

7º Congresso Florestal Nacional

Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais

Conhecimento e Inovação

Artigos Comunicações

Vila Real / Bragança
5 - 8 Junho 2013

ORGANIZAÇÃO



7º Congresso Florestal Nacional

Conhecimento e Inovação

Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais

Artigos / Comunicações

Vila Real e Bragança

5 – 8 Junho 2013

ORGANIZAÇÃO



Ficha técnica

7 Congresso Florestal Nacional

Artigos / Comunicações

CD

Editores: João Bento, José Lousada, Maria do Sameiro Patrício

Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais

Vila Real e Bragança, Portugal.

Junho 2013

ISBN: 978-972-99656-2-3

Esta edição foi patrocinada pelo

Programa – Fundo de Apoio à Comunidade Científica/FCT

FCT

Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Divulgação



Análise da percepção da população e dos agentes locais sobre os problemas que afectam a floresta no município de Góis.....	419
Lúcia Saldanha, Beatriz Fidalgo, Tiago Lameiras, Raúl Salas, José Gaspar, António Ferreira	
Continuidade fluvial em Mini-Hídricas – O caso da Ribeira de Santa Natália.....	430
Cátia Santos, Simone Varandas, Marisa Lopes, Vítor Pereira, Pedro Santos e Amílcar Teixeira	
A gestão ambiental da Fileira Florestal em Portugal.....	441
Elsa Sarmento, Vanda Dores	
Influence of pre-steaming treatment on the initial moisture content, moisture gradient and drying rate of <i>Eucalyptus grandis</i>.....	453
Elias Taylor Durgante Severo, Fred Willians Calonego, Aline Fernanda de Brito, Cinthia Dias Rocha, Melany Maria Alonso Pelozzi e Paula Lúcia Martins Rodrigues	
Avaliação do stock de CO₂ e previsão da respetiva evolução num horizonte de 30 anos na Tapada das Roças e na Tapada do Mouco.....	461
Paula Soares, João Pedro Pina, Margarida Tomé e Nuno Oliveira	
Proposta de Carta de Aptidão Agrícola e Florestal para Cascais.....	470
V. Silva e A. Neto	
Caracterização do mercado de trabalho florestal na região Baixo Vouga.....	484
Catarine Tavares, Luís Sarabando, Helder Viana	
Efeitos do fogo sobre a dinâmica da vegetação: o caso do Douro e Alto Trás-os-Montes.....	497
Diana Tavares, Ana Catarina Sequeira, Marta S. Rocha, Francisco C. Rego, Rui Reis	
Bioecologia dos mexilhões de água doce (Unionidae) nos rios Sabor, Tua e Tâmega (Bacia do Douro, Portugal): Principais ameaças e medidas de conservação.....	509
Amílcar Teixeira, Simone Varandas, Ronaldo Sousa, Elsa Froufe e Manuel Lopes-Lima	
SIMFLOR – Plataforma para Simuladores da Floresta em Portugal.....	521
Margarida Tomé, Joana A. Paulo, Sónia P. Faias, Susana Barreiro e João H. N. Palma	
Monitorização de populações selvagens – Contributo para uma gestão florestal sustentável.....	527
Rita T. Torres, João Santos, João Carvalho e Carlos Fonseca	
Principais características da biomassa e propriedades da cinza de combustão de matos nativos do Norte de Portugal e NW de Espanha.....	538
H. Viana, D.J. Vega-Nieva, L. Ortiz Torres, J. Lousada, J. Aranha	
É possível cultivar paricá na Europa?.....	547
Sabrina B. Vieira, Jaqueline M. Gomes, João O. P. de Carvalho	

Bioecologia dos mexilhões de água doce (Unionidae) nos rios Sabor, Tua e Tâmega (Bacia do Douro, Portugal): Principais ameaças e medidas de conservação

Amílcar Teixeira^{1*}, Simone Varandas², Ronaldo Sousa^{3,4}, Elsa Froufe³ e Manuel Lopes-Lima^{3,5}

¹CIMO - ESA - IPB, Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, Campus Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal.

²CITAB - UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

³CIMAR-LA/CIIMAR-UP, Rua dos Bragas 289, 4050-123 Porto, Portugal

⁴CBMA - Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal.

⁵ICBAS - Universidade do Porto, Rua de Jorge Viterbo Ferreira n.º 228, 4050-313 PORTO, Portugal

e-mail: amilt@ipb.pt

Resumo: Foram avaliadas as condições ambientais das populações de náíades (Mollusca, Bivalvia, Unionidae) em diferentes troços dos rios Tâmega, Tua e Sabor, na proximidade de grandes empreendimentos hidroelétricos em fase de construção. No verão dos anos 2010, 2011 e 2012 foi caracterizado o habitat e microhabitat disponível e usado pelas espécies *Unio delphinus*, *Anodonta anatina* e *Potomida littoralis*. Recorreu-se à metodologia do River Habitat Survey (RHS) para a avaliação do habitat aquático e ribeirinho. Para avaliação do microhabitat, foram realizados transectos paralelos (próximo das margens) e perpendiculares ao fluxo de água. Em cada microhabitat amostrado (0,25 m²) procedeu-se à medição das variáveis profundidade, substrato dominante, velocidade no leito e coluna de água, cobertura e distância à margem. Os unionídeos demonstraram uma distribuição espacial agregada em zonas específicas, tendo-se detetado densidades superiores na proximidade das margens e especialmente em braços laterais dos rios com fluxo permanente de água. Foram construídas curvas de preferência para cada espécie. Assim, *Unio delphinus* e *Anodonta anatina* colonizam preferencialmente *pools* com substrato fino, com núcleos populacionais situados entre raízes submersas, próximo de margens escavadas. Por sua vez, a espécie *Potomida littoralis* apresenta densidades superiores em zonas de maior corrente (*riffles*) e substrato mais grosseiro (seixos e pedras). Foram ainda realizadas experiências laboratoriais para determinação da íctiofauna hospedeira das 3 espécies de unionídeos, do qual se realça a afinidade quase exclusiva destas náíades com a fauna piscícola autóctone (nomeadamente com ciprinídeos endémicos e salmonídeos). Face às ameaças detetadas, caso da poluição, sedimentação e especialmente da regularização que conduzirá a uma redução do habitat disponível e da íctiofauna nativa nos rios Sabor, Tua e Tâmega, é fundamental a conservação de habitats e ecossistemas prioritários e a requalificação ambiental de troços degradados de modo a preservar as espécies de invertebrados e vertebrados autóctones fortemente ameaçadas.

Palavras-chave: náíades, habitat, qualidade da água, peixes hospedeiros

Abstract: The environmental conditions of naiad populations (Mollusca, Bivalvia, Unionidae) in the rivers Tâmega, Tua and Sabor were assessed. In the summer of 2010, 2011 and 2012 it was characterized the habitat and microhabitat available and used by the species *Unio delphinus*, *Anodonta anatina* and *Potomida littoralis*. To the evaluation of aquatic and riparian habitat, the River Habitat Survey methodology (RHS) was applied and complemented with the microhabitat analyses. Parallel and perpendicular transects were made and the variables of depth, dominant substrate, water column and bottom current, cover and distance to bank were measured (0.25 m²). The naiads showed an aggregated spatial distribution, with higher densities near the banks and especially in the lateral arms of the rivers, with permanent flow. The preference curves

allowed to detect differences between *Unio delphinus* and *Anodonta anatina*, which preferentially colonize microhabitats with fine organic and inorganic sediments, near the banks, between submerged roots, and the *Potomida littoralis*, which occurred in higher densities in riffle zones with coarse substrate (pebbles and stones). The results of laboratory experiments made to determine the host fishes of Unionidae naiads, showed the affinity of autochthonous mussels almost exclusively with the native fish fauna (namely endemic cyprinids and brown trout). Conservation measures of habitats and priority ecosystems and rehabilitation of disturbed areas (pollution, sedimentation and regulation) must be implemented in order to preserve endangered vertebrate and invertebrate species of the Tâmega, Tua and Sabor rivers.

Keywords: naiads, habitat, water quality, host fishes

1. INTRODUÇÃO

Os bivalves de água doce são atualmente um dos grupos de organismos mais ameaçados e em risco de extinção (BOGAN, 1993; WILLIAMS *et al.*, 1993; NEVES *et al.*, 1997; STRAYER *et al.*, 2004). BAUER (1988) refere que num passado recente os mexilhões de água-doce (Mollusca, Bivalvia, Unionoida) sofreram uma diminuição superior a 90% na Europa, com tendência para um agravamento no futuro. Entre os principais fatores de ameaça que levaram à regressão e/ou ao desaparecimento de muitas populações de náíades incluem-se: 1) a poluição tóxica (efluentes domésticos e industriais) e difusa (agricultura, pecuária), 2) a regularização dos cursos de água (represamentos e construção de barragens) que afeta a qualidade e quantidade de água e habitat disponível (deposição de quantidades elevadas de sedimentos finos), 3) a extração de inertes (destruição de habitats), 4) o desaparecimento dos peixes hospedeiros (sobrepesca e alteração dos habitats) e 5) a introdução de espécies exóticas, que alteraram profundamente a composição faunística do biota presente nos sistemas aquáticos (HASTIE *et al.*, 2003; REIS, 2003).

No Nordeste Transmontano, nomeadamente nas bacias hidrográficas dos rios Sabor, Tua e Tâmega, principais afluentes da margem direita do rio Douro em território português, está referenciado um bom estado de integridade ecológica que permitiu, nomeadamente em áreas protegidas (e.g. Parque Natural de Montesinho) mas também em muitos troços dos setores intermédios e terminais destes rios de média-grande dimensão, a presença de diversas espécies autóctones com elevado valor em termos de conservação. Nesta área ocorrem populações de náíades com grande sucesso reprodutor, distribuídas por duas famílias: 1) Margaritiferidae, da qual faz parte apenas a espécie *Margaritifera margaritifera* (LINNAEUS 1785), espécie muito ameaçada a nível nacional e mundial, estando incluída nos Anexos II e V da Diretiva Habitats, no Anexo III da Convenção de Berna e classificada como "Em Perigo" pelo Livro Vermelho da IUCN (2008) e 2) Unionidae, composta pelas espécies *Potomida littoralis* (CUVIER 1798), *Anodonta anatina* (LINNAEUS 1785) e *Unio delphinus* (SPENGLER 1793). No entanto, o Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH) que contempla três grandes aproveitamentos hidroelétricos em fase de construção (i.e. Baixo Sabor- AHBS, Foz Tua- AHFT e Cascatas do Tâmega), e ainda múltiplas mini-hídricas distribuídas pelas diferentes bacias hidrográficas, ameaçam seriamente a sobrevivência de muitas destas populações de náíades. A degradação dos cursos de água e a perda de diversidade, comum a muitos países europeus, estão na base da criação da Diretiva Quadro da Água (DQA) (2000/60/CE), cujos objetivos compreendem, entre outros, a preservação e recuperação dos

ecossistemas aquáticos. Plantas, peixes e invertebrados, fazem parte dos elementos biológicos que, conjuntamente com os elementos hidromorfológicos e físico-químicos da água assumem um papel relevante na avaliação do estado ecológico. Entre os invertebrados, os bivalves de água doce são tidos como espécies-sentinelas dos ecossistemas, desempenhando um papel fundamental na manutenção da qualidade da água. De facto, ao diminuírem a quantidade de clorofila *a* e de matéria sólida suspensa, contribuem para a depuração natural dos ecossistemas aquáticos (VAUGHN & HAKENKAMP, 2001). Segundo REIS (2006), a náide *M. margaritifera* pode filtrar, por dia, cerca de 50 litros de água e consegue sobreviver em locais com mais de 700 indivíduos/m². As espécies da ordem *Unionoida* são, por isso, muito utilizadas na monitorização da qualidade da água por serem excelentes bioindicadores, pela função de filtração desempenhada no ecossistema, e também pela longevidade e modo de vida sedentária e complexo do seu ciclo de vida. Refira-se que as náides são parasitas obrigatórios, uma vez que os gloquídeos (*i.e.* larvas) necessitam desenvolver-se em espécies piscícolas que funcionam como hospedeiros durante a fase inicial do ciclo de vida. É uma notável estratégia de dispersão, uma vez que aproveitam a mobilidade e capacidade de colonização da fauna piscícola, especialmente para troços situados a montante da ocorrência dos progenitores. No caso da espécie *Margaritifera margaritifera* somente a família Salmonidae (*i.e.* truta e salmão) funciona como hospedeiro nos cursos de água de Portugal. No que respeita aos unionídeos da região transmontana, *i.e.* *Potomida littoralis*, *Anodonta anatina* e *Unio delphinus*, são pouco conhecidos aspetos básicos da sua bioecologia. Nesta perspetiva, o presente trabalho teve como objetivos: 1) avaliar e analisar as condições ecológicas dos rios Tâmega, Tua e Sabor, baseadas nas características físicas e químicas de água e dos sedimentos; 2) caracterizar o habitat aquático e ribeirinho com recurso ao River Habitat Survey; 3) determinar a preferência das náides *U. delphinus*, *A. anatina* e *P. littoralis* pelos microhabitats disponíveis; 4) identificar os peixes hospedeiros dos unionídeos com base em testes laboratoriais.

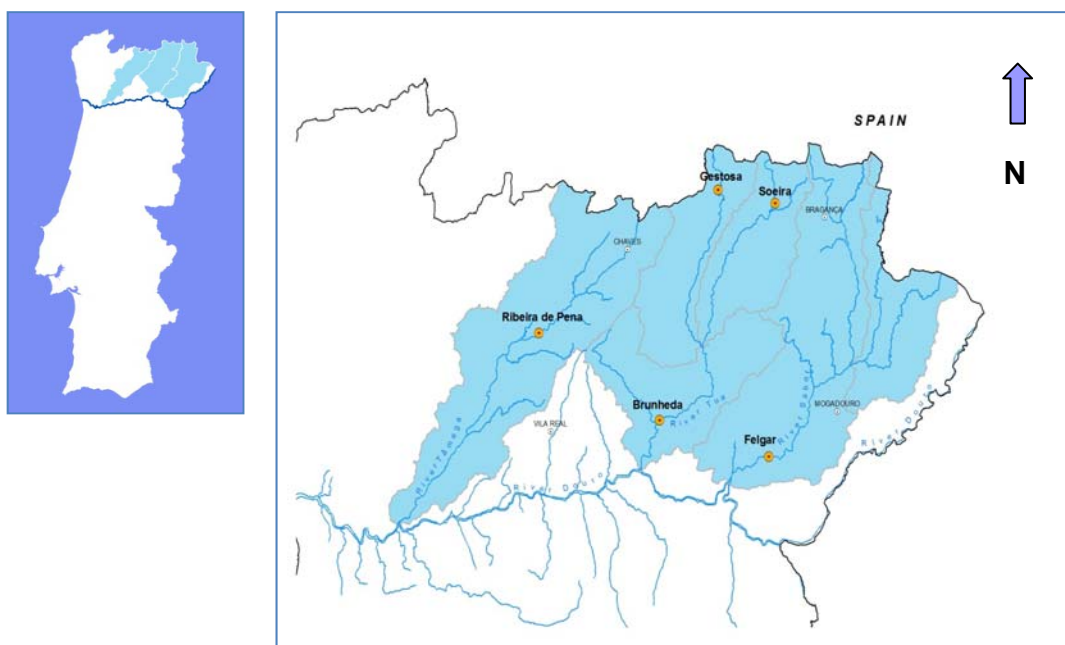


Figura 1. Localização dos troços amostrados nos rios Tâmega, Tua e Sabor (Bacia do Douro).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no verão de 2010, 2011, 2012 tendo-se selecionado diversos troços distribuídos pelos setores médio e final dos rios Tua, Sabor e Tâmega (Bacia do Rio Douro), situados no Nordeste Transmontano (Figura 1).

2.1. Caraterização ecológica

Para a caraterização ecológica dos rios, procedeu-se à avaliação da qualidade ambiental dos troços selecionados através da realização de análises das seguintes componentes: **1) Qualidade da água:** foram recolhidas amostras para realização de análises físico-químicas (e.g. fósforo total, ortofosfatos, nitratos, amónia, oxidabilidade) em laboratório. No campo, foram medidos, através de métodos potenciométricos, os parâmetros da temperatura, pH, oxigénio dissolvido (OD), condutividade elétrica e sólidos suspensos totais (SST). Todos os processos de colheita e determinação foram realizados de acordo com APHA (2005). Em função das características determinadas a água foi classificada segundo a sua qualidade para usos múltiplos, utilizando a classificação adotada pelo INAG (2008); **2) Sedimentos:** as amostras foram recolhidas e determinadas as frações correspondentes aos materiais orgânicos particulados (POM) e aos materiais inorgânicos particulados (PIM), de acordo com a metodologia ESS 340.2 (1993); **3) Biota:** a amostragem das comunidades de diatomáceas, macrófitos, macroinvertebrados e peixes foi realizada com base nos protocolos estabelecidos em Portugal pelo Instituto da Água no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água (DQA) (INAG, 2008). Os macroinvertebrados foram identificados até ao nível taxonómico de família, com recurso a chaves dicotómicas apropriadas, como por exemplo TACHET *et al.* (1981, 2010). Procedeu-se ao cálculo do índice IBMWP (ALBA-TERCEDOR, 2000) e do Índice Português de Invertebrados do Norte IPTI_N (INAG, 2009). Este índice IPTI_N integra diferentes métricas como sejam: o nº de *taxa*; nº famílias pertencentes aos Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT); Equitabilidade; Índice de diversidade de Shannon-Weaner (H') e IASPT (razão entre a pontuação do IBMWP e o nº de famílias). Para captura da fauna piscícola foi utilizado um aparelho de pesca elétrica portátil com *output* de corrente contínua e por impulsos (HANS GRASSL ELT60, DC, 1.5W, 300-600V), adaptando o tipo de corrente elétrica aos valores de condutividade da água. A avaliação dos habitats aquáticos e ribeirinhos foi realizada com base no RHS- River Habitat Survey (RAVEN *et al.*, 1998). Esta técnica recorre a dados físicos e de habitat, qualitativos e quantitativos, do sistema aquático e da zona ribeirinha envolvente. Por cada rio foi selecionado um troço de 500 m, de modo a abranger a análise numa faixa de 50m de cada lado do rio. Estas observações foram realizadas em duas escalas distintas: a) em transectos dispostos em intervalos de 50 m e através do b) varrimento contínuo de todo o troço. Da aplicação do RHS derivam o índice de Qualidade de Habitat (HQA) e o índice de Modificação do Habitat (HMS). O HQA, composto pela agregação de 10 sub-índices, é uma medida de riqueza, raridade e diversidade dos habitats fluviais e o HMS quantifica o grau de artificialização do canal. Estes índices foram calculados a partir do *software* RAPID 2.1 (DAVY-BOWKER *et al.*, 2008). No que respeita à avaliação do microhabitat disponível, recorreu-se a transectos perpendiculares e paralelos, neste caso realizados junto à margem. Em cada transecto, a amostragem reportou-se a uma área de 0,25 m² (quadrado de 50x50 cm) com um espaçamento de 1 metro e medidas as

variáveis da profundidade total, velocidades da corrente no leito e coluna de água, substrato dominante e cobertura. O microhabitat usado pelas diferentes espécies de unionídeos foi determinado através de transectos, mediante o uso de um *Aquascope*, medindo para cada área de 0,25 m² o número de bivalves emergentes e as variáveis anteriormente referenciadas para o microhabitat disponível. No sentido de ampliar a informação do microhabitat usado pelos bivalves procedeu-se ainda a uma prospeção seletiva ao longo do troço, com base na observação sub-aquática (*snorkeling*). Sempre que encontrados locais com pelo menos 5 indivíduos visíveis numa quadrícula de 50x50 cm foram feitas amostragens adicionais nas quadrículas contíguas, continuando sempre que aparecesse pelo menos mais do que um indivíduo em cada área amostrada, tendo sido igualmente anotadas as variáveis do microhabitat definidas. Recorreu-se ao programa STATISTICA 7 (STATSOFT, 2004) para a obtenção das curvas de preferência, baseadas em regressões polinomiais, para as variáveis definidas do microhabitat, diferenciadas por cada uma das 3 espécies de unionídeos. A preferência demonstrada pela espécie foi determinada em função do microhabitat disponível através do cálculo, para cada variável, da razão entre o microhabitat usado e disponível, seguido de uma standardização de modo a obter uma escala de variação entre 0 (sem preferência) e 1 (máxima preferência). Foram ainda realizados testes não paramétricos (U de MANN-WHITNEY; H de KRUSKALL-WALLIS) para deteção de diferenças significativas ao nível das características físico-químicas da água e uso do microhabitat pelas náíades.

2.2. Identificação dos peixes hospedeiros dos Unionidae

As experiências para identificação dos peixes hospedeiros das 3 náíades foram conduzidas num sistema de aquários (Aquaneering Systems®), composto por 40 tanques de 16L com recirculação de água, sistema de controlo da temperatura (manutenção ao longo da experiência duma temperatura constante de 20°C) e filtros físico, de carvão ativado e de U.V. (ultra-violeta), para manutenção duma boa qualidade da água. Previamente, foram capturados e devidamente transportados para laboratório (*i.e.* em tanques com oxigénio) diversos exemplares de unionídeos (*P. littoralis*, *U. delphinus* e *A. anatina*) e da fauna piscícola presente na bacia hidrográfica do rio Douro. Foram testadas 15 espécies piscícolas das quais 7 são autóctones, caso da truta de rio (*Salmo trutta*), bordalo (*Squalius alburnoides*), escalo do norte (*Squalius carolitertii*), barbo do norte (*Luciobarbus bocagei*) boga do Douro (*Pseudochondrostoma duriense*), ruivaco (*Achondrostoma oligopelis*) e enguia (*Anguilla anguilla*) e 8 são introduzidas, caso da perca-sol (*Lepomis gibbosus*), achigã (*Micropterus salmoides*), lúcio (*Esox lucius*), góbio (*Gobio lozanoi*), carpa (*Cyprinus carpio*), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), gambúsia (*Gambusia holbrooki*) e verdemã do sul (*Cobitis paludica*). O procedimento laboratorial compreendeu uma fase inicial de infestação, realizada independentemente para cada uma das três espécies de náíades. Assim, os peixes foram colocados durante 30 minutos num pequeno aquário dispondo de oxigénio assistido, juntamente com uma densidade elevada de gloquídeos viáveis extraídos das brânquias dos mexilhões. Posteriormente, os exemplares de cada espécie piscícola foram separados e colocados em diferentes tanques do *Sistema Aquaneering*. A monitorização foi realizada com periodicidade diária, tendo sido sifonados todos os tanques com um crivo de malha de 180 µm, e identificados e contados os juvenis viáveis dos bivalves com um

microscópio estereoscópico *OLYMPUS SZX10*, com ampliação de 10-132x. Para além a identificação das espécies piscícolas que efetivamente funcionaram como hospedeiros de cada espécie de náide, foram ainda determinados o tempo de metamorfose e número total de juvenis produzidos (Figura 2).

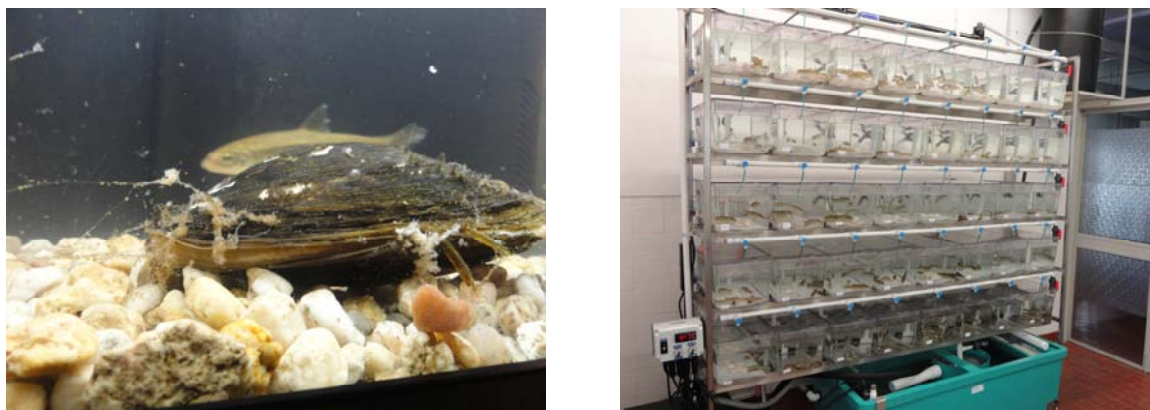


Figura 2. Infestação e Sistema de aquários (Aquanearing systems®) usados no estudo.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos mostraram uma boa qualidade da água dos rios Sabor e Tua, tendo sido registados valores médios relativamente baixos de sais dissolvidos (condutividade elétrica $EC < 100 \mu\text{S/cm}$) e de nutrientes, caso dos compostos azotados ($\text{N-NO}_3^- < 0,05 \text{ mg/L}$) e fosfatados ($\text{P-Total} < 0,06 \text{ mg/L}$) e concentrações não limitantes de oxigénio ($\text{O.D.} > 7,8 \text{ mg O}_2/\text{L}$). Ao nível dos sedimentos foram encontrados valores médios relativamente baixos para as frações POM ($< 5 \text{ mg/L}$) e PIM ($< 1,5 \text{ mg/L}$). No caso do rio Tâmega foi detetada uma diminuição da qualidade da água (classificação razoável) expressa nas diferenças significativas ($P < 0,05$, teste H, KRUSKAL-WALLIS) encontradas para vários parâmetros físico-químicos amostrados (condutividade, SST, nitratos, fósforo total e ortofosfatos) e inclusive ao nível dos sedimentos (fração POM) (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos da água superficial e sedimentos (frações POM e PIM) dos troços amostrados nos rios Sabor, Tua e Tâmega- verão de 2010, 2011 e 2012 (média \pm SD).

	O.D. ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	pH	Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	Oxidabilidade (mgO_2/L)	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	SST (mg/L)
Sabor	8,0 \pm 1,5	7,3 \pm 0,3	99,4 \pm 20,3	2,0 \pm 0,2	23,0 \pm 4,3	5,0 \pm 1,1
Tua	7,9 \pm 2,3	7,5 \pm 0,8	96,3 \pm 25,6	3,1 \pm 0,5	22,2 \pm 2,3	5,2 \pm 3,2
Tâmega	7,1 \pm 2,3	7,2 \pm 0,5	133,8 \pm 12,4	4,6 \pm 0,3	23,5 \pm 4,3	12,0 \pm 5,3
	Nitratos ($\text{mg NO}_3^-/\text{L}$)	Amónia (mgNH_4^+/L)	P-Total (mgP/L)	Ortofosfatos ($\text{mgPO}_4^{3-}/\text{L}$)	POM (mg/L)	PIM (mg/L)
Sabor	0,05 \pm 0,04	0,02 \pm 0,01	0,01 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01	1,4 \pm 0,2	2,9 \pm 1,1
Tua	0,01 \pm 0,02	0,18 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,02 \pm 0,01	1,5 \pm 0,3	3,5 \pm 1,3
Tâmega	0,35 \pm 0,12	0,02 \pm 0,01	0,12 \pm 0,05	0,25 \pm 0,01	4,5 \pm 1,1	3,9 \pm 3,2

Para além da caracterização físico-química da água, foi realizada uma abordagem complementar, de

acordo com a DQA, baseada nos elementos hidromorfológicos (RHS) e biológicos (Diatomáceas (IPS), Macrófitas (MTR), Invertebrados (IPTl_N) e peixes (F-IBIP) realçando-se a boa qualidade ecológica obtida para os rios Sabor, Tua e apenas razoável para o rio Tâmega (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação ecológica baseada em elementos físico-químicos, hidromorfológicos e biológicos dos troços amostrados nos rios Sabor Tua e Tâmega (verão de 2010, 2011 e 2012).

Índices	Rio Sabor	Rio Tua	Rio Tâmega
Físico-química da água	II- Boa	II- Boa	III- Razoável
RHS (HQA e HMS)	I- Excelente	II- Boa	III- Razoável
Diatomáceas (IPS)	II- Boa	I- Excelente	II- Boa
Macrófitas (MTR)	II- Boa	II- Boa	II- Boa
Invertebrados (IPTl _N)	II- Boa	I- Excelente	II- Boa
Peixes (F-IBIP)	III- Razoável	III- Razoável	III- Razoável
Qualidade Ecológica Final	II- Boa	II- Boa	III- Razoável

Da aplicação do *River Habitat Survey* foi possível qualificar respetivamente de excelente, boa e razoável a qualidade dos habitats aquáticos e ribeirinhos dos rios Sabor, Tua e Tâmega. Foram detetadas elevadas densidade de unionídeos no rio Sabor, nomeadamente em braços laterais com fluxo permanente de água. Os transectos (*spot-checks*) complementados pelo varrimento (*sweep-up*) dos troços amostrados, permitiram realçar as associações estabelecidas entre os unionídeos e as seguintes variáveis do RHS: 1) *Características do canal*: maior densidade em *pools* e *runs* localizados, muitas vezes, em braços laterais dos rios, embora tenham sido detetados muitos exemplares, especialmente de *Potomida littoralis*, em zonas de corrente- *riffles*; 2) *Substrato do canal*: *U. delphinus* e *A. anatina* estão presentes nos interstícios mais finos (complexo areia-silte-matéria orgânica fina) situados nas margens, enquanto *P. littoralis* possui densidades superiores em zonas dos interstícios de blocos e pedras do leito do rio; 3) *Perfil das margens e galeria ripícola*: ocupação preferencial de margens escavadas, maioritariamente *U. delphinus* e *A. anatina*, muitas vezes entre as raízes, em zonas do rio permanentemente inundadas. Numa escala mais detalhada, *i.e.* ao nível do microhabitat, as curvas de preferência (Figura 3), construídas para as náíades *U. delphinus*, *A. anatina* e *P. littoralis*, mostraram um comportamento semelhante das duas primeiras espécies relativamente às variáveis da velocidade da corrente ($< 0,10 \text{ m.s}^{-1}$), do substrato dominante (preferência por sedimentos finos) e da cobertura (raízes e margens escavadas, fortemente ensombradas). Contudo, são perceptíveis diferenças no uso do microhabitat de *U. delphinus* e *A. anatina* relativamente a *P. littoralis* que prefere habitar os interstícios de substratos mais grosseiros como blocos e pedras, que constituem também a cobertura mais usada. Refira-se ainda que não foram detetadas diferenças significativas ($P > 0,05$, Teste U, MANN-WHITNEY) no uso do microhabitat entre populações da mesma espécie pertencente a rios diferentes.

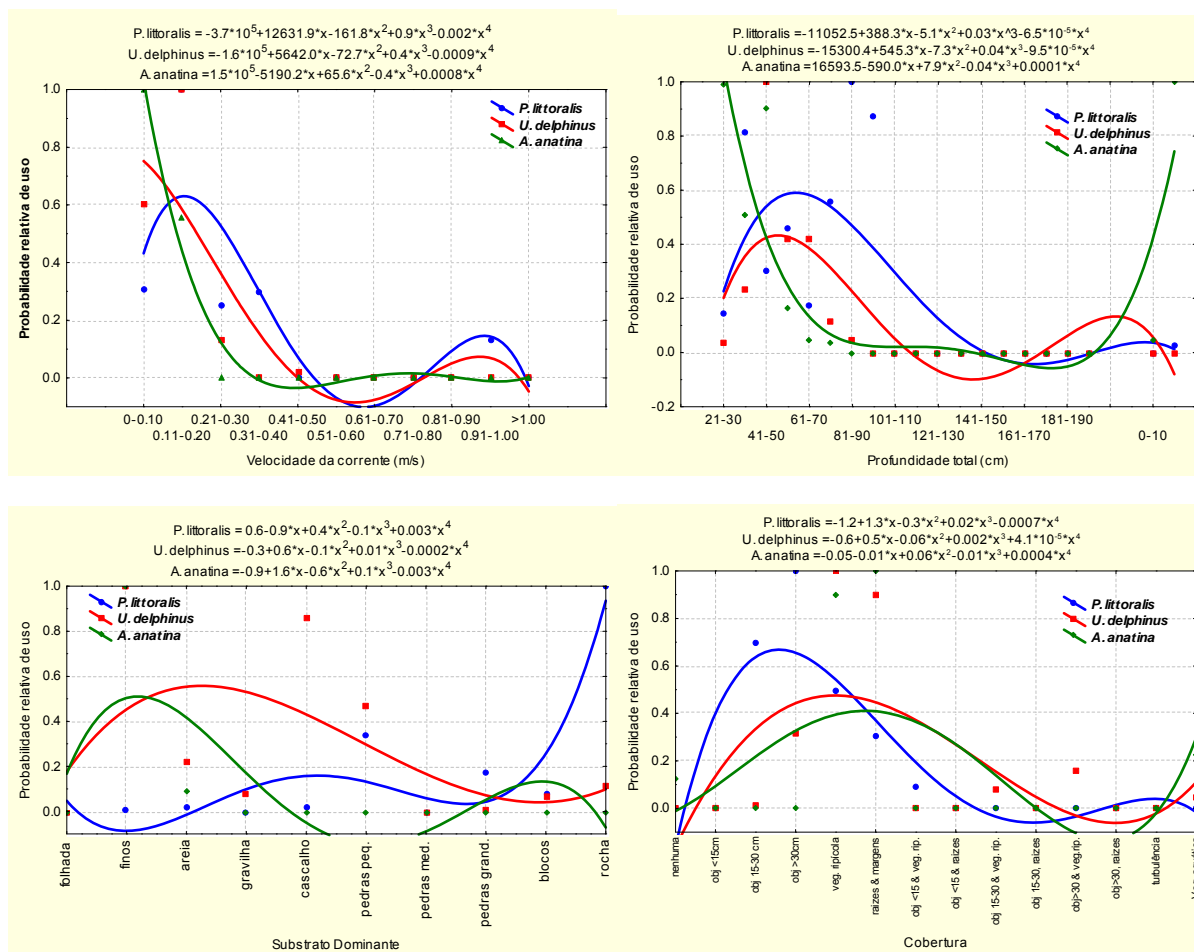


Figura 3. Curvas de preferência, construídas com base em regressões polinomiais, para as populações de *Anodonta anatina* (n=51) *Potomida littoralis* (n=77) e *Unio delphinus* (n=126) presentes nos rios Sabor, Tua e Tâmega, relativamente às seguintes variáveis do microhabitat: velocidade da corrente, profundidade total, substrato dominante e cobertura (verão de 2010, 2011).

No que respeita à identificação dos peixes hospedeiros dos unionídeos, os estudos laboratoriais efetuados permitiram verificar uma grande discrepância na capacidade das espécies piscícolas funcionarem como hospedeiros na fase larvar destas náides, nomeadamente entre a íctiofauna autóctone e a introduzida. De facto, realça-se que os peixes introduzidos só muito residualmente funcionaram como espécies hospedeiras das náides, caso da truta arco-íris (12,5 juvenis/peixe) para *Anodonta anatina* e o góbio (0,1 juv./peixe) e a gambúsia (0,3 juv./peixe) para *Unio delphinus*. Mais especificamente, o enquistamento dos gloquídeos e subsequente sucesso na transformação para juvenis permitiu obter 258 exemplares de *Potomida littoralis* distribuídos unicamente espécies autóctones. O tempo de metamorfose e início da transformação em juvenis durou aproximadamente 15 dias e o escalo revelou ser a espécie com maior sucesso como hospedeiro (18,5 juv./peixe). No entanto, outras espécies como o barbo, boga, ruivaco, bordalo e truta também funcionaram como hospedeiros. No que se refere à náide *Unio delphinus* foram obtidos 2618 juvenis, concentrados maioritariamente nos ciprinídeos, como por exemplo no barbo (188,3 juv./peixe), e no bordalo (50,5

juv./peixe), com formação de juvenis a partir do 12º dia. Para a náide *Anodonta anatina* formaram-se 693 juvenis viáveis mais homoganeamente distribuídos não só pelos ciprinídeos, caso do bordalo (12,8 juv./peixe), escalo (16,4 juv./peixe), boga (10,3 juv./peixe), ruivaco (7,9 juv./peixe) como também pelos salmonídeos, como a truta de rio (16,5 juv./peixe) (Tabela 3).

Tabela 3. Determinação (nº médio de juvenis de náides por peixe e espécie) dos peixes hospedeiros de *Anodonta anatina*, *Potomida littoralis* e *Unio delphinus* na bacia do Douro.

Espécies Piscícolas	<i>Anodonta anatina</i>		<i>Potomida littoralis</i>		<i>Unio delphinus</i>	
	Nº peixes (N)	Nº médio juvenis/peixe	Nº peixes (N)	Nº médio juvenis/peixe	Nº peixes (N)	Nº médio juvenis/peixe
Nativas						
<i>Salmo trutta fario</i>	6	16,5	10	0,5	14	3,4
<i>Achondrostoma oligolepis</i>	9	7,9	14	2,0	14	1,4
<i>Luciobarbus bocagei</i>	8	4,0	14	1,0	7	188,3
<i>Pseudochondrostoma duriense</i>	9	10,3	6	4,0	10	5,8
<i>Squalius carolitertii</i>	7	16,4	10	18,5	11	18,9
<i>Squalius alburnoides</i>	16	12,8	20	1,3	19	50,5
<i>Anguilla anguilla</i> ¹	*	*	6	0,0	6	0
<i>Cobitis paludica</i> ²	6	0,5	*	*	6	0
Introduzidas						
<i>Cyprinus carpio</i>	4	0	*	*	*	*
<i>Gobio lozanoi</i>	16	0	15	0	34	0,1
<i>Gambusia holbrooki</i>	*	*	35	0	14	0,3
<i>Lepomis gibbosus</i>	18	0	6	0	16	0
<i>Micropterus salmoides</i>	6	0	6	0	6	0
<i>Esox lucius</i>	*	*	6	0	6	0
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	6	12,5	*	*	*	*

¹ Espécie migradora catádroma de presença residual nas bacias de estudo; ² Espécie nativa do sul de Portugal;

* Espécie não testada para a náide em causa

4. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo confirmou a existência de populações viáveis de unionídeos em diversos troços dos rios Tâmega, Tua e Sabor. Apesar da perturbação derivada de impactos negativos associados à pressão antrópica (e.g. poluição e eutrofização), a qualidade detetada na água e habitats ribeirinhos e aquáticos tem permitido a sobrevivência de muitas populações de náides no nordeste de Portugal. Importa salientar a escassez de estudos relativos à bioecologia das náides presentes nestes rios (TEIXEIRA *et al.*, 2010) que, num futuro próximo, serão profundamente alterados pela construção de grandes barragens (e.g. Aproveitamentos hidroelétricos do Baixo Sabor, Foz Tua e cascatas do Tâmega). O declínio das populações de bivalves de água doce devido à regularização está bem

documentado (BOGAN, 1993; NEVES *et al.*, 1997; HUGHES & PARMALEE, 1999). Com efeito, estes moluscos tendem a desaparecer em ambientes regularizados, onde ocorrem alterações bruscas na qualidade da água (*e.g.* regime térmico, teor de oxigénio dissolvido, pH) e fenómenos de eutrofização e sedimentação que não favorecem a sua sobrevivência. Também a instabilidade das margens, marcadas por flutuações irregulares do nível de água, inviabilizam a colonização das zonas marginais. Por outro lado, nos recém-criados ambientes lênticos dá-se, por norma, a substituição da fauna piscícola autóctone por espécies alienígenas de carácter invasor com grande plasticidade ecológica. No presente estudo foram identificados os habitats e microhabitats preferidos dos unionídeos e das espécies piscícolas presentes na bacia hidrográfica do rio Douro. Assim, no processo de dispersão e colonização de habitats, foi detetado que os unionídeos têm tendência a aglomerar-se em zonas específicas dos rios, especialmente nas margens e em zonas de meandros que usufruam de um fluxo de água contínuo ao longo do ano e no qual esteja patente uma elevada estabilidade do mosaico de microhabitats aquáticos e ribeirinhos. A importância da existência de galerias ripícolas bem desenvolvidas ficou também patente, uma vez que os amieiros e salgueiros (principais espécies ripárias) estão suportados por raízes submersas, fortes e salientes, que retêm grandes quantidades de sedimentos finos (*i.e.* complexo de materiais particulados e dissolvidos de origem inorgânica e orgânica) e fornecem habitats únicos onde podem ser encontradas colónias abundantes de náíades. Para além disso, as zonas ensombradas das margens dos cursos de água servem também de refúgio e fonte de alimento para a íctiofauna, sendo locais privilegiados para os peixes serem infestados pelos gloquídeos (larvas) das náíades. Neste particular aspeto, ficou demonstrado que as espécies autóctones, nomeadamente a truta e os ciprinídeos endémicos (barbo, boga, escalo, bordalo e ruivaco), são as principais espécies hospedeiras dos unionídeos. Foram ainda registados, embora em número muito residual, casos de sucesso com a formação de juvenis de *Unio delphinus* para as espécies exóticas góbio e gambúsia e de *Anodonta anatina* para a truta arco-íris. Refira-se que o aumento na densidade de espécies exóticas nos sectores terminais dos rios Sabor, Tua e Tâmega está reportado em vários estudos (OLIVEIRA *et al.*, 2007), sendo este um dos principais fatores que contribuem para a regressão das náíades em ambientes aquáticos selvagens. O declínio que se prevê no futuro para as populações de unionídeos, dado o conflito com grandes obras de engenharia associadas à exploração da água (*e.g.* canalização, dragagem, regularização, hidroeletricidade, represamento das águas), justifica a implementação dum Plano de Ação que vise a conservação destas espécies nos ecossistemas da região transmontana. Existe uma concordância geral de que métodos orientados para a conservação de habitats e ecossistemas são de longe mais eficientes e menos onerosos na manutenção da biodiversidade do que métodos específicos de conservação de espécies-alvo. A necessidade de promover planos de ação para a recuperação das espécies ameaçadas é reconhecida, por exemplo, nas decisões da Convenção das Nações Unidas para a Biodiversidade (1992), a Convenção de Berna (1979 e subseqüentes recomendações), a Diretiva Habitats (Directiva 92/43 EEC) e a Estratégia Pan-Europeia da Diversidade Biológica e Paisagística (1995). Ainda que as espécies *Unio crassus*, *Margaritifera margaritifera*, *Margaritifera auricularia* e *Pseudanodonta complanata* sejam consideradas as náíades mais ameaçadas da Europa, o desconhecimento do *status* e ameaças a que estão sujeitas outras náíades, caso de *Unio*

delphinus, *Potomida littoralis* e *Anodonta anatina* justifica esforços que vão de encontro à defesa do património natural e dos serviços ecossistémicos que estes habitats e espécies autóctones prestam à escala regional, nacional e internacional.

BIBLIOGRAFIA

- ALBA-TERCEDOR, J. 2000. BMWP', un adattamento spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System. *Biologia Ambientale*, 14:2,65-67.
- BAUER, G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. *Biological Conservation*, 45, 239-253.
- BOGAN, A.E. 1993. Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionida): a search for causes. *American Zoologist* 33: 599-609.
- DAVY-BOWKER, J., DAVIES, C.E., MURPHY, J.F., 2008. *RAPID 2.1: User Manual, River Habitat Survey data input and calculations*. Centre for Ecology and Hydrology. Natural Environment Research Council.
- APHA, 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21st Edition. In EATON, A.D., CLESCERI, L., RICE, E.W., GREENBERG, A.E., FRANSON M.A.H. (eds). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, USA.
- ESS METHOD 340.2, 1993. *Total Suspended Solids, Mass Balance, Volatile Suspended Solids*. Environmental Sciences Section Inorganic Chemistry Unit. Madison WI 53706.
- HASTIE, L.C., COOKSLEY, F., SCOUGALL, M.R., YOUNG, M.R., BOON, P.J., GAYWOOD, M.J., 2003. Characterization of Freshwater Pearl Mussel, (*Margaritifera margaritifera*) Riverine Habitat Using River Habitat Survey Data. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, 213-224.
- HUGHES, M.H., PARMALEE, P.W., 1999. Prehistoric and modern freshwater mussel (Mollusca: Bivalvia) faunas of the Tennessee River: Alabama, Kentucky, and Tennessee. *Regulated Rivers: Research and Management* 15: 24-42.
- INAG, I.P., 2008. *Manuais para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segunda a Directiva Quadro da Água Protocolo de amostragem e análise para o fitobentos-diatomáceas, macrófitos, macroinvertebrados bentónicos e fauna piscícola*. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.,
- NEVES, R.J., BOGAN, A.E., WILLIAMS, J.D., AHLSTEDT, S.A., HARTFIELD, P.W., 1997. *Status of aquatic mollusks in the Southeastern United States: A downward spiral of diversity*, in *Aquatic Fauna in Peril: The southeastern perspective*. BENZ, G.E., COLLINS D.E. (eds). Decatur, Southeast Aquatic Research Institute, Special Publication 1, 43-85
- OLIVEIRA, J.M. (COORD.), SANTOS, J.M., TEIXEIRA, A., FERREIRA, M.T., PINHEIRO, P.J., GERALDES, A., BOCHECHAS, J., 2007. *Projecto AQUARIPORT: Programa Nacional de Monitorização de Recursos Piscícolas e de Avaliação da Qualidade Ecológica de Rios*. Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa, 96 pp. ISBN 978-972-8097-67-7
- RAVEN, P.J., HOLMES, N.T.H., DAWSON, F.H., FOX, P.J.A., EVERARD, M., FOZZARD, I.R.,

- ROUEN, K.J., 1998. *River Habitat quality: the physical character of rivers and streams in the UK and the Isle of Man*. River Habitat Survey report no. 2, Environment Agency, Bristol.
- REIS, J. (coord.) 2006. *Atlas dos bivalves de água-doce em Portugal continental*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.
- REIS, J., 2003. The Freshwater Pearl Mussel [*Margaritifera margaritifera* (L.)] (Bivalvia, Unionoida) rediscovered in Portugal and threats to its survival. *Biological Conservation*, 114, 447 - 452.
- STATSOFT Inc. 2004. STATISTICA (Data Analysis Software System). Version 7. www.statsoft.com. Tulsa, USA.
- STRAYER, D.L., DOWNING, J.A., HAAG, W.R., KING, T.L., LAYZER, J.B., NEWTON T.J., NICHOLS, S.J., 2004. Changing perspectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. *BioScience*, 54:5, 429 - 439.
- TACHET, H., BOURNAUD M., RICHOUX, PH., 1981. *Introduction à l'étude des macroinvertébrés d'eaux douces*. Univ. Claude Bernard et Assoc. de Limnol., Lyon.
- TACHET, H., RICHOUX, P. H., BOURNARD, M., USSEGLIO-POLATERA, P., 2010. *Invertébrés d'eaux douces. Systématique, biologie, écologie*. Paris: CNRS Éditions
- TEIXEIRA A.T., LOPES-LIMA, M., MACHADO, J., HINZMANN, M., CORTES, R., VARANDAS, S., ANTUNES, F., 2010. *Estudos Preliminares de Populações de Mexilhão-de-Rio (Margaritifera margaritifera L.) nos Rios Rabaçal e Tuela (Nordeste de Portugal): Análise do Habitat e da Qualidade da Água e Sedimentos*. Atas do 10º Congresso da Água, Alvor.
- VAUGHN, C.C., HAKENKAMP, C.C., 2001. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. *Freshwater Biology*, 46, 1431 - 1446.
- WILLIAMS, J.D., M.D. WARREN, K.S. CUMMINGS, J.L. HARRIS, R.J. NEVES 1993. Conservation status of freshwater mussels of the United States and Canada. *Fisheries*, 18:9, 6-22.