

forum
CIMO

ciência e
desenvolvimento
2012

Livro de atas

..... novembro 2012

Fórum CIMO - Ciência e Desenvolvimento 2012
Centro de Investigação de Montanha

Titulo: Livro de Atas do Fórum CIMO - Ciência e Desenvolvimento 2012

Editores: Centro de Investigação de Montanha

Editor: Instituto Politécnico de Bragança

Apartado 1038, 5301-854 Bragança

<http://www.ipb.pt/>

ISBN: 978-972-745-146-3

Design: Atilano Suarez, Serviços de Imagem do Instituto Politécnico de Bragança

Fórum CIMO - Ciência e Desenvolvimento 2012

Centro de Investigação de Montanha

Livro de atas

Auditório Dionísio Gonçalves

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança

20 e 21 de novembro de 2012

Bragança

Prefácio

A Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança foi criada para atender ao desenvolvimento dos sistemas agrícolas no interior norte de Portugal a par do ensino superior agrícola e à transferência de tecnologia para os empresários agrícolas que aqui desenvolvem a sua atividade.

Na realidade, o território nacional, embora de pequena dimensão, apresenta contudo uma variedade de sistemas de agricultura muito diferenciados, que resultam da sua posição latitudinal, extensão no sentido norte-sul e uma fisiografia peculiar, pois o cordão montanhoso de Montejunto estrela faz uma divisória norte-sul que é decisiva no clima, sendo por isso a influência mediterrânea mais acentuada nas regiões do sul.

Por outro lado, a divisória orográfica que se estende para norte do sistema montanhoso atrás referido, acentua no norte e no centro do país uma dicotomia litoral interior, acentuando-se a xerofilia estival para o interior, aproximando estes territórios das condições mediterrâneas que dominam no sul.

Em face desta distribuição latitudinal e do litoral para o interior, acresce que estes territórios são caracterizados por uma fisiografia muito diversificada que vem introduzir uma enorme variabilidade nos ecossistemas que aqui se desenvolvem. Como consequência, os sistemas de agricultura são extremamente variados o que coloca enormes desafios para a sua racional exploração.

Por outro lado, a grande parte destas áreas encontram-se em zonas de montanha, o que faz aumentar ainda mais a variabilidade apontada. A este autêntico mosaico de culturas tão típico destes territórios do nordeste de Portugal está associado uma riqueza agrícola enorme, embora associada a pequenas produções.

Em face de tamanha complexidade em boa hora a Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança lançou mãos à obra e propôs à Fundação de Ciência e Tecnologia a criação de um Centro de Investigação de Montanha, única forma de atender ao desenvolvimento dos sistemas de agricultura em presença.

Esta realidade foi apenas possível devido ao percurso académico que esta Escola realizou, uma vez que lançou desde muito cedo um programa de doutoramentos dos mais ambiciosos do País, que lhe garantiu os créditos científicos indispensáveis para o êxito desta candidatura. Foi esta estratégia que lhe permitiu alcançar as condições indispensáveis para que o Centro de Investigação de Montanha seja a realidade que hoje é.

O Fórum CIMO-Ciência e Desenvolvimento representa o estado do desenvolvimento da investigação nas principais áreas de estudo em que o CIMO desenvolve a sua atividade: Gestão de ecossistemas e qualidade ambiental; Sustentabilidade de sistemas florestais e agroflorestais; Tecnologia e qualidade dos produtos de montanha; Valorização dos sistemas ago-pecuários de montanha-olival; Valorização dos sistemas agro-pecuários de montanha-pastagens e produção animal; Conservação e monitorização da biodiversidade e Valorização dos sistemas agro-pecuários de montanha-outros sistemas.

Estão representadas as áreas de estudo que constituem os pilares fundamentais de atuação do CIMO em relação aos princípios ecossistemas em presença: zonas de agricultura mais ou menos intensiva, áreas florestais e zonas que foram progressivamente abandonadas pela

agricultura. Completam esta análise integrada os aspetos ligados à tecnologia e qualidade dos produtos de montanha e aos aspetos da interação entre o homem e o ambiente.

O CIMO, ao longo destes dois dias de trabalho debate temas da maior importância para o desenvolvimento sustentado das zonas de montanha, numa abordagem multidisciplinar, rigor científico, abertura internacional e envolvimento com a comunidade regional.

Está bem patente o enorme acervo técnico e científico que dispõe este Centro de Investigação sobre as áreas de montanha do nosso país e do NE em particular e que são o garante do desenvolvimento harmonioso destes territórios, bem como a manutenção dos ecossistemas de grande qualidade ambiental que aí se encontram.

Espero que esta iniciativa contribua para o aprofundamento sobre o conhecimento das complexas interações entre os vários ecossistemas em presença, de forma a que, aqueles que têm a responsabilidade de os gerir, fiquem mais capacitados para o fazer, tendo sempre em atenção a futura sustentabilidade de tamanha riqueza ambiental que estes territórios encerram.

Bragança, 20 de novembro de 2012

Dionísio Afonso Gonçalves¹

¹ Presidente do Conselho Geral do Instituto Politécnico de Bragança, ex-presidente do Instituto Politécnico de Bragança e primeiro coordenador do Centro de Investigação de Montanha

Índice	Página
Prefácio	
Gestão de ecossistemas e qualidade ambiental	
Projecto BIOURB - Análise do clima urbano e o seu contributo para o planeamento urbano sustentável - estudo da cidade de Bragança <i>Manuel Feliciano, Artur Gonçalves, Filipe Maia, Alfredo Rocha & António Castro Ribeiro</i>	1
Degradação física do solo em áreas queimadas de matos no nordeste transmontano <i>Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca & Anabela Queirós</i>	8
O uso dos herbívoros na prevenção dos incêndios: uma nova oportunidade para a sustentabilidade da floresta <i>Marina Castro & Esther Fernández-Núñez</i>	16
Estimação da concentração e do transporte de sedimentos em suspensão em cursos de água de montanha: um estudo preliminar na Ilha da Madeira <i>Luiz Guerreiro Lopes & Raquel Ladeira Lobo</i>	24
Sustentabilidade de sistemas florestais e agroflorestais	
Fatores moleculares da doença da “tinta” do castanheiro <i>Altino Choupina</i>	33
Crescimento e sobrevivência de espécies florestais instaladas na região Mediterrânica: efeito da intensidade de preparação do terreno <i>Felícia Fonseca, Tomás de Figueiredo & Afonso Martins</i>	40
Idosos agricultores em Trás-os-Montes: análise da resposta à florestação das terras agrícolas no Planalto Mirandês e na Terra Fria <i>Sílvia Nobre</i>	49
Tecnologia e qualidade dos produtos de montanha	
Irradiação gama e feixe de eletrões: uma alternativa viável no tratamento pós-colheita promotora da qualidade da castanha <i>Amílcar L. Antonio, João C.M. Barreira, Márcio Carochó, Albino Bento, Isabel C.F.R. Ferreira</i>	57
Cogumelos silvestres portugueses: valorização como alimentos funcionais e fonte de nutracêuticos <i>Isabel C.F.R. Ferreira, Josiana A. Vaz, Lillian Barros, Gabriela M. Almeida, Anabela Martins & M. Helena Vasconcelos FIGURA</i>	64
Valorização dos sistemas agro-pecuários de montanha - pastagens e produção animal	
Produção e valor nutritivo de pastagens de montanha <i>Jaime M. Pires, Esther Fernández Nuñez, Adelaide Fernandes, João Pires, Adelino Bernardo, Carlos F. Aguiar, Lurdes Galvão & Nuno Moreira</i>	70
Fertilização de pastagens de sequeiro em modo de produção biológico <i>Esther Fernández Nuñez, Manuel A. Rodrigues, Margarida Arrobas, Carlos F. Aguiar, R. Cuiña-Cotarelo, M. Rosa Mosquera-Losada, A. Rigueiro-Rodríguez, Nuno Moreira & Jaime M. Pires</i>	79
Melhoria da eficiência reprodutiva de ovinos das raças Churra Galega Bragançana e Churra da Terra Quente e de caprinos da Raça Serrana e de caprinos da raça Serrana <i>Teresa M. Correia & Ramiro Valentim</i>	87

Conservação e monitorização da biodiversidade

CONBI: Biodiversidade e Conservação de Bivalves – Informação Ecogeográfica, Genética e Fisiológica <i>Amílcar Teixeira, Simone Varandas, Ronaldo Sousa, Elsa Froufe, Manuel Lopes-Lima</i>	92
Monitorização das comunidades zooplanctónicas de albufeiras: aplicações e perspetivas <i>Ana Maria Geraldés & Pedro Silva-Santos</i>	100
Política de recursos naturais e finanças locais <i>Nina Aguiar</i>	107

Valorização dos sistemas agro-pecuários de montanha: outros sistemas

Análise de Insolvência das cooperativas de crédito agrícola em Portugal <i>Paula Cabo & João Rebelo</i>	114
Compostagem de espécies invasoras <i>Luis Miguel Brito</i>	123
Fertilizantes “especiais” na agricultura transmontana <i>Manuel Ângelo Rodrigues, Isabel Q. Ferreira & Margarida Arrobas</i>	132

CONBI: Biodiversidade e conservação de bivalves – informação ecogeográfica, genética e fisiológica

Amílcar Teixeira¹, Simone Varandas², Ronaldo Sousa^{3,4}, Elsa Froufe³, Manuel Lopes-Lima^{3,5,6}

1–CIMO-ESA/IPB, Campus Santa Apolónia – Apartado 1172, 5301-855 Bragança

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

3–CIIMAR-UP, Rua dos Bragas 289, 4050-123 Porto

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

5–ICBAS-UP, Rua Jorge Viterbo Ferreira, 4440-452 Porto

6–IPM, Zoomarine, EN 125, Km 65 Guia, 8201-864 Albufeira

amilt@ipb.pt

Resumo – Um dos grupos faunísticos mais ameaçados a nível mundial e em declínio global são os Unionidae (Mollusca), a maior de seis famílias de mexilhões de água-doce. Para muitas espécies (independentemente do seu estatuto de conservação) no mundo inteiro, incluindo a Península Ibérica, são escassos, e em muitos casos inexistentes, os dados mais básicos sobre o seu ciclo de vida, dimensão e estrutura populacional, bem como a sua estrutura genética populacional. O presente projeto pretende preencher a lacuna de conhecimento sobre o estatuto da família Unionidae na Península Ibérica num contexto mais amplo da conservação da biodiversidade, sendo os principais objetivos: 1) compreender tanto a dinâmica atual das populações como a biogeografia histórica destes bivalves; 2) clarificar a sua diversidade taxonómica e afinidades filogenéticas; 3) compreender os mecanismos fundamentais da evolução do mtDNA dessas espécies; 4) descrever as suas principais características biológicas como a distribuição, estrutura populacional, época de reprodução, período larvar e peixes hospedeiros; 5) elucidar, do ponto de vista ecológico, os padrões de distribuição e os principais fatores bióticos e abióticos responsáveis pela sua distribuição. Sob uma perspetiva de gestão e conservação, pretende-se que os resultados obtidos possam ser usados para o desenvolvimento de estratégias futuras de conservação através da identificação de Unidades Evolutivas Significativas (ESUs) e de Unidades de Gestão (MUs). No presente trabalho são realçados aspetos da bioecologia de unionídeos no Nordeste Transmontano. É apresentada uma caracterização ecológica de populações das bacias do Sabor, Tua e Tâmega, assim como os ciclos de reprodução e peixes hospedeiros das espécies *Anodonta anatina*, *Potomida littoralis* e *Unio delphinus*.

Palavras-chave: bivalves, bio-ecologia, reprodução, peixes hospedeiros, conservação

1 Introdução

Outrora abundantes nos ecossistemas aquáticos epicontinentais, os bivalves de água doce são, na atualidade, um dos grupos faunísticos mais ameaçados e em risco de extinção [1,2,3,4]. Segundo [5], os mexilhões de água-doce (Mollusca, Bivalvia, Unionoida) sofreram uma diminuição superior a 90% nas populações da Europa. Entre os principais fatores de ameaça que levaram à regressão e/ou ao desaparecimento de muitas populações de náíades registam-se: *i*) a diminuição da qualidade química e microbiológica da água por fenómenos de eutrofização e poluição das massas hídricas (*e.g.* efluentes domésticos e industriais, agricultura, pecuária), *ii*) a degradação e fragmentação de habitats aquáticos e ribeirinhos (*e.g.* extração de inertes, erosão das margens, cortes exagerados das galerias ripícolas) *iii*) a regularização dos cursos de água (*e.g.* represamentos e construção de barragens) que afeta o fluxo de água e os habitats disponíveis (*e.g.* deposição de quantidades elevadas de sedimentos finos), *iv*) desaparecimento dos peixes hospedeiros e *v*) introdução de espécies exóticas (*e.g.* algumas espécies assumem caráter invasor), que alteram profundamente a composição faunística do *biota* presente nos sistemas aquáticos [6,7].

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, num futuro muito próximo, a sobrevivência de muitas destas populações de náíades. A degradação dos cursos de água e perda de biodiversidade, 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 vistos como espécies-sentinelas dos ecossistemas, desempenhando um papel fundamental na manutenção da integridade ecológica. De facto, ao diminuírem a quantidade de clorofila *a* e de matéria sólida suspensa, contribuem de forma natural para a depuração dos ecossistemas aquáticos [8]. Segundo [7], a náíade *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 náíades 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 aproveita a mobilidade e capacidade de colonização da fauna piscícola, especialmente em 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. No que respeita aos unionídeos da região transmontana, *Potomida littoralis*, *Anodonta anatina* e *Unio delphinus* são pouco conhecidos aspetos básicos da sua bio-ecologia. 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 RHS- River Habitat Survey; 3) determinar a preferência das náíades *U. delphinus*, *A. anatina* e *P. littoralis* pelos microhabitats disponíveis; 4) identificar os peixes hospedeiros dos unionídeos com base em testes laboratoriais.

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.

2.1 Caracterização ecológica

Para a caracterização 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 [10]. Em função das características determinadas a água foi classificada segundo a sua qualidade para usos múltiplos, utilizando a classificação adotada por [11]; 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 [12]; 3) Biota: a amostragem das comunidades de diatomáceas, macrófitos e macroinvertebrados e de peixes foi realizada com base nos protocolos estabelecidos em Portugal pelo Instituto da Água no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água (DQA) [11]. Os macroinvertebrados foram identificados até ao nível taxonómico de família, com recurso a chaves dicotómicas apropriadas, como por exemplo [13]. Procedeu-se ao cálculo do índice IBMWP [14] e do Índice Português de Invertebrados do Norte IPT_{I_N} [11]. Este índice IPT_{I_N} integra diferentes métricas como sejam: o n.º de *taxa*; n.º 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 n.º 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 ELT; 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 [15]. 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 transetos 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 [16]. No que respeita à avaliação do microhabitat disponível, recorreu-se a transetos nos troços de 500 m, usados para determinação do RHS. Em cada transeto, 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 profundidade total, velocidades da corrente, substrato dominante e cobertura. O microhabitat usado pelas diferentes espécies de unionídeos foi determinado através de transetos, 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 [17] para a obtenção das curvas de preferência, baseadas em regressões polinomiais, para as variáveis definidas do microhabitat, diferenciadas por cada espécie de unionídeo. 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 Kruskal-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 numa temperatura constante de 20°C) e filtros físico, de carvão ativado e de U.V. (ultra-violeta), para manutenção numa boa qualidade da água. Previamente, foram capturados e devidamente transportados para laboratório (*i.e.* em tanques com oxigénio) diversos exemplares de unionídeos (*Potomida littoralis*, *Unio delphinus* e *Anodonta 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 náíade, foram ainda determinados o tempo de metamorfose e número total de juvenis produzidos.

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 < 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) 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 mg/L) e PIM (<1,5 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 (valores médios \pm desvio padrão).

	O.D. ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	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 Diretiva Quadro da Água, baseada nos elementos hidromorfológicos (RHS) e biológicos (Diatomáceas (IPS), Macrófitas (MTR), Invertebrados (IPT_N) e peixes (F-IBIP) que permitiu integrar toda as classificações efetuadas, 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 (IPT _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 [15] 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 transetos (*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 (Fig. 1), 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.

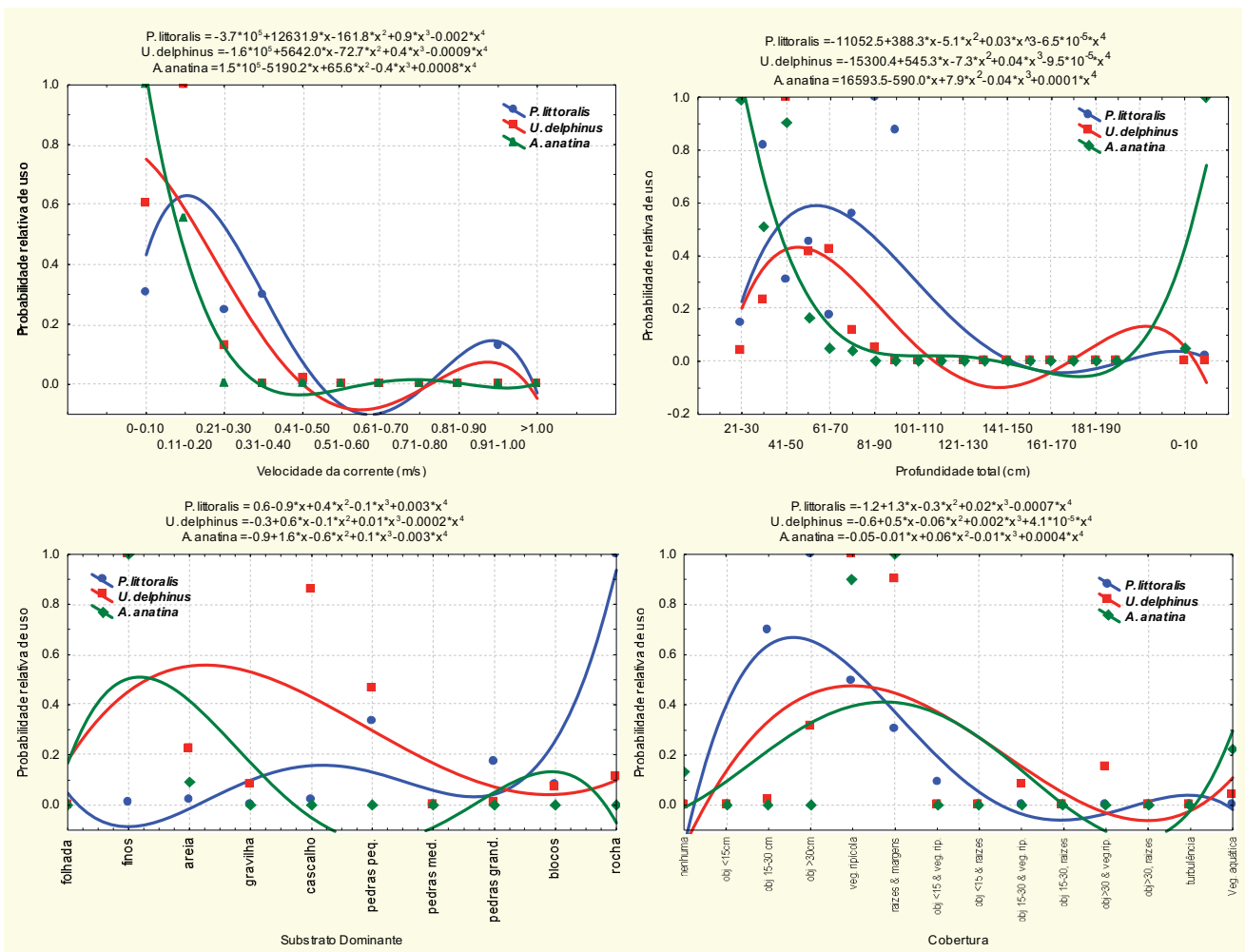


Figura 1. Curvas de preferência, construídas com base em regressões polinomiais, para as populações de *Anodonta anatina* ($n=51$) *Potomida littoralis* ($n=77$) e *Unio delphinus* ($n=126$) presentes nos rios Sabor, Tua e Tâmega, relativamente às seguintes variáveis do microhabitat: velocidade da corrente, 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 náíades, nomeadamente entre a íctiofauna autóctone e a introduzida. De facto, realça-se que os peixes introduzidos só muito residualmente funcionaram como espécies hospedeiras das náíades, 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 escalão 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 náíade *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 náíade *Anodonta anatina* formaram-se 693 juvenis viáveis mais homoganeamente distribuídos não só pelos ciprinídeos, caso do bordalo (12,8 juv./peixe), escalão (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 náíades 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 catádrôma de presença residual nas bacias de estudo; ² Espécie nativa do sul de Portugal

* Espécie não testada para a náíade 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 náíades no nordeste de Portugal. Importa salientar a escassez de estudos relativos à bio-ecologia das náíades presentes nestes rios [18] que, num futuro próximo, serão profundamente alterados em virtude da construção de grandes barragens (e.g. Aproveitamentos hidroelétricos do Baixo Sabor, Foz Tua e cascatas do Tâmega, PNBEPH [19]). O declínio das populações de bivalves de água doce devido à

regularização está bem documentado, especialmente no continente americano [1,3,20]. 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 lânticos dá-se, por norma, a substituição da fauna piscícola autóctone por espécies alienígenas de carácter invasor com grande plasticidade ecológica. O estudo destas ameaças foi contemplado no presente projeto, através da identificação dos habitats e microhabitats preferenciais e das espécies piscícolas hospedeiras das populações de *Anodonta anatina*, *Unio delphinus* e *Potomida littoralis* 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 detectadas), 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 os locais privilegiados para o fenómeno da infestação dos gloquídeos (larvas) das náíades, sabido que é serem os peixes hospedeiros obrigatórios durante uma fase do seu ciclo de vida. Neste particular aspeto, ficou demonstrado que as espécies autóctones, nomeadamente a truta e os ciprinídeos endémicos (barbo, boga, escaló, 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 [21], 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, nomeadamente das espécies *Unio delphinus*, *Potomida littoralis* e *Anodonta anatina*, fruto do 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 subsequentes 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.

Referências

- [1] Bogan A.E. 1993. *Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionida): a search for causes*. American Zoologist 33: 599-609.
- [2] 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.
- [3] Neves, R.J., A.E. Bogan, J.D. Williams, S.A. Ahlstedt & P.W. Hartfield 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. & D.E. Collins (eds). Decatur, Southeast Aquatic Research Institute, Special Publication 1, 43-85
- [4] Strayer, D.L., J.A. Downing, W.R. Haag, T.L. King, J.B. Layzer, T.J. Newton & S.J. Nichols 2004. Changing perspectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. *BioScience*, 54:5, 429 - 439.

- [5] Bauer, G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. *Biological Conservation*, 45, 239-253.
- [6] Hastie, L.C., F. Cooksley, M.R. Scougall, M.R. Young, P.J. Boon & M.J. Gaywood. 2003. Characterization of Freshwater Pearl Mussel, (*Margaritifera margaritifera*) Riverine Habitat Using River Habitat Survey Data. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, 213-224.
- [7] 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.
- [8] Vaughn, C.C. & C.C. Hakenkamp 2001. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. *Freshwater Biology*, 46, 1431 - 1446.
- [9] Reis, J. (coord.) 2006. *Atlas dos bivalves de água-doce em Portugal continental*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.
- [10] APHA 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21st Edition. By Eaton, A.D., L.; Clesceri, E.W. Rice, A.E. Greenberg & M.A.H. Franson (eds). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, USA.
- [11] 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.,
- [12] ESS Method 340.2 1993. *Total Suspended Solids, Mass Balance, Volatile Suspended Solids*. Environmental Sciences Section Inorganic Chemistry Unit. Madison WI 53706.
- [13] Tachet, H., M. Bournaud & Ph. Richoux 1981. *Introduction à l'étude des macroinvertebrés d'eaux douces*. Univ. Claude Bernard et Assoc. de Limnol., Lyon.
- [14] Alba-Tercedor, J. 2000. BMWP', un adattamento spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System. *Biologia Ambientale*, 14:2,65-67.
- [15] Raven, P.J., N.T.H. Holmes, F.H. Dawson, P.J.A. Fox, M. Everard, I.R. Fozzard, K.J. Rouen 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.
- [16] Davy-Bowker, J., C.E. Davies, J.F. Murphy 2008. *RAPID 2.1: User Manual, River Habitat Survey data input and calculations*. Centre for Ecology and Hydrology. Natural Environment Research Council,
- [17] STATSOFT Inc. 2004. STATISTICA (Data Analysis Software System). Version 7. www.statsoft.com. Tulsa, USA.
- [18] Teixeira A.T., M. Lopes-Lima, J. Machado, M. Hinzmann, R.Cortes, S. Varandas, & F. Antunes 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*. Actas do 10º Congresso da Água, Alvor.
- [19] REN (Redes Energéticas Nacionais) 2007. *Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico*. COBA & Procesl. 168 pp.
- [20] Hughes M.H. & P.W. Parmalee 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.
- [21] Oliveira J.M. (Coord.), J.M. Santos, A. Teixeira, M.T. Ferreira, P.J. Pinheiro, A. Geraldés & J. Bochechas 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