



Contribuição para o estudo da bioecologia dos mexilhões de água doce (Unionoida) do Nordeste de Portugal

Cristina Isabel Miranda Patrício

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança
para obtenção do Grau de Mestre em Gestão de Recursos Florestais*

Orientação

Professor Doutor Amílcar António Teiga Teixeira

Professora Doutora Simone da Graça Pinto Varandas

BRAGANÇA

NOVEMBRO 2013

AGRADECIMENTOS

Para a realização da dissertação, agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Amílcar António Teiga Teixeira, da Escola Superior Agrária de Bragança, pela paciência, por todo o conhecimento transmitido, por me ter sugerido este projeto e pelo apoio e sabedoria que foram um pilar essencial para que este trabalho fosse possível, pelo enorme entusiasmo pela Natureza que me contagiou, pela amizade e apoio em todos os momentos.

À coorientadora, Professora Doutora Simone da Graça Pinto Varandas da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, agradeço pelo conhecimento transmitido durante a investigação e ajuda no trabalho de campo.

Ao Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), nomeadamente ao Diretor do Departamento de Conservação da Natureza e Florestas do Norte, Eng^o Rogério Rodrigues e ao Diretor da Divisão de Gestão Operacional e Valorização (DGOV), Dr Duarte Figueiredo, pela anuência para a realização de eventos de sensibilização e educação ambiental no Posto Aquícola de Castrelos e ainda à Dra Conceição Régua e Eng^o Henrique Pereira por toda a colaboração prestada.

A todos os professores que tive ao longo do mestrado, ao contribuírem para a minha formação o meu mais sincero obrigado.

Ao Mestre Daniel Saraiva, essencial no trabalho de campo.

Aos Professores da licenciatura de Educação Ambiental pelo apoio e motivação para continuar nesta etapa da minha vida.

Aos meus colegas de laboratório e saídas de campo dos CETS e Erasmus, Ismael e o Rafael pela ajuda e dedicação que me deram, José, António e Vítor pelo companheirismo e ajuda preciosa desenvolvida no trabalho de campo.

Aos meus amigos próximos, pelo apoio e ajuda ao longo deste tempo para a concretização do meu trabalho.

A minha família, Mãe e Pai, a mais profunda gratidão pela motivação transmitida e essencial para a finalização de mais uma etapa da minha vida.

RESUMO

As populações de mexilhões de água doce (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea) são um dos grupos faunísticos mais ameaçados a nível mundial, existindo várias espécies que correm o risco de extinção. Estas espécies desempenham um papel importante no funcionamento dos ecossistemas aquáticos dado assegurarem a filtração e depuração das águas. Apresentam ainda um ciclo de vida complexo uma vez que parasitam, na fase larvar, um ou mais hospedeiros, embora na generalidade corresponda a um número restrito de peixes. A situação real destas populações de náíades está ainda mal compreendida nos rios do Nordeste Transmontano. Os objetivos do presente trabalho consistiram no estudo da bioecologia das espécies *Margaritifera margaritifera*, *Anodonta anatina*, *Unio delphinus* e *Potomida littoralis*. Mais especificamente, foi determinada a densidade e estrutura populacional, detetados os padrões de distribuição e identificados os principais fatores de regressão, bióticos e abióticos, que ameaçam estas populações de bivalves nas bacias hidrográficas dos rios Tua e Sabor.

Para a caracterização do *status* ecológico de diferentes cursos de água de ambas as bacias hidrográficas foram selecionados 13 locais de amostragem, tendo sido feito o registo de dados na primavera e verão de 2012 e 2013. Recorreu-se a um conjunto de análises físicas e químicas da água, à determinação de índices de qualidade do canal fluvial e dos habitats ribeirinhos e ainda à amostragem das comunidades de macroinvertebrados bentónicos e de peixes, baseada nos protocolos estabelecidos em Portugal pelo Instituto da Água, no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água (DQA). As populações de náíades foram monitorizadas através da técnica de observação subaquática (*snorkeling*) e usado um método de varrimento completo numa extensão de rio, nunca inferior a 100 metros.

Os resultados obtidos permitiram definir as variáveis ambientais (*e.g.* parâmetros relacionados com a qualidade da água e hidromorfologia do canal) mais importantes na tipologia encontrada e ainda determinar a composição, distribuição e abundância das comunidades de macroinvertebrados e de peixes. Foram encontradas diferentes métricas responsáveis à degradação ambiental e identificada uma maior integridade ecológica nos setores superiores de ambas as bacias hidrográficas. Relativamente aos

bivalves, a espécie *M. margaritifera* foi encontrada em elevadas densidades em alguns locais dos rios Rabaçal e Tuela, enquanto os unionídeos, presentes nas zonas médias e finais dos rios, mostraram uma distribuição espacial agregada em zonas específicas, nomeadamente na proximidade das margens e especialmente em braços laterais dos rios, com fluxo permanente de água. Foram construídos histogramas referentes à estrutura populacional e ao uso do habitat para cada espécie. As espécies *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* tem densidades superiores em zonas de maior velocidade da corrente (*riffles*) e com substrato mais grosseiro (seixos e pedras). Em diversos locais foi encontrada uma estrutura populacional equilibrada para a espécie *M. margaritifera* e para as espécies de unionídeos, com uma boa densidade de juvenis e indivíduos reprodutores.

Ao nível da fauna piscícola, detetou-se a presença quase exclusiva de espécies autóctones de peixes (*e.g. Salmo trutta, Cobitis calderoni, Squalius carolitertii, Squalius alburnoides*) na cabeceira dos rios onde ocorrem as populações mais viáveis de Portugal da espécie *Margaritifera margaritifera* (embora apenas no Alto Tua), enquanto nos troços médios e finais (colonizados por bivalves unionídeos) os ciprinídeos mais comuns e endémicos (*Luciobarbus bocagei, Squalius carolitertii* e *Pseudochondrostoma duriense*) ocorrem em proporções variáveis com espécies exóticas, muitas delas com potencial invasor (*e.g. Lepomis gibbosus*). Face às ameaças detetadas, caso da poluição, sedimentação e especialmente da regularização (duas grandes barragens, os Aproveitamentos Hidroelétricos do Baixo Sabor e de Foz Tua, estão em fase de construção) que conduzirão a uma redução do habitat disponível e da íctiofauna nativa (que funciona quase exclusivamente como hospedeiros destes mexilhões), é fundamental tomar medidas que visem 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: ecossistemas lóticos, integridade ecológica, invertebrados, náíades, peixes.

ABSTRACT

Freshwater mussel populations (Mollusca, Bivalvia, Unionoida) are one of the most endangered animal groups worldwide, including several species at risk of extinction. These organisms play an important role in the functioning of aquatic ecosystems, since they ensure the filtration and purification of water. Furthermore, naiads have a complex life cycle with a parasitic larvae and limited host fish populations, usually autochthonous species. The real status of these populations is still poorly understood in the northeastern rivers. The objectives of the present work consisted in the study of bio-ecology of the species *Margaritifera margaritifera*, *Anodonta anatina*, *Unio delphinus* and *Potomida littoralis*. More specifically, it was determined the density and population structure, distribution patterns and identified the main regression factors, biotic and abiotic, that threaten these populations of bivalves in the rivers Tua and Sabor. To characterize the ecological status of different streams of both river basins, 13 sites were selected. Samplings were made in the spring and summer seasons of 2012 and 2013. It was measured the physical and chemical water parameters and calculated two habitat quality indexes (river channel and riparian zones). Biota, namely benthic macroinvertebrate and fish communities, were sampled based on the protocols established in Portugal by the Water Framework Directive (WFD). Naiad populations were monitored by underwater observation technique (snorkeling) and a complete sweep up method of a stretch of river, never less than 100m, applied. The results showed the environmental variables (*e.g.* parameters related to water quality and hydro-morphology of the channel) most important in the river typology. Composition, distribution and abundance of macroinvertebrate and fish communities were also determined. Different metrics responsive to environmental degradation were found. The upper sectors of both rivers were classified with excellent and good ecological integrity. In the mussel bio-ecology analyses, the species *M. margaritifera* was found in high densities in different sampling stations of Rabaçal Tuela rivers (upper zone of River Tua), while unionid mussels colonize the middle and final areas of both rivers. These mussel populations showed a clustered distribution in specific areas, particularly near the banks and especially in lateral arms of rivers, with permanent water flow. The population structure and habitat use for each species was also

determined. The species *Unio delphinus* and *Anodonta anatina* colonize, preferentially, pools with thin substrate, between the submerged roots, near undercut banks. On the other hand, the species *Potomida littoralis* have higher densities in areas of higher flow velocity (riffles) and coarser substrate (pebbles and stones). In several sampling stations a balanced population structure was found with good density and recruitment. In terms of fish fauna, headwaters were composed almost exclusively by native species (e.g. *Salmo trutta*, *Cobitis calderoni*, *Squalius carolitertii*, *Squalius alburnoides*) cohabiting with *Margaritifera margaritifera* populations, while in the middle and final sections (colonized by unionid mussels) the most common fish populations were the endemic cyprinids (*Luciobarbus bocagei*, *Squalius carolitertii* and *Pseudochondrostoma duriense*). In these river zones, autochthonous fish species occur in varying proportions with exotic species, many of them with invasive potential (e.g. *Lepomis gibbosus*). Taking into account the detected threats, like pollution, sedimentation and regularization (two big dams are in construction), a reduction of available habitat and native fish populations (the almost exclusive host fishes) will occur in future. Rehabilitation and mitigation measures are essential for the conservation of priority habitats and ecosystems in order to preserve native vertebrates and invertebrates species heavily threatened.

Keywords: lotic ecosystems, ecological integrity, invertebrates, naiads, fishes

ÍNDICE

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AGRADECIMENTOS..... | ii |
| RESUMO | iii |
| ABSTRACT | v |
| ABREVIATURAS | ix |
| INDICE DE FIGURAS..... | x |
| INDICE DE QUADROS | xiv |
| 1. INTRODUÇÃO | 2 |
| 2. METODOLOGIA..... | 5 |
| 2.1. Caracterização da área de estudo..... | 5 |
| 2.2. Análises físico-químicas da água | 10 |
| 2.3. Avaliação de habitats aquáticos e ribeirinhos..... | 11 |
| 2.4. Biota: Comunidades de macroinvertebrados bentónicos | 12 |
| 2.4.1. Processo de Amostragem..... | 12 |
| 2.4.2. Métricas selecionadas para a avaliação da qualidade ambiental | 13 |
| 2.6. Amostragem das populações de mexilhões de rio | 16 |
| 3. RESULTADOS | 20 |
| 3.1. Qualidade físico-química da água..... | 20 |
| 3.2. Qualidade dos habitats aquáticos e ribeirinhos | 23 |
| 3.3. Comunidades de macroinvertebrados..... | 24 |
| 3.3.1. Índice de diversidade e equitabilidade | 25 |
| 3.3.2. Composição faunística | 25 |
| 3.3.3. Índices IBMWP e IPT _N | 27 |
| 3.3.4. Outras métricas e índices de avaliação | 28 |
| 3.3.5. Biotipologia da comunidade de macroinvertebrados | 30 |
| 3.4. Comunidade de peixes | 31 |
| 3.5. Situação atual das populações de mexilhões de rio de Trás-os-Montes | 34 |
| 3.5.1. Densidade e estrutura populacional..... | 34 |
| 3.5.2 Habitat usado pelos mexilhões de rio..... | 44 |
| 3.5.2.1. Uso do habitat pela espécie <i>Margaritifera margaritifera</i> | 44 |
| 3.5.2.2. Uso do habitat pela espécie <i>Unio delphinus</i> | 47 |
| 3.5.2.3. Uso do habitat pela espécie <i>Potomida littoralis</i> | 50 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 3.5.2.4. Uso do habitat pela espécie <i>Anodonta anatina</i> | 53 |
| 3.5.3. Sensibilização Ambiental | 56 |
| 5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS | 64 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 69 |
| ANEXOS..... | 75 |

ABREVIATURAS

AHBS- Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor

AHFT- Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua

AHT- Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas

DQA- Diretiva Quadro da Água

EPT- Número de Famílias das ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera

GQC- Índice de Qualidade do Canal

ASPT: Pontuação Média por taxon

IBMWP- Iberian Biological Monitoring Working Party

INAG- Instituto Nacional da Água

IPTI_N Índice Português de Invertebrados do Norte

IUCN- International Union for Conservation of Nature

NMDS- Ordenação *non-metric multi dimensional scaling*

PNBEPH- Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico

QBR- Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho

RQE Rácio de Qualidade Ecológica

TDS- Sólidos dissolvidos totais

INDICE DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Mapa das bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua e localização das estações de amostragem selecionadas | 6 |
| Figura 2. Localização do troço amostrado no Rio Sabor (S1- próximo de Argozelo) | 6 |
| Figura 3. Localização do troço amostrado no Rio Sabor (S2- próximo de Santulhão) | 7 |
| Figura 4. Localização do troço amostrado no Rio Sabor (S3- próximo de Sampaio) | 7 |
| Figura 5. Localização do troço amostrado no Rio Sabor (S4- Sto Antão da Barca) | 7 |
| Figura 6. Localização do troço amostrado no Rio Sabor (S5- próximo de Felgar) | 7 |
| Figura 7. Localização do troço amostrado no Rio Rabaçal (T1- próximo de Pinheiro Novo) | 8 |
| Figura 8. Localização do troço amostrado no Rio Rabaçal (T2- próximo de Gestosa) | 8 |
| Figura 9. Localização do troço amostrado no Rio Mente (T3- próximo de S. Jomil) | 8 |
| Figura 10. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T4- próximo de Dine) | 8 |
| Figura 11. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T5- próximo de Soeira) | 9 |
| Figura 12. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T6a- montante do AH Trutas) | 9 |
| Figura 13. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T6b- no regolfo do AH das Trutas) | 9 |
| Figura 14. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T6c- jusante do AH das Trutas) | 9 |
| Figura 15. Localização do troço amostrado no Rio Tua (T7- próximo de Abreiro) | 10 |
| Figura 16. Localização do troço amostrado no Rio Tua (T8- próximo da Brunheda) | 10 |
| Figura 17. Processo de amostragem dos macroinvertebrados bentónicos (verão de 2013) | 12 |
| Figura 18. Amostragem piscícolas realizadas através da pesca elétrica. Verão 2013 | 15 |
| Figura 19. Amostragens de bivalves recorrendo à técnica de snorkeling. Verão de 2013 | 16 |
| Figura 20. Medição de bivalves in situ. Rio Tuela, verão 2013 | 17 |
| Figura 21. Variação da variável da temperatura (verão 2013) | 20 |
| Figura 22. Variação do Oxigénio Dissolvido (mg O ₂ /l) (verão 2013) | 21 |
| Figura 23. Variação da Condutividade Elétrica (μS/cm) (verão 2013) | 21 |
| Figura 24. Variação do pH (verão 2013) | 22 |
| Figura 25. Variação dos sólidos dissolvidos totais (mg/L) (verão 2013) | 22 |
| Figura 26. Variação de azoto total e fósforo total (mg/L) (verão 2013) | 23 |
| Figura 27. Número de indivíduos presente em cada local amostrado (Verão 2013) | 24 |
| Figura 28. Número de <i>taxa</i> presente em cada local amostrado (Verão 2013) | 24 |
| Figura 29. Variação da diversidade (H') e equitabilidade (J') (verão 2013) | 25 |
| Figura 30. Composição faunística dos macroinvertebrados presentes em todos os locais amostrados nas bacias dos rios Sabor e Tua (verão 2013) | 26 |
| Figura 31. Composição faunística (Frequência Relativa) dos locais amostrados no rio Sabor (verão 2013) | 26 |
| Figura 32. Composição faunística (Frequência Relativa) dos locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Tua (verão 2013) | 27 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 33. Ordenação NMDS dos locais de amostragem, baseada nas comunidades de invertebrados, considerando dois grupos (Triângulos verdes, u- Zona de unionídeos; Triângulos azuis, m- Zona de <i>M. margaritifera</i>) em função da distribuição de mexilhões de água doce em ambas as bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua | 30 |
| Figura 34. Ordenação NMDS das comunidades de invertebrados presentes nos locais amostrados nas bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua | 31 |
| Figura 35. Composição piscícola e abundância relativa nos locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Sabor | 32 |
| Figura 36. Composição piscícola e abundância relativa nos locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Tua | 32 |
| Figura 37. Percentagem de espécies piscícolas nativas e exóticas. Rio Sabor, verão 2013 | 33 |
| Figura 38. Percentagem de espécies piscícolas nativas e exóticas. Rio Tua, verão 2013 | 33 |
| Figura 39. Estrutura populacional de <i>M. margaritifera</i> . Rio Rabaçal, Gestosa (T2), setembro 2012 | 35 |
| Figura 40. Estrutura populacional de <i>M. margaritifera</i> . Rio Mente, S. Jomil (T3), agosto 2013 | 36 |
| Figura 41. Estrutura populacional de <i>M. margaritifera</i> . Rio Tuela, Dine (T4), agosto 2013 | 36 |
| Figura 42. Estrutura populacional de <i>M. margaritifera</i> . Rio Tuela, Soeira (T5), agosto 2013 | 36 |
| Figura 43. Estrutura populacional de <i>M. margaritifera</i> no rio Tuela, situado a montante do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas (T6a) (agosto 2013) | 37 |
| Figura 44. Estrutura populacional de <i>M. margaritifera</i> no rio Tuela, situado no interior (albufeira) do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas (T6a) (agosto 2013) | 37 |
| Figura 45. Estrutura populacional de <i>M. margaritifera</i> no rio Tuela, situado no interior (albufeira) do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas (T6a) (agosto 2013) | 37 |
| Figura 46. Estrutura populacional de <i>U. delphinus</i> no rio Tua, Abreiro (T7) (agosto 2013) | 39 |
| Figura 47. Estrutura populacional de <i>A. anatina</i> no rio Tua, Abreiro (T7) (agosto 2013) | 39 |
| Figura 48. Estrutura populacional de <i>P. littoralis</i> no rio Tua, Abreiro (T7) (agosto 2013) | 39 |
| Figura 49. Estrutura populacional de <i>U. delphinus</i> no rio Tua, Brunheda (T8) (agosto 2013) | 40 |
| Figura 50. Estrutura populacional de <i>P. littoralis</i> no rio Tua, Brunheda (T8) (agosto 2013) | 40 |
| Figura 51. Estrutura populacional de <i>U. delphinus</i> no rio Sabor, Argozelo (S1) (agosto 2013) | 41 |
| Figura 52. Estrutura populacional de <i>U. delphinus</i> no rio Sabor, Santulhão (S2) (agosto 2013) | 41 |
| Figura 53. Estrutura populacional de <i>U. delphinus</i> no rio Sabor, Sampaio (S3) (agosto 2013) | 41 |
| Figura 54. Estrutura populacional de <i>U. delphinus</i> . Rio Sabor, S. Antão da Barca (S4), agosto 2013 | 42 |
| Figura 55. Estrutura populacional de <i>A. anatina</i> . Rio Sabor, S. Antão da Barca (S4), agosto 2013 | 42 |
| Figura 56. Estrutura populacional de <i>P. littoralis</i> . Rio Sabor, S. Antão da Barca (S4), agosto 2013 | 42 |
| Figura 57. Estrutura populacional de <i>U. delphinus</i> no rio Sabor, Felgar (S5) (agosto 2013) | 43 |
| Figura 58. Estrutura populacional de <i>A. anatina</i> no rio Sabor, Felgar (S5) (agosto 2013) | 43 |
| Figura 59. Estrutura populacional de <i>P. littoralis</i> no rio Sabor, Felgar (S5) (agosto 2013) | 43 |
| Figura 60. Microhabitat usado: Distância à margem mais próxima (metros) da espécie <i>M. margaritifera</i> nos rios Mente, Tuela e Rabaçal (T2 a T6c) (verão de 2012 e 2013) | 44 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 61. Microhabitat usado pela espécie <i>M. margaritifera</i> nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável - cobertura (verão de 2012 e 2013) | 45 |
| Figura 62. Microhabitat usado pela espécie <i>M. margaritifera</i> nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável – substrato dominante (verão de 2012 e 2013) | 45 |
| Figura 63. Microhabitat usado pela espécie <i>M. margaritifera</i> nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável – profundidade total (verão de 2012 e 2013) | 46 |
| Figura 64. Microhabitat usado pela espécie <i>M. margaritifera</i> nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável – Velocidade da corrente (m/s) na coluna de água (verão de 2012 e 2013) | 46 |
| Figura 65. Microhabitat usado pela espécie <i>M. margaritifera</i> nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável – Velocidade da corrente (m/s) no leito do rio (verão de 2012 e 2013) | 47 |
| Figura 66. Microhabitat usado: Distância à margem mais próxima (metros) da espécie <i>U. delphinus</i> , nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) (verão de 2012 e 2013) | 47 |
| Figura 67. Microhabitat usado pela espécie <i>U. delphinus</i> , nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável - cobertura (verão de 2012 e 2013) | 48 |
| Figura 68. Microhabitat usado pela espécie <i>U. delphinus</i> , nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável – substrato dominante (verão de 2012 e 2013) | 48 |
| Figura 69. Microhabitat usado pela espécie <i>U. delphinus</i> , nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável – profundidade total (verão de 2012 e 2013) | 49 |
| Figura 70. Microhabitat usado pela espécie <i>U. delphinus</i> , nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável – Velocidade da corrente na coluna de água (verão de 2012 e 2013) | 49 |
| Figura 71. Microhabitat usado pela espécie <i>U. delphinus</i> , nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável – Velocidade da corrente no leito do curso de água (verão de 2012 e 2013) | 50 |
| Figura 72. Microhabitat usado: Distância à margem mais próxima (metros) da espécie <i>P. littoralis</i> , rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8) (verão de 2012 e 2013) | 50 |
| Figura 73. Microhabitat usado pela espécie <i>P. littoralis</i> , rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8) Variável – substrato dominante (verão de 2012 e 2013) | 51 |
| Figura 74. Microhabitat usado pela espécie <i>P. littoralis</i> , nos rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8) Variável - cobertura (verão de 2012 e 2013) | 51 |
| Figura 75. Microhabitat usado pela espécie <i>P. littoralis</i> , rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8) Variável – profundidade total (verão de 2012 e 2013) | 52 |
| Figura 76. Microhabitat usado pela espécie <i>P. littoralis</i> , rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8) Variável – Velocidade da corrente na coluna de água (verão de 2012 e 2013) | 52 |
| Figura 77. Microhabitat usado pela espécie <i>P. littoralis</i> , rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8) Variável – Velocidade da corrente no leito do curso de água (verão de 2012 e 2013) | 53 |
| Figura 78. Microhabitat usado: Distância à margem mais próxima (metros) da espécie <i>A. anatina</i> , rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7) (verão de 2012 e 2013) | 53 |
| Figura 79. Microhabitat usado pela espécie <i>A. anatina</i> , rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7) Variável – profundidade total (verão de 2012 e 2013) | 54 |
| Figura 80. Microhabitat usado pela espécie <i>A. anatina</i> , rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7) Variável – substrato dominante (verão de 2012 e 2013). | 54 |
| Figura 81. Microhabitat usado pela espécie <i>A. anatina</i> , nos rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7) Variável - cobertura (verão de 2012 e 2013) | 55 |
| Figura 82. Microhabitat usado pela espécie <i>A. anatina</i> , rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7) Variável – Velocidade da corrente na coluna de água (verão de 2012 e 2013) | 55 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 83. Microhabitat usado pela espécie <i>A. anatina</i> rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7) Variável – Velocidade da corrente no leito do curso de água (verão de 2012 e 2013) | 56 |
| Figura 84. Campanha de sensibilização da espécie <i>M. margaritifera</i> . Posto Aquícola de Castrelos (ICNF). Outubro 2013 | 57 |
| Figura 85. A vida do mexilhão MAGGIE (adaptado de www.freshwaterpearlmussel.com) | 57 |

INDICE DE QUADROS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Localização das estações de amostragem nas bacias dos rios Sabor e Tua | 5 |
| Quadro 2. Índice QBR- Amplitude das 5 classes de qualidade consideradas | 11 |
| Quadro 3. Índice GQC - Amplitude das 5 classes de qualidade consideradas | 11 |
| Quadro 5. Amplitudes de variação consideradas para o índice IBMWP e seu significado | 14 |
| Quadro 6. Código referente ao substrato (adaptado de Varandas <i>et al.</i> 2013) | 17 |
| Quadro 7. Código referente à cobertura (adaptado de Varandas <i>et al.</i> 2013) | 17 |
| Quadro 8. Valores dos índices QBR e GQC dos rios Sabor e Tua (verão de 2013) | 23 |
| Quadro 9. Valores e classificações dos índices IBMWP e IPTI _N nos locais amostrados nos rios Sabor e Tua (verão 2013) | 27 |
| Quadro 10. Métricas e índices determinados com o <i>software amiib</i> (INAG) para os locais amostrados no rio Sabor (verão 2013) | 28 |
| Quadro 11. Métricas e índices determinados com o <i>software amiib</i> (INAG) para os locais amostrados no rio Sabor (verão 2013) | 29 |
| Quadro 12. Densidade de <i>M. margaritifera</i> , <i>U. delphinus</i> , <i>A. anatina</i> e <i>P. littoralis</i> , nos diferentes troços amostrado dos rios Sabor e Tua (verão de 2012 e 2013) | 34 |

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

As **populações de bivalves de água doce** estão severamente ameaçadas à escala mundial. Atualmente, assiste-se a uma tendência generalizada de regressão destes moluscos que outrora possuíam densidades assinaláveis em muitos ecossistemas dulçaquícolas (Bogan 1993, Neves *et al.* 1997, Strayer *et al.* 2004). Estima-se que as populações europeias destes bivalves tenham decrescido 90% no último século e que este declínio não esteja a abrandar (Bauer 1988). Entre as **principais causas de declínio dos bivalves e particularmente dos mexilhões** de água doce (também conhecidos por náíades) citam-se: **1) Modificação física do habitat**, caso da regularização dos cursos de água, dragagens e extração de inertes; **2) Poluição**, resultante de descargas de efluentes não tratados de origem industrial ou urbana e de fontes de poluição difusa (utilização de pesticidas e fertilizantes na agricultura); **3) Exploração** excessiva dos recursos hídricos; **4) Desaparecimento dos peixes hospedeiros**, nomeadamente da íctiofauna nativa; **5) Introdução de espécies exóticas**, com especial destaque para todas aquelas que demonstram um caráter invasor; e **6) Ocorrência de incêndios florestais** que eliminam a vegetação que funciona como barreira natural à entrada excessiva de sedimento nos cursos de água (Wells & Chatfield 1992, Bogan 1993, Ricciardi *et al.* 1998, Neves 1998, Vaughn & Taylor 1999, Hastie & Cosgrove 2001, Reis 2006, Geist 2010).

Em Portugal, as náíades estão também muito ameaçadas e, embora os estudos e a informação sobre a maioria das espécies sejam relativamente escassos, percebe-se a diminuição de efetivos e risco de desaparecimento de várias populações distribuídas por diferentes cursos de água das bacias hidrográficas nacionais (Reis 2006, Varandas *et al.* 2013). O Plano Nacional de Barragens de elevado potencial hidroelétrico definido para Portugal e a profusão de pequenos aproveitamentos hidroelétricos (mini-hídricas) na cabeceira de muitos rios, irá afetar negativamente as populações de náíades. No norte do país estão referenciadas as principais populações viáveis de *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus 1758), nomeadamente nos rios Tuela e Rabaçal (bacia do rio Tua) (Reis 2003b) e também das seguintes espécies de unionídeos: 1) *Unio delphinus* (Spengler 1793), *Anodonta anatina* (Linnaeus 1785) e *Potomida littoralis* (Cuvier 1798), com particular relevância nos rios Sabor, Tua e Tâmega.

Dos mexilhões de água doce nativos do norte de Portugal, a espécie *Margaritifera margaritifera* está incluída nos Anexos II e V da Diretiva Habitats, no Anexo III da Convenção de Berna e ainda classificada como "Em Perigo" pelo Livro Vermelho dos invertebrados da IUCN (2013). Segundo Geist (2010), é fundamental encontrar uma estratégia de conservação que integre, sob o ponto de vista genético e ecológico, ações a desenvolver em diferentes escalas espaciais, desde o nível individual até à própria conservação da biodiversidade global.

Face às ameaças referenciadas, também os restantes unionídeos, i.e. *Unio delphinus*, *Anodonta anatina* e *Potomida littoralis*, merecem uma atenção particular e o desenvolvimento de medidas que visem a manutenção da densidade detetada em diferentes cursos de água da região transmontana (Teixeira *et al.* 2012, Varandas *et al.* 2013). A conservação destas populações de mexilhões de rio é um desafio de vital importância, não só pela contribuição na biodiversidade e valor das espécies *per se*, mas também pelo seu papel ecológico no funcionamento dos ecossistemas nomeadamente na transformação e filtração de matérias orgânicas em suspensão tornando as águas menos eutróficas e mais límpidas (Vaughn & Taylor 1999).

O presente trabalho visa contribuir para o conhecimento da bioecologia das populações de mexilhões de rio nativos das bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua e teve como objetivos específicos:

- 1) Avaliar e analisar as condições ecológicas dos rios Tua e Sabor, baseadas nas características físicas e químicas de água, do habitat aquático e ribeirinho e do biota, nomeadamente das comunidades de macroinvertebrados e de peixes;
- 2) Determinar o *status* das populações de mexilhões de água doce (*Margaritifera margaritifera*, *Unio delphinus*, *Anodonta anatina* e *Potomida littoralis*), com particular enfoque para as densidades atuais, estrutura populacional e preferência manifestada pelas náíades relativamente aos microhabitats disponíveis nos rios;
- 3) Propor medidas de sensibilização ambiental que permitam a diferentes populações alvo (jovens estudantes, pescadores, ecoturistas, público em geral) residentes ou visitantes perceber o papel desempenhado por estas espécies nos ecossistemas aquáticos e a importância da sua conservação.

METODOLOGIA

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da área de estudo

O rio Sabor é um afluente da margem direita do rio Douro. Nasce em Espanha, a aproximadamente 8 km da fronteira com Portugal e percorre cerca de 135 km, com orientação dominante NE-SW, até atingir a foz. A bacia hidrográfica está totalmente inserida no Nordeste Transmontano (coordenadas geográficas: entre 41° 13' e 41° 37' de Latitude Norte e 6° 42' e 7° 8' de Longitude Oeste) e possui uma grande variabilidade fisiográfica, edáfica e climática que confere elevada variabilidade às características dos ecossistemas aquáticos.

O rio Tua é também um afluente da margem direita do rio Douro, o qual desagua junto da localidade de São Mamede de Ribatua. Resulta da junção de dois afluentes, a cerca de 4 quilómetros de Mirandela, os rios Tuela e Rabaçal. A jusante desta cidade existem sinais de influência antrópica, nomeadamente as descargas de efluentes domésticos e industriais e a agricultura praticada nas margens do rio.

Este estudo foi realizado ao longo dos anos de 2012 e 2013, nomeadamente nas estações da primavera e verão. Foram selecionados vários locais de amostragem distribuídos pelas bacias hidrográficas do Rio Tua e do Rio Sabor (Quadro 1).

Quadro 1 – Localização das estações de amostragem nas bacias dos rios Sabor e Tua

| Bacia | Rio | Local | Acrónimo | Latitude | Longitude | Altitude |
|-------|---------|--------------------|----------|---------------|--------------|----------|
| Sabor | Sabor | Argozelo | S1 | 41°39'52.96"N | 6°38'39.52"W | 403 m |
| Sabor | Sabor | Santulhão | S2 | 41°33'28.75"N | 6°40'27.85"W | 328 m |
| Sabor | Sabor | Sampaio | S3 | 41°26'32.15"N | 6°41'22.91"W | 263 m |
| Sabor | Sabor | Sto Antão da Barca | S4 | 41°15'22.76"N | 6°53'8.33"W | 175 m |
| Sabor | Sabor | Felgar | S5 | 41°14'24.89"N | 6°58'4.50"W | 152 m |
| Tua | Rabaçal | Pinheiro Novo | T1 | 41°57'32.03"N | 7° 9'30.54"W | 603 m |
| Tua | Rabaçal | Gestosa | T2 | 41°53'3.79"N | 7° 8'11.87"W | 534 m |
| Tua | Mente | S. Jomil | T3 | 41°47'27.53"N | 7°11'37.60"W | 404 m |
| Tua | Tuela | Dine | T4 | 41°53'53.23"N | 6°56'13.07"W | 657 m |
| Tua | Tuela | Soeira | T5 | 41°51'45.90"N | 6°55'48.49"W | 628 m |
| Tua | Tuela | AH Trutas | T6 | 41°50'25.82"N | 6°56'24.85"W | 578 m |
| Tua | Tua | Abreiro | T7 | 41°20'37.86"N | 7°17'17.32"W | 201 m |
| Tua | Tua | Brunheda | T8 | 41°19'47.44"N | 7°21'27.56"W | 175 m |

Os treze locais de amostragem selecionados distribuíram-se ao longo dos cursos de água principais de ambas as bacias hidrográficas (Figura 1).

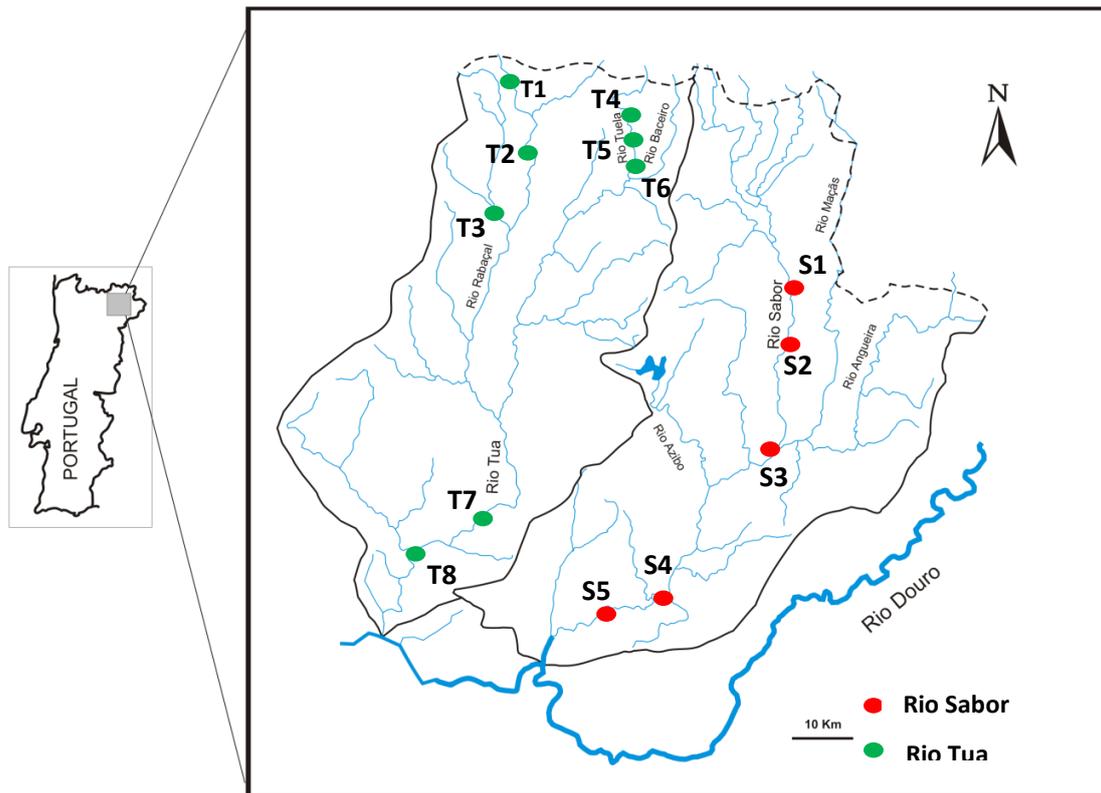


Figura 1. Mapa das bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua e localização das estações de amostragem selecionadas.

Particular atenção foi prestada à distribuição conhecida (Reis 2006, Teixeira *et al.* 2010, Teixeira *et al.* 2012) das populações de mexilhões de rio, quer no rio Tua quer no rio Sabor. Foram ainda considerados alguns dos principais fatores de perturbação (e.g. regularização, poluição) do meio aquático de modo a avaliar potenciais impactos na qualidade ecológica dos sistemas aquáticos e especificamente nas populações de mexilhões de rio. Nas Figuras 2 a 16 são apresentadas imagens dos locais amostrados.



Figura 2. Localização do trecho amostrado no Rio Sabor (S1- próximo de Argozelo).

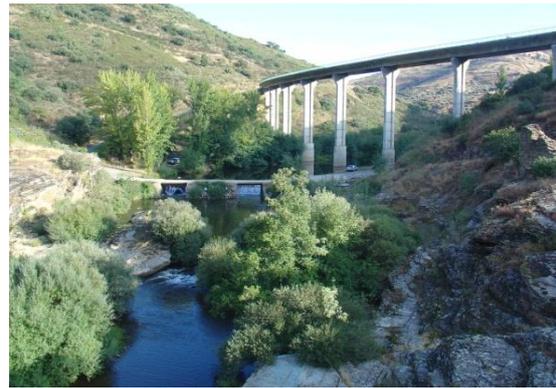


Figura 3. Localização do trecho amostrado no Rio Sabor (S2- próximo de Santulhão).



Figura 4. Localização do trecho amostrado no Rio Sabor (S3- próximo de Sampaio).



Figura 5. Localização do trecho amostrado no Rio Sabor (S4- Sto Antão da Barca).

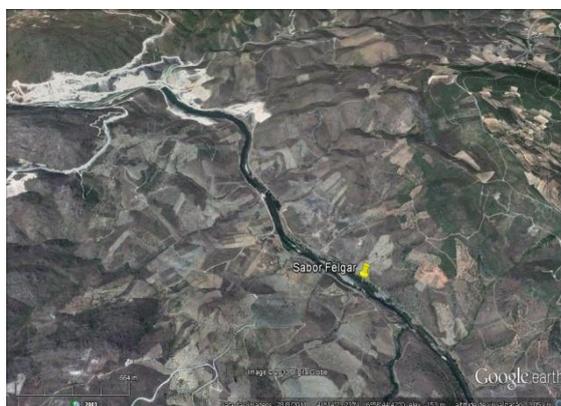


Figura 6. Localização do trecho amostrado no Rio Sabor (S5- próximo de Felgar).



Figura 7. Localização do troço amostrado no Rio Rabaçal (T1- próximo de Pinheiro Novo).



Figura 8. Localização do troço amostrado no Rio Rabaçal (T2- próximo de Gestosa).

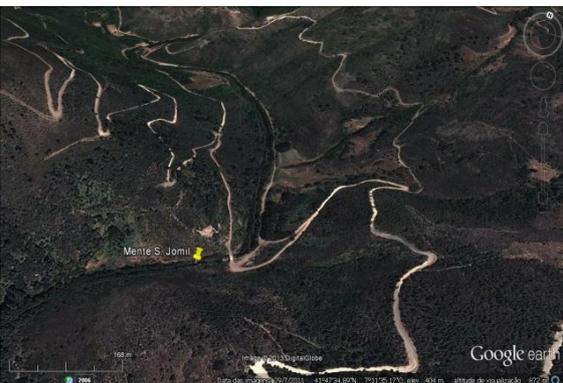


Figura 9. Localização do troço amostrado no Rio Monte (T3- próximo de S. Jomil).



Figura 10. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T4- próximo de Dine).



Figura 11. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T5- próximo de Soeira).



Figura 12. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T6a- montante do AH das Trutas).



Figura 13. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T6b- no regolfo do AH das Trutas).

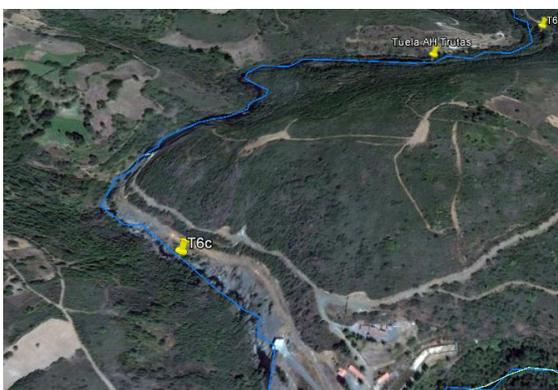


Figura 14. Localização do troço amostrado no Rio Tuela (T6c- jusante do AH das Trutas).



Figura 15. Localização do troço amostrado no Rio Tua (T7- próximo de Abreiro).



Figura 16. Localização do troço amostrado no Rio Tua (T8- próximo da Brunheda).

O efeito do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas foi estudado com maior detalhe na amostragem das populações do mexilhão de rio *M. margaritifera*, no sentido de perceber os impactos ao nível do uso do habitat e da sobrevivência da espécie. Nesta medida selecionaram-se 3 locais de amostragem situados a montante (T6a- Figura 12), no regolfo da albufeira (T6b- Figura 13) e a jusante da mini-hídrica (T6c- Figura 14).

2.2. Análises físico-químicas da água

Foi feita uma avaliação sucinta da qualidade físico-química da água, baseada na mensuração dos seguintes parâmetros: A) *in situ*, através de equipamentos potenciométricos portáteis, 1) oxigénio dissolvido (mg O₂/L); 2) temperatura (°C); 3) sólidos dissolvidos totais (TDS, mg/L), 4) condutividade elétrica (µS/cm) 5) pH e 6) transparência/turvação através de estimativa visual (escala qualitativa 1 a 5); B) no laboratório, a partir de amostras de água (1,5 L) transportadas em caixas térmicas (manutenção da temperatura de 4 °C) determinou-se a concentração de 1) Azoto Total e 2) Fósforo Total. Todos os processos de colheita e determinação foram realizados de

acordo com APHA (2005). A interpretação dos resultados foi baseada no Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto.

2.3. Avaliação de habitats aquáticos e ribeirinhos

Recorreu-se a dois índices, adaptados a rios da Península Ibérica (Anexo I e II), a partir dos quais foi possível fazer a classificação da qualidade da hidromorfologia fluvial e da zona ripária envolvente. Utilizaram-se os seguintes índices:

1) **Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho- QBR** (Munné *et al.* 1998); e

2) **Índice de Qualidade do Canal- GQC** (Cortes *et al.* 1999)

Nos Quadros 2 e 3 estão discriminadas as amplitudes de variação consideradas para cada índice e o seu significado ecológico.

Quadro 2. Índice QBR- Amplitude das 5 classes de qualidade consideradas.

| Amplitude | Classe | Significado em termos de qualidade |
|-----------|--------|---------------------------------------------------------|
| ≥ 95 | I | Cortina ripária sem alterações, estado natural |
| 75 – 90 | II | Cortina ripária ligeiramente perturbada, boa qualidade |
| 55 – 70 | III | Início de uma importante alteração, qualidade aceitável |
| 30 – 50 | IV | Forte alteração, má qualidade |
| 0 – 25 | V | Degradação extrema, péssima qualidade |

O recurso a índices para caracterização do “estado de saúde” dos habitats aquáticos e ribeirinhos é comum no sentido de padronizar tipos de perturbação face ao declínio decorrente de modificação de origem antrópica, como seja a degradação da vegetação ribeirinha, a construção de açudes, a extração de inertes, as captações de água para irrigação e os fenómenos de eutrofização e poluição.

Quadro 3. Índice GQC - Amplitude das 5 classes de qualidade consideradas.

| Amplitude | Classe | Significado em termos de qualidade |
|-----------|--------|---------------------------------------------------------|
| ≥ 31 | I | Canal sem alterações, estado natural |
| 26 – 30 | II | Canal ligeiramente perturbado |
| 20 – 25 | III | Início de uma importante alteração do canal |
| 14 – 19 | IV | Grande alteração do canal |
| 8 – 13 | V | Canal completamente alterado (canalizado, regularizado) |

2.4. Biota: Comunidades de macroinvertebrados bentónicos

2.4.1. Processo de Amostragem

A amostragem das comunidades de macroinvertebrados foi efetuada com base nos protocolos estabelecidos em Portugal pelo Instituto da Água no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água (DQA) (INAG 2008a). Em cada um dos treze locais escolhidos para a amostragem selecionaram-se troços de 50 m, que englobassem todos os habitats presentes. O processo de captura foi iniciado numa unidade de erosão (fluxo turbulento) a partir da qual se amostraram as unidades de sedimentação adjacentes (fluxo laminar). Foi obtida uma amostra composta que acumulou as capturas, efetuadas com uma rede de mão de 500 µm de malha, em seis microhabitats (arrastos de 1 m, distribuídos por zonas com materiais orgânicos e inorgânicos, finos e grosseiros presentes nas zonas de *riffle* e *pool*), tendo em conta a sua representatividade (Figura 17).



Figura 17. Processo de amostragem dos macroinvertebrados bentónicos (verão de 2013).

Teve-se em atenção a recolha de alguns invertebrados com grande capacidade de fixação ao substrato, mediante o uso de pinças e escovas apropriadas. Os invertebrados foram capturados e conservados vivos (em frascos de polietileno com água do rio, transportados em caixas térmicas a temperatura baixa), de modo a facilitar o processamento das amostras obtidas. Em laboratório, procedeu-se à triagem dos invertebrados e subsequente preservação em álcool a 70%. Posteriormente foram contados e identificados mediante o uso de uma lupa estereoscópica SMZ10 com *zoom* de ampliação de 10-132x. A identificação foi feita com base em chaves dicotómicas apropriadas (*e.g.* Tachet *et al.* 1981, 2010) até ao nível taxonómico de Família com exceção das Suclasses Oligochaeta e Acari.

2.4.2. Métricas selecionadas para a avaliação da qualidade ambiental

A resposta biótica baseada nas comunidades de macroinvertebrados foi avaliada considerando um conjunto de variáveis uni e multimétricas calculado recorrendo ao Software AMIIB@ (http://dqa.inag.pt/implementacao_invertebrados_AMIIB.html), numa aplicação disponibilizada pelo INAG. Entre as métricas obtidas destacam-se:

- 1) número de indivíduos (N) e número de taxa (S);**
- 2) diversidade (*e.g.* índice H' de Shannon-Wiener);**
- 3) equitabilidade (*e.g.* índice J' de Pielou);**
- 4) abundância relativa de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (% EPT);**
- 5) Índice biótico IBMWP.**

O índice IBMWP consiste num método rápido e simples que permite avaliar a qualidade biológica de sistemas dulçaquícolas, dado necessitar apenas da identificação dos organismos até ao nível taxonómico de família. A cada família é atribuída uma pontuação, que varia entre intervalos de 10 e 1, segundo um gradiente de menor a maior tolerância à poluição (Anexo III). Depois de efetuar o somatório das pontuações das famílias presentes em cada amostra, pode-se classificar a qualidade da água com base em 5 classes definidas (Quadro 5).

Quadro 5. Amplitudes de variação consideradas para o índice IBMWP e seu significado.

| Amplitude de valores | Classe | Significado |
|----------------------|--------|----------------------------|
| > 100 | I | Água limpa |
| 61 – 100 | II | Água ligeiramente poluída |
| 36 – 60 | III | Água moderadamente poluída |
| 16 – 35 | IV | Água muito poluída |
| <15 | V | Água fortemente poluída |

6) Índice Português de Invertebrados do Norte- IPTI_N (INAG 2009).

O índice multimétrico IPTI_N, recentemente desenvolvido e aplicado de acordo com a Diretiva-Quadro da Água, integra diferentes métricas, abaixo definidas, como o nº de taxa, EPT, equitabilidade de Pielou *J'* (*Evenness*), índice de diversidade de Shannon-Wiener *H'*, IASPT e Sel. ETD que aparecem combinadas na seguinte fórmula:

$$IPTI_N = N^{\circ} \text{ taxa} \times 0,25 + EPT \times 0,15 + \text{Evenness} \times 0,1 + (IASPT - 2) \times 0,3 + \text{Log (Sel. ETD+1)} \times 0,2$$

sendo:

- **EPT:** Nº de famílias pertencentes aos Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera;
- **Evenness:** Designado por índice de Pielou ou Equitabilidade, é calculado como:

$$E = H' / \ln S \quad \text{em que:}$$

H' - diversidade de Shannon-Wiener

S - número de taxa presentes

Ln - logaritmo natural ou neperiano

O Índice *H'* de Shannon-Wiener calcula-se pela expressão $H' = - \sum p_i \ln p_i$ em que:

$$p_i = n_i / N$$

n_i- nº de indivíduos de cada taxa *i*

N- nº total de indivíduos presentes na amostra

- **IASPT:** ASPT Ibérico, que corresponde ao IBMWP (Alba-Tercedor 2000) dividido pelo número de famílias presentes;
- **Log (Sel. ETD+1)** - Log₁₀ de (1 + soma das abundâncias de indivíduos das famílias Heptageniidae, Ephemeridae, Brachycentridae, Odontoceridae, Limnephilidae, Goeridae, Polycentropodidae, Athericidae, Dixidae, Dolichopodidae, Empididae, Stratiomyidae);

O valor de I_{Pti_N} depende do somatório das métricas ponderadas. São realizados dois passos de normalização, sendo o índice expresso em termos de **Rácios de Qualidade Ecológica (RQE)**. Para obter as normalizações é necessário determinar o quociente entre o valor observado e o valor de referência de cada tipo de rio (mediana dos locais de referência). No Anexo IV, são apresentados os valores de referência para as diferentes tipologias de rios de Portugal Continental e os valores das fronteiras entre as classes de qualidade em RQE (INAG 2009).

2.5. Biota: Comunidades piscícolas

A monitorização das comunidades piscícolas presentes nos locais seleccionados dos cursos de água de ambas as bacias hidrográficas (rios Tua e Sabor) foi realizada através de pesca elétrica (Figura 18), no Verão de 2013. Foi usada a metodologia definida no Manual para a Avaliação Biológica da Qualidade da Água em Sistemas Fluviais segundo a Diretiva Quadro da Água: Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola (INAG 2008b). Recorreu-se a um aparelho de pesca elétrica portátil com *output* de corrente contínua e por impulsos (Hans Grassl ELT; 300-600V), tendo-se adaptado o tipo de corrente elétrica aos valores de condutividade da água. Todos os peixes capturados foram identificados, medidos com um ictiómetro (precisão de 0,1 cm) e posteriormente devolvidos ao rio.



Figura 18. Amostragem piscícolas realizadas através da pesca elétrica. Verão de 2013.

Recorreu-se ainda à análise multivariada através do *software* PRIMER 6 & Permanova + (Clarke & Gorley 2006), mais precisamente à *non-metric multi dimensional scaling* (NMDS) para análise das comunidades de invertebrados para discriminar os locais classificados de boa qualidade ambiental dos mais degradados. Para esta análise os dados de abundância foram transformados [Log (x+1)] e aplicou-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis.

2.6. Amostragem das populações de mexilhões de rio

São diversas as técnicas e métodos de amostragem das populações de mexilhões de água doce (Strayer & Smith 2003). Nos cursos de água das bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua, a amostragem foi realizada através da técnica de observação subaquática (*snorkeling*) durante o período de verão (Figura 19). A prospeção foi efetuada por 2-3 mergulhadores, que inspecionaram todos os microhabitats das margens e centro do canal, no sentido ascendente, de modo a evitar a perturbação do sedimento e consequente redução da visibilidade do leito do rio.



Figura 19. Amostragens de bivalves recorrendo à técnica de snorkeling. Verão de 2013.

Sempre que identificado um exemplar de bivalve, visível no leito do rio, procedeu-se à sua captura e com o apoio de 2 pessoas localizadas na margem do rio, foi feito o registo de dados, que contemplou a medição (comprimento máximo da concha, em mm, entre a parte anterior e posterior do bivalve) *in situ* com uma craveira (Figura 20) e a anotação das variáveis do microhabitat usado. Todos os bivalves capturados foram de imediato devolvidos cuidadosamente ao mesmo local onde foram capturados.



Figura 20. Medição de bivalves in situ. Rio Tuela, verão 2013.

As variáveis anotadas para caracterização do microhabitat usado pelos indivíduos da população de bivalves foram as seguintes: 1) Distância à margem mais próxima (medida em metros, perpendicularmente ao fluxo de água); 2) Profundidade (medida em centímetros, com uma vara graduada); 3) Velocidade do leito do rio (medida em m/s, molinete, modelo Valeport[®]); 3) Substrato dominante (de acordo com o Quadro 6) e 4) Cobertura (de acordo com o Quadro 7).

Quadro 6. Código referente ao substrato (adaptado de Varandas *et al.* 2013)

Descrição do substrato

Folhada (deposição de detritos orgânicos);
Areia e finos (<2 mm);
Cascalhos (2 - 64 mm);
Pedras (64 - 256 mm);
Blocos (> 256 mm);
Rocha Mãe

Quadro 7. Código referente à cobertura (adaptado de Varandas *et al.* 2013)

Descrição da cobertura

Ausente (Areia);
Cascalhos;
Pedras;
Blocos;
Raízes, troncos submersos, margens escavadas;
Folhada (deposição);
Vegetação ripícola pendente sobre a superfície de água (altura <1,5 m);
Macrófitos aquáticos, Algas filamentosas

No que respeita ao tratamento dos dados, foi determinada a densidade dos núcleos populacionais de cada troço amostrado. A estimativa da densidade (nº indivíduos/ m²) baseou-se no varrimento completo de toda a área selecionada, tendo em conta uma extensão mínima de 100 metros de rio, cobrindo diferentes tipos de habitats (pools, riffles, runs). A determinação da estrutura populacional foi feita com base nos histogramas de frequências de tamanhos assim com a identificação do microhabitat usado pelas espécies em ambos os rios. Refira-se que estas análises se reportaram apenas à fração visível dos mexilhões de água doce, não contemplando a fração de indivíduos enterrados e não detetados.

RESULTADOS

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos permitiram realçar alguns dos aspetos fulcrais da bioecologia dos mexilhões de água doce do Nordeste Transmontano, tendo havido o cuidado de proceder a uma abordagem mais ampla, que contemplasse a escala do ecossistema. Com efeito, os resultados seguidamente apresentados foram organizados de modo a fazer um enquadramento ao nível das condições ambientais, nomeadamente das características da água e do habitat ribeirinho e aquático, e particularmente de dois grupos faunísticos, os invertebrados, nos quais estão inseridos estes moluscos bivalves, e os peixes, por estarem intimamente ligados ao ciclo de vida das espécies alvo do estudo.

3.1. Qualidade físico-química da água

A análise físico-química da água, ainda que sucinta pelo baixo número de parâmetros avaliados, permitiram destacar uma boa qualidade da água na maioria dos troços amostrados, nomeadamente no Alto Tua, caso dos rios Mente, Baceiro, Rabaçal, onde foram encontradas temperaturas estivais relativamente baixas ($T < 25\text{ }^{\circ}\text{C}$), uma boa taxa de oxigenação ($\text{O.D.} > 8,0\text{ mg O}_2/\text{L}$) e teores baixos de sais dissolvidos (condutividade elétrica $\text{EC}_{25} < 70\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$) (Figuras 21, 22 e 23). Registo, contudo, para algumas exceções em locais do Baixo Sabor que apresentaram modificações de origem antrópica, como resultado por exemplo da poluição localizada (*i.e.* efluentes domésticos e industriais) e difusa (*i.e.* agricultura).

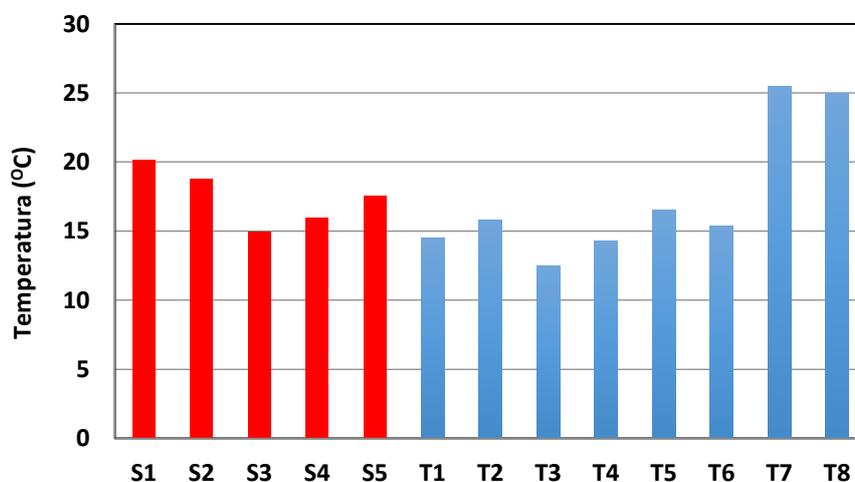


Figura 21. Variação da temperatura (verão 2013).

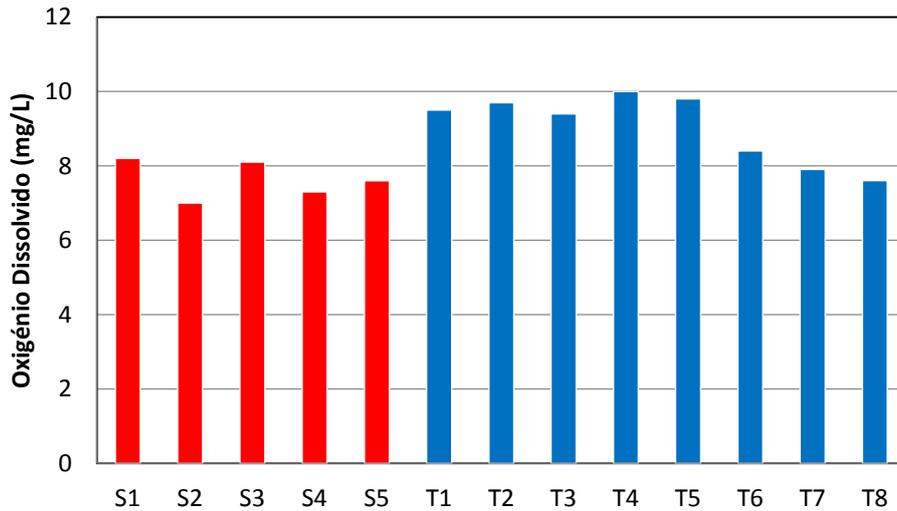


Figura 22. Variação do Oxigénio Dissolvido (mg O₂/l) (verão 2013).

De facto podemos observar valores substancialmente superiores nos locais situados no Baixo Sabor (S1 a S5). Nesta comparação deve ser, contudo, considerada a variação natural decorrente da maior incorporação no meio aquático de substâncias dissolvidas e particuladas provenientes duma bacia hidrográfica de área substancialmente superior. O baixo grau de mineralização detetado encontra justificação na litologia da região, maioritariamente composta por xistos e granitos de difícil meteorização.

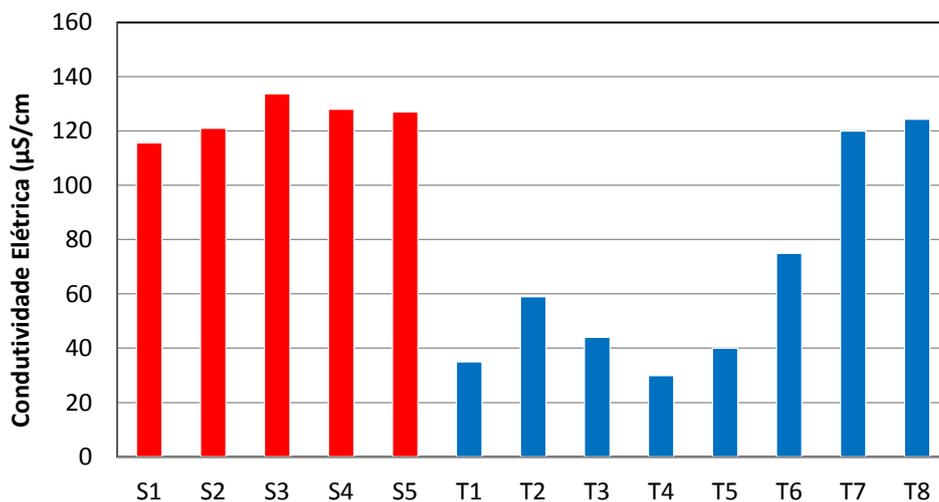


Figura 23. Variação da Condutividade Elétrica (µS/cm) (verão 2013).

Por sua vez, os valores do pH encontram-se dentro do intervalo definido como excelente (6,5 a 8,5) para a fauna aquática, *i.e.* entre o subácido e o subalcalino. Estes valores dependem de variadíssimos fatores, como por exemplo, da geologia, da vegetação bem como das mais variadas atividades humanas (Figura 24).

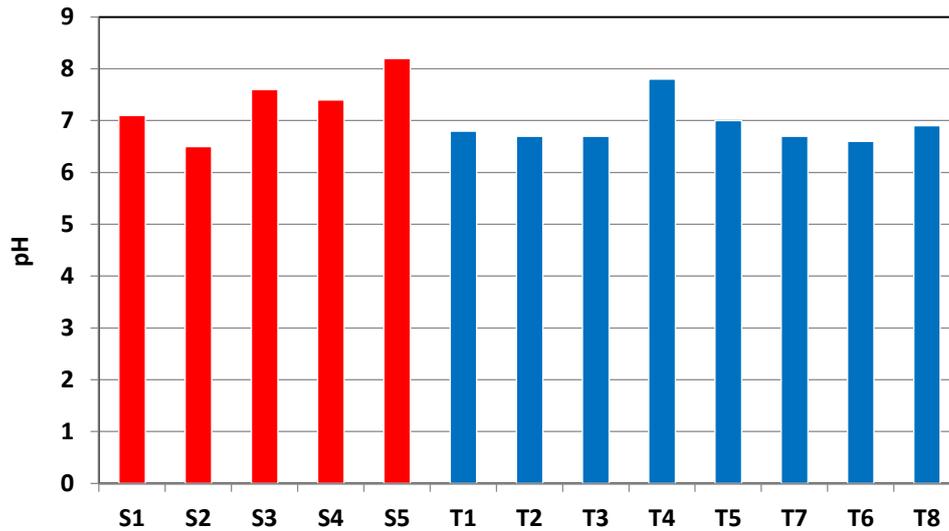


Figura 24. Variação do pH (verão 2013).

A variação do teor de sólidos dissolvidos totais (TDS) (Figura 25), possui uma tendência similar à condutividade, assistindo-se a um teor superior no Baixo Sabor (S1 a S5), enquanto nos locais de amostragem do Alto Tua (T1 a T5), a concentração é muito menor com exceção do local T2, ligeiramente mais elevado.

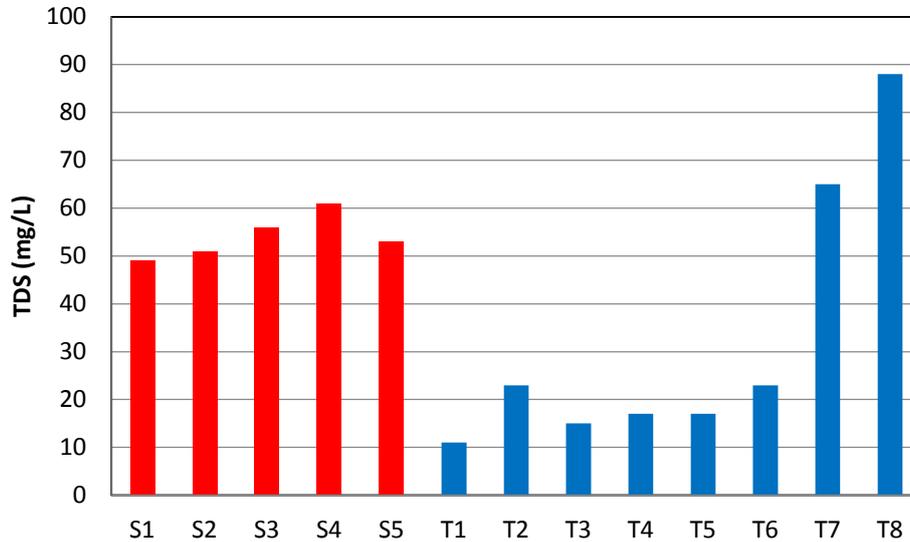


Figura 25. Variação dos sólidos dissolvidos totais (mg/L) (verão 2013).

Relativamente ao teor de nutrientes (Figura 26), verificaram-se valores mais elevados de azoto e fósforo totais nos troços com maior influência antrópica. De facto, os rios Tua, nos locais de Abreiro (T7) e Brunheda (T8) e Sabor, nos locais Sampaio (S3), S. Antão da Barca (S4) e Felgar (S5) apresentaram valores elevados.

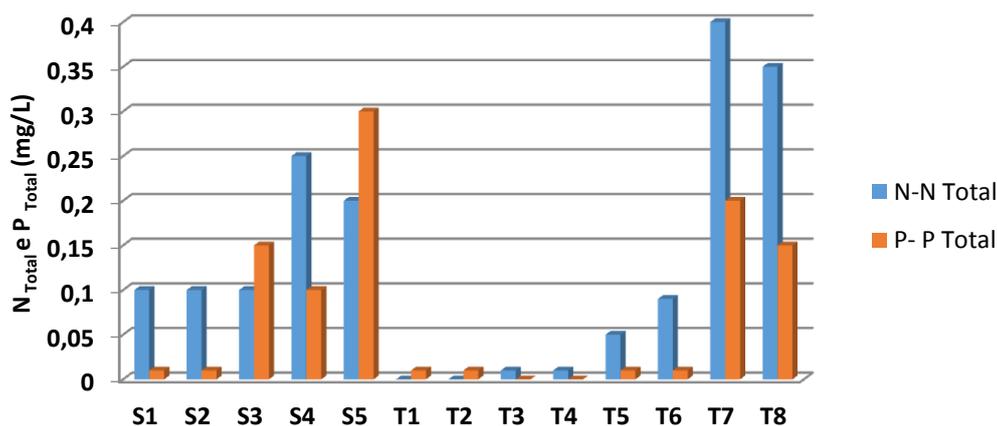


Figura 26 Variação de azoto total e fósforo total (mg/L) (verão 2013).

3.2. Qualidade dos habitats aquáticos e ribeirinhos

Na qualidade dos habitats fluviais e ribeirinhos (Figura 23) verificou-se que a maioria dos locais amostrados possui boa ou excelente qualidade. No entanto, foram detetados alguns sinais de perturbação, nomeadamente em S3, T6 e T8.

Quadro 8. Valores dos índices QBR e GQC dos rios Sabor e Tua (verão de 2013).

| Rio/(Local de Amostragem) | | Pontuações Finais | | Índices de Habitat (Classes) | |
|----------------------------|----|-------------------|-----|------------------------------|-----|
| | | QBR | GQC | QBR | GQC |
| Sabor (Argozelo) | S1 | 95 | 29 | I | II |
| Sabor (Santulhão) | S2 | 80 | 28 | II | II |
| Sabor (Sampaio) | S3 | 70 | 29 | III | II |
| Sabor (Sto Antão da Barca) | S4 | 90 | 26 | II | II |
| Sabor (Felgar) | S5 | 75 | 28 | II | II |
| Rabaçal (Pinheiro Novo) | T1 | 100 | 31 | I | I |
| Rabaçal (Gestosa) | T2 | 100 | 30 | I | II |
| Mente (S. Jomil) | T3 | 100 | 31 | I | I |
| Tuela (Dine) | T4 | 85 | 28 | II | II |
| Tuela (Soeira) | T5 | 100 | 31 | I | I |
| Tuela (AH Trutas) | T6 | 70 | 18 | III | IV |
| Tua (Abreiro) | T7 | 90 | 26 | II | II |
| Tua (Brunheda) | T8 | 60 | 27 | III | II |

3.3. Comunidades de macroinvertebrados

No presente estudo foram identificados 9839 exemplares de macroinvertebrados, distribuídos por 84 grupos faunísticos, maioritariamente famílias, correspondendo uma fração diminuta aos Oligochaeta e Acari. Na maioria das amostras foram capturados entre 250 e 750 indivíduos, com exceção de Tua- Abreiro (T8), onde foi detetada um elevado nº de insetos da Ordem Diptera (Chironomidae) (Figura 27).

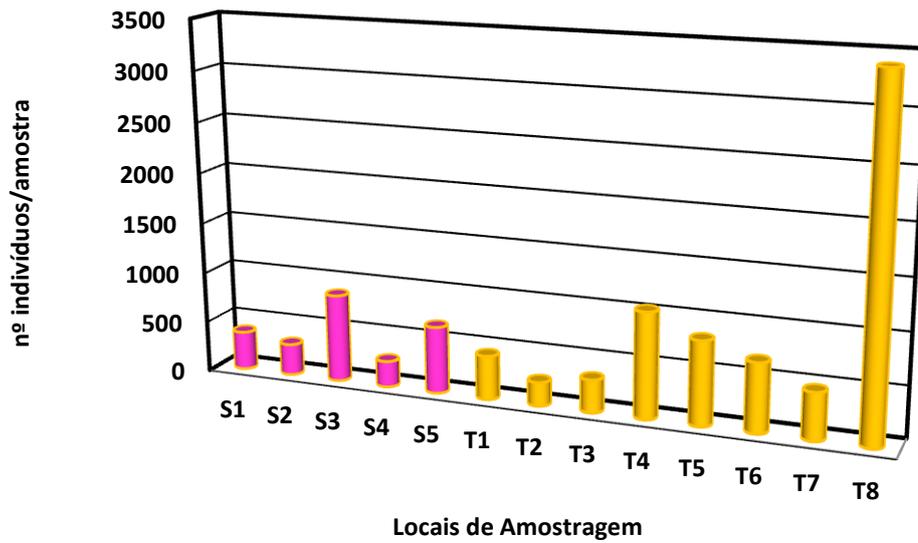


Figura 27. Número de indivíduos presente em cada local amostrado (Verão 2013).

No entanto, apesar do nº elevado de exemplares obtidos em T8, foi no rio Tuela (Dine) (T4) que foi capturada a maior riqueza faunística, a avaliar pelo nº de *taxa* (Figura 28).

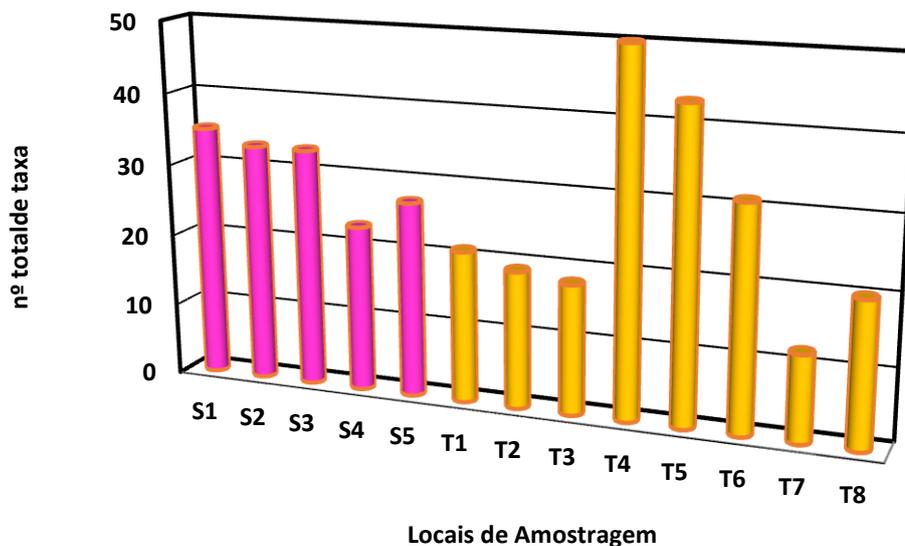


Figura 28. Número de *taxa* presente em cada local amostrado (Verão 2013).

3.3.1. Índice de diversidade e equitabilidade

A Figura 29 ilustra a variação dos índices da equitabilidade (J') e da diversidade (H').

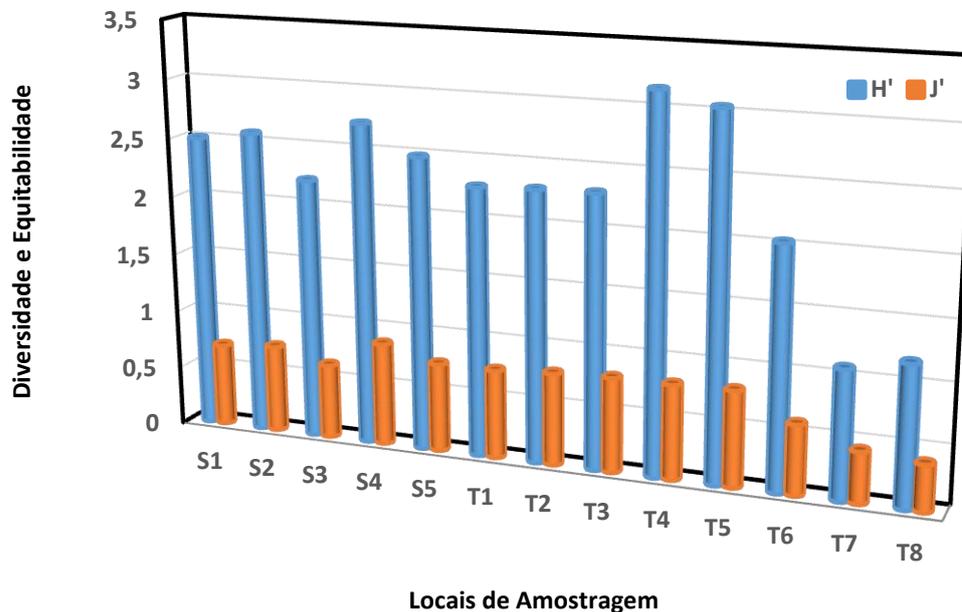


Figura 29. Variação da diversidade (H') e equitabilidade (J') (verão 2013).

A maioria dos locais apresentou comunidades de macroinvertebrados equilibradas no caso da equitabilidade. Relativamente ao índice de diversidade calculado, existe um “pico”, correspondente ao rio Tuela- Dine. A diversidade faunística patente no Alto Tua (T4 e T5) é superior aos restantes locais amostrados, nomeadamente nos locais situados a jusante, com sinais de perturbação (T7 e T8).

3.3.2. Composição faunística

A composição faunística revela, tendo em consideração todos os locais amostrados nos cursos de água das bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua, um domínio das ordens de Insecta, nomeadamente Diptera (37%), Ephemeroptera (26%), Trichoptera (15%) e Coleoptera (4%). Relativamente aos Mollusca, e especialmente ao grupo dos bivalves (Bivalvia) correspondem a 3% do total de exemplares de invertebrados capturados neste estudo (Figura 30).

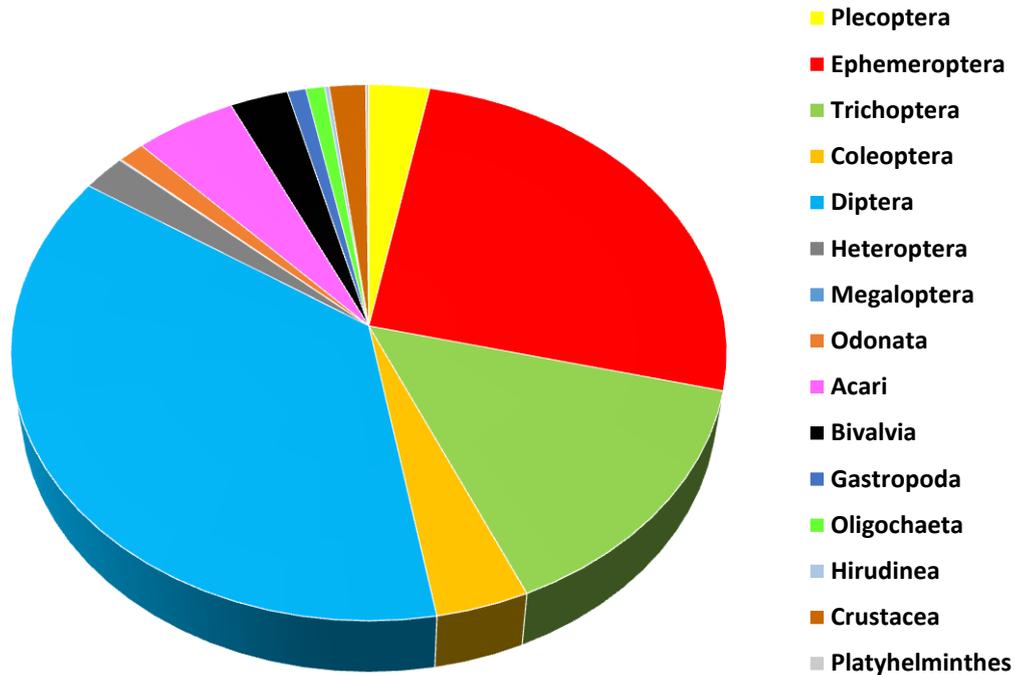


Figura 30. Composição faunística dos macroinvertebrados presentes em todos os locais amostrados nas bacias dos rios Sabor e Tua (verão 2013).

Uma análise diferenciada da composição faunística, baseada na comunidade de invertebrados, por local de amostragem pode ser feita a partir das Figuras 31 e 32.

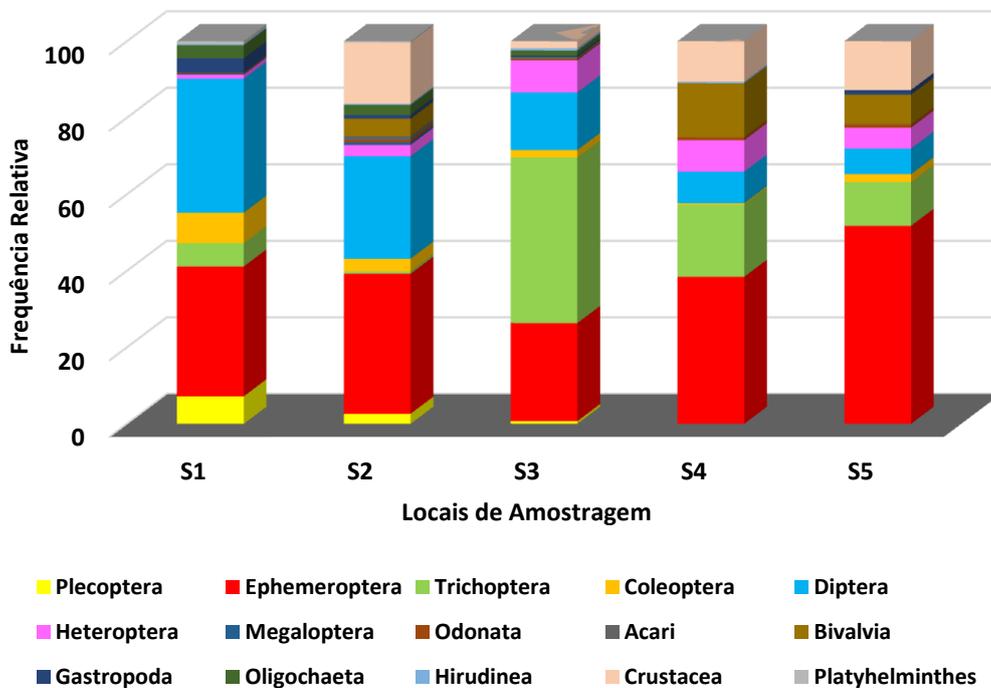


Figura 31. Composição faunística (Frequência Relativa) dos locais amostrados no rio Sabor (verão 2013).

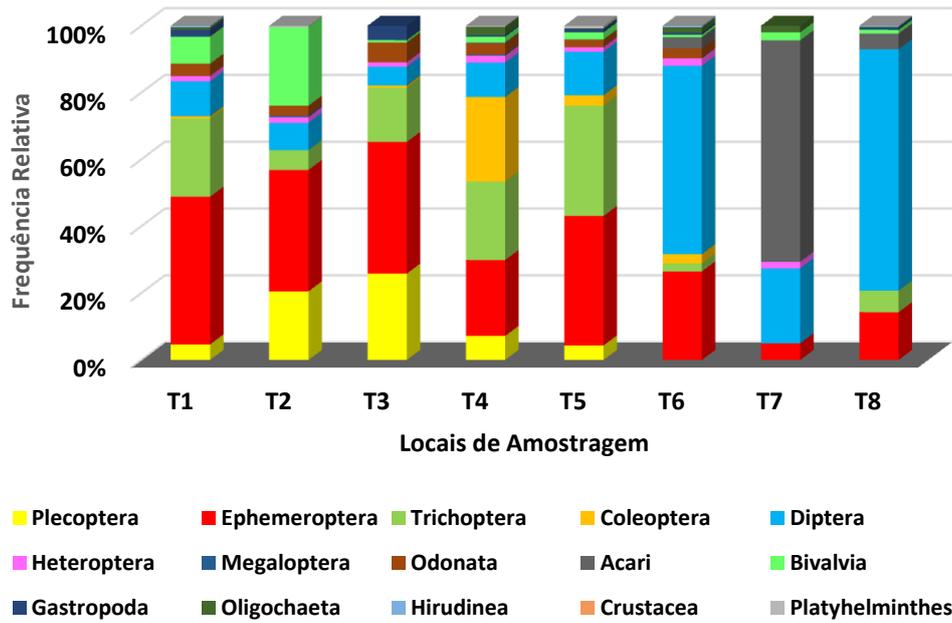


Figura 32. Composição faunística (Frequência Relativa) dos locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Tua (verão 2013).

Verificou-se um predomínio de *taxa* sensíveis à perturbação na maioria dos locais amostrados, i.e. Ordens Plecoptera, Ephemeroptera e Trichoptera, com exceção do rio Tua- Abreiro (T7), onde ocorreu uma proporção elevada de Acari (Hydracarina).

3.3.3. Índices IBMWP e IPT_N

Os resultados dos índices IBMWP e IPT_N podem ser consultados no Quadro 9.

Quadro 9. Valores e classificações dos índices IBMWP e IPT_N nos locais amostrados nos rios Sabor e Tua (verão 2013).

| Local | IBMWP | | IPT _N | |
|-------|-------|---------------|------------------|---------------|
| | Valor | Classificação | Valor | Classificação |
| S1 | 198 | Excelente | 0.973 | Excelente |
| S2 | 171 | Excelente | 0.782 | Bom |
| S3 | 167 | Excelente | 0.872 | Excelente |
| S4 | 112 | Excelente | 0.814 | Bom |
| S5 | 123 | Excelente | 0.835 | Excelente |
| T1 | 130 | Excelente | 0.956 | Excelente |
| T2 | 126 | Excelente | 0.932 | Excelente |
| T3 | 124 | Excelente | 0.842 | Bom |
| T4 | 318 | Excelente | 1.466 | Excelente |
| T5 | 286 | Excelente | 1.401 | Excelente |
| T6 | 158 | Excelente | 0.931 | Excelente |
| T7 | 45 | Razoável | 0.356 | Medíocre |
| T8 | 93 | Bom | 0.518 | Razoável |

Realce para a boa qualidade biológica aferida por ambos os índices, embora o IPTIN, sendo um índice multimétrico recentemente desenvolvido especificamente para rios do Norte de Portugal, seja mais rigoroso do que o IBMWP.

3.3.4. Outras métricas e índices de avaliação

Nos Quadro 10 e 11 estão explícitos os valores assumidos por outras métricas.

Quadro 10. Métricas e índices determinados com o *software amiib* (INAG) para os locais amostrados no rio Sabor (verão 2013).

| Métricas | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
|------------------------|----------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| BMWP | 184 | 169 | 152 | 104 | 121 |
| Nº Taxa BMWP | 29 | 28 | 26 | 17 | 22 |
| ASPT | 6.34 | 6.04 | 5.85 | 6.12 | 5.5 |
| IASPT | 5.66 | 5.18 | 5.22 | 5.33 | 4.92 |
| EPT Taxa | 15 | 9 | 10 | 8 | 8 |
| Nº Indivíduos - EPT | 178 | 122 | 597 | 146 | 416 |
| % de Indivíduos - EPT | 47.09 | 39.48 | 69.18 | 56.81 | 63.13 |
| N Fam. Turbellaria | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| % Ind. Turbellaria | 0.79 | 0.32 | 0 | 0 | 0 |
| N Fam. Hirudinea | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| % Ind. Hirudinea | 0.26 | 0.32 | 0.58 | 0.39 | 0 |
| N Fam. Gastropoda | 2 | 2 | 3 | 0 | 3 |
| % Ind. Gastropoda | 3.7 | 0.97 | 0.46 | 0 | 1.21 |
| N Fam. Bivalvia | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| N Ind. Bivalvia | 0 | 14 | 1 | 36 | 51 |
| % Ind. Bivalvia | 0 | 4.53 | 0.12 | 14.01 | 7.74 |
| N Fam. Crustacea | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| % Ind. Crustacea | 0.26 | 16.83 | 2.43 | 11.28 | 12.75 |
| N Fam. Coleoptera | 2 | 6 | 3 | 1 | 2 |
| % Ind. Coleoptera | 7.94 | 3.24 | 1.97 | 0.39 | 2.12 |
| N Fam. Ephemeroptera | 7 | 5 | 5 | 7 | 5 |
| % Ind. Ephemeroptera | 33.86 | 36.25 | 25.49 | 38.13 | 51.75 |
| N Fam. Diptera | 7 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| % Ind. Diptera | 34.92 | 26.54 | 14.95 | 8.17 | 6.68 |
| N Fam. Heteroptera | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| % Ind. Heteroptera | 1.06 | 2.91 | 8.34 | 8.17 | 5.46 |
| N Fam. Odonata | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| % Ind. Odonata | 0.26 | 0.65 | 0.35 | 0.78 | 0.91 |
| N Fam. Plecoptera | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| % Ind. Plecoptera | 7.14 | 2.59 | 0.7 | 0 | 0 |
| N Fam. Trichoptera | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| % Ind. Trichoptera | 6.08 | 0.65 | 42.99 | 18.68 | 11.38 |

Estes valores, diretamente calculados pelo *software amiib*, permitiram uma interpretação melhor e mais diferenciada. Por exemplo, métricas como IASPT e o EPT são sensíveis e permitem detetar locais mais perturbados. Como exemplo, pode ser feita a comparação entre T7 (rio Tua- Abreiro) e T2 (rio Rabaçal).

Quadro 11. Métricas e índices determinados com o *software amiib* (INAG) para os locais amostrados no rio Sabor (verão 2013).

| Métricas | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| BMWP | 127 | 119 | 116 | 267 | 244 | 152 | 50 | 84 |
| Nº Taxa BMWP | 18 | 16 | 17 | 38 | 34 | 26 | 10 | 16 |
| ASPT | 7.06 | 7.44 | 6.82 | 7.03 | 7.18 | 5.85 | 5 | 5.25 |
| IASPT | 6.5 | 7 | 6.89 | 6.49 | 6.81 | 5.27 | 4.09 | 4.89 |
| EPT Taxa | 11 | 10 | 9 | 22 | 22 | 8 | 3 | 7 |
| Nº Indivíduos - EPT | 312 | 147 | 246 | 539 | 617 | 195 | 23 | 703 |
| % de Indivíduos - EPT | 72.22 | 62.82 | 76.16 | 52.03 | 74.88 | 28.8 | 4.97 | 20.77 |
| N Fam. Turbellaria | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| % Ind. Turbellaria | 0 | 0.43 | 0 | 0.29 | 0.73 | 0 | 0 | 0.03 |
| N Fam. Hirudinea | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| % Ind. Hirudinea | 0.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.44 | 0 | 0.27 |
| N Fam. Gastropoda | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 |
| % Ind. Gastropoda | 2.08 | 0 | 4.02 | 0.48 | 0.97 | 0.59 | 0 | 0.65 |
| N Fam. Bivalvia | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| N Ind. Bivalvia | 35 | 55 | 2 | 17 | 17 | 5 | 11 | 38 |
| % Ind. Bivalvia | 8.1 | 23.5 | 0.62 | 1.64 | 2.06 | 0.74 | 2.38 | 1.12 |
| N Fam. Crustacea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| % Ind. Crustacea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0 | 0 |
| N Fam. Coleoptera | 1 | 0 | 1 | 6 | 5 | 3 | 0 | 0 |
| % Ind. Coleoptera | 0.69 | 0 | 0.62 | 24.52 | 3.03 | 2.81 | 0 | 0 |
| N Fam. Ephemeroptera | 3 | 5 | 3 | 5 | 6 | 5 | 3 | 4 |
| % Ind. Ephemeroptera | 44.21 | 36.32 | 36.84 | 22.01 | 37.99 | 26.44 | 4.97 | 14.27 |
| N Fam. Diptera | 2 | 1 | 2 | 9 | 5 | 5 | 2 | 2 |
| % Ind. Diptera | 10.42 | 8.12 | 11.76 | 12.74 | 14.44 | 56.28 | 22.46 | 72.22 |
| N Fam. Heteroptera | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| % Ind. Heteroptera | 1.62 | 1.71 | 1.24 | 2.03 | 1.33 | 2.22 | 1.94 | 0.03 |
| N Fam. Odonata | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 | 0 | 1 |
| % Ind. Odonata | 3.7 | 2.99 | 5.57 | 3.28 | 2.18 | 2.95 | 0 | 0.06 |
| N Fam. Plecoptera | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| % Ind. Plecoptera | 4.63 | 20.51 | 24.15 | 6.95 | 4.25 | 0 | 0 | 0 |
| N Fam. Trichoptera | 6 | 4 | 4 | 13 | 12 | 3 | 0 | 3 |
| % Ind. Trichoptera | 23.38 | 5.98 | 15.17 | 23.07 | 32.65 | 2.36 | 0 | 6.5 |

Outras métricas com a % de Hirudinea e a % de Diptera são também indicadores, para percentagens elevadas, de perturbação no meio aquático em oposição, por exemplo, aos valores superiores das % de Plecoptera, % de Ephemeroptera e % de Trichoptera.

3.3.5. Biotipologia da comunidade de macroinvertebrados

Na análise NMDS, baseada na comunidade de macroinvertebrados, pode ser visualizada a separação (Valor 2D stress de 0,12, indicador duma boa representação bidimensional da ordenação), entre os locais de amostragem situados na cabeceira dos rios (T1 a T5) e os restantes locais correspondentes ao Médio e Baixo Sabor e Tua (Figura 33). Efetivamente, tal separação permite encontrar uma similaridade com a distribuição de mexilhões em ambas as bacias hidrográficas. Assim, a espécie *Margaritifera margaritifera*, coloniza os cursos de água do Alto Tua, nomeadamente a cabeceira dos rios Mente, Rabaçal e Tuela, enquanto os 3 unionídeos, *Anodonta anatina*, *Unio delphinus* e *Potomida littoralis* estão presentes nas zonas médias e finais de ambos os rios Sabor e Tua.

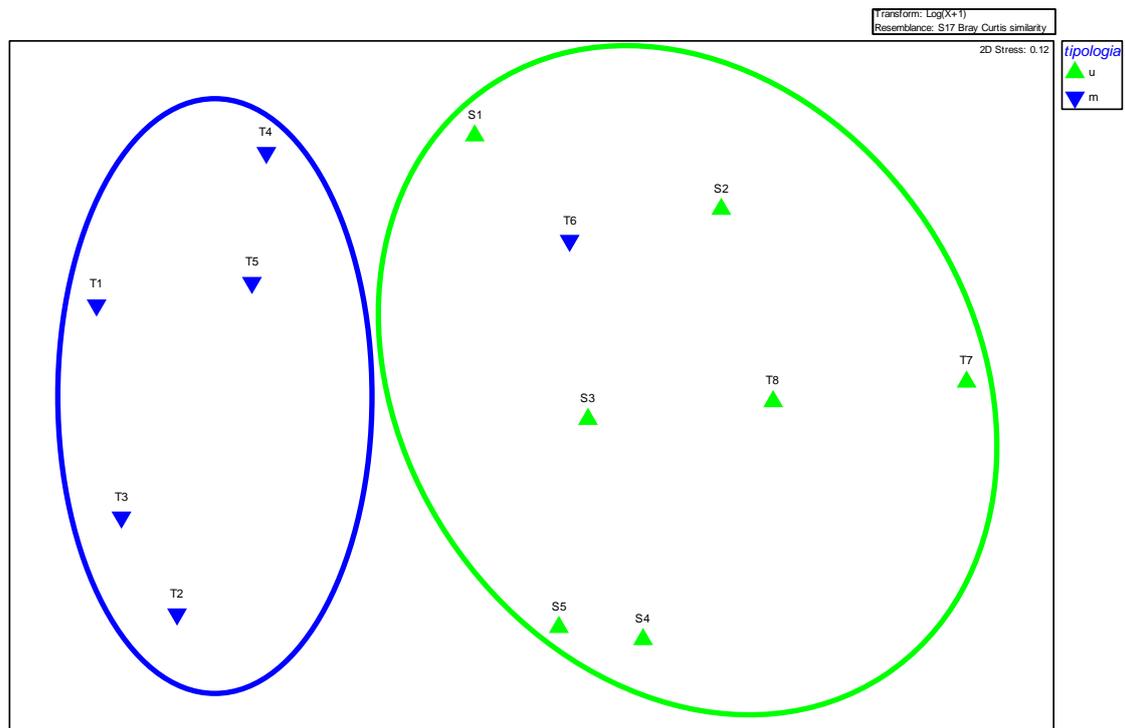


Figura 33. Ordenação NMDS dos locais de amostragem, baseada nas comunidades de invertebrados, considerando dois grupos (Triângulos verdes, u- Zona de unionídeos; Triângulos azuis, m- Zona de *M. margaritifera*) em função da distribuição de mexilhões de água doce em ambas as bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua.

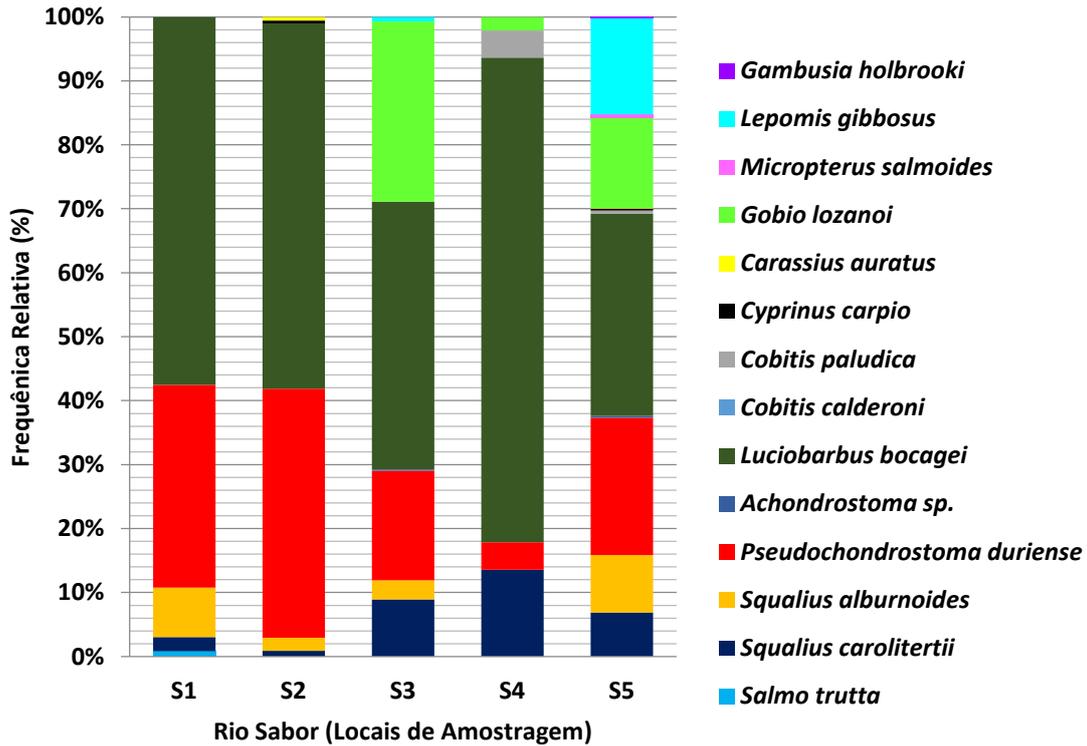


Figura 35. Composição piscícola e abundância relativa nos locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Sabor.

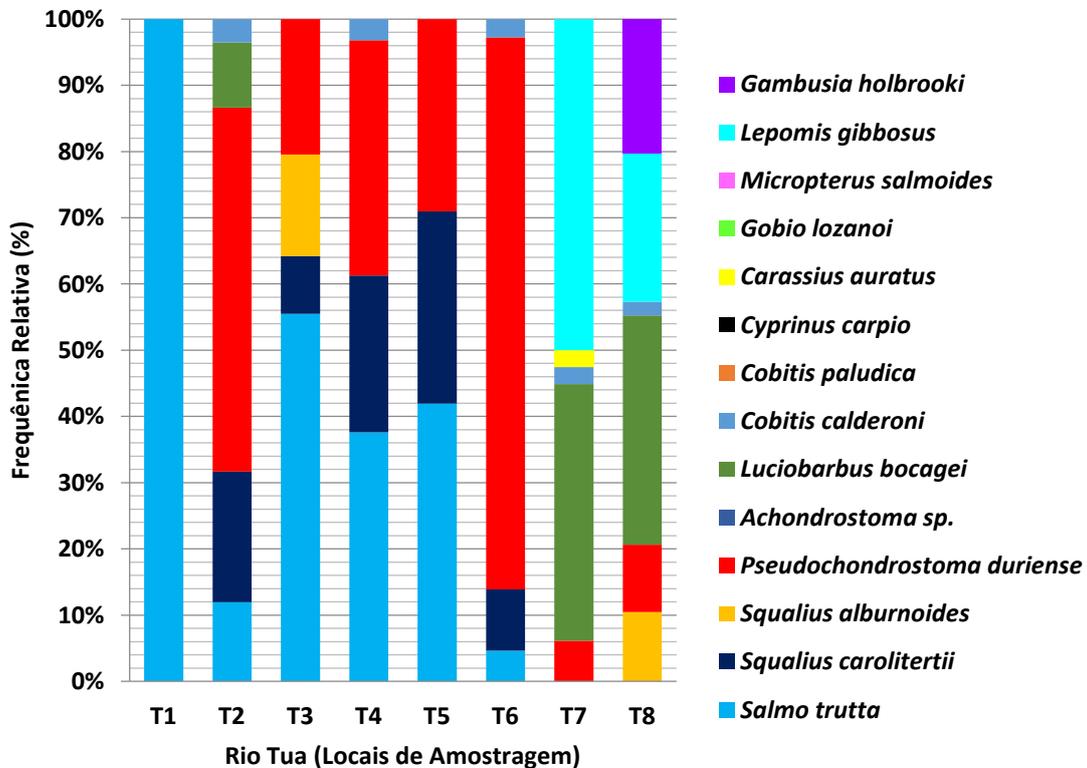


Figura 36. Composição piscícola e abundância relativa nos locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Tua.

Entre eles podem citar-se o escalo (*Squalius carolitertii*), o bordalo (*Squalius alburnoides*), o barbo (*Luciobarbus bocagei*), a boga (*Pseudochondrostoma duriense*) e a *Achondrostoma* sp. (espécie antes conhecida como panjorca; atualmente a aguardar a reclassificação (Robalo *et al.* 2006)). No entanto outras espécies merecem atenção similar como o verdemã-do-norte (*Cobitis calderoni*), muito ameaçado na bacia do rio Tua e a truta de rio, uma espécie com elevado valor não só para a pesca desportiva, como também em termos de conservação. De facto para além da elevada diversidade genética das populações do sul da Ibéria, esta última espécie funciona ainda como hospedeiro único do mexilhão de rio, *Margaritifera margaritifera*, nos rios de estudo. Também os ciprinídeos nativos desempenham papel importante como hospedeiros dos 3 unionídeos presentes nas bacias de estudo. Estudos recentes (Ramos 2011) demonstraram que os peixes exóticos praticamente não funcionam como hospedeiros dos mexilhões de água doce.

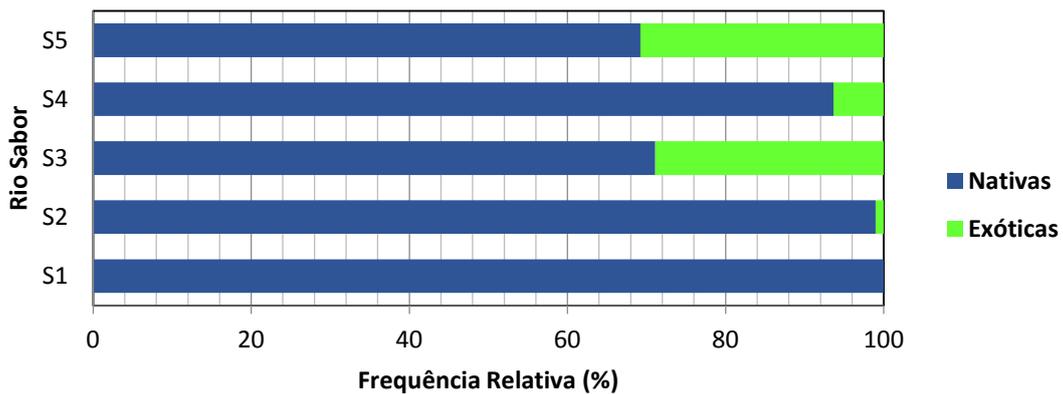


Figura 37. Percentagem de espécies piscícolas nativas e exóticas. Rio Sabor, verão 2013.

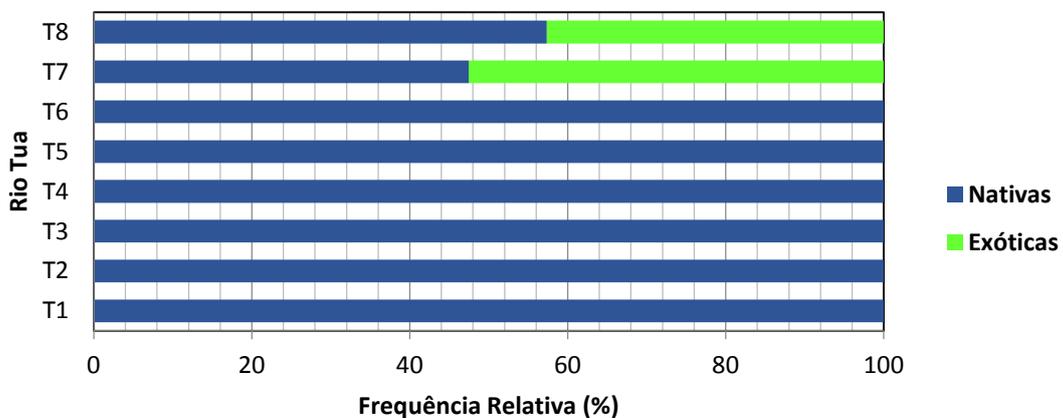


Figura 38. Percentagem de espécies piscícolas nativas e exóticas. Rio Tua, verão 2013.

3.5. Situação atual das populações de mexilhões de rio de Trás-os-Montes

3.5.1. Densidade e estrutura populacional

No presente estudo foram capturados 1780 exemplares de 4 espécies de mexilhões de rio. No Quadro 12 está discriminada a densidade de *M. margaritifera*, *U. delphinus*, *A. anatina* e *P. littoralis* nos locais amostrados das bacias dos rios Sabor e Tua.

Quadro 12. Densidade de *M. margaritifera*, *U. delphinus*, *A. anatina* e *P. littoralis*, nos diferentes troços amostrado dos rios Sabor e Tua (verão de 2012 e 2013)

| Rio | Troço | Setor Acrónimo | Espécie | Densidade (nº ind. m ²) |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Rabaçal | Zona próxima da aldeia da Gestosa (Zona natural riffle/pool) | T2 | <i>M. margaritifera</i> | 3,200 |
| Mente | Zona próxima da aldeia de S. Jumil (Zona natural riffle/pool) | T3 | <i>M. margaritifera</i> | 0,003 |
| Tuela | Zona próxima da aldeia de Dine (Zona situada a jusante de açude) | T4 | <i>M. margaritifera</i> | 0,021 |
| Tuela | Zona próxima da aldeia de Soeira (Zona natural riffle/pool) | T5 | <i>M. margaritifera</i> | 1,214 |
| Tuela | Montante do AH das Trutas (Zona de riffle/run) | T6a | <i>M. margaritifera</i> | 0,448 |
| Tuela | Zona de Regolfo da Albufeira (200 m jusante do limite do regolfo) | T6b | <i>M. margaritifera</i> | 0,001 |
| Tuela | Zona a Jusante do AH das Trutas (jusante do paredão da albufeira) | T6c | <i>M. margaritifera</i> | <0,001 |
| Tua | Zona próxima da aldeia de Abreiro (Zona natural riffle/pool) | T7 | <i>U. delphinus</i> <i>A. anatina</i> <i>P. littoralis</i> | 0,026 0,004 0,044 |
| Tua | Zona próxima da aldeia de Brunheda (Zona natural riffle/pool) | T8 | <i>U. delphinus</i> <i>A. anatina</i> <i>P. littoralis</i> | 0,061 0,001 0,004 |
| Sabor | Zona próxima da vila de Argozelo (Zona natural riffle/pool) | S1 | <i>U. delphinus</i> <i>A. anatina</i> | 0,017 <0,001 |
| Sabor | Zona próxima da aldeia de Santulhão (Zona situada a jusante de um açude) | S2 | <i>U. delphinus</i> <i>A. anatina</i> | 0,015 0,007 |
| Sabor | Zona próxima da aldeia de Sampaio (Zona situada a jusante de um açude) | S3 | <i>U. delphinus</i> <i>A. anatina</i> | 0,018 0,003 |
| Sabor | Zona próxima de Santo Antão da Barca (Zona natural riffle/pool) | S4 | <i>U. delphinus</i> <i>A. anatina</i> <i>P. littoralis</i> | 0,018 0,057 0,011 |
| Sabor | Zona próxima da aldeia do Felgar (Zona de natural- braço lateral) | S5 | <i>U. delphinus</i> <i>A. anatina</i> <i>P. littoralis</i> | 0,121 0,006 0,077 |

Foi detetada uma distribuição diferenciada das espécies autóctones de mexilhões de rio nas bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua. Assim, a espécie *M. margaritifera* foi encontrada apenas no Alto Tua, nomeadamente nos rios Mente, Rabaçal e Tuela, não tendo sido encontrada no Alto Sabor (com base em várias amostragens exploratórias). Por sua vez os unionídeos *U. delphinus*, *A. anatina* e *P. littoralis* foram detetados nos setores do Médio e Baixo Tua e Sabor. Verificou-se, como tendência geral, uma ocorrência irregular e agregada em diversos núcleos populacionais de mexilhões de rio, conforme evidenciam as densidades obtidas nos locais amostrados (Quadro 12).

As densidades mais elevadas de *M. margaritifera* foram encontrados nos rios Rabaçal (Gestosa- T2; 3,2 ind./m²) e Tuela (Soeira, T5; 1,2 ind./m²), rios conhecidos por albergarem populações viáveis desta espécie (Reis 2003a), em oposição a zonas mais perturbadas, onde foram detetadas densidades muito inferiores, como na albufeira do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas, no rio Tuela (T6b; 0,0003 ind./m²).

Relativamente às restantes populações de bivalves amostrados, caso das populações dos três unionídeos, *i.e.* *U. delphinus*, *A. anatina* e *P. littoralis*, as densidades mais apreciáveis foram estimadas, respetivamente nos rios Tua- Abreiro (T7; *U. delphinus* $d= 0,026$ ind./m²; *P. littoralis* $d=0,044$ ind./m²) e Sabor- Santo Antão da Barca (S4; *U. delphinus* $d= 0,018$ ind./m²; *A. anatina* $d=0,057$ ind./m²; *P. littoralis* $d=0,011$ ind./m²) e Felgar (S5; *U. delphinus* $d= 0,121$ ind./m²; *P. littoralis* $d=0,077$ ind./m²).

A **estrutura populacional**, diferenciada pelas 4 espécies de mexilhões de rio presentes, é apresentada para cada um dos troços amostrados (*i.e.* **T2** a **T8** e **S1** a **S5**). Assim, no caso das populações de *M. margaritifera* está ilustrada nas Figuras 39 a 45.

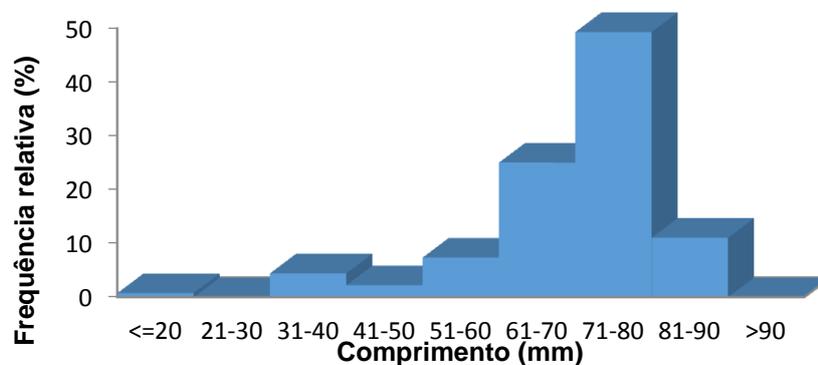


Figura 39. Estrutura populacional de *M. margaritifera*. Rio Rabaçal, Gestosa (T2), setembro 2012.

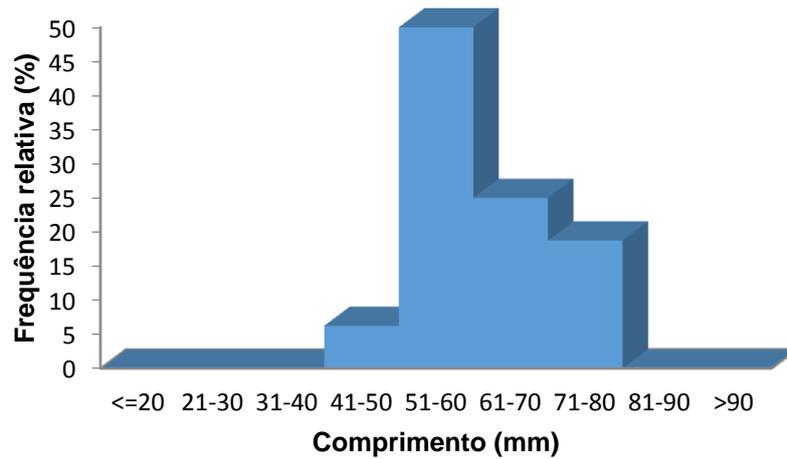


Figura 40. Estrutura populacional de *M. margaritifera*. Rio Mente, S. Jomil (T3), agosto 2013.

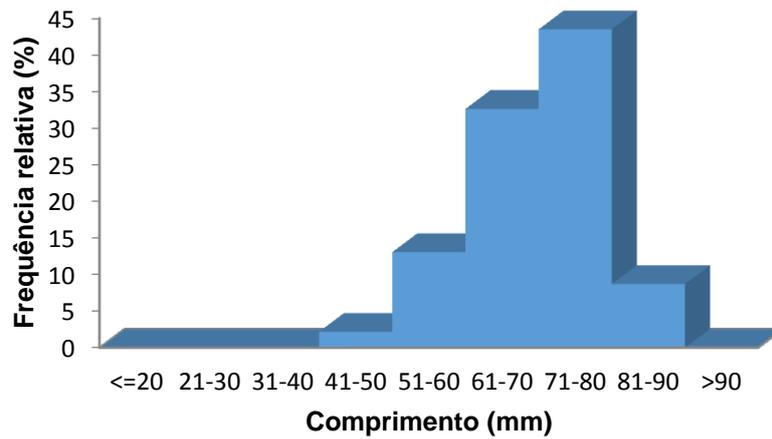


Figura 41. Estrutura populacional de *M. margaritifera*. Rio Tuela, Dine (T4), agosto 2013.

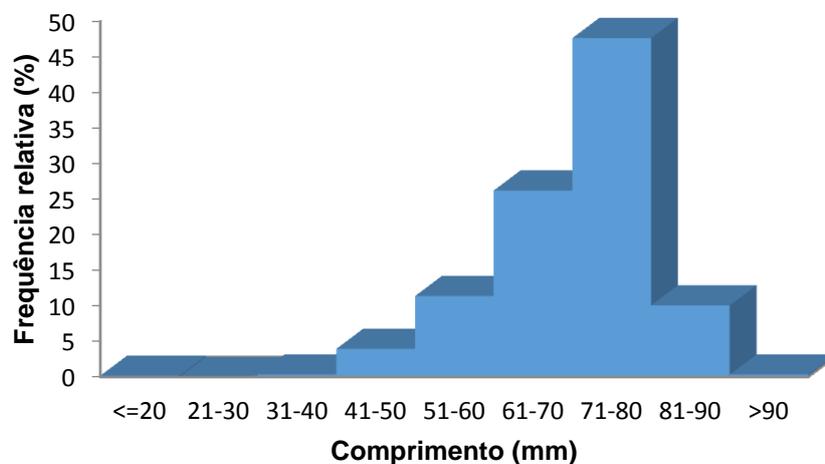


Figura 42. Estrutura populacional de *M. margaritifera*. Rio Tuela, Soeira (T5), agosto 2013.

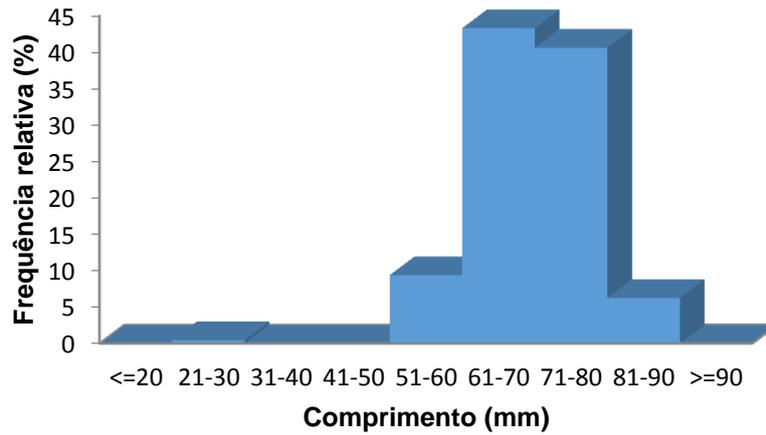


Figura 43. Estrutura populacional de *M. margaritifera* no rio Tuela, situado a montante do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas (T6a) (agosto 2013).

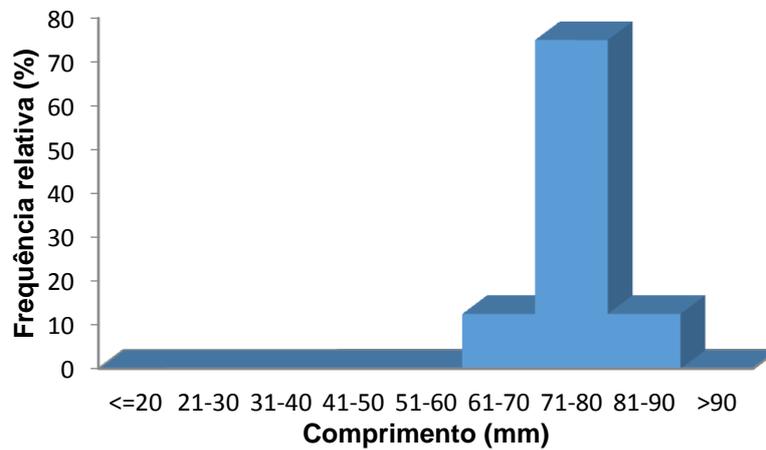


Figura 44. Estrutura populacional de *M. margaritifera* no rio Tuela, situado no interior (albufeira) do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas (T6a) (agosto 2013).

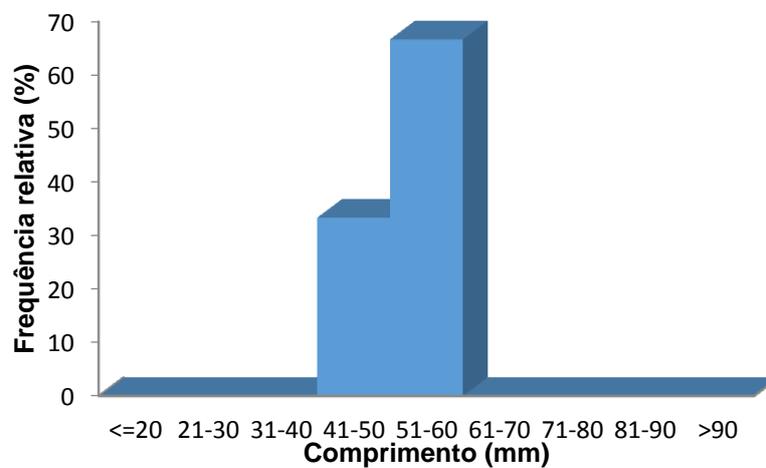


Figura 45. Estrutura populacional de *M. margaritifera* no rio Tuela, situado no interior (albufeira) do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas (T6a) (agosto 2013).

A estrutura populacional encontrada para a espécie *M. margaritifera* no local da Gestosa, precisamente num dos troços de maior densidade (T2, $d=3,2 \text{ ind.m}^{-2}$), é dominada pelas categorias (71-80 mm) e (61-70 mm) sendo, contudo, de realçar a presença de exemplares mais jovens, distribuídos por várias classes, e outros com mais idade (81-90 mm) que reforçam a viabilidade deste núcleo populacional. Esta tendência foi observada noutros locais (*i.e.* T3, T4, T5 e T6a) embora com quantitativos inferiores. No entanto, na área de influência do AH das Trutas (T6b e T6c), para além da já citada diminuição brusca dos quantitativos, verificou-se a ocorrência das categorias de maiores dimensões (*i.e.* 71-80 mm) e praticamente a ausência de indivíduos de menores dimensões (51-60 mm).

No que respeita às populações de unionídeos capturados no rio Tua, a estrutura populacional das três espécies está explícita nas **Figuras 46 a 59**.

Os resultados obtidos para a espécie *Unio delphinus* mostram uma distribuição de classes de tamanhos similar a uma pirâmide, embora com uma proporção maior de juvenis na Brunheda (T8) quando comparada com o Abreiro (T7). De facto, enquanto na Brunheda (T8) estamos perante uma população mais jovem, com domínio da classe (51-60 mm), no Abreiro foi detetada uma maior proporção de exemplares pertencentes à classe (71-80 mm). Apesar de a amostragem contemplar apenas a fração visível importa destacar a deteção de muitos juvenis que mostram o vigor da população em ambos os locais amostrados.

Por sua vez, os quantitativos das populações de *Anodonta anatina* nos locais amostrados no rio Tua, são manifestamente menores quando comparadas, por exemplo, com *Unio delphinus* e, em alguns locais, com *Potomida littoralis*. Tal facto, originou a construção de apenas alguns gráficos, que devem ser interpretados com as reservas mencionadas. No entanto, a captura de exemplares pertencentes à classe (81-90 mm) poderá indiciar a ocorrência de recrutamento, dado que os exemplares adultos desta espécie podem atingir dimensões apreciáveis.

Por fim, a estrutura populacional de *Potomida littoralis*, revela, à semelhança de *U. delphinus*, uma proporção superior de bivalves mais jovens, precisamente na Brunheda (T8, classe 31-40 mm) e menos no Abreiro (T7). Neste caso (T7) foi encontrada uma elevada proporção de indivíduos de dimensão superior (81-90 mm), não tendo sido

detetado qualquer exemplar desta dimensão na Brunheda (T8). Tratando-se duma espécie com uma distribuição não tão generalizada ao longo do eixo longitudinal dos rios, devem referir-se as densidades e o sucesso reprodutor desta espécie em troços muito localizados, situados no último terço do rio Tua.

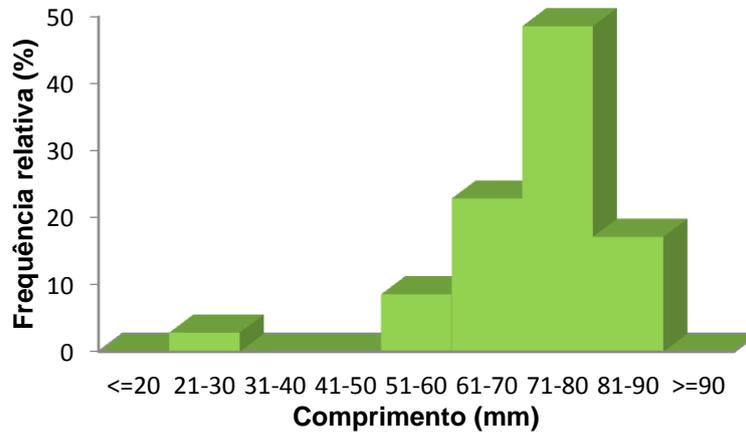


Figura 46. Estrutura populacional de *U. delphinus* no rio Tua, Abreiro (T7) (agosto 2013).

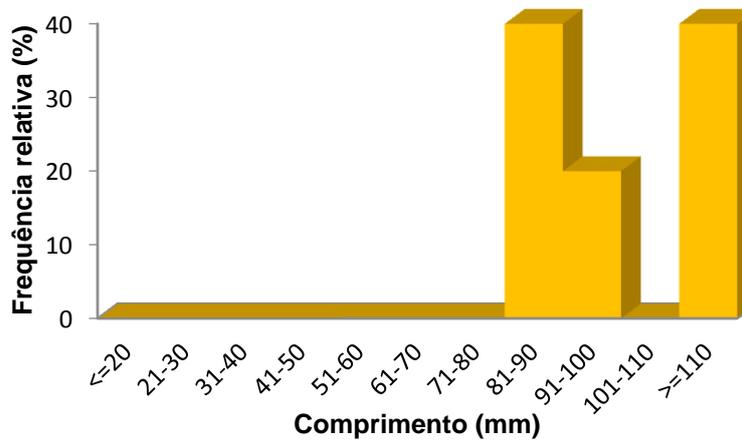


Figura 47. Estrutura populacional de *A. anatina* no rio Tua, Abreiro (T7) (agosto 2013).

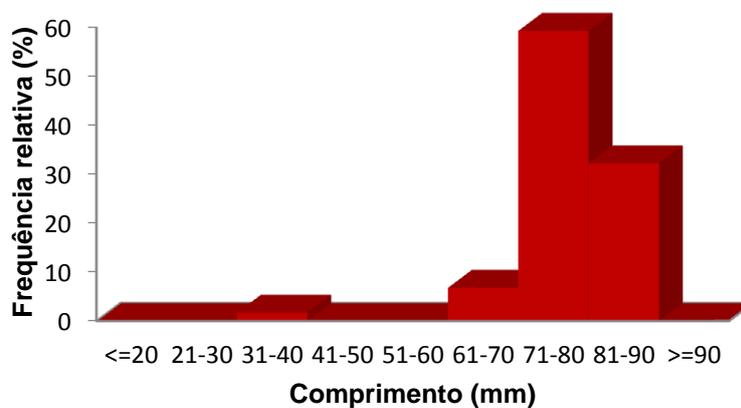


Figura 48. Estrutura populacional de *P. littoralis* no rio Tua, Abreiro (T7) (agosto 2013).

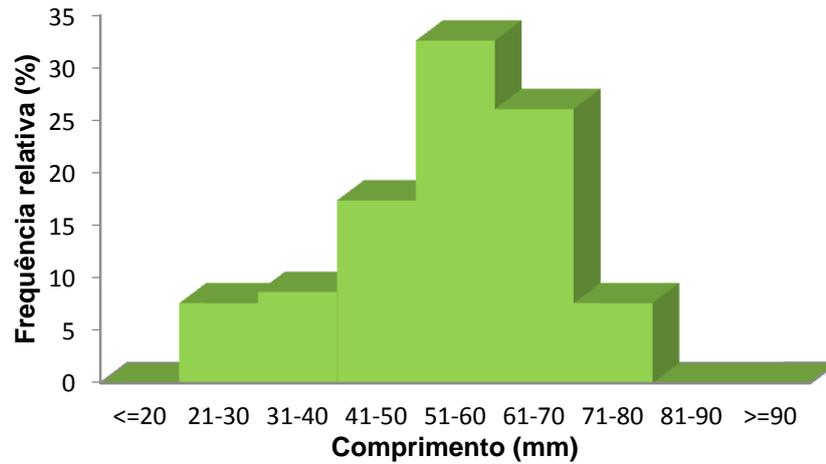


Figura 49. Estrutura populacional de *U. delphinus* no rio Tua, Brunheda (T8) (agosto 2013).

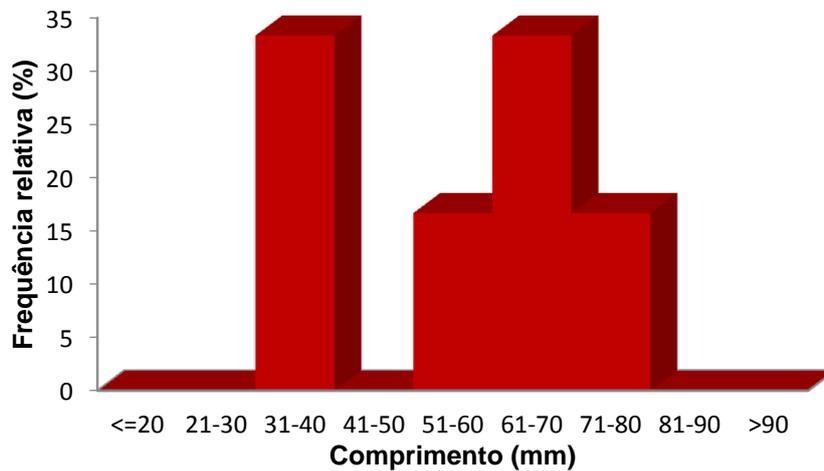


Figura 50. Estrutura populacional de *P. littoralis* no rio Tua, Brunheda (T8) (agosto 2013).

Relativamente às populações de unionídeos do rio Sabor, foi detetada uma estrutura populacional equilibrada para a espécie mais comum e abundante ao longo do rio, caso do *Unio delphinus*, cujas maiores proporções correspondem às classes (41-50 mm) e (51-60 mm) tendo sido, contudo, encontrados indivíduos mais jovens (21-40 mm) e de mais idade (>71-80 mm). Destaque para a população de *A. anatina* presente em Santo Antão da Barca (S4), com quantitativos elevados (114 exemplares) distribuídos por diferentes classes, considerando dimensões muito pequenas (21-30 mm), sempre difíceis de detetar pela metodologia usada neste estudo, em contraste com alguns exemplares de dimensões apreciáveis (>81 mm). A estrutura populacional da espécie *P. littoralis*, quer em Santo Antão da Barca quer no Felgar, locais onde foi encontrada, evidenciam populações viáveis, com bom sucesso reprodutor.

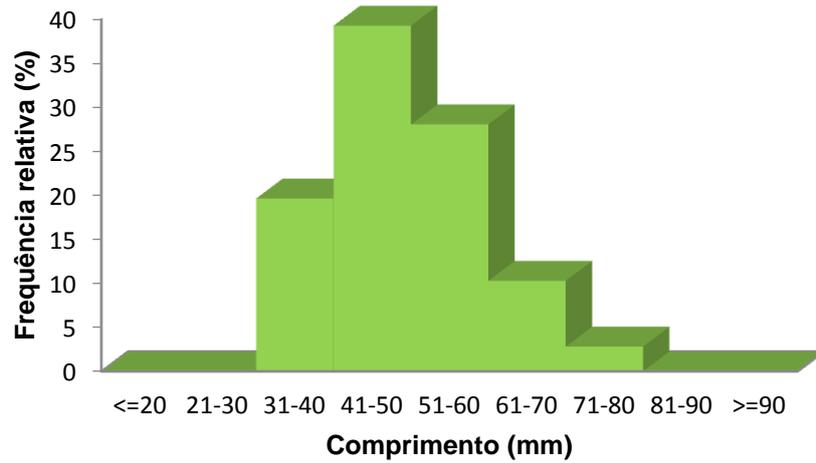


Figura 51. Estrutura populacional de *U. delphinus* no rio Sabor, Argozelo (S1) (agosto 2013).

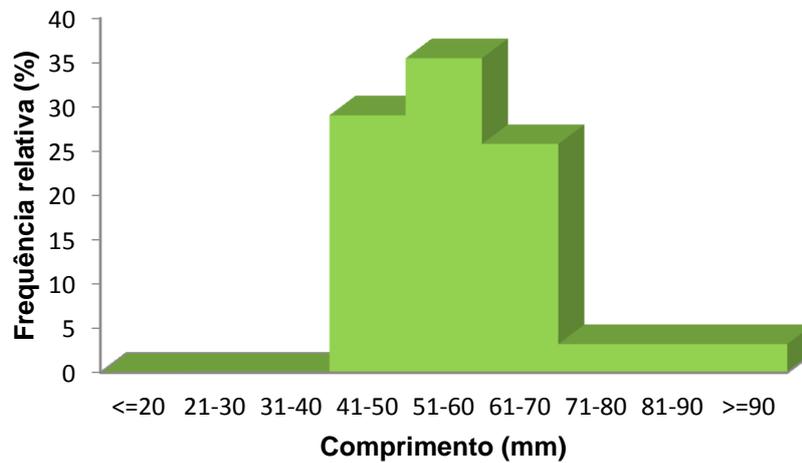


Figura 52. Estrutura populacional de *U. delphinus* no rio Sabor, Santulhão (S2) (agosto 2013).

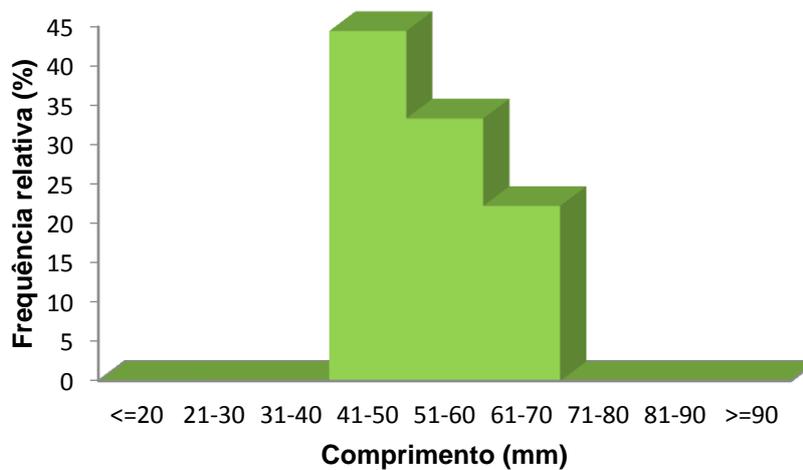


Figura 53. Estrutura populacional de *U. delphinus* no rio Sabor, Sampaio (S3) (agosto 2013).

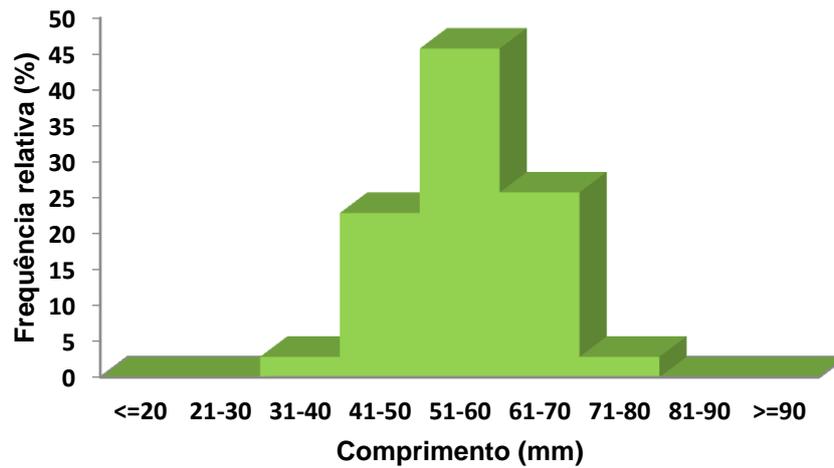


Figura 54. Estrutura populacional de *U. delphinus*. Rio Sabor, S. Antão da Barca (S4), agosto 2013.

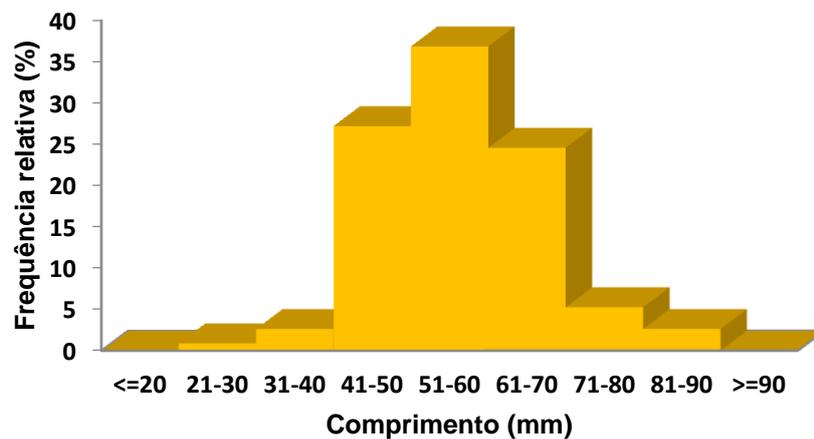


Figura 55. Estrutura populacional de *A. anatina*. Rio Sabor, S. Antão da Barca (S4), agosto 2013.

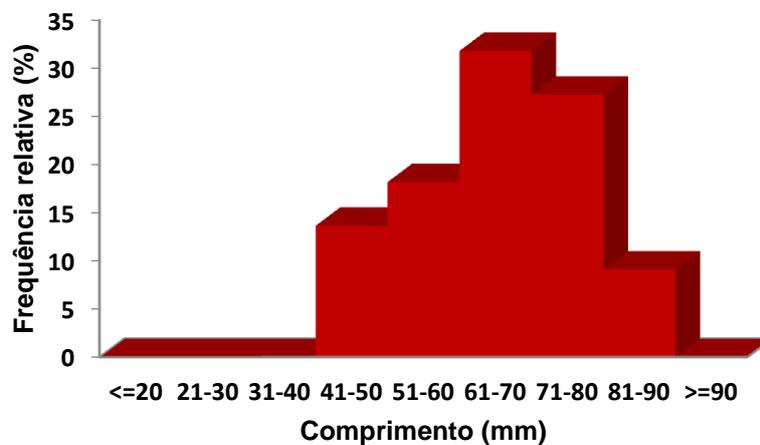


Figura 56. Estrutura populacional de *P. littoralis*. Rio Sabor, S. Antão da Barca (S4), agosto 2013.

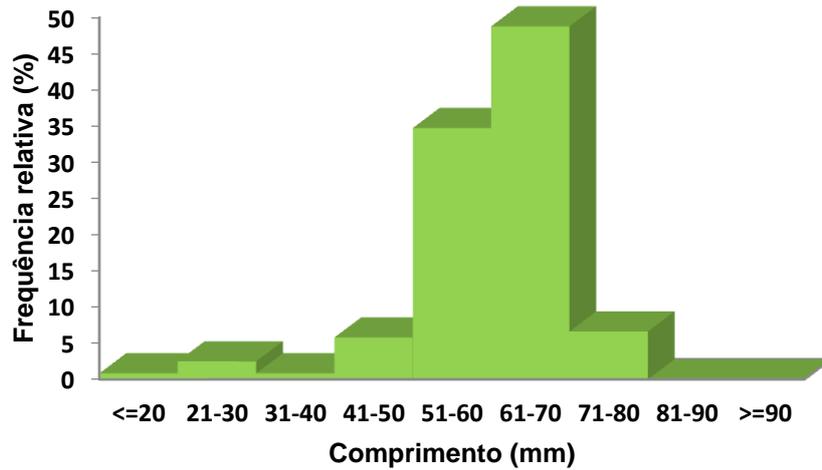


Figura 57. Estrutura populacional de *U. delphinus* no rio Sabor, Felgar (S5) (agosto 2013).

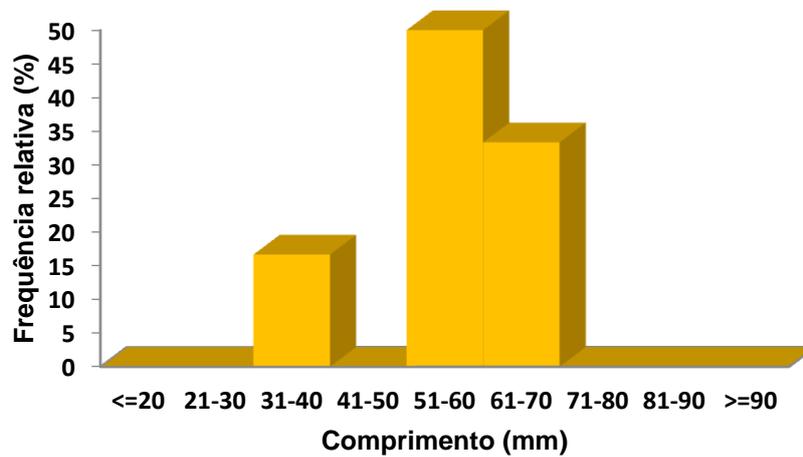


Figura 58. Estrutura populacional de *A. anatina* no rio Sabor, Felgar (S5) (agosto 2013).

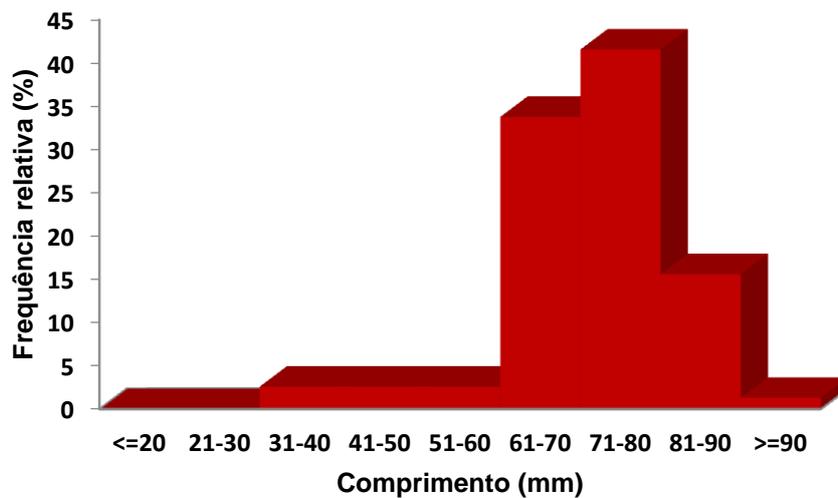


Figura 59. Estrutura populacional de *P. littoralis* no rio Sabor, Felgar (S5) (agosto 2013).

3.5.2 Habitat usado pelos mexilhões de rio

3.5.2.1. Uso do habitat pela espécie *Margaritifera margaritifera*

O habitat usado pela *M. margaritifera* confirmou uma tendência distinta entre os exemplares capturados na albufeira do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas (T6b) e os restantes troços amostrados. Assim, na albufeira do AH das Trutas os exemplares capturados foram encontrados em zonas cada vez mais abertas do canal, em oposição à maioria concentrada na proximidade das margens do rio (Figura 60).

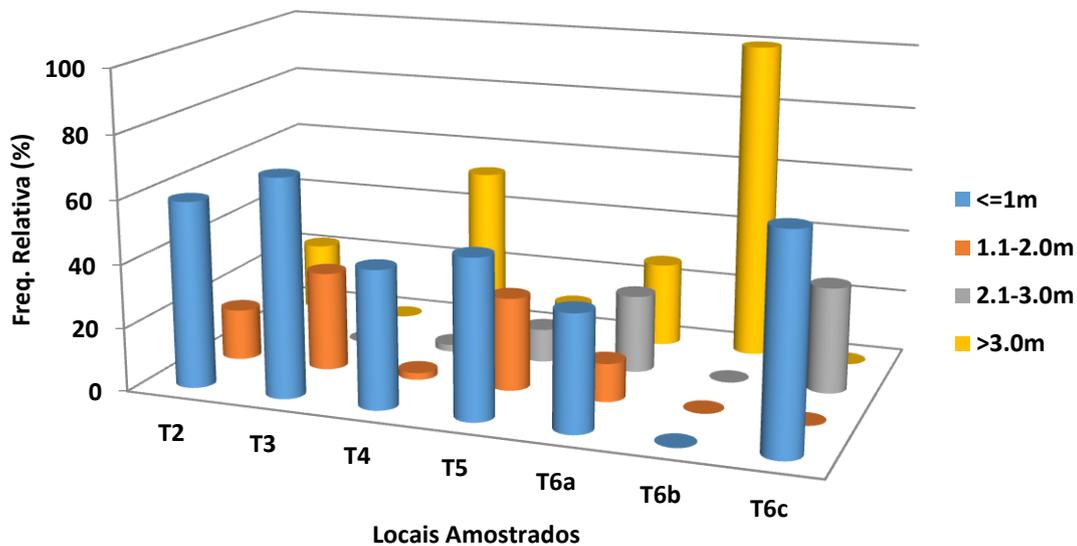


Figura 60. Microhabitat usado: Distância à margem mais próxima (metros) da espécie *M. margaritifera* nos rios Mente, Tuela e Rabaçal (T2 a T6c) (verão de 2012 e 2013)

De facto, nos troços lóticos situados a montante do AH das Trutas foi notória a presença de *M. margaritifera* (na maioria dos locais superior a 50% dos indivíduos capturados) na proximidade das margens, ou seja, a uma distância inferior a 2 metros da linha definida pela galeria ripícola (Figura 60).

Relativamente à variável do microhabitat- cobertura, verificou-se que, à semelhança dos rios de montanha da região, predomina o ensombramento promovido pelas copas das árvores, a presença de raízes expostas de amieiros e margens escavadas, para além de blocos e pedras que conferem uma elevada rugosidade hidráulica. Estes microhabitats são os preferidos dos bivalves e também da fauna piscícola e em especial para a truta de rio, hospedeiro da *M. margaritifera* (Figura 61).

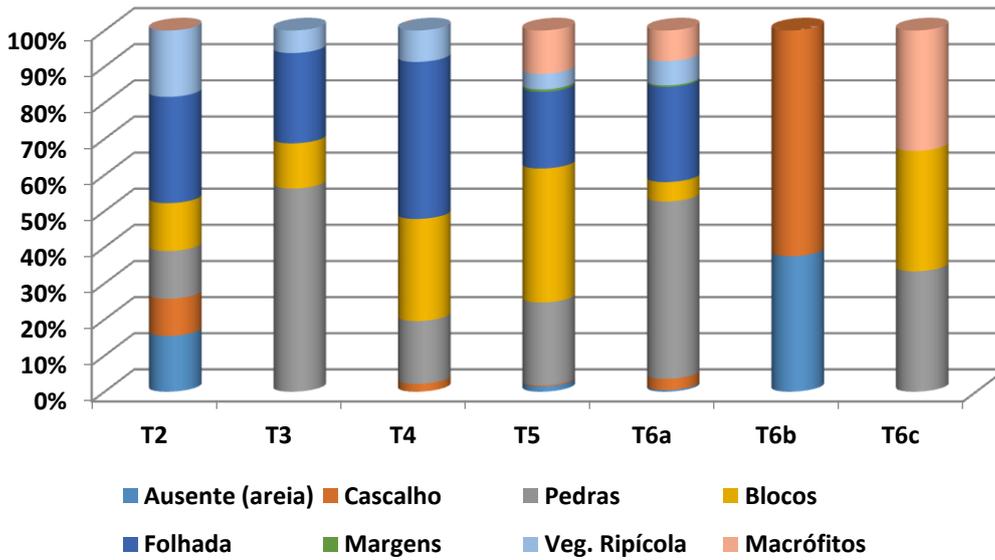


Figura 61. Microhabitat usado pela espécie *M. margaritifera* nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável - cobertura (verão de 2012 e 2013)

Comparativamente com o troço amostrado no interior da albufeira, cujos mexilhões ocuparam zonas sem qualquer cobertura, com substrato dominante composto por areia e cascalho, é notório o contraste com as restantes populações presentes nas zonas lóticicas (Figura 62) que ocorrem em mosaicos de microhabitats diversos e de granulometria heterogénea. No entanto, a maioria dos bivalves foi encontrada enterrada, parcial ou totalmente, em substratos de finos (areia), embora beneficiando preferencialmente da estabilidade proporcionada pelas pedras e blocos (Figura 62).

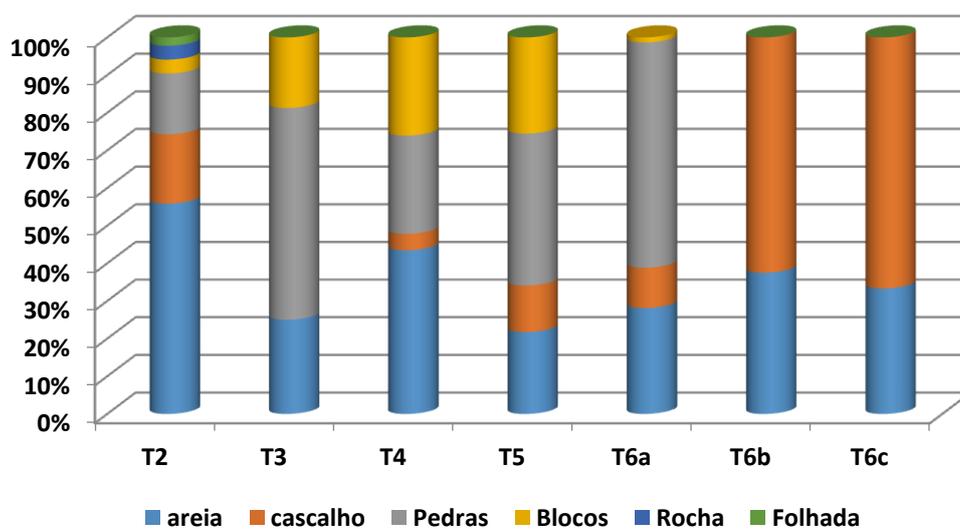


Figura 62. Microhabitat usado pela espécie *M. margaritifera* nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável – substrato dominante (verão de 2012 e 2013)

Relativamente à profundidade mais usada pelos núcleos populacionais de *M. margaritifera* verificou-se, em consonância com outras variáveis do microhabitat, a preferência do mexilhão de rio por zonas menos profundas (0-60 cm), que correspondem muitas vezes às margens do ecossistema aquático (Figura 63), com exceção dos locais sujeitos à regularização (> 100 cm).

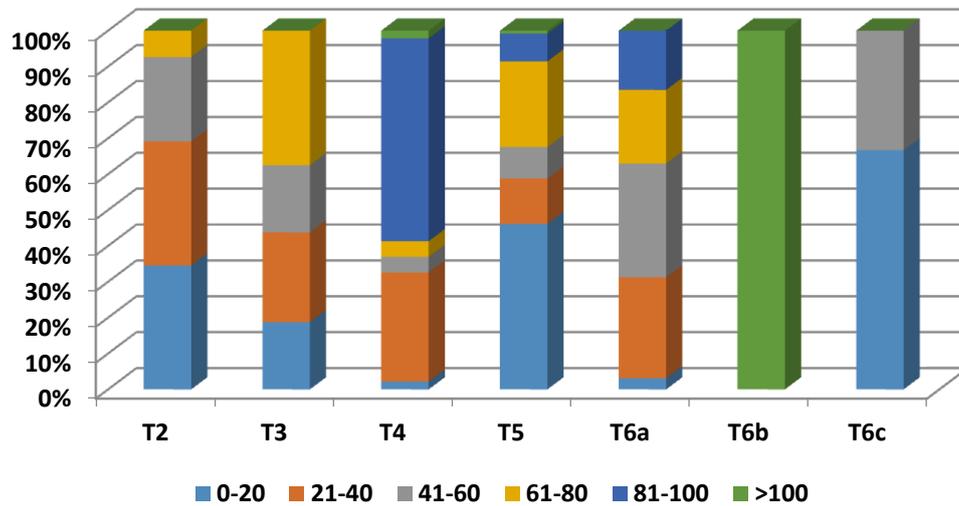


Figura 63. Microhabitat usado pela espécie *M. margaritifera* nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável – profundidade total (verão de 2012 e 2013)

Relativamente à velocidade da corrente medida na coluna (Figura 64) e no leito (Figura 65) do rio registou-se uma tendência para colonizar locais de corrente inferior, embora tenham também sido capturados indivíduos em zonas de maior corrente (> 0,5 m.s⁻¹).

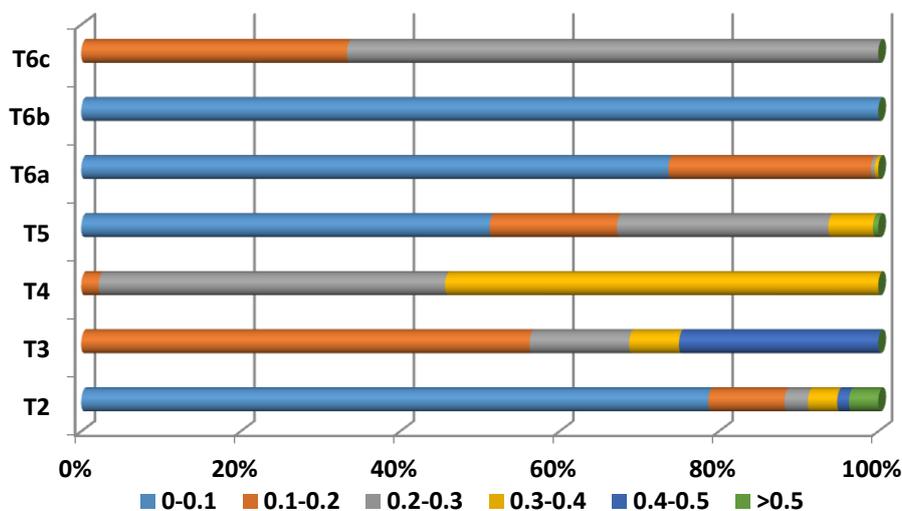


Figura 64. Microhabitat usado pela espécie *M. margaritifera* nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável – Velocidade da corrente (m/s) na coluna de água (verão de 2012 e 2013)

Esta análise está associada à época de verão onde os caudais são muitas vezes diminutos e críticos em períodos de seca mais prolongada. No entanto, nestes rios o fluxo de água é permanente e os valores máximos ocorrem na época de inverno/primavera como resultado de precipitações intensas. Por outro lado, a rugosidade hidráulica protege os bivalves dispostos nos interstícios do substrato, impedido a sua exposição a velocidades elevadas.

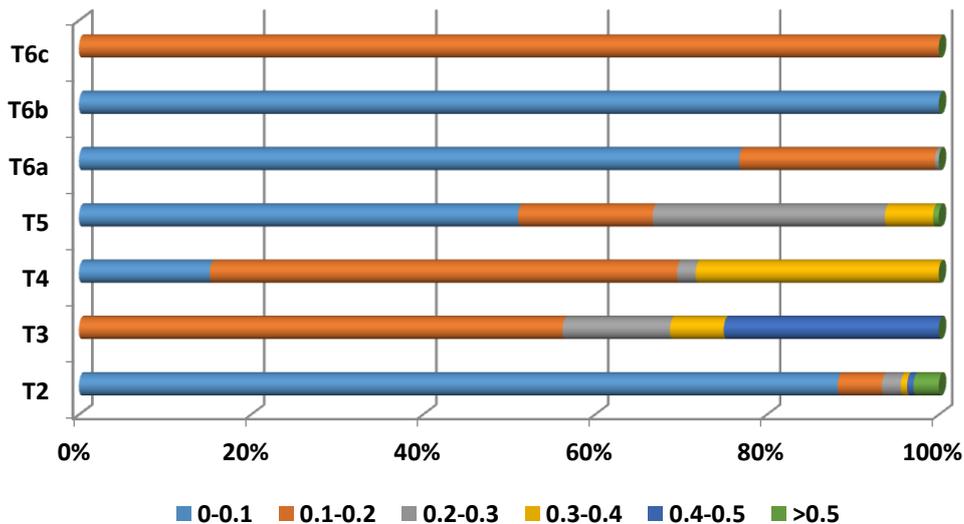


Figura 65. Microhabitat usado pela espécie *M. margaritifera* nos troços amostrados (T2 a T6c): Variável – Velocidade da corrente (m/s) no leito do rio (verão de 2012 e 2013)

3.5.2.2. Uso do habitat pela espécie *Unio delphinus*

As zonas próximo das margens constituem o habitat mais usado por *U. delphinus*, na maioria dos locais amostrados, com exceção da Brunheda (T8) (Figura 66).

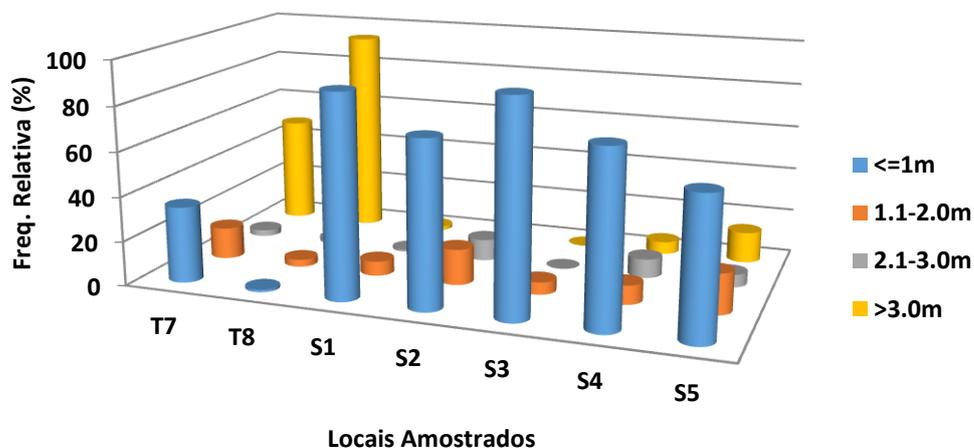


Figura 66. Microhabitat usado: Distância à margem mais próxima (metros) da espécie *U. delphinus*, nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) (verão de 2012 e 2013)

No entanto, no que respeita à cobertura (**Figura 67**) e substrato dominante usados por *Unio delphinus*, verificou-se que a espécie possui uma grande plasticidade ecológica, dado que foram capturados exemplares em diferentes microhabitats, *i.e.* em zonas de substrato grosseiro (pedras, blocos) ou fino (areia, limos), beneficiando de ensombramento exterior (vegetação ripícola pendente) ou interior (macrófitos submersos, *e.g.* *Ranunculus* sp.).

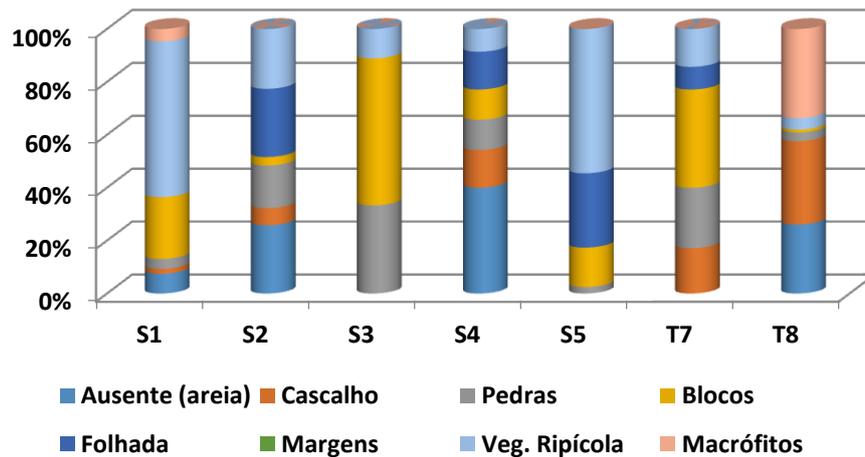


Figura 67. Microhabitat usado pela espécie *U. delphinus*, nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável - cobertura (verão de 2012 e 2013)

A maioria dos exemplares estava parcial ou totalmente enterrada em substratos arenosos (detetados tão somente pela visualização dos orifícios dos sífões), enquanto uma minoria estava completamente expostos à superfície no leito do curso de água (nomeadamente em zonas impermeáveis de blocos, pedras, rocha dura) (**Figura 68**).

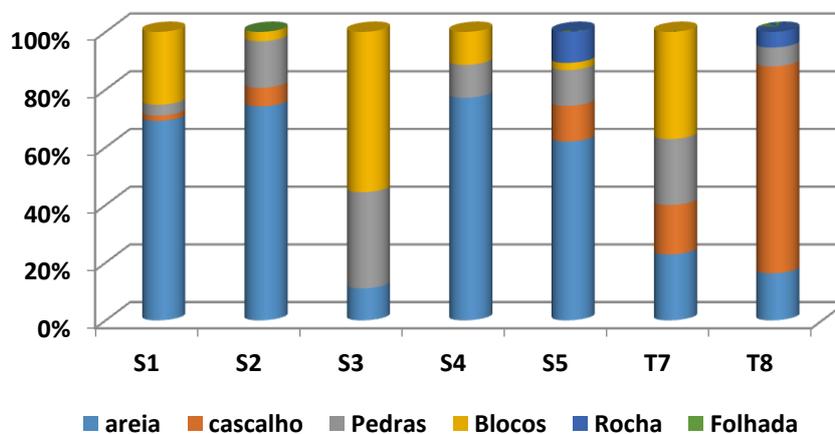


Figura 68. Microhabitat usado pela espécie *U. delphinus*, nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável – substrato dominante (verão de 2012 e 2013)

Verificou-se ainda que, relativamente à profundidade, a maioria (cerca de 90%) dos núcleos populacionais de *U. delphinus* foi encontrada em zonas menos profundas (0-60 cm), situadas nas margens do ecossistema aquático (Figura 69).

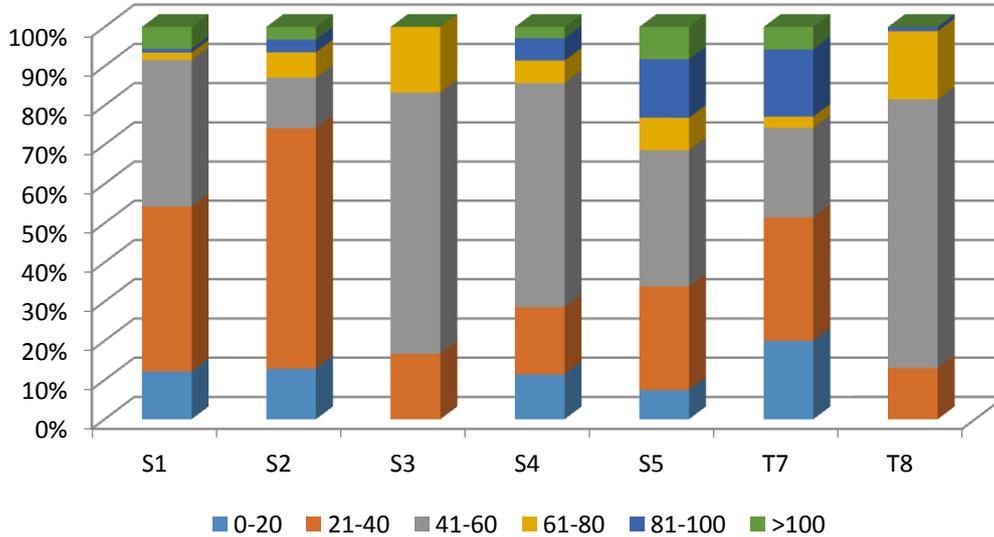


Figura 69. Microhabitat usado pela espécie *U. delphinus*, nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável – profundidade total (verão de 2012 e 2013)

A espécie foi ainda detetada em zonas de baixa velocidade da corrente, maior na coluna do que no leito do curso de água (Figuras 70 e 71). A exceção foi observada no rio Tua, no local de Abreiro (T7), onde foram mensurados valores da velocidade da corrente, distribuídos pelo conjunto de classes definido.

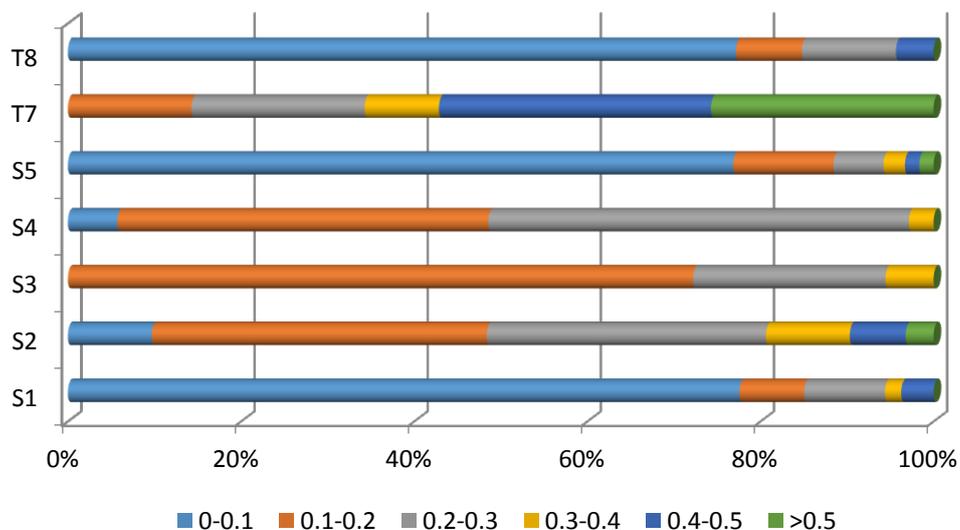


Figura 70. Microhabitat usado pela espécie *U. delphinus*, nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável – Velocidade da corrente na coluna de água (verão de 2012 e 2013)

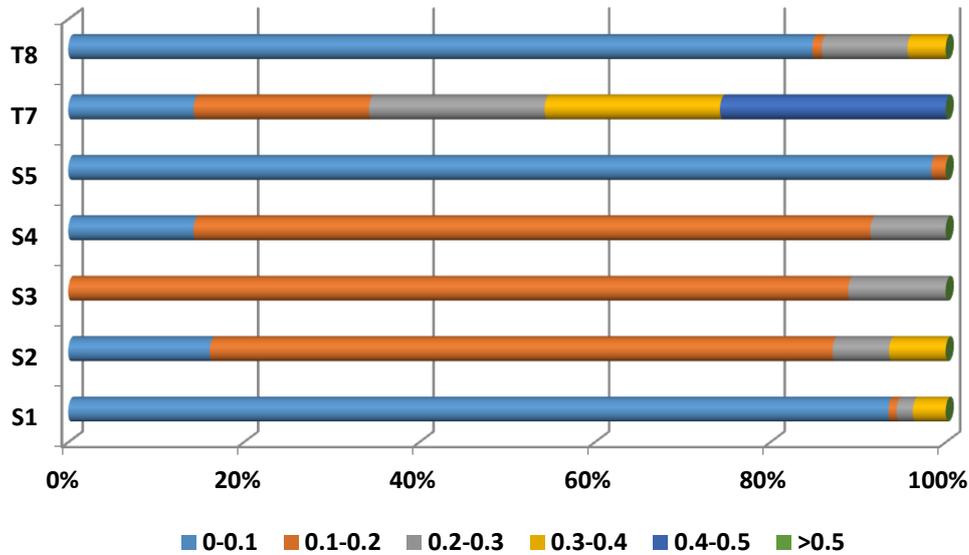


Figura 71. Microhabitat usado pela espécie *U. delphinus*, nos rios Tua e Sabor (T7, T8 e S1 a S5) Variável – Velocidade da corrente no leito do curso de água (verão de 2012 e 2013)

Tendo em conta a densidade variável da espécie *U. delphinus* nos diferentes locais amostrados, é de destacar a forte capacidade de adaptação às condições ambientais diversas ao longo da sequência de habitats existentes em ambos os rios de estudo.

3.5.2.3. Uso do habitat pela espécie *Potomida littoralis*

Comparativamente com *U. delphinus*, a espécie *Potomida littoralis* ocupa não só zonas próximas da margem (*i.e.* < 2 metros) como também zonas mais afastadas (Figura 72).

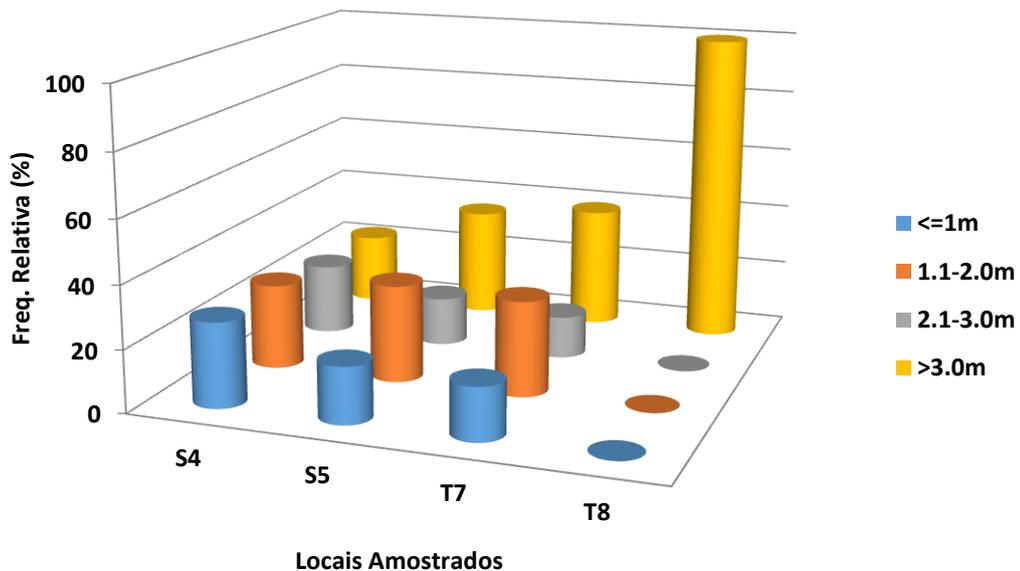


Figura 72. Microhabitat usado: Distância à margem mais próxima (metros) da espécie *P. littoralis*, rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8) (verão de 2012 e 2013)

Com efeito, apesar de ter uma distribuição menos “generalizada”, verificou-se que esta espécie (*P. littoralis*), ocupa maioritariamente zonas de rápidos (*riffles*), que alternam entre *pools* muito extensos das zonas do Baixo Sabor e Tua, muitas vezes colonizando braços laterais, com fluxo permanente de água, mesmo em épocas de estio prolongado. Foi detetada ainda tendência para a espécie aumentar a sua densidade em locais particulares, cujo substrato é francamente grosseiro, dominado por pedras e blocos, encontrando-se os exemplares perfeitamente encaixados e parcialmente enterrados nos interstícios destes microhabitats (**Figura 73**).

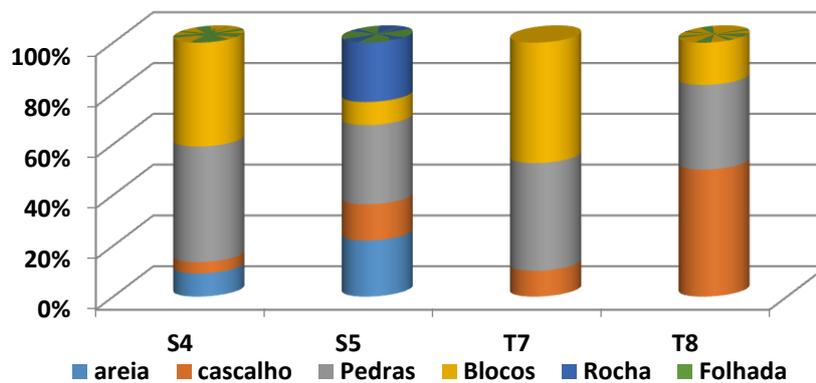


Figura 73. Microhabitat usado pela espécie *P. littoralis*, rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8)
Variável – substrato dominante (verão de 2012 e 2013)

Face à preferência demonstrada ao nível do substrato dominante, a cobertura que usufruem estes animais é maioritariamente composta pelas pedras e blocos, que oferecem refúgio não só aos bivalves mas também à fauna piscícola de hábitos mais reófilos, caso dos ciprinídeos endémicos como os barbos, bogas e escalos (**Figura 74**).

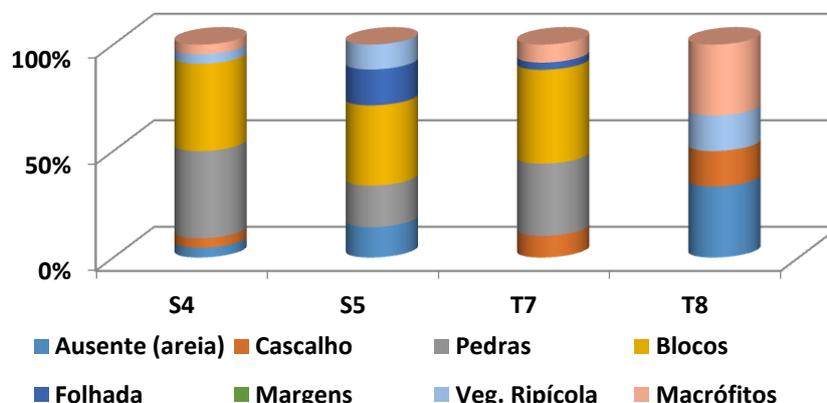


Figura 74. Microhabitat usado pela espécie *P. littoralis*, nos rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8)
Variável - cobertura (verão de 2012 e 2013)

Ainda que possam ser encontrados exemplares de *P. littoralis* em profundidades superiores a 100 cm, a maioria ocorre, no período estival (correspondente à amostragem efetuada), em profundidades que oscilam entre 20 e 60 cm (Figura 75), precisamente em zonas de *riffles* com fluxo contínuo de água.

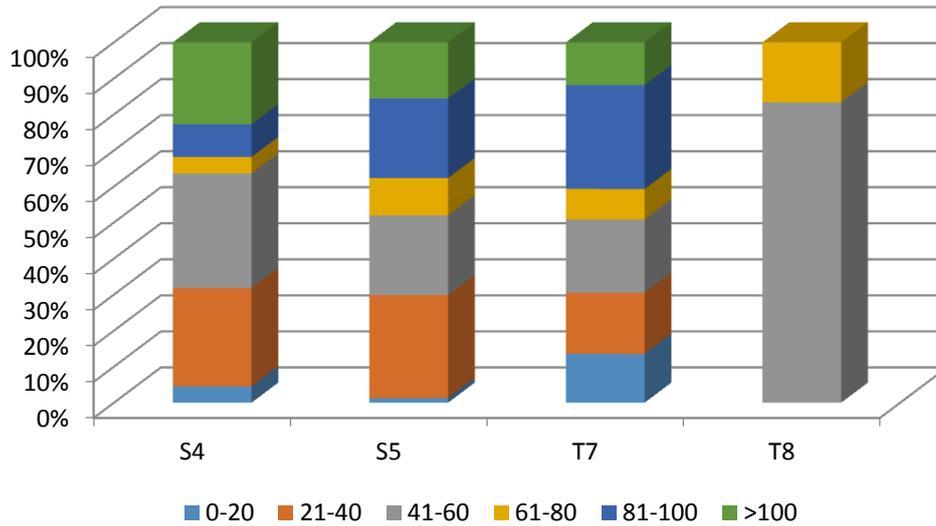


Figura 75. Microhabitat usado pela espécie *P. littoralis*, rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8)
Variável – profundidade total (verão de 2012 e 2013)

Estas zonas preferidas de *P. littoralis*, possuem por norma de velocidades da corrente superiores, quer na coluna de água quer no leito do curso de água, quando se faz uma análise comparativa com o habitat usado pelo *Unio delphinus* e inclusive pela *Anodonta anatina* (Figuras 70 e 71, ver por comparação Figuras 76 e 77).

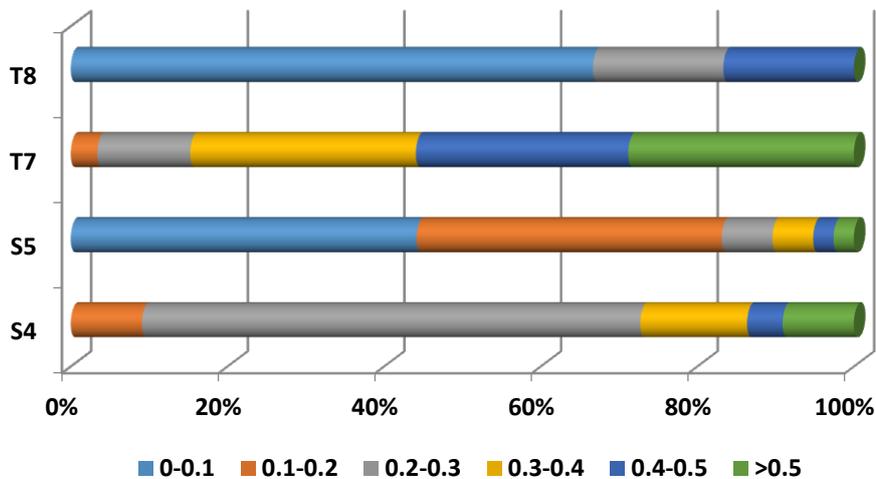


Figura 76. Microhabitat usado pela espécie *P. littoralis*, rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8)
Variável – Velocidade da corrente na coluna de água (verão de 2012 e 2013)

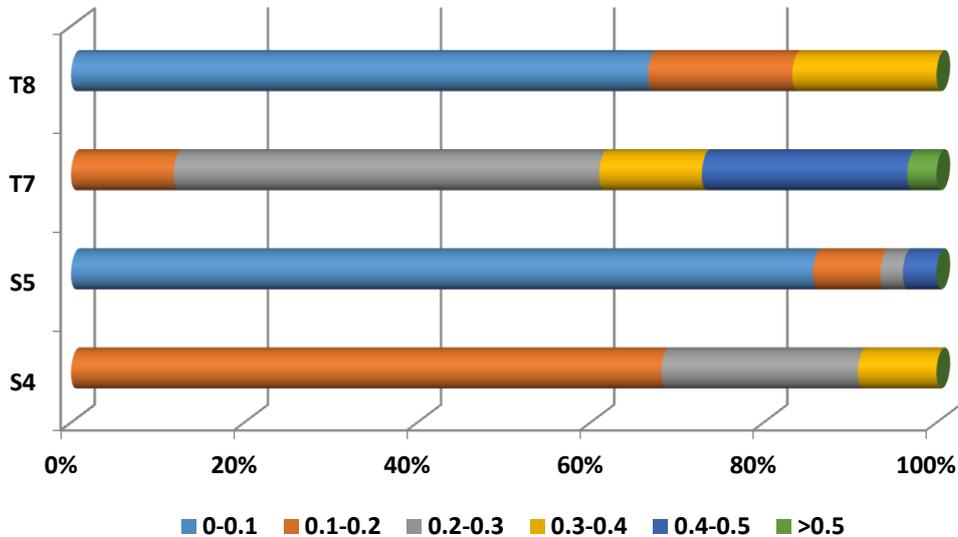


Figura 77. Microhabitat usado pela espécie *P. littoralis*, rios Sabor e Tua (S4, S5, T7, T8)
Variável – Velocidade da corrente no leito do curso de água (verão de 2012 e 2013)

Importa realçar que esta espécie parece diferenciar-se no uso do habitat relativamente aos outros unionídeos simpátricos, *i.e.* que habitam as zonas do Baixo Sabor e Tua.

3.5.2.4. Uso do habitat pela espécie *Anodonta anatina*

A espécie *Anodonta anatina* ocorre conjuntamente com *Unio delphinus* em muitos microhabitats, nomeadamente nas zonas próximo das margens. Contudo, é também encontrada uma proporção significativa em zonas mais afastada (> 3m) (Figura 78).

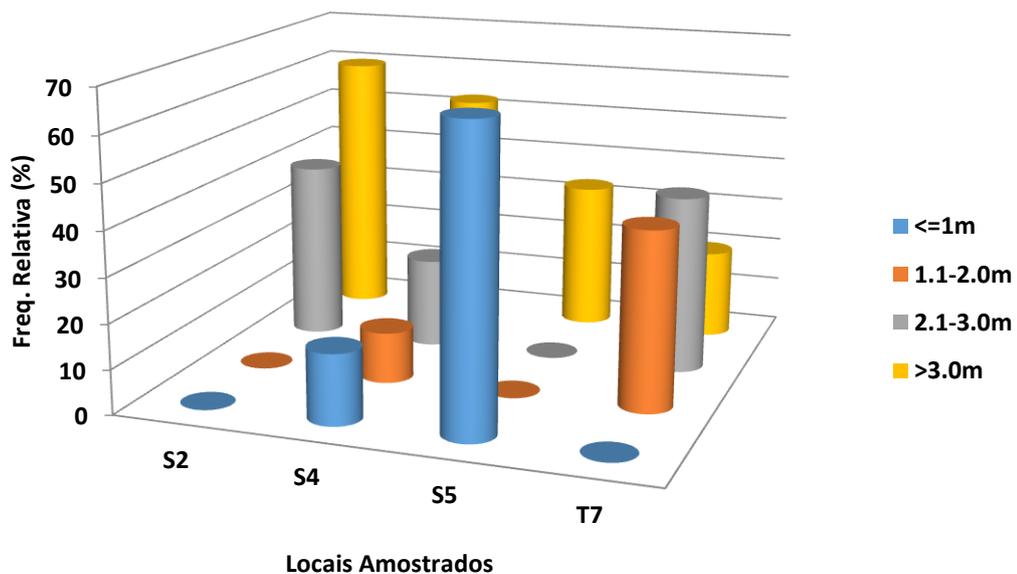


Figura 78. Microhabitat usado: Distância à margem mais próxima (metros) da espécie *A. anatina*, rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7) (verão de 2012 e 2013)

De facto, pode ser encontrada em diversas profundidades embora, na época estival ocorra também em zonas mais profundas (> 100 cm), dependendo dos locais de amostragem (Figura 79).

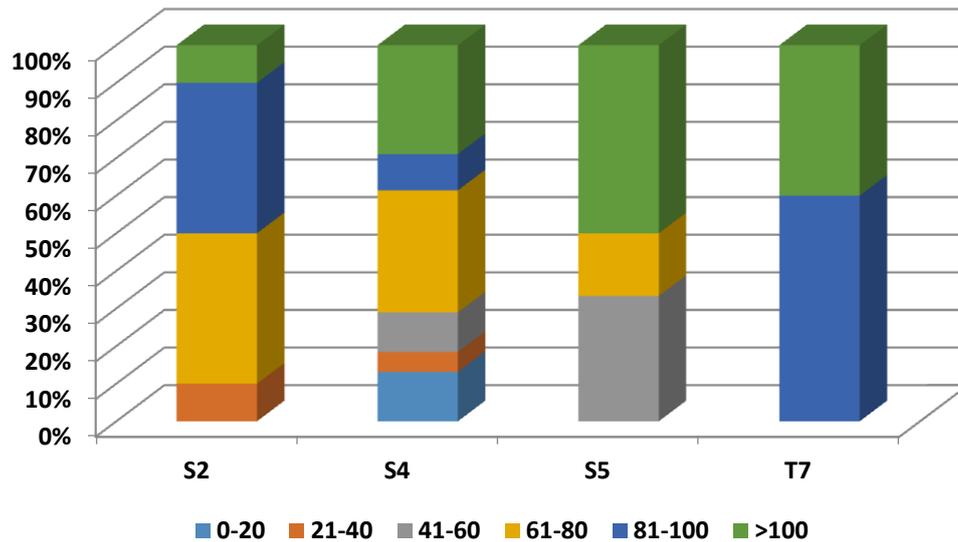


Figura 79. Microhabitat usado pela espécie *A. anatina*, rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7)
Variável – profundidade total (verão de 2012 e 2013)

Por norma, o substrato dominante consiste em material de granulometria fina, caso de limos e areia, com a particularidade da presença de material orgânico (vasa) em muitos locais onde ocorrem núcleos populacionais mais densos (Figura 80).

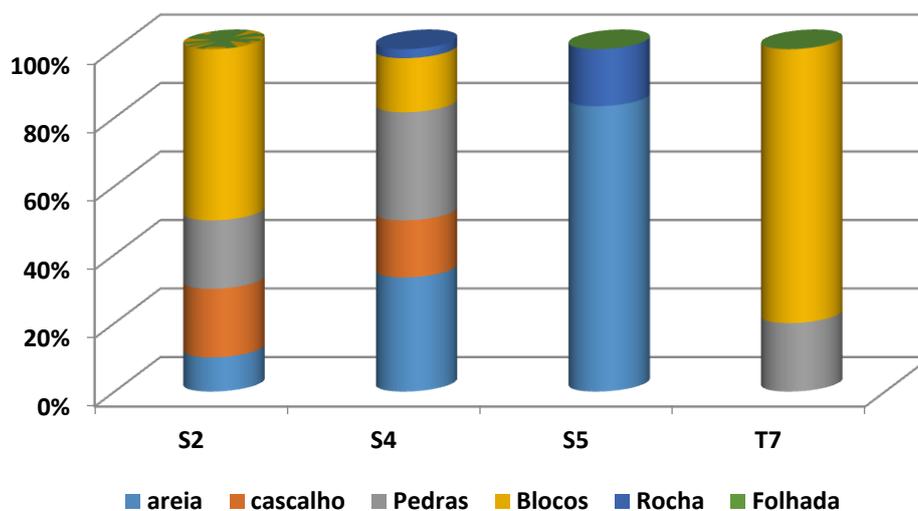


Figura 80. Microhabitat usado pela espécie *A. anatina*, rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7)
Variável – substrato dominante (verão de 2012 e 2013)

À semelhança dos restantes unionídeos a proximidade das margens confere cobertura não só para os bivalves mas também para a fauna piscícola. No entanto a maioria dos exemplares de *A. anatina* ocorrem enterrados nos sedimentos finos, mas usufruindo da proteção de blocos e pedras que conferem estabilidade ao substrato (**Figura 81**).

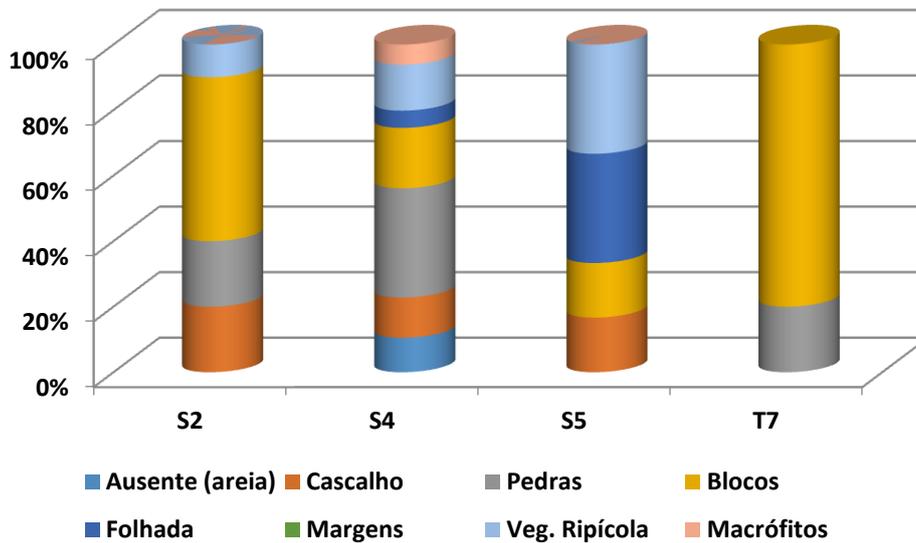


Figura 81. Microhabitat usado pela espécie *A. anatina*, nos rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7)
Variável - cobertura (verão de 2012 e 2013)

Dado ocuparem uma franja mais alargada de habitats, a espécie *A. anatina*, quando comparada com *Unio delphinus* está sujeita a velocidades da corrente superiores na coluna de água e algumas vezes também no leito do rio (**Figuras 82 e 83**).

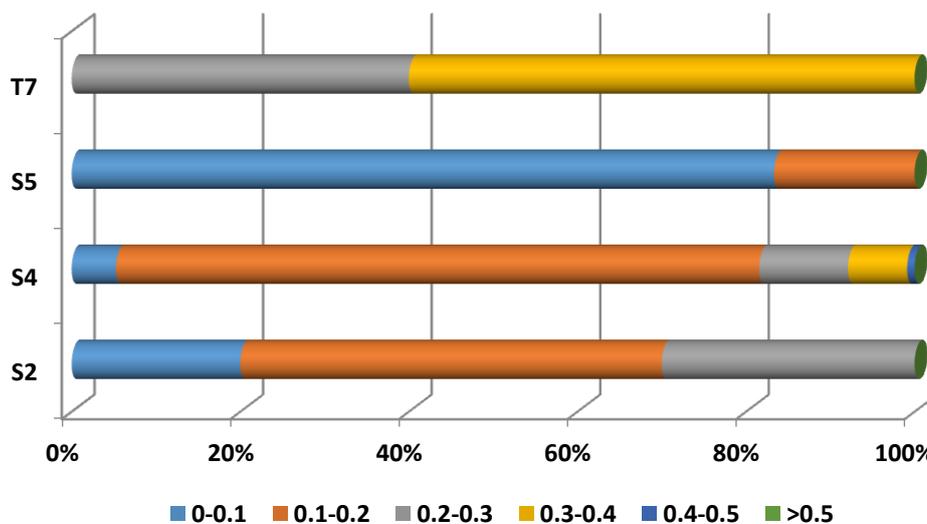


Figura 82. Microhabitat usado pela espécie *A. anatina*, rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7)
Variável – Velocidade da corrente na coluna de água (verão de 2012 e 2013)

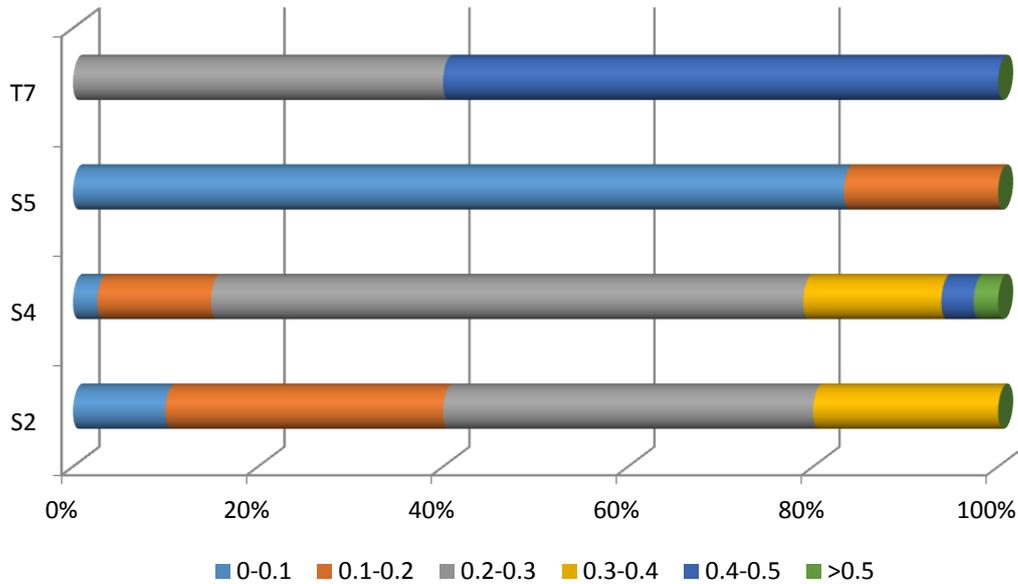


Figura 83. Microhabitat usado pela espécie *A. anatina* rios Sabor e Tua (S2, S4, S5, T7) Variável – Velocidade da corrente no leito do curso de água (verão de 2012 e 2013)

3.5.3. Sensibilização Ambiental

Muitas vezes, a conservação de espécies em risco de extinção cai no esquecimento humano. Neste sentido a educação ambiental é essencial para ajudar a proteger e conservar estas espécies, não só os mexilhões de água doce como todos os peixes autóctones que fazem parte do ciclo de vida dos bivalves. A Educação Ambiental está intimamente interligada com o tema desta dissertação, no sentido de fomentar a aquisição e compreensão de conhecimentos básicos sobre o meio ambiente e os problemas que a intervenção humana gera com o fim de desenvolver uma atitude responsável, gerar uma sociedade capaz de enfrentar os problemas do meio ambiente e estimular a tomada de consciência num sentido global, o que por sua vez desperta a sensibilidade sobre os problemas que afetam cada um de nós. Neste sentido, foi iniciado um conjunto de atividade no âmbito da conservação de bivalves que contaram com a colaboração do Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas. No Posto Aquícola de Castrelos, onde é possível visualizar entre outros animais, as diferentes espécies de mexilhões de água doce do Norte de Portugal, estão em desenvolvimento diversas ferramentas pedagógicas, como sejam jogos, powerpoints, filmes e histórias (Figura 84).



Figura 84. Campanha de sensibilização da espécie *M. margaritifera*. Posto Aquícola de Castrelos (ICNF). Outubro 2013.

Estas ferramentas de sensibilização e educação ambiental têm servido para passar a mensagem da importância da conservação dos valores naturais da região a diferentes públicos-alvo, com especial relevo para os jovens (Figura 85).

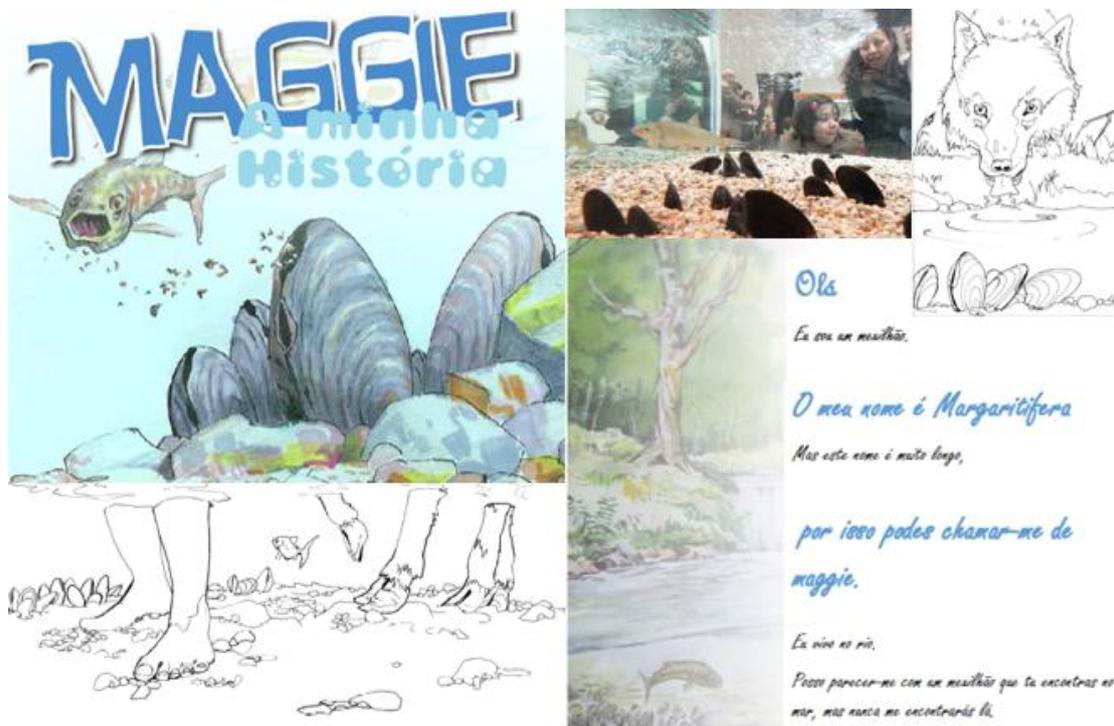


Figura 85. A vida do mexilhão Maggie (adaptado de www.freshwaterpearlmussel.com)

DISCUSSÃO

4. DISCUSSÃO

O presente trabalho permitiu confirmar e atualizar estudos precedentes (e.g. Reis 2003b, Reis 2006, Teixeira *et al.* 2010, Teixeira *et al.* 2012) que citam os rios Tuela, Rabaçal e Mente, afluentes do Rio Tua, como os principais ecossistemas lóticos de Portugal que albergam populações viáveis e com sucesso reprodutor de *Margaritifera margaritifera*. De facto, a integridade ecológica encontrada na maioria dos troços destes rios, nomeadamente no interior do Parque Natural de Montesinho, permite salvaguardar as condições essenciais para a sustentabilidade desta espécie. No entanto, os impactos negativos decorrentes da construção de mini-hídricas na área de distribuição de *M. margaritifera* poderão por em risco algumas destas populações, à luz dos resultados obtidos na proximidade do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas (AHT), situado no rio Tuela (Local de amostragem T6). Tal como perspetivou Reis (2003a) no Estudo de Impacto Ambiental do AHT, passados 10 anos do EIA, verificou-se uma **diminuição drástica nos quantitativos de mexilhão de rio na área da albufeira do Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas**. O alteamento do outrora açude das Trutas e consequente alagamento da zona lótica a montante, modificou substancialmente as condições ambientais levando ao desaparecimento quase completo dos exemplares de *M. margaritifera* na área sob influência direta do AH das Trutas. Com efeito, na zona do regolfo da albufeira, verificou-se a ocorrência de grandes depósitos de areia e cascalho, colonizados por mantos de algas filamentosas (patente no período estival, especialmente na margem com mais insolação), com margens verticais que impedem a colonização por parte dos bivalves. **Também as populações de unionídeos (*Anodonta anatina*, *Potomida littoralis* e *Unio delphinus*) do Baixo Sabor e Baixo Tua estão severamente ameaçadas pela construção do AHBS-Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor** (com uma albufeira de extensão aproximada de 60 km) **e do AHFT Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua** (com uma albufeira de cerca de 30 km).

O declínio das populações de bivalves devido à construção de barragens está bem documentado, com particular destaque no continente norte-americano (Coon *et al.* 1977, Benke 1990, Neves 1993, Neves *et al.* 1997, Hughes & Parmalee 1999). Crê-se que as alterações promovidas pela regularização dos rios contribuíram decisivamente

para a regressão dos bivalves de água doce (USFWS 1985, USFWS 2004). Tal situação deve-se ao facto dos bivalves tenderem a desaparecer nos ambientes lênticos, nos quais fenómenos de eutrofização e a alteração da qualidade da água (e.g. aumento da temperatura, diminuição do teor de oxigénio dissolvido, alteração do pH) não favorecem a sua sobrevivência. Por outro lado, a instabilidade das margens, como resultado das flutuações do nível de água, inviabilizam a colonização das zonas marginais por estas espécies. Também o comportamento hidrológico do sistema aquático é profundamente alterado, com a redução do fluxo de água nas zonas mais lacustres da albufeira (Araújo & Ramos 2000, Hastie *et al.* 2003, Strayer *et al.* 2004, Geist 2010). Os efeitos incluem alterações apreciáveis em diferentes escalas temporais (desde diárias a sazonais) dos regimes de temperatura, modificações dos padrões de erosão e sedimentação, e variação no transporte de matéria orgânica dissolvida e particulada que constitui a base alimentar dos bivalves (Baxter 1977, Petts 1980, Ligon *et al.* 1995, Vaughn & Taylor 1999). Por outro lado, a fauna piscícola autóctone é eliminada ou reduzida grandemente por espécies exóticas (e.g. lúcio, achigã, lucioperca, perca-sol) com grande labilidade ecológica. Estudos recentemente efetuados com os unionídeos presentes no norte de Portugal revelaram que somente os peixes autóctones, e entre eles especialmente os ciprinídeos endémicos, funcionam como hospedeiros destas náíades (Ramos 2011, Teixeira *et al.* 2012, 2013).

A definição de medidas ambientais de minimização e compensação exige um conhecimento aprofundado da bioecologia das náíades, nomeadamente ao nível das condicionantes abióticas, tendo em conta a disponibilidade de habitats adequados à presença destas espécies, e bióticas seja na complexidade de intra e inter-relações estabelecidas entre organismos.

Relativamente aos habitats colonizados pela *M. margaritifera*, verificou-se que nos troços de boa integridade ecológica dos rios Tuela, Rabaçal e Mente permitiram observar um **padrão típico na distribuição, com a ocorrência de importantes agregados populacionais em zonas específicas dos rios**, especialmente em sequências naturais de remansos/rápidos (*pools/riffles*). A estrutura populacional presenciada, designadamente o recrutamento observado nos anos recentes, confirma a presença de núcleos viáveis com capacidade reprodutora a que não será alheia a presença de

peixes hospedeiros na proximidade. Neste sentido, os *pools* mais profundos fornecem refúgio aos exemplares adultos, especialmente na época estival onde a diminuição de caudais torna estas espécies mais vulneráveis à pesca e predação natural (e.g. pela lontra). Desta forma, a migração reprodutiva efetuada no inverno para os locais de desova, situados em zonas de cascalhos tipicamente encontrados na imediação das zonas de transição *pool/riffle*, fortemente oxigenadas, beneficia o recrutamento destas zonas com alevins de truta, que participam no ciclo de vida da *M. margaritifera* como hospedeiros obrigatórios. Relativamente aos unionídeos verificou-se terem também tendência para 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, 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. Refira-se que o aumento na densidade de espécies exóticas nos sectores terminais dos rios Sabor e Tua 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.

Tendo em conta o cenário futuro de diminuição drástica nos quantitativos de mexilhão dos rios Sabor e Tua, algumas das medidas deverão passar por:

- **Translocação** dos exemplares identificados na área das albufeiras para outros **troços**, com características ambientais adequadas (i.e. habitat, qualidade da água, presença dos peixes hospedeiros), **situados preferencialmente a montante e sempre no mesmo curso de água**. Apesar das taxas de sucesso não serem elevadas existem estudos que advogam em favor desta estratégia no

sentido de salvar alguns dos exemplares ameaçados (Griffith *et al.* 1989, Cope & Waller 1995, Dunn & Sietman 1997, Grabarkiewicz 2008);

- A cessação da pesca, a sensibilização e a fiscalização apropriada em troços que envolvam habitats prioritários à manutenção dos núcleos populacionais com maior densidade e sucesso reprodutivo. Nesta perspetiva, é fundamental a definição de um Plano de Ordenamento e Gestão da Pesca diferenciado nos rios do Alto Tua (*e.g.* Tuela, Rabaçal e Mente), quando comparado com outros rios da região, caso dos rios Sabor, Baceiro e Maçãs onde não ocorre a *M. margaritifera*;
- Sensibilização e Educação Ambiental definido para diferentes públicos-alvo, através da realização de palestras em escolas, juntas de freguesia, e outros espaços públicos, pela distribuição de material informativo e organização de oficinas de campo
- Criação dum Centro de interpretação ambiental e de reprodução da espécie que salvguarde a conservação da *M. margaritifera*, e que poderia ser extensivo a todos os valores naturais dulçaquícolas.

A regressão que se prevê no futuro para as populações de unionídeos, e em particular das espécies *Unio delphinus*, *Potomida littoralis* e *Anodonta anatina* justifica a implementação de Planos de Ação que visem a conservação destas espécies nos ecossistemas aquáticos da região transmontana. 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.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu contribuir para um melhor conhecimento das populações de náíades que colonizam os cursos de água das bacias hidrográficas dos rios Tua e Sabor, precisamente no período prévio às alterações substanciais que, num futuro próximo, irão ocorrer em ambos os ecossistemas lóticos. De facto, à semelhança doutras populações de bivalves à escala mundial, também as populações de mexilhões de rio da região transmontana estão muito ameaçadas, nomeadamente pela construção de grandes barragens (i.e. Aproveitamentos Hidroelétricos do Baixo Sabor e Foz Tua, em fase final de construção) e respetivas albufeiras.

Embora as espécies-alvo do estudo pertençam ao grupo faunístico dos Mollusca (Unionoidea), designadamente *Margaritifera margaritifera*, *Potomida littoralis*, *Unio delphinus* e *Anodonta anatina*, foi efetuada uma monitorização e avaliação ambiental à escala do ecossistema aquático, integrando a análise da componente abiótica, caso da caracterização física e química da água e dos habitats fluviais e ribeirinhos com a componente biótica, com destaque para as comunidades de macroinvertebrados (onde estão inseridos as náíades) e para os peixes, de importância vital para estas espécies ao desempenharem um papel fulcral como hospedeiros das larvas (gloquídeos) dos mexilhões, numa fase particular do ciclo de vida destes animais.

Entre as principais conclusões do trabalho realizado nos anos de 2012 e 2013, realçam-se os seguintes aspetos:

1. A **manutenção da relativamente boa qualidade físico-química da água dos rios Sabor e Tua** detetada em estudos anteriores, tendo em conta a atual influência antrópica, nomeadamente através da entrada de poluentes de rural e urbana, da degradação de habitats aquáticos e principalmente ribeirinhos. A análise comparativa permitiu confirmar que os troços de cabeceira de ambos os cursos de água apresentam melhor integridade ecológica. Com efeito, a qualidade da água, aferida a partir dos parâmetros físico-químicos mensurados, revelou no Alto Tua, valores de temperatura ($T < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$), condutividade elétrica ($\text{EC}_{25} < 70\text{ }\mu\text{S/cm}$) oxigénio dissolvido ($\text{O.D.} > 8,5\text{ mgO}_2/\text{L}$), pH ($6,5 < \text{pH} < 7,2$), sólidos totais dissolvidos ($\text{TDS} < 25\text{ mg/L}$) e nutrientes (azoto e fósforo totais <

- 0,1 mg/L) típicos nos rios do Parque Natural de Montesinho, onde os fenómenos de perturbação são diminutos. Por sua vez, nos troços situados no Médio e Baixo Sabor e Tua, foi detetada, tal como seria de esperar, um incremento para a maioria dos parâmetros físico-químicos da água, derivado não só dos impactos humanos mas também da própria variabilidade espacial face ao contributo de toda a área da bacia hidrográfica na qualidade da água;
2. Os **sinais de perturbação presenciados ao nível do habitat aquático e ribeirinho são na maioria dos casos pouco preocupante** (na maioria pertencem à Classe I e II, correspondente ao estado de Excelente e Bom) uma vez que tendo em conta os índices usados no estudo- QBR (Qualidade do ecótono ripário) e GQC (Qualidade hidromorfológicas do canal fluvial). Apenas no Aproveitamento Hidroelétrico das Trutas (T6), face às alterações promovidas pelo empreendimento os níveis de qualidade são manifestamente baixos, quando comparados com áreas próximas, sem influência da regularização;
 3. A **qualidade biológica, atestada pelas comunidades de macroinvertebrados revelou, à semelhança da componente abiótica, uma maior riqueza taxonómica e diversidade nos troços do Alto Tua**. Todas as métricas determinadas, nomeadamente os Índices IBMWP e especialmente o IPT_N, para além doutras obtidas através do *software amiib@* (i.e. %EPT, número de taxa, diversidade de Shannon-Wiener H', entre outros) confirmaram a tendência encontrada assim como a análise multivariada (ordenação NMDS e Clusters) realizada com as matrizes de dados. No entanto, com exceção de T7 (Rio Tua-Abreiro), cujas classificações, por exemplo, do IBMWP e IPT_N estão abaixo do aceitável, a maioria dos troços de jusante dos rios Sabor e Tua disfruta duma boa qualidade ao nível das comunidades de macroinvertebrados; Registo para a presença de 3 espécies de invertebrados exóticos com carácter invasor presente em ambas as bacias hidrográficas (e.g. *Pacifastacus leniusculus*, *Procambarus clarkii* e *Corbicula fluminea*);
 4. A **qualidade biológica ao nível da comunidade de peixes apresenta um contraste vincado entre os sectores superiores**, caso da cabeceira do rio Tua (neste estudo não foram amostrados troços do Alto Sabor, por não
-

apresentarem, de forma natural, populações de mexilhões de rio) e os setores inferiores do baixo Sabor e Tua. De facto, comparativamente com estudos efetuados em anos anteriores (ver Oliveira *et al.* 2007, Silva 2010, Claro 2010, Ramos 2011, Miranda 2012) assiste-se a um crescente número de espécies piscícolas exóticas, tendo sido recentemente detetadas a lucioperca (*Sander lucioperca*) e o alburno (*Alburnus alburnus*), e à paulatina ocupação de nichos não colonizados anteriormente, nomeadamente em troços de montante. Salieta-se que os fenómenos de perturbação do meio aquático potenciam a dispersão destas espécies sendo de esperar que, com a criação das novas albufeiras do AHBS e do AHFT, a presença destas e outras espécies exóticas (e.g. *Lepomis gibbosus*, *Micropterus salmoides*, *Esox lucius*, *Gobio lozanoi*, *Gambusia holbrooki*) assumam um carácter de dominância quase exclusiva;

5. Relativamente à **bioecologia das espécies alvo do estudo**, i.e. os mexilhões de água doce (Unionoida), nativos nas bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua, verificou-se que a espécie ***M. margaritifera***, ausente da bacia do rio Sabor, **foi encontrada em elevadas densidades em diferentes locais dos rios Rabaçal, Tuela e Mente**, enquanto os **unionídeos, foram apenas detetados nas zonas médias e finais de ambos os rios, também em densidades apreciáveis**. Estes organismos mostraram uma distribuição espacial agregada em zonas específicas, normalmente nos locais que usufruem da melhor integridade ecológica. Por exemplo, os unionídeos ocorrem com maior frequência na proximidade das margens e especialmente em braços laterais dos rios, com fluxo permanente de água. Apesar do relativamente baixo número de locais de amostragem (13), encontraram-se densidades e especialmente estruturas populacionais que reforçam a importância da conservação destes habitats singulares dado o recrutamento detetado que faz destes rios ecossistemas que garantem a sustentabilidade destas populações de náíades dado o sucesso reprodutor encontrado. De facto, a análise do uso do habitat demonstrou que as espécies *Unio delphinus* e *Anodonta anatina* colonizam preferencialmente *pools* com substrato fino, tendo sido encontrados diversos núcleos populacionais entre raízes submersas, próximo de margens escavadas. Por sua vez, a espécie *Potomida littoralis*, a avaliar pelas densidades superiores

detetadas, mostrou maior apetência por zonas de maior velocidade da corrente (*riffles*) e com substrato mais grosseiro (seixos e pedras).

6. Depois da aprovação da construção do Aproveitamento Hidroelétrico do rio Sabor (AHBS), foi desenvolvido em Portugal um **Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH)** que inclui a foz do rio Tua (AHFT), entre outras grandes barragens. Tal facto, implica a **redução do habitat disponível para as populações de náíades que tenderão a desaparecer na extensa área das albufeiras a criar**. Por outro lado, nestes ambientes lênticos ocorrerá a substituição da fauna piscícola autóctone pela fauna piscícola exótica. Conforme estudo de Ramos (2011), **praticamente só os peixes autóctones funcionam como hospedeiros dos unionídeos e entre eles os ciprinídeos endémicos da região**, caso do barbo-comum (*Luciobarbus bocagei*), bordalo (*Squalis alburnoides*), escalo (*Squalius carolitertii*) e boga (*Pseudochondrostoma duriense*).

Como **considerações finais**, importa realçar a necessidade de tomar medidas que visem a conservação de habitats e ecossistemas prioritários para os mexilhões de água doce. Por tal motivo, as medidas minimização e compensação deverão ser orientadas para a reabilitação de habitats degradados, translocação das populações de náíades e elaboração de ferramentas de divulgação e sensibilização. No entanto, estas medidas deverão estar integradas num Plano de Ação a desenvolver para a conservação de todos habitats e espécies aquáticas autóctones fortemente ameaçadas na região transmontana.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Alba-Tercedor J. 2000. "BMWP", un adattamento spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System.". *Biologia Ambientale*, 14, 2, pp. 65 - 67.
- 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.
- Araújo R. & Ramos A. 2000. Action plan for *Margaritifera margaritifera* in Europe, Convention on the conservation of European Wildlife and natural habitats, Strasbourg: 41 pp.
- Bauer G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in central Europe. *Biological Conservation* 45, 239-253.
- Baxter R.M. 1977. The environmental effects of dams and impoundments. *Annual Review of Ecology and Systematics* 8: 255-283.
- Benke A.C. 1990. A perspective on American's vanishing streams. *Journal of the North American Benthological Society* 9: 77-88.
- Bogan A.E. 1993. Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionida): a search for causes. *American Zoologist* 33: 599-609.
- Clarke K.R. & Gorley R.N. 2006. "PRIMER v6: User Manual/Tutorial". PRIMER-E: Plymouth.
- Coon T.G., Eckblad J.W. & Trygstad P.W. 1977. Relative abundance and growth of mussel (Mollusca: Eulamellibranchia) in pools 8, 9 and 10 of Mississippi River. *Freshwater Biology* 7: 279-285.
- Cope W.G. & Waller D.L. 1995. Evaluation of freshwater mussel relocation as a conservation and management strategy. *Regulated Rivers: Research and Management* 11: 147-155.

- Cortes R.; Teixeira A.; Crespi A.; Oliveira S.V.; Varejão E.; Pereira A. 1999. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Cávado*. 1ª Fase, Análise e Diagnóstico da Situação de Referência, Diagnóstico Preliminar, 1º Vol, Ministério do Ambiente.
- Dunn D.L. & Sietman B.E. 1997. Guidelines used in four geographically diverse Unionid relocations. In Conservation and Management of Freshwater Mussels II: Initiatives for the Future (Proceedings of Upper Mississippi River Conservation Committee Symposium, October 16-18, 1995, St Louis, MO) K.S. Cummings, A.C. Buchanan, C.A. Mayer and T.J. Naimo, eds. Upper Mississippi River Conservation Committee, Rock Island, IL, 176-183.
- Geist J. 2010. Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): a synthesis of Conservation Genetics and Ecology. *Hydrobiologia*. 644: 69-78.
- Grabarkiewicz JD. 2008. Freshwater mussel translocation at Highland Park Dam. Final Report to Partners for Clean Streams.
- Griffith B., Scott I.M, Carpenter I.W & Reed C.1989. Translocation as a species conservation tool: Status and strategy. *Science* 245: 477-480.
- Hastie L. e Cosgrove P. 2001. The decline of migratory salmonid stocks: a new threat to pearl in Scotland. *Freshwater Forum*, 15: 85-96.
- 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 *α*, I.P. 2008. Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segunda a Directiva Quadro da Água Protocolo de amostragem e análise para os macroinvertebrados bentónicos. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

- INAG b, I.P. 2008. Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segunda a Directiva Quadro da Água Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola. MAOTDR. Instituto da Água, I.P.
- INAG, I.P. 2009. Critérios para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.
- IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. (acedido em 15 setembro 2013)
- Ligon F.K., Dietrich W.E. & Trash W.J. 1995. Downstream ecological effects of dams. *BioScience* 45: 183-192.
- Munné A.; Sola C.; Prat N. 1998. *Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera*. *Tecnología del Agua: Artículos técnicos* 175: 20-37.
- 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 diversity. Pp. 43-85 In: G.W. Benz and D.E. Collins, editors. *Aquatic Fauna in peril: the southeastern perspective*. Special Publication 1, Southern Aquatic Research Institute, Chattanooga, Tennessee.
- Neves R.J. 1993. A state-of-the-unionids address. Pp. 1-10 In: S.K. Cummings, A.C. Buchanan, and L.M. Koch, editors. *Conservation and management of freshwater mussels*.
- Neves R.J. 1998. Conservation and commerce: management of freshwater mussel (Bivalvia: Unionoidea) resources in the United States. *Malacologia*, 41: 461-474.
- Miranda F.J.V. 2012. A Pesca Lúdica e Desportiva no Nordeste Transmontano (Bacia do Douro, Portugal). Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. ESA. IPB.
- Oliveira J.M., Santos J.M., Teixeira A., Ferreira M.T., Pinheiro P.J., Geraldés A. & Bochechas J. 2007. Projecto AQUARIPORT: Programa Nacional de Monitorização de Recursos Piscícolas e de Avaliação da Qualidade Ecológica de Rios. Direcção-Geral Recursos Florestais, Lisboa, 96 pp.

- Petts G.E. 1980. Long-term consequences of upstream impoundment. *Environmental Conservation* 7: 325-332.
- Ramos P.I.A. 2011. *Estudo das Populações de Bivalves (Unionidae) nos Rios do Norte de Portugal: Importância da Qualidade Ambiental na Conservação de Espécies Ameaçadas*. Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- Reis J. 2003a. Aproveitamento Hidroeléctrico das Trutas no Rio Tuela. Estudo de Impacte Ambiental nas comunidades de bivalves de água doce. Instituto Português de Malacologia. 17 pp.
- Reis J. 2003b. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia, Unionoidea) rediscovered in Portugal and threats to its survival. *Biological Conservation*, 144: 447- 452.
- Reis J. (Coord). 2006. *Atlas dos bivalves de água doce em Portugal continental*. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa. 130 pp.
- Ricciardi A., Neves R.J. & Rasmussen J.B. 1998. Impeding extinctions of north american freshwater mussels (Unionoidea) following the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion. *Journal of Animal Ecology*, 67: 613-619.
- Robalo J.I., Sousa-Santos C., Almada V.C., Doadrio I. 2006. Paleobiogeography of two Iberian endemic cyprinid fishes (*Chondrostoma arcasii*– *Chondrostoma macrolepidotus*) inferred from mitochondrial DNA sequence data. *J. Hered.* 97, 143–149.
- Silva L.R. 2010. Avaliação da qualidade ecológica de cursos de água da bacia hidrográfica do rio Sabor (Bacia do Douro). Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária de Bragança.
- Strayer D.L. & Smith D.R. 2003. A Guide to sampling freshwater mussel populations. American Fisheries Society, Monograph 8. Bethesda, Maryland, USA. 103 pp.
- 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 PH., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. 2010. *Invertébrés d'eaux douces*. Systématique, biologie, écologie. CNRS Éditions, Paris.
- 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. In Actas do 10º Congresso da Água. APRH, pp 1-12.
- Teixeira A., Varandas S., Sousa R., Froufe E., Lopes-Lima M. 2013. Bioecologia dos mexilhões de água doce (Unionidae) nos rios Sabor, Tua e Tâmega (Bacia do Douro, Portugal): Principais ameaças e medidas de conservação. In Livro Comunicações do 7º Congresso Florestal Nacional, Vila Real-Bragança. 509-520 pp.
- Teixeira A., Varandas S., Sousa R., Froufe E., Lopes-Lima M. 2012. CONBI: Biodiversidade e conservação de bivalves – informação ecogeográfica, genética e fisiológica. In Atas Forum CIMO 2012. ESA. Bragança.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1985. Recovery Plan for the Tubercled-Blossom Pearly Mussel, Turgid Blossom Pearly Mussel, and Yellow Blossom Pearly Mussel. Atlanta, Georgia. 42 pp.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2004. Recovery Plan for Cumberland Elktoe, Oyster Mussel, Cumberlandian Combshell, Purple Bean, and Rough Rabbitsfoot. Atlanta, Georgia. 42 pp.
- Varandas S., Lopes-Lima M., Teixeira A., Hinzmann M., Reis J., Cortes R., Machado J. & Sousa R. 2013. Ecology of southern European pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*): first record of two new populations on the rivers Terva and Beça (Portugal). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 374-389.
- Vaughn C.C. & Taylor C.M. 1999. Impoundments and the decline of freshwater mussels: a case study of an extinction gradient. *Conservation Biology*, 13: 912-920.

Wells, S.M. & Chatfield, J.E. 1992. Threatened non-marine molluscs of Europe. Nature and Environment, nº 64. Council of Europe Press.

WEBGRAFIA

<http://www.freshwaterpearlmussel.com> (acedido em 15 setembro 2013)

http://dqa.inag.pt/implementacao_invertebrados_AMIIB.html

ANEXOS

Anexo I : ÍNDICE QBR: CLASSIFICAÇÃO DA ZONA RIBEIRINHA DE ECOSISTEMAS FLUVIAIS

- Esta classificação deve ser aplicada a toda a zona ribeirinha dos rios (margem e encostas propriamente dito). Zonas inundadas periodicamente pelas cheias e caudais máximos)
- Os cálculos serão realizados sobre a área que apresenta uma potencialidade de suportar uma massa vegetal nas encostas. Não se contemplam as zonas com substrato duro onde não é possível enraizar uma massa vegetal permanente.



A pontuação de cada um dos 4 blocos não pode ser negativa nem exceder os 25 pontos

| | |
|---------------|--|
| Estação | |
| Classificação | |

1 – Grau de cobertura da zona ribeirinha - Pontuação entre 0 e 25

| Pontuação | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25 | > 80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha (as plantas anuais não se contabilizam) |
| 10 | 50-80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha |
| 5 | 10-50% de cobertura vegetal da zona ribeirinha |
| 0 | < 10% de cobertura vegetal da zona ribeirinha |
| +10 | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é total |
| +5 | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é superior a 50% |
| -5 | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é entre 25 e 50% |
| -10 | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é inferior a 25% |

2 – Estrutura da cobertura (contabiliza-se toda a zona ribeirinha) - Pontuação entre 0 e 25

| Pontuação | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25 | Cobertura de árvores superior a 75% |
| 10 | Cobertura de árvores entre 50 e 75% ou cobertura de árvores entre 25 e 50% e no resto da cobertura os arbustos superam os 25% |
| 5 | Cobertura de árvores inferior a 50% e o resto da cobertura com arbustos entre 10 e 25% |
| 0 | Sem árvores e arbustos abaixo dos 10% |
| +10 | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é superior a 50% |
| +5 | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é entre 25 e 50% |
| +5 | Se existe uma boa conexão entre a zona de arbustos e árvores com um sub-bosque |
| -5 | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é > 50% |
| -5 | Se as árvores e arbustos se distribuem em manchas, sem uma continuidade |
| -10 | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é < 50% |

3 – Qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo geomorfológico da zona ribeirinha*) - Pontuação (0 e 25)

| Pontuação | | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| 25 | Número de espécies diferentes de árvores autóctones | > 1 | > 2 | > 3 |
| 10 | Número de espécies diferentes de árvores autóctones | 1 | 2 | 3 |
| 5 | Número de espécies diferentes de árvores autóctones | - | 1 | 1 - 2 |
| 0 | Sem árvores autóctones | | | |
| +10 | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio, uniforme e ocupando > 75% da zona ribeirinha (em toda a sua largura) | | | |
| +5 | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio (entre 50 – 75% da zona ribeirinha) | | | |
| +5 | Se existe uma disposição em galeria de diferentes comunidades | | | |
| +5 | Se o número de espécies diferentes de arbustos é: | > 2 | > 3 | > 4 |
| -5 | Se existem estruturas construídas pelo homem | | | |
| -5 | Se existe alguma espécie de árvore introduzida (alóctone)** isolada | | | |
| -10 | Se existem espécies de árvores alóctones** formando comunidades | | | |
| -10 | Se existem lixos | | | |

4 – Grau de naturalidade do canal fluvial - Pontuação entre 0 e 25

| Pontuação | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 25 | O canal do rio não está modificado |
| 10 | Modificações nos terraços adjacentes ao leito do rio com redução do canal |
| 5 | Sinais de alteração e estruturas rígidas intermitentes que modificam o canal do rio |
| 0 | Rio canalizado na totalidade do troço |
| -10 | Se existe alguma estrutura sólida dentro do leito do rio |
| -10 | Se existe alguma represa ou outra infraestrutura transversal no leito do rio |

| | |
|---------------------------------------------------------|--|
| Pontuação Final (soma das pontuações anteriores) | |
|---------------------------------------------------------|--|

*** Determinação do tipo geomorfológico da zona ribeirinha** (característica 3, qualidade da cobertura vegetal)
Somar o tipo de desnível da margem direita e da esquerda, e somar a pontuação das restantes características.

| Desnível da Zona Ripária | Pontuação | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|---|
| | Esquerda | Direita | | |
| Vertical côncavo (declive > 75°), com uma altura não superável pelas máximas cheias | Máx. Cheia Cheias Normais | Máx. Cheia Cheias Normais | 6 | 6 |
| Igual, mas com um pequeno talude ou margem inundável periodicamente (cheias normais) | Máx. Cheia Cheias Normais | Máx. Cheia Cheias Normais | 5 | 5 |
| Declive entre 45 e 75°, escalado ou não. O declive mede-se a partir do ângulo entre a horizontal e a recta entre a margem e o último ponto da ribeira. $\Sigma a > \Sigma b$ | Máx. Cheia C. Normais | Máx. Cheia C. Normais | 3 | 3 |
| Declive entre 20 e 45°, escalonado ou não. $\Sigma a > \Sigma b$ | Máx. Cheia C. Normais | Máx. Cheia C. Normais | 2 | 2 |
| Declive < 20°, zona ribeirinha uniforme e plana. | Máx. Cheia Cheias Normais | | 1 | 1 |

Existência de uma ilha ou ilhas no meio do leito do rio

| | | |
|----------------------------------|-------------|----|
| Largura conjunta "a" > 5 m | a a' | -2 |
| Largura conjunta "a" entre 1 e 5 | | -1 |

Potencialidade de suportar uma massa vegetal ribeirinha. Percentagem de substrato duro com incapacidade para enraizar uma massa vegetal permanente

| | |
|----------|------------------|
| > 80% | No se pode medir |
| 60 - 80% | +6 |
| 30 - 60% | +4 |
| 20 - 30% | +2 |

Pontuação Total

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Tipo geomorfológico segundo a pontuação

| | | |
|-------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| > 8 | Tipo 1 | Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um extenso bosque de ribeira |
| Entre 5 - 8 | Tipo 2 | Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona vegetada, sectores médios dos rios |
| < 5 | Tipo 3 | Zonas ribeirinhas extensas, sectores baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque extenso. |

**** Espécies frequentes e consideradas alóctonas**

- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| - <i>Populus deltoides</i> | - <i>Populus nigra ssp. italica</i> | - <i>Ailanthus altissima</i> | - <i>Robinia pseudo-acacia</i> |
| - <i>Populus x canadensis</i> | - <i>Salix babylonica</i> | - <i>Celtis australis</i> | - <i>Platanus x hispanica</i> |

Anexo II: ÍNDICE GQC: CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO CANAL

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Índice da qualidade de canal: | Código: |
| (realizado em pelo menos três transectos com distância entre si de 20 metros) | |

1. Presença de estruturas de retenção

| | |
|--------------------------------|---|
| Ausência de estruturas | 4 |
| Açude rústico semi-desagregado | 3 |
| Açude rústico bem consolidado | 2 |
| Açude ou barragem de betão | 1 |

2. Estrutura do canal

| | |
|----------------------------------------------------|---|
| $W/D < 7$, não ocorre inundação das margens | 4 |
| $W/D = 8-15$, inundação das margens rara | 3 |
| $W/D = 15-25$, inundação frequente das margens | 2 |
| $W/D > 25$, inundação muito frequente das margens | 1 |

W – Média da largura do leito molhado obtida nos transectos

D – Média da profundidade máxima obtida nos transectos.

3. Sedimentos e estabilidade do canal

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Ausência de alargamento do canal ou de acumulações de materiais transportados; canal único; | 4 |
| Algumas acumulações de materiais transportados; canal único; | 3 |
| Línguas de cascalho, areia e limo; o leito de cheia apresenta canais independentes; | 2 |
| Canal dividido em múltiplas línguas de areia e limo (ou rio canalizado). | 1 |

4. Estrutura das margens

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Margens estáveis com vegetação ripária contínua e estruturalmente complexa (árvores e arbustos); sem sinais de erosão; | 4 |
| Margens estáveis mas com vegetação ripária fragmentada; alguns regos desprovidos de vegetação; | 3 |
| Margens pouco consolidados mantidas por uma vegetação esparsa de herbáceas e arbustos; | 2 |
| Margens com vegetação muito escassa e uniforme, rebaixadas pela erosão ao longo do troço. | 1 |

5. Alteração artificial das margens

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Ausência quase completa de alteração artificial das margens; | 4 |
| Uma das margens apresenta alterações moderadas (e.g. enrocamentos >30% do comprimento troço); | 3 |
| Ambas as margens apresentam alterações moderadas (e.g. enrocamentos >30%), ou uma delas está alterada significativamente (e.g. linearização da margem), | 2 |
| Como no caso anterior mas a estrutura da margem é de betão armado ou ciclópico. | 1 |

6. Heterogeneidade do canal

| | |
|-------------------------------------------------------------|---|
| Canal curvilíneo e sequencia lótica/lêntica muito marcada; | 4 |
| Canal rectilíneo com reduzida sequencia lótica/lêntica; | 3 |
| Velocidade praticamente constante ao longo de todo o troço; | 2 |
| Zona lêntica artificial ou rio canalizado. | 1 |

7. Estrutura do leito

| | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo 1 | Troços encaixados, normalmente de cabeceira e com muita rocha, baixa potencialidade de suportar um extenso bosque ribeirinho; |
| Tipo 2 | Troços com desníveis médios das margens, potencialidade intermédia para suportar um bosque ribeirinho; "zonas médias do rio"; |
| Tipo 3 | Troços com desníveis das margens muito pouco acentuadas, potencialidade elevada para suportar um bosque ribeirinho; zonas baixas de alguns rios. |

Tipo 1 (Troço em que predomina a erosão)

| | |
|-------------------------------------------------------------------|---|
| >50% do material é constituído por granulometria >25 cm (blocos); | 8 |
| >50% do material é constituído por granulometria >6,5 cm (pedra); | 6 |
| >50% do material é constituído por granulometria >2,0 cm (salto); | 3 |
| Predomina a areia e o limo (>50%). | 1 |

Tipo 2 (troço em que predomina o transporte)

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|---|
| > 50% do material é constituído por blocos e pedras (>6,5 cm); | 8 |
| 50% do material é constituído por pedra ou superior (>6,5 cm); | 6 |
| < 25% do material é de dimensões superiores a cascalho (>1,5 cm); | 3 |
| O leito é exclusivamente de limo e areia fina (>1,5 cm) é inferior a 10%. | 1 |

Tipo 3 (troço em que predomina a sedimentação)

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| >50% do material é constituído por dimensões superiores a areia grossa (0,5 cm); | 8 |
| 30-50% do material é constituído por dimensões superiores a areia grossa (0,5 cm) e o resto é formado por limo e areia fina; | 6 |
| <30% do material é constituído por dimensões superiores a areia grossa (0,5 cm) e o resto é formado por limo e areia fina; | 3 |
| O leito é exclusivamente de limo e areia fina (<0,125 cm). | 1 |

8. Deposição de finos intersticiais

| | |
|---------------------------|---|
| A % de finos e < 5%; | 4 |
| A % de finos é de 5-25%; | 3 |
| A % de finos é de 25-50%; | 2 |
| A % de finos é >50%. | 1 |

- Para os rios Tipo 1 os finos consideram-se <0,5 cm.
- Para os rios Tipo 2 e 3 os finos consideram-se <0,125 cm.

Anexo III: Pontuações atribuídas às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para o cálculo do IBMWP (adaptado de ALBA-TERCEDOR 2000).

| FAMÍLIAS | <i>Pontuação</i> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| E: Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae P: Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae T: Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae D: Athericidae, Blephariceridae H: Aphelocheiridae | 10 |
| T: Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae O: Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeschnidae, Corduliidae, Libellulidae C: Astacidae | 8 |
| E: Ephemerellidae, Prosoptomatidae P: Nemouridae T: Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomidae | 7 |
| M: Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae, Unionidae T: Hydroptilidae C: Gammaridae, Atyidae, Corophiidae O: Platycnemididae, Coenagrionidae | 6 |
| E: Oligoneuriidae, Polymitarcidae C: Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae T: Hydropsychidae, Helicopsychidae D: Tipulidae, Simuliidae Pl: Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiiidae | 5 |
| E: Baetidae, Caenidae C: Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae D: Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Sciomyzidae Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Rhagionidae Mg: Sialidae Pl: Piscicolidae A: Hidracarina | 4 |
| H: Mesovellidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Veliidae, Notonectidae, Corixidae C: Helodidae, Hydrophilidae, Higrubiidae, Dytiscidae, Gyrinidae M: Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae Hr: Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae C: Asellidae, Ostracoda | 3 |
| D: Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae | 2 |
| O: Oligochaeta (Todas As Famílias) D: Syrphidae | 1 |

Anexo IV- Valores de Referência do Índice Português de Invertebrados do Norte IPT_IN

Valores de Referência das Métricas para os Diferentes Tipos de Rios de Portugal Continental

| Tipos de Rios | EPT Taxa | Nb Taxa | IASPT-2 | Evenness | Log (Sel ETD+1) | Log (Sel EPTCD+1) |
|---------------------------------------------|----------|---------|---------|----------|-----------------|-------------------|
| Rios Montanhosos do Norte | 16.00 | 29.00 | 4.48 | 0.65 | 1.86 | - |
| Rios do Norte de Pequena Dimensão | 16.00 | 30.00 | 4.52 | 0.71 | 1.95 | - |
| Rios do Norte de Média-Grande Dimensão | 13.00 | 26.00 | 3.97 | 0.63 | 1.68 | - |
| Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão | 14.00 | 31.50 | 3.80 | 0.64 | 1.48 | - |
| Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão | 18.00 | 39.00 | 4.17 | 0.61 | 2.00 | - |
| Rios de Transição Norte-Sul | 12.00 | 30.50 | 3.67 | 0.64 | 1.73 | - |
| Rios do Litoral Centro | 8.00 | 20.00 | 3.60 | - | - | 2.57 |
| Rios do Sul de Pequena Dimensão | 10.00 | 27.00 | 3.29 | - | - | 2.48 |
| Rios do Sul de Média-Grande Dimensão | 9.00 | 21.00 | 3.37 | - | - | 2.57 |
| Rios Montanhosos do Sul | 10.50 | 26.00 | 3.73 | 0.56 | 1.32 | - |
| Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado | 10.00 | 22.00 | 3.48 | - | - | 2.45 |
| Calcários do Algarve | 10.00 | 27.00 | 3.29 | - | - | 2.48 |

Valores da Mediana

| Tipos de Rios | Índice adoptado | Valor de Referência | Exc./Bom (RQE) | Bom/Raz. (RQE) | Raz./Med. (RQE) | Med./Mau (RQE) |
|---------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Rios Montanhosos do Norte | IPT_IN | 0.98 | 0.86 | 0.60 | 0.40 | 0.20 |
| Rios do Norte de Pequena Dimensão | IPT_IN | 1.02 | 0.87 | 0.65 | 0.44 | 0.22 |
| Rios do Norte de Média-Grande Dimensão | IPT_IN | 1.00 | 0.88 | 0.66 | 0.44 | 0.22 |
| Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão | IPT_IN | 1.01 | 0.83 | 0.61 | 0.41 | 0.20 |
| Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão | IPT_IN | 1.01 | 0.85 | 0.59 | 0.40 | 0.20 |
| Rios de Transição Norte-Sul | IPT_IN | 1.00 | 0.86 | 0.64 | 0.42 | 0.21 |
| Rios do Litoral Centro | IPT_IS | 0.98 | 0.74 | 0.56 | 0.37 | 0.19 |
| Rios do Sul de Pequena Dimensão | IPT_IS | 0.99 | 0.95 | 0.70 | 0.47 | 0.23 |
| Rios do Sul de Média-Grande Dimensão | IPT_IS | 0.98 | 0.97 | 0.72 | 0.48 | 0.24 |
| Rios Montanhosos do Sul | IPT_IN | 0.99 | 0.82 | 0.56 | 0.38 | 0.19 |
| Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado | IPT_IS | 1.05 | 0.88 | 0.66 | 0.44 | 0.22 |
| Calcários do Algarve | IPT_IS | 0.99 | 0.95 | 0.70 | 0.47 | 0.23 |