



ipb

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior Agrária

Contribuição para a avaliação da integridade ecológica do rio Sabor (Bacia do Douro, NE Portugal)

Ana Carina Sousa Portela

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança
para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia Ambiental

Orientadores: Professor Doutor Amílcar António Teiga Teixeira (ESA-IPB)
Professora Doutora Simone da Graça Pinto Varandas (UTAD)

BRAGANÇA
NOVEMBRO 2014

AGRADECIMENTOS

Após esta dissertação estar concluída, queria deixar um enorme agradecimento a todas as pessoas que me ajudaram na realização deste trabalho, quer de forma direta ou indireta.

Primeiramente, ao meu orientador, Professor Doutor Amílcar Teixeira, pela disponibilidade, pelo grande apoio, pelos ensinamentos prestados durante a realização da dissertação e principalmente pela paciência e enorme ajuda, nunca desistindo de me motivar para que esta dissertação fosse possível. Um muito OBRIGADO!

À coorientadora, Professora Doutora Simone Varandas, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, pela disponibilidade, colaboração e ajuda no tratamento de dados e conhecimentos transmitidos.

Aos meus Pais, o meu mais profundo agradecimento pelo enorme apoio e dedicação, pois sem vocês eu não era a pessoa que sou hoje e era impossível realizar mais uma etapa da minha vida sem vocês, OBRIGADO!

Ao meu irmão Rui Pedro, pelo apoio enorme e paciência, agradeço-te, sabes do que falo! E de igual modo à minha querida avó, Micas, que a ti te dedico esta tese por todas as vezes que choraste pela minha ausência.

A toda a restante família, tios e primos, mas principalmente às minhas primas Goreti, Raquel, Ana Teresa e primo Manuel Barros, que foram pessoas essenciais e fundamentais durante todo este percurso, obrigado pela vossa motivação, pelo carinho, levantando-me sempre os ânimos com a vossa experiência e assim espero que continue.

A todos os amigos de Famalicão que tornam a minha vida mais agradável e que sem eles não teria força e coragem para chegar onde cheguei. Também a todos os amigos do percurso académico, o mesmo é para vocês, a todos um Muito Obrigado.

A todos os meus afilhados académicos.

Um especial agradecimento a ti, Joaquim Ferreira, pelo suporte que foste, durante todo este tempo, tornando tudo sempre positivo, OBRIGADO!!

RESUMO

No rio Sabor, afluente do rio Douro, estão referenciados habitats singulares e espécies endémicas com elevado valor em termos de conservação. No entanto, a influência de fenómenos de perturbação, maioritariamente de origem antrópica, tem contribuído para a ocorrência de alterações nos ecossistemas aquáticos. O principal objetivo deste estudo consistiu na avaliação da integridade ecológica deste ecossistema aquático do Nordeste de Portugal quer em termos espaciais (rio Sabor e afluentes) quer temporais (análise evolutiva nos últimos 15 anos, considerando 3 períodos de amostragem: 1999, 2011 e 2014). Para tal, selecionaram-se 41 locais de amostragem, distribuídos pelo rio principal (Rio Sabor) e por diversos afluentes (Rios Maçais, Angueira, Onor, Igrejas, Azibo, Zacarias e ribeiras da Vale Moinhos, Vilariga) e, com o recurso a metodologias definidas nos protocolos da Diretiva Quadro da Água, foi feita uma caracterização das componentes abiótica e biótica. A análise integrada de vários parâmetros abióticos (qualidade da água e dos habitats aquáticos e ribeirinhos) e bióticos (comunidade de invertebrados) permitiu identificar uma melhor qualidade biológica (*i.e.* baseado em variáveis uni e multimétricas) nos cursos de água do Alto Sabor. No Médio e Baixo Sabor, os impactos antrópicos relacionados a poluição pontual e difusa, proveniente de aglomerados rurais e urbanos e da agropecuária, e da galeria ripícola (*e.g.* corte da vegetação ribeirinha), regularização de caudais (produção de energia hidroelétrica- Barragem do Baixo Sabor) e a presença de espécies exóticas invasoras têm contribuído para uma tendência de diminuição da integridade ecológica. Através da análise multivariada (NMDS) foi possível diferenciar entre os locais de referência e os degradados, baseadas nas matrizes de abundâncias dos locais para os 3 anos de análise (1999, 2011 e 2014). Com efeito foi obtida uma separação consistente em 5 grupos de locais de amostragem definidos como de cabeceira, pertencentes ao setor médio, ao setor final, troços regularizados e poluídos. Os grupos faunísticos Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera estão mais associados aos locais de referência enquanto os Heteroptera Diptera, Hirudinea e Crustacea pertencem aos locais mais perturbados. Paralelamente 15 de 24 atributos (métricas) testados mostraram ser suficientemente discriminativos entre locais perturbados e os locais de referência.

Palavras-chave: integridade ecológica, habitat, macroinvertebrados, qualidade da água

ABSTRACT

The River Sabor, a tributary of the Douro river, are known by the presence of natural habitats and endemic species with high value in terms of conservation. However, the influence of disturbance events, mostly of anthropogenic origin, has contributed to the occurrence of changes in aquatic ecosystems. The main objective of this study was to assess the ecological integrity of the aquatic ecosystem of Northeast Portugal, either in spatial (Sabor River and tributaries) and temporal terms (evolutionary analysis in the last 15 years, considering three sampling periods: 1999, 2011 and 2014). 41 sampling sites were selected distributed by the main river (Rio Sabor) and several tributaries (Rivers Mações, Angueira, Onor, Igrejas, Azibo, Zacarias and Vale Moinhos and Vilarica streams). Protocols defined by the Water Framework Directive were used to the characterization of abiotic and biotic components. The integrated analyses of various abiotic (water quality and aquatic and riparian habitats) and biotic (community of invertebrates) parameters allowed to identify a better biological quality (e.g. based on uni and multimetric variables) in water courses of the Upper Sabor. In the Middle and Lower Sabor, the anthropogenic impacts such as point and diffuse pollution from urban and rural settlements and agriculture, riparian clearcut, discharge regulation (production of hydroelectric energy – Big Dam of Lower Sabor) and the presence of invasive alien species have contributed to a decreasing ecological integrity trend. Multivariate analyses (NMDS) were used and differences between the reference and disturbed sites (considering 3 year analyses) detected. Indeed, a consistent separation was obtained in 5 groups of sampling sites defined as upper, middle and lower longitudinal sectors, and disturbed sectors influenced by regulation and pollution. Several faunal groups like Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera are more associated to reference sites while Heteroptera Diptera, Hirudinea and Crustacea belong to the most disturbed sites. 15 of 24 attributes (metrics) were tested and proved to have sufficiently discriminating power to distinguish between disturbed sites and the reference sites.

Keywords: ecological integrity, habitat, macroinvertebrates, water quality

Índice

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. Integridade Ecológica	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 Área de Estudo	12
2.2 Locais de Amostragem	12
2.3 Amostragem das componentes abiótica e biótica	14
2.3.1 Parâmetros físico-químicos da água	14
2.3.2 Qualidade do Habitat Aquático e Ribeirinho	14
2.3.3 Macroinvertebrados Bentônicos	15
2.3.4 Métricas	17
2.4 Tratamento estatístico dos dados	19
2.4.2. Análise de dados	37
2.4.2.1 Seleção dos locais de referência vs. perturbados	37
2.4.2.2. Identificação dos atributos que melhor discriminam locais de referência versus locais degradados	37
3. RESULTADOS	40
3.1 Qualidade Físico-Química da Água	40
3.2 Qualidade dos habitats aquáticos e ribeirinhos	43
3.3 Comunidades de macroinvertebrados	44
3.3.1 Índice de diversidade e equitabilidade	45
3.3.2 Composição Faunística	46
3.3.3 Índices IBMWP e IPT_{I_N}	47
3.4 Análise temporal	48
3.4.1 Seleção de locais de referência e perturbados	48
3.4.2 Seleção dos atributos	54
4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	59
5. BIBLIOGRAFIA	64
6. ANEXOS	70

Índice de Figuras

Figura 1: Integridade ecológica e os seus três elementos: integridade física, química e biológica	10
Figura 2: Representação esquemática das cinco principais classes de variáveis que afetam a integridade dos recursos aquáticos e que são comumente alterados pelas atividades humanas (adaptado de Karr & Chu, 2000).....	11
Figura 3: Mapa da bacia hidrográfica do rio Sabor e identificação dos locais amostrados.	13
Figura 4: Mensuração, in situ, de parâmetros físico-químicos da água.	14
Figura 5: Habitats aquáticos e ribeirinhos: A) Rio Sabor (Local Sa2); B) Rio Sabor (Local Sa10)	14
Figura 6: Amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos.....	16
Figura 7: Identificação das amostras de macroinvertebrados bentônicos.	17
Figura 8: Variação da Temperatura (°C)	40
Figura 9: Variação do Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L).....	40
Figura 10: Variação da Condutividade Elétrica (µS/cm)	41
Figura 11: Variação do pH	41
Figura 12: Variação dos sólidos dissolvidos totais (mg/L)	42
Figura 13: Variações de Azoto total e Fósforo total (mg/L).	42
Figura 14: Número de indivíduos em cada local de amostragem	45
Figura 15: Número de taxa presente em cada local de amostragem	45
Figura 16: Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (J').	46
Figura 17: Composição faunística das comunidades de macroinvertebrados em locais com diferentes graus de perturbação: 1) Local de referência- Sa2; 2) local de perturbação Fv4.	46
Figura 18: Ordenações NMDS dos locais de amostragem para os diferentes anos de amostragem: A) ano de 1999, B) ano de 2011, C) ano de 2014. As linhas curvas representam uma separação arbitrária dos locais de referência e perturbados.	49
Figura 19: Ordenações NMDS dos locais de amostragem para os diferentes anos de amostragem: D) matriz global integrando os 3 anos, e E) matriz global integrando os 3 anos mas apenas mostrando os locais de referência e perturbados. As linhas curvas representam uma separação arbitrária dos locais de referência e perturbados.	50

Figura 20: Ordenações NMDS dos locais de amostragem para os diferentes anos de amostragem procurando evidenciar diferentes grupos não só de degradação mas também em termos longitudinais. As linhas curvas representam separações arbitrárias dos diferentes grupos encontrados.	51
Figura 21: Análise discriminatória dos atributos selecionados entre os locais de referência e os locais perturbados. As boxplot mostram os valores da média (ponto central), o intervalo do primeiro ao terceiro quartil (caixa), valores mínimo e máximo (barras) e outliers (pontos).....	55
Figura 22: Análise discriminatória dos atributos selecionados entre os locais de referência e os locais perturbados. As boxplot mostram os valores da média (ponto central), o intervalo do primeiro ao terceiro quartil (caixa), valores mínimo e máximo (barras) e outliers (pontos).....	56
Figura 23: Análise discriminatória dos atributos selecionados entre os locais de referência e os locais perturbados. As boxplot mostram os valores da média (ponto central), o intervalo do primeiro ao terceiro quartil (caixa), valores mínimo e máximo (barras) e outliers (pontos).....	57
Figura 24: Análise discriminatória dos atributos selecionados entre os locais de referência e os locais perturbados. As boxplot mostram os valores da média (ponto central), o intervalo do primeiro ao terceiro quartil (caixa), valores mínimo e máximo (barras) e outliers (pontos).....	58

Índice de Tabelas:

Tabela 1: Classes de qualidade do canal fluvial – GQC (Cortes et al., 1999).....	15
Tabela 2: Classes de Qualidade dos Ecossistemas Ribeirinhos – QBR (Munné et al., 1998).....	15
Tabela 3: Classes de qualidade da água e seu significado (Alba-Tercedor & Sanchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor, 2000).....	18
Tabela 4: Definição de todos os potenciais atributos de macroinvertebrados bentônicos e direção prevista da sua resposta com o aumento da perturbação na bacia hidrográfica do Sabor. Os coeficientes de variação (CV) são baseados em valores de todos os locais de referência (1999, 2011 e 2014). CVs marcados com valores > 50% foram descartados. Variáveis com asterisco foram eliminadas por possuírem demasiados zeros.....	21
Tabela 5: Valores dos índices QBR e GQC dos locais amostrados na Bacia do Sabor 2014	43
Tabela 5: Valores dos índices QBR e GQC da Bacia do Sabor 2014 (continuação)	44
Tabela 6: Valores dos índices IBMWP e IPtIN na Bacia do Sabor 2014.....	47
Tabela 6: Valores dos índices IBMWP e IPtIN na Bacia do Sabor 2014 (continuação)	47
Tabela 7: Composição percentual da semelhança / dissemelhança média entre anos de amostragem (1999, 2011 e 2000) e locais de perturbação versus locais de referência na bacia do rio Sabor, através da análise SIMPER.....	52
Tabela 8: Contribuição média das Famílias principalmente responsáveis pelas semelhanças dentro dos grupos: a) em cada ano de amostragem e, b) e nos locais de referência e degradados.	53

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais importante na atualidade. Existe uma preocupação global relativamente à disponibilidade e uso havendo muitas preocupações por parte da população. Estas preocupações são facilmente perceptíveis no dia-a-dia, como por exemplo através de campanhas de sensibilização e consciencialização dirigidas a públicos-alvo e os cidadãos em geral.

Ao longo dos últimos anos têm sido desenvolvidas políticas para reforço da responsabilidade pública e potenciação do envolvimento da população no sentido de garantir com êxito a sustentabilidade do recurso ÁGUA. Todos estes factos são referidos por exemplo na Diretiva do Quadro da Água (DQA) (Diretiva 2000/60/CE), onde são estabelecidas, para os Estados Membros da União Europeia, ações de políticas relacionadas com a água e onde a participação pública se torna numa componente chave na gestão das bacias hidrográficas. Ao nível das águas superficiais, os objetivos prioritários da DQA consistem em atingir até ao ano de 2015, o Bom Estado Químico e Ecológico, com base na definição de medidas que passam por: 1) prevenção contra a deterioração do estado ecológico e químico; 2) proteção, melhoria e recuperação de todos os meios hídricos; 3) proteção e melhoria de todos os meios hídricos fortemente modificados e artificializados e 4) redução progressiva da poluição causada por substâncias prioritárias assim como eliminação das emissões e descargas de substâncias perigosas (INAG, 2009).

1.1. Integridade Ecológica

O termo “Integridade Ecológica” é frequentemente referido na monitorização de estudos de recursos aquático e muitas vezes usado como sinónimo de “condição ecológica” e “saúde dos rios”. Segundo Schofield e Davies (1996) a integridade ecológica é definida como a capacidade de um dado ecossistema aquático suportar e manter processos ecológicos-chave associados a uma comunidade de organismos comparável em termos de composição de espécies, diversidade e organização funcional com outros habitats naturais da mesma região.

A avaliação da integridade ecológica de sistemas aquáticos baseia-se na monitorização e deteção das alterações devidas a múltiplos impactos ambientais resultantes de atividades como a construção de barragens e comportas, a retificação e desvio do curso natural de rios, o lançamento de efluentes domésticos e industriais não

tratados, o desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundação, a exploração de recursos pesqueiros e a introdução de espécies exóticas (Goulart & Callisto, 2003). Como consequência destas atividades, tem-se observado uma queda da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas (Goulart & Callisto, 2003). No entanto, para Karr & Chu (1999), o objetivo deve ser sempre a proteção do ecossistema ou a restauração quando o ecossistema está degradado, tendo em conta o conhecimento e a avaliação em relação à condição física, química e biológica dos ecossistemas. A componente biológica assume vital importância, como referem para os quais na manutenção da integridade ecológica de uma reserva natural, paisagem e estrutura deve ser prestada uma atenção especial à composição de espécies presente.

A Integridade Ecológica é comumente usada como base fundamental da implementação de medidas de proteção dos recursos naturais. Têm sido propostos muitos estudos para a seleção de índices de integridade ecológica (Hargiss *et al.*, 2008; Zhai *et al.*, 2010; Reza e Abdullah, 2011). No entanto, esses índices foram aplicados a áreas muito específicas dos ecossistemas aquáticos ou terrestres. Um índice de integridade ecológica pode representar toda uma região e incluir diversas variáveis associadas, por exemplo, à paisagem, composição de espécies, estrutura do ecossistema (Andreasen *et al.*, 2001; Guo e Wang, 2005). Segundo Goulart & Callisto (2001) a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos engloba a integridade física, química e biológica, conforme referencia Barbour *et al.*, (2000) (Figura 1).

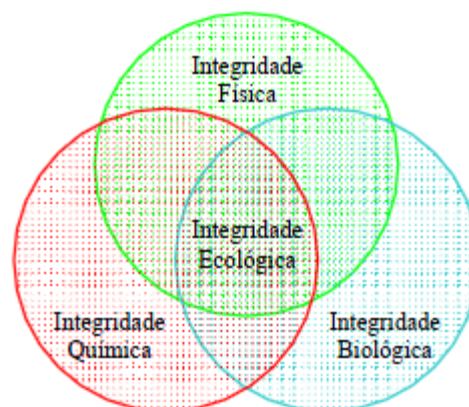


Figura 1: Integridade ecológica e os seus três elementos: integridade física, química e biológica

A avaliação preliminar de riscos da integridade ecológica deve ser realizada através da monitorização biológica dos ecossistemas em risco. Em função da grande diversidade de impactos ambientais sobre os ecossistemas aquáticos, o controle ambiental de riscos ecológicos deve envolver uma abordagem integrada, através da monitorização da qualidade física, química e biológica da água, bem como a avaliação da qualidade estrutural de habitats (Karr & Chu, 2000; Goulart & Callisto, 2003).

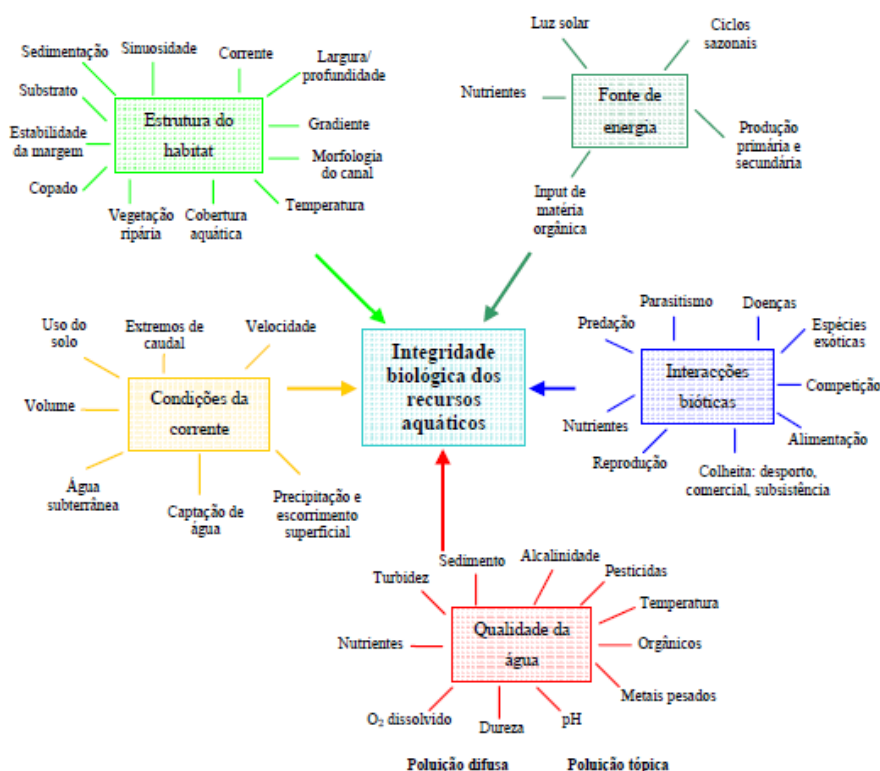


Figura 2: Representação esquemática das cinco principais classes de variáveis que afetam a integridade dos recursos aquáticos e que são comumente alterados pelas atividades humanas (adaptado de Karr & Chu, 2000).

A monitorização pode ser realizada através da aplicação de diferentes protocolos de avaliação, índices biológicos e multimétricos, tendo como base a utilização de bioindicadores de qualidade de água e habitat. Os principais métodos envolvidos abrangem o levantamento e avaliação de modificações na riqueza de espécies e índices de diversidade; abundância de organismos resistentes; perda de espécies sensíveis; medidas de produtividade primária e secundária; sensibilidade a concentrações de substâncias tóxicas (ensaios ecotoxicológicos), entre outros (Barbour *et al.*, 1999).

Os índices multimétricos são, atualmente, as ferramentas mais comuns de avaliação biológica da integridade ecológica de sistemas aquáticos. A abordagem através de parâmetros multimétricos está centrada na obtenção de várias informações de uma

comunidade biológica para posteriormente chegar a uma classificação geral relativamente ao grau de degradação e desvio para os estados naturais de referência. O desenvolvimento de índices multimétricos baseia-se numa comparação entre áreas que refletem as condições mais próximas do natural (locais de referência) e áreas impactadas (teste) (Oliveira *et al.*, 2008).

A utilização de macroinvertebrados bentónicos para o desenvolvimento de índices é atualmente comum, especialmente para a avaliação da integridade de rios (Barbour *et al.*, 1996; Klemm *et al.*, 2003; Böhmer *et al.*, 2004; Maya *et al.*, 2007). Entre eles merecem destaque o RIVPACS (River Invertebrate Prediction And Classification System – Wright, 1995), o AusRivas (Australian River Assessment Scheme, 1994), o BEAST (BEnthic Assessment of Sediment T – Reynoldson *et al.*, 1995; 2000; Reynoldson and Day, 1998), tendo atualmente grande aplicação o software, ASTERICS, através de AQEM (Desenvolvimento e teste de um programa de avaliação integrada da qualidade ecológica de rios e riachos na Europa usando macroinvertebrados bentónicos), que é um sistema de avaliação usado na Directiva-Quadro da Água da EU, fornecendo uma avaliação da qualidade ecológica dos rios europeus através dos macroinvertebrados bentónicos (www.aquem.de).

Este estudo pretendeu contribuir para avaliar a integridade ecológica de cursos de água, distribuídos ao longo da bacia hidrográfica do rio Sabor e principais afluentes, com base nas características abióticas (qualidade da água, habitat) e bióticas (comunidades de macroinvertebrados) mensuradas nos ecossistemas aquáticos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O Rio Sabor nasce em Espanha, *na Sierra de la Culebra*, na província de Zamora. Tem aproximadamente 120 km de extensão e atravessa diversos concelhos do distrito de Bragança, sujeito a uma diversidade de condições orográficas e climatéricas e de usos do solo (Agroconsultores & Coba, 1991).

2.2 Locais de Amostragem

Este estudo foi realizado na primavera/verão de 2014, tendo sido seleccionados 41 locais de amostragem distribuídos pela bacia hidrográfica do Rio Sabor (Figura 3).

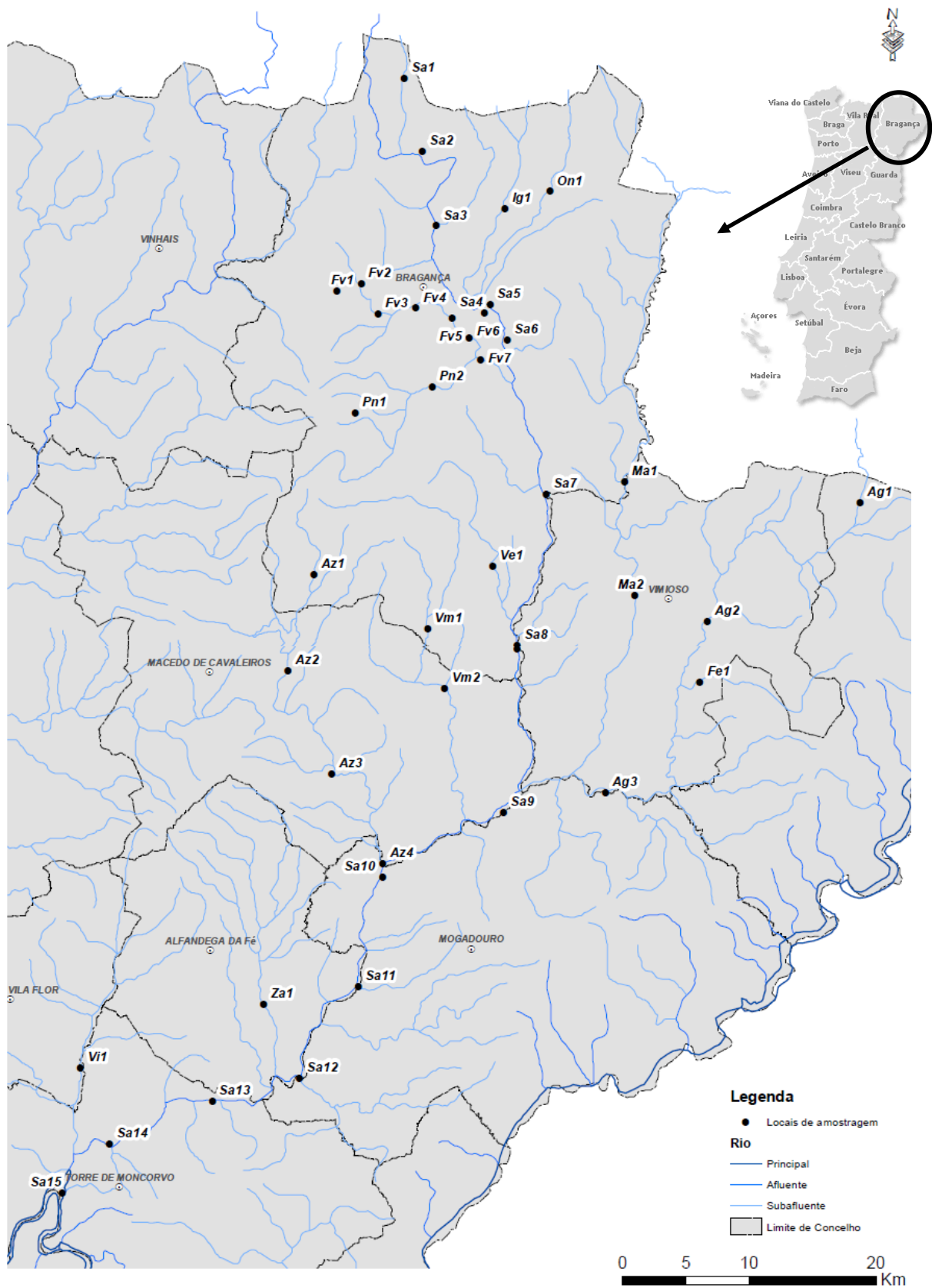


Figura 3: Mapa da bacia hidrográfica do rio Sabor e identificação dos locais amostrados.

2.3 Amostragem das componentes abiótica e biótica

2.3.1 Parâmetros físico-químicos da água

Foi feita uma avaliação sumária da qualidade físico-química da água, baseada na medição dos seguintes parâmetros: A) *in situ* 1) oxigénio dissolvido (mg O₂/L); 2) temperatura (°C); 3) sólidos dissolvidos totais (TDS, mg/L), 4) condutividade elétrica (μS/cm) 5) pH; B) no laboratório, a partir de amostras de água (1,5 L) transportadas em caixas térmicas (manutenção da temperatura de 4 °C) determinou-se a concentração de 1) Azoto Total e 2) Fósforo Total (Figura 4). Todos os processos de colheita e determinação foram realizados de acordo com APHA (2005). A interpretação dos resultados foi baseada no Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto.



Figura 4: Mensuração, *in situ*, de parâmetros físico-químicos da água.

2.3.2 Qualidade do Habitat Aquático e Ribeirinho

Na classificação da qualidade hidromorfológica fluvial e da zona ripária envolvente recorreu-se a dois índices da avaliação do habitat aquático e ribeirinho, ou seja, o **índice da Qualidade de Canal (GQC)** e o **índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho (QBR)**, adaptados para todos os rios da Península Ibérica (Anexo I) (Figura 5).



Figura 5: Habitats aquáticos e ribeirinhos: A) Rio Sabor (Local Sa2); B) Rio Sabor (Local Sa10)

1) Índice Qualidade de Canal (GQC) (Cortes *et al.*, 1999)

Efetua-se através de uma análise visual de diversas variáveis hidromorfológicas como a largura e profundidade do canal e o tipo de substrato (Tabela 1).

Tabela 1: Classes de qualidade do canal fluvial – GQC (Cortes *et al.*, 1999)

Amplitude	Classe	Significado em termos de qualidade
≥ 31	I	Canal sem alterações, estado natural
36 - 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) Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho (QBR) (Munné *et al.*, 1998)

Utilizam-se parâmetros relativos à cobertura ripária e ao grau de naturalidade do canal. Este índice avalia a qualidade do bosque ribeirinho (Tabela 2).

Tabela 2: Classes de Qualidade dos Ecossistemas Ribeirinhos – QBR (Munné *et al.*, 1998)

Amplitude	Classe	Significado em termos de qualidade
≥ 95	I	Cortina riparia sem alterações, estado natural
75 – 90	II	Cortina riparia 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

2.3.3 Macroinvertebrados Bentónicos

A amostragem das comunidades de macroinvertebrados bentónicos foi baseada nos protocolos estabelecidos para Portugal pelo Instituto da Água no âmbito do Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais, segundo a Diretiva do Quadro da Água (DQA), nomeadamente através do protocolo de amostragem e análise para os macroinvertebrados bentónicos.

Procedimento de Campo

A amostragem foi efetuada com uma rede de mão com malha de 500 μm , no sentido de jusante para a montante, removendo o sedimento com os pés, com o intuito de se recolherem os macroinvertebrados bentónicos, entretanto arrastados para dentro da rede pela corrente. A amostra foi preservada com formol (4%) e guardada em frascos plásticos de boca larga tendo sido devidamente identificados com o nome do local e data de amostragem (Figura 6).



Figura 6: Amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentónicos.

Procedimento Laboratorial

Triagem e Identificação

Num tabuleiro retangular de fundo branco foi colocado o material colhido após ser lavado num crivo de malha calibrada com 0,5mm de diâmetro. Esta lavagem foi efetuada com cuidado para evitar a deterioração dos organismos. Após a colocação no interior do tabuleiro de plástico foi necessário adicionar uma porção de água, para que fosse mais fácil a captura dos organismos. Esta análise deve ser efetuada cuidadosamente para que sejam retirados todos os exemplares com auxílio das pinças.

Os organismos recolhidos foram depositados em frascos pequenos devidamente identificados com álcool a 70%, mantendo-se assim conservados para a fase da identificação. A identificação dos invertebrados foi efetuada através de um microscópico estereoscópico Olympus SMZ10, com *zoom* de ampliação de 10-132x. Na identificação recorreu-se a chaves dicotómicas de macroinvertebrados (*e.g.* TACHET *et al.* 1981, *et al.*,2010). A identificação foi elaborada até ao nível taxonómico de família com exceção das Subclasses dos Oligochaeta e Acari (Figura 7).



Figura 7: Identificação das amostras de macroinvertebrados bentônicos.

2.3.4 Métricas

O cálculo de diferentes métricas ou atributos associados à comunidade de macroinvertebrados é uma metodologia muito usada em trabalhos de avaliação da qualidade biológica da água, uma vez que nos fornecem informações de modo inequívoco, reprodutível e traduzível, sendo também facilmente comparáveis.

- **Índice de Diversidade de Shannon-Wiener**

O índice de diversidade de Shannon-Wiener requer a contagem dos organismos por grupos, pelos limites práticos de identificação, pelo que é independente do tamanho da amostra (Fontoura, 1984).

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

em que:

p_i – n_i/N

n_i - número de indivíduos do grupo taxonómico i

N - número total de indivíduos

- **Índice de Equitabilidade de Pielou (Evenness)**

Este índice procura determinar o modo como o número de indivíduos da comunidade se distribui pelas espécies (famílias) que a constituem.

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

em que:

H' - índice de diversidade de Shannon-Wiener

S - número de grupos taxonómicos

\ln – logaritmo natural ou neperiano

- **%EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera)**

Este índice contabiliza os organismos pertencentes às ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, calculando-se a sua percentagem em relação ao tamanho da amostra.

$$\text{EPT} = \frac{\text{n}^\circ \text{ indivíduos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera)}}{\text{tamanho da amostra}} \times 100$$

O aumento da percentagem de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera é indicador de melhoria da qualidade biológica da água.

- **IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party)**

O Biological Monitoring Working Party (BMWP), criado no Reino Unido, deu origem ao IBMWP adaptado à Península Ibérica (Alba-Tercedor, 2000). Consiste num sistema de pontuação de famílias de macroinvertebrados com base na tolerância à poluição, estando as famílias distribuídas por 10 grupos diferentes, de acordo com a sua sensibilidade à poluição (quanto maior a pontuação de cada família, maior a sensibilidade à poluição) (Anexo II). No final somam-se as pontuações parciais para caracterizar a qualidade biológica da água de cada local de amostragem, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3: Classes de qualidade da água e seu significado (Alba-Tercedor & Sanchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor, 2000).

IBMWP (pontuação)	Classe	Significado em termos de qualidade da água
> 100	I	Água limpa ou não contaminada
61 – 99	II	Água ligeiramente contaminada
36 – 60	III	Água moderadamente contaminada
16 – 35	IV	Água muito contaminada
< 15	V	Água fortemente contaminada

- **Índice Português de Invertebrados do Norte- IP_{tIN}**

O IP_{tIN} , (INAG, 2009), recentemente desenvolvido e aplicado de acordo com a Diretiva Quadro da Água, integra diferentes métricas que aparecem combinadas na seguinte fórmula:

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

Em que:

Taxa: n° total de indivíduos

EPT: N° de famílias dos Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera;

Evenness: Índice de Pielou ou Equitabilidade

IASPT: ASPT Ibérico- IBMWP dividido pelo número de famílias presentes.

Log (Sel. ETD+1) - Log10 de (1 + soma das abundâncias de indivíduos pertencentes às famílias Heptageniidae, Ephemeridae, Brachycentridae, Goeridae, Odontoceridae, Limnephilidae, Polycentropodidae, Athericidae, Dixidae, Dolichopodidae, Empididae, Stratiomyidae).

No Anexo III, são apresentados os valores de referência para as diferentes tipologias de rios de Portugal Continental e os valores das fronteiras entre as classes de qualidade em RQE (INAG, 2009).

2.4 Tratamento estatístico dos dados

A aplicação da análise multivariada à ecologia das comunidades de organismos aquáticos permite a obtenção de resultados que confrontam simultaneamente a abundância de espécies presentes com múltiplas variáveis ambientais que as afetam (Teixeira, 1994).

2.4.1 Identificação de atributos dos macroinvertebrados

Para caracterizar e comparar as comunidades de macroinvertebrados bentónicos nos diferentes locais estudados foram selecionados e calculados 363 potenciais atributos destas comunidades biológicas. Assim, foram estabelecidos 3 conjuntos de atributos: **a) composição taxonómica** (identificação até ao nível da família e abundância relativa transformada pelo log (x + 1)); **b) métricas de estrutura e composição** (56 métricas: valores calculados utilizando o software ASTERICS, versão 3.3.1 (AQEM Assesment

System, Essen, Alemanha, <http://www.aqem.de>), e **c) traits biológicos e ecológicos** (número de taxa e percentagem de indivíduos). Porque muitas das métricas AQEM tais como índices bióticos, ou descritores de tolerância não poderiam ser aplicados aos sistemas aquáticos portugueses por serem específicos para países tais como Alemanha, Holanda, Hungria, Polónia, Grécia, República Checa, Roménia e Eslováquia, foi apenas selecionado um subconjunto de 114 métricas genéricas que descrevem a composição de macroinvertebrados e estrutura. Neste subconjunto foram descartadas todas as métricas com elevado número de zeros e as que o próprio programa não conseguiu calcular.

Os *traits* biológicos e ecológicos resultam dos selecionados com base em Usseglio-Polatera *et al.*, (2000a) e também dos obtidos através do AQEM (59 *traits*) (Tabela 4). 22 *traits* ecológicos divididos em modalidades (categorias), seguindo a abordagem de "código fuzzi" descrito em Feio e Dolédec (2012); Tachet *et al.*, (1994); Usseglio-Polatera *et al.*, (2000b) foram determinados (total de 238 *traits* calculados). Este método envolve a atribuição de um índice de afinidade (1 a 3 ou 1 a 5) de cada táxon para cada categoria para um determinado *trait*. A matriz original das afinidades de Usseglio-Polatera *et al.*, (2000b) foi construída com base nos níveis taxonómicos género e espécie; Como tal, e uma vez que os organismos do nosso estudo apenas foram identificados até ao nível da família, foram adaptados os valores das afinidades da matriz de dados original para este nível de identificação recorrendo à média das afinidades dos géneros pertencentes à mesma família. Foi assim construído um índice de afinidades o qual variou entre 0 e 3 para cada grupo taxonómico e para cada categoria de *traits* da seguinte forma: 0, nenhuma afinidade; 1, baixa afinidade; 2, grande afinidade e 3, elevada afinidade com uma determinada categoria de *trait*. A falta de informações sobre *traits* de invertebrados ou modalidades foi feita a partir de literatura disponível, resumida em Varandas e Cortes (2010). *Traits* para os quais não havia informações disponíveis, foram atribuídos os valores de 0 (zero). Esta metodologia usada foi baseada em Tupinambás *et al.*, (2014) e Cortes *et al.*, (2013). Para mais detalhes sobre o procedimento de codificação difusa, ver também Tachet *et al.*, (1994) e Usseglio-Polatera e Biesel (1994). Dentro de cada grupo de métricas foram retiradas todas aquelas que tivessem demasiados zeros e para evitar colinearidade entre os atributos dentro de cada categoria de *traits* foram retirados dois em cada categoria (número de taxa e percentagem de indivíduos) impedindo que totalizassem os 100%. Neste sentido o número de *traits* considerados para as análises subsequentes foram reduzidas para um total de 182 (Tabela 4).

Tabela 4: Definição de todos os potenciais atributos de macroinvertebrados bentônicos e direção prevista da sua resposta com o aumento da perturbação na bacia hidrográfica do Sabor. Os coeficientes de variação (CV) são baseados em valores de todos os locais de referência (1999, 2011 e 2014). CVs marcados com valores > 50%) foram descartados. Variáveis com asterisco foram eliminadas por possuírem demasiados zeros.

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Métricas e Traits (AQEM)				
Métricas de estrutura e composição	Abundance [ind.m ²]	Abundancia [ind.m ²]	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Taxa Number	Número de Taxa (famílias)	Diminui	24,51
Métricas de estrutura e composição	Average Score Per Taxon	Pontuação média por Taxon	Diminui	5,93
Métricas de estrutura e composição	NTaxa	Número de Taxa (famílias)	Diminui	22,21
Métricas de estrutura e composição	Number of families	Número de Famílias	Diminui	24,51
Métricas de estrutura e composição	Gastropoda [%]	% de indivíduos Gastropoda	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Bivalvia [%]	% de indivíduos Bivalvia	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Oligochaeta [%]	% de indivíduos Oligochaeta	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Hirudinea [%]	% de indivíduos Hirudinea	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Crustacea [%]	% de indivíduos Crustacea	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Ephemeroptera [%]	% de indivíduos Ephemeroptera	Diminui	46,26
Métricas de estrutura e composição	Odonata [%]	% de indivíduos Odonata	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Plecoptera [%]	% de indivíduos Plecoptera	Diminui	74,25
Métricas de estrutura e composição	Heteroptera [%]	% de indivíduos Heteroptera	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Trichoptera [%]	% de indivíduos Trichoptera	Diminui	55,05
Métricas de estrutura e composição	Coleoptera [%]	% de indivíduos Coleoptera	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Diptera [%]	% de indivíduos Diptera	Variável	
Métricas de estrutura e composição	EPT-Taxa [%]	% de Taxa Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera e	Diminui	29,90
Métricas de estrutura e composição	EP [%]	% de indivíduos Ephemeroptera e Plecoptera	Diminui	38,18
Métricas de estrutura e composição	EPind/Totind [%]	Razão Número total de indivíduos Ephemeroptera e	Diminui	38,18

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
		Plecoptera: Total de indivíduos		
Métricas de estrutura e composição	EPT [%] (abundance classes)	Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera [%] (classes de abundância)	Diminui	18,19
Métricas de estrutura e composição	NT-Gastropoda	Número de taxa Gastropoda	Variável	
Métricas de estrutura e composição	NT-Bivalvia	Número de taxa Bivalvia	Variável	
Métricas de estrutura e composição	NT-Hirudinea	Número de taxa Hirudinea	Variável	
Métricas de estrutura e composição	NT-Crustacea	Número de taxa Crustacea	Variável	
Métricas de estrutura e composição	NT-Ephemeroptera	Número de taxa Ephemeroptera	Diminui	20,01
Métricas de estrutura e composição	NT-Odonata	Número de taxa Odonata	Variável	
Métricas de estrutura e composição	NT-Plecoptera	Número de taxa Plecoptera	Diminui	37,53
Métricas de estrutura e composição	NT-Heteroptera	Número de taxa Heteroptera	Variável	
Métricas de estrutura e composição	NT-Trichoptera	Número de taxa Trichoptera	Diminui	36,89
Métricas de estrutura e composição	NT-Coleoptera	Número de taxa Coleoptera	Diminui	95,91
Métricas de estrutura e composição	NTDiptera	Número de taxa Diptera	Diminui	33,96
Métricas de estrutura e composição	NT-EPT-Taxa	Número de taxa Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	Diminui	19,96
Métricas de estrutura e composição	NT-EPT/Diptera	Número de taxa da razão Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera:Diptera	Variável	40,39
Métricas de estrutura e composição	NT-OD/Total-Taxa	Número de taxa da razão Odonata e Diptera: Taxa Total	Variável	
Métricas de estrutura e composição	NT-EP-Taxa	Número de taxa Ephemeroptera e Plecoptera	Diminui	15,93
Métricas de estrutura e composição	NT-PTCBO	Número de taxa Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia e Odonata	Diminui	24,73
Métricas de estrutura e composição	Gastropoda-NI	Número de indivíduos Gastropoda	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Bivalvia-NI	Número de indivíduos Bivalvia	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Oligochaeta-NI	Número de indivíduos Oligochaeta	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Hirudinea-NI	Número de indivíduos Hirudinea	Aumenta	173,25
Métricas de estrutura e composição	Crustacea-NI	Número de indivíduos Crustacea	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Ephemeroptera-NI	Número de indivíduos Ephemeroptera	Diminui	96,64

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Métricas de estrutura e composição	Odonata-NI	Número de indivíduos Odonata	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Plecoptera-NI	Número de indivíduos Plecoptera	Diminui	79,07
Métricas de estrutura e composição	Heteroptera-NI	Número de indivíduos Heteroptera	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Trichoptera-NI	Número de indivíduos Trichoptera	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Coleoptera-NI	Número de indivíduos Coleoptera	Variável	
Métricas de estrutura e composição	Diptera-NI	Número de indivíduos Diptera	Variável	
Métricas de estrutura e composição	sel EPTD	Numero de taxa EPT, incluindo também os Diptera das famílias Athericidae, Dixidae, Dolichopodidae, Empididae e Stratiomyidae	Diminui	20,34
Índices	BMWP	Pontuação do índice BMWP (Versão Espanhola)	Diminui	20,67
Índices	Diversity (Simpson-Index)	Diversidade (Índice de Simpson)	Diminui	12,58
Índices	Diversity (Shannon-Wiener-Index)	Diversidade (Índice de diversidade de Shannon-Wiener)	Diminui	15,11
Índices	Diversity (Margalef Index)	Diversidade (Índice de riqueza de Margalef)	Diminui	18,49
Índices	Evenness	Equitabilidade	Variável	
Índices	r-Dominance	Dominância-r	Variável	
Distribuição longitudinal	[%] hypocrenal	% de indivíduos que preferem zonas do hipocrenon	Diminui	70,76
Distribuição longitudinal	[%] epirihtral	% de indivíduos que preferem zonas do epirithron	Variável	
Distribuição longitudinal	[%] metarithral	% de indivíduos que preferem zonas do metarithron	Variável	
Distribuição longitudinal	[%] hyporithral	% de indivíduos que preferem zonas do hiporithron	Variável	
Distribuição longitudinal	[%] epipotamal	% de indivíduos que preferem zonas do epipotamon	Variável	
Distribuição longitudinal	[%] metapotamal	% de indivíduos que preferem zonas do metapotamon	Variável	
Distribuição longitudinal	[%] hypopotamal	% de indivíduos que preferem zonas do hipopotamon	Aumenta	125,88
Distribuição longitudinal	[%] litoral	% de indivíduos que preferem zonas litorais	Variável	
Distribuição longitudinal	[%] profunda	% de indivíduos que preferem zonas fundas	Aumenta	127,52
Distribuição longitudinal	[%] littoral + profunda	% de indivíduos que preferem zonas litorais + profundas	Variável	
Distribuição longitudinal	[%] hypocrenal (scored = 100%)	% de taxa que preferem zonas do hipocrenon (taxa pontuados = 100%)	Diminui	56,45

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Distribuição longitudinal	[%] epirhithral (scored taxa = 100%)	% de taxa que preferem zonas do epirithron (taxa pontuados = 100%)	Diminui	22,55
Distribuição longitudinal	[%] metarhithral (scored taxa = 100%)	% de taxa que preferem zonas do metarithron (taxa pontuados = 100%)	Diminui	13,36
Distribuição longitudinal	[%] hyporhithral (scored taxa = 100%)	% de taxa que preferem zonas do hiporithron (taxa pontuados = 100%)	Diminui	20,53
Distribuição longitudinal	[%] epipotamal (scored taxa = 100%)	% de taxa que preferem zonas do epipotamon (taxa pontuados = 100%)	Variável	
Distribuição longitudinal	[%] metapotamal (scored taxa = 100%)	% de taxa que preferem zonas do metapotamon (taxa pontuados = 100%)	Aumenta	20,73
Distribuição longitudinal	Rhithron Typie Index	Índice do Tipo Rithron	Diminui	13,75
Preferências de tipos de corrente	[%] Type LP	% de indivíduos limnófilos (ocorrem preferencialmente em águas paradas; evitam a corrente; raramente encontrados em rios de baixa corrente)	Diminui	123,92
Preferências de tipos de corrente	[%] Type LR	% de indivíduos (ocorrem preferencialmente em águas paradas mas ocorrem regularmente em rios de fraca corrente)	Variável	
Preferências de tipos de corrente	[%] Type RL	% de indivíduos reófilos e limnófilos (encontrados normalmente em rios; preferem rios de baixa corrente e zonas lênticas; também encontrados em águas paradas)	Variável	
Preferências de tipos de corrente	[%] Type RP	% de indivíduos reófilos (ocorrem em rios; preferem zonas de corrente moderada a alta)	Diminui	77,46
Preferências de tipos de corrente	[%] Type IN	% de indivíduos indiferentes (que não têm preferência por um tipo de velocidade da corrente)	Variável	
Preferências de tipos de corrente	[%] Type RP (scored taxa = 100%)	% de taxa reófilos (taxa pontuados = 100%)	Diminui	63,52
Preferências de tipos de corrente	[%] Type RP (abundance classes) (scored taxa = 100%)	% de taxa reófilos (classes de abundância) (taxa pontuados = 100%)	Diminui	36,92
Microhabitat/preferência de substrato	[%] littoral (scored taxa = 100%)	% de taxa que preferem zonas litorais (taxa pontuados = 100%)	Variável	
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Pel	% de indivíduos que vivem na lama (tamanho da partícula <0,063 mm)	Aumenta	71,91
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Arg	% de indivíduos que vivem em silte, marga, argila (tamanho da partícula <0,063 mm)	Variável	
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Psa	% de indivíduos que vivem em areia (tamanho da partícula 0.063-2 mm)	Variável	
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Aka	% de indivíduos que vivem em substrato fino de cascalho	Variável	

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
		médio (tamanho da partícula 0,2-2 cm)		
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Lit	% de indivíduos que vive em cascalho grosseiro e pedras do tamanho da mão (granulometria 2-20 cm)	Variável	
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Phy	% de indivíduos que vivem em macrófitas, musgos, Characeae, partes vivas de plantas terrestres	Variável	
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Pom	% de indivíduos que vivem na matéria orgânica particulada grossa e fina	Diminui	177,19
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Oth	% de indivíduos que preferem outros substratos (ex, hospedeiro ou parasita)	Aumenta	65,47
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Aka + Lit + Psa	% de indivíduos Tipo Aka + Lit + Psa	Variável	
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Pel (taxa pontuados = 100%)	% de taxa Pel (taxa pontuados = 100%)	Aumenta	44,19
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Psa (taxa pontuados = 100%)	% de taxa Psa (taxa pontuados = 100%)	Variável	
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Aka (taxa pontuados = 100%)	% de taxa Aka (taxa pontuados = 100%)	Variável	
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Lit (taxa pontuados = 100%)	% de taxa Lit (taxa pontuados = 100%)	Diminui	28,01
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Phy (taxa pontuados = 100%)	% de taxa Phy (taxa pontuados = 100%)	Variável	
Microhabitat/preferência de substrato	[%] Type Aka+Lit+Psa (taxa pontuados = 100%)	% de taxa Aka+Lit+Psa (taxa pontuados = 100%)	Variável	
Grupos funcionais	[%] Grazers and scrapers	% de indivíduos Raspadores	Diminui	33,52
Grupos funcionais	[%] Miners	% de indivíduos Mineiros	Aumenta	124,66
Grupos funcionais	[%] Shredders	% de indivíduos Detritívoros	Diminui	76,60
Grupos funcionais	[%] Gatherers/Collectors	% de indivíduos Coletores de depósito	Variável	
Grupos funcionais	[%] Active filter feeders	% de indivíduos Coletores filtradores ativos	Aumenta	121,37
Grupos funcionais	[%] Passive filter feeders	% de indivíduos Coletores filtradores passivos	Variável	
Grupos funcionais	[%] Predators	% de indivíduos Predadores	Variável	
Grupos funcionais	[%] Parasites	% de indivíduos Parasitas	Aumenta	124,16
Grupos funcionais	[%] Other Feeding types	% de indivíduos Outros grupos funcionais	Variável	
Grupos funcionais	[%] (Grazers + Scrapers)/(GatherersCollectors + FilterFeeders)	% de indivíduos (Raspadores)/(Coletores de depósito + Coletores filtradores)	Diminui	53,98

Métricas/trait	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Grupos funcionais	[%] Xyloph. + Shred. + ActFiltFee. + PasFiltFee	% de indivíduos Xilófagos + Detritívoros. + Coletores filtradores ativos + Coletores filtradores passivos	Variável	
Grupos funcionais	[%] Shredders (taxa pontuados = 100%)	% de taxa detritívoros (taxa pontuados = 100%)	Diminui	76,91
Grupos funcionais	[%] Gatherers/Collectors (taxa pontuados = 100%)	% de taxa coletores de depósito (taxa pontuados = 100%)	Variável	
Locomoção e relação com o substrato	[%] swimming/skating	% de indivíduos nadador/patinador (flutuando em lagos ou à deriva em rios passivamente)	Aumenta	99,55
Locomoção e relação com o substrato	[%] swimming/diving	% de indivíduos nadador/mergulhador ativos	Variável	
Locomoção e relação com o substrato	[%] burrowing/boring	% de indivíduos Mineiro (cavam em substratos moles ou em substratos mais duros)	Variável	
Locomoção e relação com o substrato	[%] sprawling/walking	% de indivíduos que se arrastam ou caminham ativamente com pernas, pseudópodes ou num muco	Diminui	50,09
Locomoção e relação com o substrato	[%] (semi)sessil	% de indivíduos semi sésseis (agarrados a substratos duros, plantas ou outros animais)	Variável	
Locomoção e relação com o substrato	[%] others (e.g. climbing)	% de indivíduos outros outro tipo de locomoção como voar ou saltar (principalmente fora da água)	Aumenta	109,06
Traits (Usseglio-Polatera <i>et al.</i>, 2000a)				
Tamanho máximo potencial	nt_≤.25	number of taxa com tamanho ≤ 0,25 cm	Diminui	
Tamanho máximo potencial	pi_≤.28	% de indivíduos com tamanho ≤ 0,25 cm	Aumenta	
Tamanho máximo potencial	nt_>.25-.5	Número de taxa com tamanho >0,25-0,5 cm	*	
Tamanho máximo potencial	pi_>.25-.8	% de indivíduos with size >0,25-0,5 cm	*	
Tamanho máximo potencial	nt_>.5-1	Número de taxa com tamanho > 0,5-1 cm	Diminui	23,35
Tamanho máximo potencial	pi_>.5-1	% de indivíduos with size > 0,5-1 cm	Variável	
Tamanho máximo potencial	nt_>1-2	Número de taxa com tamanho > 1-2 cm	Diminui	23,31
Tamanho máximo potencial	pi_>1-2	% de indivíduos com tamanho > 1-2 cm	Variável	
Tamanho máximo potencial	nt_>2-4	Número de taxa com tamanho > 2-4 cm	Diminui	24,78
Tamanho máximo potencial	pi_>2-4	% de indivíduos com tamanho > 2-4 cm	Variável	
Tamanho máximo potencial	nt_>4-8	Número de taxa com tamanho > 4-8 cm	Variável	97,13
Tamanho máximo potencial	pi_>4-8	% de indivíduos com tamanho > 4-8 cm	Aumenta	
Tamanho máximo potencial	nt_>8	Número de taxa com tamanho > 8 cm	Variável	

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Tamanho máximo potencial	pi_>8	% de indivíduos com tamanho > 8 cm	Variável	
Duração do ciclo de vida	nt_≤1y	Número de taxa com ciclos de vida curtos (≤ 1 ano)	Diminui	
Duração do ciclo de vida	pi_≤1y	% de indivíduos com ciclos de vida curtos (≤ 1 ano)	Variável	
Duração do ciclo de vida	nt_>1y	Número de taxa com ciclos de vida relativamente longos (> 1 ano)	*	
Duração do ciclo de vida	pi_>1y	% de indivíduos com ciclos de vida relativamente longos (> 1 ano)	*	
Número potencial de ciclos por ano	nt_<1	Número de taxa com menos de 1 ano por ciclo	*	
Número potencial de ciclos por ano	pi_<1	% de indivíduos com menos de 1 ano por ciclo	*	
Número potencial de ciclos por ano	nt_1	Número de taxa com 1 ano por ciclo	Diminui	22,72
Número potencial de ciclos por ano	pi_1	% de indivíduos com 1 ano por ciclo	Variável	
Número potencial de ciclos por ano	nt_>1	Número de taxa com mais de 1 ano por ciclo	Diminui	26,21
Número potencial de ciclos por ano	pi_>1	% de indivíduos com mais de 1 ano por ciclo	Aumenta	
Estádios aquáticos	nt_egg	Número de taxa com estágio de ovo	*	
Estádios aquáticos	pi_egg	% de indivíduos com estágio de ovo	*	
Estádios aquáticos	nt_larv	Número de taxa com estágio de larva	Diminui	21,92
Estádios aquáticos	pi_larv	% de indivíduos com estágio de larva	Variável	
Estádios aquáticos	nt_nymph	Número de taxa com estágio de ninfa	Diminui	34,26
Estádios aquáticos	pi_nymph	% de indivíduos com estágio de ninfa	Variável	
Estádios aquáticos	nt_adult	Número de taxa com estágio adulto	Variável	
Estádios aquáticos	pi_adult	% de indivíduos com estágio adulto	Aumenta	
Reprodução	nt_ovov	Número de taxa que se reproduzem por ovoviviparidade com cuidados parentais	Variável	
Reprodução	pi_ovov	% de indivíduos que se reproduzem por ovoviviparidade com cuidados parentais	Aumenta	122,38
Reprodução	nt_egfree	Número de taxa com reprodução através de ovos isolados (livres)	Diminui	19,75
Reprodução	pi_egfree	% de indivíduos com reprodução através de ovos isolados (livres)	Aumenta	82,36

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Reprodução	nt_egcem	Número de taxa com reprodução através de ovos isolados (cimentados)	Diminui	18,85
Reprodução	pi_egcem	% de indivíduos com reprodução através de ovos isolados (cimentados)	Variável	
Reprodução	nt_clfix	Número de taxa com reprodução através de ovos agrupados (cimentados ou fixos)	Diminui	28,93
Reprodução	pi_clfix	% de indivíduos com reprodução através de ovos agrupados (cimentados ou fixos)	Variável	
Reprodução	nt_clfree	Número de taxa com reprodução através de ovos agrupados (livres)	Diminui	26,92
Reprodução	pi_clfree	% de indivíduos com reprodução através de ovos agrupados (livres)	Variável	
Reprodução	nt_clveg	Número de taxa com reprodução através de ovos agrupados (na vegetação)	Variável	
Reprodução	pi_clveg	% de indivíduos com reprodução através de ovos agrupados (na vegetação)	Variável	
Reprodução	nt_clter	Número de taxa com reprodução através de ovos agrupados (terrestre)	Diminui	47,88
Reprodução	pi_clter	% de indivíduos com reprodução através de ovos agrupados (terrestre)	Variável	
Reprodução	nt_asex	Número de taxa com reprodução assexuada	*	
Reprodução	pi_asex	% de indivíduos com reprodução assexuada	*	
Dispersão	nt_aqpass	Número de taxa com dispersão aquática passiva	Diminui	23,17
Dispersão	pi_aqpass	% de indivíduos com dispersão aquática passiva	Aumenta	70,63
Dispersão	nt_aqact	Número de taxa com dispersão aquática ativa	Diminui	20,48
Dispersão	pi_aqact	% de indivíduos com dispersão aquática ativa	Aumenta	73,40
Dispersão	nt_aepass	Número de taxa com dispersão aérea passiva	*	
Dispersão	pi_aepass	% de indivíduos com dispersão aérea passiva	*	
Dispersão	nt_aeact	Número de taxa com dispersão aérea ativa	Diminui	28,76
Dispersão	pi_aeact	% de indivíduos com dispersão aérea ativa	Variável	
Formas de resistência	nt_egst	Número de taxa que ficam sob a forma de ovos ou histoblastos	Diminui	21,30

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Formas de resistência	pi_egst	% de indivíduos que ficam sob a forma de ovos ou histoblastos	Variável	
Formas de resistência	nt_coc	Número de taxa que ficam sob a forma de cocos	Diminui	39,01
Formas de resistência	pi_coc	% de indivíduos que ficam sob a forma de cocos	Variável	
Formas de resistência	nt_desic	Número de taxa que ficam em casulos contra a dissecação	Aumenta	270,27
Formas de resistência	pi_desic	% de indivíduos que ficam em casulos contra a dissecação	Variável	
Formas de resistência	nt_diap	Número de taxa que exibem diapausa ou dormência	Diminui	31,73
Formas de resistência	pi_diap	% de indivíduos que exibem diapausa ou dormência	Aumenta	70,35
Formas de resistência	nt_none	Número de taxa sem formas de resistência	*	
Formas de resistência	pi_none	% de indivíduos sem formas de resistência	*	
Alimentação	nt_micro	Número de taxa que se alimentam de microorganismos	Diminui	16,97
Alimentação	pi_micro	% de indivíduos que se alimentam de microorganismos	Variável	
Alimentação	nt_detritus	Número de taxa que se alimentam de detritos (< 1mm)	Diminui	27,37
Alimentação	pi_detritus	% de indivíduos que se alimentam de detritos (< 1mm)	Aumenta	73,32
Alimentação	nt_deadpl	Número de taxa que se alimentam de plantas mortas (≥ 1 mm)	Diminui	27,91
Alimentação	pi_deadpl	% de indivíduos que se alimentam de plantas mortas (≥ 1 mm)	Variável	
Alimentação	nt_livmic	Número de taxa que se alimentam de micrófitos vivos	Diminui	33,26
Alimentação	pi_livmic	% de indivíduos que se alimentam de micrófitos vivos	Variável	
Alimentação	nt_livmacrop	Número de taxa que se alimentam de macrófitos vivos	Diminui	25,23
Alimentação	pi_livmacrop	% de indivíduos que se alimentam de macrófitos vivos	Variável	
Alimentação	nt_deadan	Número de taxa que se alimentam de animais mortos (≥ 1 mm)	Variável	
Alimentação	pi_deadan	% de indivíduos que se alimentam de animais mortos (≥ 1 mm)	Aumenta	86,99
Alimentação	nt_livmicroi	Número de taxa que se alimentam de microinvertebrados vivos	Diminui	30,33
Alimentação	pi_livmicroi	% de indivíduos que se alimentam de microinvertebrados vivos	Aumenta	77,75

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Alimentação	nt_livmacroi	Número de taxa que se alimentam de macroinvertebrados vivos	Diminui	22,57
Alimentação	pi_livmacroi	% de indivíduos que se alimentam de macroinvertebrados vivos	Variável	
Alimentação	nt_vert	Número de taxa que se alimentam de vertebrados	*	
Alimentação	pi_vert	% de indivíduos que se alimentam de vertebrados	*	
Hábitos de alimentação	nt_absor	Número de taxa sugadores	*	
Hábitos de alimentação	pi_absor	% de indivíduos sugadores	*	
Hábitos de alimentação	nt_depfeed	Número de taxa coletor de depósito	Diminui	17,70
Hábitos de alimentação	pi_depfeed	% de indivíduos coletores filtradores	Variável	
Hábitos de alimentação	nt_shred	Número de taxa detritívoros	Diminui	28,61
Hábitos de alimentação	pi_shred	% de indivíduos detritívoros	Variável	
Hábitos de alimentação	nt_scrap	Número de taxa raspadores	Diminui	28,35
Hábitos de alimentação	pi_scrap	% de indivíduos raspadores	Variável	
Hábitos de alimentação	nt_filfeed	Número de taxa coletores filtradores	Variável	
Hábitos de alimentação	pi_filfeed	% de indivíduos coletores filtradores	Variável	
Hábitos de alimentação	nt_pierc	Número de taxa dilaceradores	Diminui	28,07
Hábitos de alimentação	pi_pierc	% de indivíduos dilaceradores	Variável	
Hábitos de alimentação	nt_pred	Número de taxa predadores	Diminui	27,88
Hábitos de alimentação	pi_pred	% de indivíduos predadores	Variável	
Hábitos de alimentação	nt_paras	Número de taxa parasitas	Variável	
Hábitos de alimentação	pi_paras	% de indivíduos parasitas	Variável	
Respiração	nt_teg	Número de taxa com respiração por tegumento	Variável	20,53
Respiração	pi_teg	% de indivíduos com respiração por tegumento	Variável	
Respiração	nt_gill	Número de taxa com respiração branquial	Diminui	24,34
Respiração	pi_gill	% de indivíduos com respiração branquial	Variável	

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Respiração	nt_plast	Número de taxa com respiração por plastro	Variável	
Respiração	pi_plast	% de indivíduos com respiração por plastro	Variável	
Respiração	nt_spir	Número de taxa com respiração por espiráculo	Variável	39,80
Respiração	pi_spir	% de indivíduos com respiração por espiráculo	Aumenta	
Respiração	nt_hyves	Número de taxa com respiração por vesícula hidrostática	*	
Respiração	pi_hyves	% de indivíduos com respiração por vesícula hidrostática	*	
Preferência de temperatura	nt_cold	Número de taxa que preferem águas frias (> 15°C) (< 15°C)	Diminui	31,94
Preferência de temperatura	pi_cold	% de indivíduos que preferem águas frias (> 15°C) (< 15°C)	Variável	
Preferência de temperatura	nt_warm	Número de taxa que preferem águas mornas (> 15°C)	Aumenta	24,91
Preferência de temperatura	pi_warm	% de indivíduos que preferem águas mornas (> 15°C)	Variável	75,43
Preferência de temperatura	nt_eurythermic	Número de taxa que são euritérmicas	*	
Preferência de temperatura	pi_eurythermic	% de indivíduos que são euritérmicas	*	
Preferência de pH	nt_pH4	Número de taxa que preferem pH ≤ 4	*	
Preferência de pH	pi_pH4	% de indivíduos que preferem pH ≤ 4	*	
Preferência de pH	nt_pH4-4.5	Número de taxa que preferem pH 4-4,5	Diminui	22,77
Preferência de pH	pi_pH4-4.5	% de indivíduos que preferem pH 4-4,5	Variável	
Preferência de pH	nt_pH4.5-5	Número de taxa que preferem pH 4,5-5	Diminui	25,44
Preferência de pH	pi_pH4.5-5	% de indivíduos que preferem pH 4,5-5	Variável	
Preferência de pH	nt_pH5-5.5	Número de taxa que preferem pH 5-5,5	Diminui	23,17
Preferência de pH	pi_pH5-5.5	% de indivíduos que preferem pH 5-5,5	Variável	
Preferência de pH	nt_pH5.5-6	Número de taxa que preferem pH 5,5-6	Diminui	21,78
Preferência de pH	pi_pH5.5-6	% de indivíduos que preferem pH 5,5-6	Diminui	70,94
Preferência de pH	nt_pH>6	Número de taxa que preferem pH >6	Diminui	21,55
Preferência de pH	pi_pH>6	% de indivíduos que preferem pH >6	Variável	
Estado trófico (preferência)	nt_oligo	Número de taxa que preferem águas oligotróficas	Diminui	25,93

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Estado trófico (preferência)	pi_oligo	% de indivíduos que preferem águas oligotróficas	Variável	
Estado trófico (preferência)	nt_meso	Número de taxa que preferem águas mesotróficas	*	
Estado trófico (preferência)	pi_meso	% de indivíduos que preferem águas mesotróficas	*	
Estado trófico (preferência)	nt_eut	Número de taxa que preferem águas eutróficas	Variável	22,89
Estado trófico (preferência)	pi_eut	% de indivíduos que preferem águas eutróficas	Aumenta	70,80
Saprobidade	nt_xenosap	Número de taxa que são xeno saprobiótico	Diminui	24,09
Saprobidade	pi_xenosap	% de indivíduos que são xeno saprobiótico	Variável	
Saprobidade	nt_oligosap	Número de taxa que são oligo saprobiótico	Diminui	22,49
Saprobidade	pi_oligosap	% de indivíduos que são oligo saprobiótico	Variável	
Saprobidade	nt_βmesosap	Número de taxa que são β-meso saprobiótico	Diminui	25,10
Saprobidade	pi_βmesosap	% de indivíduos que são β-meso saprobiótico	Aumenta	71,71
Saprobidade	nt_αmesosap	Número de taxa que são α-meso saprobiótico	Diminui	23,64
Saprobidade	pi_αmesosap	% de indivíduos que são α-meso saprobiótico	Variável	
Saprobidade	nt_polysap	Número de taxa que são poli saprobiótico	*	
Saprobidade	pi_polysap	% de indivíduos que são poli saprobiótico	*	
Salinidade (preferência)	nt_fresh	Número de taxa que preferem águas doces	Diminui	21,99
Salinidade (preferência)	pi_fresh	% de indivíduos que preferem águas doces	Diminui	70,52
Salinidade (preferência)	nt_brackish	Número de taxa que preferem águas salobras	*	
Salinidade (preferência)	pi_brackish	% de indivíduos que preferem águas salobras	*	
Regiões biogeográficas	nt_pyren	Número de taxa que vivem em 2: Pirenéus	*	
Regiões biogeográficas	pi_pyren	% de indivíduos que vivem em 2: Pirenéus	*	
Regiões biogeográficas	nt_alps	Número de taxa que vivem em 4: Alpes	*	
Regiões biogeográficas	pi_alps	% de indivíduos que vivem em 4: Alpes	*	
Regiões biogeográficas	nt_vosges	Número de taxa que vivem em 8: Vosges, Jura, Maciço Central	*	
Regiões biogeográficas	pi_vosges	% de indivíduos que vivem em 8: Vosges, Jura, Maciço	*	

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
		Central		
Regiões biogeográficas	nt_lowocean	Número de taxa que vivem em 13a: zonas baixas (oceânicas)	*	
Regiões biogeográficas	pi_lowocean	% de indivíduos que vivem em 13a: zonas baixas (oceânicas)		
Regiões biogeográficas	nt_lowmed	Número de taxa que vivem em 13b: zonas baixas (mediterrâneas)	Diminui	27,61
Regiões biogeográficas	pi_lowmed	% de indivíduos que vivem em 13b: zonas baixas (mediterrâneas)	Variável	
Altitude	nt_lowland	Número de taxa que vivem nas zonas baixas	*	
Altitude	pi_lowland	% de indivíduos que vivem nas zonas baixas	*	
Altitude	nt_piedmont	Número de taxa que vivem no nível planáltico	*	
Altitude	pi_piedmont	% de indivíduos que vivem no nível planáltico	*	
Altitude	nt_alpine	Número de taxa que vivem no nível alpino	*	
Altitude	pi_alpine	% de indivíduos que vivem no nível alpino	*	
Distribuição longitudinal	nt_crenon	Número de taxa que vivem no crenon	*	
Distribuição longitudinal	pi_crenon	% de indivíduos que vivem no crenon	*	
Distribuição longitudinal	nt_epirith	Número de taxa que vivem no epirithron	Diminui	23,05
Distribuição longitudinal	pi_epirith	% de indivíduos que vivem no epirithron	Variável	
Distribuição longitudinal	nt_metarith	Número de taxa que vivem no metarithron	Diminui	21,37
Distribuição longitudinal	pi_metarith	% de indivíduos que vivem no metarithron	Variável	
Distribuição longitudinal	nt_hyporith	Número de taxa que vivem no hiporithron	Diminui	22,72
Distribuição longitudinal	pi_hyporith	% de indivíduos que vivem no hiporithron	Variável	
Distribuição longitudinal	nt_epipot	Número de taxa que vivem no epipotamon	Diminui	21,80
Distribuição longitudinal	pi_epipot	% de indivíduos que vivem no epipotamon	Aumenta	72,11
Distribuição longitudinal	nt_metapot	Número de taxa que vivem no metapotamon	Diminui	21,27
Distribuição longitudinal	pi_metapot	% de indivíduos que vivem no metapotamon	Aumenta	73,43
Distribuição longitudinal	nt_estuary	Número de taxa que vivem em estuário	*	

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Distribuição longitudinal	pi_estuary	% de indivíduos que vivem em estuário	*	
Distribuição longitudinal	nt_outside	Número de taxa que vivem fora do sistema aquático	*	
Distribuição longitudinal	pi_outside	% de indivíduos que vivem fora do sistema aquático	*	
Distribuição transversal	nt_chann	Número de taxa que vivem no canal do rio	Diminui	25,83
Distribuição transversal	pi_chann	% de indivíduos que vivem no canal do rio	Variável	
Distribuição transversal	nt_banks	Número de taxa que vivem nas margens e braços conectados	Diminui	24,62
Distribuição transversal	pi_banks	% de indivíduos que vivem nas margens e braços conectados	Variável	
Distribuição transversal	nt_pools	Número de taxa que vivem em pântanos, lagos e braços de rio desconectados	Diminui	27,29
Distribuição transversal	pi_pools	% de indivíduos que vivem em pântanos, lagos e braços de rio desconectados	Aumenta	
Distribuição transversal	nt_bogs	Número de taxa que vivem em pântanos e turfeiras	Diminui	
Distribuição transversal	pi_bogs	% de indivíduos que vivem em pântanos e turfeiras	Aumenta	
Distribuição transversal	nt_tempwa	Número de taxa que vivem em águas temporárias	Diminui	21,03
Distribuição transversal	pi_tempwa	% de indivíduos que vivem em águas temporárias	*	
Distribuição transversal	nt_lakes	Número de taxa que vivem em lagos	*	
Distribuição transversal	pi_lakes	% de indivíduos que vivem em lagos	*	
Distribuição transversal	nt_ground	Número de taxa que vivem em águas subterrâneas	*	
Distribuição transversal	pi_ground	% de indivíduos que vivem em águas subterrâneas	*	
Substrato (preferência)	nt_boulder	Número de taxa que preferem lajes, pedregulhos, pedras e seixos como substrato	Diminui	28,37
Substrato (preferência)	pi_boulder	% de indivíduos que preferem lajes, pedregulhos, pedras e seixos como substrato	Diminui	74,78
Substrato (preferência)	nt_gravel	Número de taxa que preferem gravilha como substrato	Diminui	22,42
Substrato (preferência)	pi_gravel	% de indivíduos que preferem gravilha como substrato	Variável	
Substrato (preferência)	nt_sand	Número de taxa que preferem areia como substrato	Diminui	21,83
Substrato (preferência)	pi_sand	% de indivíduos que preferem areia como substrato	Aumenta	71,81
Substrato (preferência)	nt_silt	Número de taxa que preferem silt como substrato	Diminui	22,71

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Substrato (preferência)	pi_silt	% de indivíduos que preferem silt como substrato	Aumenta	72,55
Substrato (preferência)	nt_macroph	Número de taxa que preferem macrófitos como substrato	Diminui	22,57
Substrato (preferência)	pi_macroph	% de indivíduos que preferem macrófitos como substrato	Aumenta	72,07
Substrato (preferência)	nt_microph	Número de taxa que preferem micrófitos como substrato	*	
Substrato (preferência)	pi_microph	% de indivíduos que preferem micrófitos como substrato	*	
Substrato (preferência)	nt_roots	número de taxa que preferem ramos/raízes como substrato	Diminui	20,33
Substrato (preferência)	pi_roots	% de indivíduos que preferem ramos/raízes como substrato	Variável	
Substrato (preferência)	nt_orgdet	Número de taxa que preferem detritos orgânicos/folhada como substrato detritos orgânicos / lixo como substrato	Diminui	26,29
Substrato (preferência)	pi_orgdet	% de indivíduos que preferem detritos orgânicos/folhada como detritos orgânicos / lixo como substrato	Variável	
Substrato (preferência)	nt_mud	Número de taxa que preferem vasa como substrato	Diminui	25,83
Substrato (preferência)	pi_mud	% de indivíduos que preferem vasa como substrato	Variável	
Locomoção e relação com o substrato	nt_flier	Número de taxa voadores	*	
Locomoção e relação com o substrato	pi_flier	% de indivíduos voadores	*	
Locomoção e relação com o substrato	nt_suswim	Número de taxa patinadores	Aumenta	69,02
Locomoção e relação com o substrato	pi_suswim	% de indivíduos patinadores	Aumenta	90,02
Locomoção e relação com o substrato	nt_fuswim	Número de taxa nadadores	Variável	
Locomoção e relação com o substrato	pi_fuswim	% de indivíduos nadadores	Aumenta	77,91
Locomoção e relação com o substrato	nt_crawl	Número de taxa que caminham	Diminui	21,78
Locomoção e relação com o substrato	pi_crawl	% de indivíduos que caminham	Variável	
Locomoção e relação com o substrato	nt_bur	Número de taxa escavadores	Diminui	32,41
Locomoção e relação com o substrato	pi_bur	% de indivíduos escavadores	Aumenta	75,00
Locomoção e relação com o substrato	nt_intert	Número de taxa intersticiais	Diminui	16,73
Locomoção e relação com o substrato	pi_intert	% de indivíduos intersticiais	Variável	
Locomoção e relação com o substrato	nt_tempatt	Número de taxa temporariamente agarrados	Diminui	39,91

Métricas/traits	Código	Descrição	Resposta predita face à perturbação	CV (%)
Locomoção e relação com o substrato	pi_tempatt	% de indivíduos temporariamente agarrados	Aumenta	
Locomoção e relação com o substrato	nt_permatt	Número de taxa permanentemente agarrados	Diminui	36,21
Locomoção e relação com o substrato	pi_permatt	% de indivíduos permanentemente agarrados	Variável	
Velocidade da corrente (preferência)	nt_null	Número de taxa que preferem velocidade nula	*	
Velocidade da corrente (preferência)	pi_null	% de indivíduos que preferem velocidade nula	*	
Velocidade da corrente (preferência)	nt_slow	Número de taxa que preferem velocidade lenta (<25 cm.s ⁻¹)	*	
Velocidade da corrente (preferência)	pi_slow	% de indivíduos que preferem velocidade lenta (<25cm.s ⁻¹)	*	
Velocidade da corrente (preferência)	nt_med	Número de taxa que preferem média velocidade (25-50 cm.s ⁻¹)	*	
Velocidade da corrente (preferência)	pi_med	% de indivíduos que preferem média velocidade (25-50cm.s ⁻¹)	*	
Velocidade da corrente (preferência)	nt_fast	Número de taxa que preferem velocidade rápida (>50 cm.s ⁻¹)	Diminui	21,87
Velocidade da corrente (preferência)	pi_fast	% de indivíduos que preferem velocidade muito rápida (>50cm.s ⁻¹)	Variável	

2.4.2. Análise de dados

2.4.2.1 Seleção dos locais de referência vs. perturbados

As matrizes de dados de macroinvertebrados foram analisados separadamente para cada ano de amostragem para identificar dois subconjuntos distintos de locais: um para os de referência ou menos perturbados e outro para locais perturbados. Ordenações multivariadas de composição de famílias, previamente transformadas pelo $\log(x + 1)$, foram feitas para cada ano usando uma análise multidimensional não métrica (NMDS), usando a matriz de similaridade criada com base no coeficiente de Bray-Curtis para a classificação de sítios ao longo de um gradiente de degradação. A separação dos dois grupos de locais foi aperfeiçoada quando os dados dos 3 anos deste estudo (1999, 2011 e 2014) foram incorporados numa única matriz e analisados para aferir a variabilidade interanual. Apenas os locais de referência que apresentaram uma consistência interanual em relação aos gradientes de perturbação foram mantidos para as análises posteriores. As análises SIMPER foram feitas com o objetivo de se obter a similaridade média dentro dos grupos (grau de perturbação: referência vs perturbados; e variabilidade interanual: 1999 vs 2011 vs 2014) e entre grupos, e as contribuições relativas de cada família para cada um dos respetivos grupos. Tal como Varandas e Cortes (2010), os dois conjuntos identificados (locais perturbados e de referência) foram cruzados com as respetivas características físico-químicas para uma separação consistente e independente. Assim, os dados físicos e químicos recolhidos em cada local foram comparados com a classificação do ex-Instituto Nacional da Água (INAG) agora integrado na APA (Agência Portuguesa do Ambiente), que classifica a qualidade da água para os diferentes usos com base em 27 parâmetros que descrevem os principais nutrientes e micropoluentes. Estes grupos de locais foram utilizados posteriormente para comparação dos valores dos atributos.

2.4.2.2. Identificação dos atributos que melhor discriminam locais de referência versus locais degradados

Nesta fase procurou-se identificar as métricas mais robustas que melhor distinguem os locais de referência dos degradados. Com este intuito, adotaram-se os procedimentos de Varandas e Cortes (2010) que por sua vez foram baseados no trabalho de Barbour *et al.*, (1996). Assim, foi feita uma inspeção da matriz global dos atributos a avaliar (métricas e traits) e todos aqueles que apresentaram muitos zeros ou valores

baixos nos locais de referência foram removidos tal como referido anteriormente para evitar que os valores mais baixos não fossem detetados. Na matriz apenas permaneceram as métricas que obedeceram a estes critérios e ainda aos definidos na Tabela 4. Tal como Varandas e Cortes (2010), os atributos candidatos foram ainda testados quanto à sua consistência ecológica. Para isso, calculou-se o coeficiente de variação (CV) para cada métrica no grupo de todos os locais de referência, como uma medida da variabilidade dentro do local. De forma a absorver a variabilidade temporal verificada anteriormente, os CVs foram calculados a partir dos dados de referência dos 3 anos de amostragens (1999, 2011 e 2014). De acordo Kashian e Burton (2000) a condição fundamental para determinar a utilidade potencial de uma métrica na deteção de perturbação é a obtenção de CV baixos (valores superiores a 50% não são úteis na deteção de tais diferenças). Face ao exposto, apenas métricas candidatas com CVs abaixo de 50% foram retidas para as análises seguintes (Tabela 4).

No sentido de saber qual a resposta de todos os atributos face a um aumento da degradação ambiental recorreu-se à análise multivariada procurando detetar essa sensibilidade. Recorreu-se à Análise Multidimensional Não Métrica (NMDS), método para análise indireta de gradientes, extraiu os padrões biológicos mais relevantes e relacionados com esses padrões às mudanças induzidas pelo homem, para cada ano (dados foram transformados pelo $\log(x + 1)$). As dimensões que melhor refletiram o gradiente de perturbação foram usadas na correlação de Pearson com as métricas pré-selecionadas (Tabela 4). Os sinais dos coeficientes de correlação de Pearson (positivo/negativo) determinaram a direção do atributo candidato (aumento ou diminuição de resposta à perturbação). Quando os sinais de pelo menos dois coeficientes correspondentes aos diferentes anos de estudo não foram coincidentes, a resposta foi considerada como variável (ver Tabela 4). Os atributos pré selecionados na etapa anterior foram analisados para a redundância entre eles usando as Correlações de Pearson (variáveis altamente correlacionadas com valores de $r \geq 0,6$ ou $r \leq -0,6$ e para um nível de significância de $p = 0,05$) foram removidos.

A última etapa usada neste trabalho para identificar quais os melhores e mais robustos atributos que permitem discriminar locais de referência dos degradados, foi a análise gráfica das caixas de bigodes (box-whisker plots), um procedimento descrito por Barbour *et al.*, (1996) e também usado por Varandas e Cortes (2010). Este método baseia-se no intervalo interquartil das métricas analisadas, rejeitando todas aquelas que nos locais de referência e perturbados apresentarem uma sobreposição deste intervalo.

Para a execução destes gráficos usou-se a matriz global, que passou pelos diferentes crivos de tratamentos e que contém os dados dos 3 anos de amostragens. Só foram escolhidos os atributos que obedeceram aos critérios atrás definidos. Estes atributos poderão futuramente fazer parte de um índice de avaliação recorrendo exclusivamente a macroinvertebrados bentónicos ou então integrar um sistema de avaliação que possa integrar outros bioindicadores e diferentes níveis de organização biológica.

Todas as análises foram levadas a cabo recorrendo aos programas Primer 6 (Clarke & Gorley, 2006), PERMANOVA+ for PRIMER (Anderson *et al.*, 2008) e STATISTICA 8 (StatSoft, 2007).

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos permitiram contribuir para a avaliação da qualidade ecológica do rio Sabor, tanto numa escala espacial (41 locais de amostragem) como temporal (3 períodos de amostragem, referentes aos anos de 1999, 2011 e 2014).

3.1 Qualidade Físico-Química da Água

A caracterização sumária da qualidade da água (primavera de 2014), baseada na mensuração de parâmetros físico-químicos, permitiu encontrar uma boa qualidade (com a ressalva do baixo nº de parâmetros analisados) na maioria dos locais amostrados.

Relativamente à temperatura, registaram-se valores relativamente baixos para a época do ano, *i.e.* abaixo dos 25 °C, com exceção dos locais de Sto. Antão Barca (Sa12) e Foz Sabor (Sa15) que ultrapassar ligeiramente esse valor limiar (Figura 8).

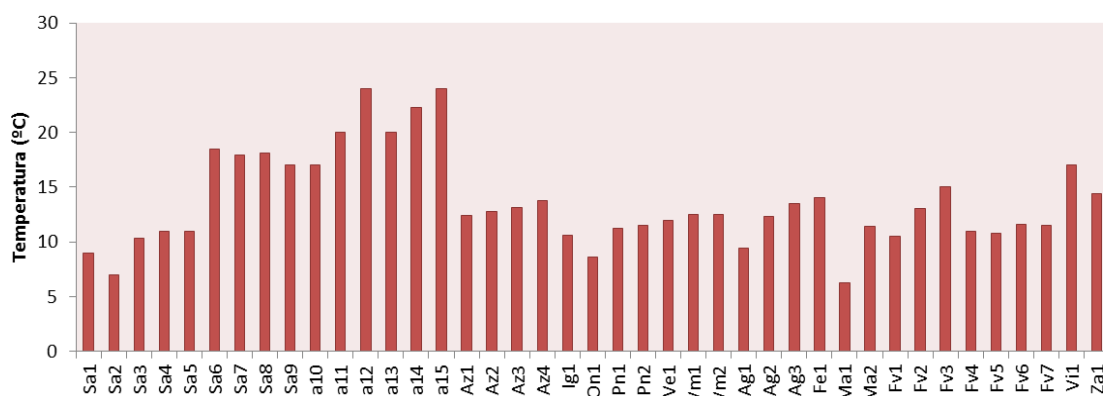


Figura 8: Variação da Temperatura (°C)

No que respeita à taxa de oxigenação, os valores encontrados para a maioria dos locais de amostragem não são limitantes e refletem as boas condições ambientais, com O.D. > 8,0 mg O₂/L. No entanto, no rio Fervença, mais concretamente a jusante de Bragança (Fv6) o valor obtido (6,0 mg O₂/L) demonstra sinais de perturbação importantes derivados, provavelmente, do input de efluentes (Figura 9).

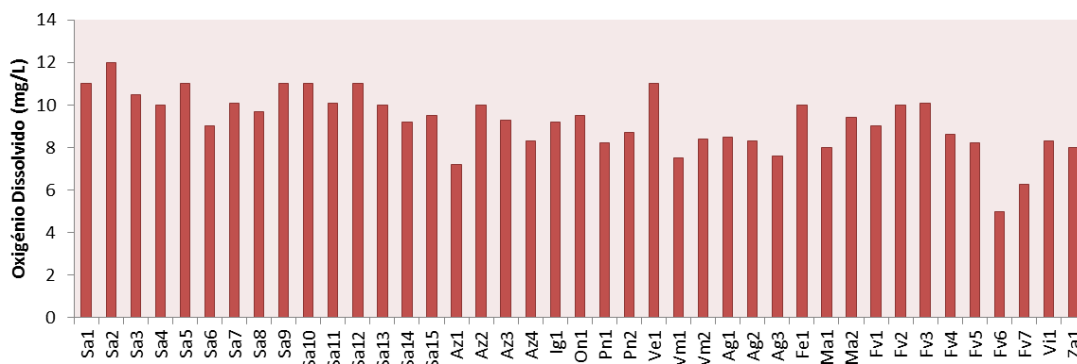


Figura 9: Variação do Oxigénio Dissolvido (mg O₂/L)

Os valores obtidos para a condutividade elétrica estão ilustrados na Figura 10. A condutividade elétrica é um parâmetro que permite conhecer o grau de mineralização da água. Quanto maior o número de iões dissolvidos numa água maior a sua condutividade. Dois locais de amostragem destacam-se dos restantes: Rio Sabor-Foz (Sa15) e Rio Fervença- jusante de Bragança (Fv5). A tendência para um aumento ao longo do rio Sabor, fruto do input de substâncias particuladas e especialmente dissolvidas da bacia hidrográfica e o reflexo do impacto resultante dos aglomerados urbanos e rurais (maior entrada de poluentes e outras substância ligadas à atividade antrópica) são as principais razões dos incrementos detetados.

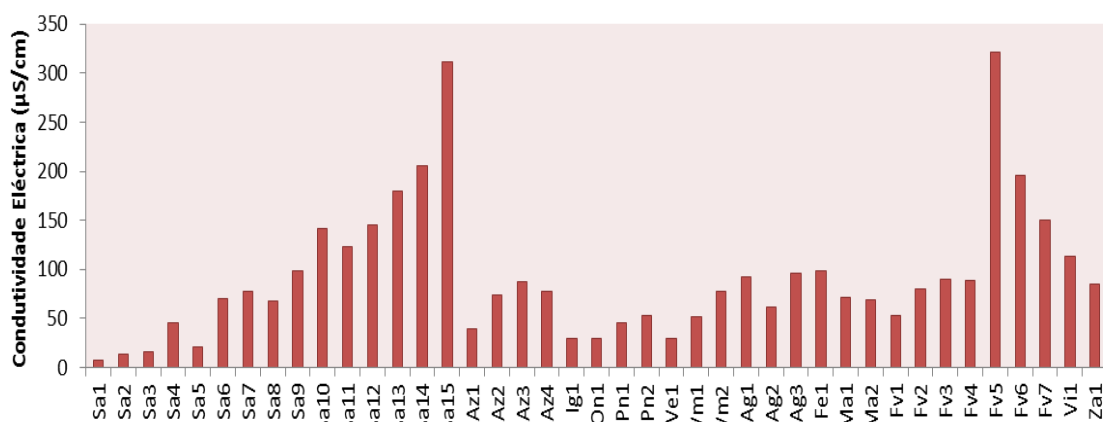


Figura 10: Variação da Condutividade Elétrica (µS/cm)

Neste estudo, não foram detetadas alterações substanciais nos valores de pH. Com efeito, todos os registos se situaram entre o subácido e o subalcalino, estando enquadrados nos valores ótimos para a vida aquática (Figura 11).

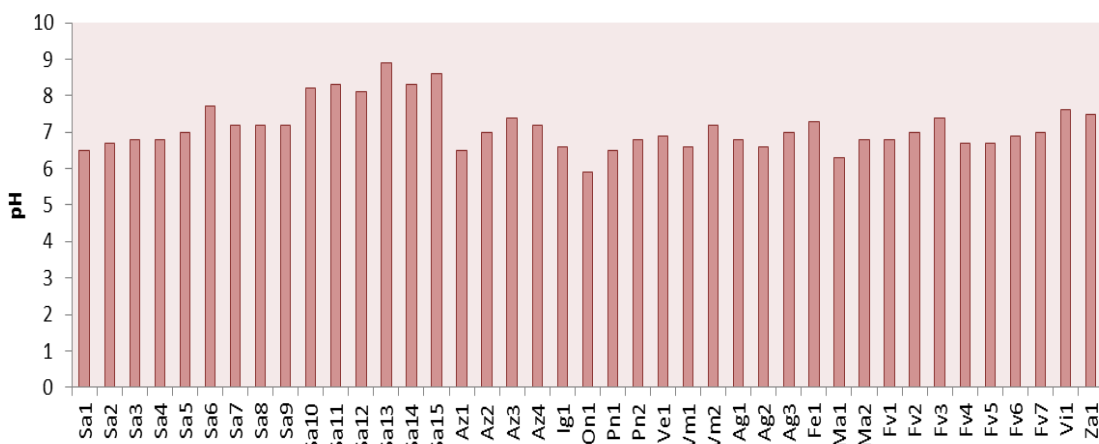


Figura 11: Variação do pH

O teor de sólidos dissolvidos totais (TDS) reflete a quantidade total de iões, incluindo minerais, sais ou metais dissolvidos num determinado volume de água. O valor é insignificante no ponto de amostragem Sa1 mas elevado nos pontos Fv6 e Vi1 (Figura 12).

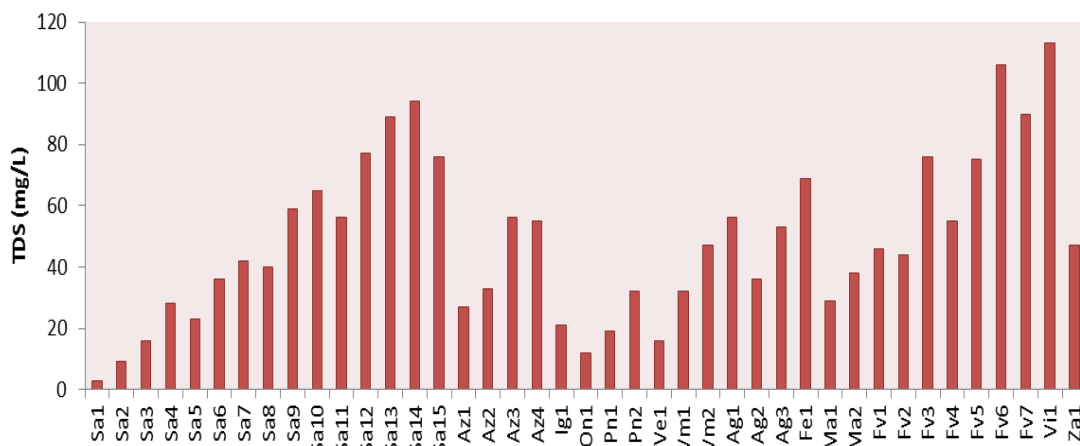


Figura 12: Variação dos sólidos dissolvidos totais (mg/L)

O fósforo é um elemento essencial para o funcionamento e crescimento de organismos aquáticos. Por ocorrer naturalmente em baixas concentrações é considerado, em ecossistemas aquáticos, como o principal fator limitante da produtividade e por isso é um dos responsáveis pelos processos de eutrofização. O azoto chega aos ambientes aquáticos através das chuvas, fixação biológica e origem alóctone. A concentração nas formas dissolvidas depende do tipo de materiais orgânicos e das atividades antrópicas locais. Relativamente à dinâmica destes nutrientes, verificou-se, tal como seria de esperar, concentrações mais elevadas de fósforo total e azoto total na bacia do rio Fervença, associado à influência da cidade de Bragança (Figura 13).

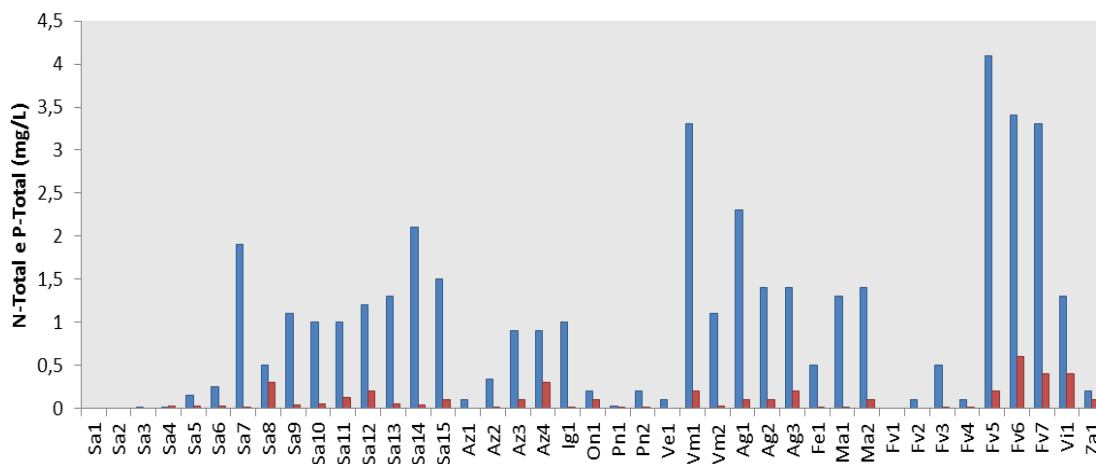


Figura 13: Variações de Azoto total e Fósforo total (mg/L).

3.2 Qualidade dos habitats aquáticos e ribeirinhos

Na qualidade dos habitats aquáticos e ribeirinhos presenciam-se locais com péssima qualidade e degradação, caso dos locais influenciados pelas barragens do Baixo Sabor (AHBS) (Sa13, Sa14) e da Valeira (Douro) (Sa15). No entanto, existem outros locais de amostragem que se encontram na mesma situação caso da Foz do Azibo (Az4), do rio Angueira (Ag1, Ag2, Ag3), do rio Fervença, a jusante de Bragança (Fv6 e Fv7). Pelo contrário, sem qualquer tipo de perturbação nem sinais de degradação e com uma excelente qualidade, foram encontrados, por exemplo, no rio Sabor (Sa2, Sa11) Penacal (Pn2) e Maçãs (Ma2) (Tabela 5).

Tabela 5: Valores dos índices QBR e GQC dos locais amostrados na Bacia do Sabor 2014

Rio / Local de Amostragem		Pontuações Finais		Índices de Habitat	
		QBR	GQC	QBR	GQC
Sabor (Jus S. Serrada)	Sa1	40	27	IV	II
Sabor (Prado Novo)	Sa2	100	32	I	I
Sabor (Conf Sabor/ Aveleda)	Sa3	50	23	IV	III
Sabor (Mont Gimonde)	Sa4	85	28	II	II
Sabor (Jus Gimonde)	Sa5	35	23	IV	III
Sabor (Valbom)	Sa6	60	28	III	II
Sabor (Argozelo)	Sa7	65	26	III	II
Sabor (Santulhão)	Sa8	65	26	III	II
Sabor (Sampaio)	Sa9	60	27	III	II
Sabor (Remondes)	Sa10	55	21	III	III
Sabor (Santo André)	Sa11	90	33	II	I
Sabor (Sto Antão Barca)	Sa12	15	15	V	IV
Sabor (Felgar)	Sa13	0	15	V	IV
Sabor (Moncorvo)	Sa14	0	12	V	V
Sabor (Foz)	Sa15	35	22	IV	III
Azibo (Quintela)	Az1	60	36	III	I
Azibo (V. Porca)	Az2	40	24	IV	III
Azibo (Balsamão)	Az3	75	34	II	I
Azibo (Foz)	Az4	20	30	V	II
Igrejas (Varge Mont)	Ig1	70	34	III	I
Onor (Onor Jus)	On1	55	30	III	II
Penacal (Rossas)	Pn1	70	35	III	I
Penacal (Ponte Parada)	Pn2	75	35	II	I

Tabela 5: Valores dos índices QBR e GQC da Bacia do Sabor 2014 (continuação)

Rio / Local de Amostragem		Pontuações Finais		Índices de Habitat	
		QBR	GQC	QBR	GQC
Vale Moinhos (Frieira)	Vm1	65	30	III	II
Vale Moinhos (Gralhós)	Vm2	40	26	IV	II
Veados (Calvelhe)	Ve1	55	32	III	I
Angueira (S. Martinho)	Ag1	15	23	V	III
Angueira (Vimioso)	Ag2	25	30	V	II
Angueira (Algoso)	Ag3	20	33	V	I
Ferreiros (Vila Chã)	Fe1	45	23	IV	III
Maçãs (Outeiro)	Ma1	45	30	IV	II
Maçãs (Vimioso)	Ma2	75	36	II	I
Fervença (Fonte Barrosas)	Fv1	65	35	III	I
Fervença (Grandais)	Fv2	60	26	III	II
Fervença (Castro Avelãs)	Fv3	60	28	III	II
Fervença (ESA)	Fv4	55	35	III	I
Fervença (ETAR)	Fv5	45	30	IV	II
Fervença (Quinta Figueiredos)	Fv6	20	23	V	III
Fervença (Confluência Penacal)	Fv7	25	26	V	II
Vilariça (Ponte Vila Flor)	Vi1	45	27	IV	II
Zacarias (Ponte)	Za1	65	36	III	I

3.3 Comunidades de macroinvertebrados

Na primavera do ano de 2014, foram identificados 2400 macroinvertebrados, repartidos por 103 grupos faunísticos. Neste estudo, o ponto Fv4 (Rio Fervença, ESA), foi o local de amostragem onde foi capturado o maior número de macroinvertebrados, maioritariamente Mollusca (Ancyliidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae), Ephemeroptera (Baetidae, Ephemerellidae) e Diptera (Chironomidae). O ponto Sa14 (Moncorvo), foi o local de amostragem com um número de macroinvertebrados mais baixo, que reflete o impacto do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor- Escalão de Jusante. Com efeito, as grandes flutuações promovidas no período de amostragem contribuiu para uma redução drástica quer no número total de exemplares (Figura 14) que no número de *taxa*-famílias (Figura 14) de macroinvertebrados presentes no sistema aquático.

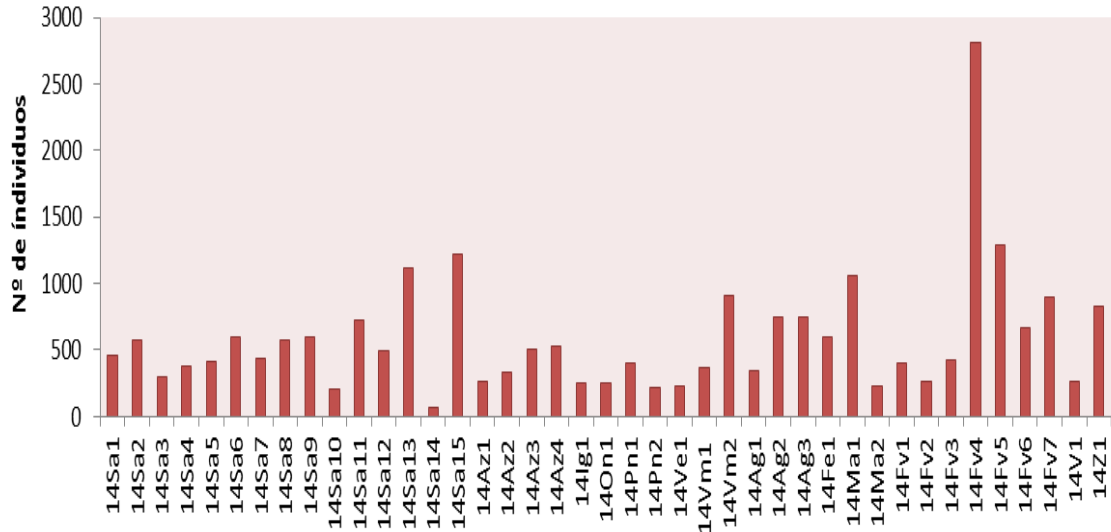


Figura 14: Número de indivíduos em cada local de amostragem

Apesar de ter sido registado em Fv4 (ESA) o número maior de indivíduos, foi Sa9 (Sampaio) e Az3 (Balsamão) que apresentaram uma riqueza faunística maior (Figura 15).

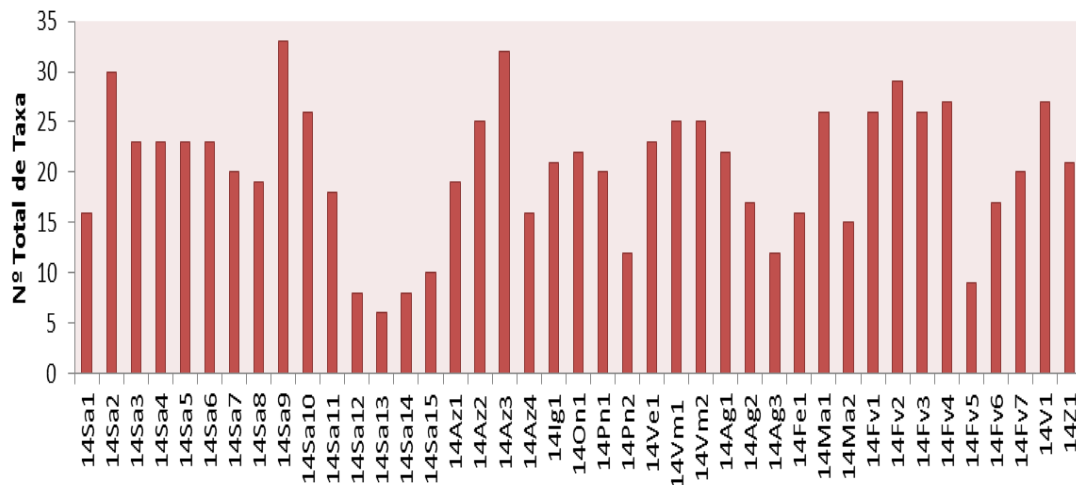


Figura 15: Número de taxa presente em cada local de amostragem

3.3.1 Índice de diversidade e equitabilidade

Analisando a Figura 16 observa-se uma diversidade superior na cabeceira dos rios (e.g. Sa2, Sa3, Ig1, Vm1, Fv1) enquanto os menores valores foram registados no rio Sabor, na área de influência do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor, e no rio Fervença, na proximidade de Bragança. A regularização e a poluição foram dois dos principais fatores e perturbação que afetaram a diversidade e equitabilidade das comunidades de macroinvertebrados do rio Sabor.

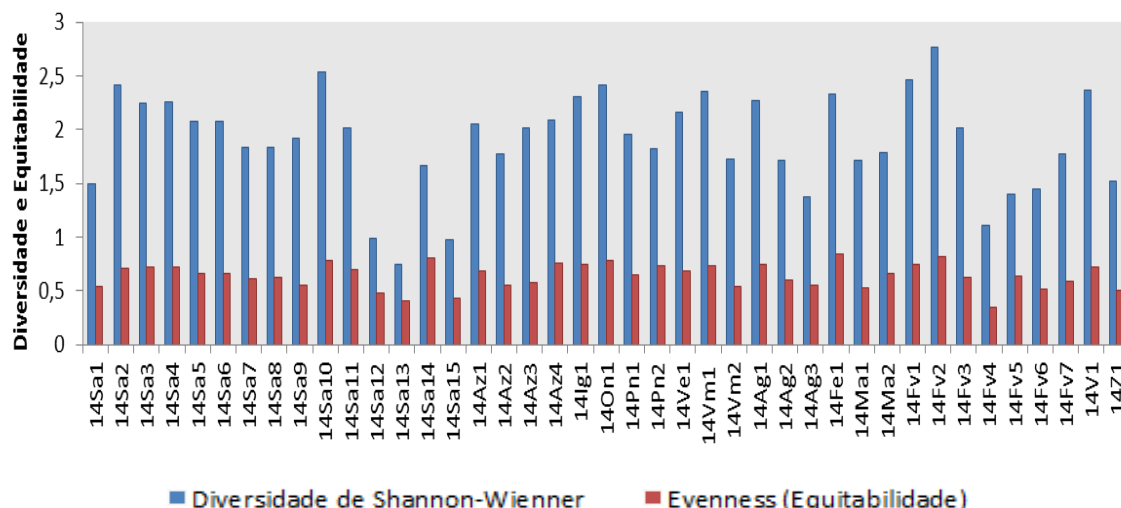


Figura 16: Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (J').

3.3.2 Composição Faunística

A composição faunística global revela um domínio dos Insecta, das ordens Diptera (30,93%), Ephemeroptera (28,32%), Trichoptera (8,62%) e Coleoptera (3,04%). Na Figura 17 está ilustrada a variação na composição faunística entre dois locais de amostragem (Sa2, local de referência v.s Fv4 local perturbado) onde se assiste a uma substituição de táxones estenobiontes (Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera) por euribiontes, adaptados a fenómenos de perturbação no meio aquático. No Anexo IX pode ser visualizada a composição faunística para os restantes locais de amostragem, correspondentes ao ano de 2014.

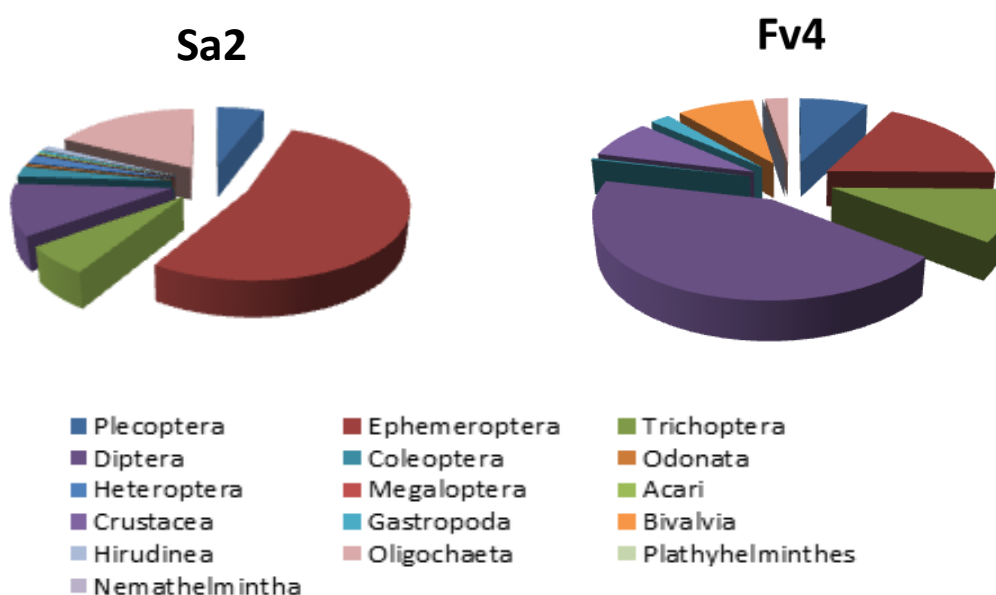


Figura 17: Composição faunística das comunidades de macroinvertebrados em locais com diferentes graus de perturbação: 1) Local de referência- Sa2; 2) local de perturbação Fv4.

3.3.3 Índices IBMWP e IPT_N

Relativamente aos índices bióticos calculados, IBMWP e IPT_N, pode-se verificar, através dos resultados obtidos, que as piores classificações corresponderam aos locais afetados pela poluição do rio Fervença (e.g. Fv5), e pela regularização promovida pelas barragens do Baixo Sabor (AHBS) (Sa12, Sa13) e da Valeira- Douro (Sa15). Salienta-se que a maioria dos locais amostrados possui boa ou excelente classificação (Tabela 6).

Tabela 6: Valores dos índices IBMWP e IPT_N na Bacia do Sabor 2014

Local	IBMWP		IPT _N	
	Valor	Classificação	Valor	Classificação
Sabor (Jus S. Serrada)	83	Bom	0,529	Razoável
Sabor (Prado Novo)	168	Excelente	0,931	Excelente
Sabor (Conf Sabor/ Aveleda)	134	Excelente	0,878	Excelente
Sabor (Mont Gimonde)	126	Excelente	0,916	Excelente
Sabor (Jus Gimonde)	127	Medíocre	0,858	Bom
Sabor (Valbom)	141	Excelente	0,884	Excelente
Sabor (Argozelo)	123	Excelente	0,754	Bom
Sabor (Santulhão)	111	Excelente	0,69	Bom
Sabor (Sampaio)	159	Excelente	0,783	Bom
Sabor (Remondes)	127	Excelente	0,769	Bom
Sabor (Santo André)	76	Bom	0,616	Bom
Sabor (Sto Antão Barca)	32	Razoável	0,371	Medíocre
Sabor (Felgar)	19	Medíocre	0,324	Medíocre
Sabor (Moncorvo)	34	Medíocre	0,465	Razoável
Sabor (Foz)	35	Medíocre	0,388	Medíocre
Azibo (Quintela)	105	Excelente	0,809	Bom
Azibo (V. Porca)	127	Excelente	0,62	Bom
Azibo (Balsamão)	179	Excelente	0,966	Excelente
Azibo (Foz)	94	Bom	0,752	Bom
Igrejas (Varge Mont)	128	Excelente	0,737	Bom
Onor (Onor Jus)	122	Excelente	0,798	Bom
Penacal (Rossas)	115	Excelente	0,951	Excelente
Penacal (Ponte Parada)	71	Bom	0,624	Razoável
Vale Moinhos (Frieira)	123	Excelente	0,842	Bom
Vale Moinhos (Gralhós)	129	Excelente	0,825	Excelente
Veados (Calvelhe)	142	Excelente	0,88	Bom
Angueira (S. Martinho)	114	Excelente	0,846	Bom
Angueira (Vimioso)	87	Bom	0,828	Bom
Angueira (Algozo)	79	Bom	0,703	Bom

Tabela 6: Valores dos índices IBMWP e IPtIN na Bacia do Sabor 2014 (continuação)

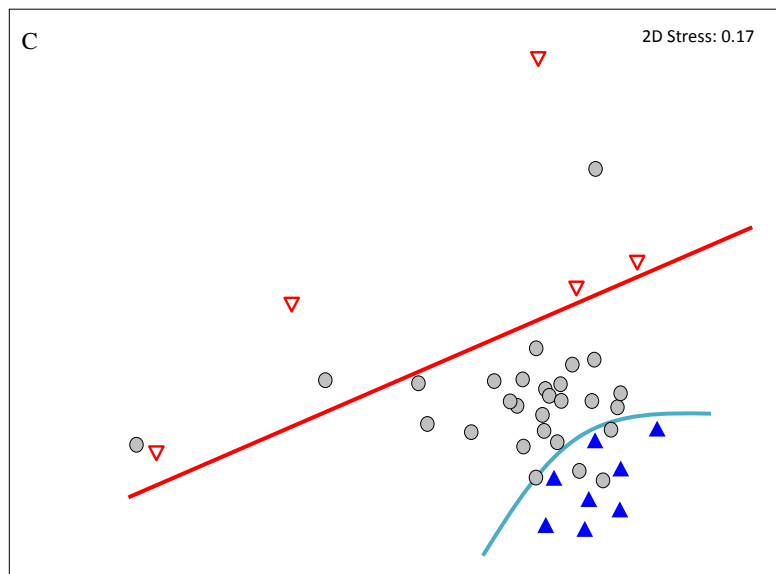
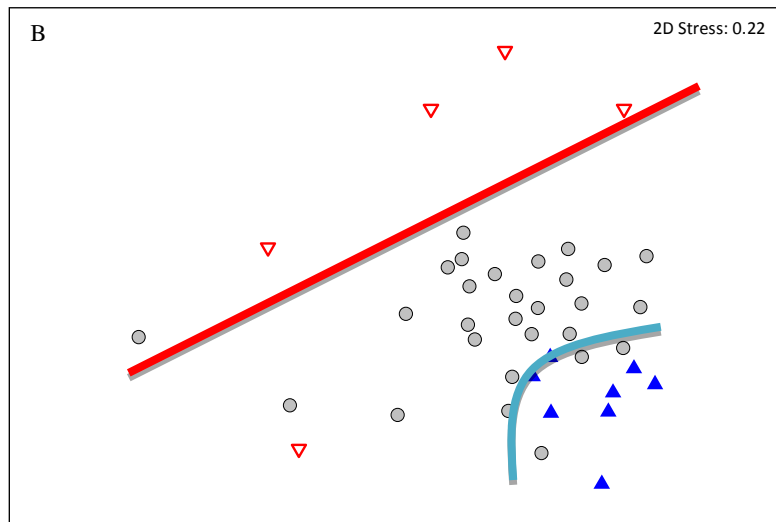
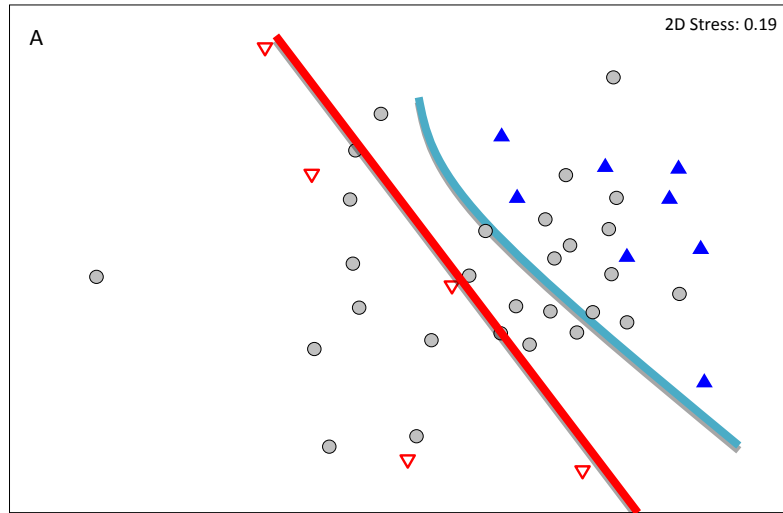
Local	IBMWP		IPtIN	
	Valor	Classificação	Valor	Classificação
Ferreiros (Vila Chã)	85	Bom	0,642	Bom
Maças (Outeiro)	148	Excelente	0,958	Excelente
Maças (Vimioso)	92	Bom	0,791	Bom
Fervença (Fonte Barrosas)	139	Excelente	0,93	Excelente
Fervença (Grandais)	151	Excelente	0,902	Excelente
Fervença (Castro Avelãs)	137	Excelente	0,868	Bom
Fervença (ESA)	153	Excelente	0,764	Bom
Fervença (ETAR)	18	Medíocre	0,198	Mau
Fervença (Quinta Figueiredos)	66	Bom	0,464	Razoável
Fervença (Confluência Penacal)	80	Bom	0,688	Bom
Vilariça (Ponte Vila Flor)	133	Excelente	0,729	Bom
Zacarias (Ponte)	112	Excelente	0,835	Excelente

3.4 Análise temporal

A análise efetuada, tendo como base dados das comunidades de macroinvertebrados de três anos diferentes: 1999, 2011 e 2014, permitiu evidenciar a tendência evolutiva em termos da qualidade biológica do rio Sabor e afluentes.

3.4.1 Seleção de locais de referência e perturbados

As análises NMDS baseadas nas matrizes de abundâncias dos locais para os 3 anos de análise (valores de stress de 0,19, 0,22 e 0,17 respetivamente para os anos de 1999, 2011 e 2014) foram capazes de diferenciar entre os locais não perturbados e os mais degradados (Figuras 18 A, B e C). Esta separação em dois subconjuntos de locais foi confirmada quer para a análise NMDS quando os dados de todos os anos foram integrados numa única matriz (Figura 19 E, stress = 0,23) quer com os testes SIMPER realizadas com base nesta mesma matriz conjunta. Todas as análises NMDS apresentaram um gradiente de perturbação que permite a dispersão de sítios ao longo de uma gama de amplitude de degradação. A Figura 19E evidencia diferenças interanuais justificando o tratamento prévio feito separadamente por anos. Assim, dos 41 locais amostrados os locais de referência selecionados como tal, de acordo com os critérios acima referidos e tendo por base os dados físico-químicos, foram: On1, Fv1, Fv2, Fv3, Az1, Ve1, Pn1, Sa2. Já os mais perturbados foram considerados os locais Fv5, Fv7, Sa1, Sa13, Sa15.



Grau de perturbação vs. variação ▽ pert ▲ ref ○ outros

Figura 18: Ordenações NMDS dos locais de amostragem para os diferentes anos de amostragem: A) ano de 1999, B) ano de 2011, C) ano de 2014. As linhas curvas representam uma separação arbitrária dos locais de referência e perturbados.

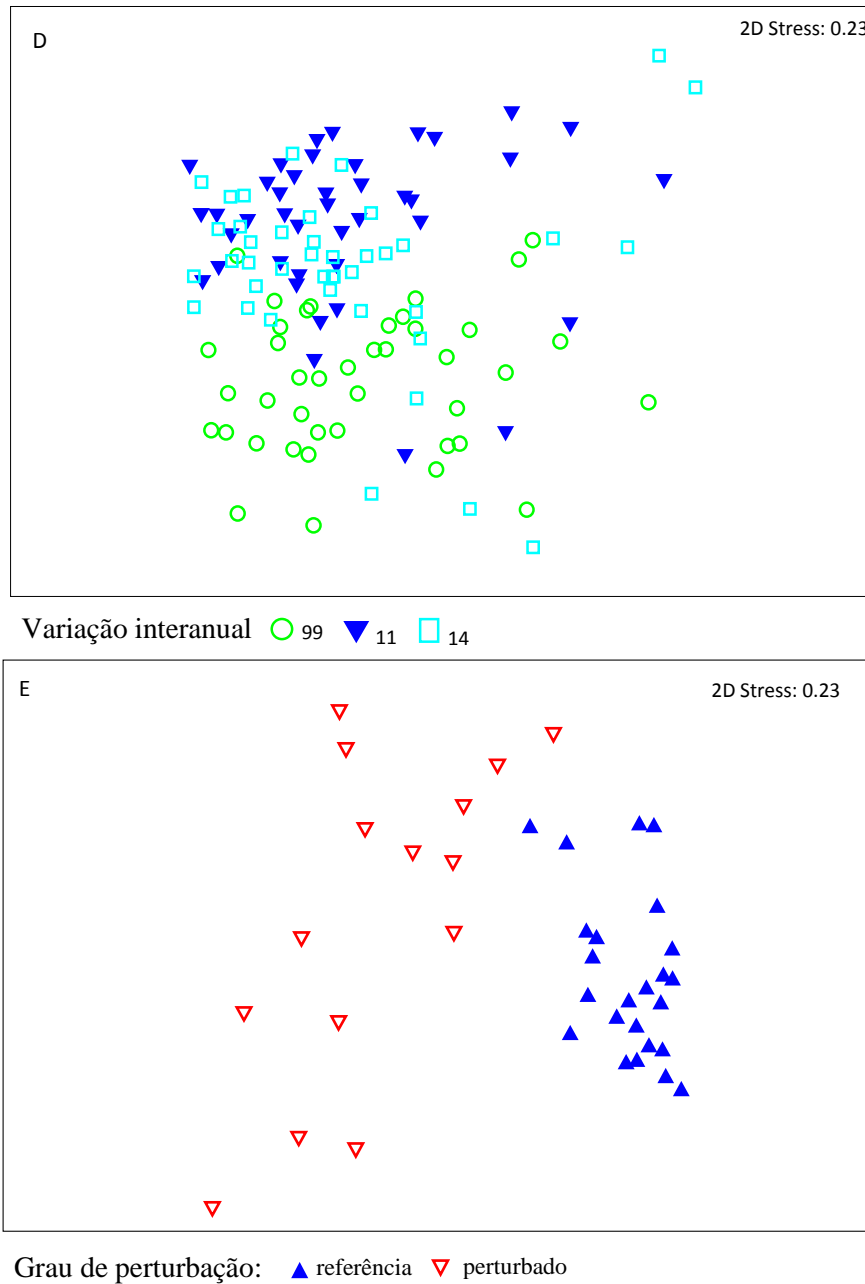


Figura 19: Ordenações NMDS dos locais de amostragem para os diferentes anos de amostragem: D) matriz global integrando os 3 anos, e E) matriz global integrando os 3 anos mas apenas mostrando os locais de referência e perturbados. As linhas curvas representam uma separação arbitrária dos locais de referência e perturbados.

A Figura 20 mostra para cada ano de amostragem uma separação consistente em 5 grupos de locais de amostragem definidos como de cabeceira (cab), pertencentes ao setor médio (med), ao setor final (fin), troços regularizados (reg) e poluídos (pol).

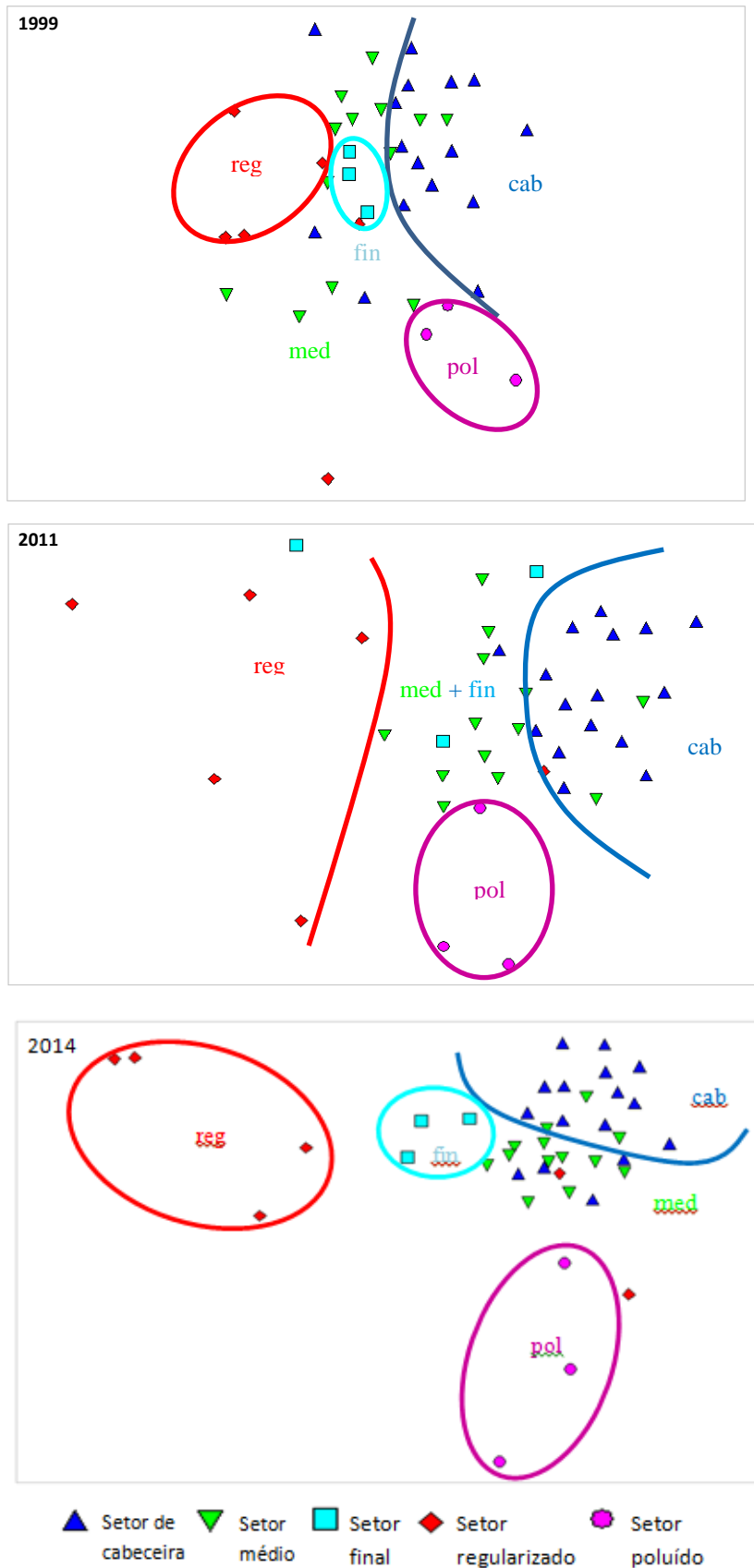


Figura 20: Ordenações NMDS dos locais de amostragem para os diferentes anos de amostragem procurando evidenciar diferentes grupos não só de degradação mas também em termos longitudinais. As linhas curvas representam separações arbitrárias dos diferentes grupos encontrados.

Os valores de similaridade e dissimilaridade média encontram-se discriminados na tabela 7. O valor de dissimilaridade entre 1999 e 2011 foi de 66,31%, entre 1999 e 2014 foi de 65,47% e entre 2011 e 2014 foi de 61,39%, deixando clara a existência de uma intensa variabilidade interanual (Tabela 7). Os resultados da análise SIMPER mostram que 60 famílias (64% dos taxa total) foram responsáveis por 90% da dissimilaridade entre 1999 e 2011, 57 famílias (61% dos taxa total) entre 1999 e 2014 e 52 famílias (60% da taxa total) entre 2011 e 2014. Quando são comparados os locais de referência versus locais degradados (Figuras 18A, 18B, 18C e 19D e a Tabela 7) estão de acordo com o padrão observado nas análises anteriores. Um valor de 74,25% de dissimilaridade entre os locais mais perturbados e os menos corrobora a hipótese de que esses dois grupos são realmente diferentes, superando a variação interanual.

Tabela 7: Composição percentual da semelhança / dissemelhança média entre anos de amostragem (1999, 2011 e 2000) e locais de perturbação versus locais de referência na bacia do rio Sabor, através da análise SIMPER.

Fatores	Grupos	Similaridade média %	Dissimilaridade média %		
			1999	2011	2014
Variação interanual	1999	39,79	--	66,31	65,47
	2011	40,26	--	--	61,39
	2014	39,90	--	--	--
Grau de perturbação	Referência	47,26	74,25		
	Perturbado	29,67			

As famílias de macroinvertebrados mais características de cada um dos diferentes grupos (até uma percentagem cumulativa de 90%) são apresentadas na Tabela 8. O grupo de locais de referência é caracterizado principalmente pelas famílias mais intolerantes das ordens Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera e Heteroptera (Tabela 8b).

Tabela 8: Contribuição média das Famílias principalmente responsáveis pelas semelhanças dentro dos grupos: a) em cada ano de amostragem e, b) e nos locais de referência e degradados.

a)

1999		2011		2014	
Famílias	% Contributiva	Famílias	% Contributiva	Famílias	% Contributiva
CHIRONOMIDAE	15.79	CHIRONOMIDAE	17.17	CHIRONOMIDAE	15.48
OLIGOCHAETA	26.38	BAETIDAE	32.98	BAETIDAE	30.06
BAETIDAE	35.79	OLIGOCHAETA	42.21	EPHEMERELLIDAE	39.74
CAENIDAE	42.08	EPHEMERELLIDAE	51.42	OLIGOCHAETA	49.12
SIMULIIDAE	46.93	HEPTAGENIIDAE	59.02	PERLODIDAE	55.13
LEPTOPHLEBIIDAE	51.69	LEPTOPHLEBIIDAE	64.12	SIMULIIDAE	59.28
HYDROPSYCHIDAE	56.34	PERLODIDAE	68.35	HEPTAGENIIDAE	63.34
ELMIDAE	59.87	HYDROPSYCHIDAE	72.17	CAENIDAE	67.15
LEUCTRIDAE	63.33	GERRIDAE	74.91	LEPTOPHLEBIIDAE	70.94
SPHAERIIDAE	66.1	ELMIDAE	77.39	SIPHONURIDAE	74.72
ERPOBDELLIDAE	68.79	BERAEIDAE	79.31	LIMONIIDAE	77.48
DYTISCIDAE	71.42	SIPHONURIDAE	81.21	LEUCTRIDAE	80
GOMPHIDAE	73.66	LIMNEPHILIDAE	83.07	ANCYLIDAE	82.28
EPHEMERELLIDAE	75.4	ANCYLIDAE	84.76	HYDROPSYCHIDAE	84.54
ANCYLIDAE	76.98	SIMULIIDAE	86.27	LIMNEPHILIDAE	86.55
HEPTAGENIIDAE	78.52	LEUCTRIDAE	87.73	RHYACOPHILIDAE	87.84
HYDRACARINA	79.99	GOMPHIDAE	88.98	ERPOBDELLIDAE	88.96
LYMNAEIDAE	81.15	CORIXIDAE	89.94	ELMIDAE	89.98
LEPTOCERIDAE	82.25	RHYACOPHILIDAE	90.67	CHLOROPERLIDAE	90.91
HYDRAENIDAE	83.34				
POLYCENTROPODIDAE	84.38				
GERRIDAE	85.34				
PHILOPOTAMIDAE	86.28				
CORIXIDAE	87.09				
RHYACOPHILIDAE	87.9				
ATYIDAE	88.69				
CERATOPOGONIDAE	89.48				
GLOSSIPHONIIDAE	90.26				

Por outro lado, os locais perturbados são caracterizados quase exclusivamente por famílias tolerantes de várias ordens, tais como Diptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Hirudinea e Crustacea (Tabela 8b).

b)

Referência		Perturbado	
Famílias	% Contributiva	Famílias	% Contributiva
CHIRONOMIDAE	10.73	CHIRONOMIDAE	25.41
BAETIDAE	20.30	OLIGOCHAETA	48.22
OLIGOCHAETA	29.21	BAETIDAE	56.51
HEPTAGENIIDAE	37.31	ERPOBDELLIDAE	62.97
LEPTOPHLEBIIDAE	43.68	CORIXIDAE	67.90
LIMNEPHILIDAE	49.76	PHYSIDAE	71.22
EPHEMERELLIDAE	55.39	SIMULIIDAE	74.29
HYDROPSYCHIDA	59.97	ATYIDAE	77.33
ATHERICIDAE	64.29	LEPTOPHLEBIIDAE	79.50
CHLOROPERLIDAE	68.45	CAENIDAE	81.58
PERLODIDAE	72.45	GLOSSIPHONIIDAE	83.62
LEUCTRIDAE	75.83	CORBICULIDAE	85.08
LIMONIIDAE	77.56	HYDROPSYCHIDAE	86.25
ANCYLIDAE	79.26	DYTISCIDAE	87.43
ERPOBDELLIDAE	80.80	ASTACIDAE	88.58
GERRIDAE	82.32	HIRUDIDAE	89.57
RHYACOPHILIDAE	83.73	ELMIDAE	90.54
ELMIDAE	85.08		
POLYCENTROPODIDAE	86.42		
GLOSSOSOMATIDAE	87.55		
SERICOSTOMATIDAE	88.53		
NEMOURIDAE	89.46		
TIPULIDAE	90.33		

3.4.2 Seleção dos atributos

Um padrão consistente de degradação na ordenação foi exibido pela análise NMDS para cada ano (Figuras 18A-19D). Os valores dos primeiros eixos para os anos 1999 e 2011 e do segundo eixo para 2014 foram correlacionados com todas os potenciais atributos não transformadas para obter a resposta de cada métrica face ao aumento dos níveis de degradação. O sinal positivo dos coeficientes de Pearson indicou que a pontuação da métrica diminuiu com o aumento da perturbação e vice-versa. Quando pelo menos um dos 3 coeficientes, correspondentes aos 3 anos analisados, possuía sinal contrário aos restantes, a resposta foi classificada como variável (Tabela 7).

Um subconjunto de 103 atributos (do grupo original de 354) preencheu os critérios de baixa variabilidade dentro do grupo de locais de referência (CV_s menores que 50%). Os atributos então pré-selecionados (Tabela 4) foram correlacionados entre eles para analisar a existência de colinearidade, usando as Correlações de Pearson (atributos

altamente correlacionados com valores de $r \geq 0,6$ ou $r \leq -0,6$ e para um nível de significância de $p = 0,05$) foram removidos e posteriormente analisados graficamente através das caixas de bigodes (locais de referência versus locais degradados). A avaliação destes gráficos mostrou que 15 dos 24 atributos candidatos tinham pouca ou nenhuma sobreposição os diferentes grupos de locais (referência versus perturbados) e, por conseguinte, cumprindo os últimos critérios de seleção dos mesmos (Figuras 21 a 24).

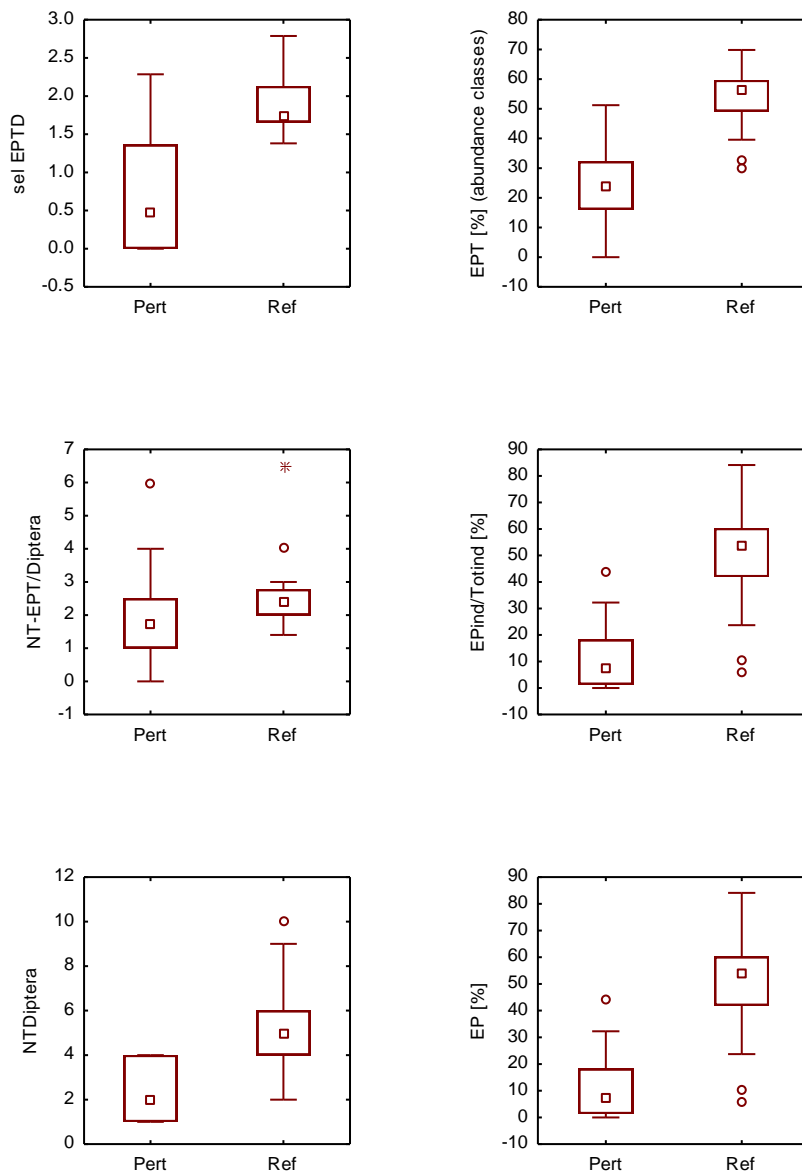


Figura 21: Análise discriminatória dos atributos selecionados entre os locais de referência e os locais perturbados. As boxplot mostram os valores da média (ponto central), o intervalo do primeiro ao terceiro quartil (caixa), valores mínimo e máximo (barras) e outliers (pontos).

Estes incluíram somente métricas, tendo sido excluídos todos os *traits*. Assim as métricas selecionadas foram: 8 métricas de estrutura (sel EPTD, EPT [%] (abundance classes), EPT-Taxa [%], EPind/Totind [%], EP [%], Ephemeroptera [%], NTDiptera, Average Score Per Taxon), 4 traits associados à distribuição longitudinal ([%] Epirhithral (Scored taxa = 100%), [%] Metarhithral (Scored taxa = 100%), [%] Metapotamal (Scored taxa = 100%), Rhithron Type Index), 2 índices de diversidade que medem o nível de tolerância à degradação (Shannon-Wiener e Simpson) e 1 *trait* de adaptação (grupos funcionais: [%] Grazers and Scrapers).

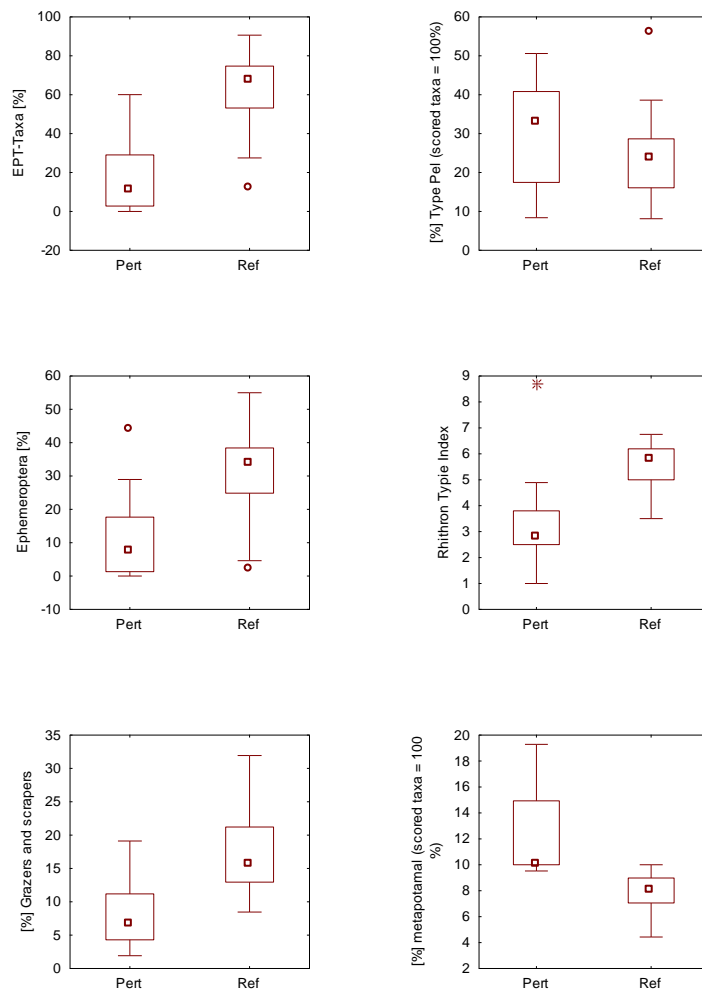


Figura 22: Análise discriminatória dos atributos selecionados entre os locais de referência e os locais perturbados. As boxplot mostram os valores da média (ponto central), o intervalo do primeiro ao terceiro quartil (caixa), valores mínimo e máximo (barras) e outliers (pontos).

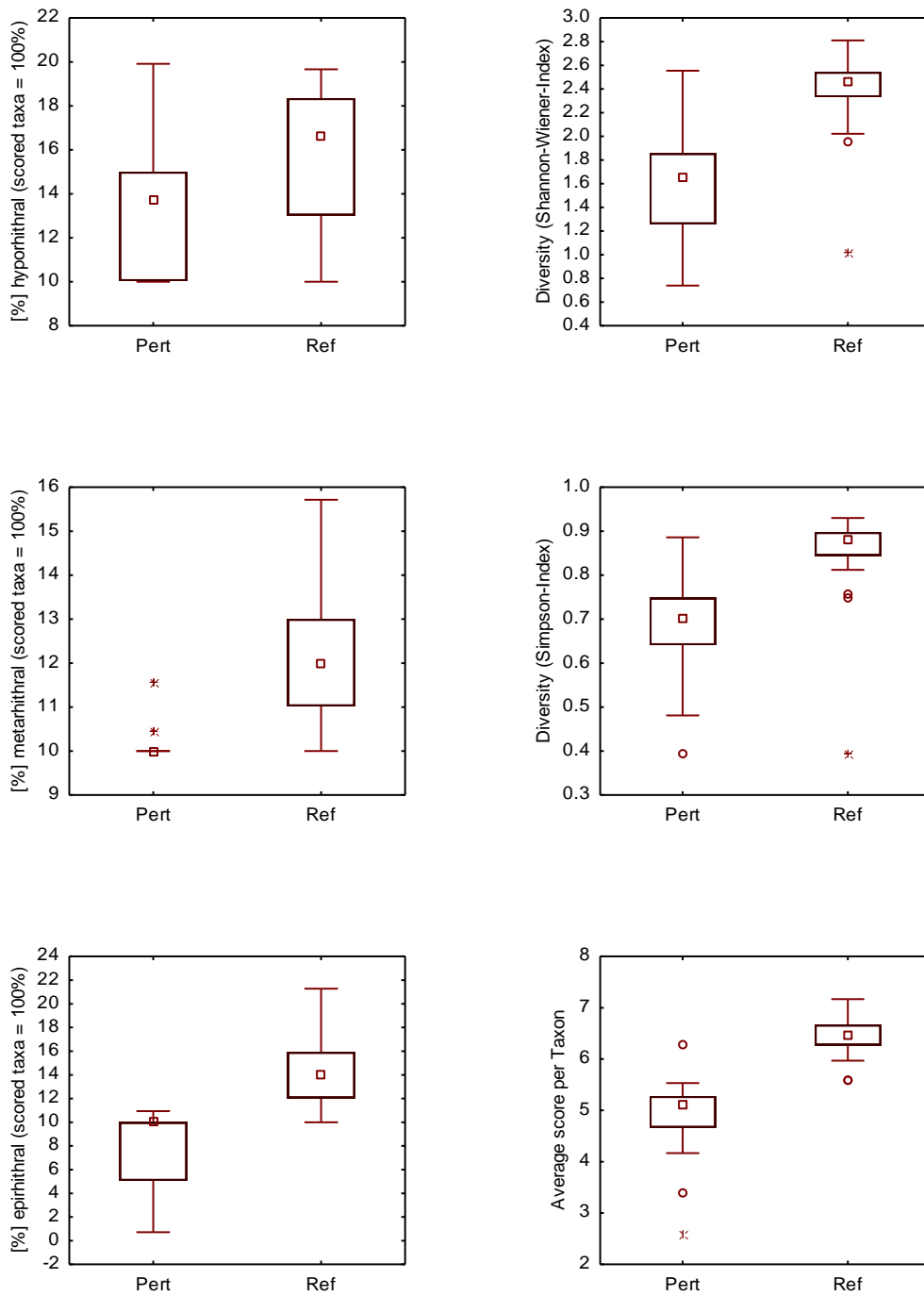


Figura 23: Análise discriminatória dos atributos selecionados entre os locais de referência e os locais perturbados. As boxplot mostram os valores da média (ponto central), o intervalo do primeiro ao terceiro quartil (caixa), valores mínimo e máximo (barras) e outliers (pontos).

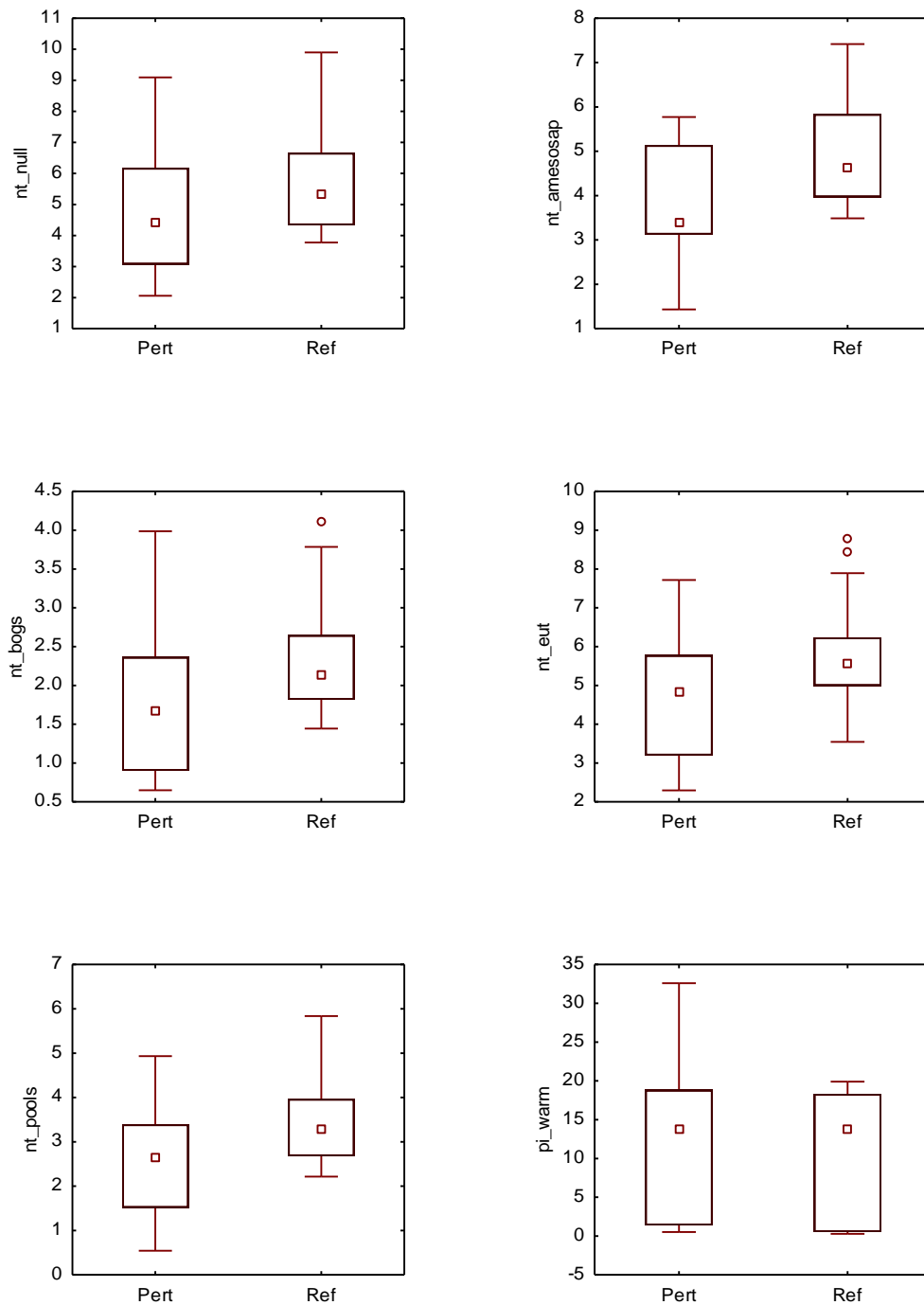


Figura 24: Análise discriminatória dos atributos selecionados entre os locais de referência e os locais perturbados. As boxplot mostram os valores da média (ponto central), o intervalo do primeiro ao terceiro quartil (caixa), valores mínimo e máximo (barras) e outliers (pontos).

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os rios têm a capacidade de integrar tudo o que acontece na bacia hidrográfica, nomeadamente ao nível do uso e ocupação do solo. As alterações nas características ambientais e especialmente nas comunidades biológicas fornecem informações valiosas acerca dos impactos originados pela atividade do Homem, contribuindo para a elaboração de medidas de gestão adequadas. Por exemplo, alterações na cabeceira de rios modificam os troços situados a jusante, devido ao transporte de massas de água e sedimentos de origem alóctone ou resultantes da erosão das margens (Callisto *et al.*, 2000). Tais alterações podem ainda ter reflexos na composição e estrutura do biota. Por exemplo, os macroinvertebrados bentónicos diferem entre si ao nível da biologia e requisitos ecológicos. Locais poluídos geralmente possuem baixa diversidade de espécies e elevada densidade de organismos, restritos a grupos mais tolerantes (por exemplo Chironomus- Diptera e Tubificidae- Oligochaeta).

O estudo realizado permitiu avaliar em termos espaciais (Rio Sabor e suas afluentes) e temporais (considerando 3 períodos de amostragem: 1999, 2011 e 2014) a qualidade ambiental do ecossistema aquático, no qual foi integrada a informação das condições ambientais com a biológica, caso da comunidade de macroinvertebrados.

Ao nível da **componente ambiental, baseada na análise das características da água e dos habitats aquáticos e ribeirinhos**, é possível realçar os seguintes aspetos:

- Em geral nos parâmetros físico-químicos da água avaliados verificou-se uma boa qualidade da água, com base nos valores obtidos para a temperatura, oxigénio dissolvido, pH. Foram detetadas variações importantes entre locais de amostragem para os parâmetros dos sólidos dissolvidos totais, condutividade e especialmente para os nutrientes principais, caso dos compostos de azoto e fósforo, em particular na bacia do rio Fervença e nos troços próximos da foz do rio Sabor.
- Paralelamente, foram detetadas alterações nas condições hidromorfológicas e na galeria ripícola de variados troços, nomeadamente nos rios Sabor, próximo da foz e sob influência do AHBS (Sa12, Sa13, Sa14), e nos rios Fervença (Fv4, Fv5) e Angueira (Ag1, Ag2 e Ag3) que contribuíram para uma diminuição da integridade ecológica destes rios. No entanto, a boa qualidade dos habitats aquáticos e

ribeirinhos está patente em muitos locais de amostragem, ao longo do rio principal e afluentes (e.g. Sa2, Sa4, Sa11, Fv7, Ag2 e o Azibo).

Esta tendência observada nas condições ambientais e respetiva evolução foi já reportada noutros estudos efetuados na bacia do rio Sabor (Teixeira, 1994; Borges, 1998; Fidalgo 1998; Fachada, 2000; Escalda 2004; Silva, 2010; George, 2010; Ascensão, 2011; Fonseca, 2011; Ramos, 2011; Rodrigues, 2013).

- **A componente biológica, avaliada através da composição das comunidades de macroinvertebrados**, muitas vezes referenciada como comunidade-chave na análise da qualidade biológica de rios permitiu, a partir do cálculo de diferentes métricas, destacar os seguintes aspetos:
- Foram encontradas diversas métricas (Anexos II, III, VII, VIII e X) responsivas às alterações ambientais. Por exemplo, relativamente à diversidade de Shannon-Wiener H' (Anexo VIII) observou-se uma diversidade superior na cabeceira dos rios (e.g. Sa2, Sa3, Ig1, Vm1 e Fv1), enquanto na área de influência da albufeira do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor (Sa12, Sa13, Sa14) e na proximidade da cidade de Bragança (Fv5, Fv6, Fv7) diminuíram os valores encontrados;
- A % EPT (nº de indivíduos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) (Anexo VIII) corroborou na diferenciação de locais perturbados vs locais de referência: Assim, verificou-se nos locais Sa3, Sa7, Vm2, Fv3 e Ma1 se obtiveram um elevado número de indivíduos das famílias Ephemeroptera e Plecoptera, que são ordens que são mais suscetíveis ao fator poluição ou degradações do habitat. A sua ausência pode indicar a ocorrência de algum problema. O oposto está associado a ecossistema com uma boa integridade ecológica (Lenat e Barbour, 1994; Alba-Tercedor, 1996).
- Os índices bióticos (i.e. IBMWP, IPtIN) (Anexos II, III e X) mostraram que, apesar dos impactos referenciados, a maioria dos pontos de amostragem possuem uma classificação de BOM ou EXCELENTE, cumprindo os critérios definidos no âmbito da Diretiva Quadro da Água (INAG, 2009). De facto, para além da variabilidade natural associada à zonação dos rios (i.e. ao longo do eixo longitudinal) os impactos mais marcantes na bacia do rio Sabor, corresponderam à poluição do rio Fervença (Fv5, Fv6, Fv7), à regularização existente no Alto (Barragem da Serra Serrada, Sa1) e Baixo Sabor (Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor, Escalões de

Montante- Sa12, Sa13 e Jusante, Sa14) e na foz (Sa15, sob influência da barragem da Valeira- Rio Douro). Outro fator que tem contribuído para a diminuição da qualidade biológica tem sido a introdução de espécies exóticas, com especial destaque para todas aquelas que possuem um potencial invasor notável. Entre elas podem citar-se, com presença e abundância crescente no rio Sabor e alguns dos afluentes, a presença da ameijoia-asiática (*Corbicula fluminea*) e de dois decápodes de origem norte-americana, os lagostins sinal (*Pacifastacus leniusculus*) e vermelho (*Procambarus clarkii*).

Vários estudos efetuados na bacia do rio Sabor (Teixeira, 1994; Borges, 1998; Fidalgo 1998; Fachada, 2000; Escalda 2004; Silva, 2010; George, 2010; Ascensão, 2011; Fonseca, 2011; Ramos, 2011; Rodrigues, 2013) evidenciam a importância dos invertebrados na avaliação da integridade ecológica do ecossistema. Da análise da bibliografia supramencionada nem sempre se encontra a mesma tendência nas respostas das comunidades de macroinvertebrados.

Neste estudo a variabilidade interanual verificada poderá também ser explicada pelas diferenças das condições climáticas nos períodos em análise (1999, 2011 e 2014). De salientar que os anos hidrológicos de 1998/99 e 2011/12 foram anos considerados de extrema seca, tendo este último ano sido considerado o 5º mais seco dos últimos 80 anos. Já o ano hidrológico de 2013/14 foi considerado um ano húmido.

De acordo com (Hildrew e Giller 1994) as comunidades estão naturalmente dependentes deste tipo de eventos. Contudo, apesar das alterações observadas nas comunidades macrobentónicas como resultado da natural variabilidade temporal, não foram encontradas grandes diferenças na distribuição espacial dos locais de amostragem nos diferentes anos. Através da ordenação NMDS e análise SIMPER, ficou patente um gradiente de perturbação ambiental das características dos locais e por conseguinte das famílias presentes nesses locais, mostrando que esta variabilidade temporal não tem grandes efeitos sobre a sensibilidade das espécies e, consequentemente, na sensibilidade do método usado para a separação de locais de referência e perturbados.

Relativamente aos atributos que se mostraram responsivos à degradação, podemos referir que, de forma semelhante ao observado por Varandas e Cortes (2010) e Cortes *et al.*, (2013) foram selecionadas métricas estruturais e de composição relacionadas com a presença das famílias Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera. Das 8 métricas

escolhidas, 5 (sel EPTD, EPT [%] (abundance classes), EPT-Taxa [%], EPind/Totind [%], EP [%] e Ephemeroptera [%]) contemplam pelo menos uma destas famílias. Observou-se de igual modo que também foram selecionados índices de diversidade (embora diferentes dos selecionados pelos autores atrás mencionados) e 5 *traits* de adaptação e de distribuição longitudinal (também diferentes das dos autores atrás citados). Os nossos resultados vêm de encontro aos obtidos por Rodgers *et al.*, (1979) que salientaram que a integração de métricas estruturais/funcionais e de composição proporciona a melhor forma de avaliação da degradação. De acordo com Charvet *et al.*, (2000), o uso complementar de *traits* tem a vantagem destes serem mais estáveis quer no espaço quer no tempo, ao contrário de composição de espécies, possibilitando o uso destes descritores em trabalhos de biomonitorização em diferentes regiões geográficas. O nosso trabalho evidenciou que 5 *traits* também se mostraram eficientes na separação de diferentes graus de perturbação ([%] Epirhithral (Scored taxa = 100%), [%] Metarhithral (Scored taxa = 100%), [%] Metapotamal (Scored taxa = 100%), Rhithron Typie Index e [%] Grazers and Scrapers). Da mesma forma que Varandas e Cortes (2010) e Cortes *et al.*, (2013), nós também concluímos que a conjugação de métricas convencionais (composição e estrutura) e *traits* poderão tornar mais robustas as ferramentas usadas na biomonitorização dos sistemas aquáticos.

Uma análise mais pormenorizada dos atributos selecionados mostra que 2 dos índices comumente usados em avaliações de qualidade (índices de Shannon e Simpson) foram importantes neste trabalho. Estes índices são medidas de diversidade de espécies normalmente usados para comparar padrões em diferentes locais ou em diferentes gradientes, ou numa mesma área ao longo do tempo (Barros, 2009). As métricas relacionadas com a riqueza de famílias das ordens Ephemeroptera, Plecoptera, e Trichoptera diminuí não só com o aumento da concentração de nutrientes (Barbour *et al.*, 1996; Fitzpatrick *et al.*, 2001) mas também com o aumento de contaminantes, metais pesados, condições térmicas e interrupção do fluxo de água (Lillie *et al.*, 2003), entrada de sedimentos para o sistema aquático (Quinn e Hickey 1990; Meban 2001), chuvas ácidas (Peterson e Van Eeckhaute 1992), e efluentes ácidos de minas (Zarger *et al.*, 1986). As famílias de plecópteros (P) são das mais sensíveis e podem indicar perturbação no meio resultado de baixas concentrações de oxigénio ou sedimentação (Chirhart 2003). Medidas tróficas (tal como o *trait* [%] Grazers and Scrapers) são também úteis uma vez que são influenciados pelo enriquecimento de nutrientes (Quinn

and Hickey 1990), perturbação da vegetação ripária (Cummins *et al.*, 1989), e regularização de caudais (Cortes *et al.*, 2002). No que respeita aos *traits* relativos à distribuição longitudinal mostram que diferenciam diferentes condições associadas a um gradiente que naturalmente ou por ação antrópica resulta num crescendo de enriquecimento em nutrientes.

No nosso estudo foi usado o nível taxonómico da família. Segundo Dolédec *et al.*, (2000) e Gayraud *et al.*, (2003), métodos que recorrem a *traits* usando o nível de identificação género ou família, podem de forma adequada descrever alterações no sistema e serem mais rápidos na avaliação. O conjunto de métricas e *traits* selecionado neste estudo, pelo facto de ser mais integrativo do que se apenas fosse usado um dos conjuntos de atributos, torna-o potencialmente capaz de avaliar efeitos a diferentes escalas, pode também ser usado para definir tipos de comunidades.

5. BIBLIOGRAFIA

- Agroconsultores e Coba (1991) Carta dos Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal. UTAD/PDRITM, Vila Real.
- Alba-Tercedor J. 1996. Macroinvertebrados Acuáticos y Calidad de las Aguas de los Rios. IV Simposio del Agua en Andalucía. Vol. II, 203 – 213, Almería.
- Anderson M.J., Gorley R.N., Clarke K.R. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E Ltd: Plymouth.
- Ascensão, T.E.C.F. 2011. Dispersão de Lagostins Exóticos (*Procambarus clarkii* e *Pacifastacus leniusculus*) na Bacia Hidrográfica do Rio Sabor (NE Portugal): Avaliação do Impacto Ecológico. Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Griffith, G.E., Frydenborg, R., McCarron, E., White, J.S. 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society* 15: 185–211. doi:10.2307/1467948.
- Barros R.S.M. 2009. Medidas de diversidade biológica. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais – PGECOL. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, MG.
- Böhmer J., Rawer-Jost C., Zenker A., Meier C., Feld C.K., Biss R. & Hering D. 2004. Assessing streams in Germany with benthic invertebrates: Development of a multimetric invertebrate based assessment system. *Limnologica*, 34: 416-432.
- Borges M.F. 1998. Caracterização limnológica dos macroinvertebrados da bacia do Alto Sabor. Rel. de Fim de Curso. Bacharelato GRF. ESAB.
- Callisto, M.; Moretti, M. & Goulart, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revta. Bras. Rec. Hid.* 6 (1): 71-82.
- Charvet S., Statzner B., Usseglio-Polatera P., & Dumonts B. 2000. Traits of benthic macroinvertebrates in semi-natural French streams: An initial application to biomonitoring in Europe. *Freshwater Biology* 43: 277–296. doi:10.1046/j.1365-2427.2000.00545.x.

- Chirhart J. 2003. Development of a macroinvertebrate index of biological integrity (MIBI) for rivers and streams of the St. Croix River Basin in Minnesota (41 pp). St. Paul, MN: Minnesota Pollution Control Agency, Biological Monitoring Program.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. 2001 (and 2006). PRIMER v5 (and v6): User manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth, UK, 91pp (and 192pp) [1,515].
- Cortes R.M.V., Ferreira M.T., Oliveira S.V. & Godinho F. 1998. Contrasting Impacto of Small Dams on the Macroinvertebrates of Two Iberian Mountain Rivers. *Hydrobiologia* 389: 51-61.
- Cortes R.M.V., Ferreira M.T., Oliveira S.V. & Oliveira D. 2002. Macroinvertebrate community structure in a regulated river segment with different flow conditions. *River Research and Applications* 18: 367–382. doi:10.1002/rra.679.
- Cortes R.M.V., Hughes S.J., Pereira V.R., Varandas S.G.P. 2013. Tools for bioindicator assessment in rivers: The importance of spatial scale, land use patterns and biotic integration. *Ecological Indicators* 34: 460– 477.
- Cummins K.W., Wilzbach M.A., Gates D.M., Perry J.B. & Taliaferro W.B. 1989. Shredders and riparian vegetation. *Bioscience*, 39, 24–30. doi:10.2307/1310804.
- DECRETO-LEI nº236/98 de 1 de Agosto. Diário da República nº176 – I Série A. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- DIRECTIVA 2000/60/CE DO PARLAMENTO EUROPEU e do CONSELHO, 23 de Outubro de 2000.
- Dolédéc S., Olivier J.M. & Statzner B. 2000. Accurate description of the abundance of taxa and their biological traits in stream invertebrate communities—effects of taxonomic and spatial resolution. *Archiv fuer Hydrobiologie* 148: 25–43.
- Escalda P.S.M. 2004. Contribuição para o estudo das comunidades de macroinvertebrados bentónicos e de peixes da bacia hidrográfica do Rio Sabor (Bacia da Douro, Portugal). Relatório Fim de Curso. Eng^a Ambiente e Território.
- Fachada I. 2000. Influência antropogénica no funcionamento de ecossistemas lóticos do Alto Sabor. Rel. Fim de Curso. Bacharelato em GRF. ESAB.

- Feio M.J., Dolédec S. 2012. Integration of invertebrate traits into predictive models for indirect assessment of stream functional integrity: a case study in Portugal. *Ecological Indicators* 15: 236-247. DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.09.039.
- Fidalgo J. 1998. Contribuição para o estudo hidrobiológico do Rio Maçãs. Relatório de Fim de Curso. Bacharelato em GRF. ESAB.
- Fitzpatrick, F. A., Scudder, B. C., Lenz, B. N., & Sullivan, D. J. 2001. Effects of multi-scale environmental characteristics on agricultural stream biota in eastern Wisconsin. *Journal of the American Water Resources Association* 37: 1489–1507. doi:10.1111/j.1752-1688.2001.tb03655.x.
- Fonseca, T.M.P. 2011. Monitorização da Qualidade Biológica de Rios Baseada em Macroinvertebrados e Requalificação Fluvial Dirigida a Populações Piscícolas. Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- Fontoura A.P. 1984a – *Elaboração de uma Carta de Qualidade Biológica da Água*. Universidade do Porto, Porto.
- Fontoura A.P. 1984b – *As Comunidades de Macroinvertebrados como Indicadoras da Qualidade Biológica da Água – Metodologia para a sua Utilização*. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto.
- França J.S., Callisto M.. 2014. Taxonomy, metrics or traits? Assessing macroinvertebrate community responses to daily flow peaking in a highly regulated Brazilian river system. *Ecohydrology* 7, 828–842
- Gayraud S., Statzner B., Bady P., Haybachp A., Sholl F., Usseglio-Polatera P. 2003. Invertebrate traits for the biomonitoring of large European rivers—an initial assessment of alternative metrics. *Freshwater Biology* 48: 2045–2064. doi:10.1046/j.1365-2427.2003.01139.x.
- George, C. 2010. Bio-évaluation de la qualité d'un système lotique au Portugal: Approche spatio-temporelle de l'évolution des communautés des macro-invertébrés. Master EA. Université Paul Verlaine. Metz. França
- Goulart M.D. & Callisto M. 2003. *Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental*. Revista FAPAM (no prelo).

- Hildrew A.G. & Giller P.S. 1994. Patchiness, species interactions and disturbance in the stream benthos. *In* P. S. Giller, A. G. Hildrew, & D. G. Raffaelli (Eds.), *Aquatic ecology: Scale, pattern and process* (pp. 21–62). London: Blackwell Scientific.
- 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.
- KARR, J.R. & CHU, E.W. 1999. Restoring life in running waters: better biological monitoring. Island Press, Washington, DC, USA. 206p.
- Kashian D.R. & Burton T.M. 2000. A comparison of macroinvertebrates of 2 Great Lakes Coastal Wetlands: Testing potential metrics for an index of ecological integrity. *Journal of Great Lakes Research*, 26, 460–481.
- Klemm VV. 2003. *Hydrocotyle ranunculoides: A control strategy for the Canning River Regional Park*. Swan River Trust, Report no.6. 61 pp.
- Lillie R.A., Szczytko S.W. & Miller M.A. 2003. Macroinvertebrate data interpretation guidance manual. Madison: Wisconsin Department of Natural Resources.
- Meban C.A. 2001. Testing bioassessment metrics: Macroinvertebrate, sculpin, and salmonid responses to stream habitat, sediment, and metals. *Environmental Monitoring and Assessment* 67: 293–322. doi:10.1023/A:1006306013724.
- Moya N., Tomanova S. & Oberdorff T. 2007. Initial development of a multi-metric index based on aquatic macroinvertebrates to assess streams condition in the Upper Isiboro-Sécure Basin, Bolivian Amazon. *Hydrobiologia*, 589: 107-116.
- Munné A., Solá C. & Prat N. 1998. QBR: Un Índice para la Evaluación de la Calidad de los Ecosistemas de Ribeira. Barcelona. Nº175 : 20-37.
- Oliveira R., Castro C., Baptista D. 2008. Desenvolvimento de índices multimétricos para a utilização em programas de monitoramento biológico da integridade de ecossistemas aquáticos. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia da Universidade Federal de Rio de Janeiro.
- Peterson R.H. & Van Eeckhaute L. 1992. Distributions of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera of 3 maritime catchments differing in pH. *Freshwater Biology*, 27, 65–78. doi:10.1111/j.1365-2427.1992.tb00523.x

- Quinn J.M. & Hickey C.W. 1990. Characterization and classification of benthic invertebrate communities in 88 New Zealand rivers in relation to environmental factors. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 24: 387–409.
- 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.
- Rodgers J.H., Dickson K.L.Jr. & Cairns J.Jr. 1979. A review and analysis of some methods used to measure functional aspects of periphyton. In R. L. Weitzel (Ed.), *Methods and measurements of periphyton communities: A review*. Special technical publication 690. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials.
- Rodrigues A.F. 1998. Caracterização limnológica dos macroinvertebrados da bacia do Baixo Sabor. Rel. de Fim de Curso. Bacharelato GRF. ESAB.
- Rodrigues V. 2013. Rio Fervença: Efeitos da poluição e avaliação dos impactes ambientais no ecossistema. Tese de Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- Shiliang L. & Qinghe Z. & Minxia W. & Li D & Shikui D. & Cong W. 2013. *Assessing the impact of hydroelectric project construction on the ecological integrity of the Nuozhadu Nature Reserve, southwest China*. Publicado online: 12 March 2013.
- 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.
- StatSoft Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.
- Tachet H, Bournaud M, Richoux P. 1994. Introduction à l'étude des Macroinvertebrés des Eaux Douces. Université Claude Bernard: Lyon DOI: 10.1002/rra.
- Tachet H., Bournaud M. & Richoux Ph. 1981. Introduction à l'étude des macroinvertebrés de eaux douces. Univ. Claude Bernard et Ass. De Limnol., Lyon.

- Teixeira, A.A.T. 1994. *Variações Naturais e Antropogénicas na Sucessão Longitudinal de Ecossistemas Lóticos*. Departamento de Zoologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Tupinambás T.H., Cortes R.M.V., Varandas S.G., Hughes S.J., Usseglio-Polatera P., Biesel J. 1994. Theoretical habitat templates, species traits, and species richness: aquatic insects in the upper Rhône river and its floodplain. *Freshwater Biology* 31: 417-437.
- Usseglio-Polatera P, Bournaud M, Richoux P, Tachet H. 2000a. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait databases? *Hydrobiologia* 422/423: 153-162.
- Usseglio-Polatera P, Bournaud M, Richoux P. 2000b. Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates: relationships and definition of groups with similar traits. *Freshwater Biology* 43: 175–205.
- Varandas S.G., Cortes R.M.V. 2010. Evaluating macroinvertebrate biological metrics for ecological assessment of streams in northern Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment* 166: 201-221. DOI: 10.1007/s10661-009-0996-4.
- Washington H.G., 1984 – *Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems*. *Water Resources* 18(6): 653-694.
- Zarger T.G., Scanlon D.H., Nicholson C.P., Brown S.R., Starnes L.B., & Harned W.D. 1986. Ecological recovery after reclamation of toxic spoils left by coal surface mining. Phase II. An assessment of environmental changes following intensive remedial treatments. Tennessee Valley Authority, Report TVA/ONRED/LSER/86/59.

Sites consultados

Agência Portuguesa do Ambiente <http://www.apambiente.pt/Paginas/default.aspx>

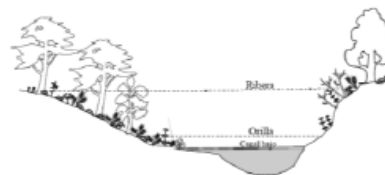
INAG <http://www.inag.pt/> (acedido em 22 de outubro 2014).

6. ANEXOS

Anexo I: Índices de avaliação dos habitats aquático e ribeirinho

ÍNDICE QBR: CLASSIFICAÇÃO DA ZONA RIBEIRINHA DE ECOSISTEMAS FLUVIAIS

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



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

Estação	
Classificação	

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

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

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

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





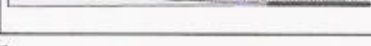


3 – Qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo geomorfológico da zona ribeirinha*) - Pontuação (0 e 25)

Pontuação		Tipo1	Tipo 2	Tipo 3
25	Número de espécies diferentes de árvores autóctones	> 1	> 2	> 3
10	Número de espécies diferentes de árvores autóctones	1	2	3
5	Número de espécies diferentes de árvores autóctones	-	1	1 - 2
0	Sem árvores autóctones			
+10	Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio, uniforme e ocupando > 75% da zona ribeirinha (em toda a sua largura)			
+5	Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio (entre 50 - 75% da zona ribeirinha)			
+5	Se existe uma disposição em galeria de diferentes comunidades			
+5	Se o número de espécies diferentes de arbustos é:	> 2	> 3	> 4
-5	Se existem estruturas construídas pelo homem			
-5	Se existe alguma espécie de árvore introduzida (alóctone)** isolada			
-10	Se existem espécies de árvores alóctones** formando comunidades			
-10	Se existem lixos			

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

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

Pontuação final (soma das pontuações anteriores)	
---	--

Tipos de desnivel de la zona ripària	Puntuación	
	Izquierda	Derecha
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas		6
Igual pero con un pequeño talud o orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)		5
Pendiente entre el 45 y 75°, escalado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre la orilla y el último punto de la ribera. $\sum a > \sum b$		3
Pendiente entre el 20 y 45°, escalonado o no. $\sum a < \sum b$		2
Pendiente < 20°, ribera uniforme y llana.		1
Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río		
Anchura conjunta "a" > 5 m.		- 2
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.		- 1
Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente		
> 80 %	No se puede medir	
60 - 80 %	+ 6	
30 - 60 %	+ 4	
20 - 30 %	+ 2	
Puntuación total		

Tipo geomorfológico según la puntuación

> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un extenso bosque de ribera
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los rios
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, tramos bajos de los rios, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso

**** Especies frecuentes y consideradas alóctonas**

Salix babylonica
Nicotiana sp.
Castanea sativa

Arundo donax
Robinia pseudo-acacia
Fruta

Ficus ap.
Ceratonia siliqua

Ailanthus altissima
Platanus x hispanica

- 1) El índice no es aplicable en las zonas más altas de las cuencas en las que no existe de forma natural vegetación arbórea.
- 2) En las zonas áridas y semiáridas y en las ramblas, se entiende que se contemplan los arbustos con porte arbóreo como los árboles que se consideran en esta hoja de campo.
(Para este último caso, ver la aplicación del índice realizado en Murcia y publicado en *Tecnología del Agua*)

ÍNDICE GQC: Índice Grau de Qualidade do Canal

ÍNDICE DE QUALIDADE DO CANAL	Código:
(realizado em pelo menos três transectos com distâncias 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

<i>W/D < 7, não ocorre inundação das margens</i>	4
<i>W/D = 8-15, inundação das margens rara</i>	3
<i>W/D = 15-25, inundação frequente das margens</i>	2
<i>W/D > 25, inundação muito frequente das margens</i>	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 chela 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 consolidadas 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 margem)	2
Como no caso anterior mas a estrutura da margem é de betão armado ou ciclópico	1

ÍNDICE GQC: Índice Grau de Qualidade do Canal (Continuação)

6 - Heterogeneidade do canal

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

7 - Estrutura do leito

Tipo 1	Troços encaixados, normalmente de cabeceira e com muita rocha; baixa potencialidade de suportar um extenso bosque ribeirinho
Tipo 2	Troços com desníveis médios das margens; potencialidade intermédia para suportar um bosque ribeirinho; "zonas médias do rio"
Tipo 3	Troços com desníveis das margens muito pouco acentuados; 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 (saibro)	3
Predomina a areia e 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 material grosseiro (> 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 grosseira (0,5 cm)	8
30 - 50% do material é constituído por dimensões superiores a areia grosseira (0,5 cm) e o resto é formado por limo e areia fina	6
< 30% do material é constituído por dimensões superiores a areia grosseira (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 é < 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 II: Pontuações atribuídas às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para o cálculo 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	10
T: Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae O: Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeschnidae, Corduliidae, Libellulidae C: Astacidae	8
E: Ephemerellidae, Prosopistomatidae P: Nemouridae T: Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomidae	7
M: Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae, Unionidae T: Hydroptilidae C: Gammaridae, Atyidae, Corophiidae O: Platycnemididae, Coenagrionidae	5
E: Oligoneuriidae, Polymitarcidae C: Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae T: Hydropsychidae, Helicopsychidae D: Tipulidae, Simuliidae Pl: Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae	5
E: Baetidae, Caenidae C: Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae D: Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Sciomyzidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Rhagionidae Mg: Sialidae Pl: Piscicolidae A: Hidracarina	4
H: Mesovellidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Veliidae, Notonectidae, Corixidae C: Helodidae, Hydrophilidae, Hicrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae M: Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae Hr: Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae C: Asellidae, Ostracoda	3
D: Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae	2
O: Oligochaeta (Todas As Famílias) D: Syrphidae	1

Anexo III: VALORES DE REFERÊNCIA DO ÍNDICE PORTUGUÊS DE INVERTEBRADOS 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 DE REFERÊNCIA DO ÍNDICE PORTUGUÊS DE INVERTEBRADOS IPTIN

MEDIANA DOS VALORES DE REFERÊNCIA E FRONTEIRAS PARA OS 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	IPT_N	0.98	0.86	0.60	0.40	0.20
Rios do Norte de Pequena Dimensão	IPT_N	1.02	0.87	0.65	0.44	0.22
Rios do Norte de Média-Grande Dimensão	IPT_N	1.00	0.88	0.66	0.44	0.22
Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão	IPT_N	1.01	0.83	0.61	0.41	0.20
Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão	IPT_N	1.01	0.85	0.59	0.40	0.20
Rios de Transição Norte-Sul	IPT_N	1.00	0.86	0.64	0.42	0.21
Rios do Litoral Centro	IPT_S	0.98	0.74	0.56	0.37	0.19
Rios do Sul de Pequena Dimensão	IPT_S	0.99	0.95	0.70	0.47	0.23
Rios do Sul de Média-Grande Dimensão	IPT_S	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24
Rios Montanhosos do Sul	IPT_N	0.99	0.82	0.56	0.38	0.19
Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	IPT_S	1.05	0.88	0.66	0.44	0.22
Calcários do Algarve	IPT_S	0.99	0.95	0.70	0.47	0.23

Anexo IV

Principais categorias tróficas dos macroinvertebrados aquáticos (adaptado de MERRITT & CUMMINS 1978, 1996)

DETRITÍVOROS	FITÓFAGOS ou RASPADORES	PREDADORES E PARASITAS	COLECTORES DE DEPÓSITO	COLECTORES FILTRADORES
PLECOPTERA <i>Nemouridae</i> <i>Leuctridae</i> <i>Capniidae</i> <i>Taeniopterygidae</i> Taeniopteryx	MOLLUSCA GASTROPODA HETEROPTERA <i>Corixidae</i> TRICHOPTERA <i>Glossosomatidae</i> <i>Hydroptilidae</i> <i>Limnephilidae</i> Drusinae <i>Thremmatidae</i> <i>Goeridae</i> <i>Helicopsychidae</i> COLEOPTERA <i>Limnebiidae (a)</i> <i>Hydraenidae</i> <i>Elmidae</i> <i>Hydrosaphidae</i> <i>Dryopidae (a)</i> <i>Hidrophilidae</i> Laccobius (a) <i>Helodidae</i>	ANNELIDA HIRUDINEA PLATHELMINTES TRICLADIDA ACARI (Hidracarina) ODONATA HETEROPTERA MEGALOPTERA PLANIPENNIA PLECOPTERA <i>Perlidae</i> <i>Perlodidae</i> <i>Chloroperlidae</i> TRICHOPTERA <i>Rhyacophilidae</i> DIPTERA <i>Ceratopogonidae</i> <i>Anthomyidae</i> <i>Athericidae</i> <i>Dolichopodidae</i> <i>Empididae</i> <i>Muscidae</i> <i>Chironomidae</i> Tanypodinae <i>Limoniidae</i> Dicranota <i>Tabanidae</i> Tabanus	ANNELIDA OLIGOCHAETA CRUSTACEA <i>Asellidae</i> EPHEMEROPTERA <i>Siphonuridae</i> <i>Baetidae</i> <i>Heptageniidae</i> <i>Ephemerellidae</i> <i>Caenidae</i> <i>Leptophlebiidae</i> <i>Ephemeridae</i> <i>Prosopistomatidae</i> <i>Polymitarcidae</i> COLEOPTERA <i>Hydrophilidae (a)</i> <i>Sphaeridiidae (a)</i> <i>Noteridae</i> TRICHOPTERA <i>Beraeidae</i> <i>Psychomyidae</i> <i>Polycentropodidae</i> Plectrocnemia DIPTERA <i>Psychodidae</i> <i>Dixidae</i> <i>Chironomidae</i> Diamesinae Orthoclaadiinae Chironominae Corynoneurinae <i>Syrphidae</i> <i>Limoniidae</i> Antocha sp. <i>Ephydriidae</i> <i>Stratiomyiidae</i> <i>Tabanidae</i> Chrysops sp.	TRICHOPTERA <i>Philopotamidae</i> <i>Hydropsychidae</i> <i>Brachycentridae</i> Brachycentrus sp. <i>Polycentropodidae</i> Polycentropus sp. <i>Ecnomidae</i> DIPTERA <i>Simuliidae</i> <i>Culicidae</i> MOLLUSCA Bivalvia EPHEMEROPTERA <i>Oligoneuriidae</i>

Anexo V: Grupos Taxonómicos obtidos a partir dos dados das abundâncias das comunidades de macroinvertebrados do Rio Sabor, a partir do Software AMIIB@ (http://dqa.inag.pt/implementacao_invertebrados_AMIIB.html) para todos os pontos de amostragem, no ano de 2014.

	Sa1	Sa2	Sa3	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8	Sa9	Sa10
N Fam. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Ind. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Ind. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Fam. Hirudinea	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
N Ind. Hirudinea	11	6	1	0	1	0	0	0	0	1
% Ind. Hirudinea	2,4	1,05	0,33	0	0,24	0	0	0	0	0,5
N Fam. Gastropoda	0	1	0	2	3	2	1	0	2	1
N Ind. Gastropoda	0	3	0	10	38	7	2	0	10	1
% Ind. Gastropoda	0	0,52	0	2,62	9,25	1,16	0,46	0	1,66	0,5
N Fam. Bivalvia	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3
N Ind. Bivalvia	0	0	0	0	0	0	2	4	4	5
% Ind. Bivalvia	0	0	0	0	0	0	0,46	0,69	0,66	2,48
N Fam. Crustacea	0	0	0	0	0	1	0	1	3	2
N Ind. Crustacea	0	0	0	0	0	2	0	1	25	11
% Ind. Crustacea	0	0	0	0	0	0,33	0	0,17	4,15	5,45
N Fam. Coleoptera	3	2	2	1	0	0	2	1	3	2
N Ind. Coleoptera	10	13	2	4	0	0	5	2	27	3
% Ind. Coleoptera	2,18	2,26	0,67	1,05	0	0	1,15	0,35	4,48	1,49
N Fam. Ephemeroptera	1	4	6	5	5	6	5	4	6	5
N Ind. Ephemeroptera	133	305	184	175	227	264	347	424	77	90
% Ind. Ephemeroptera	28,98	53,14	61,54	45,93	55,23	43,85	79,77	73,23	12,77	44,55
N Fam. Diptera	4	6	4	5	4	4	2	2	3	2
% Ind. Diptera	53,16	10,98	8,7	34,12	24,82	38,21	14,48	15,2	8,62	15,35
N Ind. Heteroptera	1	11	0	1	0	5	1	2	21	10
N Fam. Odonata	1	1	2	0	0	1	1	3	3	1
% Ind. Odonata	0,22	0,35	1,34	0	0	0,66	0,69	1,21	2,32	0,5
N Ind. Plecoptera	15	33	19	27	26	58	4	25	4	6
N Fam. Trichoptera	2	8	4	5	5	4	3	2	4	3
% Ind. Trichoptera	0,87	6,1	19,4	5,77	1,95	3,49	1,38	1,9	57,71	3,96
N Ind. Diptera	244	63	26	130	102	230	63	88	52	31
N Fam. Heteroptera	1	1	0	1	0	1	1	1	4	3
% Ind. Heteroptera	0,22	1,92	0	0,26	0	0,83	0,23	0,35	3,48	4,95
N Ind. Odonata	1	2	4	0	0	4	3	7	14	1
N Fam. Plecoptera	2	4	3	3	4	3	3	3	1	2
% Ind. Plecoptera	3,27	5,75	6,35	7,09	6,33	9,63	0,92	4,32	0,66	2,97
N Ind. Trichoptera	4	35	58	22	8	21	6	11	348	8

	Sa11	Sa12	Sa13	Sa14	Sa15	Az1	Az2	Az3	Az4	Ig1
N Fam. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Ind. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Ind. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Fam. Hirudinea	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0
N Ind. Hirudinea	0	0	0	0	0	4	8	4	0	0
% Ind. Hirudinea	0	0	0	0	0	1,51	2,38	0,78	0	0
N Fam. Gastropoda	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1
N Ind. Gastropoda	0	0	0	0	0	0	5	12	5	1
% Ind. Gastropoda	0	0	0	0	0	0	1,49	2,35	0,95	0,4
N Fam. Bivalvia	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0
N Ind. Bivalvia	8	15	19	3	3	0	2	0	0	0
% Ind. Bivalvia	1,1	3,03	1,69	4,69	0,25	0	0,6	0	0	0
N Fam. Crustacea	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0
N Ind. Crustacea	4	251	864	22	21	0	0	0	0	0
% Ind. Crustacea	0,55	50,71	77,07	34,38	1,72	0	0	0	0	0
N Fam. Coleoptera	1	1	0	0	0	1	3	4	1	2
N Ind. Coleoptera	59	1	0	0	0	1	7	21	50	7
% Ind. Coleoptera	8,15	0,2	0	0	0	0,38	2,08	4,11	9,45	2,77
N Fam. Ephemeroptera	5	1	1	3	4	4	4	7	5	5
N Ind. Ephemeroptera	247	4	15	14	34	91	238	354	295	167
% Ind. Ephemeroptera	34,12	0,81	1,34	21,88	2,78	34,34	70,83	69,28	55,77	66,01
N Fam. Diptera	2	1	1	1	1	5	5	5	5	3
% Ind. Diptera	9,67	0,4	0,18	17,19	47,51	10,19	8,93	6,65	25,52	12,65
N Ind. Heteroptera	0	221	221	0	571	0	3	12	1	0
N Fam. Odonata	1	1	0	0	1	0	3	3	0	2
% Ind. Odonata	0,28	0,2	0	0	0,08	0	2,08	2,15	0	1,19
N Ind. Plecoptera	5	0	0	0	0	113	25	44	31	25
N Fam. Trichoptera	3	0	0	0	0	2	0	4	1	5
% Ind. Trichoptera	42,4	0	0	0	0	3,4	0	3,33	2,27	5,93
N Ind. Diptera	70	2	2	11	581	27	30	34	135	32
N Fam. Heteroptera	0	1	1	0	1	0	1	3	1	0
% Ind. Heteroptera	0	44,65	19,71	0	46,69	0	0,89	2,35	0,19	0
N Ind. Odonata	2	1	0	0	1	0	7	11	0	3
N Fam. Plecoptera	1	0	0	0	0	4	2	2	2	2
% Ind. Plecoptera	0,69	0	0	0	0	42,64	7,44	8,61	5,86	9,88
N Ind. Trichoptera	307	0	0	0	0	9	0	17	12	15

	On1	Pn1	Pn2	Ve1	Vm1	Vm2	Ag1	Ag2	Ag3	Fe1
N Fam. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Ind. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Ind. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Fam. Hirudinea	1	1	1	1	2	1	2	1	0	0
N Ind. Hirudinea	2	1	1	1	40	3	4	1	0	0
% Ind. Hirudinea	0,79	0,25	0,47	0,44	10,99	0,33	1,16	0,13	0	0
N Fam. Gastropoda	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1
N Ind. Gastropoda	2	9	2	7	4	3	13	2	1	7
% Ind. Gastropoda	0,79	2,25	0,94	3,08	1,1	0,33	3,76	0,27	0,13	1,18
N Fam. Bivalvia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Ind. Bivalvia	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Ind. Bivalvia	1,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Fam. Crustacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Ind. Crustacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Ind. Crustacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Fam. Coleoptera	0	0	0	1	2	3	1	1	1	2
N Ind. Coleoptera	0	0	0	1	2	7	1	1	1	83
% Ind. Coleoptera	0	0	0	0,44	0,55	0,77	0,29	0,13	0,13	13,95
N Fam. Ephemeroptera	5	4	4	4	4	5	5	4	6	5
N Ind. Ephemeroptera	92	67	76	66	113	355	186	399	517	173
% Ind. Ephemeroptera	36,36	16,75	35,68	29,07	31,04	38,93	53,76	53,13	68,84	29,08
N Fam. Diptera	4	4	2	5	5	4	4	4	3	4
% Ind. Diptera	12,65	2,25	43,66	7,05	6,04	11,18	4,34	17,18	29,96	38,82
N Ind. Heteroptera	0	4	2	1	2	2	0	0	0	1
N Fam. Odonata	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0
% Ind. Odonata	1,98	1	0	0,44	0	0	0,87	0	0	0
N Ind. Plecoptera	67	71	36	88	108	401	13	183	7	68
N Fam. Trichoptera	4	4	0	5	6	6	4	3	0	1
% Ind. Trichoptera	5,93	11,5	0	12,78	11,81	2,08	11,27	2,26	0	3,53
N Ind. Diptera	32	9	93	16	22	102	15	129	225	231
N Fam. Heteroptera	0	1	1	1	1	2	0	0	0	1
% Ind. Heteroptera	0	1	0,94	0,44	0,55	0,22	0	0	0	0,17
N Ind. Odonata	5	4	0	1	0	0	3	0	0	0
N Fam. Plecoptera	2	3	2	3	2	2	2	2	1	1
% Ind. Plecoptera	26,48	17,75	16,9	38,77	29,67	43,97	3,76	24,37	0,93	11,43
N Ind. Trichoptera	15	46	0	29	43	19	39	17	0	21

	Ma1	Ma2	Fv1	Fv2	Fv3	Fv4	Fv5	Fv6	Fv7	V1	Z1
N Fam. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
N Ind. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0
% Ind. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0	1,68	0	0
N Fam. Hirudinea	0	0	0	1	2	0	3	3	3	1	0
N Ind. Hirudinea	0	0	0	5	4	0	336	166	95	3	0
% Ind. Hirudinea	0	0	0	1,91	0,93	0	26,11	25,04	10,65	1,13	0
N Fam. Gastropoda	2	0	3	2	1	4	2	3	4	2	2
N Ind. Gastropoda	11	0	3	14	2	2368	22	45	8	2	5
% Ind. Gastropoda	1,04	0	0,75	5,34	0,47	84,24	1,71	6,79	0,9	0,75	0,6
N Fam. Bivalvia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
N Ind. Bivalvia	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11	0
% Ind. Bivalvia	0	0	0	0	0,47	0	0	0	0	4,14	0
N Fam. Crustacea	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Ind. Crustacea	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Ind. Crustacea	0,09	0,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Fam. Coleoptera	1	0	1	3	0	1	0	1	0	3	1
N Ind. Coleoptera	5	0	1	9	0	1	0	1	0	3	5
% Ind. Coleoptera	0,47	0	0,25	3,44	0	0,04	0	0,15	0	1,13	0,6
N Fam. Ephemeroptera	6	6	4	3	5	6	0	3	4	5	6
N Ind. Ephemeroptera	880	163	120	66	159	251	0	13	125	18	542
% Ind. Ephemeroptera	83,49	70,26	30,08	25,19	37,15	8,93	0	1,96	14,01	6,77	65,46
N Fam. Diptera	4	2	5	5	6	4	3	5	4	5	5
% Ind. Diptera	7,87	23,28	23,56	10,69	6,78	3,49	29,68	65,61	58,74	35,71	27,05
N Ind. Heteroptera	11	2	0	1	0	0	0	0	0	3	1
N Fam. Odonata	2	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
% Ind. Odonata	0,38	0	0,25	0,38	0,23	0,04	0	0	0	0,75	0
N Ind. Plecoptera	48	2	113	83	201	41	0	0	4	50	43
N Fam. Trichoptera	3	2	6	7	6	5	0	2	2	3	2
% Ind. Trichoptera	0,76	1,29	15,04	16,41	6,54	0,39	0	0,45	0,45	5,26	0,72
N Ind. Diptera	83	54	94	28	29	98	382	435	524	95	224
N Fam. Heteroptera	2	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1
% Ind. Heteroptera	1,04	0,86	0	0,38	0	0	0	0	0	1,13	0,12
N Ind. Odonata	4	0	1	1	1	1	0	0	0	2	0
N Fam. Plecoptera	3	2	4	4	3	4	0	0	1	2	3
% Ind. Plecoptera	4,55	0,86	28,32	31,68	46,96	1,46	0	0	0,45	18,8	5,19
N Ind. Trichoptera	8	3	60	43	28	11	0	3	4	14	6

Anexo VI: Grupos tróficos (abundâncias absolutas) para as comunidades de macroinvertebrados do rio Sabor, no ano de 2014

	14Sa1	14Sa2	14Sa3	14Sa4	14Sa5	14Sa6	14Sa7	14Sa8	14Sa9	14Sa10	14Sa11	14Sa12	14Sa13
Detritívoros	19	25	64	13	7	11	7	24	29	15	9	251	864
Fitófagos e Raspadores	9	17	2	15	40	8	3	2	38	40	67	221	221
Predadores e Parasitas	14	46	17	17	23	71	9	12	47	21	11	2	0
Coletores filtradores	222	43	16	117	13	185	43	14	357	11	347	15	19
Coletores de depósito	195	443	200	219	328	327	373	527	132	115	290	6	17
	459	574	299	381	411	602	435	579	603	202	724	495	1121

	14Sa14	14Sa15	14Az1	14Az2	14Az3	14Az4	14Ig1	14On1	14Pn1	14Pn2	14Ve1	14Vm1	14Vm2	14Ag1
Detritívoros	22	21	20	20	13	6	28	14	26	0	8	40	13	35
Fitófagos e Raspadores	0	571	0	13	16	55	3	2	27	2	10	11	17	14
Predadores e Parasitas	0	1	117	23	87	31	14	77	80	39	91	143	409	26
Coletores filtradores	3	3	0	3	14	54	8	5	5	0	21	10	92	1
Coletores de depósito	39	627	128	277	381	383	200	155	262	172	97	160	381	270
	64	1223	265	336	511	529	253	253	400	213	227	364	912	346

	14Ag2	14Ag3	14Fe1	14Ma1	14Ma2	14Fv1	14Fv2	14Fv3	14Fv4	14Fv5	14Fv6	14Fv7	14V1	14Z1	Total
Detritívoros	7	0	0	23	2	54	35	19	35	0	4	3	38	2	7468
Fitófagos e Raspadores	4	2	90	29	1	5	17	16	2371	22	45	9	4	7	7757
Predadores e Parasitas	186	7	70	39	3	111	90	193	16	336	167	114	70	56	8448
Coletores filtradores	104	76	146	3	2	15	23	12	4	0	384	454	28	2	14337
Coletores de depósito	450	666	289	960	224	214	97	188	385	929	63	312	126	761	49008
	751	751	595	1054	232	399	262	428	2811	1287	663	892	266	828	87018

Anexo VII: Métricas obtidas com base nos dados das abundâncias das comunidades de macroinvertebrados do Rio Sabor, a partir do Software PRIMER 6 para todos os pontos de amostragem, no ano de 2014.

	S	N	d	J'	H'e	1-lambda
14Sa1	16	459	2,447361	0,537856	1,491252	0,674706
14Sa2	30	574	4,565039	0,711142	2,419681	0,849517
14Sa3	23	299	3,859349	0,717988	2,251246	0,852192
14Sa4	23	381	3,701959	0,720136	2,257982	0,833209
14Sa5	23	411	3,655339	0,661956	2,075559	0,825577
14Sa6	23	602	3,437362	0,662842	2,078337	0,824086
14Sa7	20	435	3,127394	0,614194	1,83996	0,774501
14Sa8	19	579	2,829609	0,622413	1,832658	0,785228
14Sa9	33	603	4,998503	0,548961	1,919446	0,662942
14Sa10	26	202	4,709634	0,775889	2,527923	0,889316
14Sa11	18	724	2,581707	0,697307	2,015478	0,792692
14Sa12	8	495	1,128203	0,478	0,993972	0,567096
14Sa13	6	1121	0,71205	0,413234	0,740416	0,392526
14Sa14	8	64	1,683144	0,805008	1,673968	0,78869
14Sa15	10	1223	1,26599	0,426018	0,980942	0,556172
14Az1	19	265	3,225963	0,694576	2,045138	0,812093
14Az2	25	336	4,125759	0,549381	1,768388	0,64037
14Az3	32	511	4,970841	0,581021	2,013667	0,720625
14Az4	16	529	2,391967	0,755249	2,093994	0,834336
14Igl	21	253	3,614421	0,7539	2,295264	0,861911
14On1	22	253	3,795142	0,780575	2,412791	0,887415
14Pn1	20	400	3,171178	0,652938	1,956028	0,747268
14Pn2	12	213	2,051744	0,732583	1,8204	0,769687
14Ve1	23	227	4,055337	0,687888	2,156867	0,818097
14Vm1	25	364	4,06976	0,729999	2,349778	0,856235
14Vm2	25	912	3,521313	0,538946	1,734799	0,728417
14Ag1	22	346	3,59193	0,735664	2,273969	0,865996
14Ag2	17	751	2,416405	0,603658	1,710293	0,730695
14Ag3	12	751	1,661279	0,553189	1,374624	0,616089
14Fe1	16	595	2,347946	0,83947	2,327506	0,883015
14Ma1	26	1054	3,591775	0,52563	1,712553	0,710933
14Ma2	15	232	2,570346	0,658192	1,782416	0,75362
14Fv1	26	399	4,174346	0,753912	2,456317	0,880329
14Fv2	29	262	5,028425	0,82245	2,769433	0,906818
14Fv3	26	428	4,12601	0,620435	2,021437	0,759373
14Fv4	27	2811	3,274025	0,336073	1,10764	0,41169
14Fv5	9	1287	1,117308	0,635064	1,395379	0,701193
14Fv6	17	663	2,46276	0,510206	1,445524	0,625287
14Fv7	20	892	2,796805	0,591181	1,77102	0,706494
14V1	27	266	4,65658	0,718163	2,366947	0,852036
14Z1	21	828	2,976628	0,498301	1,517089	0,687813

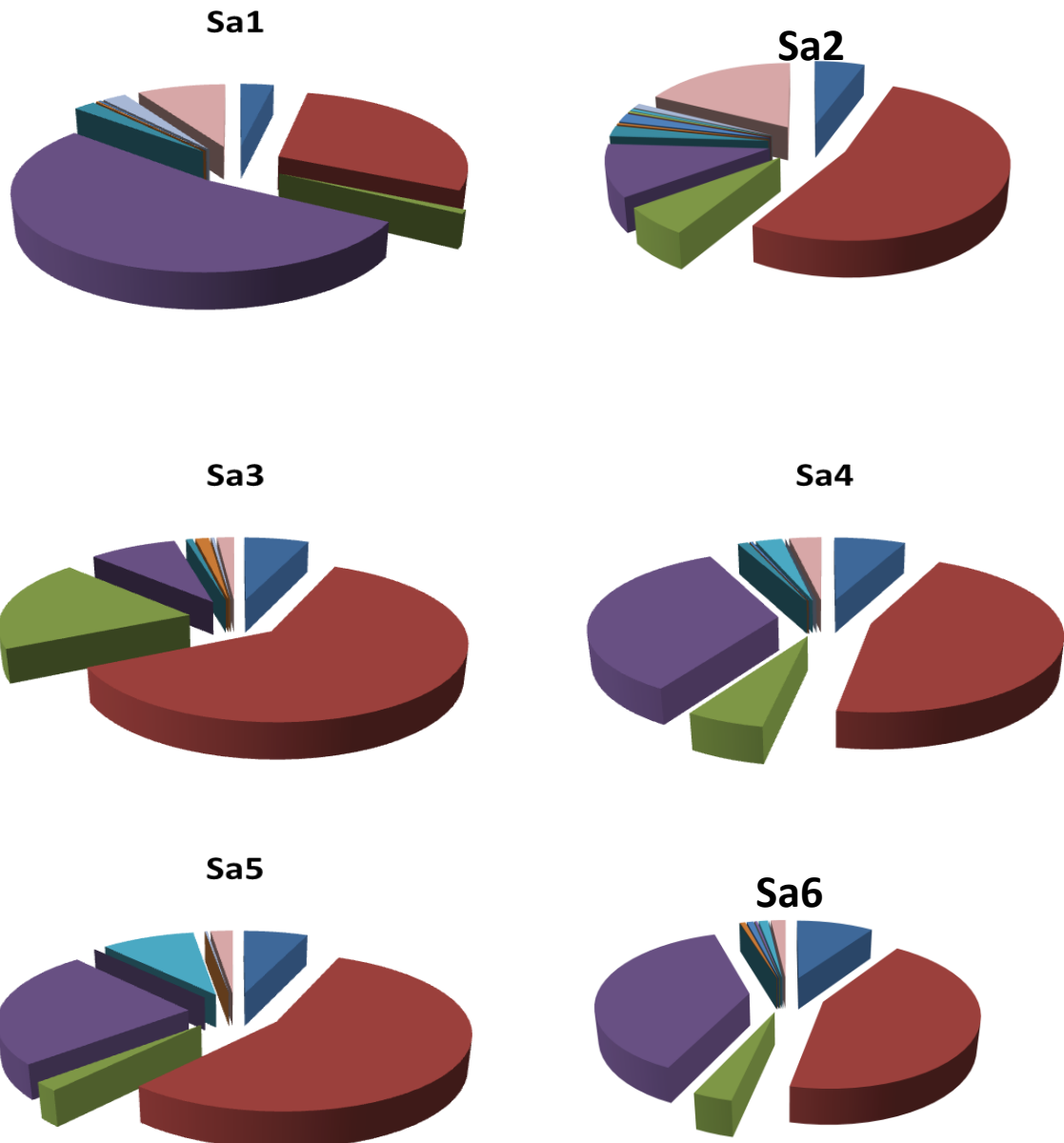
Anexo VIII: Métricas obtidas com base nos dados das abundâncias das comunidades de macroinvertebrados do Rio Sabor, a partir do Software AMIIB@ (http://dqa.inag.pt/implementacao_invertebrados_AMIIB.html) para todos os pontos de amostragem, no ano de 2014.

	Jus S. Serrada	P. Novo	Conf Aveleda	mont gimonde	jus gimonde	Valbom	Argozelo	Izeda/ Santulhão	Sampaio	Pte Remondes	Santo André	Sto Antão Barca	Felgar	Pte Moncorvo	Foz	Quintela
Nome da Estação	14Sa1	14Sa2	14Sa3	14Sa4	14Sa5	14Sa6	14Sa7	14Sa8	14Sa9	14Sa10	14Sa11	14Sa12	14Sa13	14Sa14	14Sa15	14Az1
Nº Total de Taxa	16	30	23	23	23	23	20	19	33	26	18	8	6	8	10	19
Nº Total de Indivíduos	459	574	299	381	411	602	435	579	603	202	724	495	1121	64	1223	265
BMWP	83	168	134	126	127	141	123	111	159	127	76	32	19	34	35	105
Nº Taxa BMWP	15	25	19	19	20	21	19	17	27	22	13	6	4	6	7	15
ASPT	5,53	6,72	7,05	6,63	6,35	6,71	6,47	6,53	5,89	5,77	5,85	5,33	4,75	5,67	5	7
IBMWP	83	190	147	138	137	145	120	113	163	123	93	34	23	36	41	125
Nº Taxa IBMWP	16	30	23	23	23	23	20	19	32	24	17	7	5	7	9	19
IASPT	5,19	6,33	6,39	6	5,96	6,3	6	5,95	5,09	5,13	5,47	4,86	4,6	5,14	4,56	6,58
Diversidade de Shannon-Wiener	1,49	2,42	2,25	2,26	2,08	2,08	1,84	1,83	1,92	2,53	2,02	0,99	0,74	1,67	0,98	2,05
Evenness (Equitabilidade)	0,54	0,71	0,72	0,72	0,66	0,66	0,61	0,62	0,55	0,78	0,7	0,48	0,41	0,81	0,43	0,69
EPT Taxa	5	16	13	13	14	13	11	9	11	10	9	1	1	3	4	10
Número de Indivíduos - EPT	152	373	261	224	261	343	357	460	429	104	559	4	15	14	34	213
% de Indivíduos - EPT	33,12	64,98	87,29	58,79	63,5	56,98	82,07	79,45	71,14	51,49	77,21	0,81	1,34	21,88	2,78	80,38
1-GOLD	0,38	0,71	0,9	0,6	0,64	0,59	0,85	0,82	0,88	0,67	0,88	1	1	0,61	0,52	0,82
sel ETD	4	37	69	11	3	4	1	1	3	4	0	0	0	0	0	46
sel EPTCD	22	150	152	59	98	144	174	220	39	23	150	0	0	10	11	49
sel EPTD	18	120	121	33	8	9	2	2	3	4	67	0	0	10	11	49

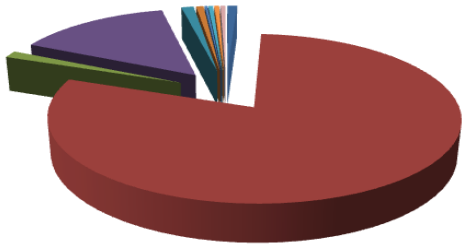
	V.Porca	Balsemão	Foz	Varge Mont	Onor Jus	Via Rápida	ponte parada	Calvelhe	Frieira	Gralhós	S.Martinho	Vimioso	Algoço	Vila Chã	Quintanilha
Nome da Estação	14Az2	14Az3	14Az4	14Ig1	14On1	14Pn1	14Pn2	14Ve1	14Vm1	14Vm2	14Ag1	14Ag2	14Ag3	14Fe1	14Ma1
Nº Total de Taxa	25	32	16	21	22	20	12	23	25	25	22	17	12	16	26
Nº Total de Indivíduos	336	511	529	253	253	400	213	227	364	912	346	751	751	595	1054
BMWP	127	179	94	128	122	115	71	123	129	142	114	87	79	85	148
Nº Taxa BMWP	22	28	14	19	18	17	11	19	21	22	18	14	11	14	22
ASPT	5,77	6,39	6,71	6,74	6,78	6,76	6,45	6,47	6,14	6,45	6,33	6,21	7,18	6,07	6,73
IBMWP	136	187	94	126	147	126	70	144	147	150	135	98	77	83	158
Nº Taxa IBMWP	25	32	16	21	22	20	12	23	25	25	22	17	12	16	26
IASPT	5,44	5,84	5,88	6	6,68	6,3	5,83	6,26	5,88	6	6,14	5,76	6,42	5,19	6,08
Diversidade de Shannon-Wiener	1,77	2,01	2,09	2,3	2,41	1,96	1,82	2,16	2,35	1,73	2,27	1,71	1,37	2,33	1,71
Evenness (Equitabilidade)	0,55	0,58	0,76	0,75	0,78	0,65	0,73	0,69	0,73	0,54	0,74	0,6	0,55	0,84	0,53
EPT Taxa	6	13	8	12	11	11	6	12	12	13	11	9	7	7	12
Número de Indivíduos - EPT	263	415	338	207	174	184	112	183	264	775	238	599	524	262	936
% de Indivíduos - EPT	78,27	81,21	63,89	81,82	68,77	46	52,58	80,62	72,53	84,98	68,79	79,76	69,77	44,03	88,8
1-GOLD	0,86	0,91	0,74	0,86	0,73	0,48	0,54	0,82	0,85	0,86	0,71	0,8	0,7	0,58	0,91
sel ETD	5	24	7	7	10	50	15	49	36	12	83	32	5	15	30
sel EPTCD	234	267	187	93	120	90	20	15	119	74	122	337	443	173	515
sel EPTD	13	26	19	16	56	50	15	49	36	13	123	39	7	38	36

	Vimioso santa	Fontes Barrosas	Grandais	Castro Avelãs	ESA	Jus ETAR	Quinta Figueiredos	Conf Penacal	Vilarica	Zacarias
Nome da Estação	14Ma2	14Fv1	14Fv2	14Fv3	14Fv4	14Fv5	14Fv6	14Fv7	14V1	14Z1
Nº Total de Taxa	15	26	29	26	27	9	17	20	27	21
Nº Total de Indivíduos	232	399	262	428	2811	1287	663	892	266	828
BMWP	92	139	151	137	153	18	66	80	133	112
Nº Taxa BMWP	13	21	24	21	24	7	14	16	22	17
ASPT	7,08	6,62	6,29	6,52	6,38	2,57	4,71	5	6,05	6,59
IBMWP	96	172	179	164	161	23	76	95	138	119
Nº Taxa IBMWP	15	26	29	26	27	9	17	20	26	21
IASPT	6,4	6,62	6,17	6,31	5,96	2,56	4,47	4,75	5,31	5,67
Diversidade de Shannon-Wiener	1,78	2,46	2,77	2,02	1,11	1,4	1,45	1,77	2,37	1,52
Evenness (Equitabilidade)	0,66	0,75	0,82	0,62	0,34	0,64	0,51	0,59	0,72	0,5
EPT Taxa	10	14	14	14	15	0	5	7	10	11
Número de Indivíduos - EPT	168	293	192	388	303	0	16	133	82	591
% de Indivíduos - EPT	72,41	73,43	73,28	90,65	10,78	0	2,41	14,91	30,83	71,38
1-GOLD	0,74	0,74	0,8	0,92	0,11	0,26	0,28	0,27	0,54	0,72
sel ETD	7	68	31	39	9	0	2	8	1	25
sel EPTCD	45	228	71	53	129	0	4	3	40	399
sel EPTD	17	139	53	47	43	0	2	8	3	30

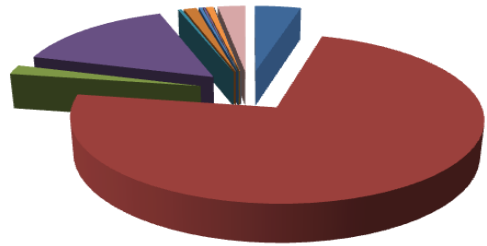
Anexo IX: Análise gráfica da composição das comunidades de macroinvertebrados por local e amostragem



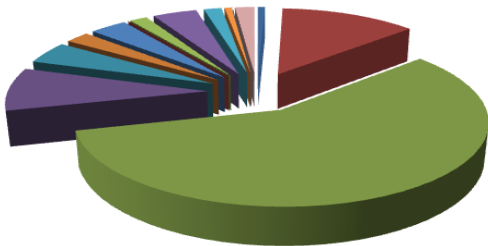
Sa7



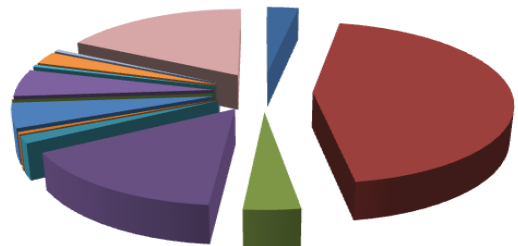
Sa8



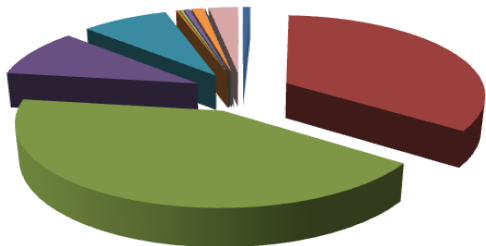
Sa9



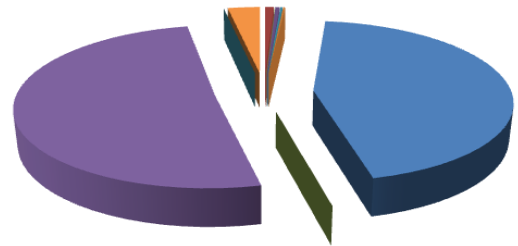
Sa10



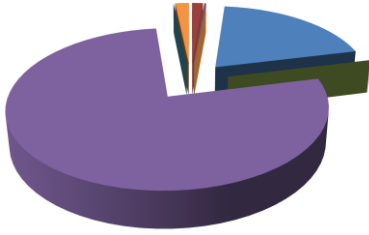
Sa11



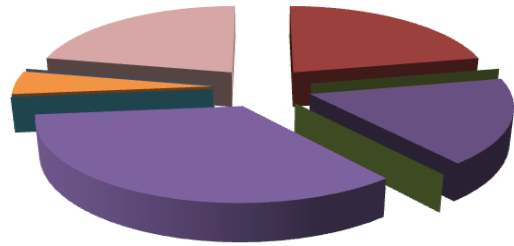
Sa12



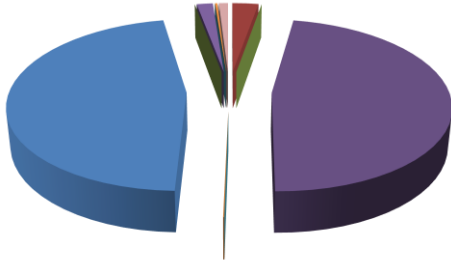
Sa13



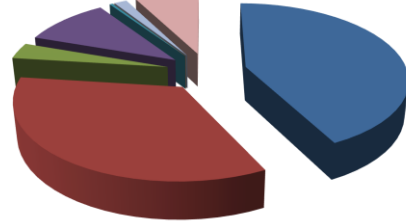
Sa14



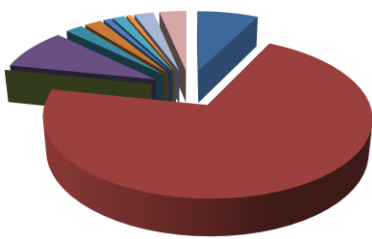
Sa15



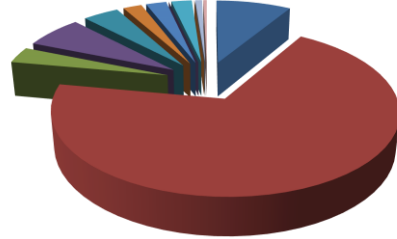
Az1

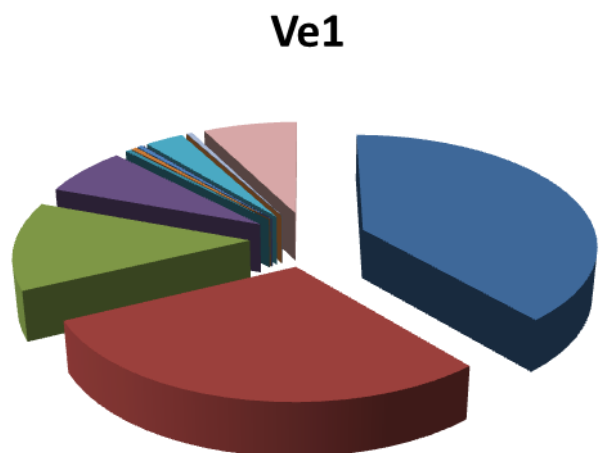
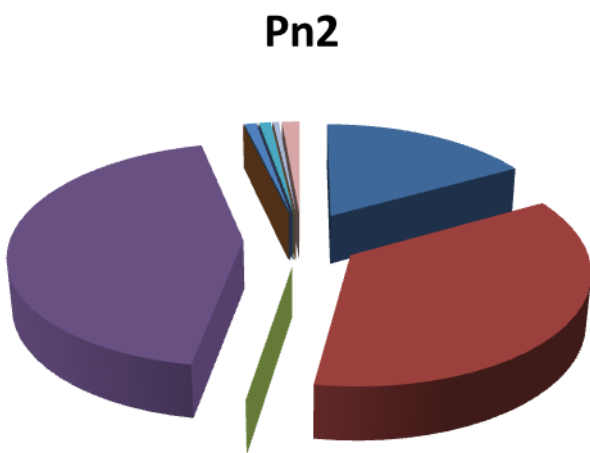
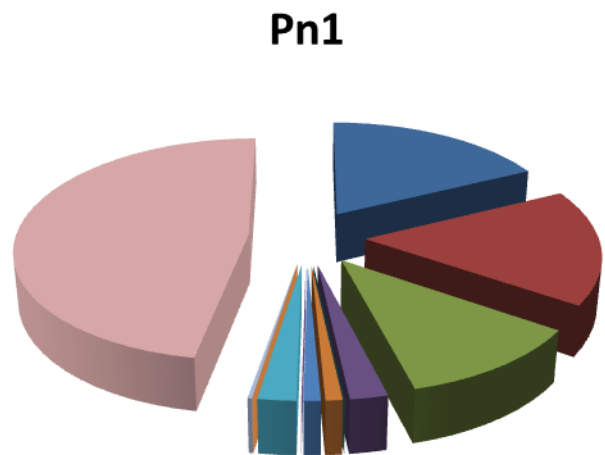
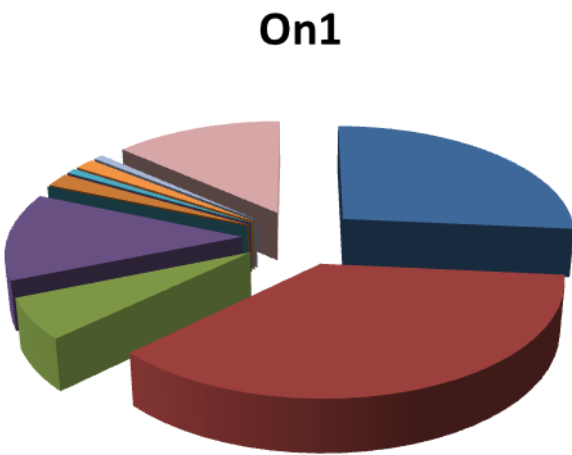
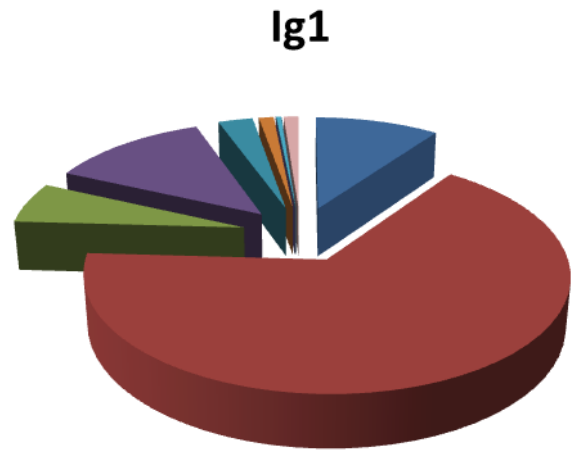
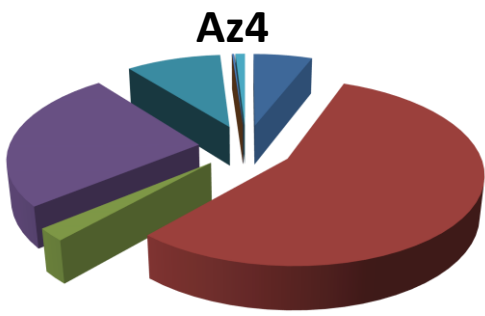


Az2

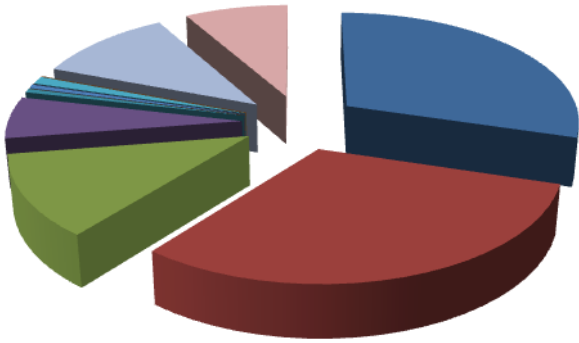


Az3

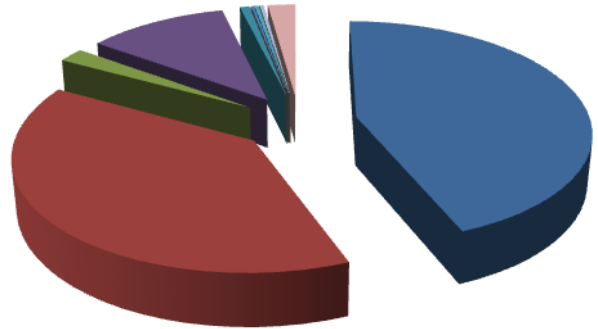




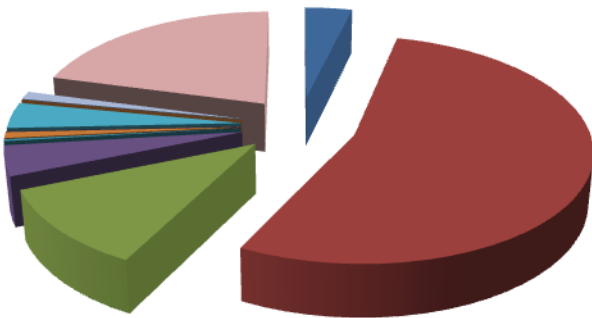
Vm1



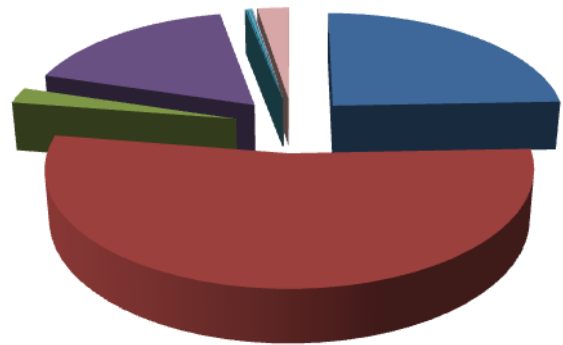
Vm2



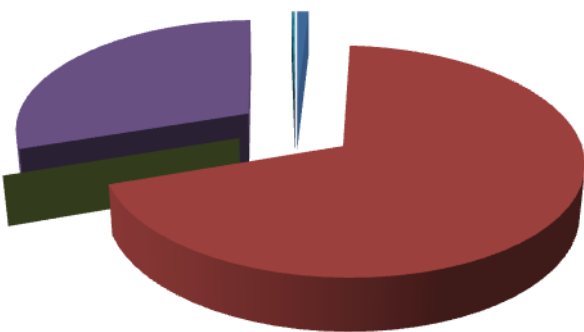
Ag1



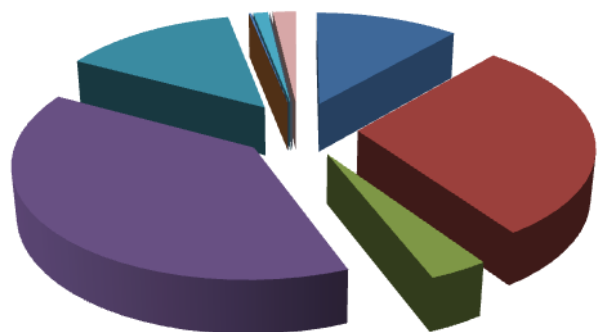
Ag2



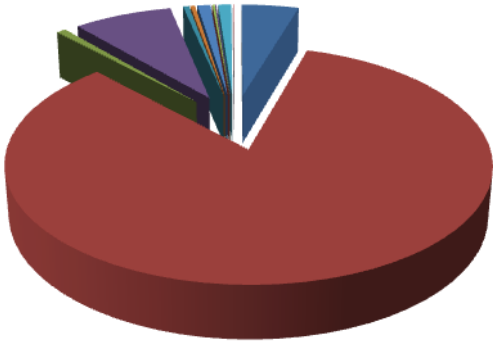
Ag3



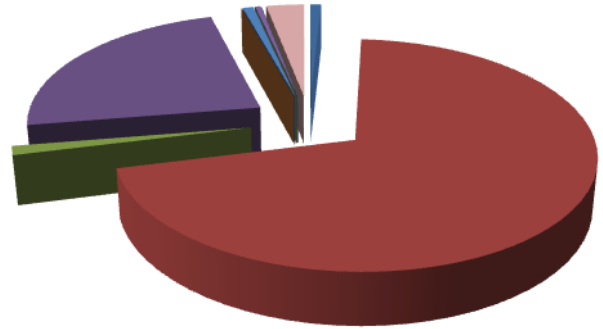
Fe1



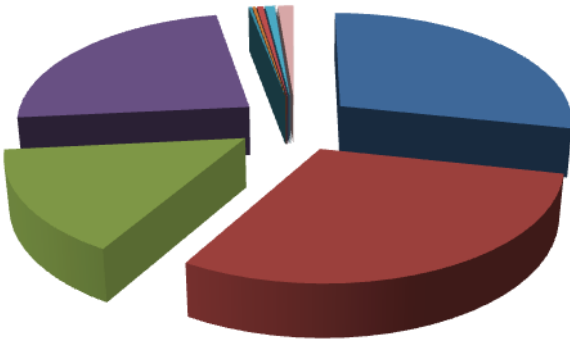
Ma1



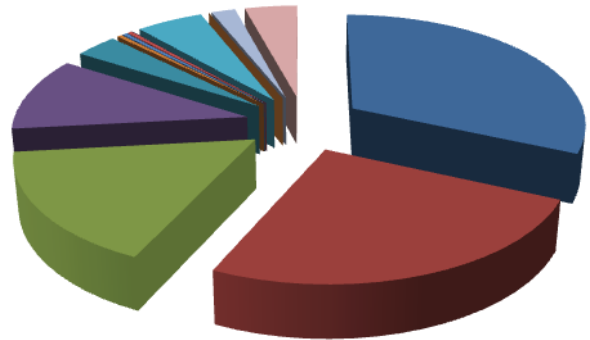
Ma2



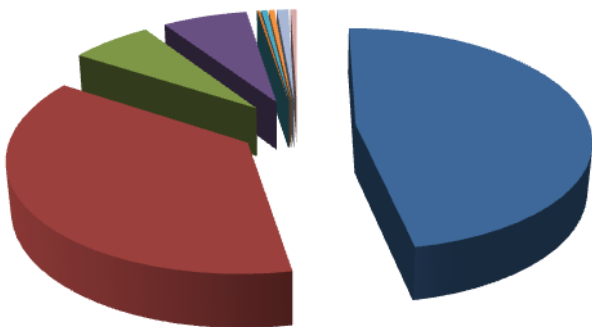
Fv1



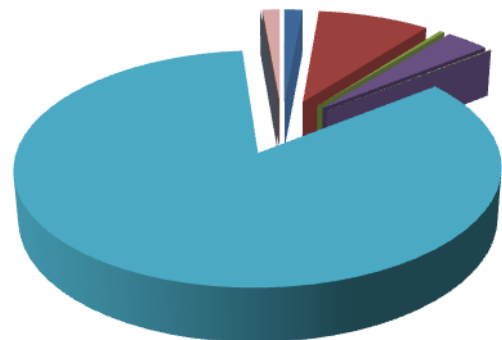
Fv2



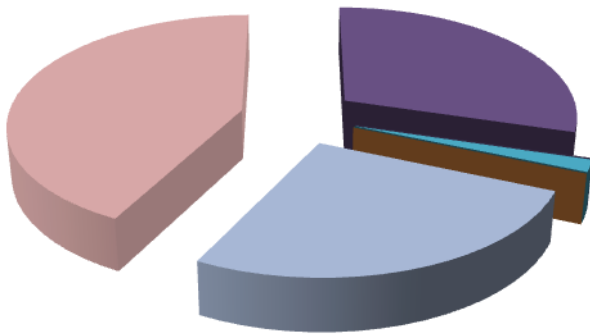
Fv3



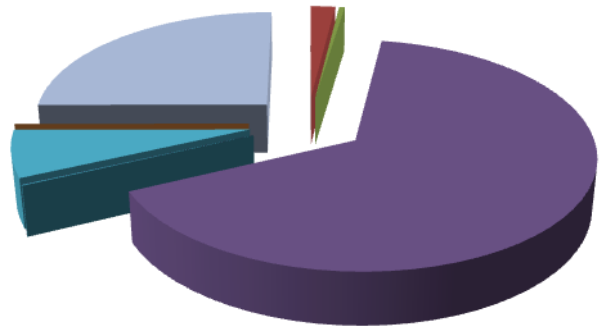
Fv4



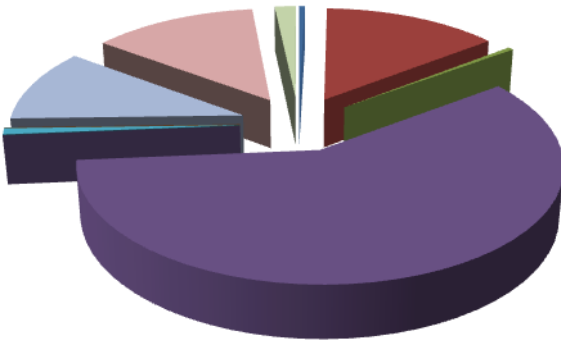
Fv5



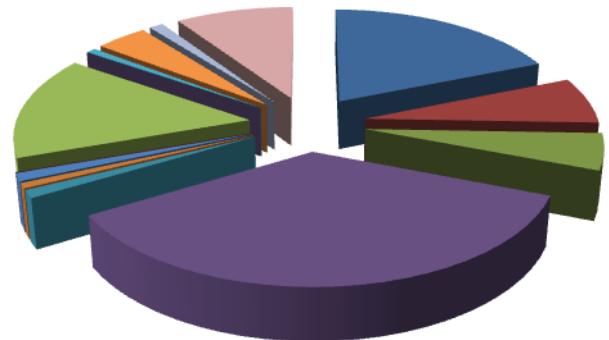
Fv6



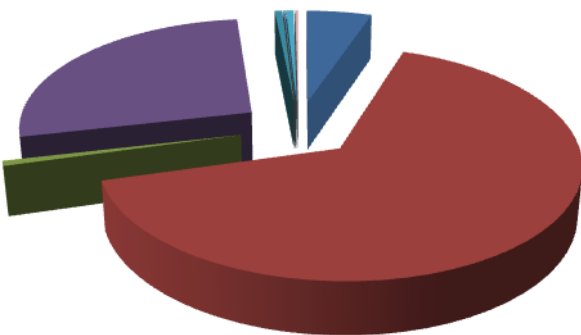
Fv7



V1



Z1



- | | | |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| ■ Plecoptera | ■ Ephemeroptera | ■ Trichoptera |
| ■ Diptera | ■ Coleoptera | ■ Odonata |
| ■ Heteroptera | ■ Megaloptera | ■ Acari |
| ■ Crustacea | ■ Gastropoda | ■ Bivalvia |
| ■ Hirudinea | ■ Oligochaeta | ■ Platyhelminthes |
| ■ Nematelmintha | | |

Anexo X: Valores do Índice português de Invertebrados do Norte IPtIN, por local de amostragem

	N1<100	N1<100	N1<100	N1>100	N1>100	N1>100	N1>100	N2	N2	N2
	Sa1	Sa2	Sa3	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8	Sa9	Sa10
Nome da Estação	Jus Serra Serrada	PA Prado Novo	Jus Conf Aveleda	Montante Gimonde	Jusante Gimonde	Valbom	Argozelo	Santulhão	Sampaio	Remondes
Tipo de Rio	N1;<=100	N1;<=100	N1;<=100	N1;>100	N1;>100	N1;>100	N1;>100	N2	N2	N2
Índice	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN
Valor do Índice (EQR)	0,529	0,931	0,878	0,916	0,858	0,884	0,754	0,69	0,783	0,769
Classe de Qualidade	Razoável	Excelente	Excelente	Excelente	Bom	Excelente	Bom	Bom	Bom	Bom

	N2	N2	N2	N2	N2	N1<100	N3	N2	N2	N1<100
	Sa11	Sa12	Sa13	Sa14	Sa15	Az1	Az2	Az3	Az4	Ig1
Nome da Estação	Santo André	Sto Antão Barca	Felgar	Mont AHBS EJMoncorvo	Foz	Quintela	v.porca	Balsamão	Foz Remondes	Varge
Tipo de Rio	N2	N2	N2	N2	N2	N1;<=100	N3	N2	N2	N1;<=100
Índice	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN
Valor do Índice (EQR)	0,616	0,371	0,324	0,465	0,388	0,809	0,62	0,966	0,752	0,737
Classe de Qualidade	Bom	Medíocre	Medíocre	Razoável	Medíocre	Bom	Bom	Excelente	Bom	Bom

	N1<100	N1>100	N1<100	N1<100	N1<100	N2	N1<100	N1>100	N2	N3	N1>100
	On1	Pn1	Pn2	Ve1	Vm1	Vm2	Ag1	Ag2	Ag3	Fe1	Ma1
Nome da Estação	Varge	Rossas	Ponte Parada	Calvelhe	Frieira	Gralhós	S. Martinho Angueira	Vimioso	Algozo	Vila Chã	Outeiro
Tipo de Rio	N1;<=100	N1;>100	N1;<=100	N1;<=100	N1;<=100	N2	N1;<=100	N1;>100	N2	N3	N1;>100
Índice	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN
Valor do Índice (EQR)	0,798	0,951	0,624	0,842	0,825	0,88	0,846	0,828	0,703	0,642	0,958
Classe de Qualidade	Bom	Excelente	Razoável	Bom	Bom	Excelente	Bom	Bom	Bom	Bom	Excelente

	N2	N1<100	N1<100	N1<100	N1<100	N1<100	N1<100	N1>100	N2	N2
	Ma2	Fv1	Fv2	Fv3	Fv4	Fv5	Fv6	Fv7	Vi1	Za1
Nome da Estação	Vimioso	Fontes Barrosas	Grandais	Castro Avelãs	ESA	Jus ETAR	Quinta Figueiredos	Conf Penacal	Ponte Vilariga	Ponte Sendim Ribeira
Tipo de Rio	N2	N1;<=100	N1;<=100	N1;<=100	N1;<=100	N1;<=100	N1;<=100	N1;>100	N2	N2
Índice	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN	IPtIN
Valor do Índice (EQR)	0,791	0,93	0,902	0,868	0,764	0,198	0,464	0,688	0,729	0,835
Classe de Qualidade	Bom	Excelente	Excelente	Bom	Bom	Mau	Razoável	Bom	Bom	Excelente