracterização do local de amostragem:

Amostragem de Macrófitos de Rio:

Taxon	Grupo	KI	CSI	EI
Ranunculus peltatus ssp. sarricifolius	ANGIOSPÉRMICAS - Hidrófitas	2	12	2
Oenanthe crocata	ANGIOSPÉRMICAS - Helófitas	5	12	2
Amblystegium riparium	BRIÓFITOS - Musgos	0.2	5	2
Chara fragilis	ALGAS	1	13	1
Osmunda regalis	PTERIDÓFITOS	0.7	0	0

Índice Biológico de Macrófitos de Rio (IBMR) e Classe de Qualidade Biológica:

IBMR: 10.68
 Tipo de rio: N 2 (Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão)
 RQE: 0.84

Classe de Qualidade Biológica: Bom

Número de espécies indicadoras que entram no cálculo do índice IBMR é 4, sendo a confiança no cálculo do Índice IBMR igual a Reduzida.

Página 1/1

Figura 18. Relatório com os resultados do cálculo do índice de qualidade e outras informações fornecidas pelo utilizador, em formato PDF.

3.4. Ajuda

Esta página foi desenvolvida com o objetivo de disponibilizar informações necessárias à correta utilização da plataforma informática, nomeadamente o presente manual e instruções relativamente ao procedimento de configuração do navegador Internet Explorer 11 para utilização da função "Abrir ficheiro Excel".

4. Referências bibliográficas

- Aguiar FC, Segurado P, Urbanic G, Cambra J, Chauvin C, Ciadamidaro S, Dörflinger G, Ferreira J, Germ M, Manolaki P, Minciardi MR, Munné A, Papastergiadou E, Ferreira MT. 2014. *Comparability of river quality assessment using macrophytes: a multi-step procedure to overcome biogeographical differences*. *Science of the Total Environment* 476–477: 757-767.
- APA, I.P. 2017. *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Diretiva Quadro da Água Protocolo de amostragem e análise para os macrófitos*. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., Departamento de Recursos Hídricos/Divisão do Estado Qualitativo da Água, Ministério do Ambiente.
- Haury J., Peltre M. C., Trémolières M., Barbe J., Thiébaud G., Bernez I., Daniel H., Chatenet P., Haan-Archipof G., Muller S., Dutartre A., Laplace-Treyture C., Cazaubon A., Lambert-Servien E. 2006. *A new method to assess water trophy and organic pollution the Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR): its application to different types of river and pollution*. *Hydrobiologia* 570: 153-158.
- INAG, IP. 2008. *Tipologia de rios em Portugal Continental no âmbito da implementação Directiva Quadro da Água. Protocolo de amostragem para macrófitos. I- Caracterização abiótica*. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, IP.

Legislação base

Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água.

Decisão n.º 2013/480/EU da Comissão, de 20 de setembro de 2013, que estabelece, nos termos da Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, os valores para a atribuição de classificações com base nos sistemas de monitorização dos Estados-Membros, no seguimento do exercício de intercalibração, e revoga a Decisão 2008/915/CE.

Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas. *Diário da República* n.º 249/2005, Série I-A de 29 de dezembro de 2005. (alterado pelo Decreto-Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro e pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho).

Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, que complementa a transposição da Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, em desenvolvimento do regime fixado na Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro. *Diário da República* n.º 64/2006, Série I-A de 30 de março de 2006.

5. Glossário

Águas interiores - todas as águas superficiais lóticicas (correntes) ou lênticas (paradas) e todas as águas subterrâneas que se encontram do lado terrestre da linha de base a partir da qual são marcadas as águas territoriais.

Angiospérmicas – designação vulgar das plantas vasculares da Divisão Angiospermae; podem ser lenhosas ou herbáceas e possuem óvulos encerrados num ovário fechado e endosperma secundário ou albúmen.

Briófitos – plantas não vasculares da Divisão Bryophyta; inclui as Classes Hepaticae (hepáticas), Anthocerotae (antocerotas) e Musci (musgos).

Condição de referência (no âmbito da Diretiva Quadro da Água) – refere-se a um estado, no presente ou no passado, que corresponde à ausência de pressões antrópicas significativas e sem que se façam sentir os efeitos da industrialização, urbanização ou intensificação da agricultura, ocorrendo apenas pequenas alterações físico-químicas, hidromorfológicas e biológicas.

Estado ecológico (no âmbito da Diretiva Quadro da Água) – expressão da qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície, de acordo com os elementos de qualidade considerados para a sua classificação. Os elementos de qualidade utilizados na avaliação do Estado Ecológico são os elementos biológicos (nos quais se incluem os macrófitos), os elementos químicos e físico-químicos de suporte aos elementos biológicos (elementos físico-químicos gerais e poluentes específicos) e os elementos hidromorfológicos de suporte dos elementos biológicos.

Helófitos – espécies que toleram longos períodos de submersão parcial; as estruturas vegetativas apresentam parte emersa e parte submersa, as estruturas reprodutoras são aéreas e as radiculares encontram-se em substratos saturados em água.

Hidrófitos – plantas que apresentam a totalidade do aparelho vegetativo debaixo de água ou à sua superfície, precisando desta como meio de suporte e para o transporte de pólen na reprodução sexuada. De uma maneira geral, os hidrófitos passam a estação desfavorável submersos. Sinónimo de *plantas aquáticas* propriamente ditas ou *euhidrófitos*.

Higrófitos - espécies que preferem ou toleram solos mais ou menos permanentemente encharcados ou muito húmidos, como sejam margens de rios, lagos, charcos e paus.

Macroalgas – organismos aquáticos fotossintéticos e multicelulares, com dimensões que permitem a sua observação a olho nu. Incluem *taxa* das Divisões Chlorophyta, Xanthophyta, Rhodophyta e Cyanobacteria.

Macrófitos (no âmbito da Limnologia) - todas as plantas visíveis (embora não necessariamente identificáveis) a olho nu, e que se encontram dentro de água, e em solos e ambientes encharcados ou húmidos. Podem incluir macroalgas, briófitos, pteridófitos e angiospérmicas.

Massas de águas superficiais (no âmbito da Lei da Água) - uma massa distinta e significativa de águas superficiais, designadamente uma albufeira, um ribeiro, rio ou canal ou um troço de ribeiro, rio ou canal, águas de transição ou uma faixa de águas costeiras. O âmbito de aplicação do índice IBMR abrange as massas de água superficiais interiores de carácter predominantemente lótico, sendo aplicável a ribeiros ou troços de ribeiros e rios ou troços de rios naturais ou modificados, excetuando os grandes rios.

Pteridófitos – plantas da Divisão Pteridophyta, possuem tecido condutor, são geralmente herbáceas e reproduzem-se por esporos; vulgarmente designadas por fetos.

Rácio de Qualidade Ecológica (RQE) (no âmbito da Diretiva Quadro da Água) - relação entre os valores observados para um determinado parâmetro biológico numa determinada massa de água e o valor desse parâmetro na condição de referência para o tipo de massa de água em questão. Os RQE devem ser expressos num valor numérico entre 0 (situação de degradação extrema) e 1 (situação de referência).

Taxon/taxa (singular/plural) – unidade taxonómica, por exemplo família, género ou espécie.

Taxon indicador (no âmbito da classificação de qualidade) – espécie ou género cujos requisitos ecológicos são conhecidos e cujas variações de abundância, ou outros, são relacionáveis com variações em termos de qualidade ecológica. Nos termos do presente manual, são considerados como *taxa* indicadores aqueles cuja presença e cobertura relativa são indicadores de alterações na abundância e disponibilidade de nutrientes no meio aquático.

Tipos de massas de água - grupos de massas de água com características geográficas e hidrológicas relativamente homogéneas, consideradas relevantes para a determinação das condições ecológicas.



Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.
Rua da Murgueira, 9/9A - Zambujal Ap. 7585
2610-124 Amadora

www.apambiente.pt