



# **Rio Fervença: Efeitos da Perturbação no Ecossistema**

**Virgínia da Conceição Ramos Rodrigues**

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança  
para obtenção do Grau de Mestre em TECNOLOGIA AMBIENTAL*

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

**Coorientadora: Professora Doutora Ana Maria Antão Geraldes**

**Bragança  
Novembro 2013**

## **AGRADECIMENTOS**

A realização de todo o trabalho não seria possível sem o apoio e incentivo de várias pessoas.

Desde já, fica o meu mais sincero agradecimento ao meu orientador Professor Doutor Amílcar António Teiga Teixeira pelo apoio incondicional prestado no decorrer desta dissertação.

À minha coorientadora Professora Doutora Ana Geraldes pela disponibilidade, pelos ensinamentos prestados e colaboração no trabalho laboratorial.

Aos meus pais que sempre estiveram do meu lado em todos os momentos da minha vida. A eles, o meu muito obrigado. Adoro-vos!

À minha querida irmã Verónica pelo amor, carinho, compreensão, disponibilidade e paciência! Obrigado por tudo mana!

À Inês, ao Bruno e ao Luís que foram incansáveis em todo o trabalho de laboratório e por todos os bons momentos que nele passámos.

Ao Mestre Ângelo Saraiva pela colaboração no trabalho de campo.

Aos meus amigos e colegas de curso que tornaram o meu percurso académico inesquecível e que sem eles não teria força e coragem para chegar até aqui.

A todos que, de alguma forma contribuíram para a realização desta tese.

## RESUMO

As atividades humanas interferem nos sistemas aquáticos provocando impactos negativos, diretos e/ou indiretos, na qualidade da água e na biodiversidade dos ecossistemas. Neste trabalho foi avaliada a qualidade ambiental do rio Fervença, com uma periodicidade mensal, i.e. de Janeiro a Dezembro do ano 2012. Foram selecionados 9 locais de amostragem, com diferentes tipologias e graus de perturbação, distribuídos ao longo do eixo longitudinal do curso de água. Foram realizadas amostragens que contemplaram análises físicas e químicas da água, tendo sido medidos, no campo, os parâmetros de condutividade, temperatura, sólidos totais dissolvidos, pH e oxigénio dissolvido e em laboratório o azoto e fósforo total. Paralelamente foi avaliada a qualidade dos habitats aquáticos e ribeirinhos mediante o cálculo dos índices de qualidade dos ecossistemas ribeirinhos (QBR) e grau de qualidade do canal (GQC). Ao nível do biota, foram amostradas as comunidades de macroinvertebrados bentónicos, de acordo com as metodologias definidas nos protocolos da Diretiva Quadro da Água (DQA). Determinaram-se diversas métricas, com especial destaque para o Índice Biótico IBMWP e para o Índice Português de Invertebrados dos rios do Norte (IPTI<sub>N</sub>). Os resultados obtidos permitiram verificar que o rio Fervença, apesar do funcionamento da ETAR de Bragança, apresenta significativos níveis de perturbação que afetam decisivamente a qualidade e a integridade ecológica deste ecossistema aquático. Com efeito, a poluição doméstica e industrial, a agropecuária intensiva, a regularização de caudais e a degradação de habitats aquáticos e ribeirinhos contribuem para a identificação de zonas, nomeadamente a jusante de Bragança, onde diversas métricas relacionadas com a degradação ambiental (diversidade, riqueza taxonómica, índices bióticos e de qualidade dos habitats) alertam para a necessidade de estabelecer medidas que visem a reabilitação de habitats e melhoria da qualidade da água. Por outro lado, no troço urbano do rio Fervença serão ainda de implementar ações de sensibilização e educação ambiental que modifiquem comportamentos e contribuam, no futuro, para a melhoria da integridade ecológica deste rio e sua conservação.

**Palavras-chave:** qualidade da água, perturbações, invertebrados, biodiversidade, rios urbanos.

## **ABSTRACT**

Human activities affect aquatic systems causing negative impacts, direct and/or indirect, on water quality and biodiversity of ecosystems. This work evaluated the environmental quality of the river Fervença, from January to December of 2012. Nine sampling locations, with different types and degrees of disturbance, were selected and distributed along the longitudinal axis of the watercourse. Water quality was sampled considering the following physical and chemical parameters: 1) conductivity, 2) temperature, 3) TDS total dissolved solids, 4) pH and 5) dissolved oxygen, measured in the field, and 6) total nitrogen and 6) total phosphorus, determined in the laboratory. The quality of aquatic and riparian habitats was also evaluated by calculating the indices: 1) quality of riverine ecosystems (QBR) and 2) degree of channel quality (GQC). Benthic macroinvertebrate communities were selected for biota analysis and sampled, according to the methods and protocols defined by the Water Framework Directive (WFD). Several metrics were determined, with particular emphasis on the Biotic Index IBMWP and the Northern Portuguese Invertebrate Index (IPTI<sub>N</sub>). The results showed that the river Fervença, despite the operation of the Sewage Plant of Bragança, presented significant levels of disturbance that affected decisively the quality and ecological integrity of the aquatic ecosystem. Indeed, domestic and industrial pollution, intensive agriculture, regulation and degradation of aquatic and riparian habitats contributed to the identification of areas, namely in the downstream stretch (after Bragança). Different responsive metrics to environmental degradation were calculated (diversity, taxonomic richness and biotic indices habitat quality) and the development of several measures for the rehabilitation of habitats and improving water quality are needed. On the other hand, in the future, environmental education actions, namely in the urban stretch of the river Fervença, will help to modify the behavior of citizens in order to contribute to the improvement of the ecological integrity of the river and its conservation.

**Keywords:** water quality, disturbance, invertebrates, biodiversity, urban rivers.

## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	II
RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE QUADROS.....	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
2.2 METODOLOGIA.....	15
2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA.....	19
2.4 QUALIDADE DO HABITAT AQUÁTICO.....	20
2.5 COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS.....	21
2.6 TRATAMENTO DOS DADOS.....	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
3.1 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA.....	28
3.2 HABITATS FLUVIAIS.....	32
3.3 RIQUEZA TAXONÓMICA.....	33
3.4 ÍNDICES ESTRUTURAIS: DIVERSIDADE (H') E EQUITABILIDADE (J').....	37
3.5 ÍNDICES BIÓTICOS IBMWP E IPT <sub>h</sub> .....	39
3.6 GRUPOS TRÓFICOS.....	40
3.7 BIOTIPOLOGIA DAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS.....	43
4. CONCLUSÃO.....	46
5. BIBLIOGRAFIA.....	49
6. ANEXOS.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização dos pontos de amostragem selecionados na bacia do rio Fervença (Fonte: Google Earth).....	15
Figura 2. F1: Rio Fervença, na proximidade da aldeia de Grandais. ....	16
Figura 3. F2: Rio Fervença, albufeira da barragem da Castanheira.....	16
Figura 4. F3: Rio Fervença, próximo da aldeia de Castro de Avelãs. ....	17
Figura 5. F4: Rio Fervença, zona de confluência de 2 ribeiras, no bairro do campo Redondo. .	17
Figura 6. F5: Rio Fervença, no Campus do IPB- Bragança.....	17
Figura 7. F6: Rio Fervença, na zona do Polis de Bragança. ....	18
Figura 8. F7: Rio Fervença, próximo da Quinta dos Figueiredos (Ponte Seara-Alfaião).....	18
Figura 9. F8: Rio Fervença, próximo da aldeia de Alfaião. ....	18
Figura 10. F9: Rio Fervença, próximo da aldeia de Castro de Avelãs. ....	19
Figura 11. Determinação, <i>in situ</i> , de parâmetros físico-químicos da água.....	19
Figura 12. Processo de amostragem das comunidades de macroinvertebrados do rio Fervença. ....	22
Figura 13. Identificação da macrofauna bentónica do rio Fervença: Fotos: a) Heptageniidae; b) Rhyacophilidae; c) Chironomidae; d) Glossiphoniidae. ....	23
Figura 14. Valores sazonais da temperatura (°C) nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012).....	29
Figura 15. Valores sazonais de Oxigénio Dissolvido OD (mg O <sub>2</sub> /L) nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012).....	29
Figura 16. Valores sazonais do pH nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012). ....	30
Figura 17. Valores sazonais de Sólidos Totais Dissolvidos TDS (mg/L) nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012). ....	31
Figura 18. Valores sazonais da condutividade (µS/cm) nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012).....	31
Figura 19. Valores de Azoto e Fósforo Totais (mg/L) nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (Julho de 2012).....	32

Figura 20. Composição geral dos grupos faunísticos do rio Ferverença, ano de 2012.....	34
Figura 21. Composição geral dos grupos faunísticos do rio Ferverença, discriminada pelas quatro estações do ano de 2012.....	35
Figura 22. Número total de indivíduos capturados nos 12 meses e 9 pontos de amostragem do rio Ferverença (ano de 2012). .....	36
Figura 23. Variação do número (média mensal + SD) de <i>taxa</i> identificados nos 9 locais de amostragem do rio Ferverença (ano de 2012). .....	36
Figura 24. Variação do número de indivíduos dos principais grupos faunísticos presentes nos locais de amostragem do rio Ferverença (ano de 2012).....	37
Figura 25. Variação do Índice de equitabilidade ( $J'$ ) das comunidades de invertebrados da bacia hidrográfica do rio Ferverença nas diferentes estações de ano (ano de 2012).....	38
Figura 26. Variação do Índice Shannon-Weaner ( $H'$ ) das comunidades de macroinvertebrados do rio Ferverença nas diferentes estações do ano (ano de 2012).....	38
Figura 27. Frequência relativa e desvio-padrão dos grupos tróficos no Inverno. ....	40
Figura 28. Frequência relativa (média $\pm$ SD) dos grupos tróficos na Primavera. ....	41
Figura 29. Frequência relativa (média $\pm$ SD) dos grupos tróficos no Verão. ....	41
Figura 30 Frequência relativa (média $\pm$ SD) dos grupos tróficos no Outono. ....	42
Figura 31. Ordenação NMDS baseada nas comunidades de invertebrados, para os 3 grupos de locais de amostragem: Referência (l- triângulos verdes); Pouco Perturbado (m- triângulos vermelhos) e Muito Perturbado (p- quadrados azuis), realizada de Janeiro a Dezembro de 2012. ....	43
Figura 32. Relação entre os parâmetros ambientais e as comunidades de invertebrados para os 3 grupos de locais de amostragem: Referência (l- triângulos verdes); Pouco Perturbado (m- triângulos lilás) e Muito Perturbado (p- quadrados vermelhos), considerando a variação sazonal.....	44
Figura 33. Ordenação NMDS das comunidades de macroinvertebrados (Famílias) capturadas no estudo, de Janeiro a Dezembro de 2012.....	45

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Amplitudes de variação consideradas para o índice QBR, e seu significado. ....	20
Quadro 2 Amplitudes de variação consideradas para o índice GCQ, e seu significado. ....	21
Quadro 3. Valores de referência e fronteiras das classes de qualidade para o IPTI <sub>N</sub> , tendo em conta a tipologia dos rios monitorizados. ....	24
Quadro 4. Métricas associadas ao índice IPTI <sub>N</sub> e respectivos fatores de ponderação (INAG, 2009). .....	25
Quadro 5. Amplitude de classes para o índice IBMWP e o seu significado. ....	26
Quadro 6. Grupos funcionais (adaptado de MERRITT & CUMMINS, 1984 e OLIVEIRA, 2006). ...	27
Quadro 7. Valores mensais (média ± SD) dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Ferverença (ano de 2012). ....	28
Quadro 8. Valores dos Índices QBR (Qualidade dos Ecossistemas Ribeirinhos) e do Índice GQC (Grau de Qualidade do Canal), ano de 2012. ....	33
Quadro 9. Valores dos Índices IBMWP e IPTI <sub>N</sub> nos diferentes locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Ferverença, ano de 2012. ....	39
Quadro 10. Número de indivíduos por Ordens nos diferentes locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Ferverença, ano de 2012. ....	64
Quadro 11. Número de indivíduos por Ordens nos diferentes locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Ferverença, ano de 2012 (continuação). ....	64

## 1. INTRODUÇÃO

A água desempenha um papel vital e insubstituível em todo o equilíbrio ecológico, sendo um recurso natural imprescindível à manutenção da Vida na Terra (RODRIGUES et al., 2001). A degradação dos recursos naturais, mais concretamente a poluição dos recursos aquáticos, resulta do efeito combinado do consumo e da produção (WETZEL, 1993). Episódios de eutrofização ocorrem com o desenvolvimento excessivo de algas através da poluição proveniente, por exemplo, de fertilizantes.

Os rios envolvem uma complexa interação entre o ambiente físico e químico e a biota que neles se insere. O fluxo unidirecional da corrente impõe uma grande limitação ao estabelecimento dos organismos no ambiente lótico. Para se fixar e colonizar este ambiente, muitos organismos apresentam estratégias adaptativas ao nível da morfologia do corpo (e.g. achatamento) e do comportamento (e.g. colonização preferencial da zona bentónica) (PETTS & CALOW, 1996).

A heterogeneidade ambiental que é naturalmente encontrada nos sistemas lóticos depende de variados fatores com particular destaque para as condições orográficas, litológicas e climáticas que influenciam as características físicas e químicas da água e hidromorfológicas de canal com reflexo na composição das comunidades de organismos que habitam num dado ecossistema (WILLIAMS & HYNES, 1976; TOWNSEND, 1989). Deste modo, os ecossistemas lóticos são caracterizados por uma variabilidade e complexidade de fatores abióticos (luz, nutrientes, habitat) e bióticos (herbívora, predação e competição). De facto, estes são sistemas abertos dependentes da importação e exportação de nutrientes, energia e água. Assim, os materiais e energia circulam nos ambientes lóticos numa dinâmica particular tendo em conta as diferentes dimensões longitudinal (cabeceira-foz), vertical (comunicação canal-aquífero) e lateral (centro canal-margens) destes ecossistemas (SILVEIRA, 2004). Com efeito, a zona ripária interage com o canal fluvial e interfere decisivamente no funcionamento do rio como um ecossistema, sendo fonte essencial de nutrientes e matéria orgânica que compõem a base da cadeia alimentar

heterotrófica em cabeceiras de rios de baixa ordem (KIKUCHI, 1996). Paralelamente propicia alimento e abrigo ao biota aquática e contribui para a manutenção das condições de temperatura e humidade e redução de entrada de poluentes e sedimento no rio. O papel da vegetação ripária como filtro de retenção de poluentes no rio tem uma importância relevante, uma vez que a sua presença em áreas agrícolas dificulta a entrada de sedimentos e de pesticidas, herbicidas e fertilizantes (SHORTLE et al., 2001).

Relativamente à qualidade física e química da água, são vários os parâmetros de vital importância para o biota. Entre eles salientam-se: a luz, a temperatura, o oxigénio dissolvido (OD), pH, nutrientes (principalmente fósforo e azoto) e a presença de poluentes. A avaliação físico-química da água é o método mais tradicional de avaliação dos ecossistemas aquáticos. A mensuração destes elementos e compostos (e.g. amónia, nitritos, ortofosfatos) fornecem importantes informações que ajudam a definir o estado de integridade de rios. No caso de impactos antropogénicos, o despejo de efluentes domésticos e agrícolas em rios aumenta sobremaneira a concentração de matéria orgânica e de nutrientes (principalmente azoto e fósforo) nestes ecossistemas. A degradação destes compostos pela microbiota levará a um aumento da Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO<sub>5</sub>), ocasionando um défice na concentração de oxigénio dissolvido na água. Como consequência, este défice poderá resultar na morte de organismos aquáticos como, por exemplo, peixes e macroinvertebrados. Outro efeito direto da eutrofização (aumento da concentração de nutrientes numa massa hídrica) consiste no excesso de algas e macrófitas, que contribuem para um desequilíbrio no funcionamento de muitos ecossistemas aquáticos.

Os macroinvertebrados são considerados bons indicadores da poluição em sistemas lóticos, sendo amplamente usados na formulação de índices bióticos. De uma forma geral, sabe-se que estes organismos respondem a desequilíbrios hidráulicos, orgânicos e tóxicos com a redução de espécies sensíveis e a proliferação de espécies tolerantes (ARMITAGE, 1996). Segundo CORTES et al. (2002) as vantagens no uso das comunidades de macroinvertebrados bentónicos consistem em: 1) carácter sedentário ou reduzida mobilidade; 2) colonizam vários tipos de microhabitats, sendo encontrados com relativa facilidade; 3) sensíveis a

modificações no interface do leito com a coluna de água; 4) representam diversos grupos taxonómicos indicadores de diferentes graus de sensibilidade à poluição; 5) possuem ciclos de vida longos. Paralelamente, a utilização de macroinvertebrados aquáticos como indicadores revela a eficácia na deteção de pontos de alteração e na cartografia da qualidade das águas através de: 1) reduzido custo; 2) facilidade na colheita; 3) rapidez na aplicação; 4) fiabilidade; 5) conhecimento taxonómico; 6) diversidade de respostas em função das condições do meio.

Por conseguinte, podemos dizer que a comunidade de macroinvertebrados bentónicos é composta por diversos organismos que podem ser utilizados como indicadores biológicos, já que possuem uma série de características que os tornam num forte instrumento para a deteção de alterações ambientais (NAVAS-PEREIRA & HENRIQUE, 1996). Os invertebrados bentónicos são uma ferramenta de vigilância, ou seja, servem para acompanhar as condições dos ecossistemas aquáticos com o objetivo principal de detetar impactos acidentais ou decorrentes de atividades produtivas (BARBOUR et al., 1995). Para além da sensibilidade demonstrada a um qualquer agente perturbador (e.g. entrada de poluentes no rio) existem outros atributos ou métricas vulgarmente usadas na monitorização da qualidade bioecológica de um rio. Por exemplo, a adaptação e exploração dos recursos alimentares disponíveis, seja de forma obrigatória ou facultativa, fornecem indicadores do “estado de saúde” de um curso de água (CUMMINS & KLUG, 1979). As formas especialistas obrigatórias (espécies com dieta alimentar muito restrita) são mais rapidamente eliminadas do que as generalistas facultativas (espécies que se alimentam de várias fontes). Estas últimas são mais tolerantes sob condições de distúrbio, pois conseguem adaptar-se mais facilmente a mudanças no tipo e na disponibilidade de alimento. A presença e abundância dos vários grupos funcionais são um reflexo direto da disponibilidade dos recursos alimentares necessários (tanto em quantidade como em qualidade) e da condição ambiental do ecossistema (CUMMINS, 1996).

O Fervença ao atravessar a cidade de Bragança, sofreu nas últimas décadas do século passado uma acentuada redução da qualidade ecológica devido à entrada de nutrientes e poluentes derivados dos efluentes domésticos e industriais e demais atividades antrópicas. Apesar da recente requalificação urbana, desenvolvida no

âmbito do Projeto Polis, e das obras de ampliação da ETAR de Bragança, são ainda visíveis sinais de perturbação no meio aquático.

Este trabalho pretendeu contribuir para um conhecimento mais aprofundado dos efeitos da perturbação no ecossistema aquático e avaliar potenciais impactos ambientais no rio Fervença, um curso de água de baixa ordem, afluente do rio Sabor (Bacia Hidrográfica do rio Douro). **Os objetivos mais específicos deste estudo foram:**

- 1) **Caracterizar as condições abióticas**, nomeadamente a qualidade da água e do habitat aquático e ribeirinho, do rio Fervença desde a cabeceira, situada a montante da cidade de Bragança até à confluência com o rio Sabor;
- 2) **Determinar a qualidade biológica**, com particular destaque para a comunidade de macroinvertebrados;
- 3) **Avaliar o *status* ecológico do rio Fervença**, baseado num conjunto de atributos e métricas desenvolvidas para aferir a qualidade e integridade dos sistemas lóticos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado no rio Fervença, num troço com cerca de 25 quilómetros de extensão. Este curso de água não tem nascente única, sendo alimentado por inúmeras linhas de água oriundas de diferentes locais, ganhando caudal na junção de algumas ribeiras na Veiga de Gostei, sendo elas a Ribeira de Vale do Conde, que nasce na Mosca, a Ribeira do Castro que nasce no Alto do Arranhadouro (serra da Nogueira), a Ribeira da Castanheira e a Ribeira de Donai (FERNANDES, 2002).

A bacia do rio Fervença caracteriza-se pela sua ligeira forma triangular, resultado da confluência, próximo da foz, do rio Fervença e da ribeira do Penacal, que possuem orientações distintas (S-E e N-E, respetivamente). A falha tectónica Bragança – Vilariça corta esta bacia, resultando na formação da depressão de Bragança, toda ela englobada na bacia do Fervença. No interior desta bacia notam-se alguns relevos que, pela sua configuração retilínea, poderão estar relacionados com estruturas tectónicas. Contrastando com estes relevos, existem situações em que as formas aplanadas são uma realidade, como é o caso das denominadas “Veiga de Gostei”, “Veiga de Alfaião” e “Planalto de Pinela - Paredes” (FERNANDES, 2002).

A maior parte dos solos do Nordeste Transmontano formam-se a partir de materiais resultantes da alteração e desagregação do substrato rochoso (rochas consolidadas), por ação de agentes de meteorização, de intensidade variável em função do clima, do relevo e da vegetação, dando origem a materiais soltos, com granulometria e espessura variadas. Na área em estudo, o grupo de solos mais representativo é o dos Leptossolos. Do ponto de vista geológico, a bacia do rio Fervença engloba basicamente três das grandes unidades anteriormente descritas: Terreno Continental Alóctone, Terreno Ofiolítico Setentrional e Complexo Inferior de Mantos Alóctones. O para-autóctone inclui metassedimentos de baixo grau metamórfico de idade silúrica: filitos, grauvaques, quartzitos e chertes. O Complexo Inferior de Mantos Alóctones é caracterizado por magmatismo bimodal, que inclui riólitos e granitos peralcalinos, assim como paragénese mineral relíquia de metamorfismo de alta pressão. O Terreno Ofiolítico Setentrional compreende sequências ofiolíticas típicas, parcialmente desmembradas pela orogenia Varisca,

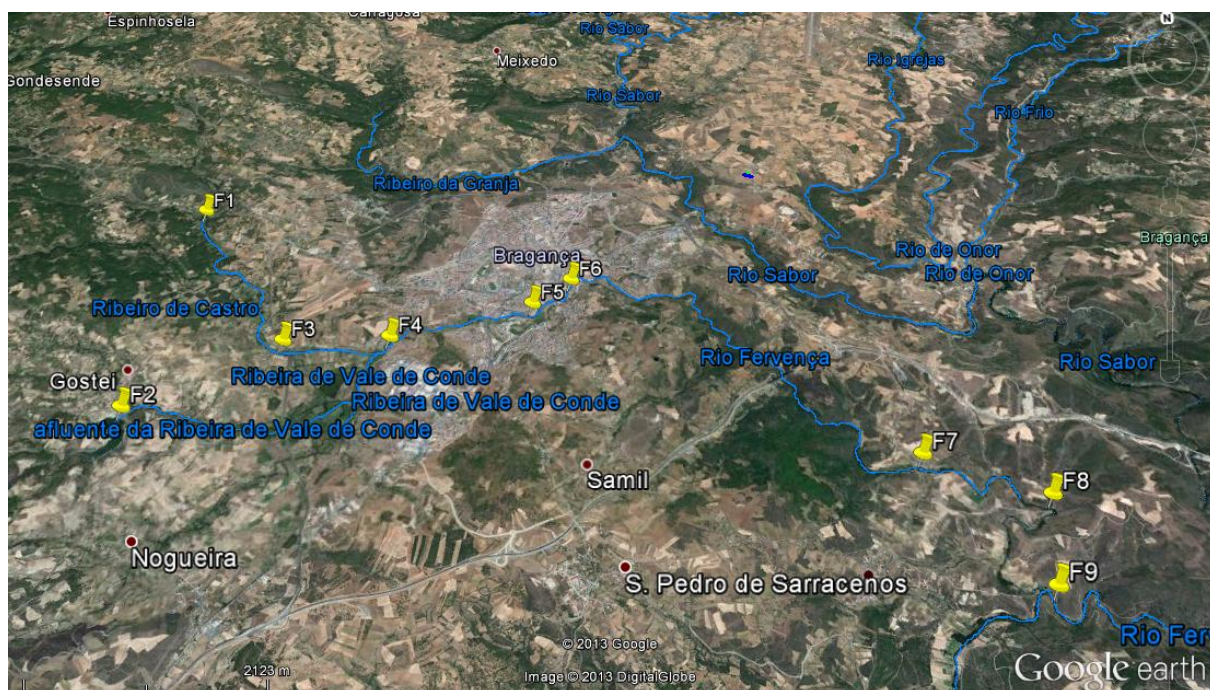
caracterizadas por metamorfismo precoce prógrado em fácies anfibolíticas. O Terreno Continental Alóctone é composto em grande parte por rochas de alto grau metamórfico, ígneas, máficas e ultramáficas. As rochas félsicas estão representadas por paragneisses (por vezes com distena e silimanite), que englobam lentes de eclogito (FERNANDES, 2002).

O clima da região de Trás-os-Montes apresenta características marcadamente mediterrânicas, atendendo à pouca pluviosidade registada em dois meses de Verão (Julho/Agosto). As características continentais são igualmente evidentes, devido ao isolamento provocado pelas cadeias montanhosas que a envolvem. Na zona da Serra da Nogueira, onde o rio nasce, as temperaturas médias anuais são baixas, entre 9°C e 10°C. Ao desaguar no rio Sabor, sulcando vales muito encaixados na proximidade da foz do rio, a temperatura anual varia entre 12,5 e 14°C.

Em termos de uso do solo, verifica-se que dos 202,9 km<sup>2</sup> da bacia hidrográfica do rio Fervença, 20,3 % correspondem a vegetação arbórea e 20,1 % são ocupados por matos densos. A área ocupada por culturas agrícolas como pomares, vinhas, olivais e soutos correspondem a 10,8% da área total. A zona de regadio intensivo situa-se na Veiga de Gostei e ocupa 4,6 % da área total, enquanto os prados permanentes (lameiros), que se situam quase sempre ao longo das linhas de água, ocupam uma superfície de 8,6 %. Por outro lado, os perímetros urbanos, que englobam parte da cidade de Bragança e algumas aldeias, ocupam cerca 3,2 % da área total da bacia. Pela interpretação destes valores, verifica-se que cerca de metade da área da bacia do rio Fervença está ocupada por agricultura. A área cultivada é ocupada, maioritariamente por cereais de sequeiro, pomares (incluindo oliveiras, vinhas e castanheiros) e regadio (batata, legumes, lúpulo, morangos, milho) (FERNANDES, 2002). As árvores ripícolas predominantes ao longo de toda a linha de água são essencialmente amieiros (*Alnus glutinosa*), mas também ocorrem choupos (*Populus nigra*), freixos (*Fraxinus angustifolia*), salgueiros (*Salix* spp.) e vidoeiros (*Betula* sp.). As plantas aquáticas que nele se produzem são: albafor, cana, caniço, feto-real, lírio-amarelo-dos-pântanos, junco, poejo e tábua.

## 2.2 METODOLOGIA

Neste estudo, foram selecionados 9 pontos de amostragem distribuídos ao longo do curso de água principal, o rio Fervença (**Figura 1**). Nesta seleção, teve-se o cuidado de fazer uma análise biofísica prévia, complementada com idas ao campo no sentido de detetar os vários setores tipológicos, tendo em conta o uso do solo, a geologia, a topografia e o clima e também fontes de perturbações, de origem antrópica (e.g. entrada de poluentes, fenómenos de regularização, degradação da mata ripícola).



**Figura 1. Localização dos pontos de amostragem selecionados na bacia do rio Fervença (Fonte: Google Earth).**

É apresentada de seguida uma breve descrição da presença ou ausência de sinais de perturbação no rio Fervença, assim como uma galeria de fotos (**Figuras 2 a 10**):

- **F1:** próximo da aldeia de Grandais- sem sinais evidentes de perturbação;
- **F2:** barragem da Castanheira- influência da regularização;
- **F3:** próximo da aldeia de Castro de Avelãs- pouco perturbado;
- **F4:** na zona de confluência da ribeira Vale do Conde e Ribeira de Castro, no bairro do campo Redondo- Bragança, com sinais de perturbação;
- **F5:** no Campus da Escola Superior Agrária- na cidade de Bragança;

- **F6:** na zona do Polis de Bragança, com impactos dos açudes construídos;
- **F7:** na Ponte Quintas da Seara- Alfaião (Quinta dos Figueiredos), a jusante da Estação de Tratamento de Água Residuais (ETAR) de Bragança;
- **F8:** a jusante de Alfaião, com sinais evidentes de poluição;
- **F9:** a jusante da confluência com o rio Penacal, com sinais evidentes de poluição.



**Figura 2. F1:** Rio Fervença, na proximidade da aldeia de Grandais.



**Figura 3. F2:** Rio Fervença, albufeira da barragem da Castanheira.



**Figura 4. F3: Rio Fervença, próximo da aldeia de Castro de Avelãs.**



**Figura 5. F4: Rio Fervença, zona de confluência de 2 ribeiras, no bairro do campo Redondo.**



**Figura 6. F5: Rio Fervença, no Campus do IPB- Bragança.**



**Figura 7. F6: Rio Fervença, na zona do Polis de Bragança.**



**Figura 8. F7: Rio Fervença, próximo da Quinta dos Figueiredos (Ponte Seara-Alfaião).**



**Figura 9. F8: Rio Fervença, próximo da aldeia de Alfaião.**



Figura 10. F9: Rio Fervença, próximo da aldeia de Castro de Avelãs.

### 2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

Esta análise foi efetuada nos locais específicos de amostragem, no decorrer de 12 meses, com base no método potenciômetro dos parâmetros de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), OD ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ ), pH (escala de Sorensen), TDS ( $\text{mg/L}$ ) e condutividade elétrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) (Figura 11).



Figura 11. Determinação, *in situ*, de parâmetros físico-químicos da água.

Em laboratório, procedeu-se à determinação dos valores de azoto total (mg N-Total/L) e fósforo total (mg P-Total/L), das amostras recolhidas, adequadamente transportadas em frascos de polietileno, anteriormente lavados com água desionizada.

## 2.4 QUALIDADE DO HABITAT AQUÁTICO

Em cada local de amostragem, foi caracterizada a zona ribeirinha e o canal fluvial de acordo com os seguintes índices:

- 1) **Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho - QBR** (MUNNE et al., 1998); e
- 2) **Índice do Grau de Qualidade do Canal - GQC** (CORTES et al., 1999)

Em ambos os índices a classificação é feita de acordo com 5 classes, tendo em conta o valor das amplitudes e a respetiva designação do estado de qualidade (**Quadros 1 e 2**).

**Quadro 1. Amplitudes de variação consideradas para o índice QBR, e seu significado.**

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

O índice QBR avalia 4 métricas que sintetizam diferentes aspetos qualitativos do estado da zona ribeirinha: a **integridade** da formação vegetal; a **estrutura** da galeria ripícola; a **complexidade** da formação ripária e a **naturalidade** (expressa como o grau de tolerância do canal fluvial do ponto de vista físico). Este é utilizado de forma rápida e fácil, indicando quantitativamente as características geomorfológicas e

ecológicas referente à classe atribuída através da soma das pontuações de cada métrica.

**Quadro 2 Amplitudes de variação consideradas para o índice GCQ, e seu significado.**

<b>Amplitude de valores</b>	<b>Classe</b>	<b>Significado em termos de qualidade</b>
≥ 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)

O índice GCQ é aplicável de forma rápida e fácil, avaliando a viabilidade de um local no suporte da vida aquática. Na determinação deste, são usados os seguintes parâmetros como a profundidade do canal, a estabilidade e o tipo de substrato.

## **2.5 COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS**

O processo de amostragem dos macroinvertebrados bentônicos foi efetuado de acordo com o manual “Avaliação Biológica da Qualidade da Água em Sistemas Fluviais segundo a Diretiva Quadro da Água: Protocolo de amostragem e análise para os invertebrados bentônicos” elaborado pelo INAG (2008).

A amostragem foi iniciada com a seleção de troços de 50 metros, representativos dos habitats presentes, de modo a incluir no centro do troço uma unidade de erosão, a partir da qual se amostraram as unidades de sedimentação adjacentes. Procurou-se que a amostragem dos habitats fosse realizada de acordo com a sua representatividade em função dos tipos identificados (e.g. substratos inorgânicos e orgânicos). As comunidades foram amostradas com recurso a uma rede de mão com uma largura de 0,25 m e com malha de 500 µm. Em cada local efetuaram-se 6 arrastos de 1m de comprimento por 0,25m de largura com a rede de mão, distribuídos de forma proporcional pelos habitats existentes. Os arrastos foram

efetuados de jusante para montante, tendo o cuidado de colocar a abertura da rede contra o sentido da corrente e remover o sedimento com o pé, de modo a conduzir os organismos desalojados para o interior da rede, tendencialmente arrastados pela corrente (**Figura 12**).

O material recolhido foi acondicionado em frascos plásticos de boca larga e tampa vedante. Os frascos foram devidamente etiquetados, utilizando-se simultaneamente etiquetas externas e internas (com nome do curso de água, código da amostra e data). Foi adicionado álcool a 70% para preservação das amostras até ao posterior tratamento laboratorial.



**Figura 12. Processo de amostragem das comunidades de macroinvertebrados do rio Fervença.**

O processamento laboratorial das amostras de macroinvertebrados bentônicos seguiu na íntegra o protocolo definido pelo INAG (2008). Na lavagem das amostras utilizou-se um crivo de malha calibrada com 500  $\mu\text{m}$  de diâmetro que reteve o material de dimensões superiores a 500  $\mu\text{m}$ . Este material foi colocado em tabuleiros plásticos com uma pequena porção de água. A amostra foi sujeita a uma análise minuciosa de forma a retirarem-se todos os organismos presentes com o auxílio de uma pinça (triagem) para pequenos frascos contendo álcool a 70%. Os frascos

foram devidamente etiquetados com a identificação da amostra (data, nome do local, curso de água, nome do responsável pela triagem e respectivos *taxa*).

A identificação dos indivíduos efetuou-se até ao nível taxonómico da Família, com exceção dos indivíduos pertencentes às Classes Oligochaeta e Hydracarina. A identificação realizou-se mediante o uso do microscópio estereoscópico OLYMPUS SZX10 de 10-230x (**Figura 13**) e o auxílio de chaves dicotómicas apropriadas (e.g. TACHET et al., 1981; 2010, entre outras).

O nível de identificação taxonómica foi efetuado de acordo com a bibliografia de referência indicada no Anexo III do “Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais – Protocolo de amostragem e análise para os Macroinvertebrados bentónicos” (INAG 2008).



**Figura 13. Identificação da macrofauna bentónica do rio Fervença: Fotos: a) Heptageniidae; b) Rhyacophilidae; c) Chironomidae; d) Glossiphoniidae.**

## 2.6 TRATAMENTO DOS DADOS

Em Portugal adotou-se um método de avaliação da qualidade de rios baseado nos macroinvertebrados que integrou os contributos do *Working Group 2.3 – REFCOND* estabelecido no âmbito da *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)* e *Geographic Intercalibration Groups (GIG's)*, definidos no âmbito do Exercício de Intercalibração (item 1.4.1 do Anexo V da Diretiva Quadro da Água (DQA), Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000.

O método encontra-se publicado nos “Critério para a Classificação das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras” (INAG, 2009) e, tendo em conta a tipologia dos locais a amostrar, o índice a ser considerado é o Índice Português de Invertebrados do Norte (IPT<sub>N</sub>). O IPT<sub>N</sub> exprime-se na fórmula seguinte: normalização através do quociente entre o valor observado e o valor de referência de cada tipo de rio (mediana dos locais de referência). Os valores de referência relativos às métricas que integram o índice adotado estão referenciados na Tabela A3 do anexo A do mesmo manual (INAG, 2009). Os valores de referência para a tipologia dos troços de rio estudados e os intervalos entre as classes de qualidade em RQEs, para o índice utilizado nesta avaliação, estão apresentados no **Quadro 3**.

**Quadro 3. Valores de referência e fronteiras das classes de qualidade para o IPT<sub>N</sub>, tendo em conta a tipologia dos rios monitorizados.**

Tipologia	Valor de referência	Excelente	Bom	Razoável	Medíocre	Mau
N1<100	1,02	≥0,87	0,86 – 0,65	0,65 – 0,44	0,44 – 0,22	<0,22
N1>100	1,00	≥0,88	0,87 – 0,66	0,66 – 0,44	0,44 – 0,22	<0,22

As métricas que integram os índices permitem dar resposta às componentes indicadas na DQA (i.e. utilizam composição e abundância) e, simultaneamente, descrever gradientes de degradação geral e discriminar classes de qualidade. No **Quadro 4** apresentam-se as métricas que compõem o IPT<sub>N</sub>, bem como os fatores de ponderação de cada métrica e as respetivas fórmulas de cálculo.

Quadro 4. Métricas associadas ao índice IPT<sub>N</sub> e respetivos fatores de ponderação (INAG, 2009).

Índice	Fórmula
<b>IPT<sub>N</sub></b>	$N.^{\circ} \text{ taxa} \times 0,25 + \text{EPT} \times 0,15 + \text{Evenness}^* 0,1 + (\text{IASPT} - 2) \times 0,3 + \text{Log (Sel. ETD+1)} \times 0,2$
Métrica	Descrição
<b>IASPT</b>	IBMWP/ n. <sup>o</sup> taxa contabilizados no IBMWP
<b>EPT</b>	N. <sup>o</sup> de famílias das ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera
<b>Equitabilidade</b>	$E = H'/\ln S$ ; em que H' – diversidade de Shannon-Weaner ( $H' = -\sum p_i \ln p_i$ ) S – o número de taxa presentes.
<b>Log (Sel. ETD+1)</b>	Log <sub>10</sub> de 1 + soma das abundâncias de indivíduos pertencentes às famílias Heptageniidae, Ephemeridae, Brachycentridae, Goeridae, Odontoceridae, Limnephilidae, Polycentropodidae, Athericidae, Dixidae, Dolichopodidae, Empididae, Stratiomyidae

Para além do IPT<sub>N</sub>, foram ainda determinados outros índices e métricas. Assim, foram calculadas as seguintes **métricas**:

- 1) N.<sup>o</sup> taxa total (n.<sup>o</sup> grupos taxonómicos);
- 2) % EPT– somatório das percentagens das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera;
- 3) % Oligochaeta;
- 4) % Diptera, entre outras;

Entre os **índices determinados**, para além de IPT<sub>N</sub>, foram calculados:

- 1) Índice de Riqueza Específica de Margalef (d);
- 2) Índice de Shannon-Weaner (H');
- 3) Índice de Equitabilidade de Pielou (J');
- 4) Índice Biótico IBMWP;
- 5) Índice ASPT Ibérico.

No **Índice IBMWP** (ALBA-TERCEDOR & SANCHÉZ-ORTEGA 1988; ALBA-TERCEDOR 2000) a cada família é atribuída uma pontuação que varia entre 1 e 10 valores de acordo com o grau de tolerância à poluição (Anexo IV-A). É feito o somatório das pontuações das famílias existentes em cada amostra (Anexo IV-B) e, de acordo com o quadro que se apresenta a seguir, é atribuída a classe com a respetiva classificação (**Quadro 5**).

**Quadro 5. Amplitude de classes para o índice IBMWP e o 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

Complementarmente foi ainda feita a **Classificação Trófica**, expressa em termos de abundância relativa. A avaliação da estrutura trófica foi feita de acordo com MERRIT & CUMMINS (1984), dividida em 5 diferentes grupos (**Quadro 6**). No Anexo III, estão discriminadas as diferentes famílias ou géneros de cada grupo trófico, baseado em MERRITT & CUMMINS (1978, 1996) e GARCIA DE JÁLON & GONZÁLEZ DEL TÓNAGO (1986) e mais recentemente por OLIVEIRA (2006).

Por fim, recorreu-se ao tratamento estatístico, com base no **software PRIMER 6 & Permanova +**, com o objetivo de analisar a variabilidade temporal e espacial nas comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Foi realizada uma análise não-métrica multidimensional (NMDS), que consiste num método de ordenação baseado em *ranks* estabelecidos a partir da matriz de similaridades de BRAY-CURTIS e que foi aplicada à matriz de dados das abundâncias de macroinvertebrados.

Quadro 6. Grupos funcionais (adaptado de MERRITT & CUMMINS, 1984 e OLIVEIRA, 2006).

GRUPO FUNCIONAL	
<b>Detritívoros</b>	Alimentam-se de CPOM (matéria orgânica particulada grosseira), previamente condicionada pela atividade dos microorganismos (fungos hifomicetas e bactérias). Da sua atividade resultam partículas de dimensão inferior FPOM (matéria orgânica particulada fina), devido à atividade trituradora do alimento e à própria produção de fezes.
<b>Coletores de depósito</b>	Alimentam-se de FPOM, depositado no leito, resultante da atividade dos detritívoros e do mecanismo da abrasão física determinada pelos caudais verificados no sistema aquático.
<b>Coletores filtradores</b>	Alimentam-se de matéria orgânica particulada fina (FPOM), embora estejam adaptados a capturá-la circulando suspensa na coluna de água.
<b>Fitófagos ou raspadores</b>	Alimentam-se de matéria verde, especialmente de algas de <i>periphyton</i> e estão dependentes da produção autóctone do ecossistema.
<b>Predadores e Parasitas</b>	São invertebrados que se alimentam de presas vivas ou então são seus parasitas, alimentando-se de fluidos ou tecidos vivos.

Para avaliar a ligação estabelecida entre as variáveis ambientais e a comunidade de macroinvertebrados foi feita uma análise de redundância baseada em distâncias (dbRDA). A dbRDA permite testar a significância dos termos através duma análise comparativa de duas matrizes de dados de natureza distinta, envolvendo as matrizes de dados ecológicos e ambientais. Realizou-se ainda uma análise multivariada de similaridades mediante a aplicação de um teste não-paramétrico (*one-way ANOSIM test*) à matriz de similaridade de BRAY-CURTIS para avaliar as diferenças significativas entre os locais de amostragem. Os dados foram transformados [ $\log(x+1)$ ] e as variáveis ambientais estandardizadas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na sequência das várias saídas de campo, foi possível trabalhar todos os dados obtidos, comparando os vários pontos de amostragem de acordo com a época do ano.

#### 3.1 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

No **Quadro 7**, são apresentados os resultados das análises físico-químicas da água para os diferentes locais de amostragem, considerando os valores médios mensais e respectivos desvios-padrão (média  $\pm$  SD).

**Quadro 7.** Valores mensais (média  $\pm$  SD) dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Ferverença (ano de 2012).

Pontos de amostragem	Temperatura (°C)	TDS (mg/L)	OD (mg O <sub>2</sub> /L)	Condutividade (µS/cm)	pH
F1	11,0 $\pm$ 3,3	56,0 $\pm$ 30,9	8,9 $\pm$ 1,4	134,8 $\pm$ 38,4	6,9 $\pm$ 0,4
F2	15,9 $\pm$ 7,3	45,2 $\pm$ 13,6	9,2 $\pm$ 1,4	93,6 $\pm$ 22,9	7,6 $\pm$ 0,4
F3	10,6 $\pm$ 3,8	63,8 $\pm$ 34,4	9,5 $\pm$ 1,9	132,6 $\pm$ 30,8	7,1 $\pm$ 0,4
F4	11,4 $\pm$ 5,0	75,0 $\pm$ 39,5	9,5 $\pm$ 1,7	155,3 $\pm$ 34,3	7,2 $\pm$ 0,7
F5	12,2 $\pm$ 5,0	82,8 $\pm$ 47,9	9,1 $\pm$ 2,0	186,5 $\pm$ 60,9	7,7 $\pm$ 0,3
F6	12,2 $\pm$ 5,1	94,0 $\pm$ 52,9	9,9 $\pm$ 2,7	238,0 $\pm$ 75,0	8,1 $\pm$ 0,2
F7	12,2 $\pm$ 6,2	140,8 $\pm$ 77,5	6,4 $\pm$ 1,9	336,0 $\pm$ 98,5	7,5 $\pm$ 0,1
F8	13,1 $\pm$ 6,7	140,8 $\pm$ 80,4	6,2 $\pm$ 2,0	319,8 $\pm$ 118,5	7,5 $\pm$ 0,3
F9	12,9 $\pm$ 6,5	121,0 $\pm$ 67,2	6,4 $\pm$ 2,0	304,0 $\pm$ 89,1	7,3 $\pm$ 0,5

A variação sazonal da temperatura da água é apresentada na **Figura 14**, notando-se um aumento no sentido de jusante. Este parâmetro é influenciado pela ausência da mata ripícola e afeta a permanência de espécies sensíveis a elevadas temperaturas como é o caso dos Plecoptera (Anexo IV).

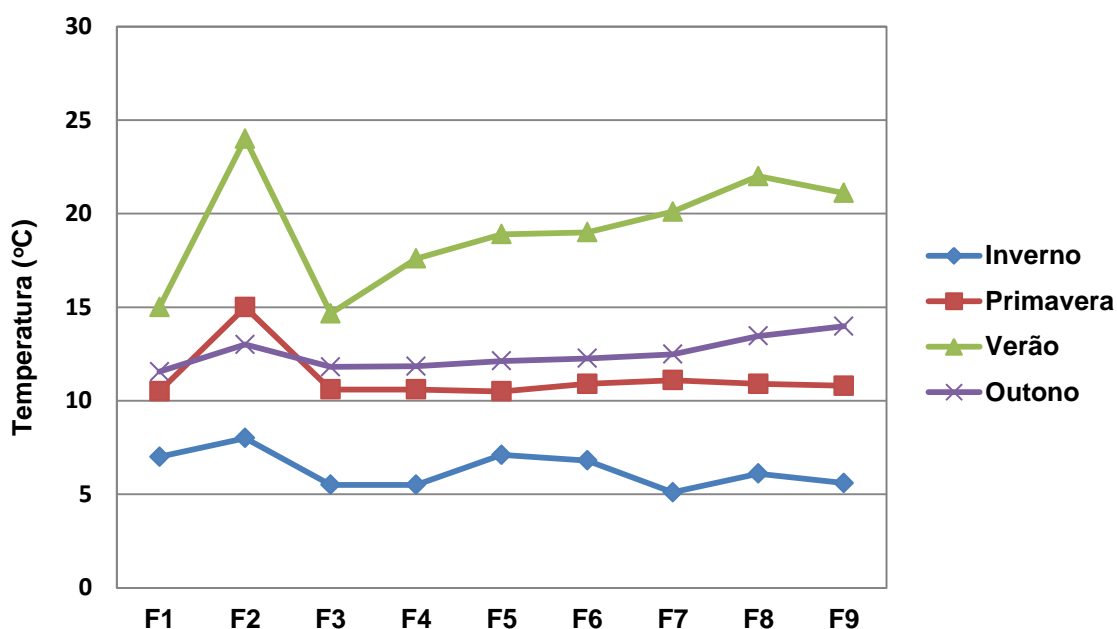


Figura 14. Valores sazonais da temperatura (°C) nos 9 locais de amostragem do rio Ferveença (ano de 2012).

A elevação de temperatura tem um reflexo direto na diminuição da quantidade de oxigénio dissolvido na água. De facto, nos três últimos locais de amostragem (F7, F8 e F9) detetou-se uma diminuição do teor de O<sub>2</sub> no meio aquático (**Figura 15**).

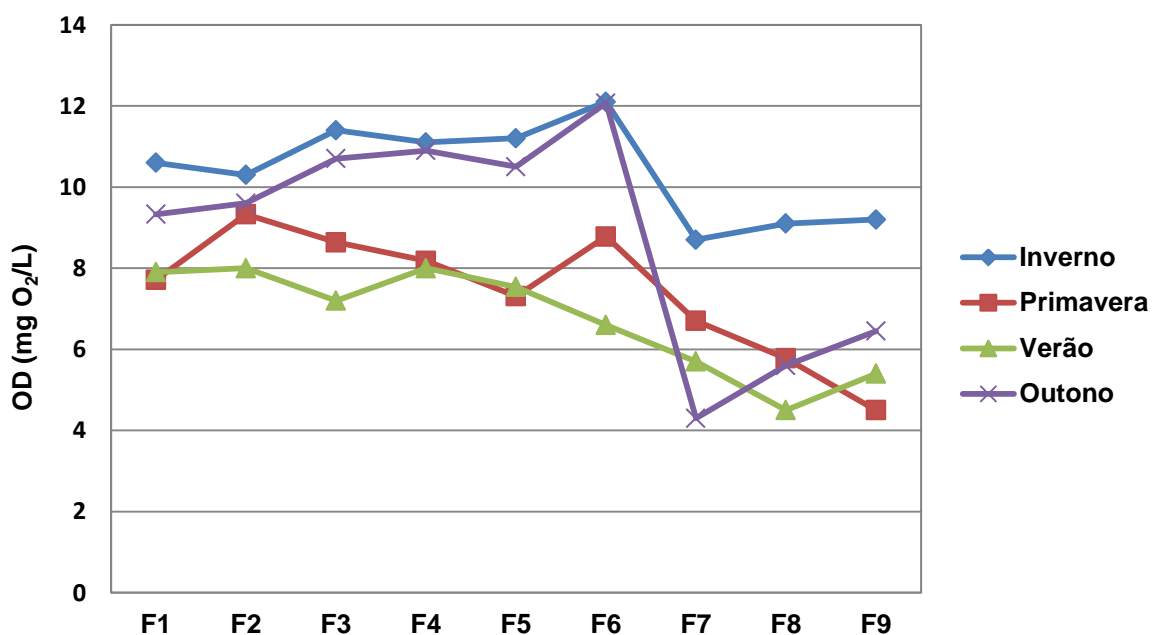


Figura 15. Valores sazonais de Oxigénio Dissolvido OD (mg O<sub>2</sub>/L) nos 9 locais de amostragem do rio Ferveença (ano de 2012).

No entanto, a diminuição de  $O_2$  resulta da conjugação de diversos fatores, com especial destaque da presença elevada de matéria orgânica que leva ao consumo de grandes quantidades de  $O_2$  utilizado pelos microrganismos na decomposição desses materiais. Esta componente é de extrema importância sendo um indicador da qualidade da água, ou seja, quanto mais baixo é o valor de  $O_2$ , pior é, normalmente, a qualidade da água.

Os valores de pH (**Figura 16**) encontram-se entre o subácido e o subalcalino, com exceção de alguns registos ocorridos nomeadamente em F6, onde se obtiveram valores de  $pH > 8$ . Estes valores dependem de diversos fatores tais como a geologia, intensidade do processo fotossintético, oxidação bioquímica de matéria orgânica e transformações químicas de substâncias minerais.

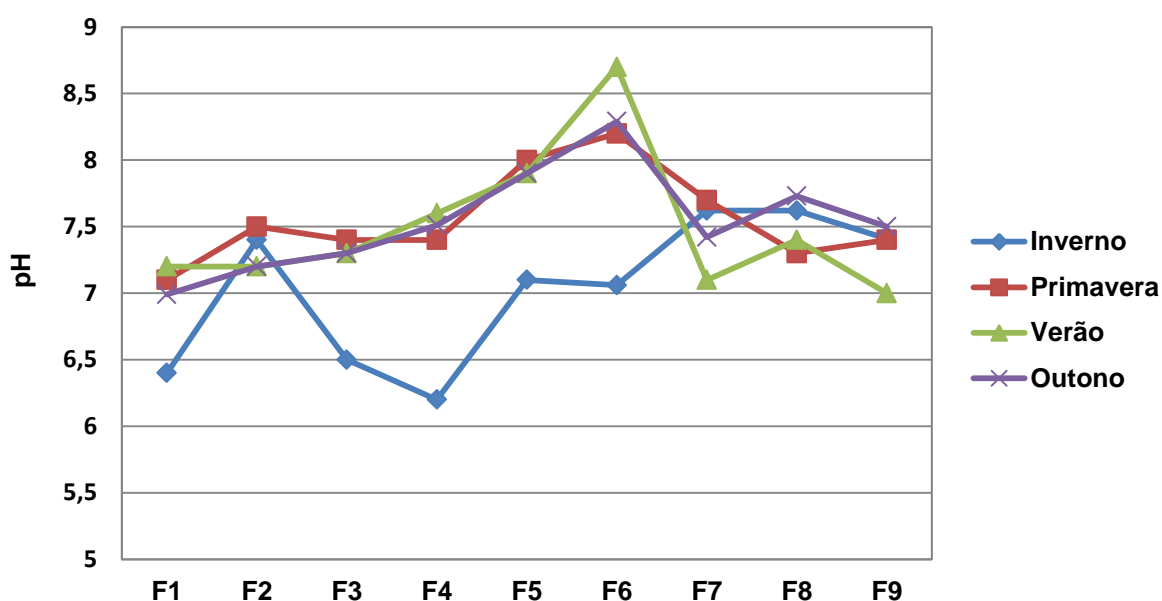


Figura 16. Valores sazonais do pH nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012).

A quantidade de sólidos totais dissolvidos – TDS (**Figura 17**) detetada foi menor a montante de Bragança, tal como seria de esperar. De facto, muitas vezes ocorre um aumento de TDS devido à emissão de efluentes domésticos e industriais, ao declive acentuado que se encontra a montante e a processos erosivos naturais ou acelerados na acumulação de resíduos sólidos no ambiente arrastados principalmente na ocorrência das primeiras quedas pluviométricas de Outono através da drenagem superficial ou subterrânea (MENDES & OLIVEIRA, 2004).

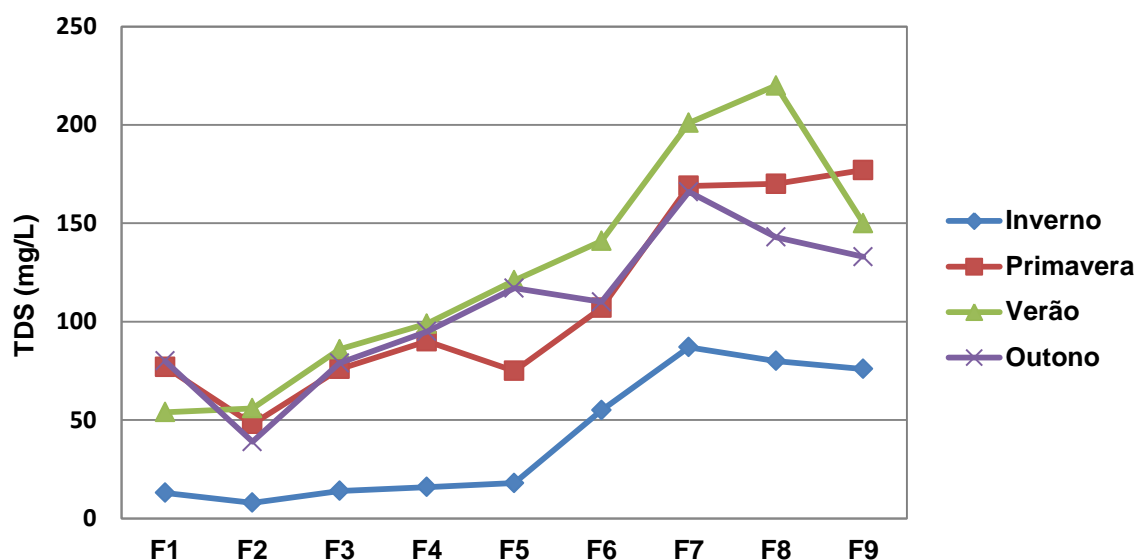


Figura 17. Valores sazonais de Sólidos Totais Dissolvidos TDS (mg/L) nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012).

Relativamente à condutividade (**Figura 18**) foram encontrados valores muito elevados quando comparados com outros rios da região (SILVA, 2010; CLARO, 2010; NOGUEIRA, 2011; RAMOS, 2011). Assim, valores superiores de  $EC > 100 \mu\text{S}/\text{cm}$  podem indicar a entrada de poluentes no meio aquático. No entanto, a geologia presente (rochas ultrabásicas do maciço Bragança-Vinhais) pode ajudar a explicar os valores elevados encontrados na cabeceira do rio, a montante de Bragança.

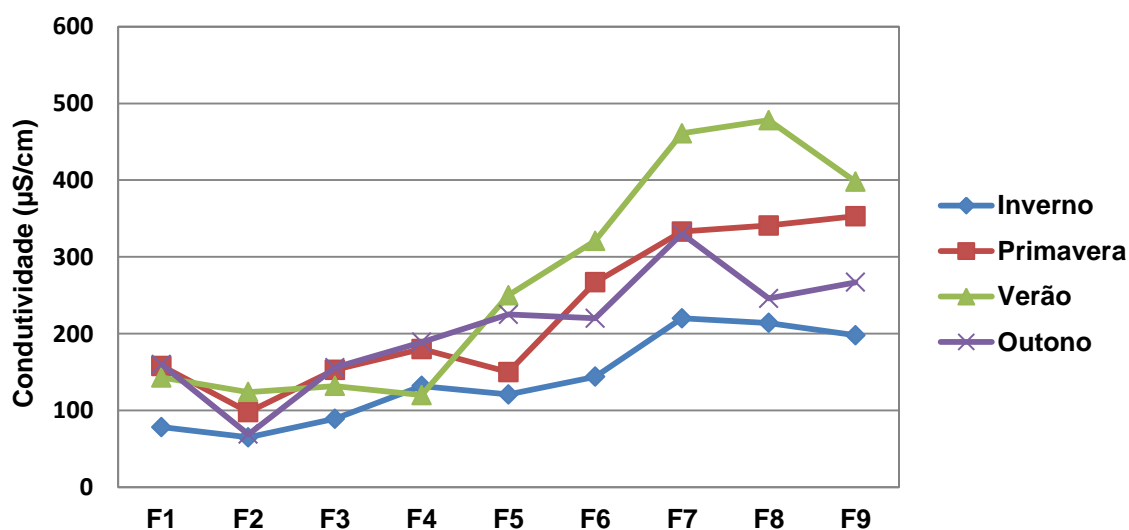


Figura 18. Valores sazonais da condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012).

Os valores da condutividade estão associados ao grau de mineralização e, de forma indireta, à concentração de poluentes na água. Verificamos que no Verão, os valores da condutividade a jusante aumentam relativamente às outras estações do ano, o que significa que a condutividade está diretamente relacionada com a concentração de substâncias iónicas da água, maior para caudais mais diminutos, típicos do período estival.

Relativamente aos nutrientes normalmente mais limitantes da produtividade primária de ecossistemas aquáticos, verificou-se que os níveis de azoto-total e de fósforo-total (**Figura 19**) são mais elevados a jusante do rio Fervença, precisamente nos locais identificados com maior grau de perturbação.

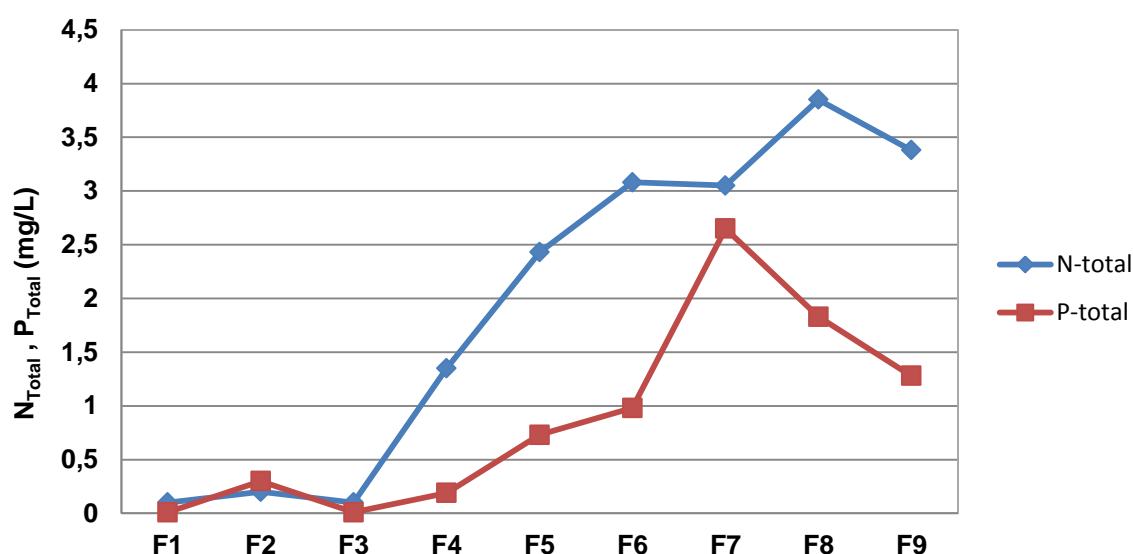


Figura 19. Valores de Azoto e Fósforo Totais (mg/L) nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (Julho de 2012).

### 3.2 HABITATS FLUVIAIS

De acordo com o **Quadro 8**, predominam condições naturais ótimas na cabeceira do rio relativamente aos dois índices, *i.e.* Grau de Qualidade do Canal (GQC) e Qualidade dos Ecossistemas Ribeirinhos (QBR). A zona do rio mais afetada em termos de qualidade dos habitats são os troços situados na cidade de Bragança (F5 F6) e imediatamente a jusante (F7), que se encontram relativamente alterados (Classes, III, IV e V). No entanto no troço final (F8 e F9) o canal e a cortina ripária encontram-se ligeiramente perturbados, dando sinais de alguma recuperação.

Quadro 8. Valores dos Índices QBR (Qualidade dos Ecossistemas Ribeirinhos) e do Índice GQC (Grau de Qualidade do Canal), ano de 2012.

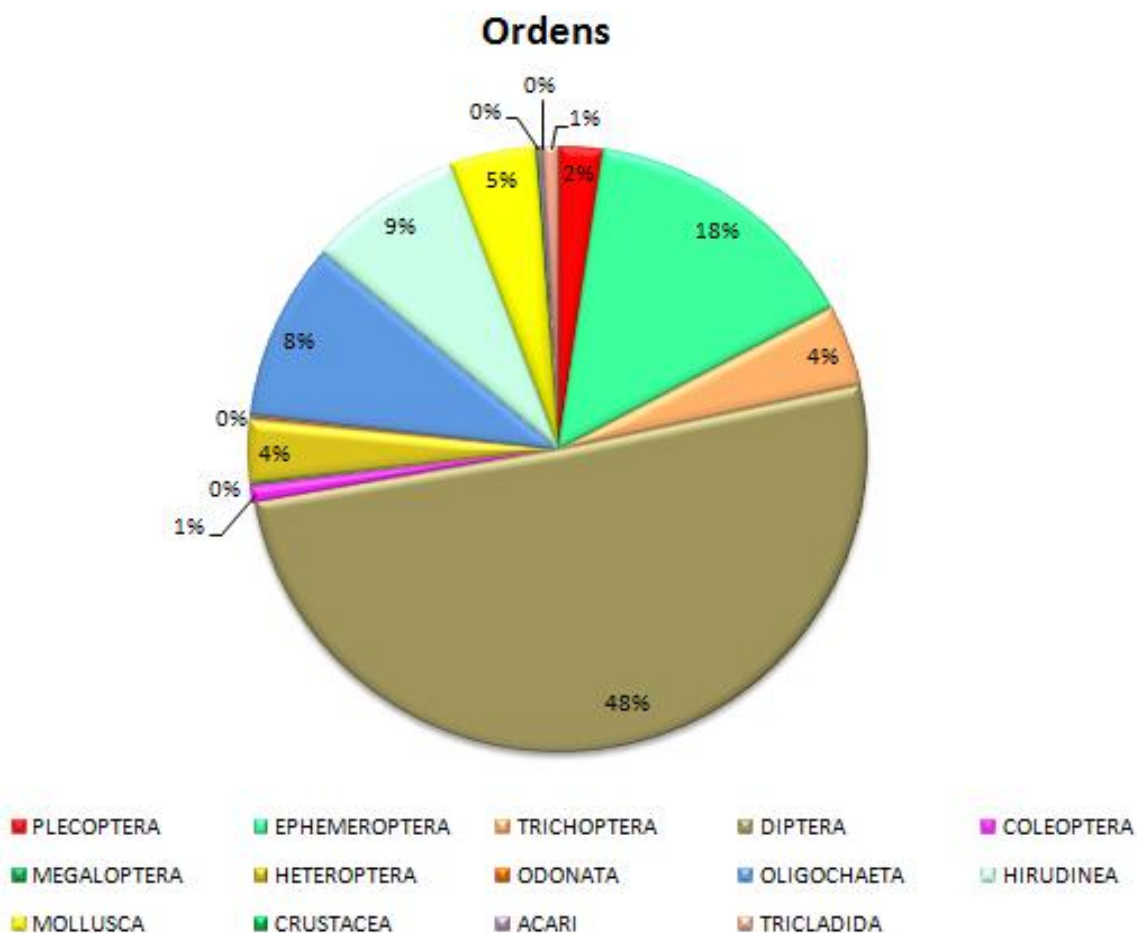
Local de amostragem	Pontuação QBR	Índice QBR	Pontuação GQC	Índice GQC
F1	90	II	31	I
F3	80	II	30	II
F4	90	II	29	II
F5	55	III	29	II
F6	15	V	19	IV
F7	55	III	24	III
F8	75	II	30	II
F9	85	II	30	II

### 3.3 RIQUEZA TAXONÓMICA

Neste estudo, foram identificados 64 113 indivíduos pertencentes a 14 ordens e 124 famílias (Anexo I). Na identificação dos macroinvertebrados, o nível taxonómico atingido foi o Género, embora em certos grupos faunísticos tenha sido apenas identificada a Família (e.g. Diptera) devido ao grau de especialização exigida.

A figura seguinte (**Figura 20**) demonstra claramente que os grupos faunísticos dominantes deste curso de água foram os Diptera, seguindo-se os Ephemeroptera e os Hirudinea.

A qualidade ecológica pode ser avaliada através da % EPT, ou seja, soma das percentagens das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, assumindo, na globalidade da bacia hidrográfica, um valor de apenas 24%, manifestamente baixo quando comparado com rios similares da região com uma boa integridade ecológica (SILVA, 2010; CLARO, 2010; NOGUEIRA, 2011; RAMOS, 2011).



**Figura 20. Composição geral dos grupos faunísticos do rio Ferverça, ano de 2012**

É notável a variação das diferentes ordens nas quatro estações do ano de 2012 (**Figura 21**). A ordem Díptera apresenta, em todas as estações, maior representatividade. Os dípteros são conhecidos por habitarem locais geralmente com baixa qualidade biológica, sendo pouco sensíveis à poluição. Em águas de melhor qualidade, seria de esperar uma diminuição de dípteros e um aumento de ephemeropteros, plecópteros e tricópteros, o que não se verificou.

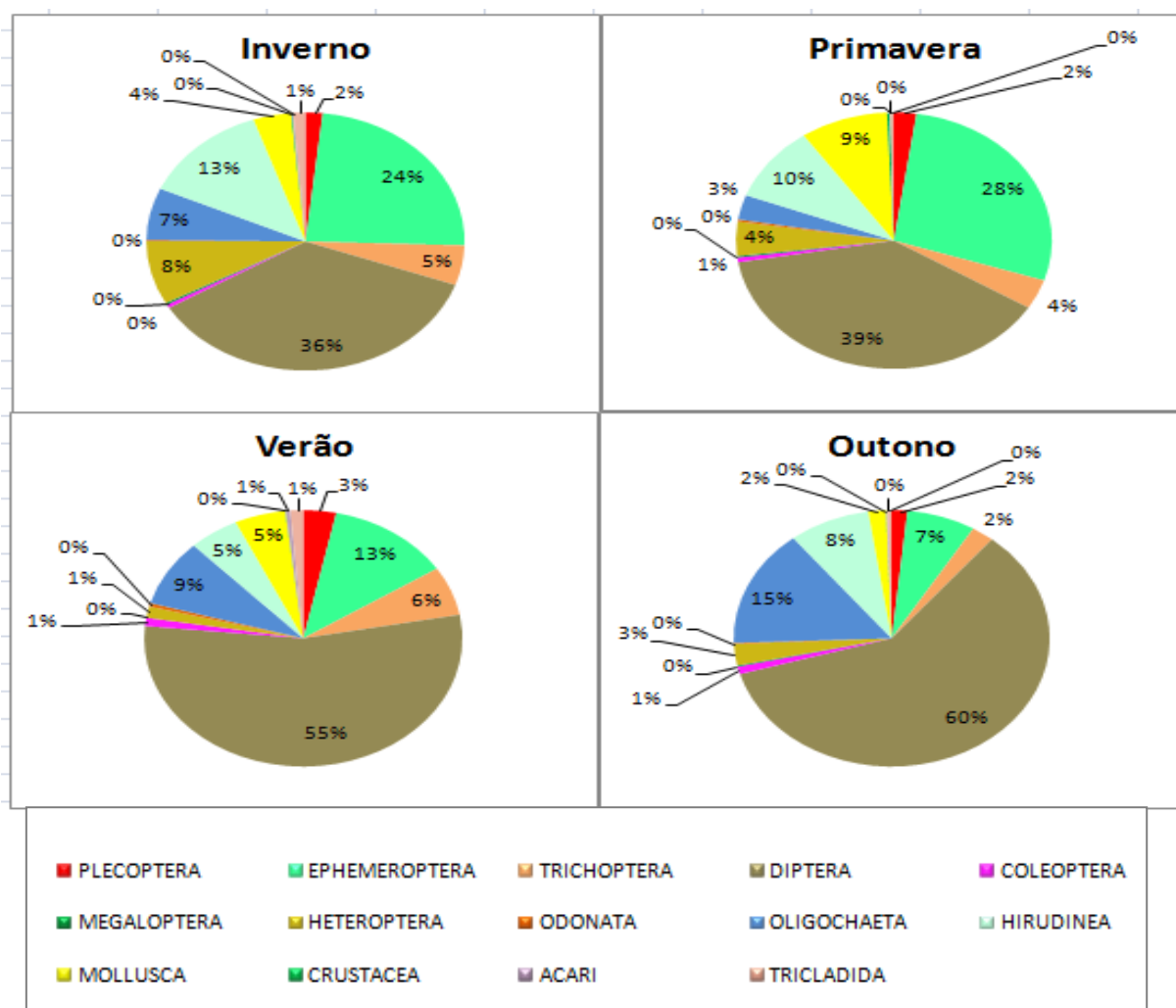


Figura 21. Composição geral dos grupos faunísticos do rio Ferverença, discriminada pelas quatro estações do ano de 2012.

O aumento de Oligochaeta está diretamente relacionado com a deposição de grandes quantidades de matéria orgânica (CPOM e FPOM) no leito do curso de água. Paralelamente os moluscos, presentes em quantidades superiores, quando comparados com rios de menor produtividade primária, aquando da sua morte, levam a um aumento do nível de nutrientes no substrato, servindo, portanto, tanto os dejetos como a morte destes indivíduos, para a alimentação doutros organismos (ILARRI et al., 2012).

A quantidade total de indivíduos e o número de *taxa* neste curso de água, foi bastante variável no ano de 2012 (**Figuras 22 e 23**), com particular destaque para a abundância registada num dos locais mais perturbados (F7), que também corresponde a um menor número de *taxa*.

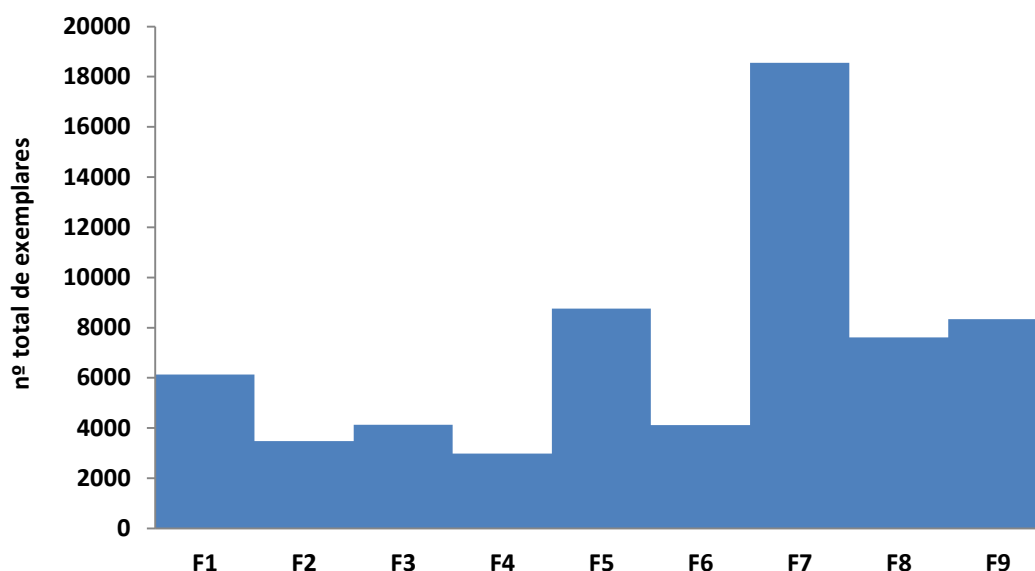


Figura 22. Número total de indivíduos capturados nos 12 meses e 9 pontos de amostragem do rio Fervença (ano de 2012).

Tal facto revela a superior adaptação de táxones resistentes á poluição (Oligochaeta, Hirudinea, Díptera e Mollusca) que face às condições ambientais existentes proliferam numa menor competição por alimento e habitat entre espécies.

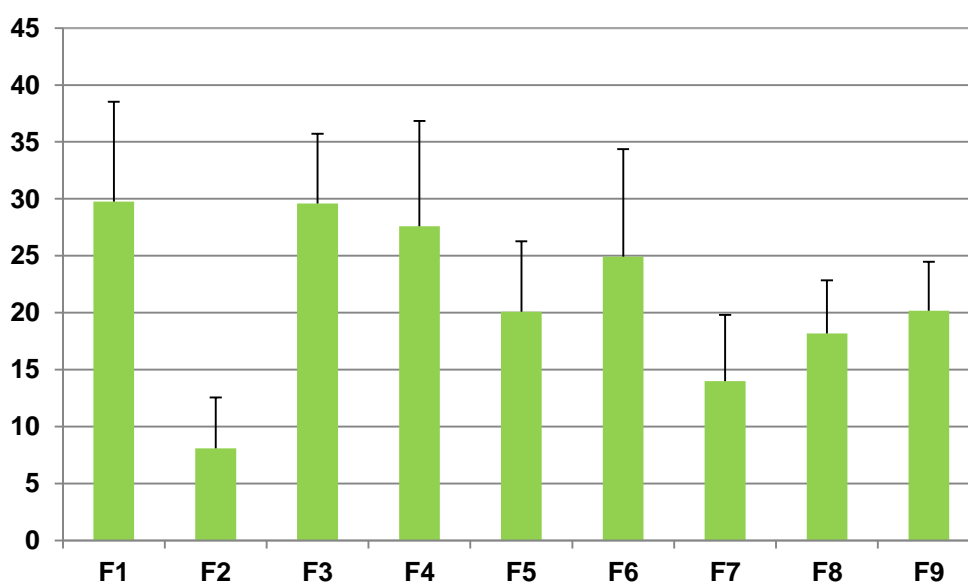


Figura 23. Variação do número (média mensal + SD) de taxa identificados nos 9 locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012).

Nos locais de amostragem F1, F3 e F4, situados a montante de Bragança e sujeitos a um menor grau de perturbação foi encontrado um número bastante superior de *taxa* quando comparado com os locais situados a jusante, *i.e.* F7, F8 e F9.

Uma análise mais pormenorizada (**Figura 24**), realizada com base em 3 grupos faunísticos dominantes: Díptera, Ephemeroptera e Hirudínea demonstrou que em zonas de baixa riqueza faunística, normalmente alterada pelo homem, devido a descargas de efluentes domésticos dominam os Díptera (mosquitos, moscas) e Hirudíneos (sanguessugas). A ordem Ephemeroptera predomina em locais não perturbados, *i.e.* em locais de cabeceira.

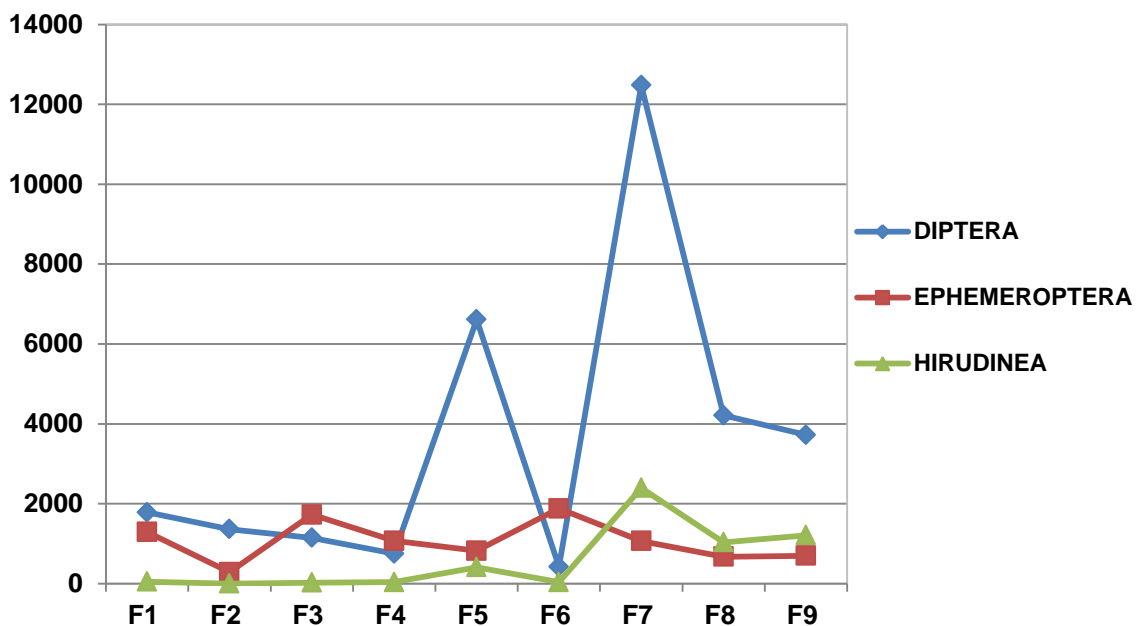


Figura 24. Variação do número de indivíduos dos principais grupos faunísticos presentes nos locais de amostragem do rio Fervença (ano de 2012).

### 3.4 ÍNDICES ESTRUTURAIS: DIVERSIDADE (H') E EQUITABILIDADE (J')

Na **Figura 25** está apresentado o gráfico com as variações do índice de Pielou (J') tendo-se registado valores mais elevados no Verão, principalmente nos locais F3, F4 e F5, com exceção de F7. De forma geral, não existem grandes variações temporais (*i.e.* sazonais) e inclusive entre locais de amostragem, sinal da homogeneidade da distribuição dos grupos faunísticos presentes no rio Fervença.

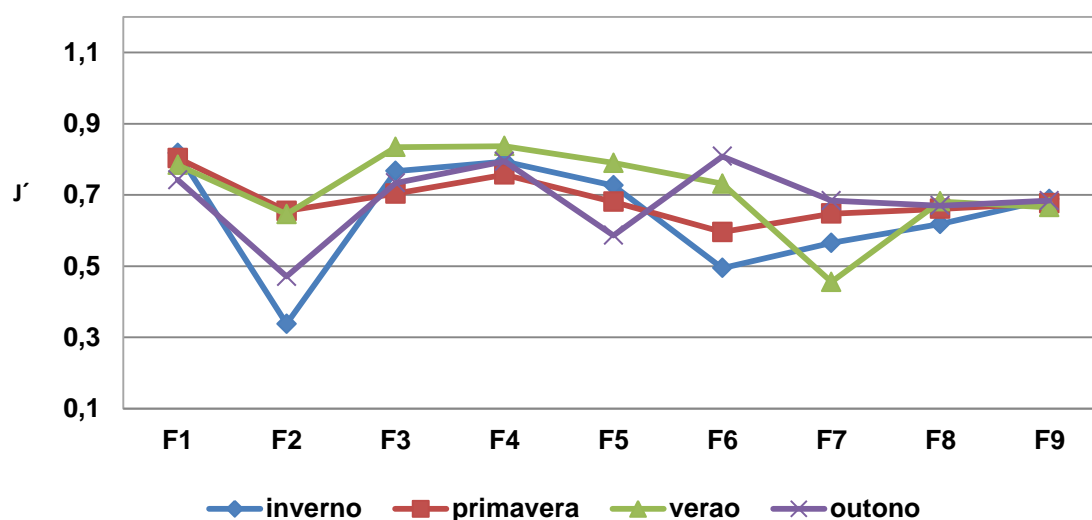


Figura 25. Variação do Índice de equitabilidade ( $J'$ ) das comunidades de invertebrados da bacia hidrográfica do rio Fervença nas diferentes estações de ano (ano de 2012).

A mesma tendência foi encontrada para o índice de Shannon-Weaner ( $H'$ ), com o registo de pouca variabilidade sazonal, com exceção dos locais F2, F6 e F7. Saliente-se a baixa diversidade encontrada na albufeira da Castanheira (F2), mesmo quando comparado com o efeito da poluição que se faz sentir a jusante da cidade de Bragança (Figura 26).

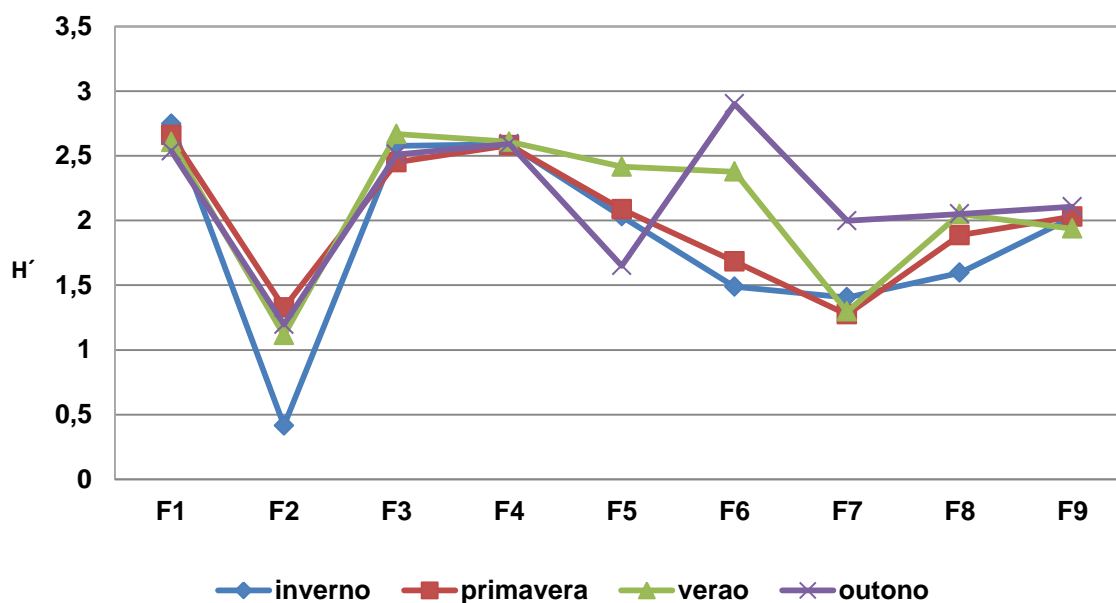


Figura 26. Variação do Índice Shannon-Weaner ( $H'$ ) das comunidades de macroinvertebrados do rio Fervença nas diferentes estações do ano (ano de 2012).

### 3.5 ÍNDICES BIÓTICOS IBMWP E IPTI<sub>N</sub>

A qualidade biológica da água avaliada segundo o IPTI<sub>N</sub> (Índice Português de Invertebrados do Norte) e o IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party) aparece classificada no **Quadro 9**.

O IBMWP foi criado especialmente para rios da Península Ibérica (ALBATERCEDOR, 1996). É facilmente utilizado e aplicado segundo o anexo IV-A no qual é atribuída uma pontuação (varia de 1 a 10) a cada família, de acordo com a sensibilidade à poluição e a distúrbios ambientais. A soma dos valores atribuídos a cada família presente em cada local (Anexo IV-B), permite calcular um valor que é enquadrado nas classes que definem o estado biológico das águas (**Quadro 3**).

O IPTI<sub>n</sub> foi recentemente criado e ajustado para rios portugueses capaz de detetar sensíveis alterações na comunidade de macroinvertebrados usando uma conjugação de várias métricas.

**Quadro 9. Valores dos Índices IBMWP e IPTI<sub>N</sub> nos diferentes locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Fervença, ano de 2012.**

Locais de amostragem	Pontuação IPTI <sub>N</sub>	Classificação	Pontuação IBMWP	Classe
F1	0,87	Excelente	153	I
F2	0,25	Medíocre	22	IV
F3	0,84	Bom	150	I
F4	0,76	Bom	135	I
F5	0,55	Razoável	90	II
F6	0,48	Razoável	85	II
F7	0,27	Medíocre	36	III
F8	0,35	Medíocre	52	III
F9	0,44	Medíocre	63	II

Os resultados obtidos demonstraram uma excelente e boa qualidade biológica da água nos locais situados a montante de Bragança (F1, F3 e F4), exceto em F2, fruto do impacto da regularização nas características do rio.

Por sua vez os locais afetados pela poluição (F7, F8 e F9), apresentaram modificações substanciais na composição faunística, traduzida pela classificação do estado encontrado para este elemento biológico. Na comparação entre ambos os índices, observa-se uma discrepância de classes nos mesmos locais de amostragem, verificando-se uma maior sensibilidade na detecção de alterações pelo índice IPT<sub>N</sub>.

### 3.6 GRUPOS TRÓFICOS

A classificação trófica, apresentada por época do ano está expressa nas **Figuras 27 a 30**.

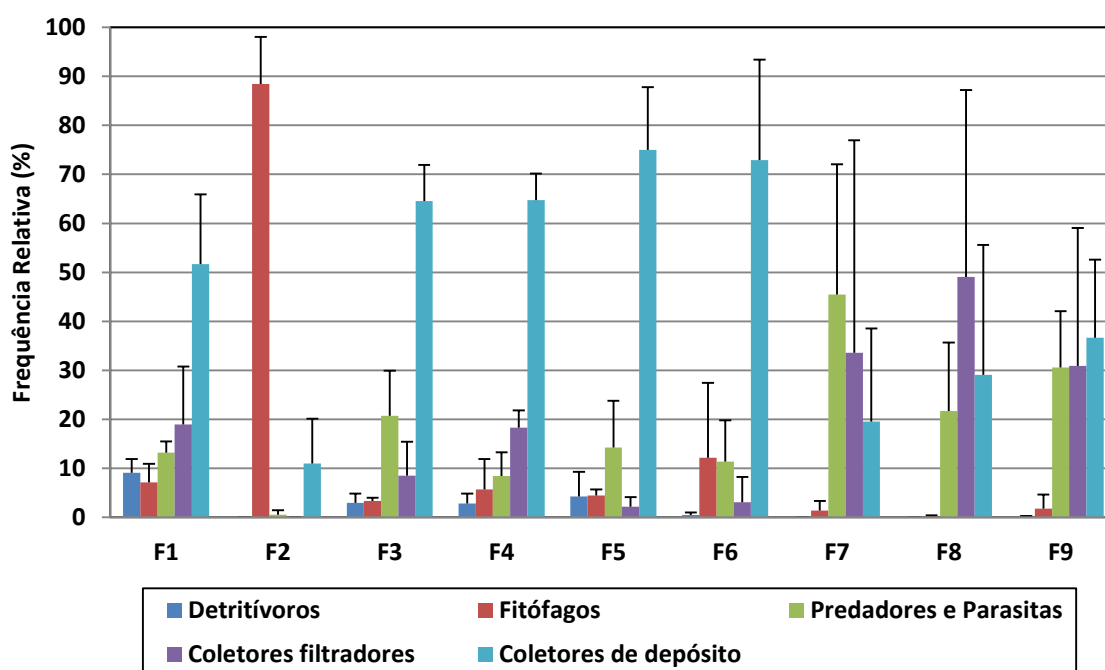


Figura 27. Frequência relativa e desvio-padrão dos grupos tróficos no Inverno.

Na maior parte dos locais de amostragem, o grupo dominante são os **coletores de depósito**. No entanto a **jusante de Bragança** (F7, F8 e F9) existe uma **codominância de predadores e parasitas, de coletores filtradores e de coletores de depósito**.

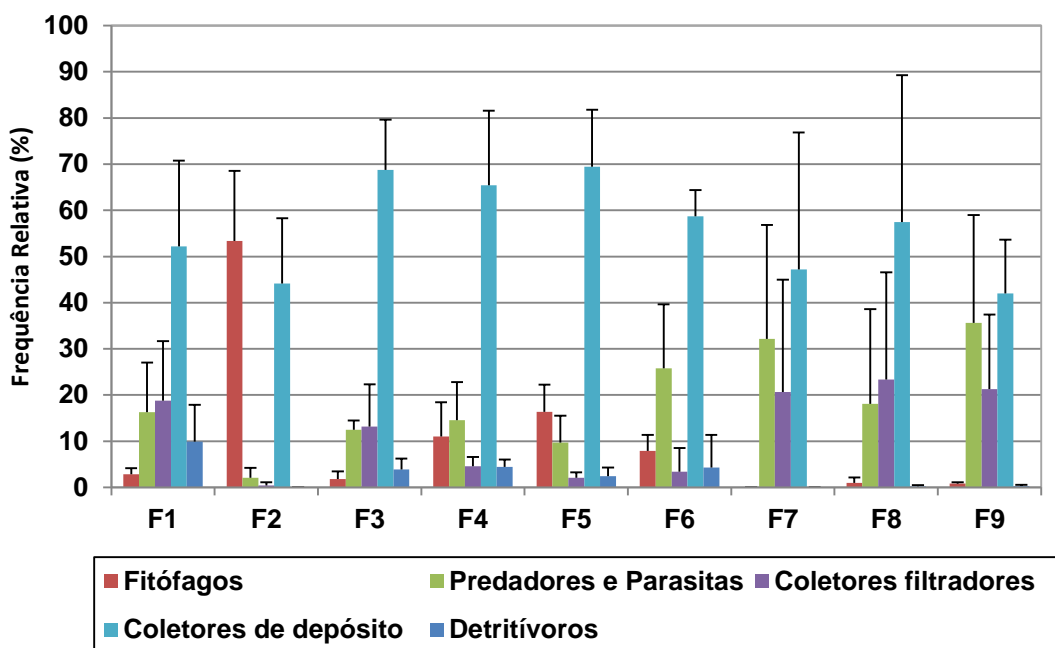


Figura 28. Frequência relativa (média  $\pm$  SD) dos grupos tróficos na Primavera.

Na época da Primavera é notória a presença maioritária, em todos os locais de amostragem, de coletores de depósito, com exceção de **F2, dominada por fitófagos** (maioritariamente *Micronecta* sp, Corixidae, Heteroptera), como resposta ao crescimento de produtores primários na albufeira da barragem da Castanheira.

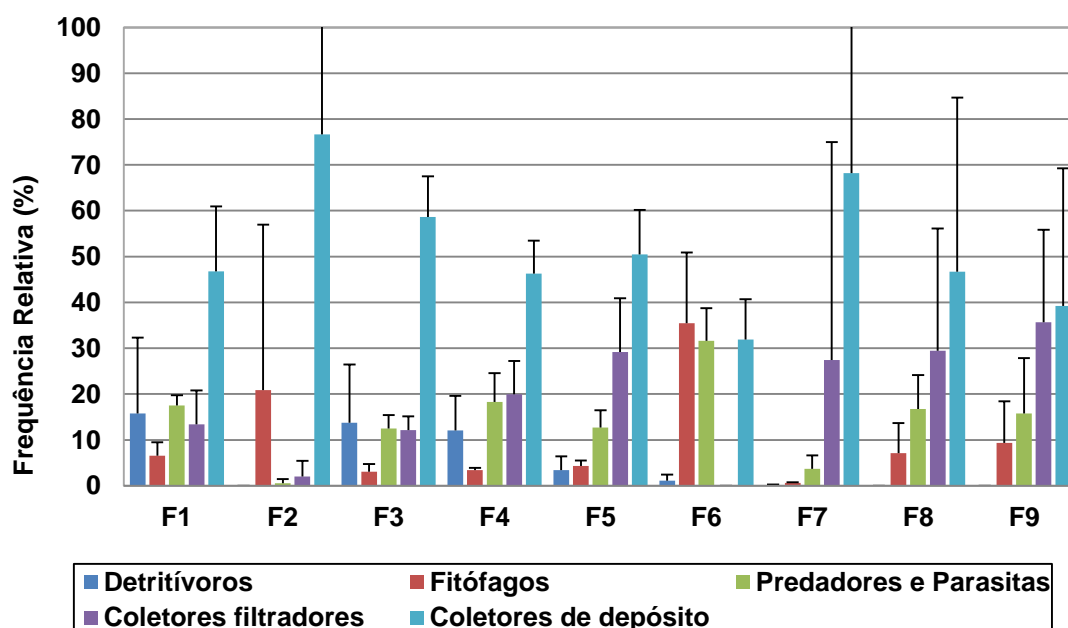


Figura 29. Frequência relativa (média  $\pm$  SD) dos grupos tróficos no Verão.

Na zona do Polis, em Bragança (F6), é notória a ausência dos coletores filtradores. Nos últimos dois pontos (F8 e F9) também não estão presentes os detritívoros, compostos maioritariamente por táxones pertencentes aos Plecoptera e Trichoptera, cujas principais espécies são francamente sensíveis a perturbações no meio aquático e em particular à poluição doméstica e industrial.

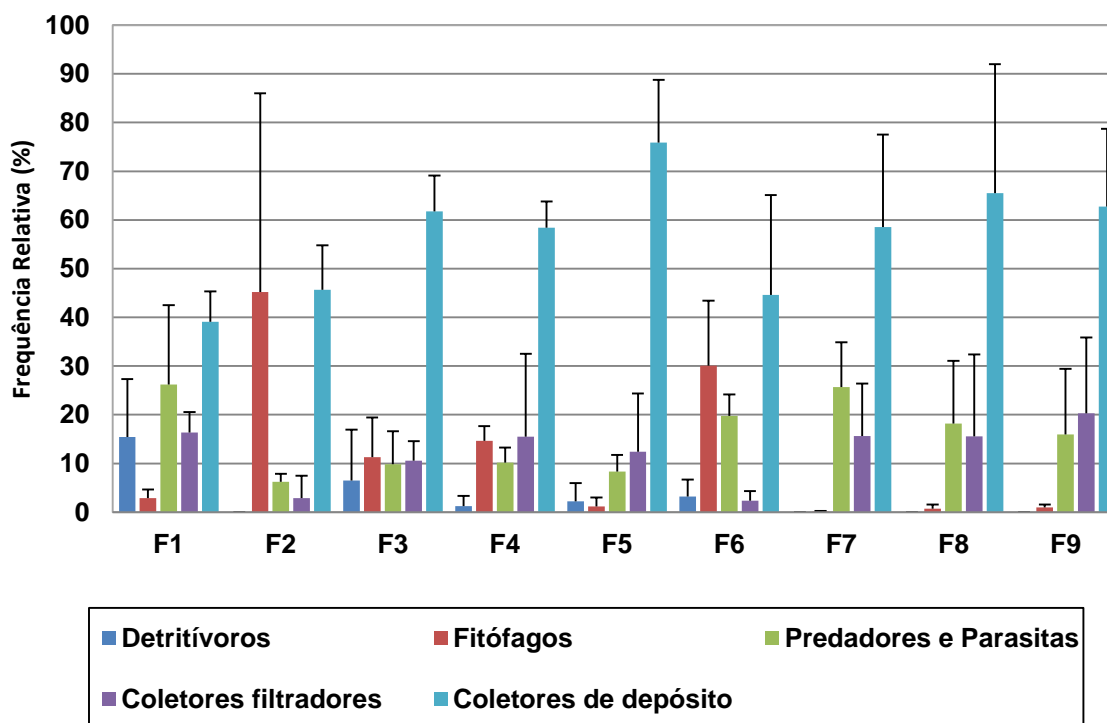


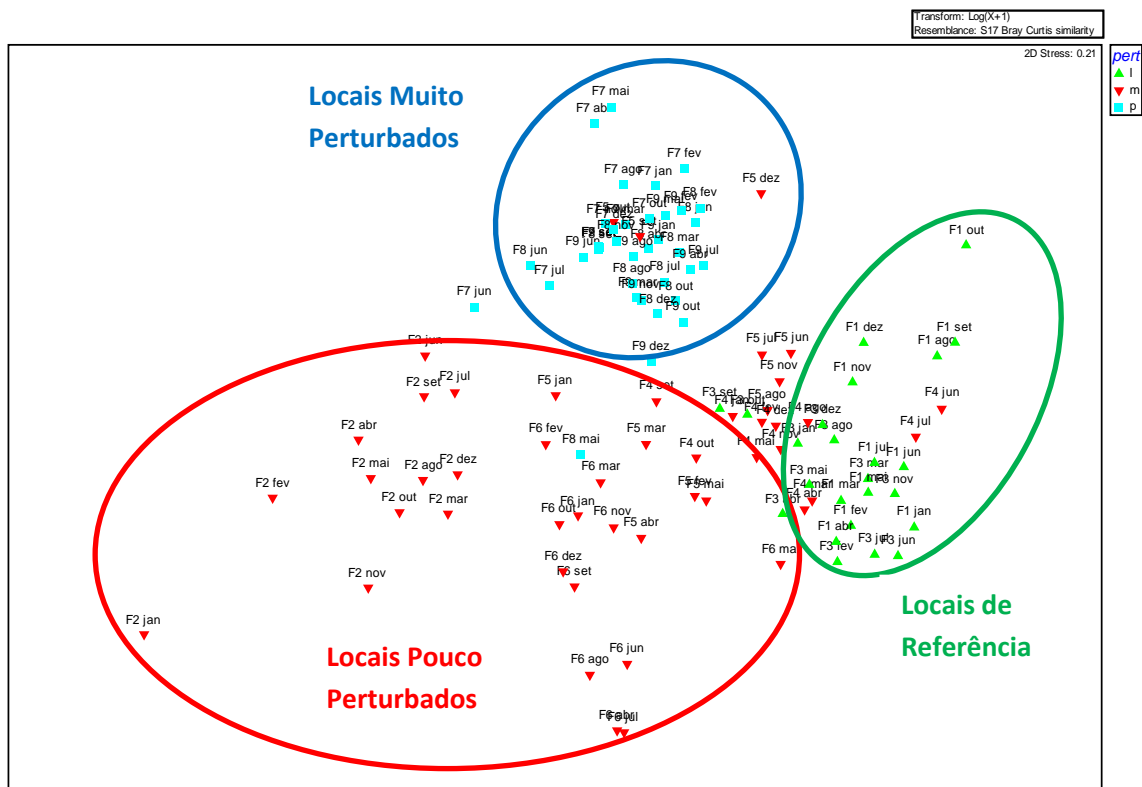
Figura 30 Frequência relativa (média  $\pm$  SD) dos grupos tróficos no Outono.

Os **coletores de depósito** encontrados em proporções assinaláveis no decorrer de todo o ano, alimentam-se preferencialmente de materiais particulados orgânicos finos (FPOM) depositados enquanto os **coletores filtradores** estão especializados na filtração de *seston* a partir da coluna de água. Os **predadores e parasitas** são encontrados em proporções significativas, sempre que existe algum desequilíbrio nas condições ambientais. De facto, os Oligochaeta e os Díptera compõem a maioria dos *taxa* capazes de explorar estes ambientes mais poluídos. Os **fitófagos** (Mollusca, Gastrópoda) encontram-se em pequenas proporções devido ao ensombramento da galeria ripícola, com exceção da barragem da Castanheira. Os

**detritívoros** (muitas espécies de Plecoptera e alguns Trichoptera) surgem essencialmente na cabeceira do rio, alimentando-se da matéria orgânica particulada grosseira (CPOM).

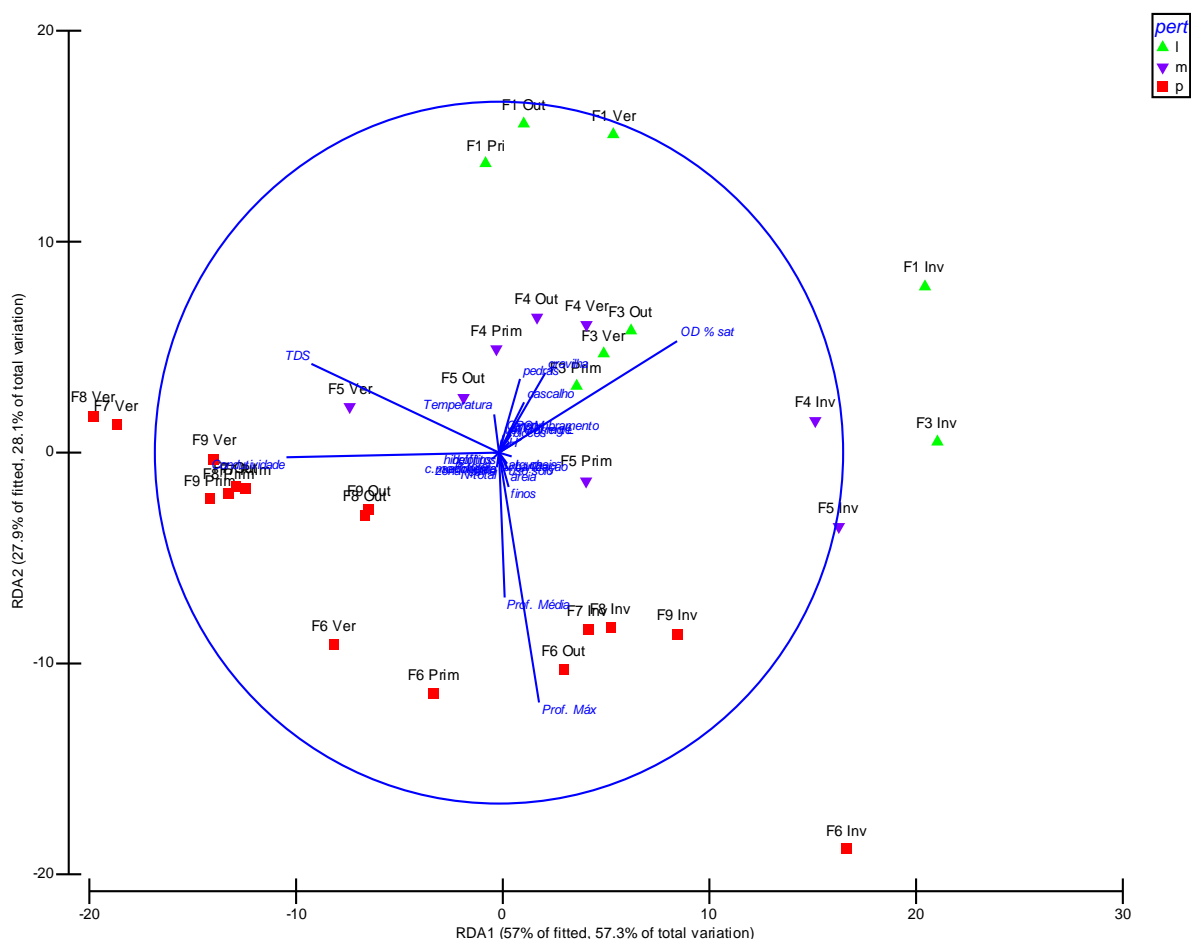
### 3.7 BIOTIPOLOGIA DAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS

A análise Multidimensional Não Métrica (NMDS) realizada com base na comunidade de macroinvertebrados, evidencia uma separação entre os locais com diferente grau de perturbação. A distribuição de locais de amostragem ilustrada na **Figura 31** demonstra a organização encontrada, baseada nas diferentes adaptações das comunidades de macroinvertebrados, originados a partir de fenómenos antrópicos, nos diferentes pontos de recolha da bacia hidrográfica em estudo.



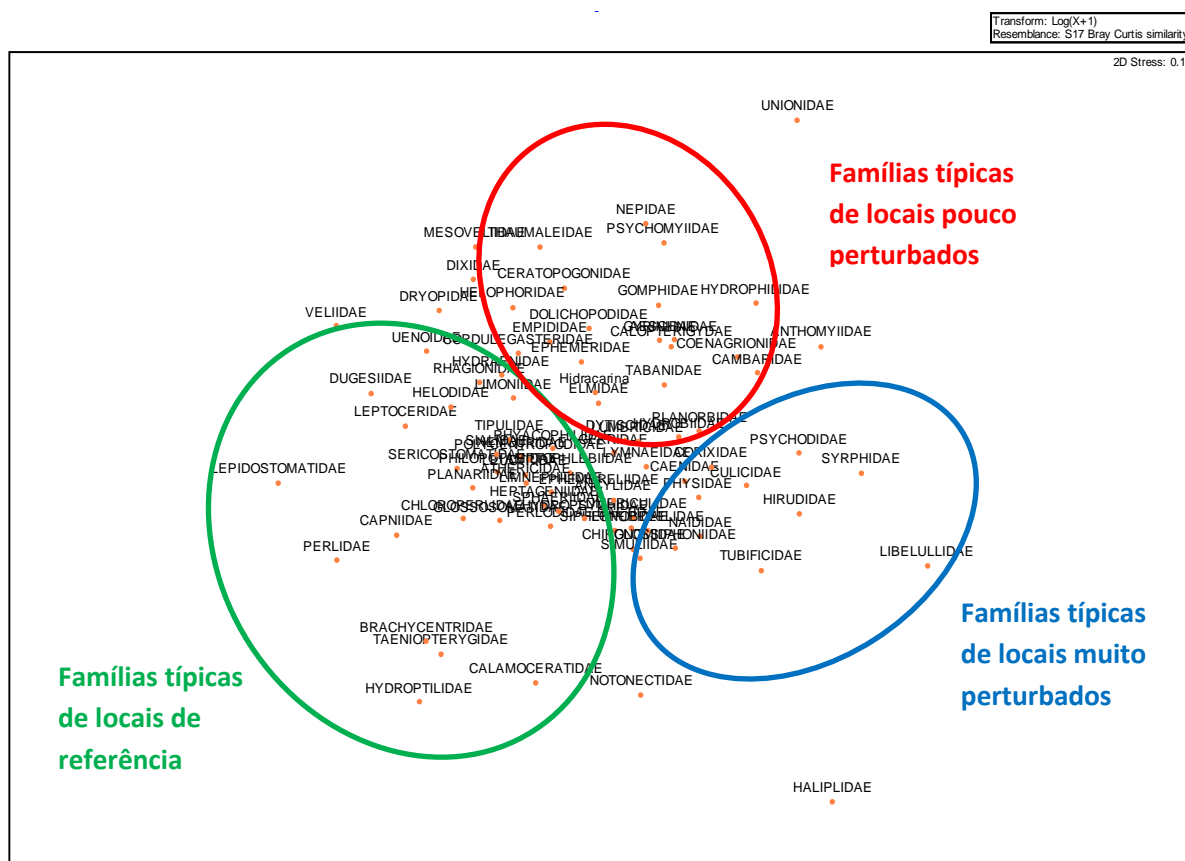
**Figura 31.** Ordemação NMDS baseada nas comunidades de invertebrados, para os 3 grupos de locais de amostragem: Referência (l- triângulos verdes); Pouco Perturbado (m- triângulos vermelhos) e Muito Perturbado (p- quadrados azuis), realizada de Janeiro a Dezembro de 2012.

Os parâmetros ambientais e a comunidade de invertebrados são explicados por 85% da variância encontrada para os eixos 1 e 2 (**Figura 32**). Deles fazem parte as variáveis ambientais mais significativas referenciadas com setas indicadoras proporcionais ao comprimento relativamente à sua importância na ordenação. Nos locais de referência encontram-se as variáveis associadas ao substrato grosseiro (cascalhos, pedras e blocos) predominante na cabeceira dos rios. Os locais mais perturbados estão associados ao tipo de sedimentação encontrada (limos e argilas) relacionadas com o aumento dos TDS e da condutividade. Por sua vez, os troços médios da rede hídrica são pouco perturbados (F3, F4 e F5) ambientalmente caracterizados entre a correlação da profundidade e o substrato de dimensões intermédias.



**Figura 32.** Relação entre os parâmetros ambientais e as comunidades de invertebrados para os 3 grupos de locais de amostragem: Referência (I- triângulos verdes); Pouco Perturbado (m- triângulos lilás) e Muito Perturbado (p- quadrados vermelhos), considerando a variação sazonal.

Na **Figura 33** está expressa a ordenação da comunidade de macroinvertebrados dos diferentes locais e épocas de amostragem. As comunidades típicas das zonas de montanha são compostas, na sua grande maioria, por estenobiontes pertencentes aos Ephemeroptera (Heptageniidae, Siphonuridae), Trichoptera (Hydropsychidae, Limnephilidae) e Plecoptera (Perlodidae, Leuctridae). Os locais com menor integridade ecológica, i.e. maior perturbação, encontram-se colonizados pelas seguintes famílias: Díptera (Tipulidae, Syrphidae), Heteroptera (Mesoveliidae, Veliidae) e Oligochaeta (Tubificidae, Naididae).



**Figura 33. Ordemação NMDS das comunidades de macroinvertebrados (Famílias) capturadas no estudo, de Janeiro a Dezembro de 2012.**

Na análise de similaridade ANOSIM (*one-way*) não foram encontradas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre épocas do ano (Inverno, Primavera, Verão e Outono). No entanto, foram detetadas diferenças altamente significativas ( $P < 0,001$ ) entre os três conjuntos de locais de amostragem considerados na análise, i.e. **Referência (I- F1, F3 e F4); Pouco Perturbado (m- F5 e F6) e Muito Perturbado (p- F7, F8 e F9).**

## 4. CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu obter uma caracterização ecológica do rio Fervença, tendo particular atenção à qualidade da água, aos habitats ribeirinhos e aquáticos e à análise da integridade ecológica feita a partir da comunidade de invertebrados. Assim sendo, podemos concluir os seguintes aspetos:

- Foi possível identificar os principais pontos perturbados e verificar a origem dos impactes ambientais. As principais causas de perturbação detetadas no rio Fervença foram: 1) a poluição doméstica e industrial presente no canal e margens apesar da existência da ETAR; 2) os fenómenos de regularização nomeadamente a barragem da Castanheira (F2) e a sucessão de açudes da zona do Polis de Bragança (F6); 3) a poluição difusa resultante da agricultura e meio rural que circunda Bragança sendo responsável pela incorporação de nutrientes e poluentes a partir da Veiga de Gostei.
- As características físicas e químicas da água revelam sinais evidentes de poluição do rio, nomeadamente a partir da zona Polis de Bragança (F6), expresso, por exemplo, pelos valores elevados de condutividade, sais dissolvidos (TDS) e de nutrientes, como o azoto, fósforo que dão origem a fenómenos de eutrofização, com a conseqüente diminuição em oxigénio dissolvido. Essa diminuição do teor de oxigénio dissolvido afeta negativamente o ecossistema e a biodiversidade do meio aquático.
- A avaliação da qualidade dos habitats aquático e Ribeirinho, avaliados através do índice de Qualidade dos Ecossistemas Ribeirinhos (QBR) e do índice do Grau de Qualidade do Canal (GQC) permitiu identificar os locais F6 e F7 na proximidade como sendo aqueles que mais impactados estão.
- As comunidades de macroinvertebrados comprovaram ser ótimos bioindicadores da qualidade ambiental, tendo demonstrado sensibilidade a fenómenos de perturbação identificados. Tal perturbação elimina grupos faunísticos típicos de ecossistemas com boa integridade ecológica, como os

insetos pertencentes às famílias Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera. Persistem no meio e com abundâncias expressivas de taxa euribiontes pertencentes aos Diptera, Oligochaeta, Hirudinea, Heteroptera e Mollusca, que estão normalmente associados à perturbação de rios.

- Através do Índice de Shannon-Weaner ( $H'$ ) e da equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) registou-se uma acentuada redução da biodiversidade da cabeceira do rio para os troços a jusante de Bragança. A avaliação biológica realizada através do índice biótico unimétrico (IBMWP) apenas nos dá a indicação de água moderadamente poluída (Classe III) nos pontos F7 e F8, com exceção da Barragem da Castanheira apresentando água muito poluída (Classe IV). No entanto, o índice biótico multimétrico ( $IPtI_n$ ) permitiu aferir com maior sensibilidade a existência de locais associados a uma classificação medíocre nos principais pontos de perturbação (F2, F7, F8 e F9).
- A classificação trófica permitiu complementar a análise do *status* ecológico, nomeadamente ao nível do funcionamento energético do ecossistema. Os parâmetros ambientais e a disponibilidade dos recursos alimentares refletem a presença e abundância dos vários grupos tróficos. Desta forma, foi detetado um maior número de detritívoros a montante de Bragança, indicando a boa integridade ecológica da água. Apesar de ter sido detetada a presença de coletores filtradores, a dominância dos coletores de depósito foi expressiva quer em termos espaciais quer em termos temporais. Tal facto indicia a presença de grandes quantidades de material orgânico depositado no leito do curso de água. A presença de fitófagos foi detetada em maior quantidade na Barragem da Castanheira, um ambiente lântico adequado ao crescimento de produtores primários. Finalmente a proporção de predadores e parasitas e em especial o balanço predador/presa são também indicadores do grau de qualidade do ecossistema, como pôde ser registado através dos desequilíbrios encontrados nos locais situados a jusante de Bragança.

Finalmente deve assinalar-se a necessidade de implementar medidas de reabilitação dos troços degradados, melhorar a eficiência da ETAR de Bragança e desenvolver ações de monitorização de modo a detetar e minimizar todos os impactos negativos que contribuam para a degradação da qualidade físico-química da água, dos habitats aquáticos e ribeirinhos e especialmente do biota. Nessa medida, será fundamental no futuro preservar e conservar os rios urbanos que tenham boa integridade ecológica. Face à pressão humana a que estão sujeitos os rios urbanos, será extremamente importante estabelecer programas de sensibilização e educação ambiental, de modo a que as populações locais participem ativamente na conservação dos ecossistemas aquáticos.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- ALBA-TERCEDOR J. 2000. *BMWP', Un Adattamento Spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System*. *Biologia Ambientale*, 14: 65 - 67.
- ALBA-TERCEDOR, J. & SANCHEZ-ORTEGA, A. 1988. *Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell*. Facultad de Ciências. Universidad de Granada, España.
- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. *Macroinvertebrados Acuáticos y Calidad de las Aguas de los Ríos*. IV Simposio del Agua en Andalucía. Vol. II, 203 – 213, Almería.
- ARMITAGE, P.D. 1996. *Prediction of biological responses*. In: PETTS, G.E.; CALLOW, D. (Ed.). *River biota: diversity and dynamics*. London: Blackwell Science, 231-252.
- BARBOUR M.T.; STRIBLING, J.B.; KARR, J.R. 1995. *Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition*. In: DAVIS, W. S.; SIMON, T. P. (Ed.). *Biological assesment and criteria: tools for water resource planning and decision-making*. Boca Raton: CRC Press, 63-77.
- CLARO, A.M. 2010. *Estudo das populações de mexilhão-de-rio (Margaritifera margaritifera L.): Análise da qualidade ecológica de rios da bacia hidrográfica do rio Tua (NE Portugal)*. Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária de Bragança.
- CORTES, R.; PINTO, P.; FERREIRA, M. T.; MOREIRA, I. 2002. *Qualidade biológica dos ecossistemas fluviais*. MOREIRA, I., FERREIRA, M.T., CORTES, R.M.V., PINTO, P. & ALMEIDA, P.R. (EDITORES). *Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos*. Instituto da Água, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa.
- CORTES, R.; TEXEIRA, A.; CRESPI, A.; OLIVEIRA, S.V.; VAREJÃO, E.; PEREIRA, A. 1999. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Cávado*. 1ª Fase, Análise e Diagnóstico da Situação de Referência, Diagnóstico Preliminar, 1º Vol, Ministério do Ambiente.
- CUMMINS, K.W. *Invertebrates*. In: PETTS, G. ; CALLOW, P. (Ed.). 1996. *River biota - Diversity and dynamics*. London: Blackwell, 75-91.

- CUMMINS, K.W.; KLUG, M.J. 1979. *Feeding ecology of stream invertebrates*. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 10, 147-172.
- CUMMINS, K.W.; MINSHALL, G.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E.; PETERSEN, R. C. 1984. *Stream ecosystem theory*. Verhandelingen der Internationale Vereinigte Limnologie, v. 22, 1818-1827.
- DIRETIVA 2000/60/CE DO PARLAMENTO EUROPEU e do CONSELHO, 23 de Outubro de 2000.
- FERNANDES, L. 2002. *Recursos hídricos e impactos antrópicos na bacia do rio Fervença*. 6º Congresso da Água. Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Bragança.
- GARCIA DE JALÓN, D. & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. 1986. *Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas*. Aplicación a la cuenca del Duero. ICONA. Monografías nº 45. Madrid. 244.
- ILARRI, M.I. 2012. *Associated macrozoobenthos with the invasive Asian clam *Corbicula fluminea**. Journal of Sea Research, 72, 113–120. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1385110111001389> [Accessed April 04, 2013].
- INAG, 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, do 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., Lisboa, Portugal.
- KIKUCHI, R.M. 1996. *Composição e distribuição das comunidades animais em um curso de água corrente (Córrego Itaúna, Itatinga – SP)*. Dissertação de Mestrado – UNESP - Botucatu, SP, 134.

- MENDES, B. & OLIVEIRA, J.F.S. 2004. *Qualidade da água para consumo humano*. Lidel, Edições Técnicas, Lda, Lisboa.
- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. 1978. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall-Hunt, Dubuque. Iowa. USA.
- MERRITT, R.W., CUMMINS, K.W. (Eds.). 1996. *An introduction to the Aquatic Insects of North America, third ed.* Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. In CAMARGO, J.A.; ALONSO, A.; PUENTE, M. 2005. *Eutrophication downstream from small reservoirs in mountain rivers of Central Spain*. Water Research 39, 3376-3384.
- MUNNE, A.; SOLA, C.; PRAT, N. 1998. *Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera*. Tecnología del Agua: artículos técnicos 175: 20-37.
- NAVAS-PEREIRA, D.; HENRIQUE, R.M. 1996. *Aplicação de índices biológicos numéricos na avaliação da qualidade ambiental*. Revista Brasileira de Biologia, v. 56, n. 2, 441-450.
- NOGUEIRA, M.S.R. 2011. *Impactos Ambientais em Ecossistemas Lóticos do Norte de Portugal. Estudo da Bio-Ecologia e Fisiologia de Anodonta anatina (L.) (Bivalvia, Unionidae)*. Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- OLIVEIRA, S. 2006. *Avaliação da Integridade Ecológica em Ecossistemas Aquáticos*. Tese de Doutoramento. UTAD.
- PETTS, G.; CALOW, P. 1996. *River biota - Diversity and dynamics*. London: Blackwell, . 257.
- RAMOS, P.I.A. 2011. *Estudo das Populações de Bivalves (Unionidae) nos Rios do Norte de Portugal: Importância da Qualidade Ambiental na Conservação de Espécies Ameaçadas*. Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- RODRIGUES, E.; JUSTINO, A.; SANTANA, V. 2001. *Gestão e Ambiente: a Água e a Indústria*. Editora Pergaminho, Lda, Cascais.

- SHORTLE, J.S.; ABLER, D.G.; RIBAUDO, M. 2001. *Agriculture and water quality: the issues. In: Environmental policies for agricultural pollution control.* London:CABI Publishing, 1-18.
- SILVA, L.R. 2010. *Avaliação da qualidade ecológica de cursos de água da bacia hidrográfica do rio Sabor (Bacia do Douro).* Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária de Bragança
- SILVEIRA, M. 2004. *Aplicação do biomonitoramento para a avaliação da qualidade da água em rios.* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Juguariúna.
- 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., BOURNARD M. & USSEGLIO-POLATERA P. 2010. *Invertébrés d'eaux douces. Systématique, biologie, écologie.* CNRS Éditions, Paris.
- TOWNSEND, C.R. 1989. *The patch dynamics of stream community ecology.* Journal of the North American Benthological Society, v. 8, 36-50.
- WETZEL, R.G. 1993. *Limnologia.* Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- WILLIAMS, D.D.; HYNES, B.N. 1976. *The recolonization mechanisms of stream benthos.* Oikos, v. 27, 265-277.

## **6. ANEXOS**

**Anexo I – Riqueza taxonómica presente na bacia do rio Ferverença**

ORDEM	FAMÍLIA	GÉNERO/OUTROS	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	Total
PLECOPTERA	LEUCTRIDAE	Leuctra	543	0	103	51	15	2	0	0	0	714
	NEMOURIDAE	Nemoura	10	0	19	12	1	0	0	1	0	43
	NEMOURIDAE	Protonemura	79	0	11	11	1	2	0	0	0	104
	CAPNIIDAE	Capnioneura	45	0	4	0	1	0	0	0	0	50
	TAENIOPTERYGIDAE	Brachyptera	2	0	5	0	0	0	0	0	0	7
	PERLIDAE	Perla	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	PERLODIDAE	Isoperla	133	1	156	111	35	22	0	0	1	459
CHLOROPERLIDAE	Siphonoperla	57	0	49	5	0	0	0	0	0	111	
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	Baetis	430	215	408	482	536	64	969	383	434	3921
	BAETIDAE	Cloeon	0	0	0	2	2	1589	0	9	0	1602
	LEPTOPHLEBIIDAE	Habrophlebia	32	6	14	39	21	5	0	1	2	120
	LEPTOPHLEBIIDAE	Calliarcys	143	0	188	68	0	23	0	0	0	422
	LEPTOPHLEBIIDAE	Thraulius	0	6	2	1	1	9	0	0	0	19
	EPHEMERELIIDAE	Ephemerella	68	0	83	53	129	13	4	15	7	372
	HEPTAGENIIDAE	Ecdyonurus	232	20	167	80	37	10	0	2	0	548
	HEPTAGENIIDAE	Epeorus	96	0	155	3	1	0	0	0	0	255
	EPHEMERIDAE	Ephemera	9	1	0	7	0	20	2	68	1	108
	CAENIDAE	Caenis	0	25	3	26	41	72	52	33	92	344
SIPHONURIDAE	Siphonurus	280	12	708	311	53	74	41	168	215	1862	
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	Polycentropus	77	0	64	10	4	2	0	0	0	157
	POLYCENTROPODIDAE	Plectrocnemia	39	0	1	0	0	0	0	0	0	40
	PSYCHOMYIIDAE	Tinodes	0	0	1	10	1	0	0	0	0	12
	UENOIDAE	Thremma	11	0	1	2	0	0	0	0	0	14
	SERICOSTOMATIDAE	Sericostomatidae	38	0	34	0	0	0	0	0	0	72
	HYDROPSYCHIDAE	Hydropsyche	266	0	141	173	129	2	9	178	715	1613
	HYDROPSYCHIDAE	Cheumatopsyche	9	0	0	0	4	0	0	0	0	13

	RHYACOPHILIDAE	Rhyacophila	34	0	17	32	30	0	0	0	0	113
	BRACHYCENTRIDAE	Micrasema	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
	LEPIDOSTOMATIDAE	Lepidostoma	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	LIMNEPHILIDAE	Halesus	2	0	1	0	1	0	0	0	0	4
	LIMNEPHILIDAE	Allogamus	71	0	74	58	40	7	0	0	1	251
	LIMNEPHILIDAE	Chaetopteryx	0	0	3	0	4	0	0	0	0	7
	LIMNEPHILIDAE	Limnephilus	84	0	4	5	0	5	0	0	1	99
	LIMNEPHILIDAE	Anomalopterygella	1	0	4	1	0	0	0	0	0	6
	LEPTOCERIDAE	Athripsodes	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3
	LEPTOCERIDAE	Mystacides	2	0	2	0	0	0	0	0	0	4
	LEPTOCERIDAE	Triaenodes	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	GLOSSOSOMATIDAE	Agapetus	0	0	16	0	0	0	0	0	0	16
	GLOSSOSOMATIDAE	Catagapetus	32	0	25	22	0	11	0	0	0	90
	CALAMOCERATIDAE	Calamoceras	5	0	0	0	0	3	0	0	1	9
	HYDROPTILIDAE	Oxyethira	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	PHILOPOTAMIDAE	Wormaldia	129	0	26	37	0	0	0	0	0	192
	PHILOPOTAMIDAE	Philopotamus	13	0	6	15	0	0	0	0	0	34
DIPTERA	PSYCHODIDAE	Psychodidae	1	0	0	0	0	1	11	18	12	43
	CHIRONOMIDAE	Diamesinae	0	1	16	0	0	1	1	12	0	31
	CHIRONOMIDAE	Chironomini	185	500	361	91	675	66	882	389	359	3508
	CHIRONOMIDAE	Tanytarsini	129	86	216	158	4453	6	856	262	571	6737
	CHIRONOMIDAE	Orthocladiinae	468	713	276	240	1042	84	229	252	262	3566
	CHIRONOMIDAE	Tanypodinae	103	23	112	52	28	45	366	421	396	1546
	CHIRONOMIDAE	Chironomus thumni	116	0	0	0	71	147	967	806	457	2564
	TABANIDAE	Tabanus	6	0	2	1	4	9	1	1	3	27
	DIXIDAE	Dixa	6	0	0	1	2	0	0	0	0	9
	LIMONIIDAE	Dicranota	2	0	18	5	2	4	1	0	0	32
	LIMONIIDAE	Antocha	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	CERATOPOGONIDAE	Ceratopogonidae	6	4	0	0	11	0	0	0	5	26

	TIPULIDAE	Tipula	26	0	10	7	2	11	0	0	0	56	
	DOLICHOPODIDAE	Dolichopodidae	9	1	3	4	2	3	0	0	0	22	
	ATHERICIDAE	Atherix	474	0	46	37	6	4	0	0	0	567	
	ATHERICIDAE	Athricops	0	0	2	7	2	1	0	0	0	12	
	RHAGIONIDAE	Rhagionidae	70	1	3	1	0	10	0	0	0	85	
	SIMULIIDAE	Simuliidae	169	0	78	141	300	0	9102	1980	1593	13363	
	CULICIDAE	Culicidae	0	34	1	2	0	28	50	55	57	227	
	ANTHOMYIIDAE	Anthomyiidae	0	0	0	1	10	1	0	1	1	14	
	THAUMALEIDAE	Thaumaleidae	2	1	1	1	0	0	1	0	0	6	
	EMPIDIDAE	Empididae	7	0	3	2	3	2	0	3	0	20	
	SYRPHIDAE	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	9	13	9	31	
COLEOPTERA	DYTISCIDAE	Agabus	11	6	6	3	5	25	8	6	15	85	
	DYTISCIDAE	Deronectes	10	5	0	1	0	2	0	1	2	21	
	DYTISCIDAE	Dytiscus	0	3	7	2	0	13	1	4	2	32	
	DYTISCIDAE	Potamonectes	1	0	0	9	0	0	0	0	0	10	
	DYTISCIDAE	Laccornis	0	0	2	0	0	32	0	0	0	34	
	DYTISCIDAE	Platambus	1	0	0	0	0	2	0	0	0	3	
	DYTISCIDAE	Hydroporus	3	0	0	0	0	2	0	0	0	5	
	DYTISCIDAE	Graptodytes	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	
	DRYOPIDAE	Dryops	10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	12
	HELODIDAE	Helodes	19	0	2	0	0	0	0	0	0	1	22
	ELMIDAE	Oulimnius	5	0	17	7	2	10	1	2	4	48	
	ELMIDAE	Limnius	1	0	24	1	1	6	0	0	1	34	
	ELMIDAE	Elmis	3	0	0	2	0	1	0	0	0	6	
	ELMIDAE	Stenelmis	0	0	0	6	0	2	0	0	0	8	
	HYDRAENIDAE	Hydraena	132	0	2	0	1	3	0	0	0	1	139
	GYRINIDAE	Orectochillus	0	1	2	3	0	17	0	0	0	0	23
	GYRINIDAE	Gyrinus	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	6
	HYDROPHILIDAE	Anacaena	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	36

	HALIPLIDAE	Peltodytes	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	HELOPHORIDAE	Helophorus	9	0	0	1	0	5	0	0	0	15
MEGALOPTERA	SIALIDAE	Sialis	52	1	18	10	0	3	0	0	0	84
HETEROPTERA	GERRIDAE	Gerris	7	16	45	34	13	21	1	9	18	164
	CORIXIDAE	Corixa	2	0	11	1	0	2	0	0	3	19
	CORIXIDAE	Micronecta	4	1755	0	1	0	165	0	5	0	1930
	NEPIDAE	Nepa	0	1	3	0	0	0	0	0	1	5
	NOTONECTIDAE	Notonecta	0	0	8	0	0	2	0	2	0	12
	VELIIDAE	Velia	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	MESOVELIIDAE	Mesovelia	2	0	0	0	0	1	0	0	0	3
ODONATA	GOMPHIDAE	Onychogomphus	1	5	6	0	2	6	0	4	2	26
	CALOPTERIGYDAE	Calopteryx	1	1	3	4	5	8	0	2	3	27
	AESCHNIDAE	Boyeria	0	0	1	6	9	3	0	0	1	20
	AESCHNIDAE	Aeschna	0	0	0	0	0	1	0	3	0	4
	CORDULEGASTERIDAE	Cordulegaster	20	0	1	0	3	1	0	0	16	41
	COENAGRIONIDAE	Coenagrion	0	1	0	0	0	9	0	4	6	20
	COENAGRIONIDAE	Phyrrosoma	0	0	0	0	0	26	0	0	2	28
	LIBELULLIDAE	Sympetrum	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3
OLIGOCHAETA	LUMBRICULIDAE	Lumbriculidae	215	17	54	94	211	92	1049	317	529	2578
	LUMBRICIDAE	Lumbricidae	19	1	15	3	55	7	10	8	4	122
	NAIDIDAE	Naididae	0	19	14	54	24	24	42	19	59	255
	NAIDIDAE	Stylaria	0	0	0	0	4	5	12	8	78	107
	TUBIFICIDAE	Tubificidae	0	0	0	0	56	0	1364	855	717	2992
HIRUDINEA	ERPOBDELLIDAE	Erpobdella	37	0	21	30	354	33	1815	677	884	3851
	GLOSSIPHONIIDAE	Helobdella	0	0	0	0	49	3	492	320	293	1157
	GLOSSIPHONIIDAE	Batracobdella	2	0	0	1	2	1	30	6	8	50
	GLOSSIPHONIIDAE	Glossiphonia	9	0	4	7	4	1	44	13	18	100
	HIRUDIDAE	Haemopsis	0	0	0	0	2	0	16	21	9	48
MOLLUSCA	PHYSIDAE	Physidae	0	0	18	26	48	581	20	98	122	913

	ANCYLIDAE	Ancylus	43	0	61	148	81	8	73	71	200	685
	PLANORBIDAE	Planorbidae	0	0	6	25	4	27	4	21	38	125
	LYMNAEIDAE	Lymnaeidae	41	0	2	49	9	231	3	61	75	471
	HYDROBIIDAE	Potamopyrgus	1	0	2	11	82	229	12	1	0	338
	SPHAERIIDAE	Pisidium	94	0	107	32	14	37	0	0	8	292
	SPHAERIIDAE	Sphaerium	6	0	18	4	0	0	0	0	4	32
	UNIONIDAE	Unio	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
CRUSTACEA	CAMBARIDAE	Pacifastacus	0	0	0	0	20	37	4	0	0	61
ACARI	HIDRACARINA	Hidracarina	85	0	1	18	1	39	0	0	4	148
TRICLADIDA	PLANARIIDAE	Polycelis	309	0	2	5	0	0	0	0	0	316
	DUGESIIDAE	Dugesia	207	0	3	0	0	0	0	0	4	214
<b>Total</b>			<b>6134</b>	<b>3485</b>	<b>4135</b>	<b>2978</b>	<b>8762</b>	<b>4122</b>	<b>18555</b>	<b>7610</b>	<b>8332</b>	<b>64113</b>

## Anexo II - Valores de referência do Índice Português de Invertebrados

### Anexo II A - 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

Anexo II B - Mediana dos valores de referência e fronteiras para os diferentes tipos de rios de Portugal Continental

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

**Anexo III** - Classificação geral das principais categorias tróficas dos macroinvertebrados aquáticos. (Adaptado por Cummins & Merritt, 1978 e Garcia de Jálón & González del Tánago, 1986)

DETRITÍVOROS	FITÓFAGOS	PREDADORES E PARASITAS	COLECTORES DE DEPÓSITO	COLECTORES FILTRADORES
<b>PLECOPTERA</b> <i>Nemouridae</i> <i>Leuctridae</i> <i>Capniidae</i> <i>Taeniopterygidae</i> <i>Taeniopteryx</i>	<b>MOLLUSCA</b> <i>Gastropoda</i>	<b>ANNELIDA</b> <i>Hirudinea</i>	<b>ANNELIDA</b> <i>Oligochaeta</i>	<b>TRICHOPTERA</b> <i>Philopotamidae</i> <i>Hydropsychidae</i> <i>Brachycentridae</i> <i>Brachycentrus</i> <i>Polycentropodidae</i> <i>Polycentropus</i> <i>Ecnomidae</i>
<b>TRICHOPTERA</b> <i>Lepidostomatidae</i> <i>Limnephilidae</i> <i>Limnephilidae</i> <i>Sericostomatidae</i> <i>Odontoceridae</i> <i>Leptoceridae</i> <i>Calamoceratidae</i> <i>Brachycentridae</i> <i>Micrasema</i>	<b>HETEROPTERA</b> <i>Corixidae</i>	<b>PLATHELMINTHES</b> <i>Tricladida</i>	<b>CRUSTACEA</b> <i>Asellidae</i>	<b>DIPTERA</b> <i>Simuliidae</i> <i>Culicidae</i>
<b>COLEOPTERA</b> <i>Helophoridae</i> <i>Hydrochidae</i> <i>Dryopidae</i> <i>Chrysomelidae</i> <i>Haliplidae</i> <i>Hygrobidae</i>	<b>TRICHOPTERA</b> <i>Glossosomatida</i> <i>Hydroptilidae</i> <i>Limnephilidae</i> <i>Drusinae</i> <i>Thremmatidae</i> <i>Goeridae</i> <i>Helicopsychidae</i>	<b>ACARI (Hidracarina)</b> <b>ODONATA</b> <b>HETEROPTERA</b> <b>MEGALOPTERA</b> <b>PLANIPENNIA</b> <b>PLEUCOPTERA</b> <i>Perlidae</i> <i>Perlodidae</i> <i>Chloroperlidae</i>	<b>EPHEMEROPTERA</b> <i>Siphonuridae</i> <i>Baetidae</i> <i>Heptageniidae</i> <i>Ephemerellidae</i> <i>Caenidae</i> <i>Leptophebiidae</i> <i>Ephemeridae</i> <i>Prosopistomatidae</i> <i>Polymitarcidae</i>	<b>MOLLUSCA</b> <i>Bivalvia</i>
<b>LEPIDOPTERA</b>	<b>COLEOPTERA</b> <i>Limnebiidae</i> <i>Hydraenidae</i> <i>Elmidae</i> <i>Hydroscaphidae</i> <i>Dryopidae</i> <i>Hidrophilidae</i> <i>Laccobius</i> <i>Helodidae</i>	<b>TRICHOPTERA</b> <i>Rhyacophilidae</i>	<b>COLEOPTERA</b> <i>Hydrophilidae</i> <i>Sphaeridiidae</i> <i>Noteridae</i>	<b>EPHEMEROPTERA</b> <i>Oligoneuriidae</i>
<b>DIPTERA</b> <i>Tipulidae</i> <i>Limoniidae</i> <i>Hexatoma</i>	<b>DIPTERA</b> <i>Blephariceridae</i>	<b>DIPTERA</b> <i>Ceratopogonidae</i> <i>Anthomyidae</i> <i>Athericidae</i> <i>Dolichopodidae</i> <i>Empididae</i> <i>Muscidae</i> <i>Chironomidae</i> <i>Tanypodinae</i> <i>Limoniidae</i> <i>Dicranota</i> <i>Tabanidae</i> <i>Tabanus</i>	<b>TRICHOPTERA</b> <i>Beraeidae</i> <i>Psychomyidae</i> <i>Polycentropodidae</i> <i>Plectrocnemia</i>	
<b>CRUSTACEA</b> <i>Atyidae</i>	<b>PLECOPTERA</b> <i>Taeniopterygidae</i> <i>Brachyptera</i>	<b>COLEOPTERA</b> <i>Gyrinidae</i> <i>Dytiscidae</i> <i>Hydrophilidae</i> <i>Limnebiidae</i> <i>Sphaeridiidae</i>	<b>DIPTERA</b> <i>Psychodidae</i> <i>Dixidae</i> <i>Chironomidae</i> <i>Diamesinae</i> <i>Orthocladiinae</i> <i>Chironominae</i> <i>Corynoneurinae</i> <i>Syrphidae</i> <i>Limoniidae</i> <i>Antocha</i> <i>Ephydriidae</i> <i>Stratiomyiidae</i> <i>Tabanidae</i> <i>Chrysops</i>	

## Anexo IV - Índice IBMWP

Anexo IV A - Pontuações atribuídas às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para obtenção do IBMWP (adaptado de Alba-Tercedor & Sanchez ortega, 1988)

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 Pt: 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 B - Tabela do Índice IBMWP e a respetiva pontuação

<b>HETEROPTERA</b>	Pont.
Gerridae	3
Corixidae	3
Nepidae	3
Notonectidae	3
Veliidae	3
Mesoveliidae	3

<b>ODONATA</b>	
Gomphidae	8
Calopterygidae	8
Aeschnidae	8
Cordulegasteridae	8
Coenagrionidae	6
Libellulidae	8

<b>OLIGOCHAETA</b>	
Lumbriculidae	1
Lumbricidae	1
Naididae	1
Tubificidae	1

<b>TRICHOPTERA</b>	
Polycentropodidae	7
Psychomyiidae	8
Uenoidae	10
Sericostomatidae	10
Hydropsychidae	5
Rhyacophilidae	7
Brachycentridae	10
Lepidostomatidae	10
Limnephilidae	7
Leptoceridae	10
Glossosomatidae	10
Calamoceratidae	10
Hydroptilidae	6
Philopotamidae	8

<b>MOLLUSCA</b>	Pont.
Physidae	3
Ancylidae	6
Planorbidae	3
Lymnaeidae	3
Hydrobiidae	3
Sphaeriidae	3
Unionidae	6

<b>ACARI</b>	
Hidracarina	4

<b>TRICLADIDA</b>	
Planariidae	5
Dugesidae	5

<b>PLECOPTERA</b>	
Leuctridae	10
Nemouridae	7
Capniidae	10
Taeniopterygidae	10
Perlidae	10
Perlodidae	10
Chloroperlidae	10

<b>EPHEMEROPTERA</b>	
Baetidae	4
Leptophlebiidae	10
Ephemereliidae	7
Heptageniidae	10
Ephemeridae	10
Caenidae	4
Siphonuridae	10

<b>MEGALOPTERA</b>	
Sialidae	4

<b>DIPTERA</b>	Pont.
Psychodidae	4
Chironomidae	2
Tabanidae	4
Dixidae	4
Limoniidae	4
Ceratopogonidae	4
Tipulidae	5
Dolichopodidae	4
Athericidae	10
Rhagionidae	4
Simuliidae	5
Culicidae	2
Anthomyiidae	4
Thaumaleidae	2
Empididae	4
Syrphidae	1

<b>COLEOPTERA</b>	
Dytiscidae	3
Dryopidae	5
Helodidae	3
Elmidae	5
Hydraenidae	5
Gyrinidae	3
Hydrophilidae	3
Haliplidae	4
Helophoridae	5

<b>HIRUDINEA</b>	
Erpobdellidae	3
Glossiphoniidae	3
Hirudidae	3

**Anexo V** - Número de indivíduos por Ordens nos diferentes locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Ferverença, ano de 2012

**Quadro 10. Número de indivíduos por Ordens nos diferentes locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Ferverença, ano de 2012.**

	PLECOPTERA	EPHEMEROPTERA	TRICHOPTERA	DIPTERA	COLEOPTERA	MEGALOPTERA	HETEROPTERA
F1	874	1290	821	1785	205	52	17
F2	1	285	0	1364	15	1	1772
F3	347	1728	426	1148	62	18	67
F4	190	1072	366	751	36	10	36
F5	53	821	213	6613	10	0	13
F6	26	1879	30	423	161	3	191
F7	0	1068	9	12476	10	0	1
F8	1	679	178	4213	14	0	16
F9	1	751	718	3725	29	0	22

**Quadro 11. Número de indivíduos por Ordens nos diferentes locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Ferverença, ano de 2012 (continuação).**

	ODONATA	OLIGOCHAETA	HIRUDINEA	MOLLUSCA	CRUSTACEA	ACARI	TRICLADIDA
F1	22	234	48	185	0	85	516
F2	7	37	0	3	0	0	0
F3	11	83	25	214	0	1	5
F4	10	151	38	295	0	18	5
F5	19	350	411	238	20	2	0
F6	54	128	38	1113	37	38	0
F7	1	2477	2397	112	4	0	0
F8	13	1207	1037	252	0	0	0
F9	32	1387	1212	447	0	4	4