

Programa de Monitorização da Qualidade da Água e do Estado Ecológico na Ribeira do Pisão



RELATÓRIO FINAL | JUNHO 2007



PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO ECOLÓGICO NA RIBEIRA DO PISÃO

JUNHO | 2007

Ficha Técnica

Edição: Laboratório da Água | Universidade de Évora
Rua da Barba Rala nº1, P.I.T.E., 7005-345 Évora
www.labagua.uevora.pt

Autoria Técnica: António Serafim
Manuela Morais
Paulo Pinto
Pedro Raposo

Impressão: Centro de Documentação LA|UE
Local e Data: Évora, 30 de Junho de 2007

LABORATÓRIO DA ÁGUA | UNIVERSIDADE DE ÉVORA



EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E INFRA – ESTRUTURAS DE ALQUEVA



ÍNDICE DE TEXTO

I. INTRODUÇÃO	4
1.1. IDENTIFICAÇÃO E OBJECTIVOS DA MONITORIZAÇÃO	4
1.2. ÂMBITO	5
1.3. APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DO RELATÓRIO	6
1.4. IDENTIFICAÇÃO DAS EQUIPAS DE AMOSTRAGEM E AUTORIA TÉCNICA DO RELATÓRIO	6
1.4.1. COORDENAÇÃO CIENTÍFICA E AUTORIA TÉCNICA DO RELATÓRIO	6
1.4.2. EXECUÇÃO TÉCNICA (AMOSTRAGENS E ANÁLISE)	7
2. METODOLOGIA	8
2.1. DESCRITORES FÍSICO-QUÍMICOS	8
2.1.1. PARÂMETROS E METODOLOGIA DE CAMPO/LABORATORIAL	8
2.1.2. MÉTODOS DE TRATAMENTO E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	9
2.2. MACROINVERTEBRADOS	9
2.2.1. PARÂMETROS E METODOLOGIA DE CAMPO/LABORATORIAL	9
2.2.2. MÉTODOS DE TRATAMENTO E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	11
2.3. ICTIOFAUNA	13
2.3.1. METODOLOGIA DE CAMPO/LABORATORIAL	13
2.3.2. MÉTODOS DE TRATAMENTO E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	14
3. RESULTADOS	17
3.1. PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO MEDIDOS NOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM	17
3.2. PARÂMETROS FÍSICO – QUÍMICOS	18
3.2.1. OXIGÉNIO DISSOLVIDO, TEMPERATURA, PH, POTENCIAL REDOX, CONDUTIVIDADE E TURBIDEZ	18
3.2.2. NUTRIENTES (AZOTO E FÓSFORO)	<u>2019</u>
3.2.3. DESCRITORES ORGÂNICOS	<u>2120</u>
3.2.4. MINERALIZAÇÃO DA ÁGUA	<u>2224</u>
3.2.5. DISCUSSÃO INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	23
3.3. MACROINVERTEBRADOS	24
3.3.1. AVALIAÇÃO TAXONÓMICA DA COMUNIDADE	24
3.3.2. DISCUSSÃO INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	28
3.4. ICTIOFAUNA	30
3.4.1. RESULTADOS	30
3.4.2. DISCUSSÃO INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
5. BIBLIOGRAFIA	38
6. ANEXO CARTOGRÁFICO	40
7. ANEXO FOTOGRÁFICO	42

I. INTRODUÇÃO

1.1. Identificação e objectivos da monitorização

A barragem do Pisão constitui uma das infra-estruturas da rede secundária de rega do subsistema Alqueva e localiza-se na ribeira do Pisão, afluente de 2ª ordem do rio Sado. O subsistema Alqueva tem origem na albufeira dos Álamos, localizada junto do rio Degebe, e receberá a água elevada da albufeira de Alqueva a partir da estação elevatória dos Álamos.

Esta albufeira destina-se a servir de reservatório intermédio para caudais afluentes da barragem do Alvito, através do canal Alvito-Pisão, e a garantir os caudais de irrigação necessários ao bloco de rega do Pisão.

Considerando que, no âmbito da Directiva Quadro da Água, a qualidade da água superficial passará a ser avaliada tendo em atenção um estado ecológico de referência, baseado no conceito de "bom estado das águas superficiais", assume, assim, especial relevância a monitorização do estado ecológico das massas de água, o que se caracteriza pela qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície.

A Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000 (DQA), que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água, prevê que: "*Os Estados-Membros protegerão, melhorarão e recuperarão todas as massas de águas de superfície, sob reserva de aplicação da alínea iii) para as massas de água artificiais e fortemente modificadas, com o objectivo de alcançar um bom estado das águas de superfície 15 anos, o mais tardar, a partir da entrada em vigor da presente directiva nos termos do Anexo V...*" (Artigo 4º, DQA).

O "bom estado" é determinado pelo "bom estado ecológico" e pelo "bom estado químico". O estado ecológico de uma massa de água superficial é expresso com base no desvio (designado por "desvio ecológico" ou "rácio de qualidade ecológica") relativamente às condições de um corpo de água idêntico em condições "prístinas" (condições de referência). Para a especificação deste conceito, as águas de superfície são classificadas em cinco categorias que por sua vez são desagregadas em tipos. As **condições de referência** para cada tipo de massa de água de superfície são definidas através do estabelecimento de condições hidromorfológicas (regime

hidrológico, continuidade do rio e condições morfológicas) e condições físico-químicas específicas (condições térmicas e de oxigenação, salinidade, estado de acidificação, condições relativas aos nutrientes e poluentes específicos) que representem, para esse tipo, o estado ecológico excelente. As condições biológicas de referência específicas do tipo são estabelecidas com base nos valores dos elementos de qualidade biológica (composição e abundância da flora aquática, composição e abundância dos invertebrados bentónicos, composição, abundância e estrutura etária da fauna piscícola) num estado excelente.

O presente programa de monitorização pretende caracterizar a situação de referência na ribeira do Pisão para posterior avaliação dos potenciais impactes decorrentes da exploração da barragem do Pisão, ao nível da qualidade físico-química e da qualidade ecológica das linhas de água. Os elementos de qualidade ecológica da linha de água caracterizados centraram-se na ictiofauna e nos macroinvertebrados. As especificações técnicas da monitorização efectuada pretendem ainda dar cumprimento às obrigações de monitorização estabelecidas na Declaração de Impacte Ambiental (DIA), do projecto de execução da barragem do Pisão.

1.2. Âmbito

Os trabalhos de monitorização foram desenvolvidos na ribeira do Pisão a jusante do local de implantação da barragem do Pisão (ver anexo cartográfico). As datas de amostragem para os diversos elementos apresentam-se no Quadro 1. Apresentam-se também as coordenadas do local de amostragem e a área da sua bacia de drenagem.

Datas e horas de amostragem Quadro 1

Local de amostragem	Data (d/mês/ano)	Hora (h:min)	Colheitas
Ribeira do Pisão	17/04/2007	10:20	Físico-Química, Macroinvertebrados
Ribeira do Pisão	26/04/2007	13:10	Ictiofauna
Ribeira do Pisão	22/05/2007	13:00	Físico-Química
Ribeira do Pisão	20/06/2007	10:00	Físico-Química
Coordenadas Datum 73	Área de drenagem (km²)		
X:212462,52 Y:124308,80	47,74		

O uso do solo na bacia de drenagem do local de amostragem caracteriza-se por uma forte exploração agrícola em regime intensivo. Citam-se as plantações de vinha, girassol e culturas forrageiras. Incluem-se duas áreas urbanas: a povoação de Beringel e a povoação de Trigaches.

1.3. Apresentação da estrutura do relatório

O presente relatório de monitorização segue a estrutura definida pela Portaria nº 330/2001, de 2 de Abril. Para além da identificação dos objectivos da monitorização já apresentados apresentam-se mais três capítulos. O próximo capítulo (2º) refere-se à descrição do programa de monitorização em termos de parâmetros analisados, métodos e critérios de avaliação de dados. O terceiro capítulo destina-se à apresentação e discussão dos resultados obtidos subdividindo-se em três partes cada uma relacionada com um factor ambiental distinto (físico-química, macroinvertebrados e ictiofauna). O quarto e último capítulo integra algumas considerações finais e uma síntese da avaliação de global de qualidade.

1.4. Identificação das equipas de amostragem e autoria técnica do relatório

1.4.1. Coordenação Científica e Autoria Técnica do relatório

Dr. António Serafim, Licenciado em Ciências do Ambiente, pela Universidade de Évora (*responsável pela coordenação técnica de projectos e análise de dados*)

Profª Drª Maria Manuela Morais, Professora Auxiliar da Universidade de Évora (*Responsável pelo Laboratório da Água | UE*)

Prof. Dr. Paulo Pinto, Licenciado em Biologia (*Responsável pelo sector dos Macroinvertebrados*)

Prof. Dr. Pedro Raposo, Licenciado em Biologia (*Responsável pela Ictiofauna*)

1.4.2. Execução Técnica (amostragens e análise)

Dr. António Serafim, Licenciado em Ciências do Ambiente, pela Universidade de Évora (responsável pela coordenação técnica de projectos e análise de dados)

Eng.ª Paula Rodrigues, Engenheira de Processos e Energia, pela Universidade de Évora (Responsável pelo sector da Química)

Dr.ª Joana Rosado, Bióloga pela Universidade de Évora (colaboradora na identificação dos Macroinvertebrados)

Eng.ª Elsa Mourinha, Licenciada em Recursos Hídricos (Colaboradora identificação dos Macroinvertebrados)

Dr.ª Ana Pedro, Bióloga pela Universidade de Évora (Responsável pelo sector do River Habitat Survey e especialista em Sistemas de Informação Geográfica)

Dr. Carlos Alexandre, Biólogo pela Universidade de Évora (colaborador no sector da Ictiofauna)

2. METODOLOGIA

2.1. Descritores Físico-químicos

2.1.1. Parâmetros e metodologia de campo/laboratorial

A amostragem dos elementos Físico-Químicos centrou-se na recolha de um volume de 5L de água acondicionado em frasco de polipropileno. O transporte para o *Laboratório da Água* foi efectuado em mala térmica com temperatura a cerca de 4°C.

No Quadro 2 apresenta-se a globalidade dos parâmetros analisados em laboratório e os respectivos métodos de análise.

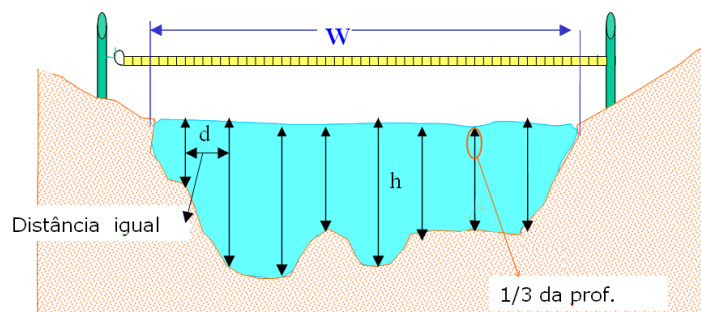
Parâmetros físico-químicos analisados em laboratório Quadro 2

Parâmetros	Método de análise	Referência do Método
Parâmetros Físico – Químicos		
Azoto Total	Azoto <i>Kjeldahl</i> + Nitratos	Método de cálculo
Azoto Amoniacal	Espectrofotometria de absorção molecular	4500 – NH ₃ F., A.P.H.A. (1998)
Azoto Kjeldahl	Espectrofotometria de absorção molecular	4500 – Norg, A.P.H.A. (1998)
Fósforo Total	Espectrofotometria de absorção molecular	4500 – P E., A.P.H.A. (1998)
CQO	Titulação	5220 C., A.P.H.A. (1998)
CBO ₅	Manometria	5210 B., A.P.H.A. (1998)
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimetria	2540 C – TDS, A.P.H.A. (1998)
Cálcio	Titulação	3500 – Ca B., A.P.H.A. (1998)
Sódio	Fotometria de emissão de chama	3500 – Na B., A.P.H.A. (1998)
Magnésio	Dureza Total – Cálcio	Método de cálculo

Os parâmetros temperatura, oxigénio dissolvido, pH, potencial redox, condutividade e turbidez foram medidos *in situ* com recurso a uma sonda TURO T-610, com eléctrodos apropriados e devidamente calibrados em laboratório.

As observações relativas ao cheiro, cor, turvação da água, presença/ausência de macrófitos, condições climatéricas, observações gerais e medições de caudal foram preenchidas em ficha de campo que se apresenta em anexo. As medições de caudal foram efectuadas pelo método da secção-velocidade recorrendo a um velocímetro Hydro-Bios. O caudal medido através da medição da velocidade da corrente obtém-se

integrando a velocidade medida a 1/3 da profundidade (m s⁻¹) pela área de secção (m²). Para tal foi seleccionado um transepto em cada rio ou ribeiralinha de água e efectuaram-se várias medições de profundidade (h) e velocidade da corrente equidistantes (d) nesse transepto (w) (Esquema 1).



Esquema 1 – Levantamento do perfil de uma secção transversal de um curso de água

2.1.2. Métodos de tratamento e apresentação de resultados

Graficaram-se valores absolutos de forma a verificar tendências de evolução ao longo do trimestre de monitorização. Os dados de qualidade da água foram analisados à luz da legislação em vigor, mais concretamente do Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto, tendo em conta o estipulado no seu anexo XXI.

2.2. Macroinvertebrados

2.2.1. Parâmetros e metodologia de campo/laboratorial

Metodologia de campo

O protocolo de amostragem utilizado foi o desenvolvido no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água (DQA). Neste protocolo, o troço de amostragem é de 50 metros de comprimento e deve ser representativo da diversidade de habitats presentes no curso de água, devendo incluir no centro a unidade de erosão (fluxo turbulento). Uma vez estabelecida a unidade de erosão, o troço a amostrar estende-se metade para montante e metade para jusante, abrangendo as unidades de sedimentação (fluxo laminar) adjacentes.

No âmbito deste programa de monitorização foi realizada uma única colheita de macroinvertebrados a 17 de Abril de 2007.

Antes de se iniciar a colheita, procedeu-se à estimativa dos habitats presentes bem como das suas respectivas representatividades, informação esta complementada com um esquema do troço, a constar da ficha de campo (em anexo). Nesta ficha de campo são assinaladas todas as características do troço a amostrar: unidades de erosão e de sedimentação; estruturas importantes (árvores caídas, ilhas, etc.); macrófitos (bancos com vegetação, algas, etc.); características das margens (raízes de árvores, muros, etc.).

Foram efectuados seis arrastos de 1 metro de comprimento por 0,25 metros de largura (largura da rede), com rede de mão com malha de 500 μ m, os quais foram distribuídos de forma proporcional pelos habitats existentes e pelas diferentes situações de hidrodinamismo (unidades de erosão e de deposição), existentes dentro de cada habitat, sendo a amostragem sempre efectuada de jusante para montante.

O operador colocou a abertura da rede contra o sentido da corrente, removendo com os pés o sedimento imediatamente antes da boca da rede, fazendo com que os organismos desalojados fossem arrastados pela corrente do rio para o interior da rede. O arrasto decorre com a deslocação gradual do operador para montante 1 metro (o comprimento de cada arrasto).

Em cada arrasto mediu-se a profundidade com o auxílio de uma vara graduada, e anotou-se o tipo de corrente. Complementarmente, anotaram-se algumas outras características que possibilitam um melhor conhecimento do local, tais como estimativa da largura do canal, presença de espuma, cor, cheiro, etc.

O material colhido foi acondicionado em frascos plásticos de boca larga tapada com parafilme e tampa. Os frascos foram devidamente etiquetados, utilizando-se simultaneamente etiquetas externas e internas. Em cada etiqueta consta: o nome do curso de água, o nome do local, o código da amostra, a data e o nome do operador.

As amostras foram fixadas no campo com formol, ficando totalmente mergulhadas numa solução aquosa com diluição aproximada de 4%. Esta diluição (4%) resultará da adição de formol comercial (40%) à água do rio no recipiente onde a amostra é acondicionada.

Metodologia de laboratório

O material fixado foi lavado suavemente com água corrente de modo a remover a totalidade do fixador e o sedimento fino. Na lavagem do material utilizou-se obrigatoriamente um crivo de malha calibrada com 500 µm de diâmetro. Após a lavagem, todo o material de dimensões superiores a 500 µm foi colocado em tabuleiros plásticos com uma pequena porção de água, fazendo-se uma análise minuciosa do mesmo de forma a se retirar os organismos presentes com o auxílio de uma pinça.

Todo o processo de triagem foi efectuado a olho nu.

Os organismos retirados do material colhido foram conservados em álcool a 70°, dentro de frascos devidamente etiquetados, onde consta a identificação da amostra (a data, o nome do local, o nome do responsável pela triagem, o número do arrasto efectuado e o respectivo taxa).

A identificação foi efectuada com auxílio de uma lupa binocular, até ao nível taxonómico Família.

2.2.2. Métodos de tratamento e apresentação de resultados

O tratamento global dos dados incidiu sobre a totalidade da amostra composta pelos seis arrastos efectuados. (*v.d.* protocolo DQA). Os indivíduos amostrados foram identificados ao nível da Família. A avaliação do estado ecológico baseou-se num conjunto de métricas e num índice multimétrico para os quais é apenas requerido a Família como nível de identificação.

A métrica Abundância foi calculada através do programa de software Asterics 3.0. (European stream assessment program). O cálculo é efectuado através da seguinte fórmula:

$$A = \sum_i n_i$$

sendo n_i o número de indivíduos do in taxon

A métrica de Riqueza foi baseada no número de Famílias encontradas; a métrica Nº de Famílias EPT engloba o número de Famílias pertencentes às Ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

A métrica IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party, Alba-Tercedor et al, 2002) é uma métrica de tolerância, em que a cada família se encontra associada uma pontuação, correspondendo as pontuações mais elevadas às famílias mais sensíveis à contaminação orgânica. O cálculo desta métrica foi obtido através do programa de software Asterics 3.0. (European stream assessment program). As pontuações obtidas para a métrica foram enquadradas em classes de qualidade de acordo com as fronteiras apresentadas no Quadro 3.

Escala de Classes de Qualidade e valores para a métrica IBMWP (Alba-Tercedor e Sanchez-Ortega,1988, modificado por Rico *et al*, 1992)

Quadro 3

CLASSE DE QUALIDADE	VALOR IBMWP	SIGNIFICADO
I (EXCELENTE)	>150	Águas muito limpas
	101-120	Águas limpas, sem contaminação ou alteração evidente
II (BOM)	61-100	Águas apresentando alguns sinais de contaminação
III (RAZOÁVEL)	36-60	Águas contaminadas
IV (POBRE)	16-35	Águas muito contaminadas
V (MAU)	<15	Águas fortemente contaminadas

Foi calculado o Índice Multimétrico IM9 (Pinto et al., 2004), desenvolvido no âmbito de um Projecto Europeu para avaliar a qualidade biológica de rios temporários do Sul de Portugal. Deste índice fazem parte as métricas: IASPT ($IASPT = (IBMWP/n^{\circ} \text{ de famílias de IBMWP})$ - enquadrada nos seus limites superior e inferior), Trichoptera Famílias (número de famílias de Trichoptera, enquadrado nos seus limites superior e inferior) e 1-GOLD (GOLD – número total de indivíduos de Gastropoda, Oligochaeta e Díptera; como aumenta com a poluição orgânica, ao contrário das restantes métricas,

é subtraído de 1 para contrariar esta tendência). As métricas utilizadas para o cálculo deste índice foram obtidas através do programa de software Asterics 3.0. (European stream assessment program). As pontuações obtidas para o índice foram enquadradas em classes de qualidade de acordo com as fronteiras apresentadas no Quadro 4.

Fronteiras de Classes de Qualidade para o índice IM9 (Pinto *et al.*, 2004)

Quadro 4

CLASSE DE QUALIDADE	VALOR DE FRONTEIRA
	IM9
EXCELENTE/BOM	0,48
BOM/RAZOÁVEL	0,34
RAZOÁVEL/POBRE	0,22
POBRE/MAU	0,10

2.3. Ictiofauna

2.3.1. Metodologia de campo/laboratorial

A amostragem da ictiofauna no troço seleccionado na Ribeira do Pisão (a jusante da albufeira do Pisão) decorreu no dia 26 de Abril de 2007, com recurso à pesca eléctrica. Para tal utilizou-se um aparelho portátil *Hans Grassl* ELT60 HIII 300/500V.

O protocolo de amostragem utilizado foi o desenvolvido pelo INAG no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água. Segundo este documento, o comprimento do troço de amostragem deve ser 20 vezes a largura média da ribeira, nunca devendo ser inferior a 100 m. Uma vez que, neste caso, a linha de água apresentava uma largura média de 3 m, o comprimento total do troço amostrado foi de 100 m. A amostragem teve uma duração de 70 minutos.

Todos os indivíduos capturados foram mantidos em tinas apropriadas para posterior identificação, medição (precisão de 1 mm), pesagem (precisão de 0,01 g) e contagem. Os animais foram devolvidos ao seu habitat natural, com excepção das espécies exóticas capturadas que foram entregues no Centro de Estudos de Avifauna Ibérica (CEAI) em Évora.

Posteriormente à amostragem, procedeu-se à caracterização dos elementos físicos de cada troço, determinando a proporção de cada tipo de habitat.

2.3.2. Métodos de tratamento e apresentação de resultados

A abundância das várias espécies capturadas na linha de água amostrada e para cada classe dimensional foi obtida através do cálculo do valor de CPUE (captura por unidade de esforço expressa em número de indivíduos capturados/30 minutos).

Os indivíduos capturados foram, após medição, distribuídos por classes de comprimento cujo intervalo variou consoante a espécie em questão. A espécie *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) foi distribuída por classes dimensionais com intervalos de 2 mm, enquanto que para as restantes espécies, devido ao reduzido número de indivíduos capturados, apenas é apresentado o comprimento total de cada exemplar.

Para avaliar a diversidade e o número de *taxa* da comunidade piscícola desta ribeira, a nível taxonómico, utilizaram-se os seguintes parâmetros ecológicos:

(i) **Riqueza (S)**, correspondente ao número de *taxa* presentes;

(ii) **Diversidade (H)**, determinada através do índice de Shannon-Wiener, calculado através da equação $H = - \sum p_i \ln (p_i)$, em que p_i é a frequência relativa de cada uma dos *taxa* i .

Foi calculada também a proporção de indivíduos pertencentes a espécies piscícolas exóticas, dividindo o número de indivíduos exóticos pelo número total de indivíduos capturados.

Para a avaliação do estado ecológico da Ribeira do Pisão com base na sua comunidade ictiífica, foi utilizado, com pequenas adaptações relacionadas com as especificidades da área de estudo, um índice de integridade biótica (IIB) desenvolvido por Karr (1981) e adaptado para Portugal por Oliveira & Ferreira (2001). A aplicação deste índice consistiu no cálculo de oito métricas, nomeadamente:

(i) **Número de espécies nativas;**

(ii) **Percentagem de indivíduos pertencentes a espécies exóticas;**

(iii) **Percentagem de indivíduos pertencentes a espécies muito tolerantes;**

(iv) **Percentagem de indivíduos da espécie *S. alburnoides*,** considerada como uma espécie pouco tolerante à degradação ambiental;

(v) **Percentagem de espécies invertívoras não bentónicas.** A invertívoria é a *guild* trófica dominante em muitos rios naturais e a diminuição da abundância destes indivíduos reflecte amiúde uma degradação da teia trófica;

(vi) **Abundância de lagostim-vermelho (*Procambarus clarkii* Girard, 1852).** Devido às diferenças existentes para esta espécie em termos da eficiência do método de amostragem utilizado, a sua abundância é avaliada com base numa escala qualitativa (ausente, pouco abundante ou muito abundante). Segundo Oliveira & Ferreira (2001), em troços degradados, esta espécie apresenta-se em abundância elevada.

(vii) **Abundância de peixe.** A abundância de exemplares piscícolas tende a diminuir com o acréscimo da degradação ambiental. No índice originalmente adaptado para Portugal, era utilizada como métrica a densidade de peixe por unidade de área de amostragem. No entanto, devido ao elevado erro inerente à determinação da área efectiva de amostragem em cada troço, optou-se neste caso pela classificação qualitativa desta métrica (pouco abundante, abundante ou muito abundante) com base no valor de CPUE.

(viii) **Percentagem de indivíduos com anomalias** (e.g. tumores, deformações, erosão das barbatanas). Na maioria dos casos, esta métrica encontra-se subavaliada devido ao facto de no momento da amostragem apenas ser possível observar as

anomalias mais conspícuas, não sendo possível avaliar com precisão deficiências que possam existir mas que não sejam visíveis a olho nu.

O valor final do índice resulta da soma das pontuações (1, 3 ou 5) (Oliveira & Ferreira, 2001) atribuídas a cada métrica, podendo variar entre 40 pontos, indicação da maior integridade biótica possível, e 8 pontos, sinal da pior integridade biótica. No Quadro 5 encontram-se descritos os intervalos de valores associados a cada classe de integridade.

Intervalos de valores associados a cada classe de integridade biótica para o índice IIB Quadro 5

IIB	8 - 18	20 - 30	32 - 34	36 - 40
Integridade Biótica	Muito Fraco	Fraco	Bom	Excelente

3. RESULTADOS

3.1. Parâmetros de caracterização medidos nos locais de amostragem

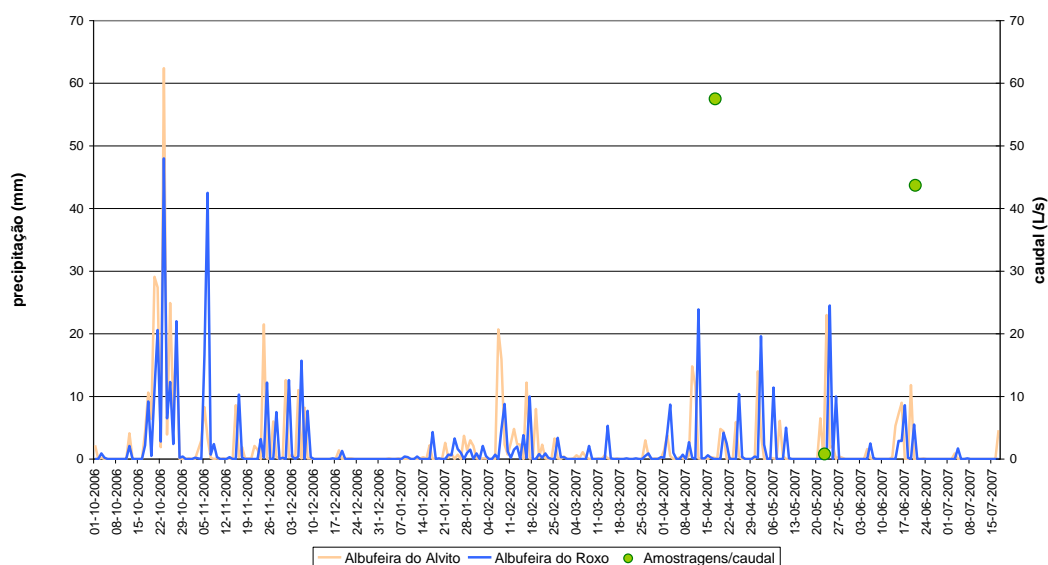
No Quadro 6 apresentam – se os resultados dos ensaios de caudal realizados e algumas características registadas no momento da amostragem.

Caudal (L/s)	Quadro 6
---------------------	-----------------

Local	Data	Caudal (L/s)	Turvação	Cor	Observações
Ribeira do Pisão	17/04/2007	57,5	Sedimentar	Ligeiro acastanhado	Mau cheiro, presença de espuma
Ribeira do Pisão	22/05/2007	0,8	Biológica	Esverdeado	Presença de espuma; canal coberto de macrófitos
Ribeira do Pisão	20/06/2007	43,7	Sedimentar	Ligeiro acastanhado	Presença de espuma, mau cheiro, canal completamente coberto de macrófitos

Precipitação diária nas estações da Albufeira do Alvito (a norte) e na albufeira do Roxo (a sul) (mm)
(Fonte de dados: SNIRH) e caudais medidos na ribeira do Pisão

Figura 1



Da análise da Figura 1 e do Quadro 6 pode-se observar que ocorreu uma redução significativa do caudal na ribeira do Pisão com o início do período seco em Maio. A redução do caudal potenciou o avanço da vegetação terrestre para o leito do rio, estando este totalmente coberto de vegetação na zona a jusante do local de amostragem, na segunda e terceira campanha. No entanto, os eventos de precipitação que ocorreram entre 13 e 20 de Junho de 2007 resultaram num novo aumento do caudal na ribeira. Esta ribeira enquadra-se no tipo “Sul 1” com uma bacia inferior a 100 Km² (classificação DQA), tratando-se de um rio temporário cujo caudal se apresenta significativamente dependente de um regime hidrológico intermitente.

3.2. Parâmetros físico – químicos

3.2.1. Oxigénio dissolvido, Temperatura, pH, Potencial Redox, Condutividade e Turbidez

Os resultados das medições efectuadas *in situ* apresentam-se no Quadro seguinte.

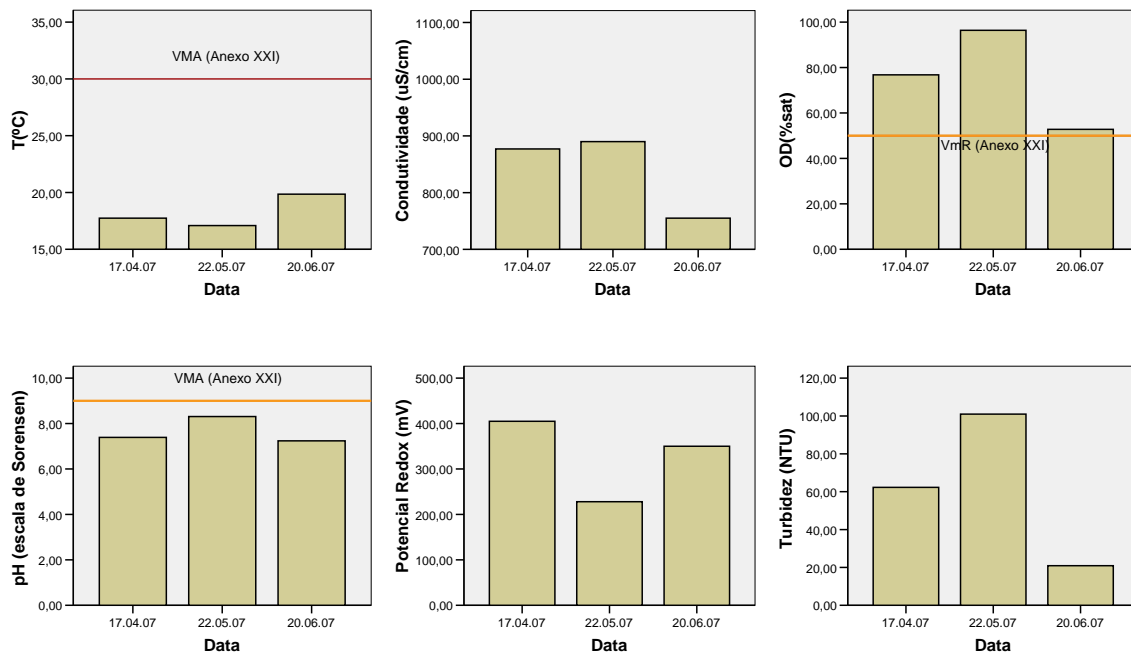
Medições *in situ* na ribeira do Pisão

Quadro 7

Data	Temp. (°C)	Cond. (µS/cm)	OD _{SAT} (%)	OD (mg/L)	pH	Pot. Redox (mV)	Turb. (ntu)
17/04/2007	17,74	877	76,8	7,3	7,39	405	62,3
22/05/2007	17,09	890	96,4	9,3	8,31	228	101,0
20/06/2007	19,85	755	52,8	4,8	7,24	350	20,9

Medições *in situ* na ribeira do Pisão e *guidelines* do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

Figura 2



Da análise do Quadro 7 e da Figura 2 pode-se verificar que relativamente aos parâmetros *in situ*, todos cumprem o disposto no Anexo XXI do Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto, relativo aos objectivos ambientais de qualidade mínima. Relativamente à amostragem realizada no dia 20/06/2007 verificam-se menores teores de oxigénio dissolvido, de condutividade e de turbidez da água face às campanhas anteriores.

3.2.2. Nutrientes (azoto e fósforo)

No Quadro 8 apresentam – se os resultados analíticos relativos aos nutrientes azoto e fósforo, nas suas diferentes formas químicas, e na Figura 3 a sua representação gráfica.

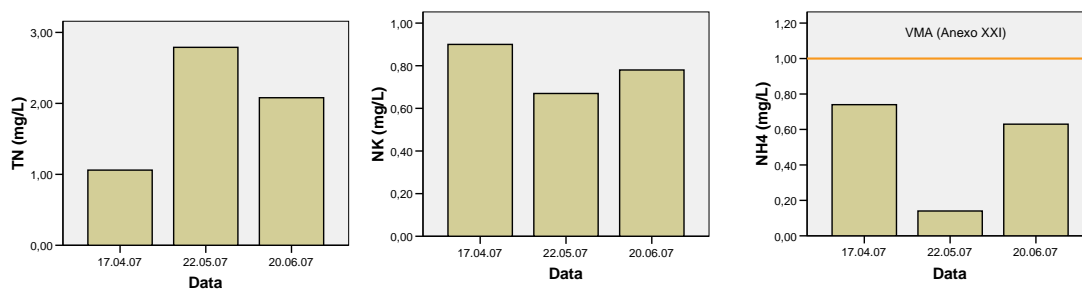
Resultados analíticos relativos a parâmetros físico – químicos

Quadro 8

Data	Azoto Total (mg/L N)	Azoto Amoniacal (mg/L NH ₄ ⁺)	Azoto Kjeldahl (mg/L N)	Fósforo Total (mg/ L P)
17/04/2007	1,06	0,74	0,90	< 0,016 L.Q.
22/05/2007	2,79	0,14	0,67	< 0,016 L.Q.
20/06/2007	2,08	0,63	0,78	< 0,016 L.Q.

Evolução do azoto total, azoto amoniacal e azoto Kjeldahl e *guidelines* do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

Figura 3



Quer os teores de fósforo, quer os teores de azoto cumprem os objectivos ambientais de qualidade mínima definidos no Anexo XXI do Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto.

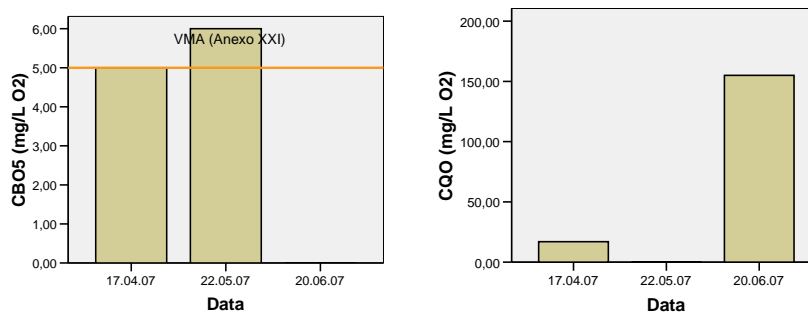
3.2.3. Descritores orgânicos

No Quadro 9 apresentam-se os resultados analíticos relativos à carência bioquímica de oxigênio – CBO₅ e à carência química de oxigênio – CQO, parâmetros indicadores da presença de matéria orgânica na água, e na Figura 4 a sua representação gráfica.

Resultados analíticos relativos a parâmetros físico – químicos (continuação) Quadro 9

Local de amostragem	CBO ₅ (mg /L O ₂)	CQO (mg /L O ₂)
17/04/2007	5	17
22/05/2007	6	< 10 L.Q.
20/06/2007	< 1 L.Q.	155

Evolução da CBO₅ e da CQO e *guidelines* do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto Figura 4



Os teores de CBO₅ são em geral elevados nas duas primeiras campanhas, no entanto, verificou-se um decréscimo acentuado na campanha de Junho. Na campanha realizada em 22/05/2007 o teor de CBO₅ excede o Valor Máximo Admissível disposto no Anexo XXI do Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto. Quanto à CQO verifica-se um teor muito elevado em Junho de 2007, o que demonstra a elevada presença de matéria orgânica na data da amostragem.

3.2.4. Mineralização da água

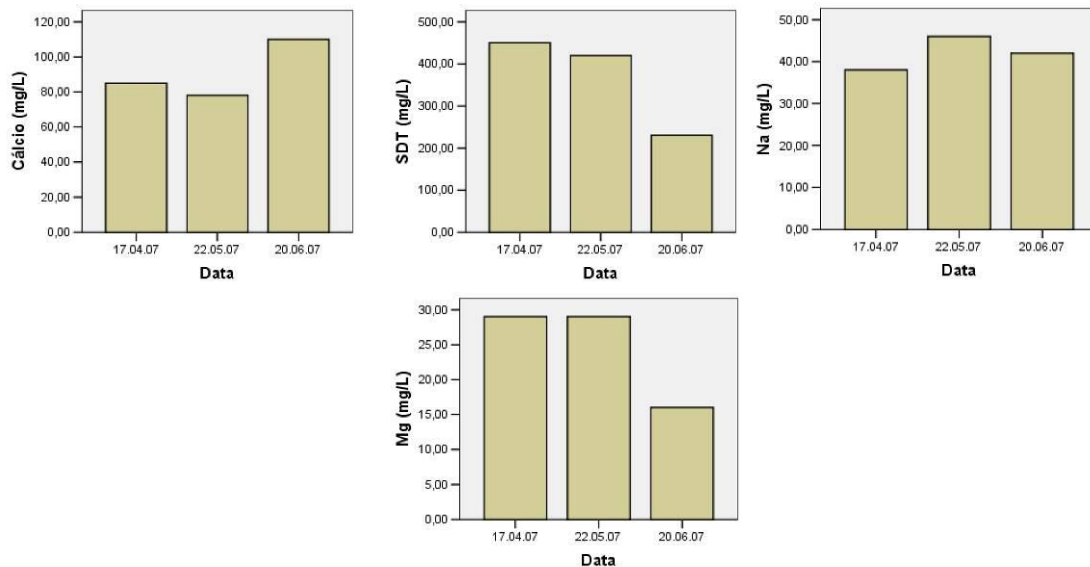
No Quadro 10 apresentam-se os resultados analíticos relativos cálcio, magnésio, sódio e sólidos dissolvidos totais – SDT, e na Figura 5 a sua representação gráfica.

Resultados analíticos relativos a parâmetros físico – químicos (continuação) Quadro 10

Local de amostragem	Cálcio (mg /L)	Magnésio (mg /L)	Sódio (mg /L)	SDT (mg /L)
17/04/2007	85	29	38	450
22/05/2007	78	29	46	420
20/06/2007	110	16	42	230

Evolução do cálcio, magnésio, sódio e SDT e *guidelines* do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

Figura 5



No que diz respeito aos indicadores de mineralização de água não se verificam valores discrepantes. Os teores de cálcio, sódio, magnésio e SDT mantiveram um carácter conservativo, sobretudo nas duas primeiras campanhas. Na terceira campanha

verifica-se uma redução dos SDT e do Magnésio. Por outro lado o cálcio regista um ligeiro aumento.

3.2.5. Discussão interpretação e avaliação dos resultados obtidos

Foram realizadas três amostragens na ribeira do Pisão, a jusante da futura albufeira do Pisão, com o objectivo de caracterizar a situação de referência, antes do enchimento da albufeira. A povoação de Beringel situa-se na bacia hidrográfica do local de amostragem (ver anexo cartográfico). O transporte de águas residuais e pluviais da povoação para a linha de água é potenciado durante os eventos de precipitação intensa. As situações de caudal mais elevado detectadas na ribeira do Pisão, ou seja, em 17/04/2007 e 20/06/2007 coincidiram com a presença de espuma na água, mau cheiro, e coloração acastanhada. Do ponto de vista químico quer o azoto amoniacal, quer a CQO, dois indicadores da presença de águas residuais nos cursos de água, apresentaram teores mais elevados nestas situações. Na amostragem de 20/06/2007 verificou-se ainda um baixo teor de oxigénio, ocasionado pelos processos de degradação da matéria orgânica presente.

No Quadro 11 apresenta-se a classificação da qualidade da água de acordo com os objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais definidos no Decreto-lei 236/98 de 1 de Agosto de 1998, Anexo XXI.

Objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais de acordo com o DL 236/98 – Anexo XXI	Quadro 11
---	-----------

Local de amostragem	Classificação
17/04/2007	pH, T, OD, CBO5, NH4
22/05/2007	CBO5
20/06/2007	pH, T, OD, CBO5, NH4,

Legenda:

	conforme
	não conforme

Parâmetros considerados na classificação: pH, T, OD, CBO5 e NH4.

O teor de CBO₅ superior a 5mg/L na segunda campanha classificou a água na classe “não conforme”. As restantes amostragens estão conforme os objectivos definidos na legislação para os parâmetros disponíveis.

3.3. Macroinvertebrados

3.3.1. Avaliação Taxonómica da Comunidade

Na colheita de macroinvertebrados efectuada na Ribeira de Pisão, foram encontrados os seguintes taxa (Quadro 12).

Nº total de indivíduos capturados e respectiva classificação taxonómica Quadro 12

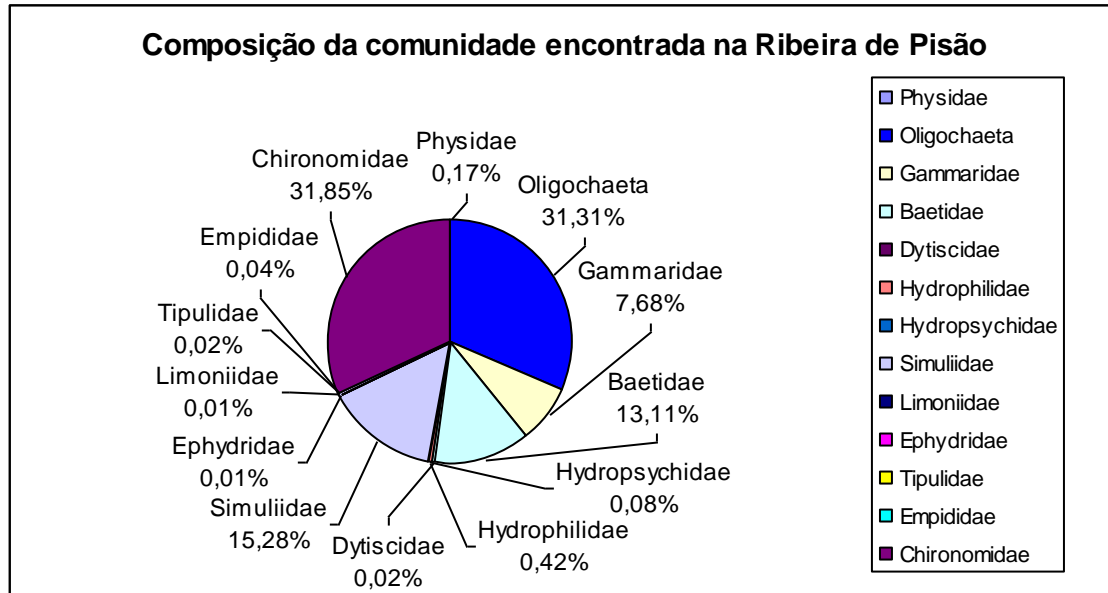
Taxa	Nº indivíduos
Gastropoda	16
Physidae	16
Oligochaeta	2957
Crustacea	725
Gammaridae	725
Ephemeroptera	1238
Baetidae	1238
Coleoptera	42
Dytiscidae	2
Hydrophilidae	40
Trichoptera	8
Hydropsychidae	8
Diptera	4459
Simuliidae	1443
Limoniidae	1
Ephydriidae	1
Tipulidae	2
Empididae	4
Chironomidae	3008
Nº total indivíduos	9445

Os indivíduos colhidos foram identificados até ao nível Classe (Oligochaeta) e Família (restantes taxa). A negrito encontram-se as Ordens e a Classe, e respectivo somatório de Famílias.

A figura 6 apresenta a distribuição percentual dos taxa encontrados.

Distribuição percentual da composição da comunidade encontrada na ribeira do Pisão

Figura 6

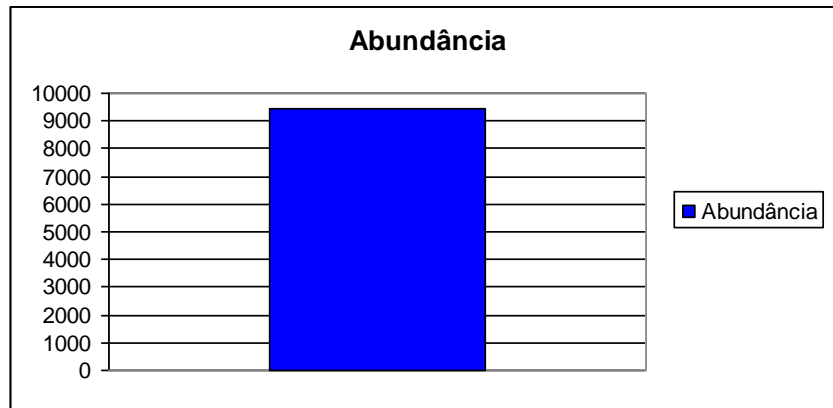


Verifica-se uma dominância de Chironomidae e Oligochaeta, registrando Simuliidae, Baetidae e Gammaridae as seguintes maiores abundâncias. No total de Abundância calculado (Figura 7), estas famílias serão as mais representativas. Os restantes taxa apresentam ocorrências bastante reduzidas.

Foram encontradas doze famílias (Riqueza) (Figura 8), metade das quais pertencendo à Ordem Díptera (Simuliidae, Limoniidae, Ephydriidae, Tipulidae, Empididae e Chironomidae, indivíduos muito tolerantes), revelando uma comunidade pobre e com escassa estruturação.

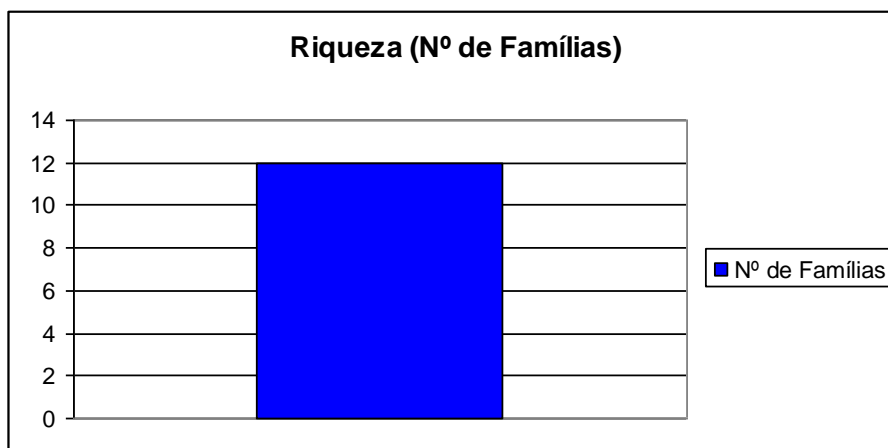
Abundância de indivíduos presentes na comunidade encontrada na Ribeira de Pisão

Figura 7



Riqueza (Nº de Famílias) na comunidade encontrada na Ribeira de Pisão

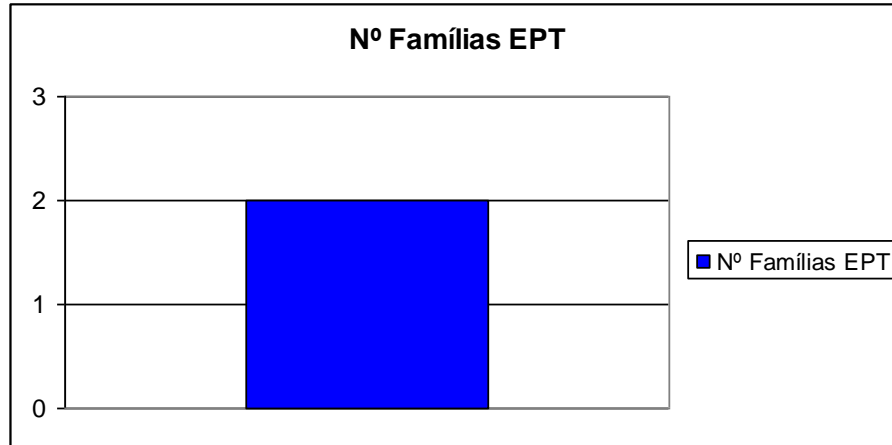
Figura 8



O número de famílias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (Nº de Famílias EPT) (Figura 9), normalmente consideradas boas indicadoras da qualidade da água, apresenta valores muito baixos, estando presentes apenas duas famílias, Baetidae (Ordem Ephemeroptera) e Hydropsychidae (Ordem Trichoptera).

Nº Famílias EPT presentes na comunidade encontrada na Ribeira de Pisão

Figura 9

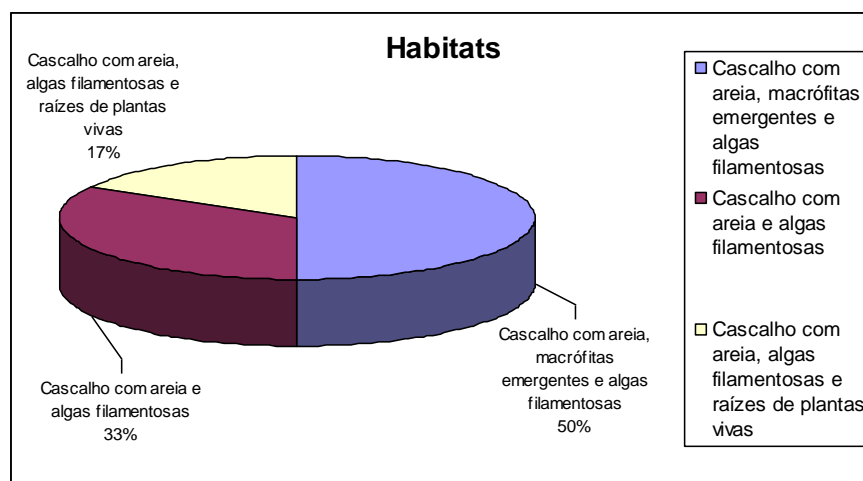


Caracterização do troço de amostragem

No troço de amostragem o substrato era composto por cascalho com areia, estando presentes habitats de macrófitas emergentes, algas filamentosas e raízes de plantas vivas (Figura 10).

Habitats presentes no troço de amostragem

Figura 10



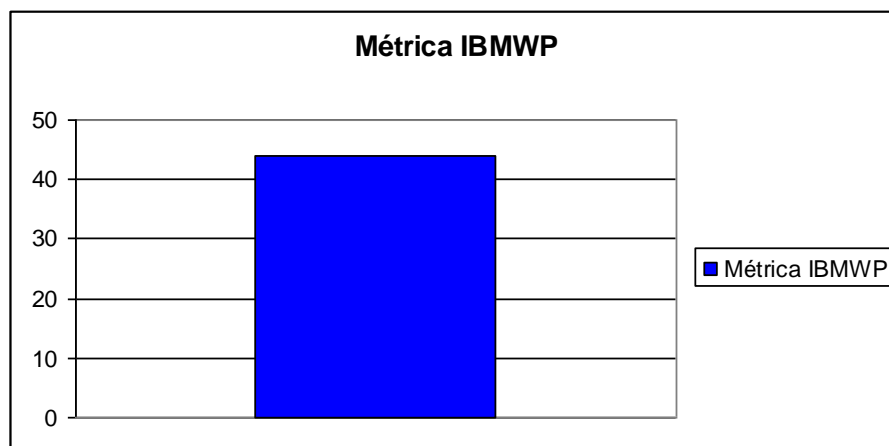
A profundidade situava-se entre os 0,10 e os 0,15 metros, variando a velocidade de corrente entre os 0,33 e os 0,66 m/s. O tipo de escoamento presente foi *run*.

3.3.2. Discussão interpretação e avaliação dos resultados obtidos

A grande representatividade de Chironomidae, Oligochaeta e Simuliidae (organismos bastante tolerantes à contaminação orgânica), acompanhada pela fraca representatividade de taxa menos tolerantes, bem como a ausência de taxa mais sensíveis, indicam um certo grau de contaminação orgânica, apontando para uma baixa qualidade biológica da água.

A métrica IBMWP (figura 11) apresenta-se com um valor considerado razoável (Quadro 14), indicativo, no entanto, de certo grau de contaminação orgânica.

Métrica IBMWP para a comunidade encontrada na Ribeira de Pisão Figura 11



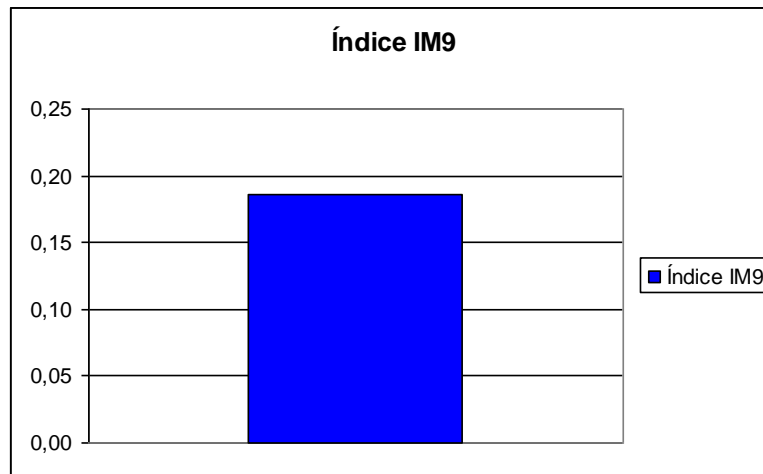
Métrica IBMWP para a Ribeira de Pisão e respectiva Classe de Qualidade Quadro 14

Métrica IBMWP	44
CLASSE DE QUALIDADE	RAZOÁVEL

O cálculo do Índice IM9 (Figura 12) apresenta-nos um valor enquadrado na Classe de Qualidade pobre (Quadro 15), indicadora de um grau de contaminação considerável.

Índice IM9 para a comunidade encontrada na Ribeira de Pisão

Figura 12



Índice IM9 para a Ribeira de Pisão e respectiva Classe de Qualidade

Quadro 15

Índice IM9	0,19
CLASSE DE QUALIDADE	POBRE

Os resultados obtidos apontam para uma baixa qualidade biológica da água, indicativo de certo grau de contaminação orgânica, apresentando-se a comunidade de macroinvertebrados pobre e pouco estruturada.

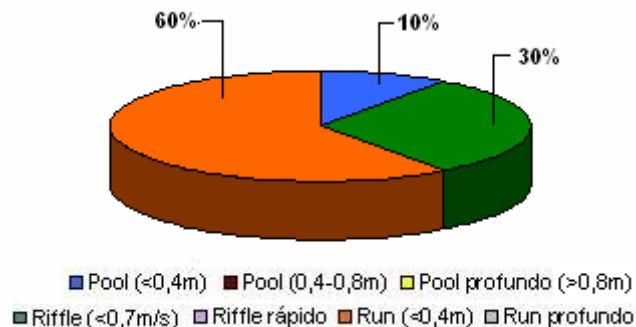
3.4. Ictiofauna

3.4.1. Resultados

O troço de amostragem seleccionado na Ribeira do Pisão encontrava-se dividido em duas zonas de características bem distintas em termos de elementos físicos do curso de água. A primeira zona, onde a velocidade de corrente era mais elevada, caracterizava-se pela presença de um *riffle* lento (30%), verificando-se uma dominância de *runs* de profundidade reduzida (60%), intercalados por alguns *pools* de profundidade reduzida (10%) na restante área amostrada (Figura 12).

O troço amostrado apresentava uma profundidade reduzida, na ordem dos 0,4 m. Caracterizava-se pela ausência de vegetação ripícola e a presença de campos agrícolas em seu redor. O substrato observado neste troço era essencialmente de características vasosas.

Identificação e quantificação dos elementos físicos que compunham o troço de amostragem na Ribeira do Pisão	Figura 12
---	-----------



Na amostragem realizada na Ribeira do Pisão foi confirmada a presença de três espécies piscícolas, sendo duas de origem autóctone (*Barbus bocagei* Steindachner, 1864 e *Cobitis paludica* de Buen, 1930) e uma de carácter exótico (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859) (Quadro 16). Desta forma, a linha de água amostrada apresentou uma riqueza específica baixa com apenas três *taxa* capturados. Devido à grande dominância exercida pela gambúsia, que contabilizou cerca de 95% do total de indivíduos capturados, a comunidade presente no troço amostrado na ribeira do Pisão apresentava uma diversidade muito reduzida (0,24). Foi também registada a presença de indivíduos da espécie *P. clarkii* (lagostim-vermelho), em abundância elevada, tendo-se observado um número superior a 50-60 animais ao longo do troço amostrado.

Espécies capturadas na Ribeira do Pisão. A azul estão representadas as espécies exóticas. Quadro 16

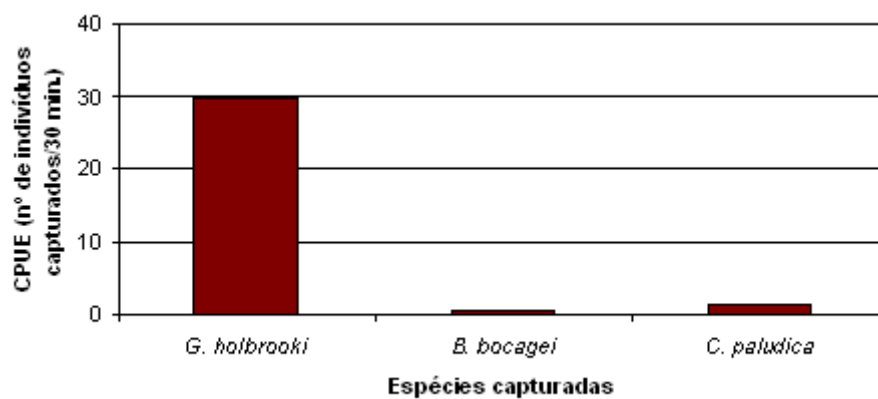
Espécies capturadas	LV Portugal	Convenção de Berna	Directiva Habitats
CYPRINIFORMES			
Cyprinidae			
<i>Barbus bocagei</i> (Steindachner 1865) Barbo do Norte	LC	III	V
Cobitidae			
<i>Cobitis paludica</i> (de Buen 1939) Verdemã	LC	III	II
CYPRINODONTIFORMES			
Poeciliidae			
<i>Gambusia holbrooki</i> (Girard 1859) <i>Gambúsia</i>	-	-	-

Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (LV): CR – Criticamente em Perigo, EN - Em Perigo, LC - Pouco Preocupante, VU - Vulnerável. **Convenção de Berna:** Anexo III – Espécies da fauna protegidas. **Directiva Habitats:** Anexo II - Espécies animais e vegetais de interesse comunitário cuja conservação exige a designação de zonas especiais de conservação, Anexo V - Espécies animais e vegetais de interesse comunitário cuja captura ou colheita na natureza e exploração podem ser objecto de medidas de gestão (Rogado *et al.*, 2005)

Em termos de abundância, a espécie *G. holbrooki* foi aquela que apresentou um CPUE mais elevado que correspondeu à captura de 70 exemplares. Os restantes taxa capturados nesta linha de água apresentaram abundâncias muito reduzidas com valores de 0,4 CPUE para a espécie *B. bocagei* e 1,3 CPUE para *C. paludica*, que correspondem à captura de um e três indivíduos, respectivamente.

Abundância das espécies capturadas na Ribeira do Pisão

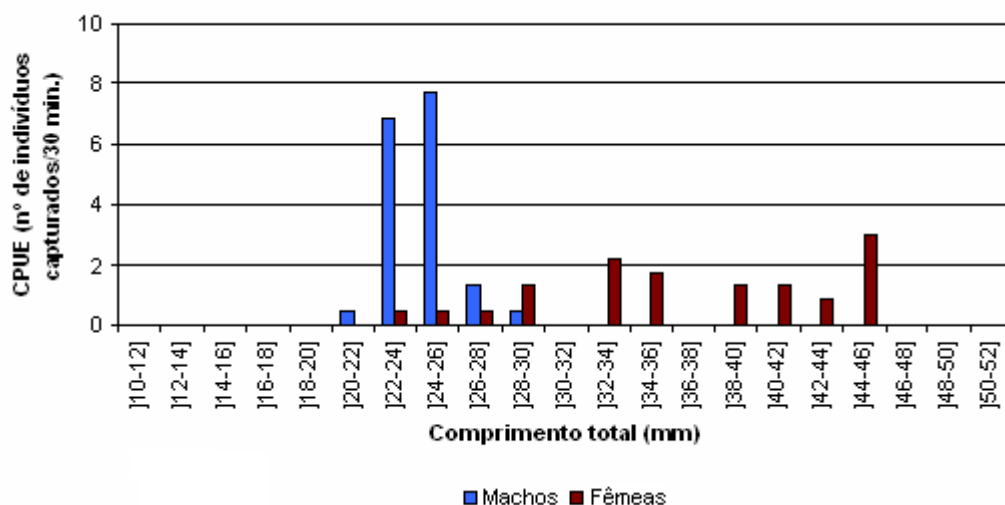
Figura 13



Os indivíduos da espécie *G. holbrooki*, capturados no troço amostrado na Ribeira do Pisão, apresentaram um comprimento mínimo de 21 mm e um comprimento máximo de 45 mm, verificando-se a ausência de capturas de exemplares pertencentes às classes de menor dimensão. Observando o gráfico referente à distribuição dos indivíduos capturados por classes dimensionais de 2 mm (Figura 14), é possível identificar três picos que corresponderão, provavelmente, às classes modais de distribuição de frequências de comprimento relativas a cada classe etária. O primeiro pico de distribuição encontra-se na classe]24-26 mm], sendo esta classe representada, sobretudo, por machos. Os outros picos de distribuição são visíveis nas classes]32-34 mm] e]44-46 mm]. Estas classes de maior dimensão são dominadas por fêmeas, verificando-se, por outro lado, uma predominância de machos nas classes mais pequenas.

Distribuição dos indivíduos da espécie *G. holbrooki* por classes dimensionais na Ribeira do Pisão

Figura 14



Nesta linha de água foi ainda confirmada a presença de um exemplar da espécie *B. bocagei* que apresentava um comprimento total de 165 mm e três exemplares da espécie *C. paludica* com comprimentos totais de 66, 70 e 84 mm. Devido ao reduzido número de capturas, não foi possível a construção de um gráfico de distribuição destes indivíduos por classes dimensionais impedindo a caracterização da estrutura etária destas populações.

Utilizando o Índice de Integridade Biótica (IIB) foi determinado o estado ecológico desta ribeira, com base na sua comunidade piscícola. Após a aplicação deste índice, a Ribeira do Pisão apresentou uma pontuação final de 16 valores, que corresponde a uma classificação de *Muito Fraco* (Quadro 17).

Aplicação do Índice de Integridade Biótica (IIB) na Ribeira do Pisão

Quadro 17

	Pontuação Final	Integridade Biótica
Ribeira do Pisão	16	Muito Fraco

3.4.2. Discussão interpretação e avaliação dos resultados obtidos

Em termos globais, a comunidade ictiofaunística presente no troço amostrado da Ribeira do Pisão é muito pobre no que diz respeito à riqueza específica. Este facto resulta, em grande parte, das características da região em que se insere, sendo uma região de clima tipicamente mediterrânico onde os cursos de água apresentam, de um modo geral, um regime hidrológico intermitente que se traduz numa enorme escassez durante os períodos estivais.

Nesta linha de água também se verificou a presença de uma comunidade pouco diversificada, quase exclusivamente dominada por gambúsia, uma espécie exótica. O facto do troço amostrado se encontrar numa zona muito intervencionada, rodeado por campos agrícolas e possuir uma vegetação ripícola bastante degradada, provavelmente diminui as condições para o estabelecimento de uma comunidade mais complexa, apenas possibilitando a presença de espécies muito tolerantes e com grande capacidade de adaptação à degradação da qualidade ambiental como é o caso da gambúsia (Almaça, 1996). A grande dominância exercida por esta espécie pode implicar a redução da abundância das restantes espécies, devido à pressão predatória que exerce sobre os seus ovos e larvas (Almaça, 1995).

Devido ao reduzido número de indivíduos de barbo do Norte e verdemã capturados nesta ribeira, é impossível apresentar algum tipo de resultado relativamente à estrutura etária destas populações. No caso das gambúsias capturadas, é possível perceber a existência de três picos de distribuição de comprimentos que provavelmente se encontram associados às respectivas classes etárias. O resultado obtido está de acordo com o descrito por vários autores para esta espécie, cujas fêmeas possuem normalmente uma longevidade máxima de três anos, apresentando em cada classe etária comprimentos totais médios próximos daqueles que, neste estudo, se encontravam associados aos três picos de distribuição registados (Vargas & Sostoa, 1996; Cabral & Marques, 1999; Ribeiro *et al.*, 2007). Ainda segundo estes autores, os machos raramente passam do primeiro ano, facto que explica a sua ausência nas classes de maior dimensão. Mesmo tratando-se de uma espécie exótica, sem qualquer interesse conservacionista e cuja presença implica um decréscimo do estado ecológico das linhas de água, a existência de uma estrutura etária bem definida pode ser indicio de alguma qualidade ambiental neste curso de água, uma

vez que, apesar de ser uma espécie muito tolerante, o seu padrão de crescimento normal apenas se verifica na presença de condições ambientais minimamente aceitáveis (Vargas & Sostoa, 1996).

Após a aplicação do índice IIB, o troço amostrado na Ribeira do Pisão foi classificado como *Muito Fraco* em termos de integridade biológica. A reduzida pontuação obtida por esta linha de água pode ser explicada por vários factores nomeadamente, o reduzido número de indivíduos pertencentes a espécies nativas, o elevado número de indivíduos tolerantes, a ausência de espécies invertívoras e a elevada abundância de lagostim-vermelho. Aliás, a presença deste crustáceo em elevado número encontra-se normalmente associada a locais degradados (Oliveira e Ferreira, 2001).

Com este estudo, foi possível obter uma caracterização inicial da comunidade piscícola e da sua estrutura etária nesta linha de água, permitindo classificar o troço amostrado em termos de integridade biológica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ribeira do Pisão apresenta claramente índices de degradação elevados, quer em termos de integridade biológica (ictiofauna e macroinvertebrados), quer em termos de qualidade da vegetação ripícola e condições morfológicas do leito e das margens. Do ponto de vista físico-químico verificam-se níveis de qualidade mais aceitáveis. No entanto foram identificados três parâmetros indicadores de níveis intermitentes de contaminação orgânica: CBO₅, CQO e azoto amoniacal. A presença de águas residuais é certamente a principal fonte de poluição, evidenciada pelo mau cheiro e presença de espuma. Por outro lado as fontes de poluição difusa associadas às actividades agrícolas adquirem especial relevância. A vegetação ripícola extremamente fragmentada contribui para a redução do potencial depurador desta linha de água. O arrastamento de sólidos suspensos a partir da bacia de drenagem é em geral elevado, uma vez que o substrato do leito é sobretudo constituído por sedimentos finos.

Os resultados obtidos para os macroinvertebrados apontam para uma baixa qualidade biológica da água, indicativo de certo grau de contaminação orgânica, apresentando-se a comunidade de macroinvertebrados pobre e pouco estruturada.

Como já foi discutido neste relatório, o elevado nível de degradação apresentado por esta ribeira pode estar relacionado com a reduzida riqueza e diversidade ictíica observada (Karr, 1981). A presença de uma fonte de poluição difusa como são os campos agrícolas em redor, a ausência de vegetação ripícola e a excessiva regularização do leito e margens desta ribeira são alguns dos factores que poderão contribuir negativamente para o estabelecimento de uma comunidade piscícola complexa. Assim será potencialmente vantajoso o trabalho em curso de requalificação desta linha promovido pela EDIA.

O acompanhamento permanente desta linha de água e da sua comunidade ictíica ganha uma maior importância com a construção da nova barragem do Pisão, que consequentemente acarretará efeitos para as comunidades a jusante da albufeira. Ainda que a comunidade presente no troço amostrado não se tenha revelado muito interessante detectou-se a presença de espécies autóctones como o barbo do Norte e o verdemã (esta bastante interessante do ponto de vista conservacionista). Desta forma salienta-se que uma única amostragem será insuficiente para a caracterização da comunidade piscícola presente nesta ribeira e consequentemente para a classificação do seu estado ecológico, pelo que se recomenda a realização de um maior número de amostragens, em vários pontos ao longo do curso de água e em

diferentes épocas do ano, de forma a ter em consideração os padrões de ocupação espacio-temporal que naturalmente se encontram associados à comunidade icitiofaunística.

A monitorização da qualidade microbiológica da água assume também um papel fundamental devido à presença de águas residuais, pelo que deve ser incluída em futuros programas de monitorização.

5. BIBLIOGRAFIA

- A.P.H.A., 1998 – *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater*. 20th Ed. American Public Health Association, Washington DC.
- ALBA TERCEDOR, J. & SANCHEZ ORTEGA, O., 1988 – Un método rápido y simples para evaluar la calidad de las águas correntes basado en Hellawell (1978). *Limnetica* 4 : 51-56.
- ALBA-TERCEDOR, J. e t al., 2002 – Caracterizacion del estado ecológico de los rios mediterrâneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'), *Limnetica*, 21: 175-185
- ALMAÇA, C. (1995). Freshwater fish and their conservation in Portugal. *Biological Conservation* **72**: 125-127.
- ALMAÇA, C. (1996). *Peixes dos rios de Portugal*. Edições INAPA: 115-126.
- BOULTON, A. & BROCK, M. 1999 – *Australian Freshwater Ecology, Processes and Management*. Gleneagles Publishing, 300pp;
- CABRAL, J. A. & MARQUES, J. C. (1999). Life-history, population dynamics and production of eastern-mosquitofish, *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae), in rice fields of the lower Mondego river valley, western Portugal. *Acta Oecológica* **20**: 607-620.
- CHAPMAN, D. 1996 – *Water Quality Assessments, a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*, 2nd Ed. UNESCO, WHO, UNEP. E & FN Spon, 626pp;
- CROUZET, P.; J. LEONARD; S. NIXON; Y. REES; W. PARR; L. LAFFON; J. BØGESTRAND; P. KRISTENSEN; C. LALLANA; G. IZZO; T. BOKN; J. BAK; T. J. LACK, 1999 – Nutrients in European ecosystems. European Environmental Agency, Copenhagen, 155 pp.
- Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto.
- FAUSCH, K.D., KARR, J.R. & YAMT, P.R. (1984). Regional application of an index of biotica integrity based on stream fish communities. *Transaction of the American Fisheries Society* **113**: 39-55.
- FERREIRA, M. T. (2002). Passagens para peixes in *Ecosistemas aquáticos e ribeirinhos – Ecologia, Gestão e Conservação* (Eds. MOREIRA, I., FERREIRA, M. T., CORTES, R., PINTO, P. & ALMEIDA, P. R.). *Instituto Nacional da Água*. 12.3-12.9 pp.
- GILLETTE, D. P., TIEMANN, J. S., EDDS, D. R. & WILDHABER, M. L. (2005). Spatiotemporal patterns of fish assemblage structure in a river impounded by low-head dams. *Copeia*, 3, 539-549.
- INAG, 2002 – *Aplicação da Directiva Relativa ao Tratamento das Águas Residuais Urbanas em Portugal*, 22pp.
- KARR, J.R. (1981). Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*. **6**: 21-27.

OLIVEIRA, J.M. & FERREIRA, M.T. (2001). Desenvolvimento de um índice de integridade biótica para a avaliação da qualidade ambiental de rios ciprinícolas. Aplicação à bacia hidrográfica do Tejo. *Revista de Ciências Agrárias*. **25**: 198-210.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 1982 - *Eutrophication of waters: monitoring, assessment and control*. OECD, Paris.

PINTO, P., J. ROSADO, M. MORAIS & I. ANTUNES, 2004. - Assessment methodology for southern siliceous basins in Portugal. *Hydrobiologia* 516:191-214.

PUIG, M. A., 1999. - Els macroinvertebrats dels rius catalans. Guia Il.lustrada. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. 251 pgs.

RIBEIRO, F., BELDADE, R., DIX, M. & BOCHECHAS, J. (2007) Carta Piscícola Nacional Direção Geral dos Recursos Florestais-Fluviatilis, Lda. Publicação Electrónica (versão 01/2007).

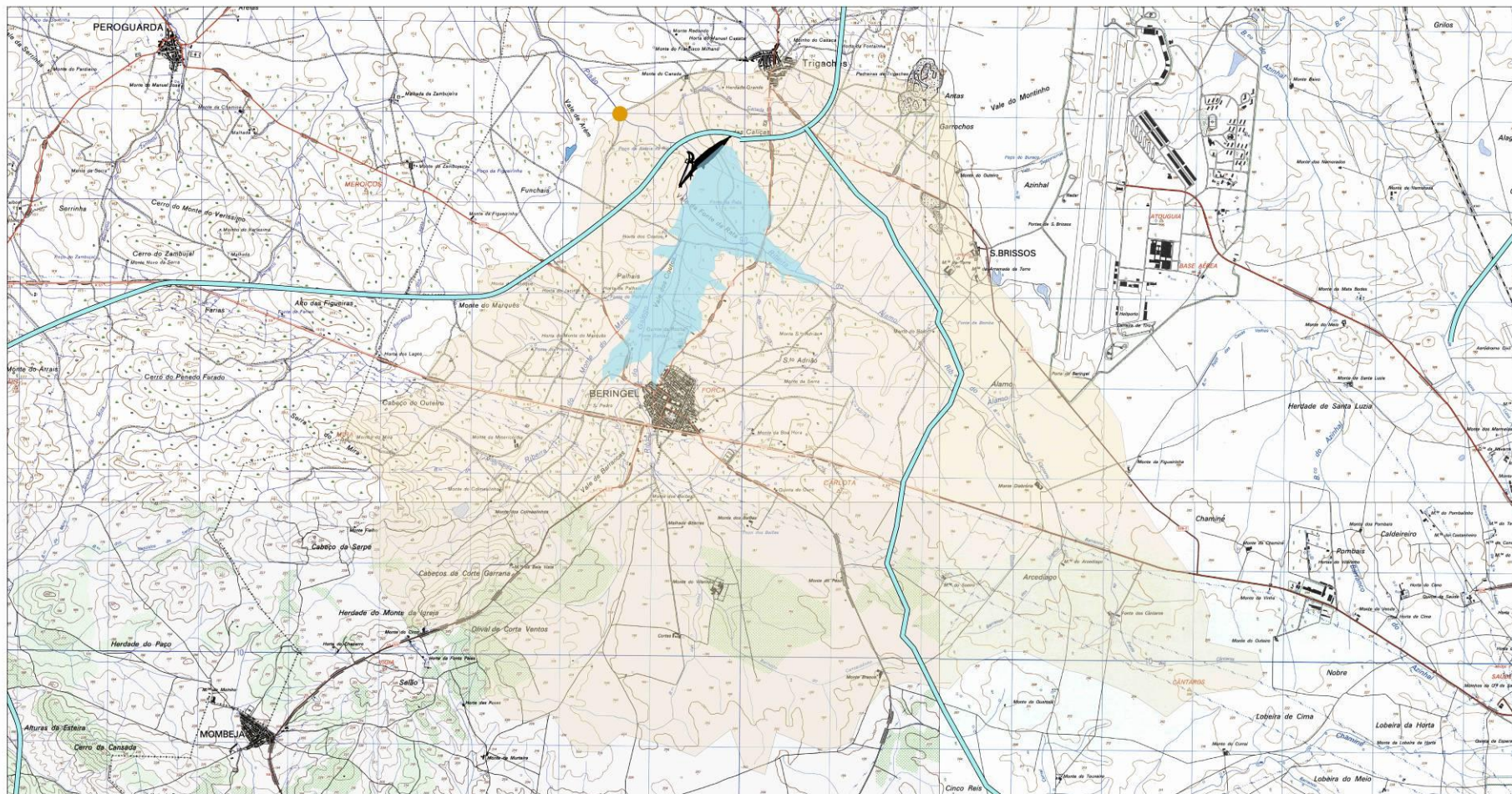
SIMON, T. P. (1999). Biological integrity and use of ecological health concepts for application to water resource characterization *in* Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities (Eds. SIMON, T. P.). *CRC Press LLC*. 3 - 16 pp.

TACHET et al., 2000. - Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Éditions, Paris. 589 pgs.

VARGAS, M. J. & SOSTOA, A. (1996). Life history of *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae) in the Ebro delta (NE Iberian península). *Hydrobiologia* **341**: 215-224.

6. ANEXO CARTOGRÁFICO

Programa de Monitorização da Qualidade da Água e do Estado Ecológico na Ribeira do Pisão



Legenda

- Local de Amostragem
- Adução
- albufeira do Pisão
- bacia de drenagem

0 0.45 0.9 1.8 2.7 Kilometers



Projeção Hayford-Gauss, Datum 73, Mapas nº 509, 510, 520, 520, série M888, IGEOE

7. ANEXO FOTOGRÁFICO

Figura II.1 | 1ª campanha | 17/04/2007



Programa de Monitorização da Qualidade da Água e do Estado Ecológico na Ribeira do Pisão
Anexo Fotográfico



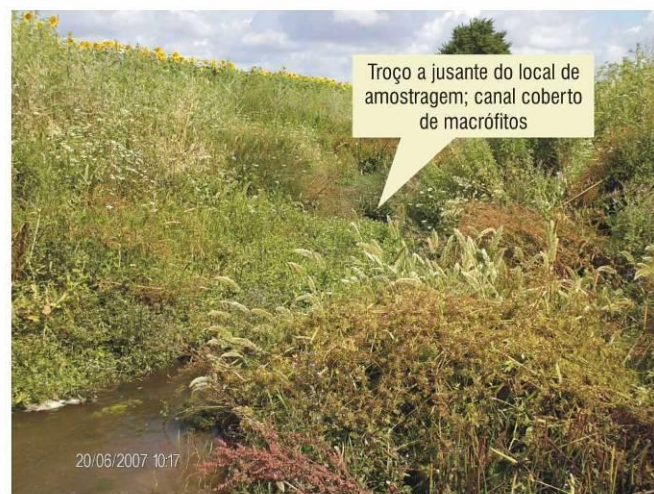
Figura II.2 | 2ª campanha | 22/05/2007



Programa de Monitorização da Qualidade da Água e do Estado Ecológico na Ribeira do Pisão
Anexo Fotográfico



Figura II.3 | 3ª campanha | 20/06/2007



Programa de Monitorização da Qualidade da Água e do Estado Ecológico na Ribeira do Pisão
Anexo Fotográfico

