

# **Bioecologia e Conservação das Populações de *Salmo trutta* (L.) na Bacia Hidrográfica do Rio Tua (NE Portugal)**

**Miguel Horta Santos**

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

**Orientadores: Professor Doutor Amílcar António Teiga Teixeira**

**Professora Doutora Simone da Graça Pinto Varandas**

**BRAGANÇA  
OUTUBRO 2014**

## **AGRADECIMENTOS**

Agora que esta dissertação está finalmente concluída, sinto-me no dever de demonstrar a minha gratidão e o meu reconhecimento a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram ou contribuíram para a realização deste trabalho.

Antes de mais quero agradecer sinceramente ao meu orientador, o Professor Doutor Amílcar Teixeira, da Escola Superior Agrária de Bragança, e à minha coorientadora Professora Doutora Simone Varandas, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, por todo o apoio prestado, pelo acompanhamento do trabalho, pela enorme disponibilidade, paciência e boa disposição, bem como todo o conhecimento transmitido ao longo deste último ano de trabalho de campo, de laboratório e de escrita.

Às minhas colegas Ana Portela, Eva Garcia, Ângela e Guida Caveiro pela indispensável ajuda prestada, nomeadamente no laboratório e saídas de campo, bem como pelo companheirismo e boa disposição sempre necessária em qualquer equipa de trabalho.

Aos meus pais Carlos e Paula, à minha irmã Joana, pelo apoio incondicional em todos os momentos da vida e sem os quais nada disto faria sentido, esta tese é dedicada a vós.

Às minhas colegas do Mestrado de Gestão de Recursos Florestais, Rosário Franco, Liliana Branco, Elisabeth Belchior, Sara Sarmiento e Cristina Patrício pela amizade dentro e fora das aulas bem como pelo apoio em momentos menos bons.

Aos meus colegas de casa em Bragança, Joaquim Vilela, Vânia Antunes, Miriane Monteiro e Lídia Pera pelos anos de partilha e de amizade que tivemos em Bragança.

Às minhas amigas Ana Diniz e Sara Freitas, pela amizade ao longo deste último ano, muito importante nesta reta final da vida académica em Bragança.

A todos os professores da licenciatura de Engenharia Florestal e do Mestrado em Gestão dos Recursos Florestais, que contribuíram para a minha formação académica e que direta ou indiretamente contribuíram para o meu sucesso.

A todos os meus restantes amigos e colegas que fiz em Bragança, nomeadamente o pessoal de Engenharia Florestal e Engenharia do Ambiente.

## RESUMO GERAL

A truta-de-rio, *Salmo trutta* (L.), é uma espécie que habita os rios de montanha do Norte e Centro de Portugal. É frequentemente usada como atração turística e alvo importante e popular da pesca desportiva em Portugal e na Europa. Neste âmbito, o objetivo do presente trabalho consistiu no estudo da bioecologia e conservação da truta-de-rio no Nordeste Transmontano e em particular no Alto Tua, inserido na área protegida do Parque Natural de Montesinho.

Durante a primavera de 2014 foi avaliada a integridade ecológica dos rios que constituem a bacia hidrográfica do Alto Tua. Foram avaliados parâmetros abióticos (qualidade da água e dos habitats aquáticos e ribeirinhos) e bióticos (comunidade de macroinvertebrados), em 15 pontos de amostragem selecionados ao longo dos cursos de água. Nos anos de 2013 e 2014 foram ainda amostradas as comunidades piscícolas. Selecionaram-se 15 locais de amostragem distribuídos pelos rios Mente, Rabaçal, Baceiro, Tuela e Tua. A amostragem das comunidades de peixes e invertebrados foi feita de acordo com o protocolo definido pela Diretiva Quadro da Água. Relativamente à espécie-alvo, a *Salmo trutta*, foram também determinados parâmetros populacionais e avaliado o uso dos recursos disponíveis (i.e. alimentação e habitat) nos diferentes rios truteiros. Na generalidade verificou-se que os sistemas aquáticos beneficiam de boa integridade ecológica, suportada por uma boa qualidade físico-química da água, hidromorfológica e biológica. Nos troços amostrados, observou-se uma boa ou excelente qualidade da água, confirmada pelos registos elevados dos teores de oxigénio dissolvido e baixa concentração em sais dissolvidos e nutrientes para além duma temperatura estival da água baixa. A qualidade biológica, avaliada com base na informação obtida a partir das comunidades de invertebrados, permitiu classificar os rios como tendo boa ou excelente qualidade (i.e. a partir dos índices bióticos e outras métricas calculadas). Foi detetada uma influência antropogénica mínima, com grande heterogeneidade de microhabitats aquáticos e ribeirinhos que garantem um mosaico de habitats para muitas das espécies autóctones presentes na bacia do Tua. Entre elas merecem destaque para além dos endemismos ibéricos piscícolas (i.e. espécies de ciprinídeos), o verdemã-do-norte (*Cobitis calderoni*) e a truta que, apesar do estatuto pouco preocupante (LC, IUCN), está referenciado existir uma diversidade genética notável que justifica a preservação destas populações de salmonídeos no sul da Europa. Acresce salientar a importância como único hospedeiro das populações de mexilhão-de-rio (*Margaritifera margaritifera*) (espécie listada como “Em Perigo” pela IUCN) na bacia hidrográfica do Tua, local onde esta espécie ocorre com maior densidade e sucesso reprodutor em Portugal. No troço

mais a jusante da bacia do Tua foram encontrados alguns sinais de perturbação associados aos aglomerados populacionais rurais e urbanos, à agricultura, e alguma indústria (e.g. complexo do Cachão) e à introdução de espécies exóticas como a perca-sol (*Lepomis gibbosus*). A regularização de caudais prevista no Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua (AHFT), que se encontra atualmente em construção, vai contribuir para um cenário dominado pela diminuição da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos da parte inferior da bacia do Tua.

Em termos de fauna piscícola, os resultados obtidos permitiram atualizar a composição e distribuição de espécies piscícolas no sector superior do Alto Tua. Foi encontrado um predomínio da truta nos troços de cabeceira, coabitando nos locais situados mais a jusante com o escalo (*Squalius caroliterti*), a boga (*Pseudochondrostoma duriense*), o barbo (*Luciobarbus bocagei*) e o bordalo (*Squalius alburnoides*). Nas populações de *Salmo trutta* foram detetadas diferenças significativas na condição física dos peixes. Foram ainda determinadas diferenças significativas na dieta das trutas nos rios amostrados, ainda que a alimentação da truta seja microcarnívora e de tendência generalista e oportunista. Uma análise mais detalhada permitiu também verificar variações temporais e espaciais na dieta das trutas dos 4 rios amostrados. No que respeita ao uso do habitat foram detetadas diferenças entre as trutas adultas, que colonizam os melhores refúgios (blocos, pedras e vegetação) fruto da dominância sobre os juvenis que são deslocados para as áreas marginais.

Por fim destaca-se a necessidade de preservar a singularidade dos habitats, espécies e ecossistemas aquáticos do Nordeste Transmontano, só possível mediante medidas apropriadas no ordenamento e gestão de populações e ecossistemas e na capacidade de envolver os cidadãos de forma geral e particularmente todos os utilizadores no sentido de evitar a poluição, a degradação física de habitats aquáticos e ribeirinhos e especialmente a expansão de espécies exóticas.

**Palavras-chave:** bioecologia, conservação, rios, truta, integridade ecológica

## ABSTRACT

Brown trout, *Salmo trutta* (L.), is a species that inhabits the mountain rivers of the north and center of Portugal. It is often used as a tourist attraction and is an important and popular target species of recreational fishing in Portugal and in Europe. In this context, the aim of this work was to study the bio-ecology and conservation of brown trout in northeastern and in particular the River Tua inside of the protected area of the Natural Park of Montesinho.

During spring 2014, the ecological integrity of streams and rivers of Tua basin (upper zone) was evaluated. Abiotic parameters (water quality and aquatic and riparian habitats) and biotic (macroinvertebrate community) were evaluated in 15 selected sampling sites. During 2013 and 2014 fish communities were also sampled. 15 sampling sites distributed by rivers Mente, Rabaçal, Baceiro, Tuela and Tua were selected. Sampling of fish and invertebrate communities was done according to the protocol defined by the Water Framework Directive. Regarding the target species, *Salmo trutta*, several population parameters were also determined and the use of available resources (food and shelter) evaluated in different salmonid streams of this northeastern region. In general it was found that aquatic systems benefit from good ecological integrity, supported by a good water quality, and hydromorphological and biological characteristics. It was found a good or excellent water quality, confirmed by high content of dissolved oxygen concentration and low concentration of dissolved salts and nutrients and, in addition, a low water temperature during summer period. The biological quality was assessed based on the information obtained from invertebrate communities and allowed to classify all sampling segments with good or excellent quality (e.g. from biotic indices and other metrics). It was also detected a low anthropogenic influence, with great heterogeneity of aquatic and riparian microhabitats, which provide a mosaic of habitats for many native species present in the Tua basin. Among them, the Iberian endemic fish (e.g. species of cyprinids), the *Cobitis calderoni* and trout that despite the status Least Concern (LC, IUCN), is referenced there is a noticeable genetic diversity that justifies the preservation of these salmonid populations in southern Europe. Moreover underline the importance as the only host of the populations of pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) (species listed as "Endangered" by IUCN) in the basin of Tua, where this species occurs with higher density and breeding success in Portugal. The downstream section of River Tua presents signs of disturbance associated with rural and urban pollution and the introduction of exotic species such as pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*). The regulation (e.g. hydroelectric powerplant of Foz-Tua - AHFT) which is currently under

construction will contribute to a scene dominated by the reduction of the ecological integrity of aquatic ecosystems.

In terms of fish fauna, the results obtained allowed to update the composition and distribution of fish species in the upper sector of the High Tua. It was observed a dominance of trout in headwater streams, meanwhile in immediately downstream sections cohabit with endemic cyprinids. *Salmo trutta* populations of different streams showed significant differences in the physical condition of the fish. Significant differences were also determined in the diet of trout populations, although most of them revealed an opportunistic behavior. A more detailed analysis also allowed to verify temporal and spatial variations in the diet of trout populations from four rivers sampled. With regard to habitat use, it were detected differences between adult trout, that colonize the shelter areas (blocks, stones and overhanging vegetation), and juveniles which are displaced to the marginal areas.

Finally, priory habitats, species and aquatic ecosystems must be preserved in the northeastern Portugal, possible only by the application of appropriate measures in the management of populations and ecosystems. Furthermore the engagement of general citizens and particularly all users are needed in order to prevent pollution, physical degradation of aquatic and riparian habitats and especially the expansion of exotic species.

**Keywords:** bio-ecology, conservation, rivers, trout, ecological integrity

# INDICE

AGRADECIMENTOS .....	I
RESUMO GERAL .....	II
ABSTRACT .....	IV
CAPITULO 1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
1.1. ICTIOFAUNA FLUVIAL .....	3
1.2. OBJETIVOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	13
1.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
CAPITULO 2. AVALIAÇÃO DO STATUS ECOLOGICO DO ALTO TUA COM BASE NAS CARACTERÍSTICAS ABIÓTICAS E NAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS. 17	
RESUMO.....	17
2.1. INTRODUÇÃO .....	18
2.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
2.2.1. ÁREA DE ESTUDO .....	19
2.2.2. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA.....	20
2.2.3. AVALIAÇÃO DE HABITATS AQUÁTICOS E RIBEIRINHOS.....	20
2.2.4. BIOTA: COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS .....	21
2.2.4.1. Processo de amostragem.....	21
2.2.4.2. Métricas seleccionadas para a avaliação da qualidade ambiental .....	22
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
2.3.1. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA .....	25
2.3.2. QUALIDADE DOS HABITATS AQUÁTICOS E RIBEIRINHOS .....	28
2.3.3. COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS .....	28
2.3.3.1. Índice de diversidade e equitabilidade .....	29
2.3.3.2. Composição faunística .....	30
2.3.3.3. Índices IBMWP e IPTl <sub>N</sub> .....	32
2.3.3.4. Outras métricas e índices de avaliação .....	32
2.3.3.5. Biotipologia da comunidade de macroinvertebrados .....	35
2.4. CONCLUSÃO .....	36
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39

<b>CAPITULO 3. CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES PISCÍCOLAS DO ALTO TUA. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS POPULACIONAIS E DO USO DOS RECURSOS PELAS POPULAÇÕES DE TRUTA-DE-RIO (<i>Salmo trutta</i>).....</b>	<b>42</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>42</b>
<b>3.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.1. ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.2. METODOLOGIA .....</b>	<b>46</b>
<b>3.2.2.1. Amostragem da fauna piscícola - Pesca Elétrica .....</b>	<b>46</b>
<b>3.2.2.2. Determinação da idade dos peixes pelas escamas.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.2.3. Determinação de parâmetros populacionais .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.2.4. Determinação das Guildas Ecológicas .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.2.5. Uso de recursos: Amostragem das populações piscícolas .....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.2.5.1. Amostragem direcionada para o estudo das dietas.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.2.5.2. Amostragem direcionada para o estudo do uso do habitat .....</b>	<b>53</b>
<b>3.3. RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>3.3.1. COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DAS COMUNIDADES PISCÍCOLAS .....</b>	<b>56</b>
<b>3.3.2. BIOTIPOLOGIA DAS COMUNIDADES PISCÍCOLAS .....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.3. GUILDAS ECOLÓGICAS .....</b>	<b>59</b>
<b>3.3.4. PARÂMETROS POPULACIONAIS DAS POPULAÇÕES DE TRUTA-DE-RIO .....</b>	<b>62</b>
<b>3.3.4.1. Relação entre o Comprimento e a Biomassa.....</b>	<b>62</b>
<b>3.3.4.2. Coeficiente de Condição Física (K).....</b>	<b>63</b>
<b>3.3.5. USO DE RECURSOS: ALIMENTAÇÃO DA TRUTA-DE-RIO.....</b>	<b>64</b>
<b>3.3.5.1. Variação espacial na dieta: 4 rios do Alto Tua.....</b>	<b>64</b>
<b>3.3.5.2. Variação temporal na dieta: análise bimensal .....</b>	<b>66</b>
<b>3.3.5.3. Variação espacial ontogenética: troços distintos do rio Baceiro .....</b>	<b>68</b>
<b>3.3.6. USO DE RECURSOS: HABITAT DA TRUTA-DE-RIO.....</b>	<b>71</b>
<b>3.4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>76</b>
<b>3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>78</b>
<b>4. CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>83</b>
<b>5. ANEXOS .....</b>	<b>86</b>

## CAPITULO 1. INTRODUÇÃO GERAL

No Nordeste de Portugal são vários os afluentes do rio Douro (e.g. rios Sabor e Tua) que nas zonas de cabeceira possuem ótimas condições para albergarem populações de truta-de-rio (*Salmo trutta* L.). Tratando-se da espécie piscícola com maior interesse na região, em termos de pesca lúdica e desportiva, são vários os potenciais conflitos existentes entre a exploração e a conservação da espécie, nomeadamente nos troços inseridos dentro da área protegida do Parque Natural de Montesinho (PNM). Desde logo, importa salientar que no caso do Alto Tua a espécie *Salmo trutta* é o único hospedeiro do mexilhão-de-rio (*Margaritifera margaritifera*), classificado pela União Internacional de Conservação da Natureza como “Em perigo” (IUCN, 2014). Por esse motivo, merece atenção particular a gestão e ordenamento dos rios onde ocorrem ambas as populações com notável sucesso reprodutor e densidades elevadas, de modo a garantir a sustentabilidade destes recursos biológicos únicos em Portugal.

### ÁGUAS PISCÍCOLAS

Ao Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) compete proceder à classificação das águas piscícolas, que atualmente estão divididas em:

- a) **Águas de salmonídeos** – as águas onde habitam ou poderão habitar espécies piscícolas da família *Salmonidae*, como a truta-de-rio e o salmão;
- b) **Águas de ciprinídeos** – as águas onde habitam ou têm capacidade para habitar espécies piscícolas da família *Cyprinidae*, como o escalo, a boga o barbo e o bordalo, bem como outras espécies não pertencentes à família *Salmonidae*;
- c) **Águas de transição** – águas onde habitam ou podem habitar simultaneamente espécies de salmonídeos e ciprinídeos; para efeitos de fixação das normas de qualidade são consideradas águas de salmonídeos.

A pesca, tal como caça e a agricultura é uma atividade de subsistência muito antiga, sendo praticada pelo homem desde a pré-história. A pesca pode definir-se como sendo uma atividade recolectora que se desenvolveu através da exploração dos recursos envolvendo três componentes: os recursos biológicos, o meio aquático e o ser humano, enquanto espécie recolectora ou predadora (LACKEY & NIELSEN, 1980).

A truta-de-rio tem uma importância socioeconómica relevante no Norte de Portugal, em termos de pesca desportiva. É considerada como a espécie mais popular na pesca recreativa da Europa, sendo frequentemente usada como atração turística (ÁLMODOVAR & NICOLA, 1998, AAS *et al.*, 2000; BUTLER *et al.*, 2009). A sua importância está bem traduzida na enorme quantidade de literatura disponível (e.g. ELLIOTT, 1994).

## **LEGISLAÇÃO DA PESCA EM ÁGUAS INTERIORES**

O exercício da pesca em águas interiores públicas e particulares, submetidas à jurisdição marítima, está sujeito ao regime jurídico estabelecido pela Lei N<sup>o</sup> 2097 de 6 de Junho de 1959 e regulamentada pelo DL n.º44623 de 10 de Junho de 1962, para o exercício da pesca, as águas públicas referidas nos n.ºs 2.º a 4.º, 6.º e 7º do artigo 1.º do Decreto n.º 5787 – III, de 10 de Maio de 1919, e as águas particulares referidas nos n.ºs 2.º e 4.º do artigo 2.º do mesmo Decreto, bem como as lagoas de água salobra que comunicam periodicamente com o mar e os estuários intermitentemente fechados. Em 2008 surgiu nova legislação, Lei n.º 7/2008 de 15 de Fevereiro, aguardando-se, atualmente, a devida regulamentação.

Para efeitos de Lei e demais legislação complementar, considera-se por pesca a prática de quaisquer atos conducentes à captura de espécies aquícolas no estado de liberdade e exercida nas águas interiores ou nas respetivas margens. Esta, quando exercida como atividade de lazer ou de recreio em que não podem ser comercializados os exemplares capturados, denomina-se de **pesca lúdica**. Quando exercida sob a forma de competição organizada, tendo em vista a obtenção de marcas desportivas, incluindo o treino e a aprendizagem, denomina-se de **pesca desportiva**.

As águas interiores são todas as águas superficiais doces, lênticas ou lólicas (correntes) epicontinentais e ainda as águas de transição não submetidas à jurisdição da autoridade marítima. As águas livres são águas públicas não submetidas a planos de gestão e exploração, nem a medidas de proteção específicas. As águas de transição são massas de água superficiais nas proximidades da foz dos rios, que têm um carácter parcialmente salgado em resultado da proximidade de águas costeiras, mas que são também significativamente influenciadas por cursos de água. A **pesca profissional** é exercida como atividade comercial e é praticada por indivíduos devidamente licenciados.

## 1.1. ICTIOFAUNA FLUVIAL

Tal como toda a fauna aquática, as espécies de peixes encontram-se distribuídos pelos diversos habitats consoante as suas características hidrogeomorfológicas e ecológicas, de forma a garantirem as condições adequadas para as suas necessidades de vida (alimentação, crescimento e reprodução). As espécies piscícolas, associadas aos diferentes tipos de águas, podem classificar-se, de acordo com as suas características biológicas e ecológicas, em três tipos (ARNPD, 2008):

- a) **Espécies periféricas:** São espécies originalmente marinhas, no entanto podem viver temporária ou permanentemente em zonas de águas litorais ou águas fluviais. São as espécies que melhor se adaptam às variações de salinidade e temperatura e estão associadas às zonas de confluência dos rios com o mar, podendo no entanto estar presentes em águas fluviais (e.g. tainha);
- b) **Espécies diádromas:** São espécies em que o ciclo de vida se encontra dividido entre águas fluviais e águas marinhas, podendo nascer em águas fluviais e desenvolver-se no mar (migradoras anádromas: e.g. salmão) ou então efetuar o ciclo inverso, ou seja, nascer no mar e desenvolver-se em águas fluviais (migradoras catádromas: e.g. enguia);
- c) **Espécies dulçaquícolas:** São espécies que apenas habitam em áreas fluviais e lacustres das águas continentais, podendo no entanto realizar migrações potamódromas, ou seja, dentro do sistema fluvial (e.g. barbo).

## ICTIOFAUNA EXOTICA DE PORTUGAL

A presença de espécies piscícolas exóticas na Península Ibérica remonta aos tempos da civilização romana. No entanto, foi durante os últimos 100 anos que a maioria das espécies alóctones foi introduzida nas águas interiores portuguesas e algumas das aclimações que tiveram maior sucesso ocorreram nos últimos 50 anos. As introduções devem-se a variados motivos tais como, a piscicultura, a pesca desportiva ou ainda resultaram de introduções acidentais (GODINHO, 2006). Em 2006 o mesmo autor contabilizou 12 espécies exóticas em Portugal Continental (atualmente contabilizam-se 13). As espécies piscícolas exóticas mais importantes nas bacias hidrográficas de Portugal Continental são as seguintes (RIBEIRO *et al.*, 2007):

- Família **CENTRARQUIDAE**: Achigã (*Micropterus salmoides*); Perca-sol (*Lepomis gibbosus*)
- Família **CICHLIDAE**: Chanchito (*Australoheros facetus*)
- Família **CYPRINIDAE**: Carpa (*Cyprinus carpio*), Pimpão (*Carassius auratus*) Góbio (*Gobio lozanoi*) e Alburno (*Alburnus alburnus*)
- Família **ESOCIDAE**: Lúcio (*Esox lucius*)
- Família **ICTALURIDAE**: Peixe-gato-negro (*Ameiurus melas*)
- Família **PERCIDAE**: Lucioperca (*Sander lucioperca*)
- Família **POECILIDAE**: Gambúsia (*Gambusia holbrooki*)
- Família **SALMONIDAE**: Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*)
- Família **SILURIDAE**: Peixe-gato-europeu (*Silurus glanis*)

A maior parte das espécies referidas anteriormente surgiram em Portugal devido a uma qualquer utilização humana. Na sua maioria foram introduzidas devido ao seu interesse na pesca desportiva, caso do achigã, lúcio, lucioperca, truta arco-íris, carpa e, como isco para a pesca, o góbio. Outras foram introduzidas para a piscicultura como a truta arco-íris, para utilização como peixes ornamentais como o pimpão e o chanchito, e para o controlo de mosquitos caso da gambúsia. A perca-sol e o peixe-gato terão entrado em Portugal a partir de Espanha de forma inadvertida (GODINHO, 2006).

## ICTIOFAUNA AUTÓCTONE DE PORTUGAL

As espécies piscícolas autóctones nas bacias hidrográficas de Portugal Continental são as seguintes (RIBEIRO *et. al.*, 2007):

- Família **ANGUILLIDAE**: Enguia-europeia (*Anguilla anguilla*)
- Família **ATHERINIDAE**: Peixe-rei (*Atherina boyeri*)
- Família **BLENNIIDAE**: Caboz-de-água-doce (*Salaria fluviatilis*)
- Família **CLUPEIDAE**: Sável (*Alosa alosa*), Savelha (*Alosa fallax*)
- Família **COBITIDAE**: Verdemã-do-Norte (*Cobitis calderoni*), Verdemã-do-Sul (*Cobitis paludica*)
- Família **CYPRINIDAE**: Boga-do-Douro (*Pseudochondrostoma duriense*), Boga-de-boca-arqueada (*Iberochondrostoma lemmingii*), Boga-comum (*Pseudochondrostoma polylepis*), Boga-do-Guadiana (*Pseudochondrostoma willkommii*), Boga-portuguesa, (*Iberochondrostoma lusitanicum*), Boga-do-Sudoeste (*Iberochondrostoma almacaí*), Barbo-do-Norte (*Luciobarbus bocagei*), Cumba (*Luciobarbus comizo*), Barbo-de-cabeça-pequena

(*Luciobarbus microcephalus*), Barbo-do-Sul (*Luciobarbus sclateri*), Barbo-de-Steindachner (*Luciobarbus steindachneri*), Bordalo (*Squalius alburnoides*), Escalo-do-Arade (*Squalius aradensis*), Escalo-do-Mira (*Squalius torgalensis*), Escalo-do-Norte (*Squalius carolitertii*), Escalo-do-Sul (*Squalius pyrenaicus*), Ruivaco (*Achondrostoma oligolepis*), Ruivaco-do-Oeste (*Achondrostoma occidentale*), Saramugo (*Anaecypris hispanica*). Embora alguns inventários piscícolas referenciem a presença da panjorca (*Achondrostoma arcasii*) em vários rios, foi entretanto confirmado que esta espécie não ocorre em Portugal - está representada exclusivamente em Espanha (ROBALO *et al.*, 2007) ocorrendo uma espécie na bacia do rio Sabor com estatuto ainda por definir (*Achondrostoma* sp.).

- Família **GASTEROSTEIDAE**: Esgana-gata (*Gasterosteus aculeatus*).
- Família **SALMONIDAE**: Truta-de-rio (*Salmo trutta*) Salmão (*Salmo salar*)

## PRINCIPAIS ESPÉCIES PISCÍCOLAS AUTÓCTONES DO RIO TUA

A íctiofauna autóctone presente na bacia hidrográfica do Rio Tua é constituída por espécies da família *Salmonidae* (truta-fário ou truta-de-rio), *Cyprinidae* (barbo-do-norte, boga-do-douro, escalo-do-norte e bordalo) e *Cobitidae* (verdemã-do-norte). Seguidamente é apresentada informação relevante para cada uma das espécies:

### A. SALMONÍDEOS

#### 1. TRUTA-DE-RIO, TRUTA-FÁRIO *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758)

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Subfilo:** *Vertebrata*  
**Superclasse:** *Osteichthyes*  
**Classe:** *Actinopterygii*  
**Ordem:** *Salmoniformes*  
**Família:** *Salmonidae*  
**Subfamília:** *Salmoninae*  
**Género:** *Salmo*  
**Espécie:** *Salmo trutta*



#### Estatuto de conservação

Categoria mundial IUCN: Pouco preocupante (LC) (FREYHOLF, 2013)

(<http://www.iucnredlist.org/>).

Em Portugal: Pouco preocupante (LC) (forma não migradora) Criticamente em Perigo (CR) (forma migradora anádroma). (CABRAL *et al.*, 2006).

## **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

Esta espécie é frequentemente subdividida em duas subespécies, a truta marisca (*Salmo trutta morpha trutta*), onde são incluídos indivíduos migradores anádromos e a truta-fário (*Salmo trutta morpha fario*), indivíduos não migradores. A coloração das trutas sofre alterações conforme a sua idade, qualidade da água e do habitat e com as estações do ano. O tipo de coloração mais frequente nos exemplares adultos varia entre o castanho e o cinzento esverdeado, flancos acastanhados ou acinzentados (com manchas negras e vermelhas/alaranjadas) e o ventre amarelado ou esbranquiçado. As trutas pequenas mais jovens apresentam uma coloração mais escuras que as adultas (PEREIRA, 1994). Na Península Ibérica raramente são encontrados exemplares da espécie truta-fário que possuam mais do que 50 cm de comprimento e 2 kg de peso (LOBÓN-CERVIÁ *et al.*, 1986). No entanto, noutras partes do mundo é possível encontrar exemplares que podem atingir os 90 cm de comprimento e um peso de 18 kg (GONZÁLEZ *et al.*, 2012).

## **DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA**

A área de distribuição nativa da truta estende-se a Norte desde a Noruega até ao Nordeste da Rússia, a Sul alarga-se até à cordilheira do Atlas, no Norte de África, a Oeste vai até à Islândia e a Este ocorre na Ásia até ao Tajiquistão (ELLIOTT, 1994). Em Portugal, a truta encontra-se em alguns rios, ou em troços desses rios, da região situada a Norte do troço superior do Rio Zêzere e do Rio Sever (DGF, 2002). A forma migradora anádroma, designada por truta marisca, ocorre apenas nas bacias hidrográficas dos rios Âncora, Lima e Minho (ALMAÇA, 1996).

## **BIOLOGIA E ECOLOGIA**

A truta habita em rios com águas frias e oxigenadas, preferindo as zonas com fortes correntes (*riffles*), evitando normalmente as zonas com menores profundidades. Ocorre em locais que possuem substrato com granulometria superior a 7,5 cm onde procura abrigo e com zonas de vegetação ripícola saliente e raízes. As trutas jovens (<10 cm) ocupam as zonas de *riffle* mas com menores profundidades. Esta espécie normalmente só se encontra em rios com boa qualidade da água. A sua alimentação é generalista, ingerindo as presas que descem o rio à deriva. Os alevins e os juvenis (0+ e 1+) alimentam-se de invertebrados aquáticos e raramente de alguns invertebrados terrestres e pequenos peixes. As trutas adultas alimentam-se para além de invertebrados, também de peixes e anfíbios (RIBEIRO *et al.*, 2007).

A sua reprodução ocorre no Outono ou Inverno, sendo que para tal as fêmeas escavam ninhos no substrato do leito. As fêmeas são frequentemente cortejadas por vários machos mas a fertilização fica a cargo dos machos de maiores dimensões. Depois da fertilização, as fêmeas cobrem os ovos com pedras e cascalho. Os ovos eclodem na Primavera seguinte (ALONSO *et al.*, 2010).

## AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO

As principais ameaças para a espécie são a sobrepesca, a introgressão genética das populações selvagens devido a repovoamentos, a introdução de espécies exóticas predadoras (e.g. lúcio), a extração de inertes, a poluição e a alteração das condições hidrológicas dos rios (DOADRIO, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2007).

De maneira a permitir a viabilidade populacional da truta-de-rio é necessário assegurar a proteção de áreas de postura e manutenção da sua qualidade. Os repovoamentos, a serem realizados, deverão utilizar-se apenas com indivíduos de origem autóctone (RIBEIRO *et al.*, 2007).

## B. CIPRINÍDEOS

### 1. BARBO-COMUM, BARBO-DO-NORTE *Luciobarbus bocagei* (Steindachner, 1864)

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Subfilo:** *Vertebrata*  
**Superclasse:** *Osteichthyes*  
**Classe:** *Actinopterygii*  
**Ordem:** *Cypriniformes*  
**Família:** *Cyprinidae*  
**Género:** *Luciobarbus*  
**Espécie:** *Luciobarbus bocagei*



#### Estatuto de conservação

Categoria mundial IUCN: Pouco preocupante (LC) (FREYHOLF & KOTTELAT, 2008)  
(<http://www.iucnredlist.org/>).

Em Portugal: Pouco preocupante (LC) (CABRAL *et al.*, 2006).

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Espécie de ciprinídeo com tamanho relativamente grande, já que pode atingir 1 metro de comprimento. Possui uma boca protractil em posição ínfera e tem dois pares de barbilhos na mandíbula superior. Os juvenis apresentam algumas pontuações negras.

Na época da reprodução os machos apresentam tubérculos nupciais (DOADRIO, 2001).

## DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Esta espécie é endémica da Península Ibérica. Em Portugal aparece na maioria das bacias hidrográficas, com exceção da bacia do Guadiana, Mira e das bacias dos cursos de água do Algarve (GERALDES, 1999; DOADRIO, 2001) (Figura 1.1).



Figura 1.1: Distribuição do barbo-do-norte (<http://www.ittiofauna.org/webmuseum/indexwm.htm>)

## BIOLOGIA E ECOLOGIA

O barbo habita nos troços médios e inferiores dos rios, preferindo os locais que apresentam pouca ou moderada velocidade de corrente e com elevada cobertura ripária, com reduzida instabilidade hídrica. A alimentação do barbo é generalista e oportunista. Alimenta-se principalmente de material vegetal (plantas e algas filamentosas) e de larvas de invertebrados aquáticos, ingerindo por vezes insetos terrestres e sementes (RIBEIRO *et al.*, 2007).

No período reprodutivo (Primavera) esta espécie realiza umas migrações potamódromas, subindo o rio até troços com maior corrente e menor profundidade, com fundos de cascalho, onde desova. (GERALDES, 1999; DOADRIO, 2001)

## 2. BOGA-DO-DOURO *Pseudochondrostoma duriense* (Coelho, 1985)

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Subfilo:** *Vertebrata*  
**Superclasse:** *Osteichthyes*  
**Classe:** *Actinopterygii*  
**Ordem:** *Cypriniformes*  
**Família:** *Cyprinidae*  
**Género:** *Pseudochondrostoma*  
**Espécie:** *Pseudochondrostoma duriense*



### Estatuto de conservação

Categoria mundial IUCN: Vulnerável (VU) (CRIVELLI, 2006) (<http://www.iucnredlist.org/>).

Em Portugal: Pouco preocupante (LC) (CABRAL *et al.*, 2006).

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Espécie de tamanho médio. Raramente atinge 50 cm. Corpo pigmentado com manchas negras. Possui o lábio inferior espesso e boca ínfera (DOADRIO, 2001).

## DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Esta espécie é endémica da bacia do Douro e de algumas bacias da Galiza, onde ocorre de forma abundante (DOADRIO, 2001) (Figura 1.2).



Figura 1.2: Distribuição da boga-do-Douro (<http://www.ittiofauna.org/webmuseum/indexwm.htm>)

## BIOLOGIA E ECOLOGIA

A boga é uma espécie que habita nos troços médios e baixos dos rios nas zonas de corrente, mas também habita em albufeiras. Ocorre em habitats com maiores profundidades e velocidades de corrente. No entanto, no verão encontra-se em zonas de menores profundidades e com fraca corrente. Os juvenis habitam preferencialmente em zonas de substrato fino, de areia e vasa (DOADRIO, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2007). A sua alimentação é constituída por vegetação e em menor escala por pequenos invertebrados e detritos (DOADRIO, 2001).

### 3. ESCALO-DO-NORTE *Squalius carolitertii* (Doadrio, 1988)

**Reino:** *Animalia*

**Filo:** *Chordata*

**Subfilo:** *Vertebrata*

**Superclasse:** *Osteichthyes*

**Classe:** *Actinopterygii*

**Ordem:** *Cypriniformes*

**Família:** *Cyprinidae*

**Género:** *Squalius*

**Espécie:** *Squalius carolitertii*



#### Estatuto de conservação

Categoria mundial IUCN: Pouco preocupante (LC) (CRIVELLI, 2006)

(<http://www.iucnredlist.org/>).

Em Portugal: Pouco preocupante (LC) (CABRAL *et al.*, 2006).

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Possui corpo alongado e comprimido nos flancos, coloração acinzentada no dorso e prateada nos flancos. Pode atingir os 20 cm de comprimento. (GERALDES, 1999).

## DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Esta espécie é um endemismo da Península Ibérica, pode ser encontrada nas bacias dos rios Douro, Tejo, Minho, Lima e Lézrez. (DOADRIO, 2001) (Figura 1.3).

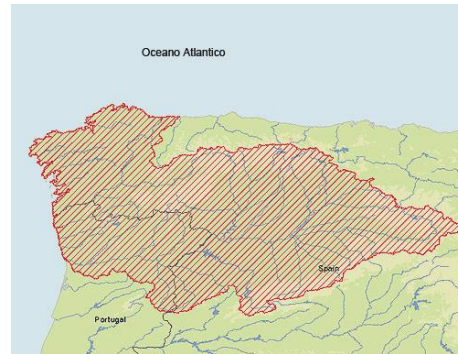


Figura 1.3: Distribuição do Escalo (adaptado de: <http://www.ittiofauna.org/webmuseum/indexwm.htm>)

## BIOLOGIA E ECOLOGIA

Esta espécie ocorre nos rios de montanha e de planície. A sua alimentação é composta por larvas aquáticas de insetos e outros insetos que caem no rio. Por vezes também ingerem material vegetal (GERALDES, 1999).

### 4. BORDALO *Squalius alburnoides* (Steindachner, 1866)

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Subfilo:** *Vertebrata*  
**Superclasse:** *Osteichthyes*  
**Classe:** *Actinopterygii*  
**Ordem:** *Cypriniformes*  
**Família:** *Cyprinidae*  
**Género:** *Squalius*  
**Espécie:** *Squalius alburnoides*



#### Estatuto de conservação

Categoria mundial IUCN: Vulnerável (VU) (CRIVELLI, 2006) (<http://www.iucnredlist.org/>).

Em Portugal: Vulnerável (VU) (CABRAL *et al.*, 2006).

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Espécie de pequenas dimensões, já que raramente atinge 13 cm de comprimento total (DOADRIO, 2001). Atualmente esta espécie é designa-se por **Complexo de *Squalius alburnoides***, por apresentar formas que apresentam diferentes ploidias (2n, 3n, e 4n) (CABRAL *et al.*, 2006).

## DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

O bordalo pode ser encontrado nas bacias hidrográficas dos rios Douro, Tejo, Sado, Guadiana, Odiel e Guadalquivir. (DOADRIO, 2001) (**Figura 1.4**).



**Figura 1.4: Distribuição do Bordalo** (adaptado de: <http://www.ittiofauna.org/webmuseum/indexwm.htm>)

## BIOLOGIA E ECOLOGIA

As populações de bordalo são constituídas na sua maioria por fêmeas, já que esta espécie utiliza como mecanismo reprodutivo a hibridogénese, isto é, as fêmeas produzem óvulos que podem ser fecundados por espermatozóides de outras espécies de ciprinídeos. Esta forma de hibridismo e as diferentes ploidias encontradas podem ser uma forma de adaptação a meios ou ambientes desfavoráveis (DOADRIO, 2001). A sua alimentação é constituída por larvas de insetos aquáticos e vegetação (GERALDES, 1999).

## C. COBITIDEOS

### 1. VERDEMÃ-DO-NORTE *Cobitis calderoni* (Bacescu, 1962)

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Subfilo:** *Vertebrata*  
**Superclasse:** *Osteichthyes*  
**Classe:** *Actinopterygii*  
**Ordem:** *Cypriniformes*  
**Família:** *Cobitidae*  
**Género:** *Cobitis*  
**Espécie:** *Cobitis calderoni*



#### Estatuto de conservação

Categoria mundial IUCN: Em Perigo (EN) (CRIVELLI, 2006) (<http://www.iucnredlist.org/>).

Em Portugal: Em Perigo (EN) (CABRAL *et al.*, 2006).

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

O verdemã-do-norte é uma espécie de pequenas dimensões (não vai muito além de 8 cm). Caracteriza-se por possuir um corpo alongado, comprimido lateralmente, com longo pedúnculo caudal estreito (PERDICES, 2013). Possui manchas escuras dispostas em linhas longitudinais e 3 pares de barbilhos na boca (GERALDES, 1999).

## DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Espécie endémica da Península Ibérica, limitada a alguns rios das bacias do Douro, Ebro e cabeceiras de alguns rios das bacias do Tejo e Minho (PERDICES, 2013). Em Portugal é possível encontrar esta espécie apenas em alguns rios da bacia do Douro (DOADRIO, 2001) (**Figura 1.5**).



**Figura 1.5:** Distribuição do verdemã-do-norte ([www.ittiofauna.org/webmuseum/indexwm.htm](http://www.ittiofauna.org/webmuseum/indexwm.htm))

## BIOLOGIA E ECOLOGIA

O verdemã-do-Norte alimenta-se essencialmente de pequenos invertebrados, como dípteros, efemerópteros e crustáceos para além de detritos e algas unicelulares (PERDICES, 2013).

## **AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DOS CIPRINÍDEOS**

As principais ameaças que a maioria das populações de ciprinídeos enfrentam são a poluição, as barragens, regularizações, extrações de água e inertes, introdução de espécies exóticas, passagens para peixes inadequadas, destruição das zonas de postura (DOADRIO, 2001; RIBEIRO, *et. al.*, 2007).

### **1.2. OBJETIVOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Este trabalho pretendeu contribuir para um conhecimento mais aprofundado das condições das populações piscícolas presentes nos diferentes cursos de água que constituem a bacia hidrográfica do Alto Tua. Os objetivos específicos foram:

- 1) Efetuar a caracterização do *status* ecológico dos principais cursos de água da bacia do rio Tua, caso dos rios Mente, Rabaçal, Tuela, Baceiro, tendo como base a qualidade da água e do habitat (características abióticas) e as comunidades de macroinvertebrados e peixes (características bióticas).
- 2) Atualizar a informação referente sobre a distribuição e densidade das espécies autóctones, especialmente para os endemismos piscícolas ibéricos. Estudar distintos aspetos da bioecologia da *Salmo trutta* e reforçar a importância desta espécie em termos de conservação na bacia do rio Tua;

A dissertação está organizada em 4 capítulos, correspondendo o primeiro (capítulo 1) à presente introdução. Os 2 capítulos que se seguem são apresentados sob a forma de artigos científicos e são os seguintes:

**CAPÍTULO 2. Avaliação do *status* ecológico do Alto Tua com base nas características abióticas e nas comunidades de macroinvertebrados**

**CAPÍTULO 3. Caracterização das comunidades piscícolas do Alto Tua. Avaliação dos parâmetros populacionais e do uso dos recursos pelas populações de truta-de-rio (*Salmo trutta* L.)**

No Capítulo 4 é efetuada a conclusão do estudo, tendo como base os vários estudos parcelares que foram realizados e apresentados separadamente nos capítulos 2 e 3.

### 1.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAS, O., W. HAIDER & L. HUNT. 2000. Angler responses to potential harvest regulations in a Norwegian sport fishery: a conjoint-based choice modelling approach. *North American Journal of Fisheries Management*, 20: 940–950.
- ALMAÇA, C. 1996. Peixes dos rios de Portugal. Edições Inapa, Lisboa.
- ALMODÓVAR, A., SUÁREZ, J., NICOLA, G.G. & NUEVO, M. 2001. Genetic introgression between wild and stocked brown trout *Salmo trutta* in the Douro River Basin, Spain. *Journal of Fish Biology* 59: 68-74pp.
- ALONSO, C., GORTÁZAR, J. & GARCIA DE JALÓN, D. 2010. Trucha Común – *Salmo trutta*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Elvira, B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <<http://www.vertebradosibericos.org>> (consultado 13 de Outubro 2014).
- ARNPD (ASSOCIAÇÃO REGIONAL DO NORTE DE PESCA DESPORTIVA) 2008. A pesca nas águas Interiores do Entre Douro e Minho. Agris – Projecto 2003100037518, Jodique – Artes graficas Lda., Valongo, 219 pp.
- BUTLER, J.R.A., RADFORD, A., RIDDINGTON, G. & LAUGHTON R. 2009. Evaluating an ecosystem service provided by Atlantic salmon, sea trout and other fish species in the River Spey, Scotland: the economic impact of recreational rod fisheries. *Fisheries Research*, 96: 259–266.
- CABRAL, M.J. (Coord.), ALMEIDA, J., ALMEIDA, P.R., DELLINGER, T., FERRAND DE ALMEIDA, N., OLIVEIRA, M.E., PALMEIRIM, J.M., QUEIROZ, A.L., ROGADO L. & SANTOS-REIS, M. (eds.) 2006. Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. 2ª ed., Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza/Assírio & Alvim.
- CRIVELLI, A.J. 2006. *Cobitis calderoni*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. (Consultado 6 de Agosto 2014).
- CRIVELLI, A.J. 2006. *Iberocypris alburnoides*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. (Consultado 6 de Agosto 2014).
- CRIVELLI, A.J. 2006. *Pseudochondrostoma duriense*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. (Consultado 6 de Agosto 2014).
- CRIVELLI, A.J. 2006. *Squalius carolitertii*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. (Consultado 6 de Agosto 2014).
- DGF 2002. <http://www.dgf.min-agricultura.pt> (consultado a 20 Fevereiro de 2014).

- DOADRIO, I. (ed.) 2001. Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España. Madrid. 375pp.
- ELLIOTT, J.M., 1994. Quantitative Ecology and the Brown Trout. Oxford. Oxford University Press, 286 pp.
- FREYHOLF, J. & KOTTELAT, M. 2008. *Luciobarbus bocagei*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. (consultado 6 de Agosto 2014).
- FREYHOLF, J. 2013. *Salmo trutta*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. (consultado 6 de Agosto 2014).
- GERALDES, A. M. 1999. Peixes de água doce. J. Azevedo (ed). Mirandela. 64pp.
- GODINHO, F. N. 2006. Peixes fluviais exóticos em Portugal Continental: mediação ambiental das introduções de sucesso. In: Rodrigues, L.; Reino, L.; Gordinho, L. O. e FREITAS, H. (Eds.), *Actas do 1º Simpósio sobre Espécies Exóticas: Introdução, Causas e Consequências*, Março de 2000. LPN, Lisboa. 7-23pp; 24-25pp.
- GONZÁLEZ, C.A., RUBIAL, J. & JALÓN, D.G. 2012. Trucha común – *Salmo trutta*. In SALVADOR A, ELVIRA B. (Eds) Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias, Madrid. 1-36 pp.. <<http://www.vertebradosibericos.org>>. (consultado em 3 de Agosto de 2014).
- IUCN 2014. Mollusc Specialist Group 1996. *Margaritifera margaritifera*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 26 October 2014.
- LACKEY, R.T. & NIELSEN, L.A. (Eds) 1980. *Fisheries Management*. Oxford. Blackwell.
- LÓBON-CERVIÁ, J., SOSTOA, A. & MONTAÑES, C. 1986. Fish production and its relation with the community structure in an aquifer-fed stream of Old Castile (Spain). *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 33: 333-343pp.
- PERDICES, A. 2013. Lamprehuela – *Cobitis calderoni*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Elvira, B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <<http://www.vertebradosibericos.org>>. (consultado em 4 de Agosto de 2014).
- PEREIRA, C.A. 1994. *Espécies aquícolas de Portugal Continental*. Direcção dos Serviços Florestais.

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

ROBALO, J.I., ALMADA, V.C., LEVY, A. & DOADRIO, I. 2007. Re-examination and phylogeny of the genus *Chondrostoma* based on mitochondrial and nuclear data and the definition of 5 new genera. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 42: 362–372pp.

## **CAPITULO 2. AVALIAÇÃO DO STATUS ECOLOGICO DO ALTO TUA COM BASE NAS CARACTERÍSTICAS ABIÓTICAS E NAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS**

### **RESUMO**

Durante a primavera de 2014 foi avaliada a integridade ecológica dos rios que constituem a bacia hidrográfica do Alto Tua, nomeadamente os rios, Mente, Rabaçal, Tuela, Baceiro. Foram avaliados um conjunto de parâmetros abióticos (qualidade da água e dos habitats aquáticos e ribeirinhos) e bióticos (comunidade de macroinvertebrados), em 15 pontos de amostragem selecionados ao longo dos cursos de água. Os troços amostrados apresentaram de uma forma geral boa ou excelente qualidade da água, já que foram registados elevados teores de oxigénio dissolvido e baixos teores em sais dissolvidos e nutrientes e uma temperatura estival da água baixa. Nos troços amostrados mais a montante a influência antropogénica detetada foi reduzida. Realce para uma apreciável heterogeneidade de microhabitats aquáticos e ribeirinhos que, associada à boa qualidade da água, permitem a existência de uma elevada biodiversidade de macroinvertebrados e a conservação de espécies de peixes autóctones nestes rios. Muitas das espécies presentes nos troços na bacia do Tua são endemismos ibéricos e algumas possuem um estatuto de conservação importante como ocorre com o mexilhão-de-rio (*Margaritifera margaritifera*) ou o verdemã-do-Norte (*Cobitis calderoni*). No troço mais a jusante da bacia do Tua foram encontrados alguns sinais de perturbação associados aos aglomerados populacionais rurais e urbanos, à agricultura, e algum industria (e.g. complexo do Cachão) e à introdução de espécies exóticas como a perca-sol (*Lepomis gibbosus*). A regularização de caudais prevista no Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua (AHFT) que se encontra atualmente em construção, vai contribuir para um cenário dominado pela diminuição da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos da parte inferior da bacia do Tua. Neste medida urge tomar medidas que salvaguardem a integridade ecológica da parte superior da bacia do rio Tua de modo a evitar a degradação ambiental e especialmente a dispersão para montante de espécies exóticas, algumas com elevado potencial invasor.

**Palavras-chave:** integridade ecológica, qualidade da água, habitats, invertebrados

## 2.1. INTRODUÇÃO

A flora e a fauna de um dado sistema aquático são influenciadas por um conjunto de fatores como o uso do solo, a geologia e o clima, que intervêm no ambiente físico-químico aquático através de um conjunto de processos nos quais se inserem o regime hidrológico, o *input* de nutrientes e os sedimentos. Por isso a qualidade do habitat é um dos fatores que possui maior relevância no sucesso da colonização e do estabelecimento das comunidades biológicas em ambientes dulçaquícolas (OLIVEIRA & CORTES, 2005).

A (DIRECTIVA 2000/60/CE), do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, estabeleceu um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, designada resumidamente por Diretiva-Quadro da Água (DQA). Segundo esta Diretiva, que entrou em vigor no dia 22 de Dezembro de 2000, ficou definido que todas as massas de água dos estados membros da União Europeia deveriam atingir, até ao ano de 2015, um bom estado químico e também ecológico. Devido ao enquadramento da DQA em Portugal, a monitorização dos cursos de água assume uma importância vital e estratégica, perante o cenário desfavorável que encontramos atualmente em que muitos sistemas aquáticos portugueses que possuem uma baixa integridade ecológica. São de facto facilmente identificáveis perturbações de diversa ordem resultantes, por exemplo de fenómenos como a poluição tóxica e difusa, a eutrofização, os cortes excessivos da galeria ripícola, a extração de inertes, a introdução de espécies exóticas, a regularização de caudais e sedimentação (CORTES *et al.*, 2002). Na monitorização dos ecossistemas aquáticos é essencial contemplar uma boa caracterização do meio abiótico, pois este intervém de forma decisiva para o estabelecimento e desenvolvimento dos organismos aquáticos e as variações detetadas nos parâmetros da água resultam frequentemente dos fatores ambientais que incidem sobre a bacia de drenagem (*e.g.* clima, relevo, geologia, vegetação, uso do solo) (VIDAL-ABARCA *et al.*, 1994).

O **objetivo deste capítulo** consistiu na avaliação do estado ecológico dos ecossistemas lóticos que constituem a bacia hidrográfica do Alto Tua, através da realização da monitorização e estudo de parâmetros físico-químicos associados à qualidade da água, avaliação da qualidade dos habitats aquáticos e ribeirinhos e determinação da qualidade biológica com base nas comunidades de macroinvertebrados.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1. ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho teve como área de estudo os principais cursos de água que compõem a bacia hidrográfica do Alto Tua: rios Mente, Rabaçal, Tuela e Tua. A bacia hidrográfica tem, em Portugal, uma área de 3122 km<sup>2</sup> de área e abrange 12 concelhos dos distritos de Vila Real e Bragança: Alijó, Chaves, Murça, Valpaços e Vila Pouca de Aguiar (Distrito Vila Real) e Alfândega da Fé, Bragança, Carrazeda de Ansiães, Macedo de Cavaleiros, Mirandela, Vila Flor e Vinhais (Distrito de Bragança). O principal curso de água e que dá o nome à bacia é o rio Tua, que resulta da junção dos rios Rabaçal e Tuela, poucos quilómetros a montante da cidade de Mirandela. O Rio Tua é um afluente da margem direita do rio Douro. (PGRHD, 2012). Esta bacia hidrográfica apresenta uma orientação Nordeste para Sudoeste.

Foram seleccionados 15 locais de amostragem distribuídos pelos cursos de água, anteriormente referidos e representados na Figura 2.1.

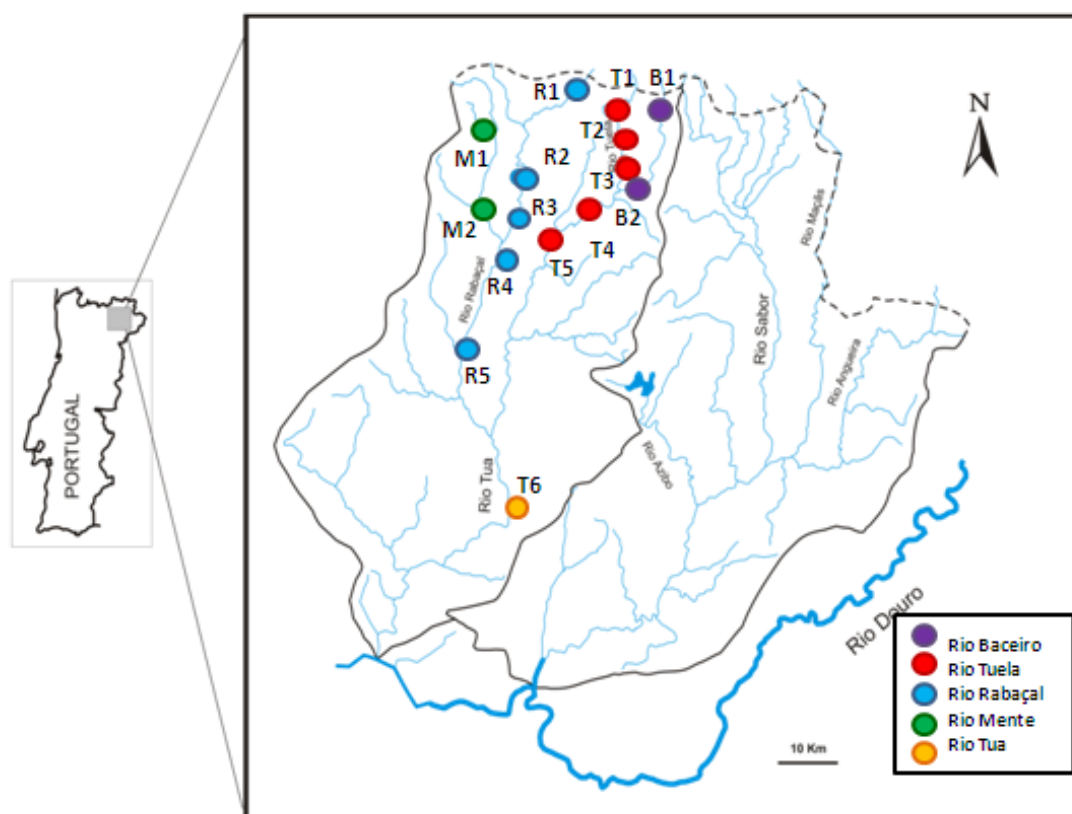


Figura 2.1: Mapa dos cursos de água: rios Baceiro, Tuela, Mente e Rabaçal Tua e distribuição dos pontos de amostragem.

### 2.2.2. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

A avaliação da qualidade físico-química da água, baseou-se na determinação sumária dos seguintes parâmetros mensurados *in situ*, com equipamentos potenciométricos portáteis, 1) oxigénio dissolvido (mg O<sub>2</sub>/L); 2) temperatura (°C); 3) sólidos dissolvidos totais (TDS, mg/L) e 4) condutividade elétrica (μS/cm) 5) pH. A interpretação dos resultados foi baseada no DECRETO-LEI 236/98 de 1 de Agosto que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas.

### 2.2.3. AVALIAÇÃO DE HABITATS AQUÁTICOS E RIBEIRINHOS

Recorreu-se a dois índices, adaptados a rios da Península Ibérica (Anexo I), de modo a classificar a qualidade da hidromorfologia fluvial e da zona ribeirinha envolvente. Foram utilizados os seguintes índices:

1) **Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho- QBR** (MUNNÉ *et al.*, 1998) (Tabela 2.1);

Tabela 2.1: 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 importante alteração, qualidade aceitável
30 – 50	IV	Forte alteração, má qualidade
0 – 25	V	Degradação extrema, péssima qualidade

2) **Índice de Qualidade do Canal- GQC** (CORTES *et al.*, 1999) (Tabela 2.2).

Tabela 2.2: 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)

## 2.2.4. BIOTA: COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

### 2.2.4.1. 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, 2008). Em cada um dos quinze 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 2.2).



Figura 2.2: Processo de amostragem dos invertebrados bentónicos (primavera de 2014).

Recolheram-se ainda invertebrados com grande capacidade de fixação ao substrato, mediante o uso de pinças. Os invertebrados capturados foram conservados mediante a adição de formaldeído a 4 % (em frascos de polietileno devidamente etiquetados). Em laboratório, procedeu-se à triagem dos invertebrados, seguida de preservação em álcool a 70%. Posteriormente recorreu-se ao auxílio de chaves dicotómicas (e.g. TACHET *et al.*, 1981, 2010) tendo os invertebrados sido contados e identificados, mediante o uso de uma lupa estereoscópica SMZ10 com *zoom* de ampliação de 10-132x até ao nível da família (com exceção das subclasses *Oligochaeta* e *Acari*).

#### 2.2.4.2. Métricas seleccionadas para a avaliação da qualidade ambiental

A resposta biótica baseada nas comunidades de macroinvertebrados foi avaliada considerando um conjunto de variáveis uni e multimétricas calculadas recorrendo ao Software AMIIB@ ([http://dqa.inag.pt/implementacao\\_invertebrados\\_AMIIB.html](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 de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (% EPT)
- 5) Índice biótico IBMWP

O IBMWP (ALBA-TERCEDOR, 2000) é um método de simples aplicação que permite avaliar a qualidade biológica de sistemas lóticos, dado somente necessitar da identificação dos organismos até ao nível taxonómico de família. No cálculo, a cada família é atribuída uma pontuação, que varia entre 10 e 1, segundo um gradiente de menor a maior tolerância à poluição (Anexo III). Efetuado o somatório das pontuações das famílias presentes em cada amostra, obtém-se a classificação da qualidade da água, de acordo com as 5 classes definidas na Tabela 2.3.

**Tabela 2.3: Amplitudes de variação do 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- IPTIN

O **índice multimétrico IPTIN**, desenvolvido e aplicado de acordo com a Diretiva-Quadro da Água (INAG, 2009), integra as seguintes métricas: nº de *taxa*, EPT, equitabilidade de Pielou  $J'$  (*Evenness*), índice de diversidade de Shannon-Wiener  $H'$ , IASPT e Sel. ETD assim 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:

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

$H'$  - diversidade de Shannon-Wiener

$S$  - número de *taxa* presentes

$\text{Ln}$  - logaritmo natural ou neperiano

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

$$p_i = n_i / N$$

$n_i$ - nº de indivíduos de cada *taxon i*

$N$ - nº total de indivíduos presentes na amostra

- **IASPT**: ASPT Ibérico, que corresponde ao IBMWP, dividido pelo número de famílias presentes;
- **Log (Sel. ETD+1)** -  $\text{Log}_{10}$  de (1 + soma das abundâncias de indivíduos das famílias *Heptageniidae*, *Ephemeridae*, *Brachycentridae*, *Odontoceridae*, *Limnephilidae*, *Goeridae*, *Polycentropodidae*, *Athericidae*, *Dixidae*, *Dolichopodidae*, *Empididae*, *Stratiomyidae*);

O valor de **IPTIN** 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).

Recorreu-se à análise multivariada através do *software* PRIMER 6 & Permanova + (CLARKE & GORLEY, 2006), mais precisamente à ordenação *non-metric Multi dimensional scaling* (NMDS) e à Análise de Clusters para análise das comunidades de invertebrados no sentido de discriminar os locais classificados de boa qualidade ambiental vs. mais degradados dos vários troços amostrados. Para esta análise os dados de abundância foram transformados [Log (x+1)] e aplicou-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis.

## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos permitiram fazer uma avaliação do *status* ecológico da bacia do Alto Tua, baseado nas condições ambientais, com realce para as características da água e do habitat ribeirinho e aquático, e particularmente nas comunidades de macroinvertebrados.

### 2.3.1. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

Através da análise físico-química da água foi possível observar que, de uma maneira geral e ainda que limitada pelo reduzido número de parâmetros avaliados, os rios amostrados apresentam uma boa qualidade da água, principalmente nos troços mais a montante, onde se registaram temperaturas relativamente baixas ( $T < 25\text{ °C}$ ), uma boa taxa de oxigenação ( $\text{O.D.} > 8,0\text{ mg O}_2/\text{L}$ ) e teores baixos de sais dissolvidos (condutividade elétrica  $\text{EC}_{25} < 85\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (Figuras 2.3, 2.4 e 2.5).

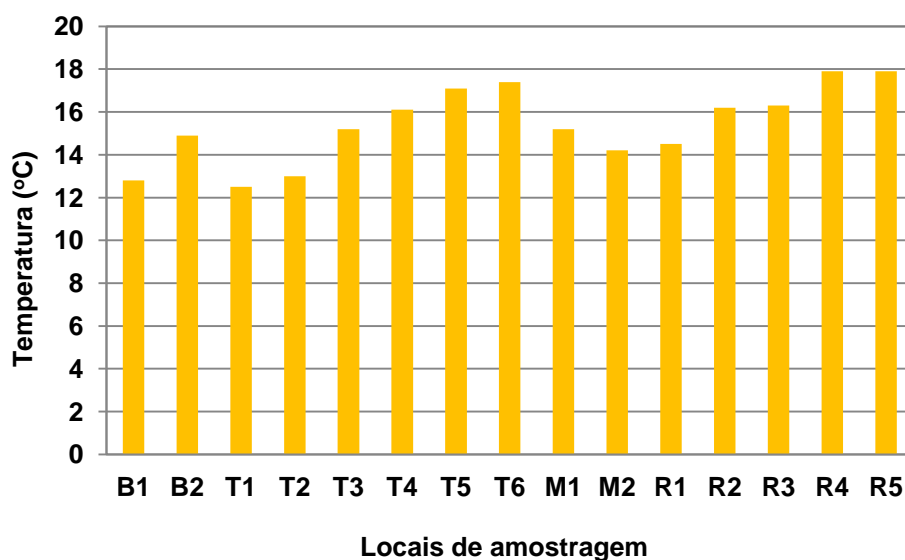


Figura 2.3: Variação da temperatura da água (primavera 2014).

Genericamente os resultados mostraram um aumento da temperatura e uma diminuição da concentração de oxigénio de montante para jusante, com exceção do Rio Mente, embora a proximidade dos locais amostrados e a variação da oscilação ( $1\text{ °C}$  e  $1\text{ mg O}_2/\text{L}$ ) detetada seja insignificante sob o ponto de vista ecológico.

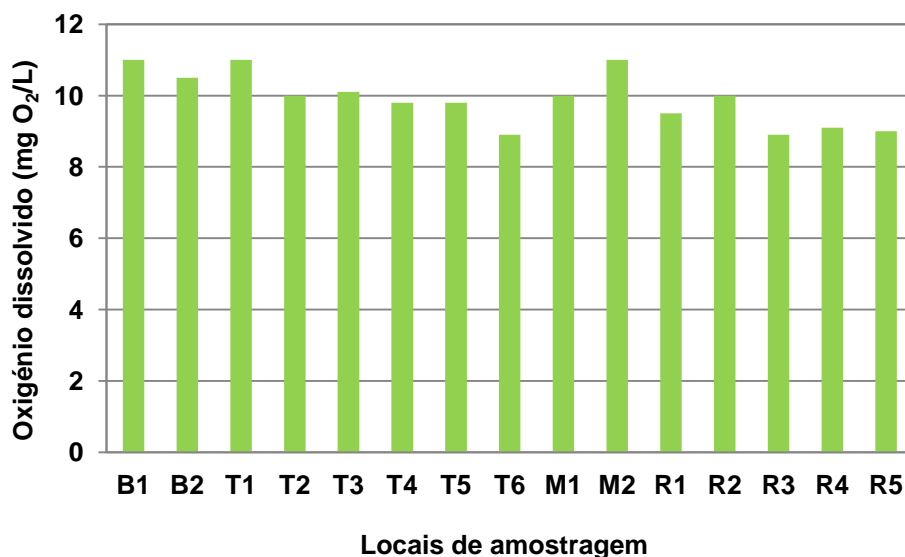


Figura 2.4: Variação do Oxigénio Dissolvido (mg O<sub>2</sub>/L) (primavera 2014).

Os valores da condutividade são relativamente baixos ( $EC_{25} < 85 \mu\text{S/cm}$ ) e apenas 3 locais de amostragem apresentam valores de condutividade  $EC_{25} > 70 \mu\text{S/cm}$  (B2, T5 e T6). No Rio Tuela nota-se uma tendência de aumento na condutividade de montante para jusante, enquanto nos rios Mente e Baceiro, devido ao reduzido número de troços amostrados (apenas 2), não é possível aferir uma variação longitudinal significativa. Registo, no entanto, para o facto de no Rio Mente os valores de M2 sejam inferiores aos de M1 e no Rio Baceiro no troço B2 os valores sejam muito mais elevados do que em B1. Por sua vez, no Rio Rabaçal não há uma tendência clara sendo que os valores obtidos em R2 são bastante superiores aos restantes troços amostrados.

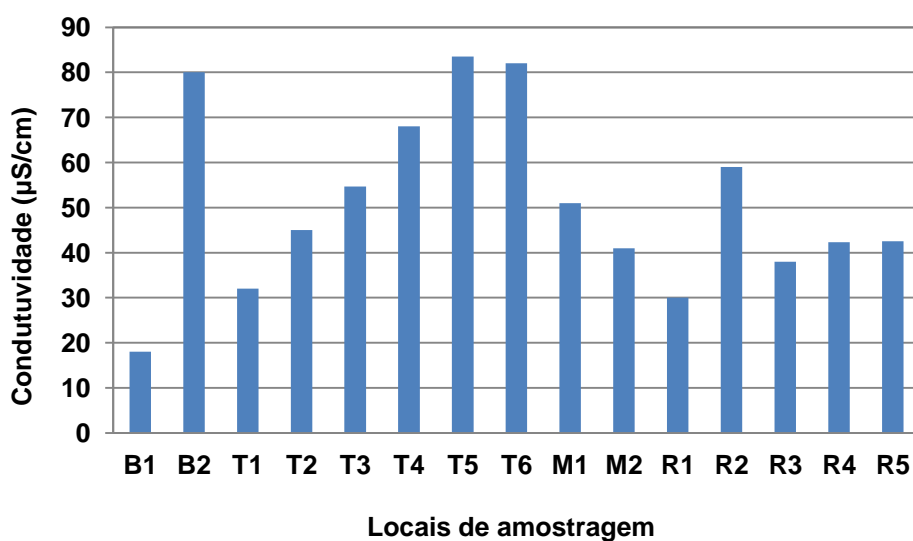


Figura 2.5: Variação da Condutividade Elétrica (µS/cm) (primavera 2014).

Os valores de pH observados situam-se dentro do intervalo que vai de 6,9 a 7,4, ou seja encontram-se dentro dos valores considerados excelentes para a fauna aquática (valores situados entre o subácido e o subalcalino). O pH é influenciado por um conjunto variado de fatores que vão desde a geologia e a vegetação, até às várias atividades humanas que se refletem na qualidade da água, como por exemplo a fertilização de solos e a poluição doméstica e industrial (Figura 2.6).

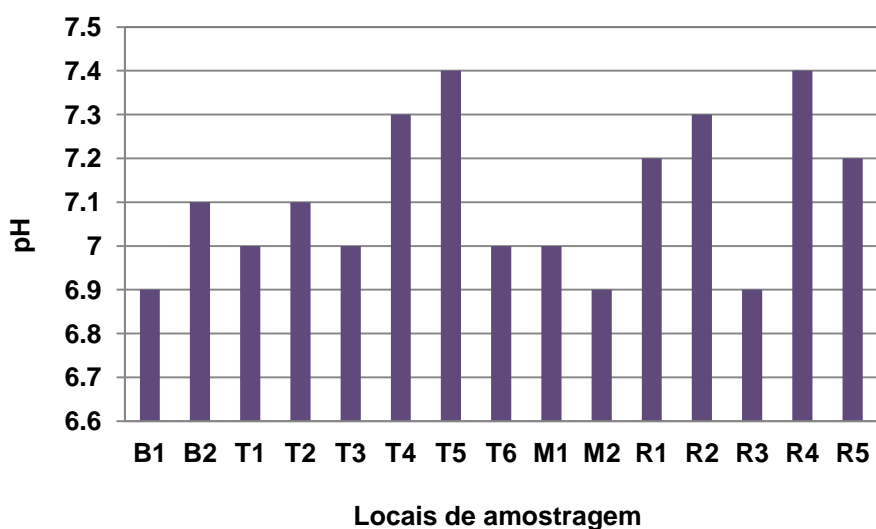


Figura 2.6: Variação do pH (primavera 2014).

Os valores do teor de sólidos dissolvidos totais (TDS) demonstram uma tendência de variação semelhante à da condutividade na maioria dos troços amostrados, sendo que os valores extremos registados encontram-se ambos no rio Baceiro, tanto o maior registado em B2 como o menor registado em B1 (Figura 2.7).

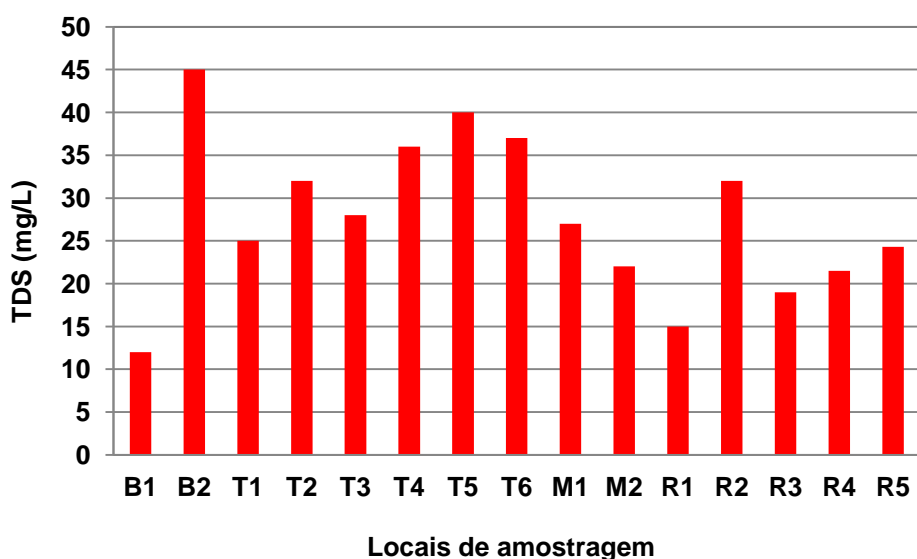


Figura 2.7: Variação dos sólidos dissolvidos totais TDS (mg/L) (primavera 2014).

### 2.3.2. QUALIDADE DOS HABITATS AQUÁTICOS E RIBEIRINHOS

Os resultados obtidos na qualidade dos habitats fluviais e ribeirinhos demonstram que a maioria dos troços amostrados apresenta uma boa ou excelente qualidade (cores azul e verde). No entanto foram registados sinais de perturbação, nomeadamente nos troços dos rios Tuela (T3, T5) e Tua (T6) (Tabela 2.4).

Tabela 2.4: Valores dos índices QBR e GQC dos afluentes do rio Tua (primavera de 2014).

Rio (Local de Amostragem)		Pontuações Finais		Índices de Habitat (Classes)	
		QBR	GQC	QBR	GQC
Rio Baceiro (Nascente)	B1	85	35	II	I
Rio Baceiro (Foz)	B2	100	32	I	I
Rio Tuela (Dine)	T1	80	29	II	II
Rio Tuela (Soeira)	T2	100	33	I	I
Rio Tuela (Jus AH Trutas)	T3	35	25	IV	III
Rio Tuela (Vinhais)	T4	95	31	I	I
Rio Tuela (Nuzedo de Baixo)	T5	30	26	IV	II
Rio Tua (Abreiro)	T6	70	26	III	II
Rio Mente (Sandim)	M1	85	33	II	I
Rio Mente (S. Jomil)	M2	100	35	I	I
Rio Rabaçal (Assureira)	R1	100	35	I	I
Rio Rabaçal (Gestosa)	R2	95	32	I	I
Rio Rabaçal (Palas)	R3	100	34	I	I
Rio Rabaçal (Rebordelo)	R4	70	28	III	II
Rio Rabaçal (Bouça)	R5	65	29	III	II

### 2.3.3. COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS

Na realização deste estudo foram identificados 6732 exemplares de macroinvertebrados, distribuídos por 65 grupos faunísticos, maioritariamente Famílias, pertencendo uma fração diminuta aos *Oligochaeta* e *Acarí*. A amostra em que foram capturados mais exemplares (1376) foi em T3 enquanto a amostra onde se registou um menor número de capturas foi em T6 com apenas 76 exemplares (Figura 2.8).

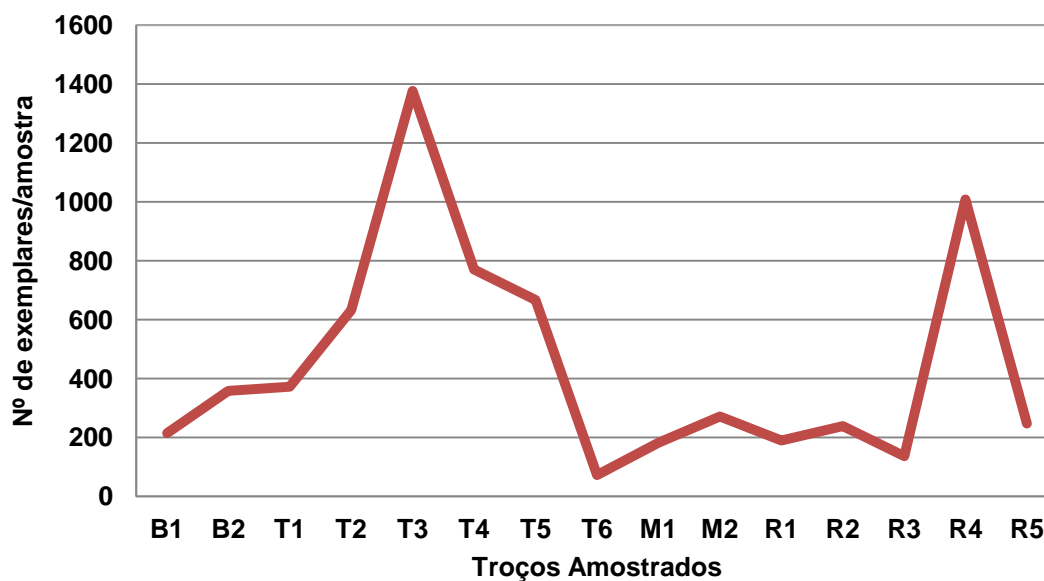


Figura 2.8: Número de indivíduos presente em cada local amostrado (Primavera 2014).

A maior riqueza taxonómica foi encontrada em T2, onde se encontraram 42 famílias, apesar de não ter sido o troço amostrado em que se capturaram mais exemplares. O troço com menor número de famílias foi T6 com apenas 10 taxa (Figura 2.9).

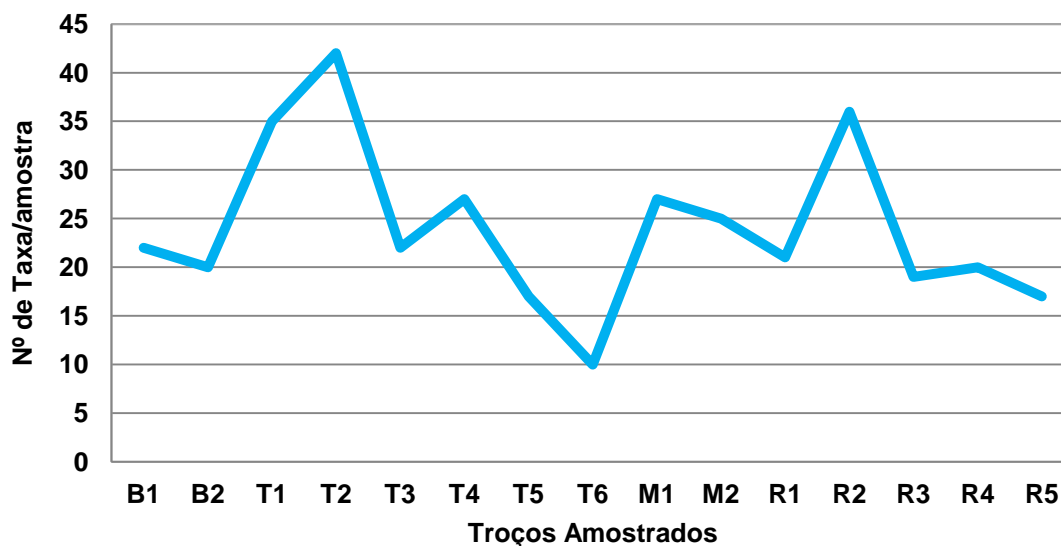


Figura 2.9: Número de taxa presente em cada local amostrado (primavera 2014).

### 2.3.3.1. Índice de diversidade e equitabilidade

Na Figura 2.10 encontra-se representada a variação dos índices da equitabilidade ( $J'$ ) e da diversidade ( $H'$ ).

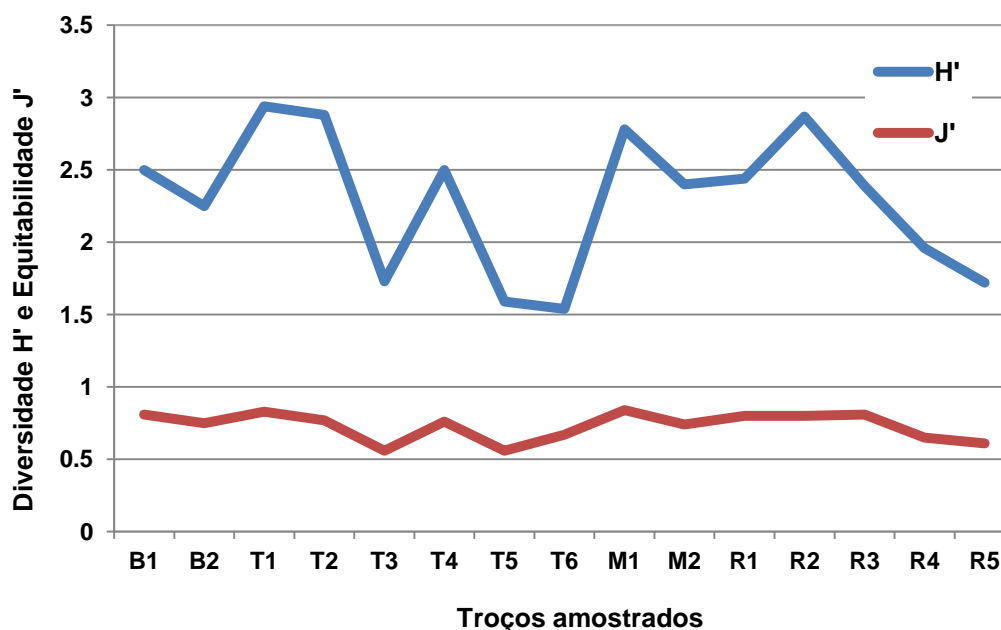


Figura 2.10: Índices da equitabilidade (J') e da diversidade (H') (primavera 2014).

Os troços amostrados apresentaram comunidades de macroinvertebrados equilibradas no caso da equitabilidade. No entanto no cálculo no índice de diversidade H' existem alguns picos nomeadamente em T1 e T2 no rio Tuela, em M1 e em R2, i.e. nos rios Mente e Rabaçal respetivamente. Nota-se uma tendência de diminuição de diversidade faunística de montante para jusante nos rios amostrados, sendo que é em T6 que a diversidade é menor.

### 2.3.3.2. Composição faunística

Se tivermos em consideração todos os troços amostrados nos cursos de água da bacia hidrográfica do Tua, a composição faunística revela a existência de um domínio claro das ordens da Classe *Insecta*, principalmente de *Ephemeroptera* (29%), *Diptera* (26%) *Trichoptera* (23%) e *Plecoptera* (13%). Os restantes grupos faunísticos encontram-se representados de forma residual, sendo *Oligochaeta* a mais numerosa apesar de representar apenas 2% dos invertebrados amostrados (Figura 2.11).

Através da análise dos resultados obtidos pode-se verificar que existe um predomínio das Ordens *Plecoptera*, *Ephemeroptera* e *Trichoptera* na maioria dos troços amostrados, realçando que a maioria destes taxa é sensível à perturbação (e.g. poluição, degradação do habitat, sedimentação). Nos troços T3 e T6 (rios Tuela e Tua respetivamente), a percentagem dos taxa sensíveis não ultrapassa os 40%, existindo nesses pontos um predomínio de invertebrados da ordem *Diptera*.

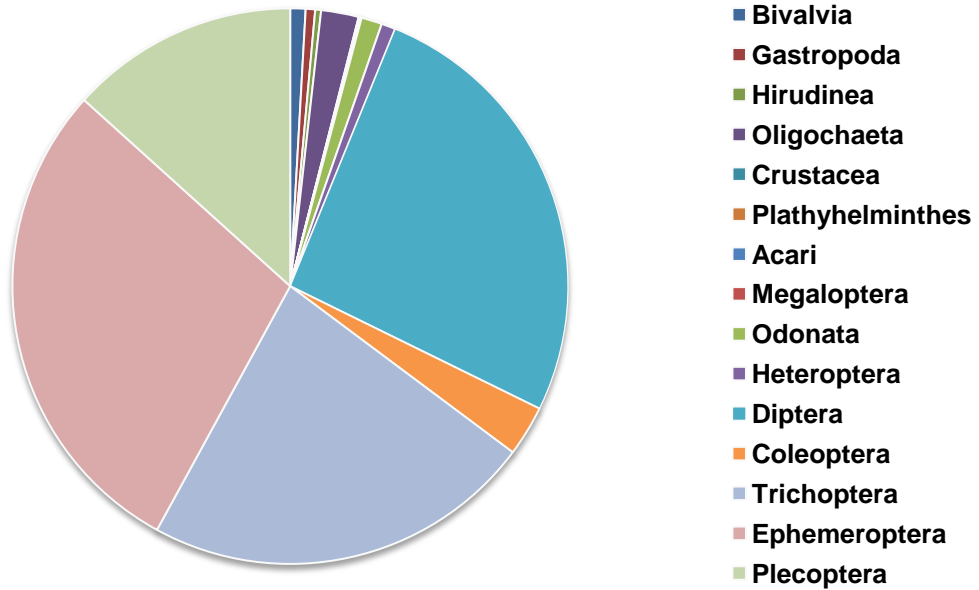


Figura 2.11: Composição faunística (frequência absoluta) em todos os troços amostrados na bacia do Tua (Primavera 2014).

Uma análise diferenciada da composição faunística, baseada na comunidade de invertebrados, por local de amostragem pode ser feita a partir da Figura 2.12.

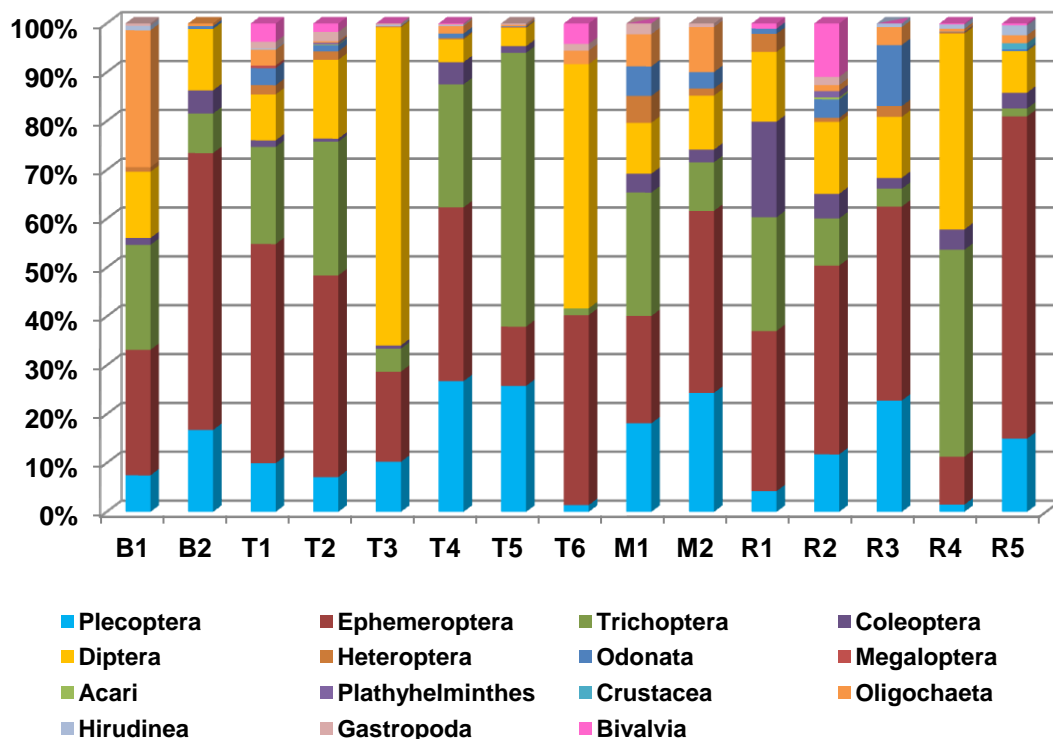


Figura 2.12: Composição faunística (Frequência Relativa) dos troços amostrados na bacia hidrográfica do rio Tua (Primavera 2014).

### 2.3.3.3. Índices IBMWP e IPTl<sub>N</sub>

Os resultados dos índices IBMWP e IPTl<sub>N</sub> podem ser consultados no Tabela 2.5.

Tabela 2.5: Classificação do IBMWP e do IPTl<sub>N</sub> nos rios do Alto Tua (primavera de 2014).

Local	IBMWP		IPTl <sub>N</sub>	
	Valor	Classificação	Valor	Classificação
B1	126	Não poluída	0,804	Bom
B2	126	Não poluída	0,907	Excelente
T1	222	Não poluída	1,169	Excelente
T2	273	Não poluída	1,320	Excelente
T3	130	Não poluída	0,950	Excelente
T4	173	Não poluída	1,095	Excelente
T5	106	Não poluída	0,991	Excelente
T6	49	Moderadamente poluída	0,628	Bom
M1	184	Não poluída	1,075	Excelente
M2	164	Não poluída	1,004	Excelente
R1	136	Não poluída	0,799	Bom
R2	223	Não poluída	1,129	Excelente
R3	120	Não poluída	0,865	Bom
R4	115	Não poluída	0,841	Bom
R5	104	Água não poluída	0,852	Bom

Os resultados demonstram que existe uma boa qualidade biológica aferida por ambos os índices. No entanto o IPTl<sub>N</sub> apresenta valores mais rigorosos do que os do IBMWP uma vez que este índice foi desenvolvido especificamente para os rios do Norte de Portugal. No entanto, mesmo para o IPTl<sub>N</sub> a qualidade de todas os locais de amostragem nunca desce abaixo da classificação de **BOM**, sinal claro da integridade ecológica patente nestes rios do Nordeste de Portugal.

### 2.3.3.4. Outras métricas e índices de avaliação

Nas Tabelas 2.6 e 2.7 estão explícitos os valores assumidos por outras métricas.

Tabela 2.6: Métricas e índices determinados com o *software amiib* (INAG) para os troços amostrados nos rios Tuela/Tua e Baceiro (Primavera 2014).

Métricas	B1	B2	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>BMWP</b>	120	116	196	218	118	162	107	52
<b>Nº Taxa BMWP</b>	19	17	29	31	18	24	16	9
<b>ASPT</b>	6.32	6.82	6.76	7.03	6.56	6.75	6.69	5.78
<b>IASPT</b>	5.73	6.3	6.53	6.66	5.91	6.41	6.24	5.44
<b>EPT Taxa</b>	11	11	15	19	11	15	10	6
<b>Nº Indivíduos EPT</b>	117	292	278	479	460	674	627	30
<b>% de Indivíduos - EPT</b>	54.67	81.56	74.73	75.79	33.43	87.53	94	41.67
<b>1-GOLD</b>	0.58	0.87	0.86	0.82	0.35	0.94	0.96	0.46
<b>Nº Fam. Turbellaria</b>	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>% Ind. Turbellaria</b>	0	0	0	0.32	0	0	0	0
<b>Nº Fam. Hirudinea</b>	1	0	1	0	1	1	0	0
<b>% Ind. Hirudinea</b>	0.93	0	0.27	0	0.29	0.13	0	0
<b>Nº Fam. Gastropoda</b>	1	0	1	1	1	1	1	1
<b>% Ind. Gastropoda</b>	0.47	0	1.34	1.9	0.29	0.26	0.3	1.39
<b>Nº Fam. Bivalvia</b>	0	0	2	2	0	1	0	1
<b>% Ind. Bivalvia</b>	0	0	3.76	1.74	0	0.13	0	4.17
<b>Nº Fam. Crustacea</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Ind. Crustacea</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Nº Fam. Coleoptera</b>	3	2	2	3	2	1	1	0
<b>% Ind. Coleoptera</b>	1.4	4.75	1.34	0.63	0.65	4.55	1.35	0
<b>Nº Fam. Ephemeroptera</b>	3	5	6	4	5	6	5	4
<b>% Ind. Ephemeroptera</b>	25.7	56.7	44.89	41.3	18.46	35.58	12.14	38.89
<b>Nº Fam. Diptera</b>	4	5	6	7	6	4	2	1
<b>% Ind. Diptera</b>	13.55	12.57	9.41	16.14	65.12	4.68	3.75	50
<b>Nº Fam. Heteroptera</b>	1	0	2	2	1	1	1	0
<b>% Ind. Heteroptera</b>	0.93	0	1.88	1.74	0.22	0.26	0.15	0
<b>Nº Fam. Odonata</b>	0	1	4	5	0	2	1	0
<b>% Ind. Odonata</b>	0	0.56	3.49	1.27	0	0.91	0.15	0
<b>Nº Fam. Plecoptera</b>	2	4	2	3	3	2	1	1
<b>% Ind. Plecoptera</b>	7.48	16.76	9.95	7.12	10.25	26.75	25.79	1.39
<b>Nº Fam. Trichoptera</b>	6	2	7	12	3	7	4	1
<b>% Ind. Trichoptera</b>	21.5	8.1	19.89	27.37	4.72	25.19	56.07	1.39

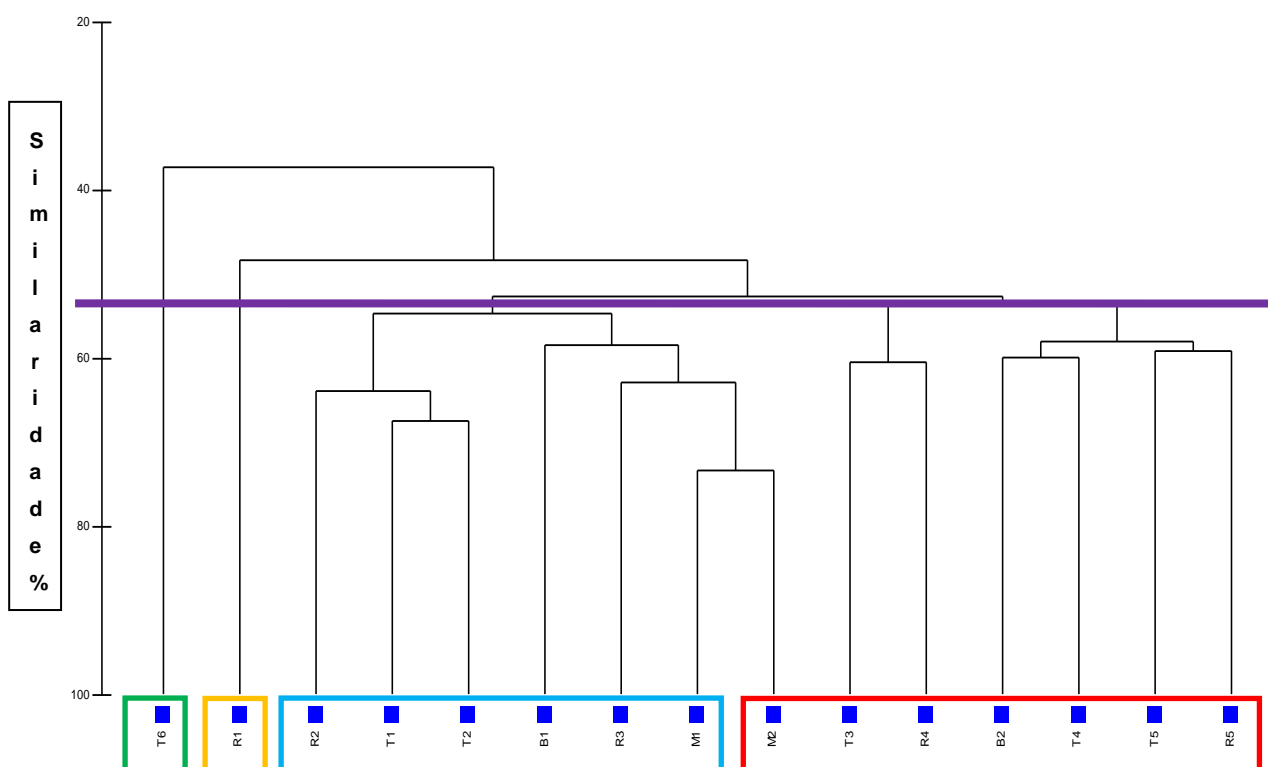
**Tabela 2.7: Métricas e índices determinados com o *software amiib* (INAG) para os troços amostrados nos rios Mente e Rabaçal (Primavera 2014).**

<b>Métricas</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>
<b>BMWP</b>	176	146	120	177	108	116	99
<b>Nº Taxa BMWP</b>	25	21	17	26	16	19	15
<b>ASPT</b>	7.04	6.95	7.06	6.81	6.75	6.11	6.6
<b>IASPT</b>	6.81	6.56	6.48	6.37	6.32	5.75	6.12
<b>EPT Taxa</b>	14	14	9	14	9	10	10
<b>Nº Indivíduos EPT</b>	119	194	114	143	90	541	204
<b>% de Indivíduos - EPT</b>	65.38	71.59	60.32	60.08	66.18	53.67	82.59
<b>1-GOLD</b>	0.81	0.79	0.86	0.82	0.84	0.59	0.9
<b>Nº Fam. <i>Turbellaria</i></b>	0	0	0	1	0	0	0
<b>% Ind. <i>Turbellaria</i></b>	0	0	0	1.26	0	0	0
<b>Nº Fam. <i>Hirudinea</i></b>	0	0	0	0	1	2	1
<b>% Ind. <i>Hirudinea</i></b>	0	0	0	0	0.74	0.89	2.02
<b>Nº Fam. <i>Gastropoda</i></b>	2	2	0	1	0	0	0
<b>% Ind. <i>Gastropoda</i></b>	2.2	0.74	0	1.68	0	0	0
<b>Nº Fam. <i>Bivalvia</i></b>	0	0	1	2	0	1	1
<b>% Ind. <i>Bivalvia</i></b>	0	0	1.06	10.92	0	0.2	0.4
<b>Nº Fam. <i>Crustacea</i></b>	0	0	0	0	0	0	1
<b>% Ind. <i>Crustacea</i></b>	0	0	0	0	0	0	1.21
<b>Nº Fam. <i>Coleoptera</i></b>	3	2	3	4	1	1	1
<b>% Ind. <i>Coleoptera</i></b>	3.85	2.58	19.58	5.04	2.21	4.17	3.24
<b>Nº Fam. <i>Ephemeroptera</i></b>	4	6	5	5	5	4	6
<b>% Ind. <i>Ephemeroptera</i></b>	21.98	37.27	32.8	38.66	39.71	9.82	65.99
<b>Nº Fam. <i>Diptera</i></b>	3	4	5	7	3	3	1
<b>% Ind. <i>Diptera</i></b>	10.44	11.07	14.29	14.71	12.5	40.08	8.5
<b>Nº Fam. <i>Heteroptera</i></b>	2	1	2	1	1	1	0
<b>% Ind. <i>Heteroptera</i></b>	5.49	1.48	3.7	0.84	2.21	0.3	0
<b>Nº Fam. <i>Odonata</i></b>	2	1	1	4	3	1	1
<b>% Ind. <i>Odonata</i></b>	6.04	3.32	1.06	3.78	12.5	0.1	0.4
<b>Nº Fam. <i>Plecoptera</i></b>	2	2	1	1	1	2	1
<b>% Ind. <i>Plecoptera</i></b>	18.13	24.35	4.23	11.76	22.79	1.49	14.98
<b>Nº Fam. <i>Trichoptera</i></b>	8	6	3	8	3	4	3
<b>% Ind. <i>Trichoptera</i></b>	25.27	9.96	23.28	9.66	3.68	42.36	1.62

Os valores apresentados nas Tabelas 2.6 e 2.7 foram calculados diretamente pelo software *amiib* e permitiram fazer uma melhor e mais diferenciada interpretação. Por exemplo, métricas como IASPT e o EPT revelaram ser suficientemente sensíveis para detetar o local mais perturbado (T6, Abreiro).

### 2.3.3.5. Biotipologia da comunidade de macroinvertebrados

Através da análise de clusters (Figura 2.13), baseada nos dados referentes à abundância dos diferentes taxa pertencentes às comunidade de macroinvertebrados, é possível visualizar uma separação embora para aproximadamente 50% de similaridade entre os troços amostrados mais a montante (troços de cabeceira) dos mais a jusante (troços médios/baixos). Destaque para os locais R1 (ribeira da Assureira) e T6 (Rio Tua, Abreiro) estarem situados respetivamente num troço de cabeceira (afluente) e na zona média do rio Tua, com características ecológicas marcadamente diferenciadas.



**Figura 2.13: Classificação (dendrograma) dos locais de amostragem, baseada análise de cluster das comunidades de invertebrados do Alto Tua.**

Na Figura 2.14, a ordenação NMDS das comunidades de macroinvertebrados reflete a distribuição de famílias tendo em conta a própria variabilidade ambiental. De facto, as famílias *Corbiculidae*, *Physidae*, *Atyidae* e *Unionidae* são características de troços médios e não estão presentes nos troços de cabeceira dos cursos de água da bacia do rio Tua. Ao contrário, famílias como *Psychomyidae*, *Brachycentridae* (*Trichoptera*) *Blepahriceridae* (*Diptera*), *Margaritiferidae* (*Unionoida*), *Corduliidae* (*Odonata*) têm, a sua distribuição praticamente confinada aos troços de cabeceira, onde encontram os requisitos bioecológicos que permitem a sua presença no meio aquático.



oxigénio dissolvido (O.D. > 9 mg O<sub>2</sub>/L), pH (6,9 < pH < 7,3), e baixos valores de sólidos totais dissolvidos (TDS < 35 mg/L), de realçar que alguns destes troços ficam dentro do perímetro do Parque Natural de Montesinho logo não estão expostos a grandes fatores de perturbação.

2. **Existência de endemismos:** Associado à boa qualidade da água, observou-se a existência de uma elevada biodiversidade na bacia do Tua, muitas das espécies presentes nos troços na bacia do Tua são endemismos ibéricos e algumas possuem um estatuto de conservação importante como ocorre com o mexilhão-de-rio (*Margaritifera margaritifera*) ou o verdemã-do-Norte (*Cobitis calderoni*).
3. **Integridade ecológica nos troços de cabeceira:** A extensa galeria ripícola observada na maioria dos troços amostrados, composta principalmente por amieiros (*Alnus glutinosa*), salgueiros (*Salix* spp.), freixos (*Fraxinus angustifolia*) e choupos (*Populus nigra*) contribui para o regime térmico observado. A orografia existente composta por vales encaixados com zonas de declive acentuado fomenta a oxigenação da água. Esta integridade ecológica é fundamental para as espécies autóctones presentes, sendo muitas delas endemismos Ibéricos e algumas com estatuto de conservação e outras com interesse para diferentes fins como por exemplo a pesca desportiva (MONZÓN, 1996; CABRAL *et al.*, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2006, 2007).
4. **Alguns indícios de perturbação nos troços médios:** Nos troços médios amostrados foi possível verificar que ocorreu um incremento dos parâmetros físico-químicos da água, tal deveu-se à própria variabilidade espacial face ao contributo de toda a área da bacia hidrográfica na qualidade da água e também, a algumas perturbações antrópicas. Segundo (FERREIRO, 2007) são notórias as alterações no rio Tua a jusante de Mirandela com a perda da qualidade ecológica do rio.
5. **Perturbação não muito elevada ao nível da qualidade do habitat:** a maioria dos troços amostrados enquadra-se nas classes I e II (Excelente e Bom) dos índices de qualidade QBR - Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho e GQC - Índice Qualidade do Canal. No entanto, destacam-se negativamente os troços T3, T5, T6, R4 e R5 que se enquadram nas classes III e IV em pelo menos um dos índices devido a perturbações antrópicas como corte de vegetação ripícola ou alterações ou regularizações ao nível do canal.

6. **Maior riqueza taxonómica e diversidade nos troços de cabeceira** - Os troços de cabeceira amostrados apresentaram uma maior riqueza e diversidade taxonómica, obtendo as pontuações mais elevadas nos índices de bióticos IBMWP e IPTIN, figurando nas classes “bom” ou “Excelente”. Todas as restantes métricas calculadas através do *software amiib@*, tais como %EPT, número de taxa, diversidade de Shannon-Wiener H' entre outros confirmam os resultados dos índices bióticos, tal como a análise multivariada (NMDS). Pela negativa destaca-se uma única exceção, o troço T6 (Tua-Abreiro), que apresentou valores que se enquadram nas classes “moderadamente poluído/razoável”.

## 2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA-TERCEDOR, J. 2000. BMWP', un adattamento spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System. *Biologia Ambientale*, 14, 2, 65- 67pp.

CABRAL, M.J. (Coord.), ALMEIDA J., ALMEIDA P.R., DELLINGER T.R., FERRAND DE ALMEIDA N., OLIVEIRA M.E., PALMEIRIM J.M., QUEIROZ A.I., ROGADO L. & SANTOS-REIS (eds.) 2005. Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa. 660 pp.

CLARKE K.R. & GORLEY R.N. 2006. "PRIMER v6: User Manual/Tutorial". PRIMER-E: Plymouth.

CLARO, A.M.B. 2010. *Estudo de Populações de Mexilhão-de-Rio (Margaritifera margaritifera L.): Análise da Qualidade Ecológica de Ecossistemas Lóticos da Bacia Hidrográfica do Rio Tua (NE Portugal)*. Mestrado em Gestão de Recursos Florestais Departamento Ambiente e Recursos Naturais. Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, Portugal.

CORTES, R.M.V., FERREIRA, M.T. OLIVEIRA, S.M. & OLIVEIRA, D. 2002. Macroinvertebrate Structure in a Regulated River Segment with Different Flow Conditions. *River Research and Applications*, 18: 367-382pp.

CORTES, R.M.V., TEIXEIRA, A., CRESPI A., OLIVEIRA, S., VAREJÃO, E. & PEREIRA, A. 1999. Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Lima. 1ª Fase. Análise e Diagnóstico da Situação de Referência (Componente Ambiental). Anexo 9. Ministério do Ambiente. 257 pp.

DIRECTIVA 2000/60/CE. Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água

FERREIRO, N.R. 2007. *Caracterização da Qualidade Ecológica do Rio Tua*. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.

INAG a, I.P. 2008. Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo 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, 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.

MONZÓN, A. 1996. Caracterización Limnológica de los Macroinvertebrados Fluviales de la Cuenca del Rio Tua (Cuenca del Duero, Portugal). Univ. Autónoma de Madrid. Madrid 313 pp.

MUNNÉ, A., SOLÁ, C. & PRAT, N. 1998. QBR: Un Índice para la Evaluación de la Calidad de los Ecosistemas de Ribeira. Barcelona. 175: 20-37pp.

OLIVEIRA, S.V. & CORTES, R.M.V. 2005. A biologically relevant habitat condition index for streams in northern Portugal. AQUATIC CONSERVATION: MARINE AND FRESHWATER ECOSYSTEMS 15: 189–210pp.

PATRICÍO, C.I.M. 2013. *Contribuição para o estudo da bioecologia dos mexilhões de água doce (Unionoidea) do Nordeste de Portugal*. Mestrado em Gestão de Recursos Florestais Departamento Ambiente e Recursos Naturais. Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, Portugal.

PGRHD, 2012. Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro

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. Instituto Politécnico de Bragança. Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança, Portugal.

TACHET, H., BOURNAUD, M. & RICHOUX, P.H. 1981. *Introduction à l'étude des macroinvertebrés d'eaux douces*. Univ. Claude Bernard et Assoc. de Limnol, Lyon.

TACHET, H., RICHOUX, P.H., BOURNARD, M. & USSEGLIO-POLATERA, P. 2010. Invertebrés d'eaux douces. Systématique, biologie, écologie. CNRS Éditions, Paris.

TEIXEIRA, A. & CORTES R.M.V. 2007. Pit Telemetry as a Method to Study the Habitat Requirements of Fish Populations. Application to Native and Stocked Trout Movements. Hydrobiologia 582:171-185pp.

TEIXEIRA, A., CORTES, R.M.V. & OLIVEIRA, D. 2006. Habitat Use by Native and Stocked Trout (*Salmo trutta* L.) In Two Northeast Streams, Portugal. Bulletin Française de la Pêche et la Pisciculture 382: 1-18pp.

VIDAL-ABARCA GUTIERREZ, M., ALONSO, M.L., CEREZO, R. & RAMIREZ-DIAZ, L.  
1994. Ecología de aguas continentals. Prácticas de Limnología. Univ. Múrcia. Múrcia.  
266 pp.

### **CAPITULO 3. CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES PISCÍCOLAS DO ALTO TUA. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS POPULACIONAIS E DO USO DOS RECURSOS PELAS POPULAÇÕES DE TRUTA-DE-RIO (*Salmo trutta*)**

#### **RESUMO**

Nos anos de 2013 e 2014 foi realizada a amostragem da fauna piscícola presente na bacia hidrográfica do Alto Tua. Foram estabelecidos 15 pontos de amostragem ao longo do rio Tua e dos seus principais afluentes, os rios Mente, Rabaçal, Tuela e Baceiro. A amostragem das comunidades de peixes foi feita através do recurso à pesca elétrica, de acordo com o protocolo definido para a amostragem da íctiofauna pela Diretiva Quadro da Água. No sector superior da bacia do Tua, inserido no Parque Natural de Montesinho (PNM) foram apenas detetadas espécies autóctones, sendo algumas delas endemismos ibéricos com valor elevado em termos de conservação. As espécies autóctones encontradas foram a boga (*Pseudochondrostoma duriense*), o barbo (*Luciobarbus bocagei*), o escalo (*Squalius caroliterti*), o bordalo (*Squalius alburnoides*), o verdemã-do-norte (*Cobitis calderoni*) e a espécie mais relevante para este estudo, a truta-de-rio (*Salmo trutta*). Foi ainda capturada uma espécie exótica, a perca-sol (*Lepomis gibbosus*) a jusante do PNM.

Relativamente às populações de *Salmo trutta* foram detetadas diferenças significativas na condição física dos peixes dos 4 rios amostrados. A melhor condição física foi encontrada no rio Rabaçal e a pior no rio Mente. Foram também identificadas diferenças significativas na dieta das trutas, mais concretamente ao nível do número de itens alimentares ingeridos e da diversidade taxonómica, embora a alimentação da espécie seja predominantemente microcarnívora (invertívora) e de tendência generalista e oportunista. Foram também observadas variações quer em termos temporais (ao longo de 5 períodos de amostragem), quer em termos espaciais na dieta das populações analisadas. Observou-se uma segregação nos hábitos alimentares com os alevins e os juvenis a alimentarem-se preferencialmente de presas capturadas no leito do rio enquanto os adultos ingerem presas capturadas na coluna de água. No uso do habitat também se verificaram diferenças entre as trutas adultas, que ocuparam por norma os melhores refúgios (blocos, pedras e vegetação), e os alevins e juvenis que não demonstraram ser tão seletivas na seleção do microhabitat.

**Palavras-chave:** *dieta, gestão de populações, parâmetros populacionais, uso do habitat*

### 3.1. INTRODUÇÃO

Os peixes são um recurso biológico importante para o homem, por desempenharem funções que vão desde a alimentação ao recreio, sendo igualmente úteis na avaliação das condições ambientais dos ecossistemas fluviais (FERREIRA, 2001). Nesta medida, o desenvolvimento de planos de gestão e conservação orientados especificamente para espécies-alvo depende diretamente da capacidade produtiva das populações piscícolas e dos padrões ecológicos subjacentes. Por isso, o conhecimento do uso dos recursos disponíveis, seja em termos de alimentação seja pelo uso do habitat, é fundamental para garantir a sustentabilidade, a médio-longo prazo, das populações selvagens de truta-de-rio, nomeadamente em rios de aptidão salmonícola (GARCÍA DE JALÓN & BARCELÓ, 1987; TEIXEIRA & CORTES, 2006).

A truta-de-rio possui um comportamento alimentar generalista e oportunista, baseado num tipo de alimentação microcarnívora, com a dieta constituída maioritariamente por invertebrados aquáticos e terrestres, mas também por zooplâncton e peixes, mais comum em sistemas lênticos (VALENTE & HELAND, 1990; RINCÓN & LOBÓN-CERVIÁ, 1993; NEVEU, 1999). A estratégia alimentar depende do habitat e da época do ano (BRIDCUT & GILLER, 1995), tendo sido registado, em muitas populações, um padrão de variação ontogenética. Assim, a dieta dos alevins e juvenis da truta, é constituída basicamente por larvas de insetos aquáticos (e.g. quironómídeos, efemerópteros) enquanto os adultos ( $\geq 2+$ ) passam gradualmente a consumir organismos de dimensões superiores (e.g. tricópteros com invólucro larvar, peixes) que permitem um retorno energético superior (HARALDSTAD *et al.*, 1987; RINCÓN & LÓBON-CERVIÁ, 1999; STEINGRIMSSON & GISLASON, 2002). A máxima atividade alimentar depende diretamente da temperatura (JONSSON & JONSSON, 1997 e 1998; BERG *et al.*, 2000), tendo sido detetados distintos comportamentos alimentares, com alimentação contínua ao longo do dia ou preferência pelos períodos crepusculares e noturnos.

Os rios são, naturalmente, ambientes espacialmente heterogéneos que abrangem uma grande diversidade de habitats, assente numa sucessão típica de zonas de remanso (*pools*) e de corrente (*runs, riffles*) resultantes da combinação de diferentes variáveis (e.g. velocidade da corrente, profundidade, substrato) que definem diferentes mosaicos de microhabitats (FRISSEL & LONZARICH, 1996). O conhecimento da relação peixe-habitat tem grande utilidade na gestão e ordenamento dos rios, permitindo definir ações que conduzam à mitigação de impactos negativos (e.g. regularização, degradação do habitat) e ao aumento da disponibilidade de habitats e

por conseguinte da capacidade biogénica do sistema aquático. De facto, o habitat está intimamente relacionado com a distribuição e abundância de populações de truta. A limitação nos recursos disponíveis (e.g. falta de habitats de desova) em determinados períodos críticos (e.g. reprodução da espécie) pode ter efeitos adversos (i.e. *bottlenecks*) numa dada população piscícola (ARMSTRONG *et al.*, 2003). Refira-se ainda que os requisitos relativos ao habitat da truta variam ao longo do ciclo de vida (e.g. alevins, juvenis e adultos) e da atividade desenvolvida (e.g. reprodução, alimentação). São numerosos os descritores associadas ao habitat (McMAHON, *et al.*, 1996) e surgiram com o intuito de compreender os processos ecológicos subjacentes no uso do habitat, com o intuito de promover a conservação ou reabilitação de acordo com a gestão piscícola definido.

A informação relativa ao uso do habitat pode servir para desenvolver modelos preditivos que relacionam as características do habitat com a ocorrência e abundância de exemplares duma dada espécie. Um dos métodos mais comuns para a análise do habitat está baseado nas curvas de uso uni ou bivariadas (HSCs- Habitat Suitability Curves) (HSCs) desenvolvidas para diferentes variáveis físicas, como sejam, por exemplo, a velocidade da corrente, a profundidade da água, a cobertura e a granulometria do substrato (BOVEE *et al.*, 1998).

Os salmonídeos ao serem consumidores de topo desempenham um papel fulcral na circulação de energia dos níveis tróficos mais baixos para os mais elevados (e.g. KARLSSON & BYSTRÖM, 2005). Paralelamente, mudanças ontogenéticas na dieta e uso do habitat podem implicar uma influência notável na estrutura e dinâmica das cadeias alimentares e nas comunidades aquáticas (RAMOS-JILIBERTO *et al.*, 2011). De facto, são vários os estudos realizados no âmbito da bioecologia da *Salmo trutta* onde foram detetadas sobreposições intra e interespecíficas na dieta e uso do habitat e que revelam a existência de diferentes estratégias na exploração dos recursos por parte da espécie. Neste sentido, a competição por alimento pode, por si só, afetar os padrões de seleção de habitat, sobreposição de nichos e atividade ao longo do dia (HAURY *et al.*, 1991; ALANARA *et al.*, 2001; HILDERBRAND & KERSHNER, 2004; DAVID *et al.*, 2007). Recentemente, têm sido utilizadas abordagens baseadas em técnicas multivariadas que permitem aproximações funcionais e a perceção dos mecanismos envolvidos nas relações predador-presa e na partição dos recursos alimentares (de CRESPIN de BILLY & USSEGLIO-POLATERA, 2002).

Os **objetivos do presente trabalho** consistiram no estudo da bioecologia da espécie *Salmo trutta* em cursos de água do Alto Tua, nomeadamente:

- a) Caracterização das comunidades piscícolas presentes e determinação de parâmetros populacionais da espécie-alvo, a truta-de-rio;
- b) Avaliação das diferenças, tendo em consideração a variação ontogenética, no uso dos recursos disponíveis pela *Salmo trutta* em rios de aptidão exclusivamente salmonícola e de aptidão mista (salmonícola/ciprinícola) da bacia do Alto Tua (Nordeste de Portugal), nomeadamente ao nível da alimentação (análise da dieta) e do habitat (análise do uso do micro-habitat).

## 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1. ÁREA DE ESTUDO

Para a caracterização do uso de recursos, no que respeita à alimentação e uso do habitat pela espécie-alvo *Salmo trutta*, foram selecionados os principais cursos de água do Alto Tua- rios Baceiro, Tuela, Rabaçal e Mente, situados no Parque Natural de Montesinho. A área de estudo compreendeu troços de aptidão exclusivamente salmonícola e troços de aptidão salmonícola/ciprinícola onde a truta coabita naturalmente com diferentes ciprinídeos como o escalo (*Squalius carolitertii*), a boga (*Pseudochondrostoma duriense*), o bordalo (*Squalius alburnoides*) e o barbo (*Luciobarbus bocagei*) e em alguns troços com o verdemã-do-norte (*Cobitis calderoni*). Na Figura 3.1 estão representados os locais selecionados para o estudo da dieta e do uso do habitat pela truta-de-rio.

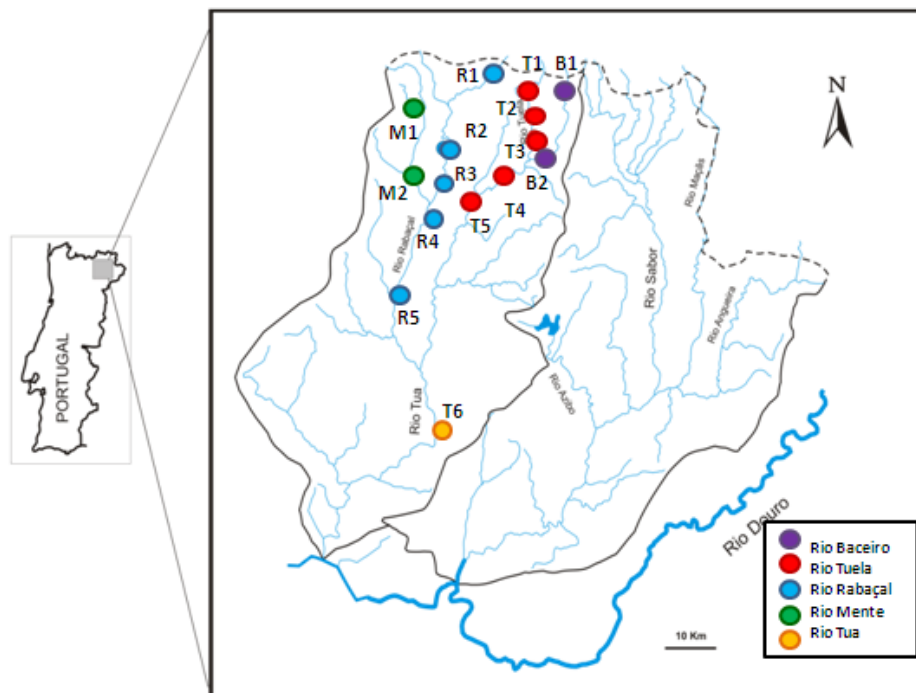


Figura 3.1: Mapa dos cursos de água: rios Baceiro, Tuela, Mente, Rabaçal e Tua e distribuição dos pontos de amostragem (verão de 2014).

### 3.2.2. METODOLOGIA

#### 3.2.2.1. Amostragem da fauna piscícola - Pesca Elétrica

A realização da amostragem da fauna piscícola foi efetuada recorrendo 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. Estes aparelhos possuem dois elétrodos, um positivo (ânodo) e um negativo (cátodo) que ao serem imersos na água criam um campo elétrico, formando-se em volta de cada um superfícies equipotenciais esféricas de raio crescente, em que quanto mais afastadas estão do elétrodo menor vai ser a voltagem de forma progressiva. (GARCIA DE JALON *et al.*, 1993). A monitorização das comunidades piscícolas presentes nos locais selecionados dos cursos de água da bacia hidrográfica do rio Tua foi realizada no verão de 2014 (Figura 3.2).



**Figura 3.2: Amostragem piscícolas: A) Pesca elétrica; B) Exemplar de *Salmo trutta*; C) Exemplar de *Squalius alburnoides*; D) exemplar de *Cobitis calderoni*. Verão de 2014.**

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, 2008). Os troços fluviais foram escolhidos de forma a serem os mais representativos, dentro do possível, do local e do rio em estudo. Desta forma tentou-se que a diversidade de microhabitats existentes no troço do rio fossem totalmente incluídos na amostra. Para tal procurou-se troços dos

rios com condições heterogêneas ou seja, que tivessem a natural sequência de *riffles/pools*, incluindo ambos na amostra. O comprimento dos troços amostrados foi sempre superior a 100 metros. Todos os peixes capturados foram identificados, medidos com um íctiometro (precisão de 0,1 cm), pesados com uma balança digital (precisão 0,1 g) e posteriormente devolvidos ao rio.

### 3.2.2.2. Determinação da idade dos peixes pelas escamas

Para a determinação da idade e respetiva relação com os comprimentos dos peixes capturados foram obtidas diversas amostras contendo escamas de peixes dentro de diferentes intervalos de tamanho. O procedimento contemplou a remoção de algumas escamas, Neste processo a escama foi obtida através da ligeira raspagem, com um bisturi, da zona acima da linha central e próxima da barbatana dorsal. As escamas recolhidas foram colocadas num pedaço de papel com a identificação do peixe e do ponto de amostragem. No laboratório foram elaboradas preparações definitivas. Para a seleção das escamas em melhor estado (não amorfas, inteiras, não dobradas etc.) e elaboração das preparações recorreu-se a uma lupa estereoscópica, para facilitar a observação e uma pinça, para descolar as escamas no pedaço de papel em que vieram acondicionadas desde o rio. As preparações continham normalmente 6 escamas e as lamelas foram seladas nas lâminas (Figura 3.3).

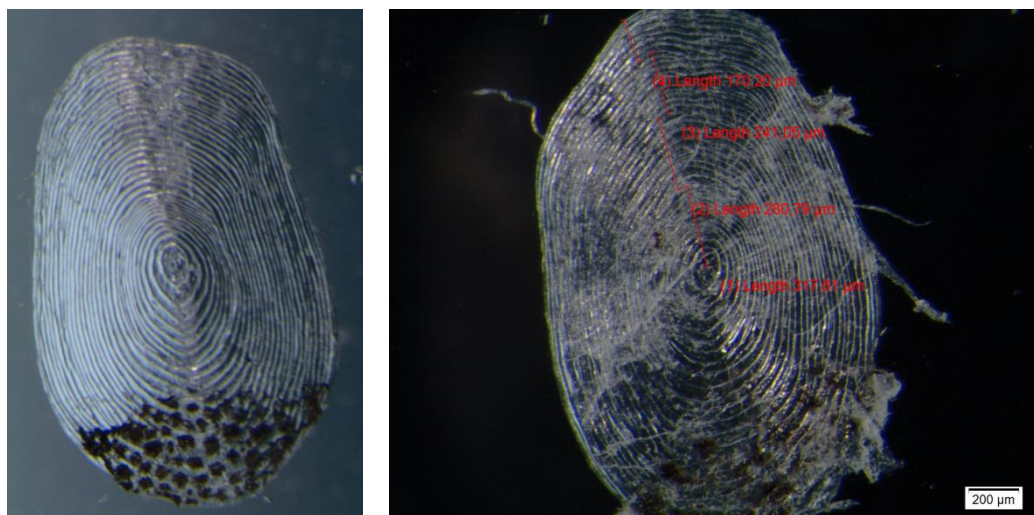


Figura 3.3: Preparação e leitura da idade dos peixes em laboratório.

### 3.2.2.3. Determinação de parâmetros populacionais

Nos peixes é comum determinar-se a relação entre o comprimento e a biomassa. A equação que traduz a relação mencionada é a seguinte:

$$W = aL^b$$

Sendo:

**W** - Peso do indivíduo em gramas (g)

**L** - Comprimento total do indivíduo em centímetros (cm)

**a e b** - coeficientes da equação tendo b o seguinte significado:

**b** - Coeficiente de isometria ( $b = 3$ ) ou alometria ( $b \neq 3$ )

Segundo (CORTES & FERREIRA, 1993), a interpretação do significado da relação entre os parâmetros da biomassa e do comprimento é clarificada na avaliação da condição física dos peixes. Para a determinação da do Fator K de condição dos peixes amostrados utilizou-se a seguinte fórmula:

$$K = (100 \times W) / L^b$$

sendo:

**K** - Fator de condição ou coeficiente de condição física

**W** - Peso do indivíduo em gramas (g)

**L** - Comprimento total do indivíduo em centímetros (cm)

O fator de condição permite comparar a condição física dos peixes num determinado curso de água, podendo ser utilizado como um índice de produtividade. No caso dos salmonídeos, K assume, normalmente, valores compreendidos entre 0,8 e 2, sendo que com base na comparação dos valores de K com a aparência geral e reservas de gordura podem ser feitas as seguintes avaliações apresentadas abaixo na Tabela 3.1 (BARNHAM & BAXTER, 1998).

**Tabela 3.1: Observação da condição física dos indivíduos, com base no valor do fator K.**

Valor de K	Observação
1,60	Excelente condição
1,40	Boa condição
1,20	Normal
1,00	Magro
0,80	Muito magro

### 3.2.2.4. Determinação das Guildas Ecológicas

As espécies piscícolas presentes na bacia hidrográfica do rio Tua foram classificadas em grupos (ou guildas) ecológicos de acordo com o Projeto AQUARIPORT (OLIVEIRA *et al.*, 2007), embora considerando alguns ajustamentos posteriores. Refira-se que a classificação dos *taxa* nos diferentes grupos tróficos, reprodutivos, e de uso de *habitat*, entre outros, é a pedra chave dos índices bióticos de avaliação do estado ecológico dos ecossistemas aquáticos com base nas comunidades piscícolas.

As guildas ecológicas são usadas em métricas que revelam a composição funcional das comunidades, uma guilda ecológica/funcional pode ser definida quando um grupo de espécies explora de forma idêntica o mesmo tipo de recursos ambientais. Nesta perspetiva, o conceito de guilda engloba numerosas e complexas interações entre espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Na **Tabela 3.2**, (OLIVEIRA *et al.*, 2007) são apresentadas um conjunto de guildas ecológicas para a determinação de respostas das comunidades piscícolas a fatores de perturbação humana em rios de Portugal.

**Tabela 3.2: Classificação das espécies presentes na bacia hidrográfica do rio Tua pelas diferentes guildas ecológicas, de acordo com a proposta do projecto FAME e com alguns ajustamentos posteriores. Guilda habitat (grau reofilia) (G\_HAB(g\_reof)): EURI (euritópica), LIMN (limnófila), REOF (reófila); Guilda habitat (zona de alimentação) (G\_HAB(z\_alim)): BENT (bentónica), PELA (pelágica); Guilda migratória (G\_MIG): GMA (grande migradora anádroma), GMC (grande migradora catádroma), PM (pequena migradora), POTA (potamódroma); Guilda reprodutiva (G\_REP): FILI (fitolitófila), GENE (generalista), LITO (litófila); Guilda trófica (G\_TRÓ): HERB (herbívora), INVE (invertívora) OMNI (omnívora); Nível de tolerância (N\_TOL): TOLE (tolerante), INTO (intolerante); NA - não aplicável.**

ESPÉCIES	G_HAB (g_reof)	G_HAB (z_alim)	G_MIG	G_REP	G_TRÓ	N_TOL
<i>Lucioarbus bocagei</i>	LIMN	BENT	POTA	LITO	OMNI	TOLE
<i>Pseudochondrostoma duriense</i>	REOF	BENT	POTA	LITO	HERB	INTE
<i>Squalius alburnoides</i>	EURI	PELA	RESI	FILI	INVE	INTE
<i>Squalius carolitertii</i>	EURI	PELA	RESI	LITO	INVE	INTE
<i>Cobitis calderoni</i>	REOF	BENT	NA	LITO	INVE	INTO
<i>Salmo trutta</i>	REOF	PELA	PM	LITO	INVE	INTO
<i>Lepomis gibbosus</i>	LIMN	PELA	RESI	GENE	INVE	TOLE

### 3.2.2.5. Uso de recursos: Amostragem das populações piscícolas

Na amostragem das populações piscícolas usaram-se diferentes técnicas e metodologias, especificamente adaptadas para a obtenção dos dados referentes à dieta e ao uso do habitat pela espécie-alvo, a truta-de-rio (*Salmo trutta*).

#### 3.2.2.5.1. Amostragem direcionada para o estudo das dietas

A amostragem dos peixes nos troços selecionados para o estudo da dieta da truta-de-rio, baseou-se no protocolo estabelecido em Portugal pelo Instituto da Água no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água (DQA) (INAG, 2008a). Recorreu-se à pesca elétrica, tendo sido utilizado um aparelho portátil Hans-Grassl (corrente contínua (D.C.) de 1,2 Kw e 300/600 volts), segundo um processo semi-quantitativo C.P.U.E. (captura por unidade de esforço). Em cada troço considerado foi registado o comprimento total (TL; cm) de todos os peixes capturados. Para o estudo da dieta da espécie, a técnica utilizada consistiu na regurgitação- *Stomach Flushing Technique* (KAMLER & POPE, 2001). Seguidamente é apresentada a metodologia usada no campo e em laboratório, assim como o tratamento de dados efetuado.

#### A. Procedimento de campo

No caso dos salmonídeos a técnica usada para obtenção dos conteúdos estomacais não necessitou do sacrifício (i.e. morte) dos animais. Consistiu na inserção do tubo numa garrafa de esguicho na boca do peixe, pressionando a água para dentro do estômago da truta. Simultaneamente pressionou-se, com movimentos leves, a região ventral do peixe, para acelerar a regurgitação do conteúdo estomacal para um filtro colocado num funil. Depois de concluído o processo, o conteúdo alimentar foi devidamente identificado (i.e. espécie, local, data, tamanho), tendo sido imediatamente conservado (em gelo) e transportado para o laboratório (Figura 3.4).



Figura 3.4. Técnica da lavagem e obtenção do conteúdo estomacal dos peixes.

## B. Procedimento laboratorial

No laboratório, com auxílio duma pinça procedeu-se à remoção de todos os itens alimentares. Seguiu-se a identificação e contagem das presas ingeridas pelos peixes que compõem os regurgitados. Para tal recorreu-se a um microscópio estereoscópico Olympus SZX10, com *zoom* de ampliação de 10-132x.

O trabalho de identificação foi bastante moroso e exigiu paciência e destreza por parte do operador, devido ao facto de que algumas das presas ingeridas pelos peixes se encontrarem parcialmente digeridas. Nos casos em que tal ocorreu optou-se por considerar o nº de presas igual ao nº de cápsulas cefálicas encontradas em cada uma das amostras. A identificação foi efetuada através de chaves dicotómicas como a (TACHET, *et. al.*, 1981, 2010), sendo os invertebrados aquáticos identificados até ao nível taxonómico de família, exceto os *Oligochaeta* e *Acari* (subordem) e as presas de origem alóctone (e.g. invertebrados de origem terrestre (insetos adultos), as pupas e imagos, o zooplâncton (e.g. *ostracoda*) e peixes (*Teleostei*) (Figura 3.5).



**Figura 3.5: Identificação dos itens alimentares (e.g. exemplar de Philopotamidae) presentes na dieta da truta-de-rio.**

Por fim, os peixes foram devolvidos ao rio, exatamente nas unidades de habitat onde haviam sido capturados.

## C) Tratamento e análise de dados

O método utilizado para o tratamento dos itens identificados nos diferentes conteúdos estomacais baseou-se em (HYSLOP, 1980). Para cada amostra os dados foram tratados em termos absolutos (N), percentagem numérica (%N) e frequência de ocorrência (%FO). Nos cálculos, os estômagos vazios foram omitidos dada a sua baixa expressão. No caso da variação ontogenética foram consideradas quatro classes de tamanho e analisadas diversas escamas ao microscópio estereoscópico SMZ10 para determinação da idade, tendo resultado a seguinte relação (Tabela 3.3):

**Tabela 3.3: Relação entre as classes de tamanho/idade das trutas do rio Baceiro.**

<b>Classe</b>	<b>Tamanho (cm)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Classificação</b>
<b>A</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>0+</b>	<b>Alevins</b>
<b>B</b>	<b>10,1-15,0</b>	<b>1+</b>	<b>Juvenis</b>
<b>C</b>	<b>15,1-20,0</b>	<b>2+</b>	<b>Subadultos</b>
<b>D</b>	<b>≥ 20</b>	<b>≥ 3+</b>	<b>Adultos</b>

No sentido de complementar a informação obtida acerca do comportamento alimentar dos peixes, procedeu-se ao cálculo de várias métricas e índices (definidos pormenorizadamente no Capítulo 2), assim expressos:

- 1) Riqueza taxonómica (S)**
- 2) Abundância de itens alimentares (N)**
- 3) Diversidade de Margalef (d)**
- 4) Equitabilidade de Pielou (J')**
- 5) Diversidade de Shannon-Wiener (H')**

Para a análise da dieta das populações trutícolas do Alto Tua foram ainda, complementarmente, calculados os seguintes índices:

#### **6) Índice de Strauss (L)**

O índice de seleção linear de (STRAUSS, 1979) foi desenvolvido especificamente para a medição da seletividade da dieta de uma dada espécie. Segundo (FRISSELL & LONZARICH, 1996) consiste num método simples e fiável utilizado para a comparação das dietas intra ou interespecíficas. Mede o grau com que um determinado peixe seleciona uma categoria particular ou um subgrupo de recursos relativamente à amplitude teórica de recursos energéticos disponíveis. É determinado pela fórmula:

$$L = r_i - p_i$$

onde:

$r_i$ - proporção relativa de dada categoria (item alimentar) no conteúdo estomacal.

$p_i$ - proporção relativa duma dada categoria (item) no meio aquático disponível.

O índice varia entre um mínimo de -1 (o item é completamente evitado pelo peixe) e um máximo de +1 (o item é preferido pelo peixe).

Para avaliação do alimento disponível foi realizada uma amostragem semi-quantitativa da comunidade de macroinvertebrados de acordo com o protocolo estabelecido em

Portugal pelo Instituto da Água no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água (DQA) (INAG, 2008b).

## 7) Índice de Schoener (S)

O índice de SCHOENER (1970) é dado pela seguinte fórmula:

$$S = 100 (1 - 0,5 \sum | p_{x,i} - p_{y,i} |) \quad \text{sendo:}$$

$p_{x,i}$  - frequência do item  $i$  para a classe de tamanho  $x$

$p_{y,i}$  - frequência do item  $i$  para a classe de tamanho  $y$

Considera-se que existe sobreposição de dietas entre classes de tamanho das trutas quando  $S$  assume valores superiores a 60 %, de acordo com (WALLACE, 1981).

### 3.2.2.5.2. Amostragem direcionada para o estudo do uso do habitat

#### A) Caracterização do Habitat

No estudo do habitat disponível e usado pela *Salmo trutta*, procedeu-se previamente à identificação de diferentes unidades de habitat *riffle*, *run* e *pool*.

#### A.1) Avaliação do microhabitat disponível

Para avaliação do microhabitat disponível, realizaram-se em locais selecionados aleatoriamente, vários transetos, proporcionais à representatividade de cada unidade de habitat identificada. Seguidamente, em cada transeto e com um espaçamento de 50 cm, procedeu-se à medição das seguintes variáveis:

- Profundidade total** (cm)- medição feita com uma vara graduada;
- Velocidade na coluna de água** (m/s)- molinete modelo Valeport®;
- Substrato dominante**- código definido no Tabela 3.4;

Tabela 3.4: Código referente ao substrato (adaptado de BOVEE, 1982)

Código	Descrição do substrato
1	Detritos de plantas
2	Materiais finos (areia, argila e silte) < 2,0 mm
3	Cascalho (0,2 - 15 cm)
4	Pedras (15 – 60 cm)
5	Blocos (> 60 cm)
6	Rocha-mãe

- Cobertura**- código definido no Tabela 3.5.

Tabela 3.5: Código referente à cobertura (adaptado de BOVEE, 1982)

Código	Descrição da cobertura
1	Sem cobertura
2	Cascalho
3	Pedras
4	Blocos
5	Vegetação ripícola
6	Raízes e margens escavadas
7	Blocos e vegetação
8	Superfície turbulenta
9	Macrófitos aquáticos

## A.2) Avaliação do microhabitat usado

O microhabitat usado pelas trutas foi obtido através da técnica de observação subaquática (*snorkeling*). Nesta técnica, os peixes são observados por mergulhadores, experimentados devidamente equipados (Figura 3.5), que se deslocam em zig-zag, preferencialmente no sentido de montante. Sempre que um peixe, considerado não perturbado (*i.e.* quando o peixe mantém a atividade que estava a desenvolver) é localizado, o mergulhador comunica os valores assumidos pelas variáveis abaixo enunciadas, que são registadas por um operador que se encontra na margem:

- **Profundidade total** da coluna de água (cm);
- **Velocidade da coluna de água** (m/s);
- **Substrato dominante**, numa área de 0,2 x 0,2 m situada debaixo do peixe, utilizando-se para tal o código do substrato (ver Tabela 3.4);
- **Cobertura**, considerando como tal, todos os objetos que sirvam de abrigo a pelo menos 50% do corpo do peixe, de acordo com o código definido na Tabela 3.5;
- **Tamanho (cm) dos peixes** observados. A medição foi feita com uma vara graduada, por comparação com objetos situados no leito (e.g. pedras, ramos);

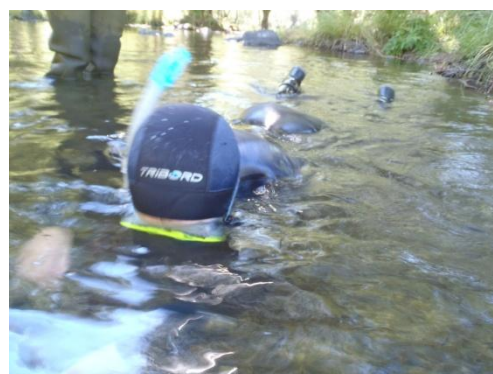
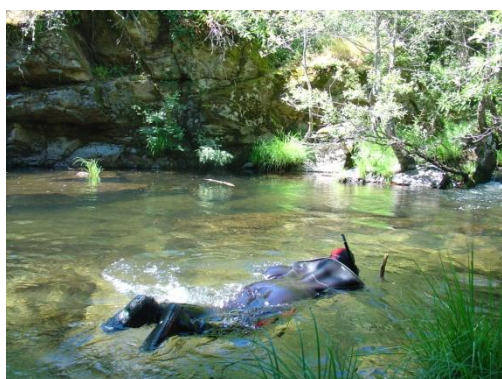


Figura 3.5: Avaliação do microhabitat usado (técnica de observação subaquática).

### 3.4.3. Tratamento de dados

Recorreu-se ainda à análise multivariada através do software PRIMER 6 & PERMANOVA + (CLARKE & GORLEY, 2006), mais precisamente à ordenação *non-metric Multi dimensional scaling* (NMDS) para análise das comunidades de peixes dos vários troços amostrados. Para esta análise os dados de abundância foram transformados [Log (x+1)] e aplicou-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis. Foi feita uma análise multivariada de similaridades, através de testes não-paramétricos ANOSIM *one-way*, para averiguar acerca da similaridade entre os troços de aptidão salmonícola e ciprinícola dos cursos de água da bacia do rio Tua.

As observações subaquáticas permitiram analisar as diferenças comportamentais entre várias classes de tamanho das trutas no que respeita ao uso do microhabitat. A preferência de uma espécie pode ser traduzida em termos de “curvas de preferência” que relacionam os valores de uma variável com um “índice de preferência”, que varia entre 0 (preferência mínima) e 1 (valores de máxima preferência). O seu cálculo baseia-se na relação estabelecida entre os dados medidos nos pontos onde se situam os peixes (obtidos através da observação subaquática) e os dados sobre o habitat disponível (transetos), no momento da amostragem, uma vez que a preferência do peixe depende das características bioecológicas da espécie e do habitat disponível do em consideração as várias classes de tamanho (idade), referentes às variáveis de microhabitat: 1) cobertura, 2) substrato dominante, 3) profundidade total, 4) velocidade da corrente na coluna de água, para os dois segmentos dos rios Rabaçal e Baceiro. A variável dependente representa a probabilidade relativa de uso e foi estandardizada numa escala de 0 a 1.

No tratamento estatísticos dos dados foram ainda aplicados os testes Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, através do software STATISTICA 7 (STATSOFT, 2004) São ambos testes estatísticos não paramétricos usados para testar amostras independentes, seja no caso duas amostras (Teste U de Mann-Whitney) ou mais de duas amostras independentes (teste H de Kruskal-Wallis). O teste Kruskal-Wallis é o correspondente não paramétrico da ANOVA, já que é usado para testar a hipótese nula quando os pressupostos da ANOVA não se verificam (normalidade e homogeneidade).

### 3.3. RESULTADOS

Os resultados obtidos permitiram obter diversas informações acerca da composição e abundância das espécies presentes nos diferentes pontos selecionados de Alto e Médio Tua. Especial ênfase foi dada a aspetos da bioecologia da à espécie *Salmo trutta* devido à pressão a que está sujeita no PNM e pelo interesse particular na conservação de espécies ameaçadas, como é o caso da *Margaritifera margaritifera*.

#### 3.3.1. COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DAS COMUNIDADES PISCÍCOLAS

Neste estudo foram capturados exemplares de 7 espécies piscícolas, das quais apenas uma é exótica, a perca-sol (*Lepomis gibbosus*). Nos troços amostrados na cabeceira dos rios (e.g. B1, B2, T1, M1 e M2) a espécie dominante é a truta-fário (*Salmo trutta*), chegando mesmo a representar a totalidade das capturas nos troços B1 e M1. A abundância de peixes por local de amostragem pode ser visualizada na Figura 3.6.

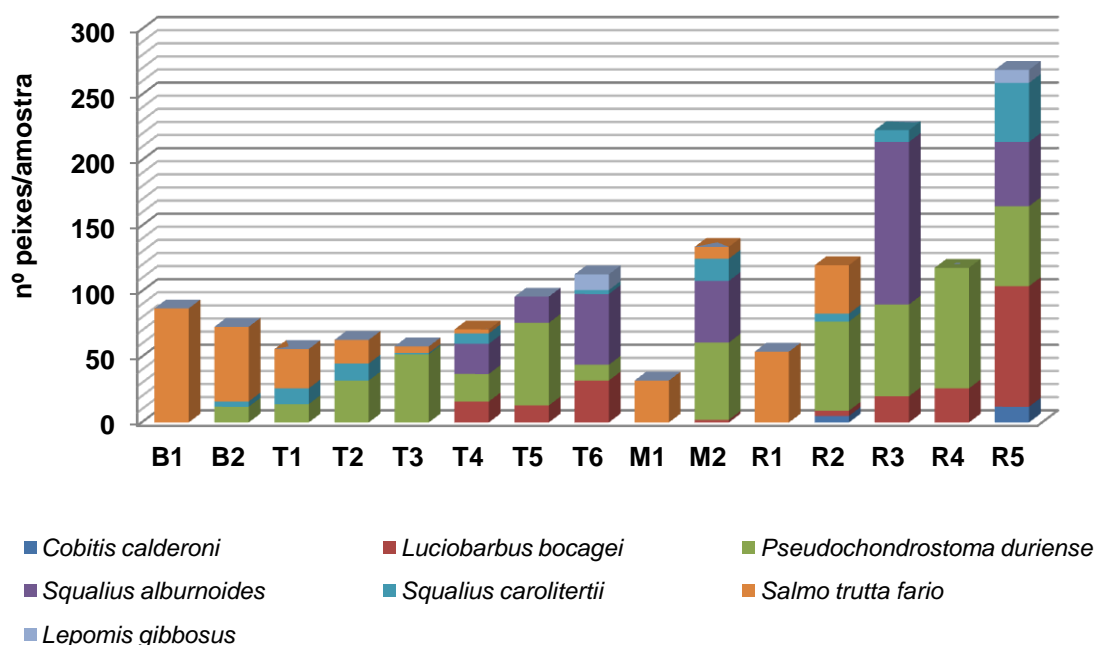


Figura 3.6: Composição e abundância de peixes capturadas nos locais de amostragem.

Nos troços de cabeceira ainda não foram detetadas espécies piscícolas exóticas, sendo este um bom indicador da qualidade biológica destes troços. Nos troços médios as espécies de ciprinídeos são as dominantes, sendo a truta rara ou inexistente. Em dois dos troços amostrados foram encontradas populações de perca-sol, originária da América do Norte (T6 e R5). A verdemã-do-norte, espécie que possui estatuto de conservação vulnerável, foi encontrada nos pontos R2 e R5 ambos no rio Rabaçal (Figura 3.7).

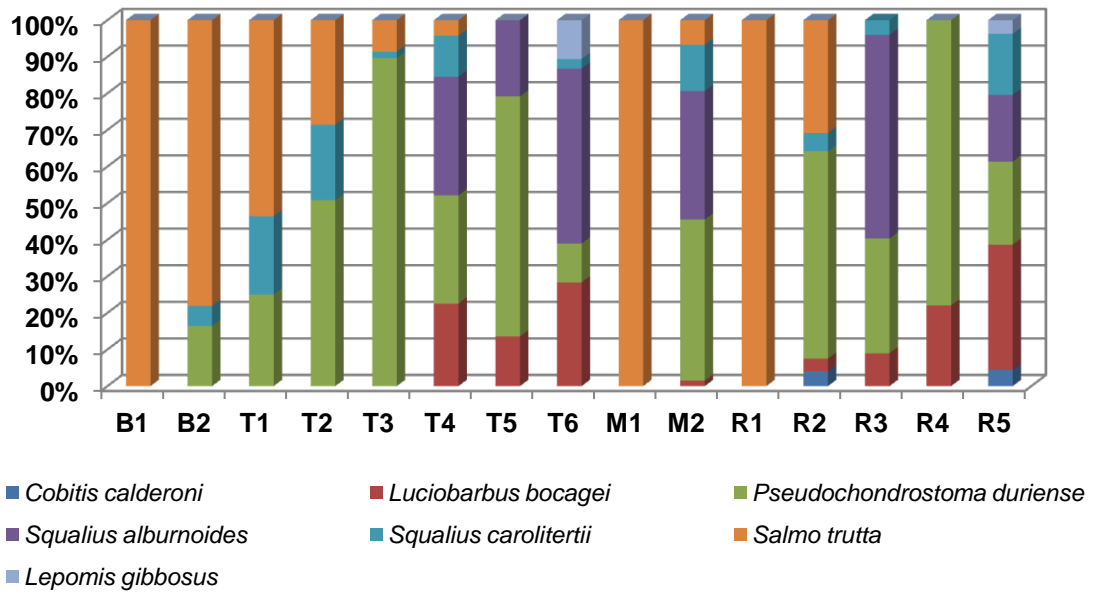


Figura 3.7: Composição e abundância de peixes capturadas em cada local de amostragem.

### 3.3.2. BIOTIPOLOGIA DAS COMUNIDADES PISCÍCOLAS

A análise NMDS realizada com base nas abundâncias de peixes pode ser observada na (Figura 3.8).

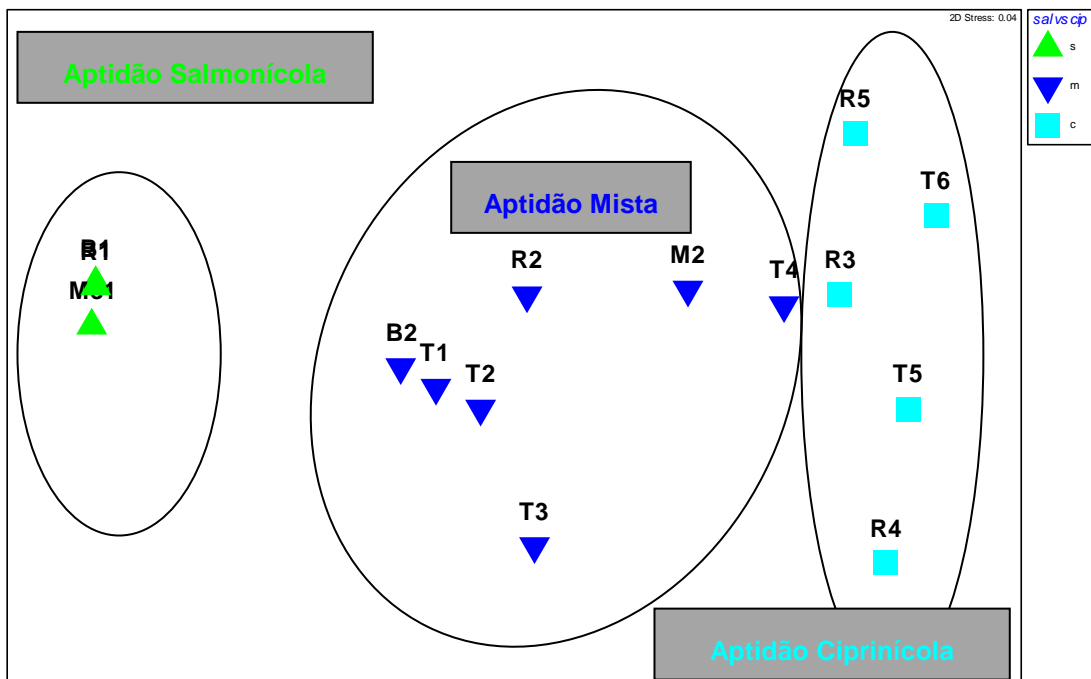
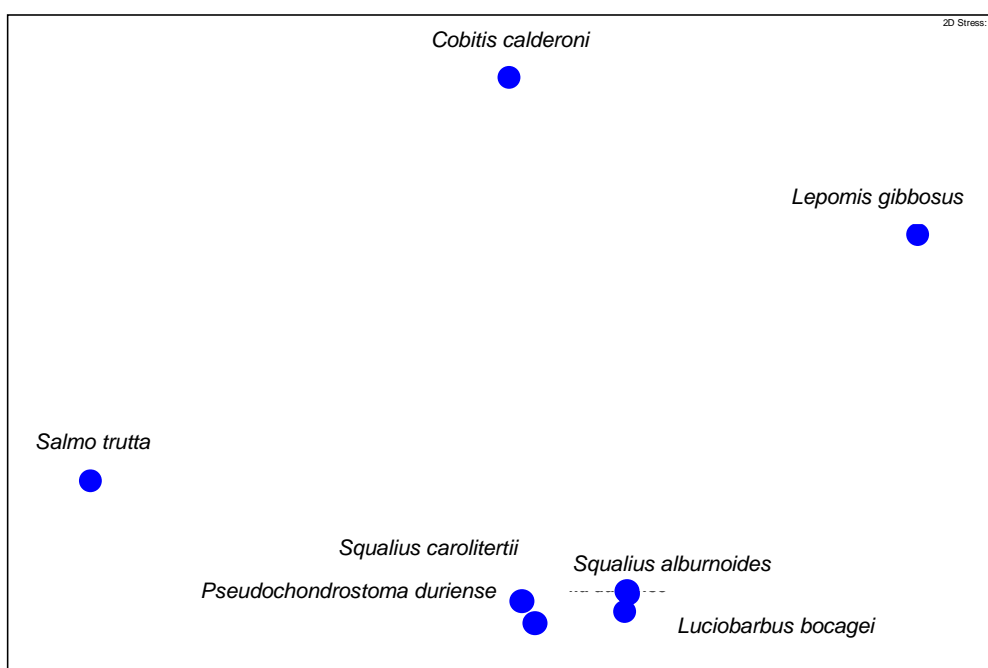


Figura 3.8: Ordenação NMDS dos locais de amostragem, baseada nas comunidades de peixes, considerando três grupos: 1) Triângulos verdes- rios de aptidão exclusiva de truta; 2) Triângulos azuis- rios de aptidão mista de salmonídeos e ciprinídeos; Quadrados azuis- rios de aptidão de ciprinídeos, presentes na bacia hidrográfica do rio Tua.

O Valor 2D *stress* de 0,04 é indicador duma excelente representação bidimensional da ordenação. Desta forma, está bem explícita a separação efetiva entre os locais de amostragem situados nos troços de cabeceira dos rios (B1, M1, R1), os troços de aptidão mista (e.g. B2, T2, R2) e os restantes locais de aptidão ciprinícola (T5, T6, R3, R4). Os troços assinalados por triângulos verdes referem-se a troços que se situam nas cabeceiras dos rios; são troços oligotróficos de montanha com águas frias e oxigenadas, e a espécie dominante ou exclusiva é a truta-fário, designam-se por isso troços com aptidão salmonícola. Os troços assinalados por triângulos azuis situam-se nos troços médios dos rios; são troços que possuem temperaturas da água mais moderadas mas ainda possuem uma boa concentração de oxigénio dissolvido. Nestes troços é possível encontrar espécies de ciprinídeos e também a truta-fário, designam-se por isso troços de aptidão mista. Os troços baixos dos rios estão assinalados com quadrados azuis, são troços exclusivamente ciprinícolas. Nestes troços a comunidade piscícola é constituída exclusivamente por espécies de ciprinídeos, apresentam águas mais ricas em nutrientes e a temperatura estival é normalmente elevada. Na Figura 3.9 está ilustrada a ordenação NMDS das espécies piscícolas presentes no Alto Tua.



**Figura 3.9: Ordenação NMDS das espécies piscícolas presentes nos locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Tua.**

Foram ainda realizados Testes ANOSIM *One-Way* entre os três grupos considerados tendo sido obtido diferenças altamente significativas ( $P < 0,001$ ) entre todos os pares analisados, i.e. 1) Troços de salmonídeos vs. Troços mistos; 2) Troços de salmonídeos vs. Troços de ciprinídeos e 3) Troços mistos vs. Troços de ciprinídeos.

### 3.3.3. GUILDAS ECOLÓGICAS

Existem diversas guildas e métricas para as quais se conhece uma tendência relativamente às respostas à perturbação de origem antrópica. Estas respostas aparecem sumariamente apresentadas na Tabela 3.6.

**Tabela 3.6: Resposta à perturbação humana para diferentes guildas e métricas (significado dos símbolos: ▼ - resposta negativa; ▲ - resposta positiva)**

GUILDAS	MÉTRICAS	RESPOSTA À PERTURBAÇÃO HUMANA
Taxonomia	Nº espécies nativas	▼
	Nº espécies alienígenas	▲
	% espécimes alienígenas	▲
Habitat	% espécimes pelágicos (nativos)	▼
	% espécimes bentónicos	▲
Migração	Nº espécies potamódromas	▼
Reprodução	% espécimes litofílicos	▼
Alimentação	% espécimes invertívoros (nativos)	▼
	% espécimes omnívoros	▲
Tolerância	% espécimes intolerantes	▼
	% espécimes tolerantes	▲

Na Figura 3.10 é feita a classificação, para os 15 locais de amostragem, das Guildas Ecológicas relacionadas com: 1) Habitat- Grau de Reofilia; 2) Habitat- Zona de Alimentação; 3) Migratória; 4) Reprodutiva; 5) Trófica e 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático. Pode-se observar em relação ao grau de reofilia, que na maioria dos troços amostrados, principalmente nos troços mais a montante, a percentagem de espécies reófilas é elevada. Nestes troços, a fauna piscícola é constituída principalmente por exemplares das espécies *Salmo trutta* e *Pseudochondrostoma duriense*, espécies que possuem hábitos essencialmente reófilos. A composição da fauna piscícola nos troços médios é composta por uma maior percentagem maior de espécies de hábitos eritópicos.

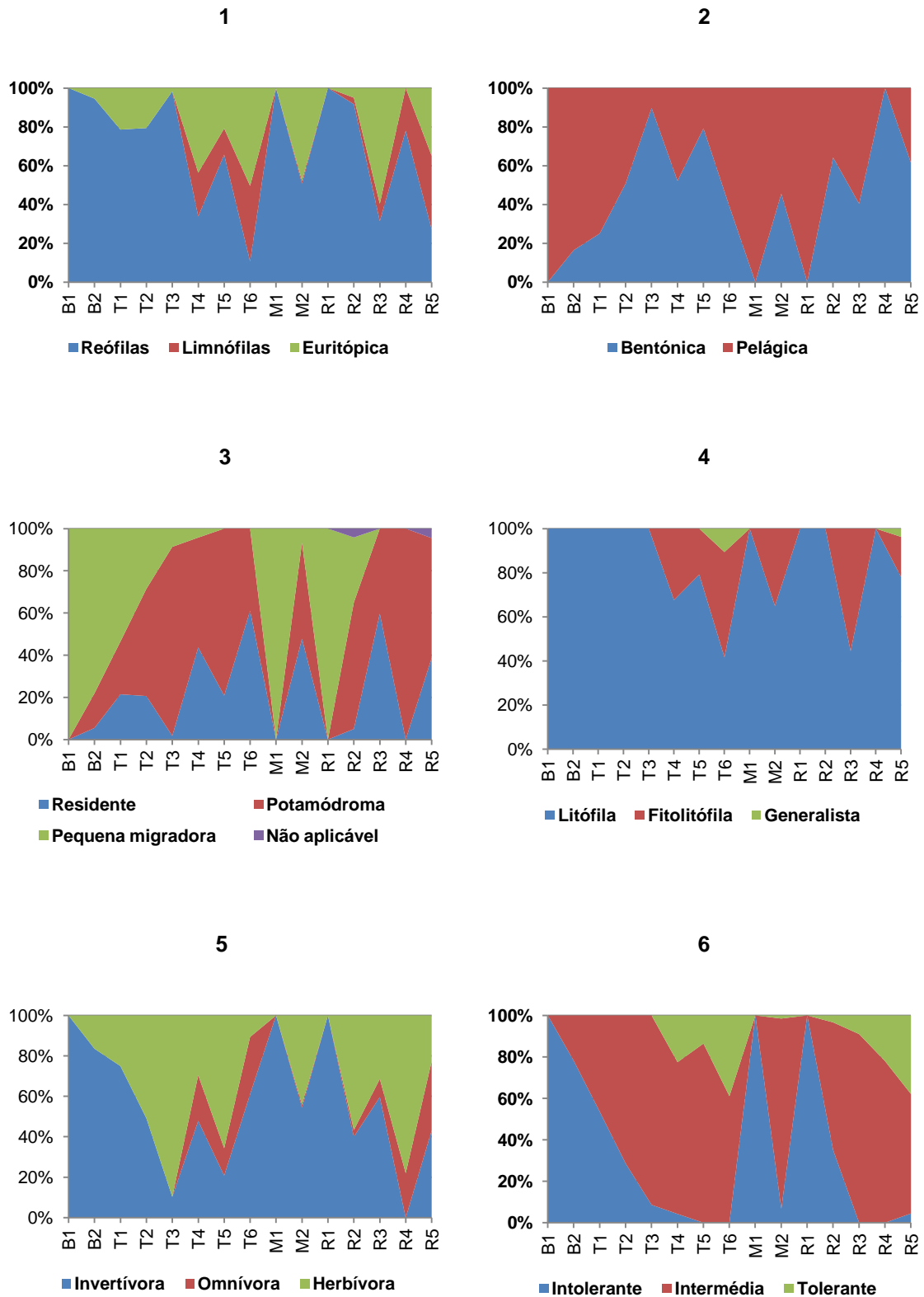
Em relação ao habitat de alimentação, verifica-se que as espécies bentónicas se encontram maioritariamente nos troços de cabeceira enquanto as espécies pelágicas ocorrem com maior densidade nos troços mais a jusante.

As percentagens das espécies que realizam movimentos migratórios potamódromos ao longo do rio (e.g. *Luciobarbus bocagei*) sofrem uma variação sazonal, isto é consoante estejam ou não na época de reprodução encontram-se em zonas distintas do rio. Neste estudo e na época do ano em que foi realizado (início do Verão) as espécies potamódromas encontraram-se essencialmente nos troços médios dos rios, onde a sua percentagem foi maior. Nos troços de cabeceira observou-se uma percentagem elevada de exemplares de espécies que efetuam migrações pequenas. Associado a este comportamento reprodutivo está a espécie *Salmo trutta*.

Na bacia do Alto Tua observou-se ainda que a maioria das espécies realiza a desova em substratos grosseiros, como a gravilha ou pedras (espécies litófilas). No entanto em alguns troços médios existe uma percentagem elevada de exemplares que desovam preferencialmente sobre material vegetal (espécies fitófilas) a associado à presença nesses troços de populações de *Squalius alburnoides*.

Apesar da maioria das espécies da bacia do Tua serem invertívoras, com exceção do *Luciobarbus bocagei* e da *Pseudochondrostoma duriense*, que são respetivamente espécies omnívoras e herbívoras, observam-se grandes percentagens de exemplares herbívoros em alguns troços, devendo-se ao facto de nesses troços a espécie dominante ser a *Pseudochondrostoma duriense*. Nos troços de cabeceira as percentagens elevadas de exemplares invertívoros estão associadas à dominância da *Salmo trutta* nestes troços.

Por fim, em relação ao nível de tolerância à degradação do meio aquático observa-se que as espécies mais sensíveis ou intolerantes às alterações do meio, encontram-se nos troços de cabeceira. Estes troços estão incluídos no Parque Natural de Montesinho estando a sua conservação salvaguardada. Nos troços que apresentam alguns sinais de perturbação a percentagem de exemplares capturados de espécies intolerantes é baixa ou nula.



**Figura 3.10: Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia; 2) Habitat- Zona de Alimentação; 3) Migratória; 4) Reprodutiva; 5) Trófica e 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático, nos 15 locais de amostragem, com base na abundância das espécies capturadas na bacia do Alto Tua (Verão 2014).**

### 3.3.4. PARÂMETROS POPULACIONAIS DAS POPULAÇÕES DE TRUTA-DE-RIO

#### 3.3.4.1. Relação entre o Comprimento e a Biomassa

Com base nos 434 indivíduos de truta capturados nos 4 cursos de água da bacia hidrográfica do Alto Tua ( $n_{\text{Mente}}= 42$ ;  $n_{\text{Rabaçal}}= 64$ ;  $n_{\text{Tuela}}= 60$ ;  $n_{\text{Baceiro montante}}= 120$ ;  $n_{\text{Baceiro Jusante}}= 148$ ), foi feita a relação entre o comprimento total e a biomassa por cada local de amostragem (Figura 3.11).

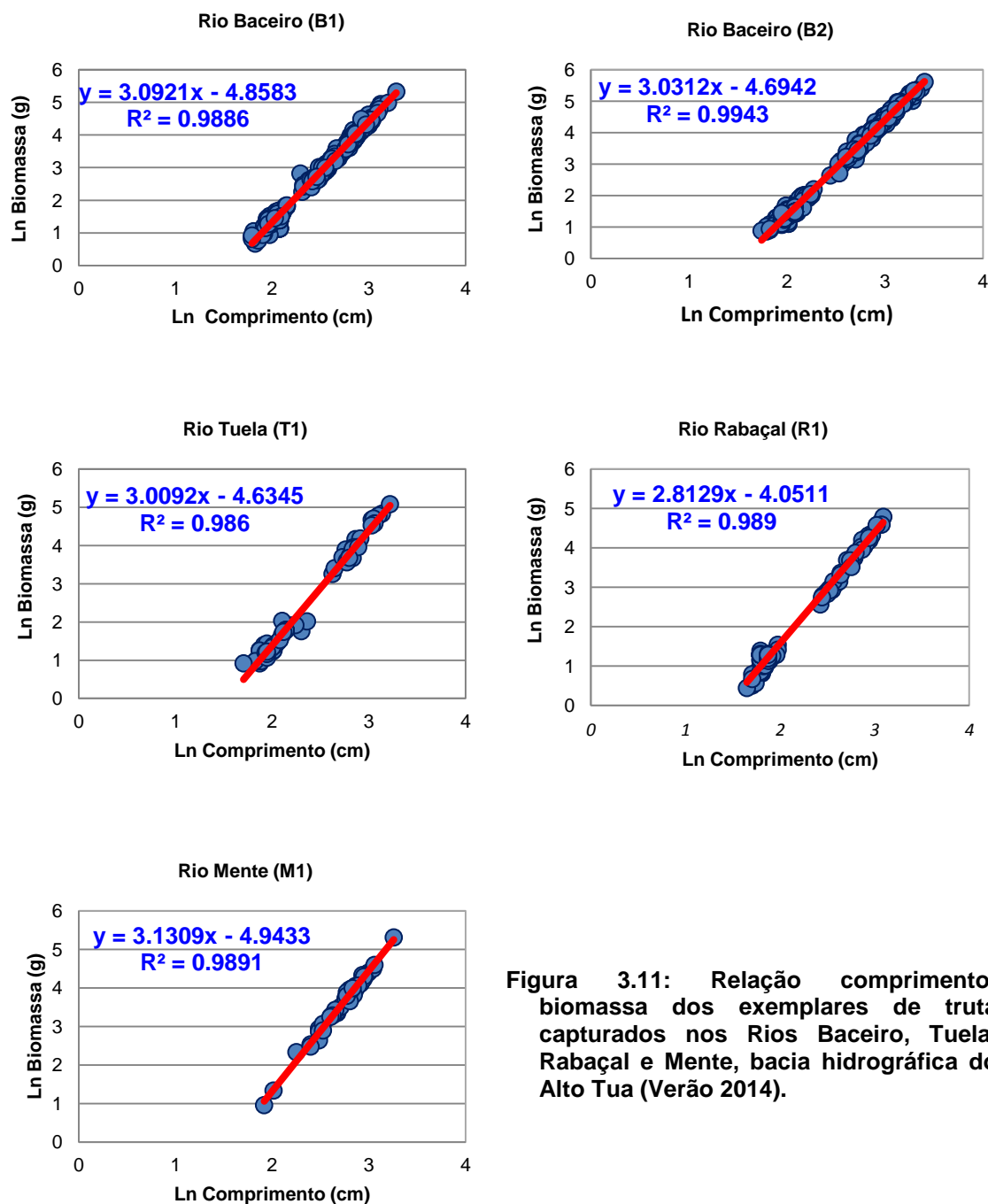


Figura 3.11: Relação comprimento-biomassa dos exemplares de truta capturados nos Rios Baceiro, Tuela, Rabaçal e Mente, bacia hidrográfica do Alto Tua (Verão 2014).

Na maioria dos locais (rios Baceiro, Tuela e Mente) o crescimento dos peixes é praticamente isométrico ( $b=3$ ), i.e. verificou-se que os peixes tanto crescem como engordam. No entanto, para o rio Rabaçal foi obtido um coeficiente de alometria de  $b=2,81$  que revela que os peixes se afastam da tendência observada nos outros rios da região.

### 3.3.4.2. Coeficiente de Condição Física (K)

No que respeita ao coeficiente de condição K foram observadas diferenças significativas entre os indivíduos de truta-de-rio capturados nos 4 cursos de água da bacia hidrográfica do Rio Tua ( $H(4, n=434)=250,1; p<0,05$ ). Analisando a (Figura 3.12), verifica-se que o Rio Rabaçal foi o local onde se encontraram as trutas com um fator de condição K médio maior (1,6), correspondendo a exemplares com excelente condição física. Os valores mais baixos foram determinados no rio Mente, onde o fator K médio (0,7) permitiu classificar a condição física das trutas como sendo muito magra. Estes resultados sugerem que no rio Mente a capacidade biogénica do ecossistema pode limitar a presença de exemplares de *Salmo trutta* com boa condição física, ao contrário do que foi verificado no rio Rabaçal.

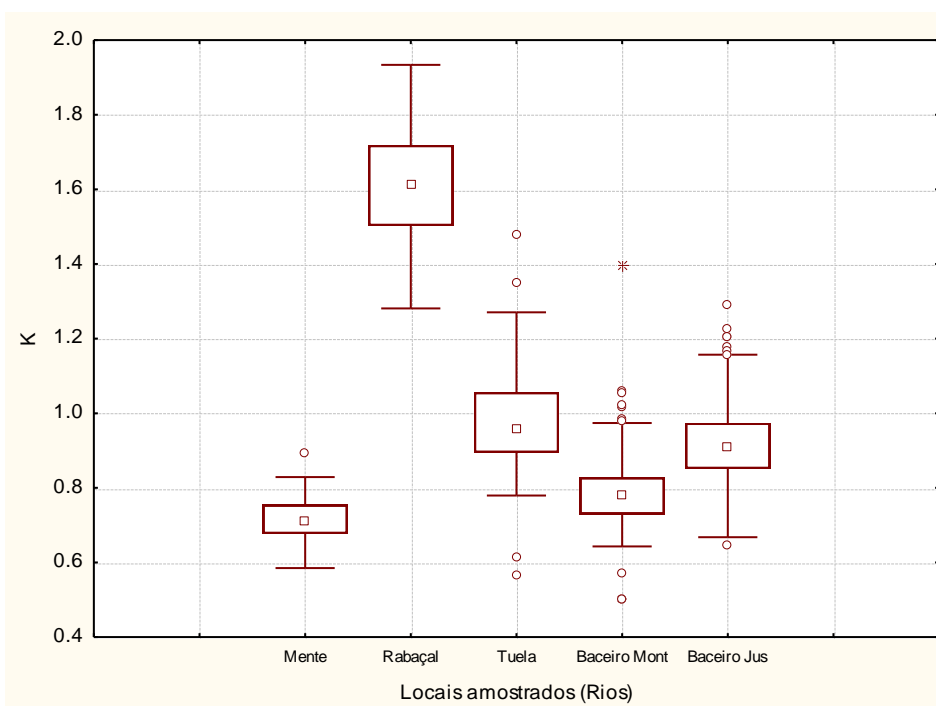


Figura 3.12: Coeficiente de condição física K nos 4 cursos de água da bacia hidrográfica do Rio Tua. As *boxplot* mostram os valores da média (linha central), o intervalo do primeiro ao terceiro quartil (caixa), e apresentação de extremos (asteriscos) e *outliers* (pontos).

### 3.3.5. USO DE RECURSOS: ALIMENTAÇÃO DA TRUTA-DE-RIO

#### 3.3.5.1. Variação espacial na dieta: 4 rios do Alto Tua

Para o estudo comparativo da dieta da truta nos 4 rios principais do Alto Tua, foram analisados 565 conteúdos estomacais (apenas 1 estava vazio), distribuídos pelos exemplares capturados nos rios Baceiro (n=344), Tuela (n=39), Rabaçal (n=41) e Mente (n=140). Identificaram-se 12 548 presas, distribuídas por 73 itens alimentares, correspondentes maioritariamente a famílias de invertebrados aquáticos. Registe-se que foram observadas diferenças significativas entre os 4 locais amostrados, quer em termos de abundância (N) de itens consumidos ( $H(3, n=564) = 76,13; p < 0,05$ ), quer em termos do número de táxones (S) identificados ( $H(3, n=564) = 56,43; p < 0,05$ ).

Na Figura 3.13 está expressa a abundância relativa dos principais grupos faunísticos presentes na dieta da truta nos rios Baceiro, Tuela, Mente e Rabaçal.

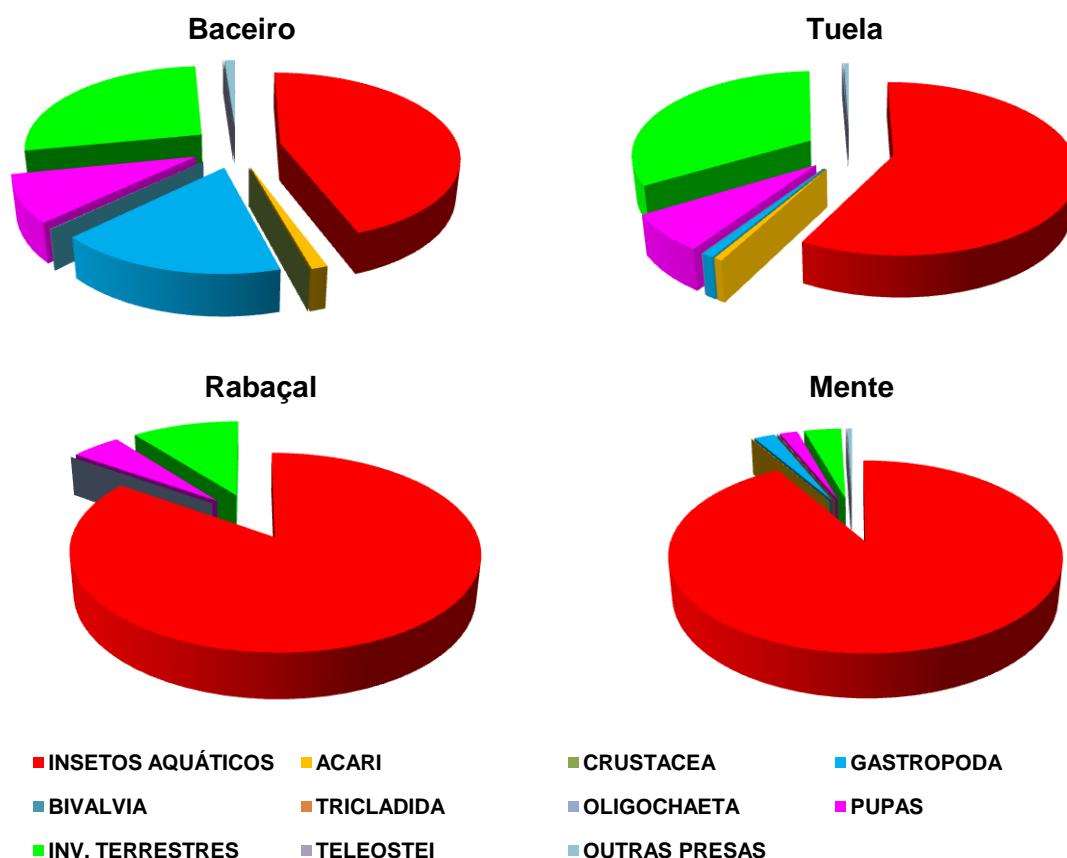
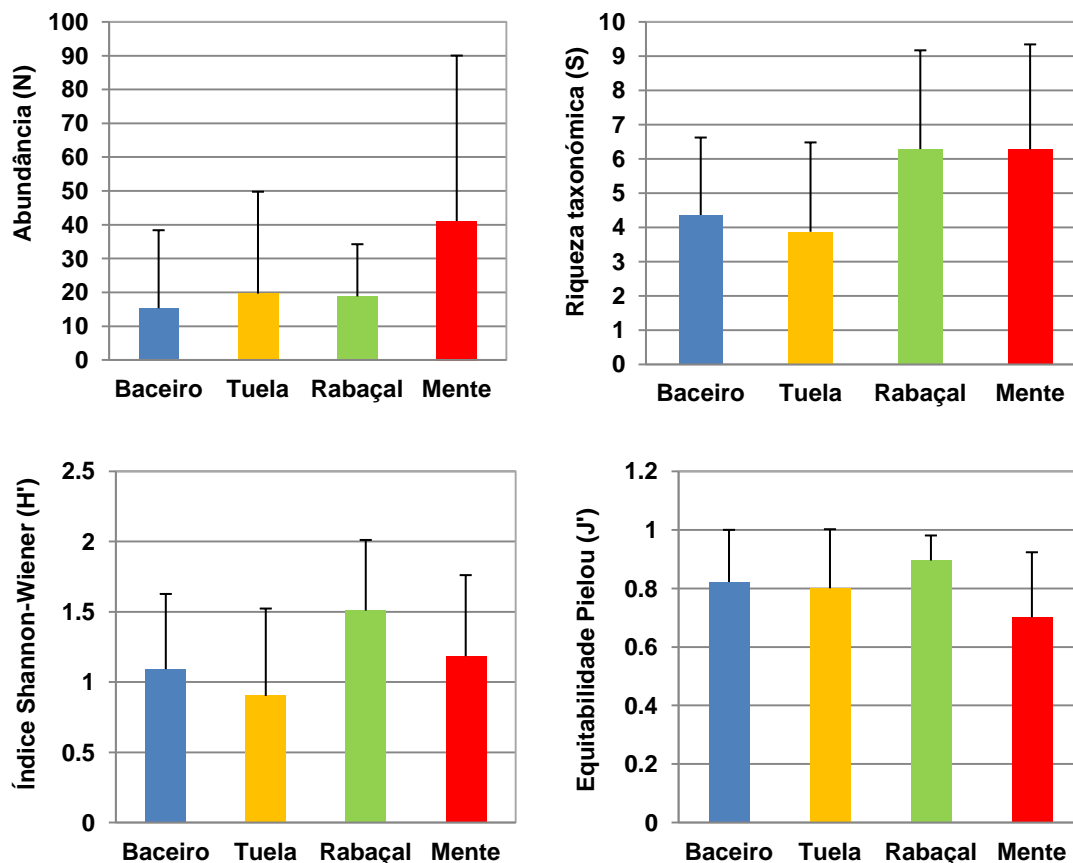


Figura 3.13: Abundância média relativa (%) dos principais grupos faunísticos presentes na dieta da truta-de-río dos 4 cursos de água (Baceiro, Tuela, Mente e Rabaçal) do Alto Tua (Verão de 2014).

É possível visualizar a importância dos insetos aquáticos na alimentação da truta, maioritariamente microcarnívora e de tendência generalista e oportunista. Destaque ainda para a ingestão de muitas presas de origem terrestre e ainda de pupas e imagos

que sugerem uma exploração ampla dos recursos alimentares disponíveis desde o leito do rio até à superfície da água. Uma análise mais pormenorizada da dieta da espécie entre nos diferentes afluentes do rio Tua, baseada em métricas de abundância e diversidade, pode ser observada na Figura 3.14.



**Figura 3.14: Métricas de diversidade e abundância ( $\pm$  SD) baseada na dieta da truta-de-rio dos 4 cursos de água (Baceiro, Tuella, Mente e Rabaçal) do Alto Tua (Verão de 2014).**

Com base na análise das métricas de diversidade e equitabilidade determinadas, foi possível verificar diferenças significativas entre os diferentes rios no caso dos índices de Margalef (d) ( $H(3, n=564) = 26,28; p < 0,05$ ) e de Shannon-Wiener ( $H'$ ) ( $H(3, n=564) = 29,12; p < 0,001$ ) e do índice Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) ( $H(3, n=564) = 36,38; p < 0,001$ ).

Por fim o dendrograma apresentado na Figura 3.15, baseada na análise multivariada-análise de *clusters*, mostra uma similaridade maior na dieta dos exemplares capturados nos rios Mente e Baceiro. Os conteúdos alimentares das trutas do rio Rabaçal divergiram mais acentuadamente dos restantes locais amostrados.

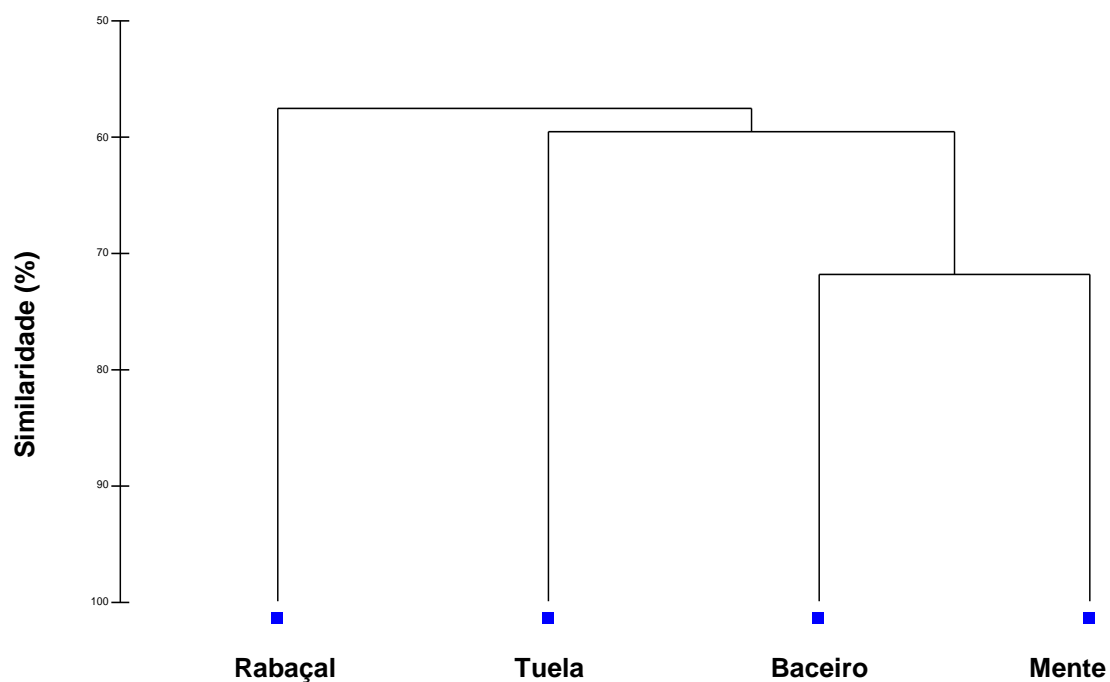


Figura 3.15: Análise de Clusters, baseada na dieta da truta-de-rio, para os 4 cursos de água, rios Baceiro, Tuela, Mente e Rabaçal- Alto Tua (Verão de 2014).

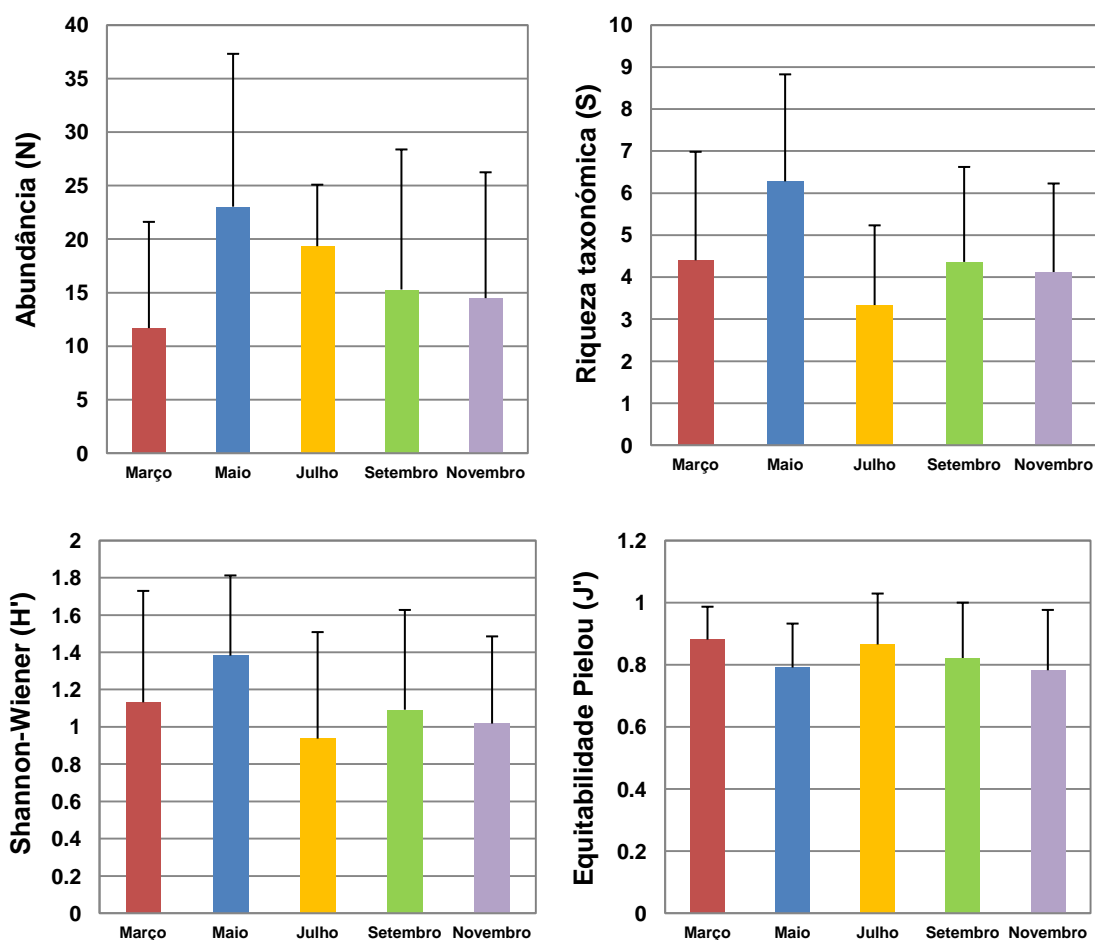
### 3.3.5.2. Variação temporal na dieta: análise bimensal

Para o estudo comparativo da dieta da truta entre diferentes meses do ano, para o mesmo rio (Rio Baceiro), foram analisados 159 conteúdos estomacais (apenas 3 estavam vazios), distribuídos pelos exemplares capturados nos meses de Março (n=25), Maio (n=36), Julho (n=33), Setembro (n=40) e Novembro (n=25). Identificaram-se 2 308 presas, distribuídas por 63 itens alimentares. Para além da tendência espacial observada, a análise da variação temporal, realizada com periodicidade bimensal (à exceção do mês de Janeiro, cujos caudais inviabilizaram a realização da amostragem), permitiu evidenciar diferenças significativas para o nº de itens (N) ( $H(4, n=156) = 28,63; p < 0,05$ ) e de taxa ( $H(4, n=156) = 21,83; p < 0,05$ ) consumidos e para a diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) ( $H(4, n=156) = 19,40; p < 0,05$ ) entre os meses amostrados. Estas diferenças tornaram-se mais evidentes ( $p < 0,001$ ) entre os meses de primavera/verão ( Maio, Julho) e os meses de Inverno (Março, Novembro). No caso da Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) não foram detetadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ).

Relativamente à abundância de itens alimentares presentes nos conteúdos estomacais das trutas, observou-se um padrão característico com um aumento de presas consumidas nos meses de Maio e Julho (Figura 3.16). De facto, sendo os peixes animais poiquilotérmicos, as suas necessidades energéticas estão diretamente

relacionadas com o aumento da temperatura da água. Nos meses mais frios, estes animais são menos ativos, com exceção do período reprodutivo que nos salmonídeos coincide pode iniciar-se em novembro e finalizar em Fevereiro, dependendo de fatores diversos (temperatura, latitude, presença de zonas de desova, entre outros).

Por outro lado, os valores inferiores assumidos pela riqueza taxonômica e diversidade coincidiram com o mês de Julho (Figura 3.16), podendo indicar uma preferência ou disponibilidade maior por alguns táxones presentes no meio aquático e envolvente.



**Figura 3.16: Métricas de diversidade e abundância ( $\pm$  SD) baseada na dieta da truta-de-rio do rio Baceiro, para os meses de Março, Maio, Julho, Setembro e Novembro (anos de 2013 e 2014).**

A ordenação NMDS (2D Stress de 0,01, indicadora de uma boa representação bidimensional) efetuada com as abundâncias dos itens alimentares da dieta das trutas para os 5 períodos de amostragem (meses de Março, Maio, Julho, Setembro e novembro) evidencia uma separação mais evidente entre os meses de Março (triângulos verdes) e os meses de Setembro (círculos rosa) e Novembro (losangos vermelhos) (Figura 3.17).

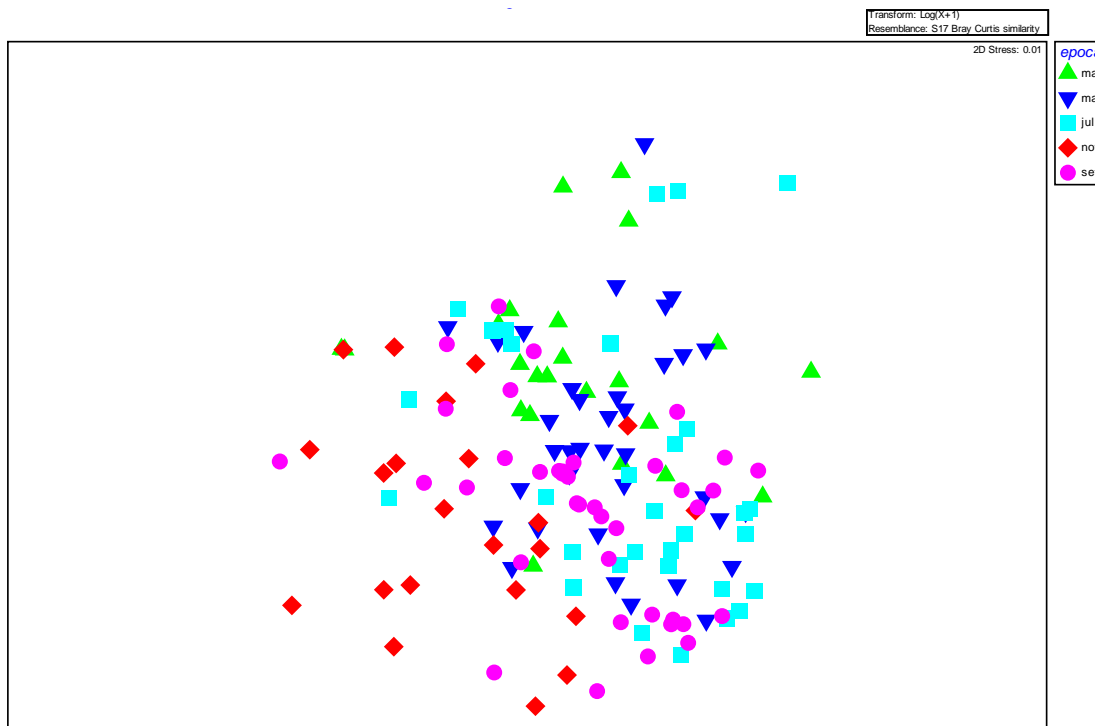
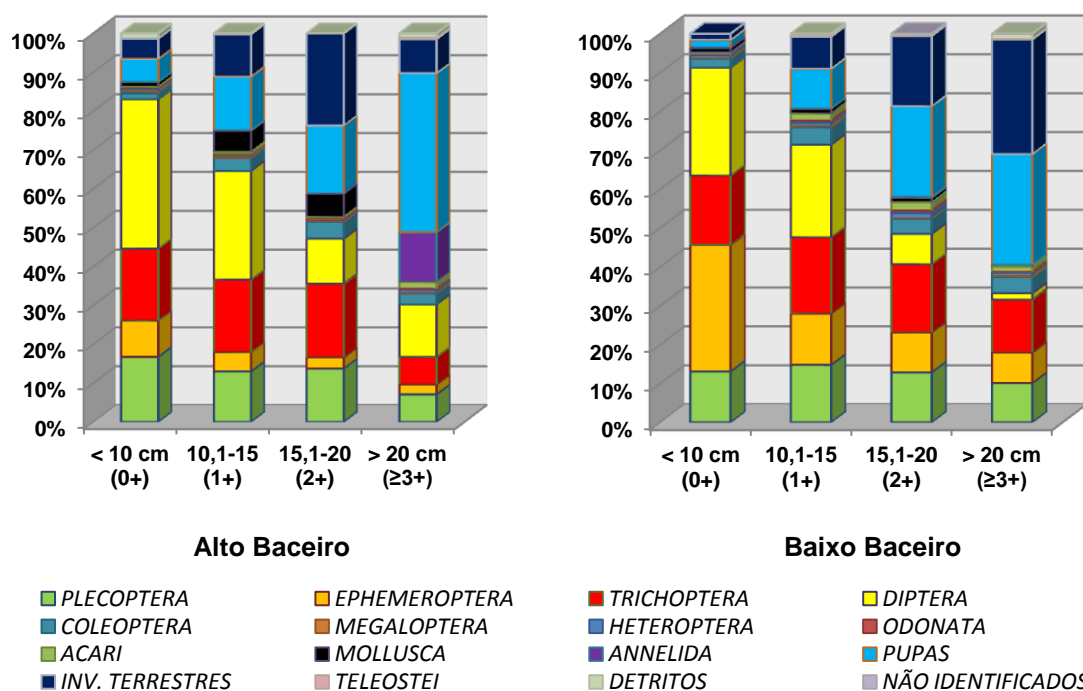


Figura 3.17: Ordenação NMS, baseada na dieta da truta-de-rio do rio Baceiro, para os meses de Março, Maio, Julho, Setembro e Novembro (anos de 2013 e 2014).

### 3.3.5.3. Variação espacial ontogenética: troços distintos do rio Baceiro

A dieta das trutas do Rio Baceiro é constituída principalmente por invertebrados, nomeadamente artrópodes aquáticos e terrestres e em menor proporção por moluscos, anelídeos e até pequenos peixes. O estudo da variação ontogenética permitiu fazer uma abordagem mais refinada para verificar se existem diferenças na alimentação entre classes de tamanho/idade dentro duma mesma população de trutas de um dado troço de rio. Neste subcapítulo, foi ainda comparada a variação espacial no padrão de alimentação da espécie, tendo em consideração dois troços onde a espécie alvo, ou seja a truta, habita em populações exclusivas (e.g. Alto Baceiro) ou coabita com outros peixes, nomeadamente da família *Cyprinidae* (e.g. boga e escalo) (Baixo Baceiro).

Do padrão ontogenético de alimentação da truta nos dois troços do rio Baceiro (Alto e Baixo Baceiro) realizado no período de verão e apresentado na Figura 3.18 pode inferir-se uma segregação nos hábitos alimentares entre as classes de tamanho/idade. Com efeito, os alevins (<10 cm; 0+) e os juvenis (10,1-15 cm; 1+) revelam uma atitude alimentar mais orientada para a captura de presas no leito do rio (e.g. insetos aquáticos pertencentes às famílias *Chironomidae* e *Baetidae*) enquanto os exemplares de maiores dimensões (> 15 cm; 2+ e ≥ 3+) exploram não só o leito do rio como a coluna de água e inclusive capturam diferentes insetos alados que se movimentam próximo da superfície da água.



**Figura 3.18: Abundância média relativa (%) por classe de tamanho/idade dos principais grupos faunísticos presentes na dieta da truta-de-rio em nos troços do Alto e Baixo Baceiro (Verão de 2014).**

A análise de similaridade ANOSIM (*one way*) efetuada com os valores das abundâncias dos itens alimentares (agrupadas por ordens), por classe de tamanho/idade (<10; 10,1-15; 15,1-20; ≥ 20 cm), para cada um dos troços amostrados no rio Baceiro (Alto e Baixo Baceiro) mostrou diferenças altamente significativas na maioria dos *pairwise tests*, com exceção dos casos apresentados na Tabela 3.7.

**Tabela 3.7: Valores dos pairwise tests obtidos com a análise de similaridade ANOSIM (*one way*) e respetiva significância.**

Classes	Alto Baceiro (ab)				Baixo Baceiro (bb)			
	Aab	Bab	Cab	Dab	Abb	Bbb	Cbb	Dbb
Abb	P>0,05	P<0,05	P<0,05	P<0,05	-	P<0,05	P<0,05	P<0,05
Bbb	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P<0,05	P<0,05	-	P<0,05	P<0,05
Cbb	P<0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P<0,05	P<0,05	-	P<0,05
Dbb	P<0,05	P<0,05	P>0,05	P<0,05	P<0,05	P<0,05	P>0,05	-
Aab	-	P<0,05	P<0,05	P<0,05				
Bab	P<0,05	-	P<0,05	P<0,05				
Cab	P<0,05	P>0,05	-	P<0,05				
Dab	P<0,05	P<0,05	P<0,05	-				

Na análise da sobreposição de dietas, os valores obtidos pelo **Índice de Schoener (S)** (Tabela 3.8) permitiram realçar a existência de sobreposição entre classes de tamanho das trutas, mais pronunciadamente entre classes sucessivas de tamanho/idade.

**Tabela 3.8: Valores do Índice de Schoener entre classes de tamanho/idade das trutas (A <10, B 10,1–15, C 15,1-20, D >20 cm) nos troços do Alto e Baixo Baceiro (verão de 2014). Os valores significativos (S >60%) estão identificados com asterisco (\*).**

Classes de tamanho/ idade	Alto Baceiro	Baixo Baceiro
A vs. B	<b>79,83*</b>	<b>77,10*</b>
A vs. C	<b>61,45*</b>	57,20
A vs. D	44,18	41,20
B vs. C	<b>80,54*</b>	<b>75,42*</b>
B vs. D	58,19	59,01
C vs. D	59,50	<b>82,11*</b>

No **Índice de Eletividade de Strauss** (Tabela 3.9) é possível observar as preferências alimentares relativamente aos recursos disponíveis (exceção para os itens dos insetos terrestres, pupas e peixes) para cada uma das classes.

**Tabela 3.9: Índice de eletividade de (STRAUSS, 1979) das categorias de itens alimentares dominantes consumidos pelas diferentes classes de trutas (A<10, B 10,1 – 15, C 15,1 – 20, D>20) do Alto e Baixo Baceiro (Verão de 2014).**

Rio	Alto Baceiro				Baixo Baceiro				
	Classe tamanho	A	B	C	D	A	B	C	D
	<i>n</i>	37	124	41	24	73	178	66	57
	<b>Plecoptera</b>	<b>0,109</b>	<b>0,071</b>	<b>0,079</b>	0,012	-0,008	0,009	-0,010	-0,038
	<b>Ephemeroptera</b>	<b>-0,188</b>	<b>-0,231</b>	<b>-0,252</b>	<b>-0,255</b>	0,001	<b>-0,193</b>	<b>-0,222</b>	<b>-0,246</b>
	<b>Trichoptera</b>	<b>-0,100</b>	<b>-0,099</b>	<b>-0,096</b>	<b>-0,214</b>	<b>0,049</b>	<b>0,067</b>	<b>0,047</b>	<b>0,007</b>
	<b>Coleoptera</b>	<b>0,181</b>	<b>0,065</b>	-0,101	-0,082	<b>0,101</b>	<b>0,065</b>	-0,099	<b>-0,161</b>
	<b>Heteroptera</b>	-0,097	-0,078	-0,068	-0,084	<b>-0,141</b>	<b>-0,120</b>	<b>-0,125</b>	-0,122
	<b>Odonata</b>	0,004	0,003	-0,001	0,000	-0,011	-0,007	-0,010	-0,009
	<b>Megaloptera</b>	0,005	0,002	0,001	0,007	-0,001	-0,001	0,005	0,000
	<b>Diptera</b>	-0,002	-0,002	0,001	-0,003	<b>-0,016</b>	-0,010	-0,010	-0,014
	<b>Acari</b>	-0,003	0,000	-0,001	<b>0,013</b>	0,000	0,012	<b>0,015</b>	<b>0,007</b>
	<b>Oligochaeta</b>	0,007	0,049	<b>0,054</b>	-0,005	0,002	0,002	0,002	-0,006
	<b>Mollusca</b>	-0,025	-0,024	-0,025	<b>0,101</b>	-0,012	-0,011	-0,010	-0,012

*Nota: Quando os valores se aproximam de -1 (vermelho) significa que as trutas evitam o respetivo item alimentar; Quando se aproximam de 1 (verde), significa a preferência das trutas pelo respetivo item alimentar. n = número de conteúdos estomacais analisados por cada classe de truta.*

### 3.3.6. USO DE RECURSOS: HABITAT DA TRUTA-DE-RIO

Relativamente ao uso do microhabitat, nomeadamente à variação ontogenética da espécie *Salmo trutta*, são apresentadas as distribuições de frequências de disponibilidade e uso e as curvas de preferência para as variáveis da profundidade total (Figuras 3.19 a 3.26). São de destacar os seguintes aspetos para cada das variáveis mensuradas:

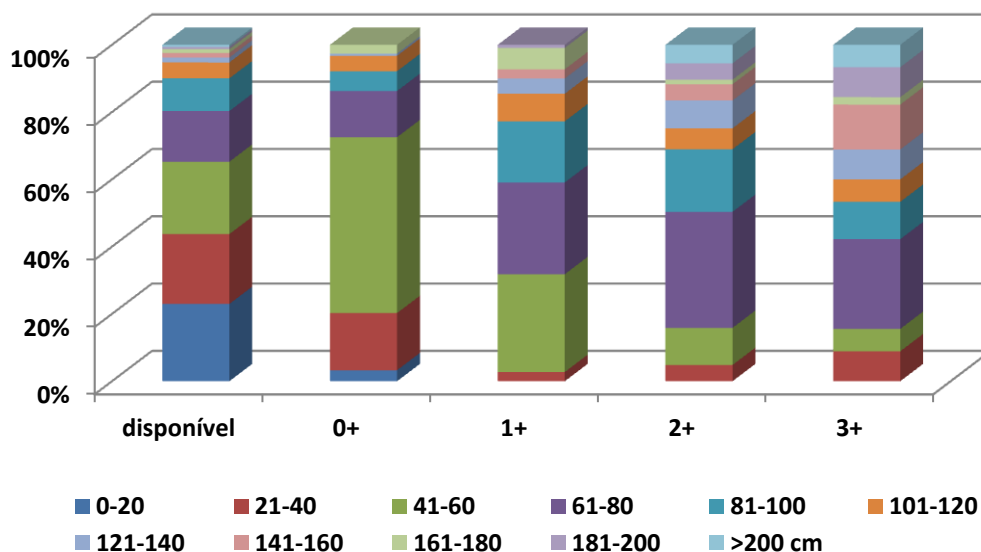


Figura 3.19: Uso do Habitat (Profundidade Total): Frequência relativa (%) por classe de tamanho/idade da truta-de-rio (Rio Baceiro, Verão de 2014).

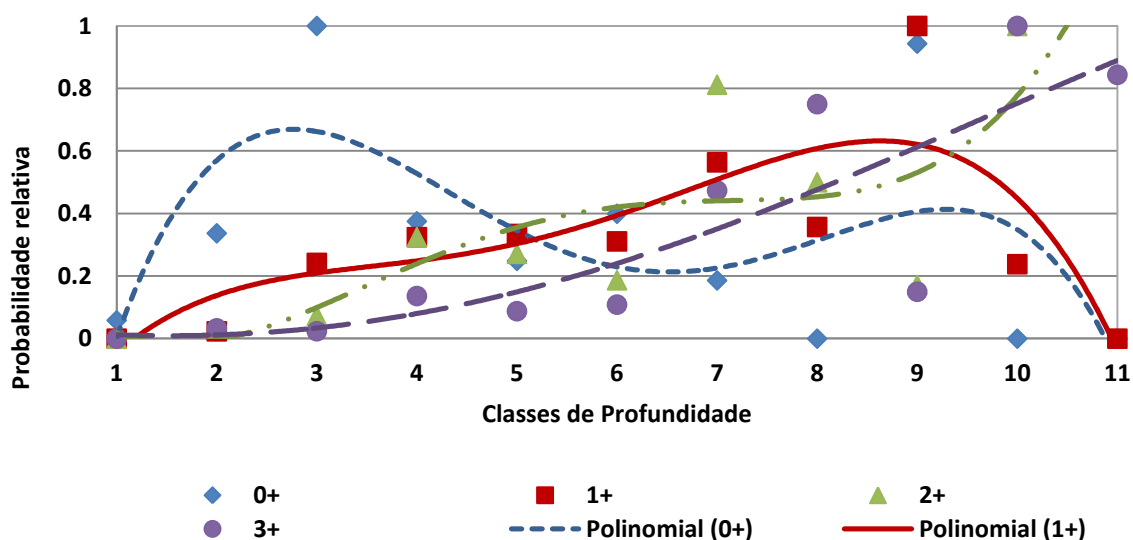


Figura 3.20: Uso do Habitat (Profundidade Total): Curvas de preferência por classe de tamanho/idade da truta-de-rio (Rio Baceiro, Verão de 2014).

### a) Profundidade Total:

- As trutas 0+ (< 10,0 cm) assumiram uma frequência de uso elevada em zonas pouco profundas (Figura 3.19) dado que ocupam maioritariamente as zonas de *riffle*. A predação e a hierarquia social estabelecida pelas trutas adultas são fatores que podem ser apontados a este padrão de segregação espacial. Por sua vez as trutas de repovoamento situaram-se sempre em profundidades superiores a 60 cm.

- Através da análise das curvas de preferência (Figura 3.20) é possível constatar que as nativas adultas exploram zonas mais profundas- *pools*, em oposição aos indivíduos 0+ que exploram *riffles* com profundidade entre 41 e 60 cm.

- Para o teste U Mann-Whitney foram observadas diferenças altamente significativas ( $P < 0,001$ ) entre os alevins 0+ e as trutas adultas 2+ e 3+.

### b) Velocidade da corrente na coluna de água:

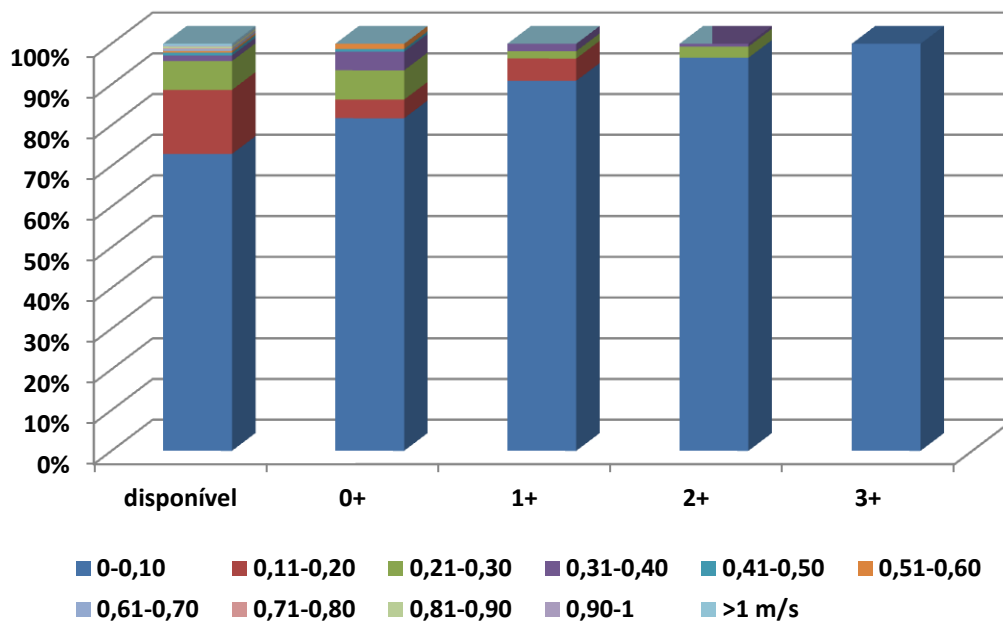


Figura 3.21 Uso do Habitat (Velocidade da corrente na coluna de água): Frequência relativa (%) por classe de tamanho/idade da truta-de-rio (Rio Baceiro, Verão de 2014).

- Para a variável velocidade na coluna de água (Figuras 3.21 e 3.22), observou-se que todas as classes de trutas se encontram em locais onde a velocidade na coluna de água é praticamente nula. No entanto, a curva de preferência obtida para as trutas 0+ indica que as trutas juvenis mostram preferência por zonas onde a velocidade da corrente na coluna de água era superior à das restantes classes;

- Não foram detetadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as classes de trutas consideradas.

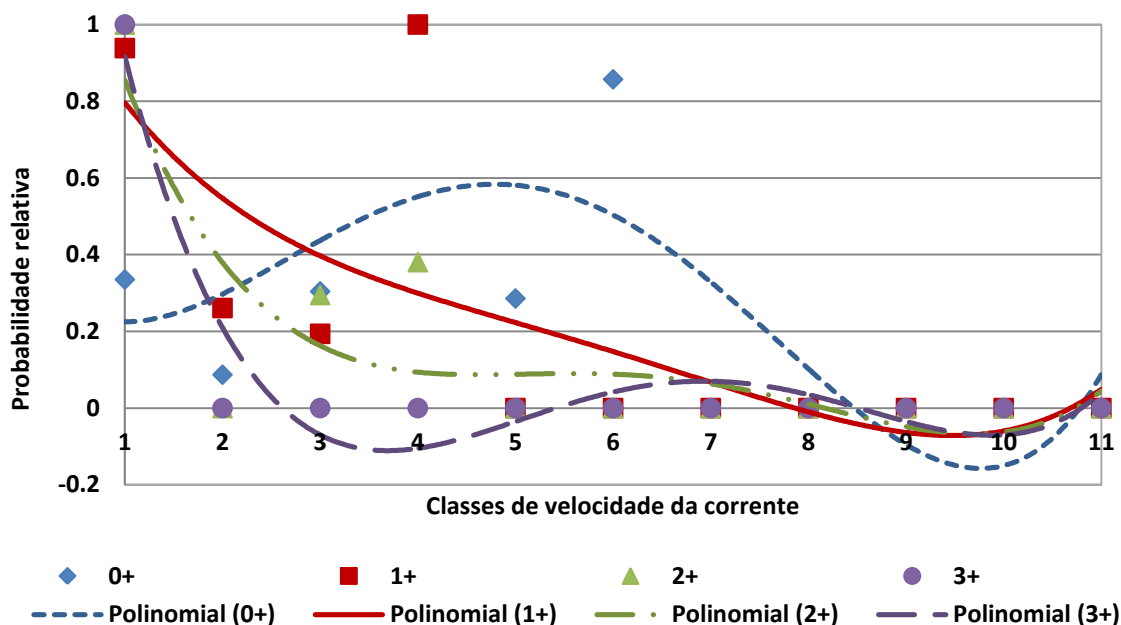


Figura 3.22: Uso do Habitat (Velocidade da corrente na coluna de água): Frequência relativa (%) por classe de tamanho/idade da truta-de-rio (Rio Baceiro, Verão de 2014).

### c) Cobertura:

Relativamente à cobertura verificou-se que:

- Os alevins e juvenis, 0+ e 1+ respetivamente, apresentam uma elevada percentagem de presença em locais sem refúgio, em parte devido à segregação espacial imposta pelas trutas de maior dimensão;
- As trutas adultas nativas, 2+ e 3+, são encontradas em habitats mais favoráveis e que lhe possibilitam zonas de refúgio e alimentação, apresentando maior apetência por habitats com maior complexidade resultantes da conjugação de blocos (objetos com diâmetro superior a 300 mm) ensombrados por vegetação ripícola saliente.
- Os padrões de uso do habitat mencionados aparecem confirmados com a elaboração das curvas de preferência (Figura 3.22) elaboradas para as classes de trutas nativas.
- Os testes não paramétricos U- Mann-Whitney permitiram detetar diferenças altamente significativas ( $P < 0,001$ ) no que respeita a esta variável entre as trutas de 0+ e trutas adultas.

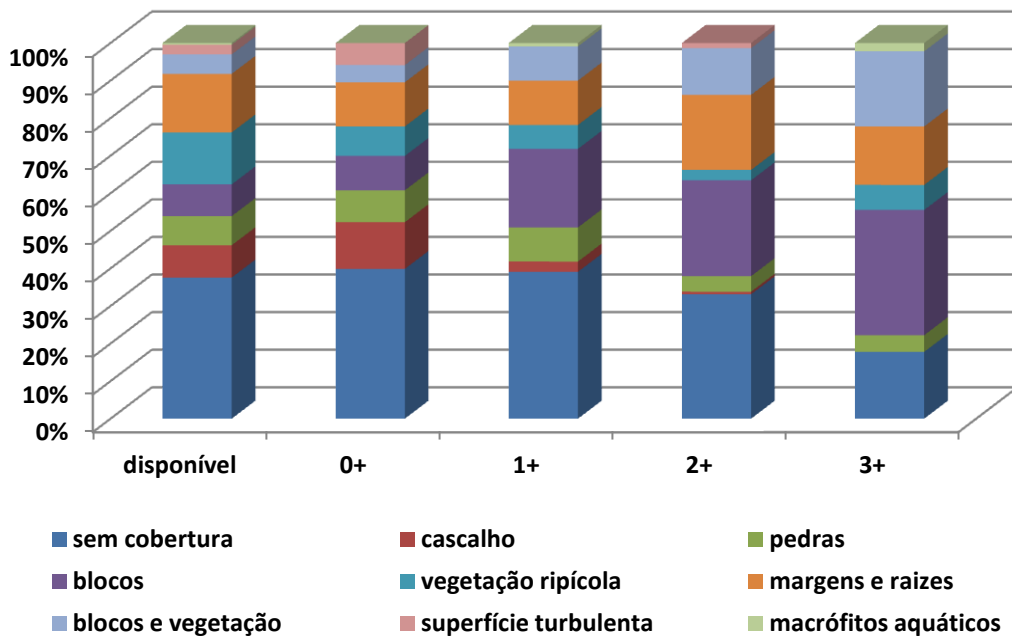


Figura 3.23: Uso do Habitat (Cobertura): Frequência relativa (%) por classe de tamanho/idade da truta-de-rio (Rio Baceiro, Verão de 2014).

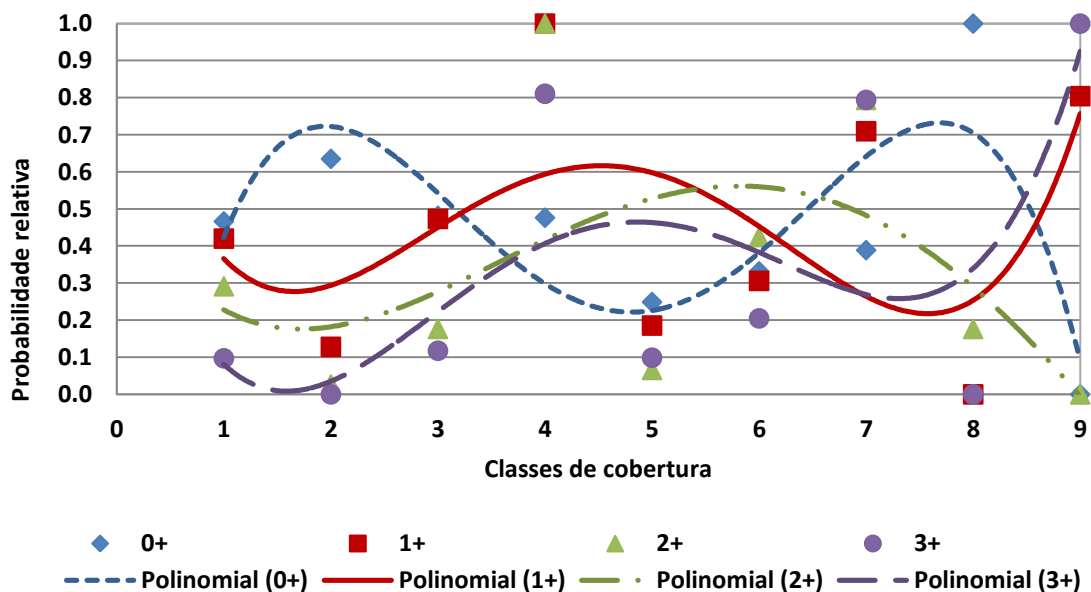


Figura 3.24: Uso do Habitat (Cobertura): Curvas de preferência por classe de tamanho/idade da truta-de-rio (Rio Baceiro, Verão de 2014).

### c) Substrato Dominante:

- Aparentemente existe uma tendência para as trutas adultas nativas serem encontradas com maior abundância em zonas de pedras e blocos e menos substratos finos (Figura 3.25), onde encontram refúgio, em contraste com os alevins (trutas 0+)

que demonstram preferência por substrato de dimensões inferiores. Por sua vez, as trutas juvenis não ocuparam um tipo de substrato específico sendo encontradas com maior frequência em locais de leito rochoso, zonas por norma sem cobertura.

- Relativamente ao substrato dominante, os testes de Mann-Whitney U, não identificaram um padrão típico de preferência por este recurso. Assim, foram apenas registadas diferenças significativas, das trutas 0+ com as trutas 3+.

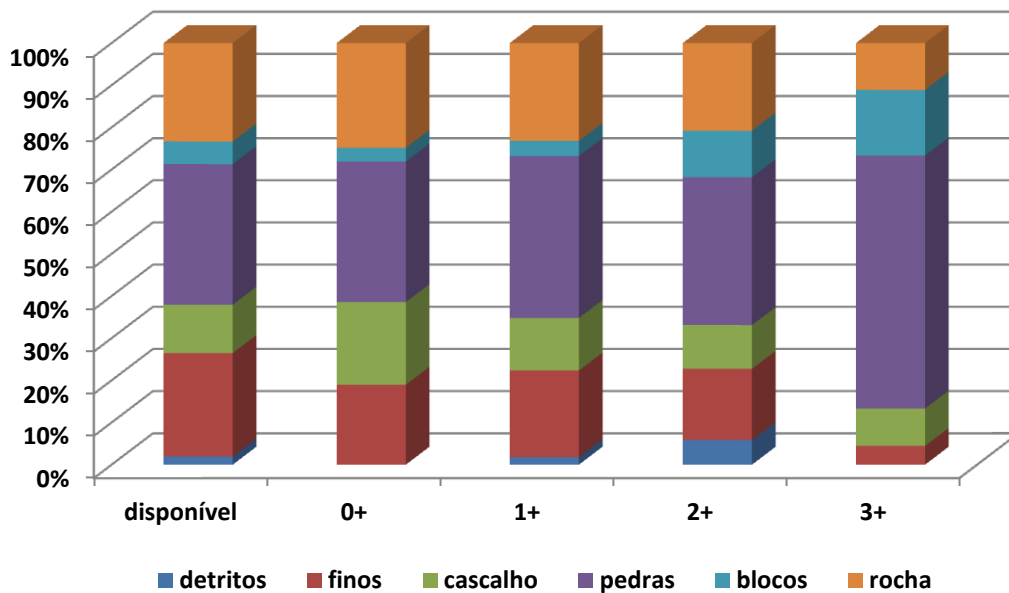


Figura 3.25: Uso do Habitat (Substrato dominante): Frequência relativa (%) por classe de tamanho/idade da truta-de-rio (Rio Baceiro, verão de 2014).

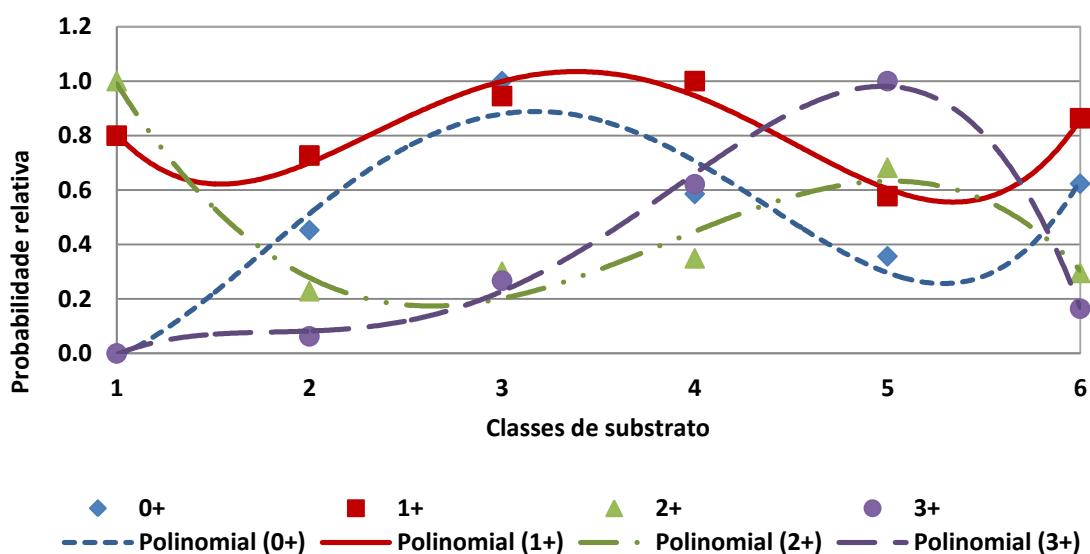


Figura 3.26: Uso do Habitat (Substrato dominante): Curvas de preferência por classe de tamanho/idade da truta-de-rio (Rio Baceiro, verão de 2014).

### 3.4. DISCUSSÃO

Neste estudo o crescimento das trutas foi praticamente isométrico. O valor do coeficiente de alometria ( $b=3$ ), foi aproximado ao observado noutros estudos realizados do Norte de Portugal, conforme (MARTINHO 2008) destaca para o Rio Olo e outros rios da região. No entanto, o coeficiente de alometria obtido para o Rio Rabaçal (i.e.  $b= 2,81$ ) afastou-se claramente da tendência observada nos outros rios da região.

Em relação ao coeficiente de condição física (K) verificaram-se valores médios entre  $K=1,6$ , no Rio Rabaçal (excelente condição física) e  $K=0,7$  no rio Mente (má condição física). Os valores de K nos restantes rios situaram-se entre 0,8 e 1,0, valores não muito distantes doutros estudos como pode ser observado em (RIBEIRO 2014).

A composição da dieta da truta obtida nos 4 cursos de água estudados (Mente, Rabaçal, Tuela e Baceiro) enquadra-se com os resultados de alguns estudos anteriormente realizados verificando-se que esta espécie se alimenta de uma enorme variedade de presas (GARCÍA DE JALÓN & BARCELÓ, 1987; KARA & ALP, 2005). No presente estudo foram encontradas algumas diferenças entre a dieta das trutas dos 4 rios amostrados. Tal acontece devido ao facto de a truta ser uma espécie generalista-oportunista, como defende (SOSTOA & LOBÓN-CERVÍÁ, 1989), já que a sua dieta varia de forma a tirar o melhor proveito do meio envolvente. Paralelamente, a composição da dieta das trutas tem tendência a sofrer variações ao longo do ano consoante a abundância ou ausência sazonal de determinados *taxa* (ELLIOTT, 1967, 1973; MONTAÑES & LOBÓN-CERVÍÁ, 1986). Muitos autores defendem ainda que a dieta das trutas varia consoante a classe de idade (e.g. ELLIOTT, 1967; VØLLESTAD & ANDERSON, 1985; FOCHETTI *et al.*, 2008). Neste estudo este facto também foi comprovado, já que nos troços amostrados no Alto e Baixo Baceiro, os macroinvertebrados aquáticos constituem a principal fonte de alimentação das trutas nos primeiros anos de vida ( $0^+$ ,  $1^+$ , e  $2^+$ ), sendo os insetos das Ordens *Diptera*, *Ephemeroptera* e *Trichoptera* os mais consumidas. Verificou-se ainda que, à medida que as trutas vão crescendo, a alimentação vai-se alterando, ocorrendo, muito particularmente no verão, uma diminuição da proporção da ingestão de macroinvertebrados aquáticos com o conseqüente aumento no consumo de invertebrados de origem terrestre e de pupas. Os resultados deste trabalho corroboram com os obtidos em estudos realizados em rios truteiros da Galiza por (SÁNCHEZ-HERNANDEZ & COBO, 2012). Mais de 80% da constituição da dieta dos

indivíduos da classe de idade 0<sup>+</sup> quer do Alto, quer do Baixo Baceiro é constituída por larvas de insetos aquáticos, principalmente larvas dos *Diptera*, *Trichoptera* e *Plecoptera* no troço amostrado no Alto Baceiro e por larvas dos *Ephemeroptera*, *Diptera*, *Trichoptera* no troço amostrado no Baixo Baceiro. Nos exemplares com idades 1<sup>+</sup> e 2<sup>+</sup> a proporção de invertebrados aquáticos ingerida ainda é elevada sendo superior a 50% da dieta em ambos os troços analisados no rio Baceiro. Segundo (HERNÁNDEZ, 2009), num estudo realizado no Norte de Espanha observou-se que a principal fonte de alimento das classes 1<sup>+</sup> e 2<sup>+</sup> foram insetos da classe *Diptera*, com destaque para a família *Chironomidae*, tanto na fase larvar como na fase adulta. Na dieta das trutas 3<sup>+</sup> a percentagem de insetos aquáticos ingeridos não excedeu os 40%, sendo a restante dieta composta por principalmente por invertebrados terrestres e pupas.

Em muitos sistemas aquáticos a truta necessita de *inputs* externos de invertebrados terrestres, essencialmente nos meses mais quentes de forma a satisfazer as suas necessidades energéticas (NAKANO *et al.*, 1999a; KAWAGUCHI & NAKANO, 2001).

### 3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALANARA, A., BURNS, M.D. & METCALFE, N.B. 2001. Intraspecific resource partitioning in brown trout: the temporal distribution of foraging is determined by social rank. *Journal of Animal Ecology* 70: 980–986.
- ARMSTRONG, J.D., KEMP, P.S., KENNEDY, G.J.A., LADLE, M. & MILNER, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62: 143-170pp.
- BARNHAN, C. & BAXTER, A. 1998. Condition Factor, k, for salmonid fish. *Fisheries Notes*.
- BERG, O.K., THRONAES, E. & BREMSET, G. 2000. Seasonal cycle of the body composition and energy of brown trout (*Salmo trutta*) in a temperate zone lake. *Ecology of Freshwater Fish* 9: 163-169pp.
- BOVEE, K.D. 1982. *A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology*. Office of Biological Sciences, U. S. Fish and Wildlife Service (FWS/OBS- 82/26).
- BOVEE, K.D. 1986. Development and evaluation of habitat suitability criteria for use in the instream flow incremental methodology. *Instream Flow Information Paper* 21. Report 86 (7). US Fish and Wildlife Service.
- BRIDCUT, E.E. & GILLER, P.S. 1995. Diet variability and foraging strategies in brown trout (*Salmo trutta*): An analysis from subpopulations to individuals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52: 2543-2552pp.
- CLARKE K.R. & GORLEY R.N. 2006. *“PRIMER v6: User Manual/Tutorial”*. PRIMER-E: Plymouth.
- CORTES R.M.V. & FERREIRA T.M. 1993. Metodologia para o estudo da estrutura das populações de ictiofauna em águas interiores. *Serie didactica. Ciencias Aplicadas* 28, UTAD, Vila Real.
- DE CRESPIN DE BILLY V. & USSEGLIO-POLATERA P. 2002. Traits of brown trout prey in relation to habitat characteristics and benthic invertebrate communities. *Journal of Fish Biology* 60:687–714.
- DAVID, B.O., CLOSS, G.P., CROW, S.K. & HANSEN, E.A. 2007. Is diel activity determined by social rank in a drift-feeding stream fish dominance hierarchy? *Animal Behaviour* 74: 259–263.

- DIAS M. A. 2007. BIOLOGIA PESQUEIRA. Apontamentos sobre idade e crescimento do Mestrado em Biologia Marinha (2o ciclo) 1o ano - 1o. Semestre 2007/2008. Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. 12 pp.
- DIRECTIVA 2000/60/CE DO PARLAMENTO EUROPEU e do CONSELHO, 23 de Outubro de 2000.
- ELLIOTT, J.M. 1967. The food of trout (*Salmo trutta*) in a dartmoor stream. *Journal of Applied Ecology* 4: 60-71pp.
- ELLIOTT, J.M. 1973. Weight of food and time required to satiate brown trout, *Salmo trutta*, L. *Freshwater Biology* 5: 51-64pp.
- FERREIRA M. T. 2001. Proteção, melhoria e reabilitação de habitats fluviais. In: Cap. 10 de Estudo estratégico para a gestão das pescas continentais. 312-344 pp. PAMAFMEDIDA 4 – IED, ACCAO 4.4: Estudos estratégicos.
- FOCHETTI, R., ARGANO, R., TIERNO de FIGUEROA, J.M. 2008. Feeding ecology of various age-classes of brown trout in River Nera, Central Italy. *Belgian Journal of Zoology* 138: 128-131pp.
- FRISSELL, C.A. & LONZARICH, D.G. 1996. Habitat Use and Competition Among Stream Fishes. Flathead Lake Biological Station, University of Montana, Department of Biology. University of Wisconsin at Eau Claire.
- GARCÍA DE JALÓN D., MAYO M., CULEBRAS E. & FERNANDEZ T. 1993. Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales. Ediciones Mundi-Prensa,
- GARCÍA DE JALÓN, D. & BARCELÓ, E. 1987. Estudio sobre la alimentación de la trucha común en ríos pirenaicos. *Ecología*, 1: 263-269pp.
- HARALDSTAD, O., JONSSON, B., SANDLUND, O.T. & SCHEI, T.A. 1987. Lake effect on stream living brown trout (*Salmo trutta*). *Archiv fur Hydrobiologie* 109: 39-48pp.
- HAURY, J., OMBREDANE, D. & BAGLINIÈRE, J.L. 1999. The habitat of the brown trout (*Salmo trutta* L.) in water courses. In Baglinière, J.M. & Maisse, G. (eds.), *Biology and Ecology of the Brown and Sea Trout*, pp. 37-89, Praxis Publishing, Chicester.
- HERNÁNDEZ, JS. 2009. Biología del alimentación de la trucha común (*Salmo trutta* Linné, 1758) en los ríos de Galicia. Tese de Doutoramento, Universidade de Santiago de Compostela, Spain.
- HILDERBRAND, R.H. & KERSHNER J.L. 2004. Influence of habitat type on food supply, selectivity, and diet overlap of Bonneville Cutthroat Trout and Nonnative

- Brook Trout in Beaver Creek, Idaho. *North American Journal of Fisheries Management* 24: 33–40.
- HYSLOP, E.J. 1980. Stomach Contents Analysis – A Review of Methods and Their Application. *J. Fish Biol.* 17: 411-429pp.
- INAG a, I.P. 2008. Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo 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.
- JONSSON, N. & JONSSON, B. 1997. Energy allocation in polymorphic brown trout. *Functional Ecology* 11: 310-317pp.
- JONSSON, N. & JONSSON, B. 1998. Body composition and energy allocation in life-stages of brown trout. *Journal of Fish Biology* 53: 1306-1316pp.
- KAMLER, J. F. & POPE, K.L. 2001. Nonlethal Methods of Examining Fish Stomach Contents. Department of Range, Wildlife and Fisheries Management, Texas Tech University 9(1): 1-11pp.
- KARA, C., ALP, A.Z. 2005. Feeding habits and diet composition of brown trout (*Salmo trutta*) in the upper streams of River Ceyhan and River Euphrates in Turkey. *Turkish Journal Veterinary Animal Sciences* 29: 417-428pp.
- KARLSSON J, BYSTRÖM P. 2005. Littoral energy mobilization dominates energy supply for top consumers in subarctic lakes. *Limnology and Oceanography* 50:538–543.
- KAWAGUCHI, Y. & NAKANO, S. 2001. Contribution of terrestrial invertebrates to the annual resource budget for salmonids in forest and grassland reaches of a headwater stream. *Freshwater Biology* 46: 303-316pp.
- MARTINHO, A. 2008. Gestão sustentável das populações de truta (*Salmo trutta*): O caso do rio Olo. Tese de Mestrado em Engenharia de Produção Florestal. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- MCCMAHON, T.E., ZALE, A.V. & ORTH, D.J. 1996. Aquatic habitat assessment. In MURPHY, B.R. & WILLIS, D.W. (eds.), *Fisheries Techniques*, pp. 83-120, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

- MONTAÑES C, LOBÓN-CERVIÁ J. 1986. Feeding ecology of a population of brown trout (*Salmo trutta* L.) in a aquifer-fed stream of Old Castile, Spain. *Ekologia Polska* 34: 203-213pp.
- NAKANO, S., KAWAGUCHI. Y., TANIGUCHI, Y., MIYASAKA, H., SHIBATA, Y., URABE, H., KUHARA, N. 1999a. Selective foraging on terrestrial invertebrates by rainbow trout in a forested headwater stream in northern Japan. *Ecological Research* 14: 351-360pp.
- NEVEU, A. 1999. Feeding strategy of the brown trout (*Salmo trutta* L.) in running water. In Baglinière, J.M. & Maisse, G. (eds.), *Biology and Ecology of the Brown and Sea Trout*, Springer Praxis Series in Aquaculture and Fisheries, Chicester pp. 91-113.
- OLIVEIRA, J.M., SANTOS, J.M., TEIXEIRA, A., FERREIRA, M.T., PINHEIRO. P.J., GERALDES, A. & BOCHECHAS J. 2007. Projecto AQUARIPORT: Programa Nacional de Monitorização de Recursos Piscícolas e de Avaliação da Qualidade Ecológica de Rios. Direcção-Geral Recursos Florestais, Lisboa, 96 pp.
- PITÉ, M.T.R. e AVELAR, T. 1996. *Ecologia das Populações e das Comunidades. Uma Abordagem Evolutiva do Estudo da Biodiversidade*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- RAMOS-JILIBERTO R., VALDOVINOS F.S., ARIAS J., ALCARAZ C., GARCÍA-BERTHOU, E. 2011. A network-based approach to the analysis of ontogenetic diet shifts: An example with an endangered, small-sized fish. *Ecological Complexity* 8:123 –129.
- RIBEIRO, H.A. 2014. *Ecologia e Conservação da espécie Salmo trutta no troço Internacional do rio Minho*. Mestrado em Ecologia. Escola de Ciências. Universidade do Minho.
- RINCÓN, P.A. & LOBÓN-CERVIÁ, J. 1993. Microhabitat use by stream-resident brown trout: bioenergetic consequences. *Transactions of the American Fisheries Society* 122: 575-587pp.
- RINCÓN, P.A. & LOBÓN-CERVIÁ, J. 1999. Prey-size selection by brown trout (*Salmo trutta*) in a stream in northern Spain. *Canadian Journal of Zoology* 77: 755-765pp.
- SÁNCHEZ-HERNANDEZ, J., COBO, F. 2012. Summer differences in behavioural feeding habits and use of feeding habitat among brown trout (*Pisces*) age classes in a temperate area, Italian. *Journal of Zoology* 79: 468-478pp.
- SCHONER, T.W. 1970. Non- Synchronous Spatial Overlap of Lizards in Patchy Habitats. *Ecology* 51: 408- 418pp.

- SHANNON, C.E. e WEAVER, W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana, IL.
- SOSTOA & LOBÓN-CERVIÁ, J. 1989. Observations on feeding relationships between fish predators and fish assemblages in a Mediterranean stream. *Regulated Rivers: Research and Mangement* 4: 157-163pp.
- STATSOFT Inc. 2004. STATISTICA (Data Analysis Software System). Version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Tulsa, USA.
- STEINGRIMSSON, S.O. & GISLASON, G.M. 2002. Body size, diet and growth of landlocked brown trout, *Salmo trutta*, in the subarctic River Laxá, North-East Iceland. *Environmental Biology of Fishes* 63: 417-426pp.
- STRAUSS, R.E. 1979. Reliability Estimates for Ivlev's Electivity Index, the Forage Ratio, and a Proposed Linear Index of Food Selection. *Transactions of the American Fisheries Society's* 110: 2- 76pp.
- 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., BOUNARD, M. & USSEGLIO-POLATERA, P. 2010. *Invertébrés d'eaux douces*. Systématique, biologie, écologie. CNRS Éditions, Paris.
- TEIXEIRA, A., CORTES, R.M.V. 2006. Diet of stocked and wild trout, *Salmo trutta*: Is there competition for resources? *Folia Zoologica* 55: 61-73pp.
- VALENTE, A.C.N. & HELAND, M. 1990. Observations sur le comportement alimentaire de la population de truites communes, *Salmo trutta* L., dans la rivière Estorãos, Portugal. *Bulletin Française de la Pêche et Pisciculture* 318: 132-144pp.
- VØLLESTAD, L.A., ANDERSON, R., 1985. Resource partitioning of various age groups of brown trout *Salmo trutta* in the littoral zone of Lake Selura, Norway. *Archiv Fur Hydrobiologie* 105: 177-185pp.
- WALLACE R.K. 1981. An assessment of diet-overlap indexes. *T. Am. Fish. Soc.* 110: 2-76.

#### 4. CONCLUSÃO GERAL

O presente trabalho visou contribuir para um melhor conhecimento sobre a bioecologia da espécie *Salmo trutta*. Foi obtida informação específica sobre aspetos relacionados com a abundância, distribuição, dieta, uso do habitat e estrutura das populações de truta. De forma complementar foi ainda feita a caracterização geral das comunidades piscícolas e de macroinvertebrados existentes na bacia hidrográfica do rio Tua, tendo como especial destaque os troços do Alto Tua.

Entre as principais conclusões deste trabalho, realçam-se sumariamente os seguintes aspetos:

- 1. Boa qualidade físico-química da água nos troços de cabeceira:** Os troços amostrados na cabeceira dos rios do Alto Tua apresentaram uma boa qualidade da água, baseada nos parâmetros físico-químicos que revelaram a existência de valores baixos de temperatura ( $T < 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), baixa condutividade elétrica ( $EC_{25} < 60\text{ }\mu\text{S/cm}$ ), alta concentração de oxigénio dissolvido ( $O.D. > 9\text{ mg O}_2/\text{L}$ ), valores de pH não limitantes ( $6,9 < \text{pH} < 7,3$ ) e baixos valores de sólidos totais dissolvidos ( $TDS < 35\text{ mg/L}$ ). É importante referir que a maioria destes troços fica situada dentro duma área protegida, o Parque Natural de Montesinho, sendo essencial a preservação destas condições naturais.
- 2. Boa qualidade e elevada heterogeneidade de microhabitats aquáticos e ribeirinhos:** Através da avaliação (índices QBR e GQC) observou-se que a maioria dos troços amostrados apresentou boa qualidade ao nível do estado de qualidade do canal e da vegetação ribeirinha. Este facto, associado à qualidade da água referida anteriormente, permite a existência de condições ambientais para a ocorrência de elevada biodiversidade ao nível das comunidades de macroinvertebrados, principalmente nos troços de cabeceira.
- 3. Boa qualidade biológica, baseada nas comunidades de macroinvertebrados:** A avaliação da qualidade biológica mostrou, para as métricas calculadas, caso dos Índices IBMWP e IPTI<sub>N</sub> e outras obtidas através do *software amiib@* (i.e. %EPT, número de taxa, diversidade de Shannon-Wiener H') uma excelente qualidade para a maioria dos locais amostrados, sendo de destacar que não foi registada qualquer classificação de nível preocupante (i.e. abaixo classificação de BOM, segundo o IPTI<sub>N</sub>).

- 4. Fauna piscícola constituída quase exclusivamente por espécies autóctones:** Neste estudo, a fauna piscícola observada nos troços amostrados, está constituída por espécies nativas das famílias Salmonidae (*Salmo trutta*), Cyprinidae (*Luciobarbus bocagei*, *Pseudochondrostoma duriense*, *Squalius carolitertii*, *Squalius alburnoides*) e Cobitidae (*Cobitis calderoni*). Apenas se detetou uma espécie exótica da família Centrarchidae (*Lepomis gibbosus*) e fora da área do PNM. Realçar que os ciprinídeos encontrados são espécies autóctones e endemismos ibéricos, alguns com importante estatuto de conservação.
- 5. Diferenças espaciais no coeficiente de condição física da *Salmo trutta*:** Nos coeficientes de condição física (K) determinados foram detetadas diferenças significativas entre os 4 rios amostrados. A melhor condição física foi encontrada nos exemplares do rio Rabaçal enquanto as trutas do rio Mente apresentaram a pior condição física.
- 6. Importância dos insetos aquáticos na dieta da *Salmo trutta*:** Observou-se que a alimentação da *Salmo trutta* é essencialmente microcarnívora (invertívora) e de tendência generalista e oportunista, sendo que os insetos aquáticos representaram nos rios amostrados, uma elevada percentagem da composição da dieta (i.e. superior a 50%) em todos os rios menos no rio Baceiro, onde foi ligeiramente inferior. Detetaram-se diferenças significativas na dieta das trutas entre os rios amostrados, tanto ao nível do número de itens alimentares ingeridos, bem como ao nível da diversidade taxonómica.
- 7. Ocorrência de variações temporais na dieta da *Salmo trutta* no rio Baceiro:** A dieta das trutas sofre variações ao longo do ano, tendo-se registado através da análise de conteúdos estomacais no rio Baceiro, que foi no período de Maio a Junho que a ingestão de presas foi maior e nos meses mais frios que foi menor. Ao nível da riqueza taxonómica da dieta foi observado que durante o mês de Junho a ingestão do número de taxa foi a mais reduzida do ano, estando este facto possivelmente relacionado com uma preferência ou uma maior disponibilidade de outros taxa no meio aquático ou envolvente.
- 8. Ocorrência de variações espaciais ontogénicas da dieta da *Salmo trutta* no rio Baceiro:** Na dieta das trutas ocorre uma segregação nos hábitos alimentares entre as classes de tamanho/idade, já que as trutas mais jovens alimentam-se preferencialmente de presas capturadas no leito do rio enquanto

as trutas de maiores dimensões ingerem presas capturadas na coluna de água e também insetos que voam próximo da superfície.

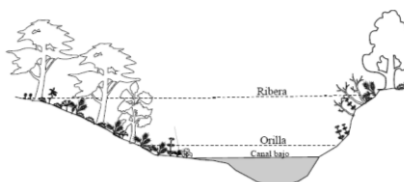
- 9. Variação ontogénica no uso do microhabitat da *Salmo trutta*:** Em relação à profundidade, observou-se que trutas habitam zonas tendencialmente mais profundas ao longo do seu ciclo de vida. Ao nível da cobertura observou-se que as trutas jovens encontram-se mais frequentemente em locais sem refúgio, enquanto as trutas de maiores dimensões habitam as zonas mais favoráveis, como por exemplo ensombradas por vegetação ripícola. Verificaram-se também diferenças na escolha ao nível do substrato: as trutas adultas optam frequentemente por microhabitats com substrato mais grosseiro, constituído por pedras e blocos, enquanto as trutas jovens não são tão seletivas no tipo de substrato usado.

A *Salmo trutta* é uma espécie emblemática da bacia hidrográfica do rio Tua, nomeadamente do Alto Tua, estando as populações com maior densidade e sucesso reprodutivo localizadas na área do Parque Natural de Montesinho. É por isso fundamental, no futuro próximo, garantir o adequado e correto ordenamento e gestão das populações nativas presentes nesta área específica. Com efeito, importa evoluir para uma gestão harmoniosa e sustentada que permita gerir o potencial conflito que possa ocorrer entre a exploração (i.e. a pesca lúdica e desportiva) e a conservação dos recursos biológicos (i.e. preservação de espécies autóctones), nomeadamente de habitats prioritários. O trabalho realizado permitiu estudar a bioecologia das populações de truta, fundamental para a definição de uma estratégia orientada para a conservação da espécie e da diversidade genética assente em unidades populacionais locais, constituídas como unidades básicas de conservação. Paralelamente devem ser implementadas medidas que visem a melhoria/reabilitação dos habitats piscícolas, nomeadamente ao nível da melhoria da qualidade da água e da diversidade de habitats que permita a manutenção da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos do Alto Tua e do Nordeste de Portugal.

## 5. ANEXOS

## Anexo I : ÍNDICE QBR Classificação da zona ribeirinha de ecossistemas 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	
<b>25</b>	> 80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha (as plantas anuais não se contabilizam)
<b>10</b>	50-80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha
<b>5</b>	10-50% de cobertura vegetal da zona ribeirinha
<b>0</b>	< 10% de cobertura vegetal da zona ribeirinha
<b>+10</b>	Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é total
<b>+5</b>	Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é superior a 50%
<b>-5</b>	Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é entre 25 e 50%
<b>-10</b>	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	
<b>25</b>	Cobertura de árvores superior a 75%
<b>10</b>	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%
<b>5</b>	Cobertura de árvores inferior a 50% e o resto da cobertura com arbustos entre 10 e 25%
<b>0</b>	Sem árvores e arbustos abaixo dos 10%
<b>+10</b>	Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é superior a 50%
<b>+5</b>	Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é entre 25 e 50%
<b>+5</b>	Se existe uma boa conexão entre a zona de arbustos e árvores com um sub-bosque
<b>-5</b>	Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é > 50%
<b>-5</b>	Se as árvores e arbustos se distribuem em manchas, sem uma continuidade
<b>-10</b>	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)





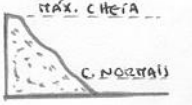

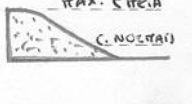
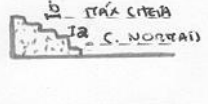
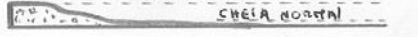
Pontuação		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
<b>25</b>	Número de espécies diferentes de árvores autóctones	> 1	> 2	> 3
<b>10</b>	Número de espécies diferentes de árvores autóctones	1	2	3
<b>5</b>	Número de espécies diferentes de árvores autóctones	-	1	1 - 2
<b>0</b>	Sem árvores autóctones			
<b>+10</b>	Se existe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

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


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

<b>Pontuação Final (soma das pontuações anteriores)</b>	
---	--

**\* 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			6	6
Igual, mas com um pequeno talude ou margem inundável periodicamente (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. $\Sigma a > \Sigma b$			3	3
Declive entre 20 e 45°, escalonado ou não. $\Sigma a > \Sigma b$			2	2
Declive < 20°, zona ribeirinha uniforme e plana.			1	1

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

Largura conjunta "a" > 5 m		-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	<b>Tipo 1</b>	Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um extenso bosque de ribeira
Entre 5 – 8	<b>Tipo 2</b>	Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona vegetada, sectores médios dos rios
< 5	<b>Tipo 3</b>	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 retilíneo 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

<b>Tipo 1</b>	Troços encaixados, normalmente de cabeceira e com muita rocha, baixa potencialidade de suportar um extenso bosque ribeirinho;
<b>Tipo 2</b>	Troços com desníveis médios das margens, potencialidade intermédia para suportar um bosque ribeirinho; “zonas médias do rio”;
<b>Tipo 3</b>	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	Pontuação
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	<b>10</b>
T: Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae O: Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeschnidae, Corduliidae, Libellulidae C: Astacidae	<b>8</b>
E: Ephemerellidae, Prosopistomatidae P: Nemouridae T: Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomidae	<b>7</b>
M: Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae, Unionidae T: Hydroptilidae C: Gammaridae, Atyidae, Corophiidae O: Platycnemididae, Coenagrionidae	<b>6</b>
E: Oligoneuriidae, Polymitarcidae C: Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae T: Hydropsychidae, Helicopsychidae D: Tipulidae, Simuliidae Pl: Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae	<b>5</b>
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	<b>4</b>
H: Mesovellidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Veliidae, Notonectidae, Corixidae C: Helodidae, Hydrophilidae, Hicrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae M: Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae Hr: Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae C: Asellidae, Ostracoda	<b>3</b>
D: Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae	<b>2</b>
O: Oligochaeta (Todas As Famílias) D: Syrphidae	<b>1</b>

## Anexo IV- Valores de Referência do Índice Português de Invertebrados do Norte IPTiN

### 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	<b>IPTiN</b>	0.98	0.86	0.60	0.40	0.20
Rios do Norte de Pequena Dimensão	<b>IPTiN</b>	1.02	0.87	0.65	0.44	0.22
Rios do Norte de Média-Grande Dimensão	<b>IPTiN</b>	1.00	0.88	0.66	0.44	0.22
Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão	<b>IPTiN</b>	1.01	0.83	0.61	0.41	0.20
Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão	<b>IPTiN</b>	1.01	0.85	0.59	0.40	0.20
Rios de Transição Norte-Sul	<b>IPTiN</b>	1.00	0.86	0.64	0.42	0.21
Rios do Litoral Centro	<b>IPTiS</b>	0.98	0.74	0.56	0.37	0.19
Rios do Sul de Pequena Dimensão	<b>IPTiS</b>	0.99	0.95	0.70	0.47	0.23
Rios do Sul de Média-Grande Dimensão	<b>IPTiS</b>	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24
Rios Montanhosos do Sul	<b>IPTiN</b>	0.99	0.82	0.56	0.38	0.19
Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	<b>IPTiS</b>	1.05	0.88	0.66	0.44	0.22
Calcários do Algarve	<b>IPTiS</b>	0.99	0.95	0.70	0.47	0.23