

# **Avaliação da qualidade biológica de rios da bacia do Douro (Portugal) com base nas comunidades piscícolas**

**Ismael Ribeiro Cunha**

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

**Orientado por:**

**Professor Doutor Amílcar António Teiga Teixeira**

**BRAGANÇA**

**2019**



## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho para conclusão do Mestrado de Gestão de Recursos Florestais não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho das diversas pessoas. Gostaria, de facto, de expressar a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta tarefa se tornasse uma realidade.

Agradeço em primeiro lugar à Escola Superior de Agrária de Bragança, pela oportunidade de realizar o curso. Em segundo lugar o meu obrigado ao meu orientador da dissertação, o Professor Doutor Amílcar Teixeira, pela afetividade da educação no processo de formação, não somente por me ter ensinado, mas por me ter feito aprender. Agradeço pelo apoio, pela orientação, disponibilidade, apoio e confiança, transmissão de conhecimento, em particular pelas correções, incentivos e pelo apoio durante este percurso.

Ao Mestre Fernando Miranda, que foi incansável em todo o trabalho de laboratório e de campo e por todos os bons momentos que nele foram passados.

Aos meus amigos e colegas de curso que tornaram o meu percurso académico inesquecível e que sem eles não teria força e coragem para chegar até aqui. A todos que, de alguma forma contribuíram para a realização desta tese.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo, e pelos esforços realizados ao longo do meu percurso.

A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

*Esta tese foi suportada pelo Projeto PTDC/AGR-FOR/1627/2014 - 04/SAICT/2015 “FRESHCO: Múltiplas implicações de espécies invasoras nos processos de co-extinção de mexilhões de água-doce” financiado pela FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia e pelo Projeto 3599 – Promover a Produção Científica e Desenvolvimento Tecnológico e a Constituição de Redes Temáticas (3599-PPCDT) participado pelo Fundo Comunitário Europeu FEDER*

## RESUMO

Os ecossistemas aquáticos e ribeirinhos estão, à escala mundial, entre os ecossistemas mais ameaçados, com registos assinaláveis na diminuição da biodiversidade. As zonas mediterrânicas, como a Península Ibérica, estão referenciadas como hotspots de biodiversidade e as comunidades de aquáticas têm demonstrado uma vulnerabilidade elevada aos impactes de origem humana, como a poluição e eutrofização das águas, a fragmentação e degradação de habitats e a introdução de espécies exóticas e a fenómenos resultantes de alterações climáticas, com a ocorrência de secas prolongadas e períodos curtos de precipitação intensa. O presente estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Douro, em território de Portugal, e teve como objetivo fazer a avaliação da qualidade biológica dos rios com base nas comunidades de peixes dulçaquícolas. Foram selecionados 41 locais que foram amostrados na primavera/verão de 2017 e 2018, distribuídos pelo rio principal (Rio Douro) e por diversos afluentes em território de Portugal. Foram consideradas 5 regiões espacialmente diferenciadas pelas bacias dos rios: 1) Sabor; 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão e Corgo; 4) Côa, Águeda e Távora e 5) Sousa, Ferreira e Paiva. Recorreu-se a metodologias desenvolvidas no âmbito da Diretiva Quadro da Água, para avaliação do elemento biológico – peixes. O índice F-IBIP permitiu identificar uma menor qualidade biológica nos troços médios e finais, como resultado do superior grau de perturbação e a presença assinalável de espécies exóticas. Foram obtidos padrões distintos relativamente às guildas ecológicas. Não foram detetadas diferenças significativas entre as regiões/bacias consideradas para as várias métricas calculadas (e.g. nº total de indivíduos e de taxa,  $H'$  de Shannon-Wiener,  $J'$  de Pielou) (testes KW-H,  $P > 0,05$ ) confirmando uma perturbação generalizada na bacia do Douro. A análise multivariada (ordenações nMDS) permitiu fazer a diferenciação entre as bacias da margem direita e as bacias da margem esquerda/ parte terminal, baseado nas associações de espécies encontradas na cabeceira de rios (e.g. *Salmo trutta*, *Cobitis calderoni*); nos troços perturbados (e.g. *Lepomis gibbosus*, *Gambusia holbrooki*) e nos troços próximos da foz (e.g. *Phoxinus phoxinus*, *Anguilla anguilla*) do rio Douro.

**Palavras-chave:** métricas, peixes, rio Douro, qualidade biológica

## ABSTRACT

Aquatic and riparian ecosystems are among the world's most endangered ecosystems, with remarkable declines in biodiversity. Mediterranean areas, such as the Iberian Peninsula, are known as biodiversity hotspots and aquatic communities have shown a high vulnerability to human impacts such as water pollution and eutrophication, habitat fragmentation and degradation and species introduction and to climate change, namely to prolonged droughts and short periods of heavy rainfall. This study was developed in the Douro river basin, in Portugal, and aimed to evaluate the biological quality of the rivers based on the freshwater fish communities. 41 sites were selected and sampled in spring / summer 2017 and 2018, distributed by the main river (Douro River) and by several tributaries in Portugal. We considered 5 regions spatially differentiated by river basins: 1) Sabor; 2) Tua; 3) Tamega, Pinhão and Corgo; 4) Côa, Águeda and Távora and 5) Sousa, Ferreira and Paiva. Methodologies developed under the Water Framework Directive were used to evaluate the biological element - fish. The F-IBIP index allowed to identify a lower biological quality in the middle and final sections, as a result of the higher degree of disturbance and the remarkable presence of exotic species. Different standards were obtained with respect to ecological guilds. No significant differences were found between the considered regions / basins for the various calculated metrics (eg total number of individuals and taxa, Shannon-Wiener  $H'$ , Pielou  $J'$ ) (KW-H tests,  $P > 0,05$ ) confirming a widespread disturbance in the Douro basin. Multivariate analysis (nMDS rankings) made possible the differentiation between right bank basins and left bank/terminal part basins based on species associations found at the headwaters (e.g. *Salmo trutta*, *Cobitis calderoni*); on the disturbed sections (e.g. *Lepomis gibbosus*, *Gambusia holbrooki*) and near the mouth sections (e.g. *Phoxinus phoxinus*, *Anguilla anguilla*) of the Douro river.

**Key words:** *metrics, freshwater fish, Douro river, biological quality*

## INDICE

AGRADECIMENTOS .....	II
RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABELAS .....	X
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Síntese ecológica da ictiofauna da bacia hidrográfica do Rio Douro...	2
1.2. Ictifauna nativa da bacia hidrográfica do Rio Douro.....	4
1.3. Ictifauna introduzida na bacia hidrográfica do Rio Douro.....	9
1.4. Objetivos .....	12
2. METODOLOGIA .....	13
2.1. Área de Estudo .....	13
2.2. Locais de Amostragem .....	14
2.3. Avaliação do Elemento Biológico – Peixes.....	15
2.3.1. Amostragem da fauna piscícola .....	15
2.3.2. Determinação das guildas tróficas .....	16
2.3.3. Determinação do F-IBIP .....	17
2.3.4. Tratamento estatístico .....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
3.1. Abundância e composição .....	20
3.2. Índices de diversidade H' e equitabilidade J' .....	23
3.3. Índice F-IBIP .....	24
3.4. Biotipologia das comunidades piscícolas .....	27
3.5. Guildas ecológicas.....	28
4. CONCLUSÃO .....	41
5. BIBLIOGRAFIA .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> A enguia <i>Anguilla anguilla</i> .....	15
<b>Figura 2.</b> A panjorca <i>Achondrostoma arcasii</i> .....	16
<b>Figura 3.</b> O Ruivaco <i>Achondrostoma oligolegis</i> .....	16
<b>Figura 4.</b> A verdemã-do-Norte <i>Cobitis calderoni</i> .....	17
<b>Figura 5.</b> O barbo-comum <i>Luciobarbus bocagei</i> .....	17
<b>Figura 6.</b> A boga-do-Douro <i>Pseudochondrostoma duriense</i> .....	18
<b>Figura 7.</b> O bordalo <i>Squalius alburnoides</i> .....	18
<b>Figura 8.</b> O escalo-do-Norte <i>Squalius carolitertii</i> .....	19
<b>Figura 9.</b> A truta-de-rio <i>Salmo trutta</i> .....	19
<b>Figura 10.</b> O alburno <i>Alburnus alburnus</i> .....	20
<b>Figura 11.</b> O pimpão <i>Carassius auratus</i> .....	21
<b>Figura 12.</b> A verdemã-do-Sul <i>Cobitis paludica</i> .....	21
<b>Figura 13.</b> A gambúsia <i>Gambusia holbrooki</i> .....	22
<b>Figura 14.</b> O góbio <i>Gobio lozanoi</i> .....	22
<b>Figura 15.</b> A perca-sol <i>Legomis gibbosus</i> .....	23
<b>Figura 16.</b> O piscardo <i>Phoxinus phoxinus</i> .....	23
<b>Figura 17.</b> Bacia Hidrográfica do Douro em Território de Portugal.....	25
<b>Figura 18.</b> Mapa dos locais de amostragem selecionados na bacia hidrográfica do Douro.....	26
<b>Figura 19.</b> Amostragem piscícolas: A) Pesca elétrica; B) Exemplar de <i>barbo-comum</i> ; C) Exemplar de <i>Anguilla anguilla</i> ; D) exemplar de <i>Sander lucioperca</i> . Verão de 2018...27	27
<b>Figura 20.</b> Boxplot do nº total de exemplares capturados (Média ± SE, SD; Teste H Kuskal-Wallis, P< 0,05) nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Água, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).....	32
<b>Figura 21.</b> Boxplot do nº total de espécies identificadas (Média ± SE, SD; Teste H Kuskal-Wallis, P< 0,05) nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Água, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).....	33
<b>Figura 22.</b> Composição e abundância absoluta de peixes (nº médio/local de amostragem), capturados nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).....	33
<b>Figura 23.</b> Composição e abundância relativa de peixes, capturados nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018) .....	34
<b>Figura 24.</b> Percentagem de espécies nativas e introduzidas nas 5 zonas do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).....	35



<b>Figura 25.</b> Diversidade $H'$ de Shannon-Wiener nas 5 zonas do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).....	35
<b>Figura 26.</b> Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).....	36
<b>Figura 27.</b> Ordenação NMDS dos locais de amostragem, baseada nas comunidades de peixes.....	39
<b>Figura 28.</b> Ordenação nMDS das espécies piscícolas presentes nos locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Douro.....	40
<b>Figura 29.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).....	41
<b>Figura 30.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).....	41
<b>Figura 31.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).....	41
<b>Figura 32.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).....	42
<b>Figura 33.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).....	42
<b>Figura 34.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).....	43
<b>Figura 35.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).....	43
<b>Figura 36.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).....	43
<b>Figura 37.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).....	44
<b>Figura 38.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).....	44
<b>Figura 39.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).....	45
<b>Figura 40.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).....	45
<b>Figura 41.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).....	45
<b>Figura 42.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).....	46
<b>Figura 43.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de	

amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).....	46
<b>Figura 44.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).....	47
<b>Figura 45.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).....	47
<b>Figura 46.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).....	47
<b>Figura 47.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).....	48
<b>Figura 48.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).....	48
<b>Figura 49.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).....	49
<b>Figura 50.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).....	49
<b>Figura 51.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).....	49
<b>Figura 52.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).....	50
<b>Figura 53.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).....	50
<b>Figura 54.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).....	51
<b>Figura 55.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).....	51
<b>Figura 56.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (2017 e 2018).....	51
<b>Figura 57.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).....	52
<b>Figura 58.</b> Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).....	52

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resposta à perturbação humana para diferentes guildas e métricas (adaptado de INAG & AFN, 2012).....	14
<b>Tabela 2.</b> Classificação das espécies capturadas na bacia do rio Douro pelas várias guildas ecológicas* (adaptado de OLIVEIRA et al., 2007).....	28
<b>Tabela 3.</b> Valores de variação das classes de qualidade do F-IBIP, Classe de Qualidade e Valor em Rácio de Qualidade Ecológica (RQE).....	29
<b>Tabela 4.</b> Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Sabor. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).....	37
<b>Tabela 5.</b> Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Tua. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).....	37
<b>Tabela 6.</b> Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Tâmega, Corgo e Pinhão. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).....	38
<b>Tabela 7.</b> Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Côa, Águeda e Távora. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).....	38
<b>Tabela 8.</b> Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Sousa, Paiva e Douro. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).....	38

## 1. INTRODUÇÃO

Os cursos de água estão incluídos nos ecossistemas mais danificados do planeta, suportando taxas de redução da biodiversidade mais elevadas do que aquelas verificadas nos ecossistemas terrestres (SAUNDERS et al., 2002). Os ecossistemas situados nas zonas mediterrânicas possuem um valor extra, uma vez que são tidos como hotspots de biodiversidade (BLONDEL et al., 2010).

Foram encontradas até ao momento cerca de 2200 espécies de peixes e em cada atualização são contadas 100 novas espécies, fazendo pressupor que o número real seja muito superior. De uma forma geral, é provável que três em cada cinco espécies de vertebrados sejam peixes (MAGALHÃES, 1999).

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

- **Espécies periféricas:** São espécies originalmente marinhas. Contudo, podem viver provisoria ou constantemente em zonas de águas litorais ou águas fluviais. São as espécies que melhor se adequam às variações de salinidade e temperatura e situam-se nos estuários, podendo também estar presentes em águas fluviais (e.g. tainha);
- **Espécies diádromas:** São espécies cujo ciclo de vida é dividido entre águas fluviais e águas marinhas. Podem nascer em águas fluviais e desenvolver-se no mar, sendo denominados migradoras anádromas (e.g. salmão) ou então efetuar o ciclo inverso, ou seja, nascer no mar e desenvolver-se em águas fluviais, correspondendo a migradoras catádromas (e.g. enguia);
- **Espécies dulçaquícolas:** São espécies que habitam somente em áreas fluviais e lacustres de águas epicontinentais, podendo, no entanto, realizar migrações potamódromas, ou seja, dentro do sistema fluvial (e.g. barbo-comum).

Nos dias de hoje, a importância dos peixes no contexto de preservação da biodiversidade e da integridade dos ecossistemas começa a ser reconhecida. Ao longo dos últimos anos tem havido um declínio nos efetivos e distribuição das espécies piscícolas, existindo alguns lagos e rios onde as comunidades de piscícolas foram totalmente eliminadas ou se encontram extremamente degradadas (MAGALHÃES, 1999).

São vários os fatores de ameaça dos rios e de perda da biodiversidade. Entre eles merece destaque: a) a poluição e eutrofização das águas, causada essencialmente por más práticas agrícolas e urbanas, com o input de efluentes domésticos e industriais; b) a degradação e fragmentação de habitats aquáticos e ribeirinhos, pelo corte indiferenciado da vegetação ribeirinha e fenómenos de sedimentação; c) a modificação das características hidrológicas, especialmente pela construção de pequenas e grandes barragens; d) a introdução de espécies exóticas, de modo accidental ou deliberado, que vem modificar decisivamente a composição e estrutura das comunidades aquáticas.

Perante o cenário descrito importa questionar: Como mitigar e aplicar medidas para reestabelecer a integridade ecológica dos rios? Na Diretiva Quadro da Água - DQA (Directive 2000/60/CE), está prevista a determinação de parâmetros e limites sobre todas as atividades passíveis de interferir no ecossistema aquático de maneira agressiva. A DQA permite então padronizar a avaliação da qualidade ecológica de um rio, a classificação dessa qualidade e consequentemente o desenvolvimento de métodos de recuperação e manutenção da integridade do corpo d'água (GOMES, 2019). A redução da qualidade da água e do habitat estão meritariamente entre os fatores que mais empobrecem a integridade ecológica. É assim urgente, a implementação de planos que visem a gestão sustentável dos cursos de água (OLIVEIRA et al., 2007).

### **1.1. Síntese ecológica da ictiofauna da bacia hidrográfica do Rio Douro**

A síntese ecológica da ictiofauna da bacia do Rio Douro é apresentada tendo em conta os seguintes elementos:

- **Caracterização** – para além da caracterização morfológica, as espécies foram ainda classificadas num dos seguintes grupos: a) migradora anádroma; b) migradora catádroma; c) holobiótica: espécie cujo ciclo de vida se desenvolve quase ou totalmente em águas doces.
- **Estatuto de conservação** (excepto para as espécies introduzidas) - Classificação do estatuto de conservação da espécie segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza e Recursos Naturais, Red List of Threatened Species (IUCN, 2019).
- **Ecologia** - Descrição sucinta do ciclo de vida de cada uma das espécies, com referência aos principais traços da bioecologia de cada espécie.
- **Guildas ecológicas** - As espécies piscícolas presentes na bacia hidrográfica do Douro foram classificadas em grupos (ou guildas) ecológicos. Segundo OLIVEIRA *et al.* (2007) uma guilda ecológica/funcional é definida quando um grupo de espécies explora de forma idêntica o mesmo tipo de recursos ambientais. Existem diferentes guildas e métricas cuja tendência em termos de respostas à perturbação de origem antrópica é conhecida (Tabela 1).

**Tabela 1. Resposta à perturbação humana para diferentes guildas e métricas (adaptado de INAG & AFN, 2012)**

Guildas	Métricas	Resposta à perturbação humana
Taxonomia	Nº espécies nativas	▼
	Nº espécies alienígenas	▲
	% espécimes alienígenas	▲
Habitat	% espécimes pelágicos (nativos)	▼
	% espécimes bentónicos	▲
Migração	Nº espécies potamódromas	▼
Reprodução	% espécimes litofílicos	▼
Alimentação	% espécimes invertívoros (nativos)	▼
	% espécimes omnívoros	▲
Tolerância	% espécimes intolerantes	▼
	% espécimes tolerantes	▲

## 1.2. Ictifauna nativa da bacia hidrográfica do Rio Douro

Fazem parte da ictiofauna nativa da bacia hidrográfica do Rio Douro várias famílias, entre as quais se apresenta uma descrição sumária das espécies capturadas no presente estudo.

### 1.2.1. A Enguia-Europeia

É uma espécie migradora catádroma, muito ameaçada. Possui um estatuto de conservação de “Criticamente em Perigo” (CR) (IUCN, 2019). A enguia possui um corpo alongado, serpentiforme, maxila inferior ultrapassando ligeiramente a superior, barbatanas peitorais bem desenvolvidas e uma coloração variável, i.e. nos adultos o castanho esverdeado no dorso e amarelado no ventre, mudando para negro no dorso e prateado no ventre com a maturidade sexual e migração para a desova (Figura 1).

**Ordem-** Anguilliformes

**Família-** Anguillidae

**Espécie-** *Anguilla anguilla*

(Linnaeus, 1758)



Figura 1. A enguia *Anguilla anguilla*.

A água doce é o habitat onde passa a maior parte do seu tempo, onde alcança a maturação sexual, migrando de seguida para o mar dos Sargaços para se reproduzir. Os alevins de peixes, larvas de dípteros, crustáceos, anfíbios e moluscos são a alimentação na fase dulçaquícola (MARTINS & CARNEIRO, 2018).

### 1.2.2. A Panjorca

É uma espécie holobiótica. Possui um estatuto de conservação de “Vulnerável” (VU) (IUCN, 2019). A panjorca é uma espécie nativa da bacia do rio Douro, embora atualmente se considere que está presente exclusivamente em Espanha. Contudo, a espécie esteve anteriormente referenciada para Portugal, nomeadamente na bacia do rio Sabor (afluente da margem direita do rio Douro).

Possui um tamanho pequeno, com o focinho arredondado e perfil da cabeça curvo. A boca é ínfera e subterminal, sem barbilhos. A linha lateral está muito marcada. A barbatana dorsal, de perfil convexo com origem na vertical da inserção posterior das barbatanas pélvicas ou anterior a esta linha (Figura 2).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidae

**Espécie-** *Achondrostoma arcasii*  
(Steindachner, 1866)



Figura 2. A panjorca *Achondrostoma arcasii*

Em Portugal habita nos troços médios dos rios Sabor, Maçãs e Angueira, em zonas de aptidão ciprinícola. Estas populações aguardam, atualmente a descrição, provavelmente, de uma nova espécie, de acordo com os trabalhos de ROBALO et al. (2006). A alimentação da espécie está baseada em invertebrados (simulídeos, tricópteros, coleópteros, libélulas) e nalgumas plantas.

### 1.2.3. O Ruivaco

É uma espécie holobiótica, endémica da Península Ibérica, com estatuto de conservação “Não Preocupante” (LC) (IUCN, 2019). Tem dimensões pequenas. O seu corpo é levemente comprido, perfil da cabeça ligeiramente convexa. Raramente excede os 15 cm de comprimento (Figura 3).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidae

**Espécie-** *Achondrostoma oligolepis*  
(Robalo, Doadrio, Almada & Kottelat, 2005)



Figura 3. O ruivaco *Achondrostoma oligolepis*.

É uma espécie que ocupa uma grande variedade de habitats, embora prefira os rios de média dimensão que apresentem locais com corrente reduzida. Alimenta-se fundamentalmente de detritos orgânicos, material vegetal e alguns invertebrados bentónicos. Normalmente é uma espécie intolerante às alterações



de habitat, nomeadamente resultantes da construção de estruturas transversais (SILVA, 2005).

#### 1.2.4. O verdemã-do-Norte

É uma espécie holobiótica, endémica da Península Ibérica, com estatuto de conservação de “Em Perigo” (EN) (IUCN, 2019). Tem pequenas dimensões e está caracterizada por um corpo lateralmente comprido com um pedúnculo caudal longo, estreito e alongado. Vive nas águas transparentes da bacia do rio Tua, no curso superior e médio dos principais rios afluentes, i.e. Rios Rabaçal e Tuela (Figura 4).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidae

**Espécie-** *Cobitis calderoni*

Bacescu, 1962



Figura 4. O verdemã-do-Norte *Cobitis calderoni*.

Alimenta-se de pequenos invertebrados, efemerópteros, dípteros e crustáceos para além de detritos e algas unicelulares (PERDICES, 2013).

#### 1.2.5. O barbo-comum

É uma espécie holobiótica, endémica da Península Ibérica, com estatuto de conservação “Não Preocupante” (LC) (IUCN, 2019). Possui 4 barbilhos característicos no focinho e o último raio da barbatana dorsal com denticulações. Os juvenis têm aspeto pintalgado e podem ser confundidos com os góbios (Figura 5).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidae

**Espécie-** *Luciobarbus bocagei*

(Steindachner, 1866)



Figura 5. O barbo-comum *Luciobarbus bocagei*.

Os barbos podem ser encontrados nos rios mais largos, ocupando microhabitats profundos. É uma espécie omnívora alimentando-se de plantas e animais, composta, por exemplo, por larvas de Chironomidae, cladóceros, copépodes e fitoplâncton. A construção de infraestruturas hidráulicas, a poluição industrial, agrícola, urbanos, introdução de espécies exóticas e extração de agregados contribuem para a ameaça desta espécie (SALVADOR, 2017).

#### 1.2.6. A boga-do-Douro

É uma espécie holobiótica, endêmica da Península Ibérica. Possui um estatuto de conservação de “Vulnerável” (VU) (IUCN, 2019). Apresenta um corpo alongado e esguio e a boca é ínfera, com abertura retilínea. A barbatana caudal é furcada. A coloração é esverdeada e dourada com manchas pratas (Figura 6).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidae

**Espécie-** *Pseudochondrostoma duriense* (Coelho, 1985)



Figura 6. A boga *Pseudochondrostoma duriense*

Pode encontrar-se nos troços médios dos rios em zonas de corrente, mas também em zonas de albufeiras. É uma espécie detritívora, alimentando-se na zona bentónica, onde capturam vegetação encontrada na superfície, detritos e alguns invertebrados (GONÇALO, 2014).

#### 1.2.7. O bordalo

É uma espécie holobiótica, endêmica da Península Ibérica. Possui um estatuto de conservação de “Vulnerável” (VU) (IUCN, 2019). Possui pequeno tamanho e é sensível à degradação dos sistemas aquáticos (Figura 7).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidae

**Espécie-** *Squalius alburnoides*  
(Steindachner, 1866)



Figura 7. O bordalo *Squalius alburnoides*

Os invertebrados aquáticos e terrestres, à superfície e na coluna da água, são o seu alimento de preferência (OLIVEIRA et al., 2007).

#### 1.2.8. O escalo-do-Norte

É uma espécie holobiótica, endêmica da Península Ibérica, com estatuto de conservação “Não Preocupante” (LC) (IUCN, 2019). Possui dimensões médias. O corpo é alongado, a cabeça é grande e arredondada (Figura 8).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidae

**Espécie-** *Squalius carolitertii*

(Doadrio, 1988)



Figura 8. O escalo-do-Norte *Squalius carolitertii*

Os rios de pequena e média dimensões são a sua preferência, encontrado nas margens dos rios onde tem maior refúgio. A sua alimentação é microcarnívora, constituído fundamentalmente por larvas e insetos (GONÇALO, 2014). A pesca desportiva desperta algum interesse por esta espécie.

#### 1.2.9. A truta-de-rio

É uma espécie holobiótica, com estatuto de conservação “Não Preocupante” (LC) (IUCN, 2019). O tipo de coloração mais frequente nos exemplares adultos varia entre o castanho e o cinzento esverdeado, flancos acastanhados ou acinzentados (com manchas negras e vermelhas/alaranjadas) e o ventre amarelado ou esbranquiçado (Figura 9).

**Ordem-** Salmoniformes

**Família-** Salmonidae

**Espécie-** *Salmo trutta*

Linnaeus, 1758

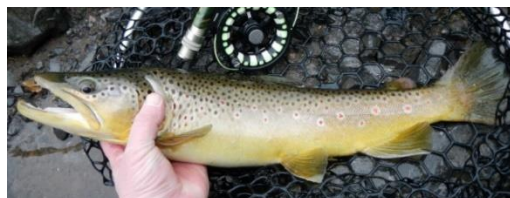


Figura 9. A truta-de-rio *Salmo trutta*

É uma espécie que habita em rios com águas frias e oxigenadas, preferindo as zonas com fortes correntes. A sua alimentação é generalista ingerindo as

presas preferencialmente em deriva (RIBEIRO et al., 2007). Os pescadores desportivos consideram esta espécie uma das mais valorizadas.

### 1.3. Ictifauna introduzida na bacia hidrográfica do Rio Douro

As espécies exóticas introduzidas na Península Ibérica podem desencadear impactes nas comunidades nativas, não tendo qualquer interesse em termos de conservação. No entanto, é indubitável o valor delas para a pesca desportiva e para o progresso socioeconómico de muitas regiões do país.

#### 1.3.1. O alburno

É uma espécie holobiótica. O seu corpo é alongado, com grossura mínima e alongado lateralmente (Figura 10).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidade

**Espécie-** *Alburnus alburnus*



Figura 10. O alburno *Alburnus alburnus*

É uma espécie usada como recurso trófico maritariamente por diversos predadores, tendo uma expressão assinalável em albufeiras de barragens. Alimenta-se principalmente de invertebrados e detritos. São muito tolerantes à poluição da água (LATORRE & ALMEIDA, 2019).

#### 1.3.2. O pimpão

É uma espécie holobiótica. O seu corpo é arredondado podendo ter coloração dourada ou alaranjada (Figura 11).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidade

**Espécie-** *Carassius auratus*

Linnaeus, 1758



Figura 1. O pimpão *Carassius auratus*

Os sistemas lacustres estão relacionados com esta espécie, adequando-se nos habitats lóticos de corrente fraca. A sua dieta é bentónica, com um regime omnívoro, consumindo fundamentalmente invertebrados aquáticos e material de

origem vegetal (algas e macrófitos). Demonstra resistência a condições ambientais prejudiciais como a poluição (MIRANDA, 2012).

### 1.3.3. O verdemã-do-Sul

É uma espécie holobiótica. É peixe pequeno, tem um corpo alongado (Figura 12).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidade

**Espécie-** *Cobitis paludica*

de Buen, 1930



Figura 12. O Verdemã-do-Sul *Cobitis paludica*

O habitat preferencial do verdemã-do-Sul são os troços médios e baixos dos rios, habitando junto ao leito em zonas de materiais mais finos. A sua alimentação tem como base as larvas de quironomídeos, detritos e algas.

### 1.3.4. A gambúsia

É uma espécie holobiótica. Possui um tamanho muito pequeno. Existe diferenciação sexual, sendo a reprodução vivípara (Figura 13).

**Ordem-** Cyprinodontiformes

**Família-** Poeciliidade

**Espécie-** *Gambusia holbrooki*

Girard, 1859



Figura 13. A gambúsia *Gambusia holbrooki*

Vive preferencialmente em águas estagnadas ou de corrente lenta, com muita vegetação aquática, podendo existir em locais muito degradados, sendo tolerante a temperaturas altas. A sua alimentação é feita à superfície da água e sendo um predador de larvas de mosquitos e de outros invertebrados. A sua introdução aconteceu para combate à malária (OLIVEIRA et al., 2007).



### 1.3.5. O góbio

É uma espécie holobiótica. O góbio é constituído por uma região ventral mais ou menos plana e dorso convexo. O corpo é alongado e um pouco comprido e a boca é esférica. A barbatana ventral surge por detrás da origem da barbatana dorsal (Figura 14).

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidade

**Espécie-** *Gobio lozanoi*

Doadrio & Madeira, 2004



Figura 14. O góbio *Gobio lozanoi*

A dieta desta espécie consiste em larvas dípteros, efemerópteros, oligoquetas, tricópteros e detritos. Habita no leito dos rios, podendo ser encontrado em ambientes lênticos, como albufeiras de barragens (OLIVEIRA et al., 2007).

### 1.3.6. A perca-sol

É uma espécie holobiótica. A barbatana dorsal é dupla, com uma parte espinhosa e uma parte mole (Figura 15).

**Ordem-** Perciformes

**Família-** Centrarchidae

**Espécie-** *Lepomis gibbosus*

Linnaeus, 1758



Figura 15. A perca-sol *Lepomis gibbosus*

Esta espécie está presente em todo o território continental, demonstrando imensa flexibilidade ambiental e pode ser encontrada sobretudo em albufeiras e troços fluviais de corrente fraca. A sua dieta é de invertebrados aquáticos e tem um comportamento alimentar generalista (OLIVEIRA et al., 2007).

### 1.3.6. O piscardo

É uma espécie holobiótica. É constituído por um corpo esbelto, fusiforme e coberto com escamas pequenas. A barbatana caudal é entalhada e o perfil das barbatanas dorsal e anal é reto ou levemente convexo. A boca está em uma posição terminal ou subterrânea.

**Ordem-** Cypriniformes

**Família-** Cyprinidade

**Espécie-** *Phoxinus phoxinus*

Kottelat, 2007



Figura 16. O piscardo *Phoxinus phoxinus*

É uma espécie é sensível à poluição da água. A sua alimentação é omnívora, composta maioritariamente de invertebrados bentónicos, mas também de invertebrados terrestres e de plantas (LEUNDA et al., 2017)

### 1.4. Objetivos

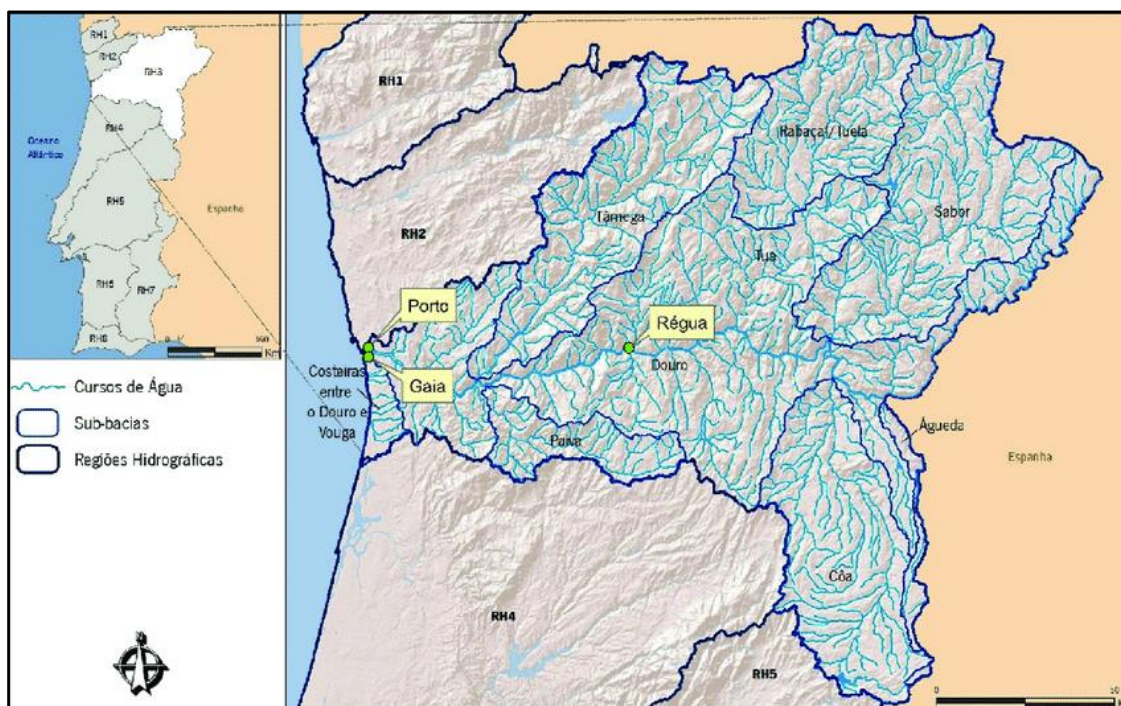
O principal objetivo do presente estudo consistiu na avaliação da qualidade biológica de rios da bacia hidrográfica do rio Douro, em território de Portugal, baseada nas comunidades de peixes. Os objetivos específicos foram:

- A determinação da qualidade biológica através do recurso ao índice de avaliação da integridade biótica de rios baseado nas comunidades piscícolas - índice piscícola de integridade biótica F-IBIP para rios navegáveis de Portugal, ferramenta oficial desenvolvida no âmbito da Diretiva Quadro da Água (DQA);
- O cálculo de métricas convencionais e outros atributos, com recurso a análises uni e multivariadas associadas às comunidades piscícolas;
- A avaliação das guildas ecológicas, tendo em conta: 1) Habitat- Grau de Reofilia; 2) Habitat- Zona de Alimentação; 3) Migradora; 4) Reprodutiva; 5) Trófica e 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Área de Estudo

O Rio Douro é um dos principais rios da Península Ibérica, com um comprimento total de 897 Km, sendo navegável apenas em águas de Portugal. Nasce na Serra de Urbion (Cordilheira Ibérica), a cerca de 2000 m de altitude, percorrendo 927 Km até alcançar a foz no Oceano Atlântico, situada junto à cidade do Porto. A bacia hidrográfica do Rio Douro tem uma área total de 97 477 km<sup>2</sup>, em Espanha com 78 889 km<sup>2</sup> (80,9%), e em Portugal 18 588 km<sup>2</sup> (19,1%). O Rio Douro, em território de Espanha, atravessa a grande meseta castelhana e serpenteia através de cinco províncias da Comunidade Autónoma de Castela e Leão: Soria, Burgos, Valladolid, Zamora e Salamanca, passando pelas cidades de Soria, Almazán, Aranda de Duero, Tordesilhas e Zamora. Em Portugal, o rio Douro atravessa os distritos de Bragança, Guarda, Viseu, Vila Real, Aveiro e Porto (APA, 2016).



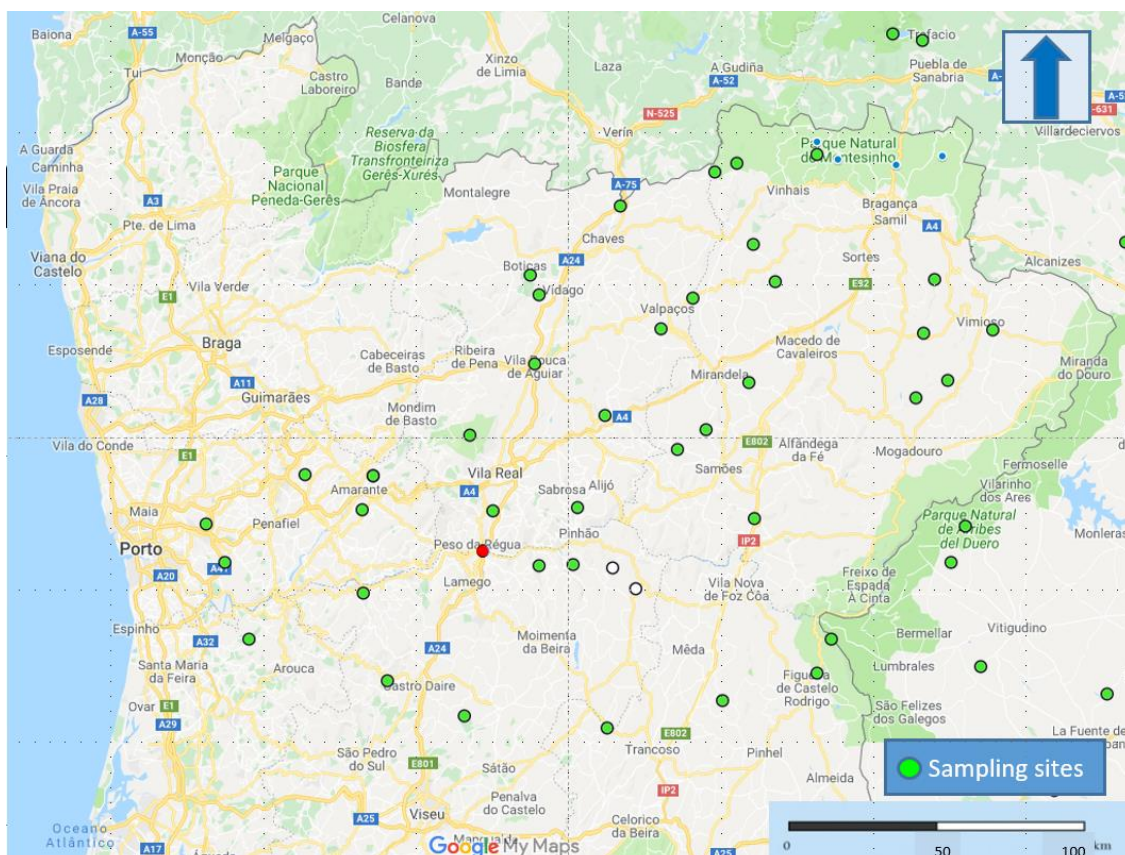
**Figura 17. Bacia Hidrográfica do Douro em território de Portugal**

Em território de Portugal, a bacia do Douro está englobada na Região Hidrográfica do Douro – RH3 e os principais cursos de água afluentes são os rios Águeda, Côa, Paiva, Rabaçal, Tuela, Maçãs, Sabor, Tâmega e Tua (APA 2016) (Figura 17).



## 2.2. Locais de Amostragem

Os locais selecionados para a amostragem biótica- fauna piscícola foram, à semelhança do estudo desenvolvido por Gomes (2019), obtidos a partir da análise de informação disponível *online*, com resolução alta relativamente ao clima (temperatura e precipitação), topografia, rede hídrica e pegada ecológica e, posteriormente, sumariados em ambiente SIG. A partir desta análise foram selecionados os locais de amostragem em território de Portugal (Figura 18).



**Figura 18. Mapa dos locais de amostragem selecionados na bacia hidrográfica do Douro.**

A amostragem foi realizada na primavera/verão de 2017 e 2018, mais especificamente em 41 locais previamente selecionados. Na análise de dados foi feita uma abordagem mais detalhada considerando 5 zonas/bacias distintas, correspondentes, grosso modo, às bacias da margem direita (e.g. Sabor, Tua e Tâmega), da margem esquerda (e.g. Águeda, Côa) e do troço terminal (e.g. Sousa, Ferreira) do rio Douro.

## 2.3. Avaliação do Elemento Biológico – Peixes

### 2.3.1. Amostragem da fauna piscícola

A amostragem da fauna piscícola foi efetuada através do recurso a um aparelho de pesca elétrica portátil com *output* de corrente contínua e por impulsos (Hans Grassl ELT; 300-600V). O princípio de funcionamento destes equipamentos envolve o uso de dois elétrodos, um positivo (ânodo) e um negativo (cátodo) que, quando imersos na água, criam um campo elétrico que permite capturar os peixes (OLIVEIRA *et al.*, 2007). A monitorização das comunidades piscícolas presentes nos locais selecionados dos rios da bacia do rio Douro foi realizada na primavera/verão de 2017 e 2018 (Figura 19).



Figura 19. Amostragem piscícolas: A) Pesca elétrica; B) Exemplar de *barbo-comum*; C) Exemplar de *Anguilla anguilla*; D) exemplar de *Sander lucioperca*. Verão de 2018.

Usou-se a metodologia definida no Manual para a Avaliação Biológica da Qualidade da Água em Sistemas Fluviais segundo a Diretiva Quadro da Água: Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola (INAG, 2008), embora as capturas por unidade de esforço (CPUE) tenham sido limitadas a períodos de 15 minutos, extensíveis a 30 minutos caso a densidade piscícola fosse baixa.

Selecionaram-se troços fluviais representativos que englobassem a sequência de *riffle/pool* e a diversidade de microhabitats existentes no meio aquático. Todos os peixes capturados foram identificados (ALMAÇA, 1996; KOTTELAT & FREYHOF, 2007) e devolvidos ao rio.

### 2.3.2. Determinação das guildas tróficas

Na Tabela 2 constam as guildas ecológicas referentes às respostas das comunidades piscícolas a fatores de antrópicos em rios de Portugal, para as espécies detetadas na bacia do rio Douro.

**Tabela 2. Classificação das espécies capturadas na bacia do rio Douro pelas várias guildas ecológicas\* (adaptado de OLIVEIRA et al., 2007).**

ESPÉCIES	G_HAB (g_reof)	G_HAB (z_alim)	G_MIG	G_REP	G_TRÓ	N_TOL
Nativas						
<i>Achondrostoma arcasii</i>	EURI	PELA	RESI	FILI	OMNI	INTE
<i>Achondrostoma oligolepis</i>	LIMN	PELA	RESI	FILI	OMNI	TOLE
<i>Anguilla anguilla</i>	EURI	BENT	GMC	NA	INVE	TOLE
<i>Cobitis calderoni</i>	REOF	BENT	NA	LITO	INVE	INTE
<i>Luciobarbus bocagei</i>	LIMN	BENT	POTA	LITO	OMNI	TOLE
<i>Pseudochondrostoma duriense</i>	REOF	BENT	POTA	LITO	HERB	INTE
<i>Salmo trutta</i>	REOF	PELA	PM	LITO	INVE	INTE
<i>Squalius alburnoides</i>	EURI	PELA	RESI	FILI	INVE	INTE
<i>Squalius carolitertii</i>	EURI	PELA	RESI	LITO	INVE	INTE
Introduzidas						
<i>Alburnus alburnus</i>	LIMN	PELA	RESI	LITO	INVE	TOLE
<i>Carassius auratus</i>	LIMN	BENT	RESI	FITO	OMNI	TOLE
<i>Cobitis palúdica</i>	LIMN	BENT	RESI	LITO	INVE	TOLE
<i>Gambusia holbrooki</i>	LIMN	PELA	RESI	VIVI	INVE	TOLE
<i>Gobio lozanoi</i>	EURI	BENT	RESI	PSAM	BENT	INTE
<i>Lepomis gibbosus</i>	LIMN	PELA	RESI	GENE	INVE	TOLE
<i>Phoxinus phoxinus</i>	EURI	PELA	RESI	LITO	INVE	TOLE
<i>Sander lucioperca</i>	EURI	PELA	POTA	FILI	PISC	INTE

\*Guildas ecológicas: Guilda habitat (grau reofilia) (G\_HAB (g\_reof)): EURI (euritópica), LIMN (limnófila), REOF (reófila); Guilda habitat (zona de alimentação) (G\_HAB (z\_alim)): BENT (bentónica), PELÁ (pelágica); Guilda migratória (G\_MIG): GMA (grande migradora anádroma), GMC (grande migradora catádroma), PM (pequena migradora), POTA (potamódroma); Guilda reprodutiva (G\_REP): FILI (fitolítófila), GENE (generalista), LITO (litófila); Guilda trófica (G\_TRÓ): HERB (herbívora), INVE (invertívora) OMNI (omnívora); Nível de tolerância (N\_TOL): TOLE (tolerante), INTO (intolerante); NA - não aplicável.

### 2.3.3. Determinação do F-IBIP

Foi desenvolvido para Portugal um índice de avaliação da integridade biótica/qualidade ecológica de rios baseado nas comunidades piscícolas - índice piscícola de integridade biótica (F-IBIP) para rios vadeáveis de Portugal no âmbito da DQA (INAG & AFN, 2012) (detalhes do índice em <http://www.wiser.eu/programme-and-results/data-and-guidelines/method-database>). As componentes relevantes para a avaliação do estado biológico baseado no elemento peixes são a composição e abundância. No F-IBIP é necessário identificar para cada troço de amostragem qual o agrupamento piscícola a que pertence que faz parte de um dos seguintes grupos:

- Grupo 1 – Salmonícola da Região Norte;
- Grupo 2 – Transição Salmonícola-Ciprinícola da Região Norte;
- Grupo 3 – Ciprinícola de Média Dimensão da Região Norte;
- Grupo 4 – Ciprinícola de Pequena Dimensão das Regiões Norte Interior e Sul;
- Grupo 5 – Ciprinícola de Média Dimensão da Região Sul;
- Grupo 6 – Ciprinícola da Região Norte Litoral.

O resultado final do F-IBIP varia entre 0 (zero), correspondente a má qualidade, e 1 (um) correspondente a excelente qualidade. Deste modo, o seu valor é expresso sob a forma de rácios de qualidade ecológica. A qualidade é expressa numa de cinco classes de qualidade, sendo que os valores de variação de cada classe são iguais para todos os agrupamentos. Na Tabela 3 apresentam-se esses valores expressos em rácios de qualidade ecológica.

**Tabela 3. Valores de variação das classes de qualidade do F-IBIP, Classe de Qualidade e Valor em Rácio de Qualidade Ecológica (RQE).**

CLASSE DE QUALIDADE	VALOR (RQE)
Excelente	[0,850 – 1,000]
Bom	[0,675 – 0,850[
Razoável	[0,450 – 0,675[
Medíocre	[0,225 – 0,450[
Mau	[0 – 0,225[



Relativamente aos locais de amostragem verificou-se que, em termos da comunidade piscícola e para efeitos de determinação do F-IBIP, os troços amostrados pertencem a diferentes Agrupamento Piscícolas, descritos em INAG & AFN (2012) e seguidamente apresentados:

**Grupo 1 – Salmonícola da Região Norte:** *Rios com uma distribuição potencial relativamente alargada, limitada a sul pela região montanhosa do centro do país, com troços fluviais de pequena área de drenagem (<50 km<sup>2</sup>), declive acentuado e regime hidrológico permanente. No contexto climático de Portugal Continental apresentam precipitação elevada (1700 mm em média) e baixas temperaturas no estio (inferior a 20 °C em média). Em termos de altitude este é o grupo que apresenta maior dispersão interquartil, podendo encontrar-se locais em elevações que vão dos 100 m (na região litoral) aos 1000 m. Ao nível das comunidades piscícolas estes troços são claramente dominados por *Salmo trutta fario* (truta-de-rio), que em muitos casos é a única espécie presente.*

**Grupo 2 – Transição Salmonícola-Ciprinícola da Região Norte:** *Rios com distribuição potencial relativamente alargada, limitada a sul pela região montanhosa do centro do país, embora se distinga do agrupamento anterior a nível ambiental e biótico. Uma vez que corresponde às zonas intermédias dos rios, apresenta declives menos acentuados e áreas de drenagem superiores. Embora a precipitação seja também relativamente elevada no contexto nacional (1200 mm em média), apresenta temperaturas mais elevadas que o agrupamento descrito anteriormente. Este grupo corresponde a troços fluviais de transição entre comunidades distintas (i.e., dominadas por salmonídeos ou ciprinídeos), suportando associações piscícolas com aspectos funcionais particulares. Inclui, por isso, desde troços mistos com presença significativa de truta-de-rio, até zonas de rio que não sendo tipicamente ciprinícolas (a presença de barbo é residual), parecem ser também marginais para salmonídeos, reflectindo-se, deste modo, numa dominância dos grupos *Pseudochondrostoma* spp. (bogas de boca recta) e *Squalius* spp. (escalos e bordalo).*

**Grupo 3 - Ciprinícola de Média Dimensão da Região Norte:** *Este agrupamento corresponde a troços de jusante dos rios a norte da bacia do Tejo, com declives pouco acentuados e área de drenagem de média a grande dimensão (>100 km<sup>2</sup>). Apresentam níveis de precipitação intermédios no contexto nacional (entre 1200 e 600 mm) e temperaturas elevadas. A comunidade é dominada por *Luciobarbus bocagei* (barbo-comum), *Pseudochondrostoma* spp. (bogas de boca recta) e *Achondrostoma oligolepis* (ruivaco).*

#### **Grupo 4 - Ciprinícola de Pequena Dimensão das Regiões Norte Interior e Sul:**

*Rios com uma distribuição alargada, incluindo o Alto Douro, Tejo e bacias a sul do Tejo. São troços fluviais de pequena área de drenagem (<100 km<sup>2</sup>) e declive moderado. No contexto climático de Portugal Continental apresentam baixa precipitação (<800 mm em média) e elevadas temperaturas no estio (>22 °C em média). Com constrangimentos ambientais semelhantes, sobretudo ao nível do stress hídrico estival, os pequenos cursos de água destas regiões revelam comunidades funcionalmente idênticas com predomínio do grupo funcional *Squalius* spp. (escalos e bordalo).*

#### **2.3.4. Tratamento estatístico**

No tratamento estatístico dos dados recorreu-se à análise gráfica dos dados bióticos através, na maioria dos casos, da construção das caixas de bigodes (box-whisker plots), com recurso a testes não paramétricos KW-H de Kruskal-Wallis. Os testes KW-H correspondem a uma ANOVA, pois são usados para testar a hipótese nula quando as suposições da ANOVA não são verificadas, caso da normalidade e homogeneidade dos dados, testadas através dos testes de Shapiro-Wilk's e Bartlett. Foram consideradas diferenças significativas sempre que  $P < 0,05$  entre as zonas consideradas. Foram consideradas 5 zonas/regiões que correspondem às bacias do(s) rio(s) 1) Sabor; 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Ferreira, Paiva e Douro principal.

Recorreu-se à análise multivariada, nomeadamente através da ordenação dos locais e das comunidades de peixes, usando o escalonamento multidimensional não métrico (nMDS). Nesta análise, os dados de abundância foram previamente transformados [ $\text{Log}(x + 1)$ ] e aplicados o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis. Foram ainda realizados testes não paramétricos one-way ANOSIM, no sentido de investigar a similaridade entre as comunidades de peixes das 5 regiões consideradas.

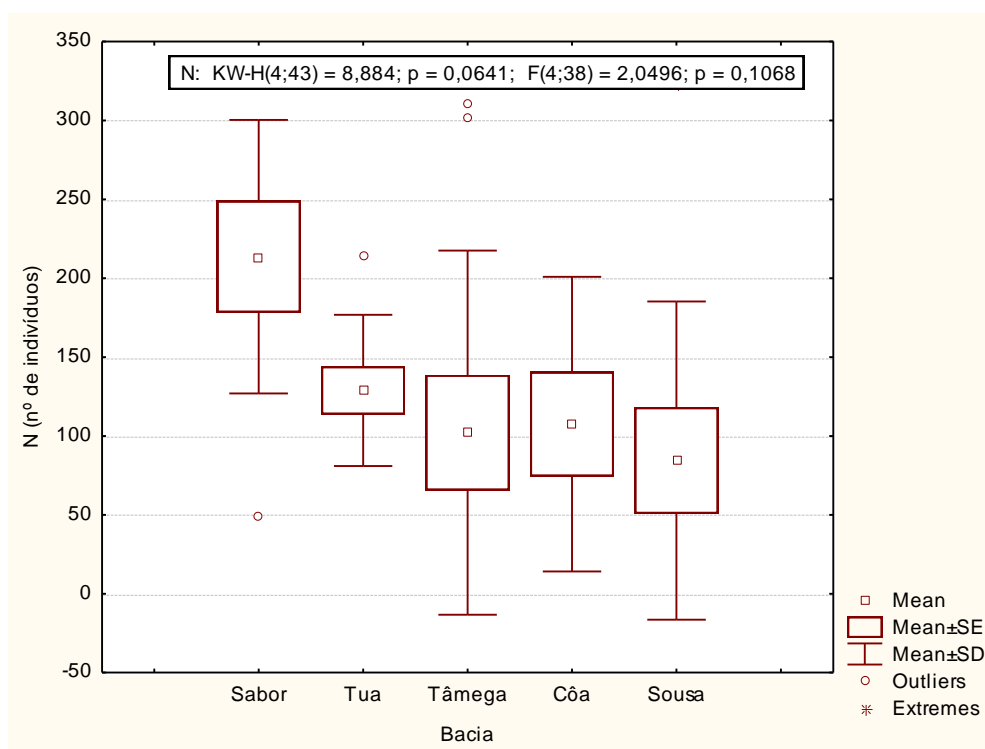
Todas as análises foram levadas a cabo recorrendo aos *softwares* PRIMER 7 & PERMANOVA+ (CLARKE & GORLEY, 2006; ANDERSON et al., 2008) e STATISTICA 7 (STATSOFT, 2004).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos permitiram obter um conjunto de informação que permitiu contribuir para a caracterização das comunidades piscícolas, de ambientes lóticos, na bacia hidrográfica do rio Douro, em território de Portugal.

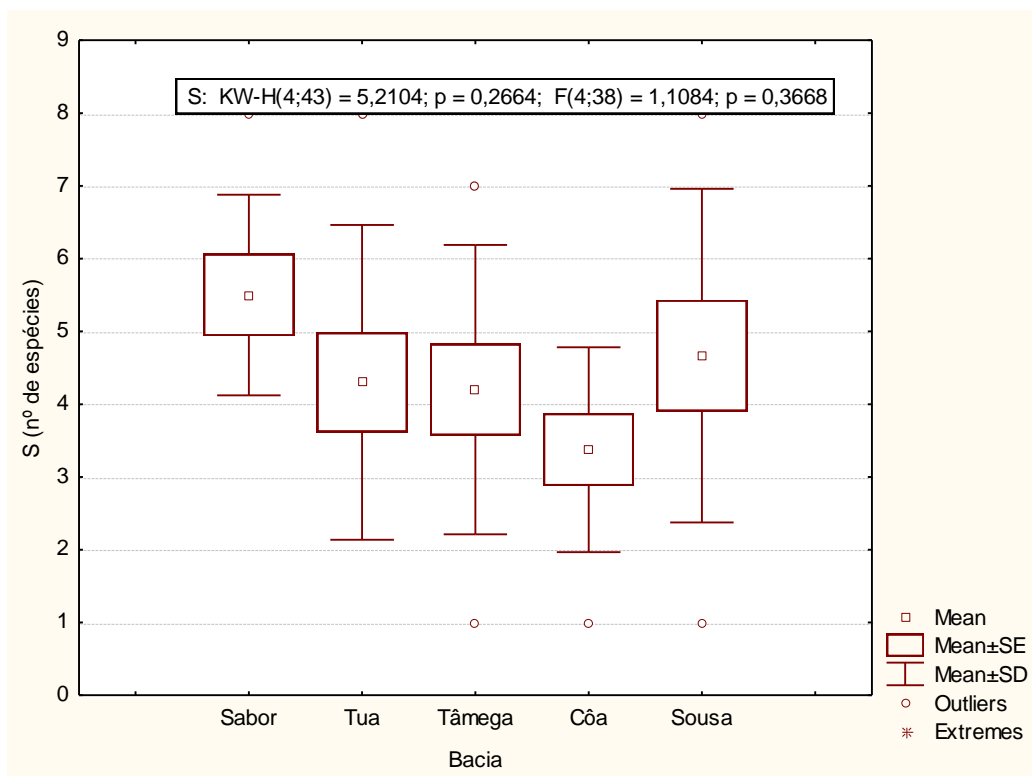
#### 3.1. Abundância e composição

Na bacia do rio Douro (Portugal) foram identificados na primavera/verão de 2017 e 2018, 5 212 exemplares de peixes, distribuídos por 17 espécies, pertencentes a 7 famílias. Tendo em conta as zonas/bacias consideradas, não foram encontradas diferenças significativas (KW-H,  $P < 0,05$ ) no número de indivíduos capturados e no número de espécies identificadas (Figuras 20 e 21).



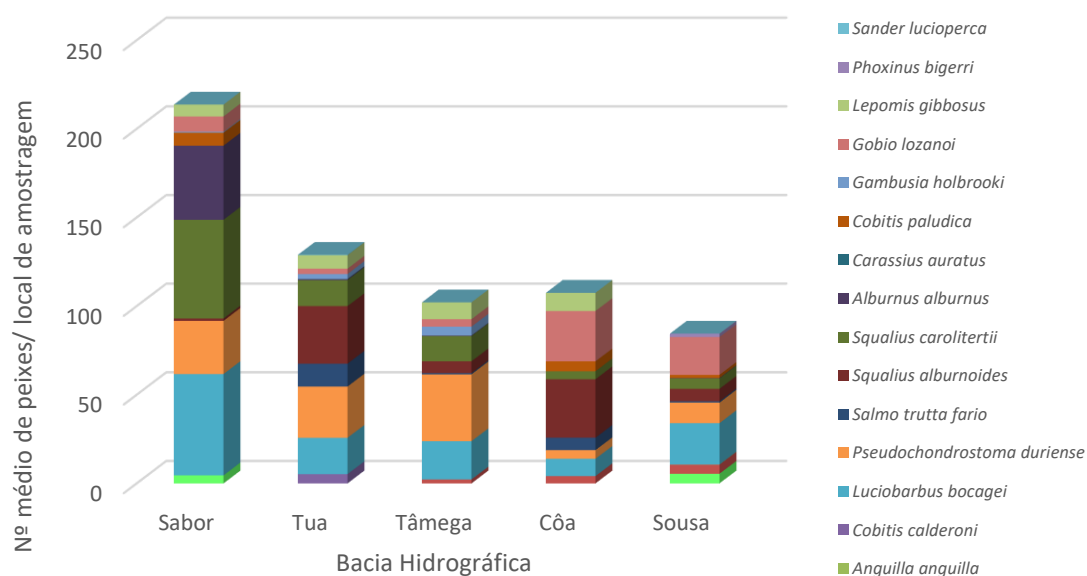
**Figura 20. Boxplot do nº total de exemplares capturados (Média ± SE, SD; Teste H Kuskal-Wallis,  $P < 0,05$ ) nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).**

No que respeita ao número de espécies piscícolas presentes nas diferentes zonas consideradas na bacia do rio Douro verificou-se que em termos médios oscilou entre 3 e 6 espécies, embora sem diferenças significativas entre zonas (KW-H,  $P > 0,05$ ) (Figura 21). Os valores máximos detetados corresponderam a 8 espécies (e.g. D029, Sabor; D021, Tua; D003, Sousa) e o mínimo a 1 espécie (e.g. D007, Tâmega; Dou218, Águeda; D563, Bestança).



**Figura 21. Boxplot do nº total de espécies identificadas (Média ± SE, SD; Teste H Kuskal-Wallis,  $P < 0,05$ ) nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).**

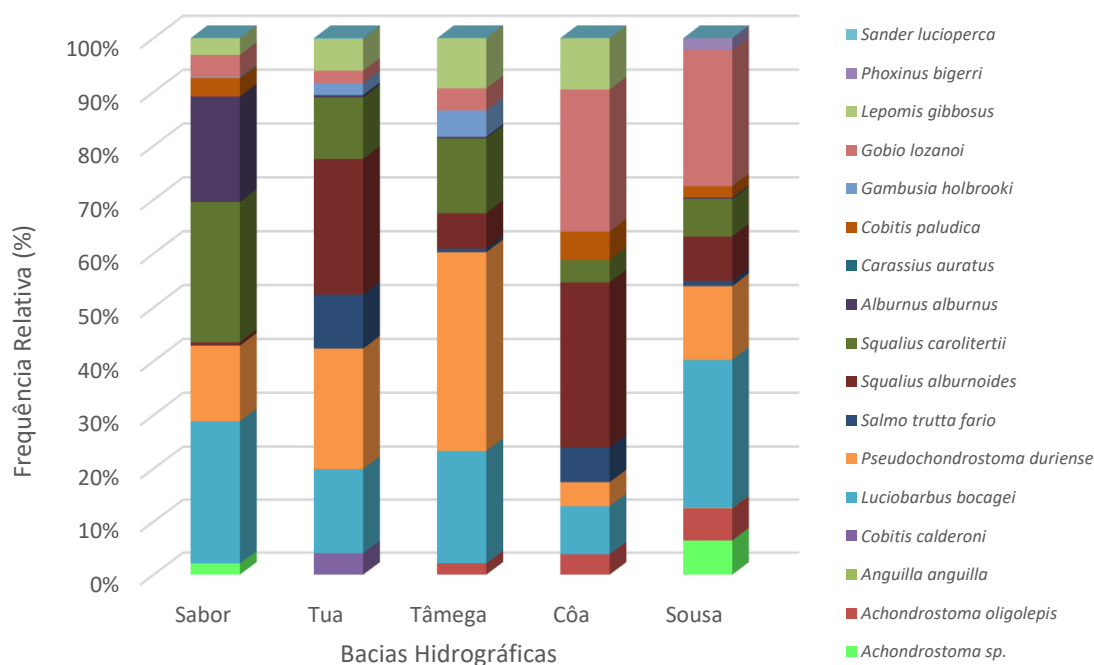
Relativamente à composição e abundância das espécies piscícolas por zona considerada, também pode ser visualizada a variação, em termos absolutos e relativos (Figuras 21 e 22).



**Figura 22. Composição e abundância absoluta de peixes (nº médio/local de amostragem), capturados nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).**

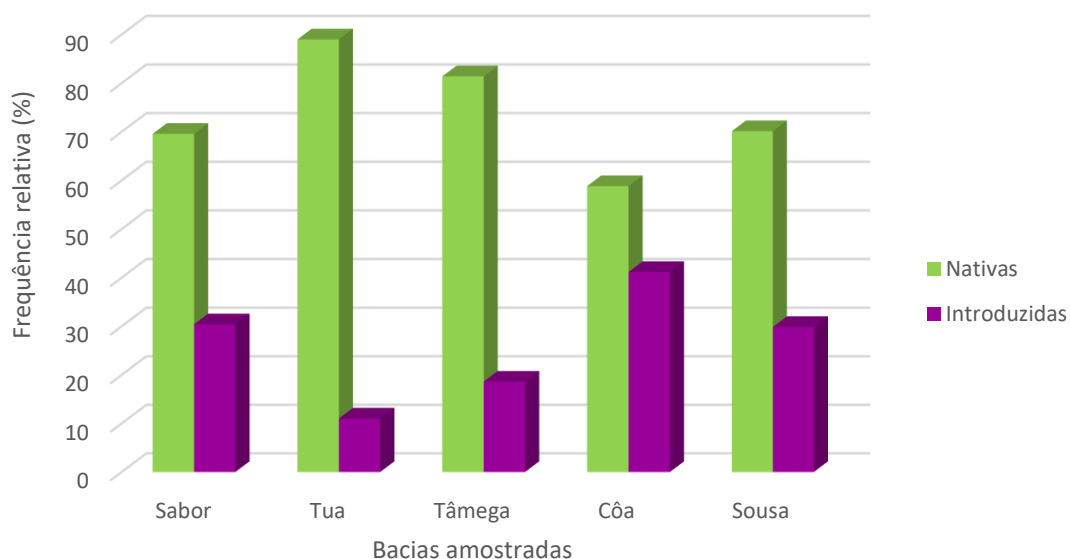


A variação intrazonas da composição faunística pode ser considerável, dependendo, por exemplo, da zonação longitudinal (i.e. cabeceira vs. foz), da variabilidade natural das características hidrológicas e outras condições ambientais e/ou das pressões antrópicas (Figura 23).



**Figura 23. Composição e abundância relativa de peixes, capturados nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).**

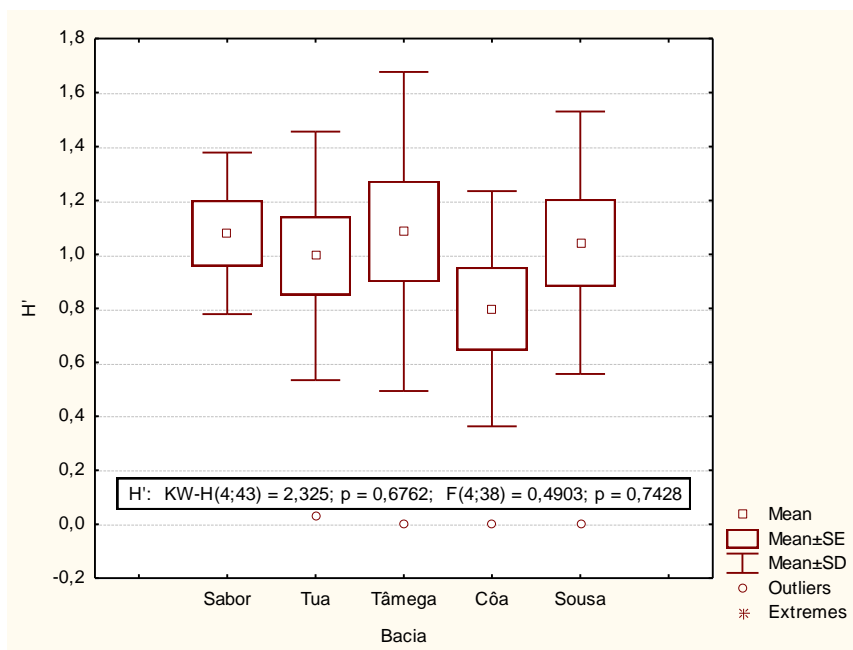
Relativamente à composição relativa, merece destaque a proporção de espécies nativas, em praticamente todas as bacias hidrográficas/loais amostrados, nomeadamente ciprinídeos endémicos da Península Ibérica, caso do barbo-comum (*L. bocagei*), boga-do-Douro (*P. duriense*), bordalo (*S. alburnoides*) e escalo-do-norte (*S. carolitertii*), ao contrário do observado na parte espanhola da bacia do Douro, onde, segundo as amostragens efetuadas nos mesmos anos, estas espécies estão em franca regressão (Teixeira, comunicação pessoal), com a consequente expansão das espécies exóticas, e em particular das invasoras. De facto, tem-se observado uma tendência crescente na proporção de espécies introduzidas em Portugal (OLIVEIRA et al., 2007) e Espanha. Na figura 24 está bem explícita o rácio entre espécies nativas e introduzidas para cada uma das zonas consideradas.



**Figura 24. Número de espécies nativas e introduzidas (em percentagem) nas 5 zonas do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).**

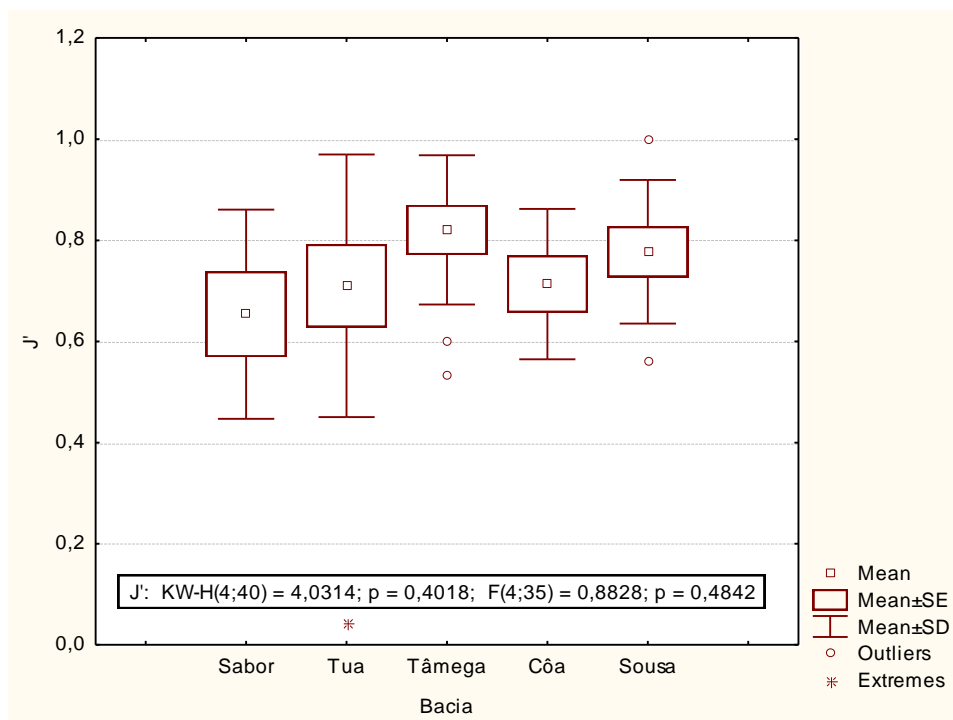
### 3.2. Índices de diversidade $H'$ e equitabilidade $J'$

No que respeita aos índices de diversidade  $H'$  de Shannon-Wiener e de equitabilidade  $J'$  de Pielou, também não foram detetadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre as zonas consideradas, em termos de biodiversidade e equitabilidade das comunidades piscícolas (Figuras 25 e 26).



**Figura 25. Diversidade  $H'$  de Shannon-Wiener nas 5 zonas do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).**

No entanto, nos locais amostrados nas bacias da margem esquerda do Douro, nomeadamente nos rios Côa, Águeda e Távora, a diversidade  $H'$  de espécies piscícola é menor, enquanto a equitabilidade  $J'$  é inferior na bacia do Sabor, onde ocorre ainda uma dominância de espécies endémicas nativas nos troços lóticos amostrados (Figura 26).



**Figura 26. Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) nas 5 zonas da bacia do Douro: 1) Sabor, 2) Tua; 3) Tâmega, Pinhão, Corgo; 4) Côa, Águeda, Távora; e 5) Sousa, Paiva, Douro (2017 e 2018).**

### 3.3. Índice F-IBIP

A avaliação da qualidade biológica, baseada na comunidade de peixes, o índice **F-IBIP**, permitiu detetar em todas as zonas uma maioria dos locais amostrados com classificação Razoável, Medíocre e Má. Com efeito, 50% ou mais dos locais apresentam uma classificação fora da qualidade biológica exigida pela DQA (i.e. para o elemento biológico- peixes), ou seja a classificação mínima de BOM.

No que respeita à bacia hidrográfica do rio Sabor 33,3% dos locais amostrados possuem uma classificação de Bom ou Excelente (e.g. D030; D099) e somente um local foi classificado como Mau (e.g. D029) (Tabela 4).

**Tabela 4. Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Sabor. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).**

Rio/Acrónimo	Tipo	F-IBIP Valor	Classe
D0512	3	0,543	Razoável
D0099	3	0,889	Excelente
D0068	3	0,523	Razoável
D0031	2	0,499	Razoável
D0030	3	0,756	Bom
D0029	3	0,111	Mau

Por sua vez na bacia do rio Tua, 40% dos locais amostragem possuem classificação mínima de BOM, alcançando mesmo o Excelente no caso de D0019, D0097 e D0098. Apenas um dos locais merece uma maior preocupação, caso de D0021 cuja classificação foi Medíocre (Tabela 5).

**Tabela 5. Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Tua. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).**

Rio/Acrónimo	Tipo	F-IBIP Valor	Classe
D0019	2	0,872	Excelente
D0514A	3	0,794	Bom
D0096	3	0,611	Razoável
D0098	2	0,918	Excelente
D0097	2	0,908	Excelente
D0501	3	0,500	Razoável
D0074	3	0,500	Razoável
D0015	3	0,592	Razoável
D0021	3	0,278	Medíocre
D0022	3	0,613	Razoável

Nas bacias hidrográficas do Tâmega (inclui Pinhão e Corgo) e do Côa, (inclui Águeda e Távora) (Tabelas 6 e 7) as classificações mínimas de Bom atingem respetivamente 30% e 28,6%, enquanto nas Bacias do Sousa, Paiva e Ferreira a classificação atinge 50% (Tabela 8). Realce para a discrepância entre troços de aptidão salmonícola, normalmente com boa qualidade ecológica, e troços de aptidão ciprinícola, mais perturbados pela atividade humana.

**Tabela 6. Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Tâmega, Corgo e Pinhão. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).**

Rio/Acrónimo	Tipo	F-IBIP Valor	Classe
D0007	1	0,667	Razoável
Dou147	2	0,787	Bom
D0105	3	0,330	Medíocre
D0010	1	0,767	Bom
D0012	3	0,579	Razoável
D0081	3	0,167	Mau
Dou365	3	0,556	Razoável
Dou117	3	0,000	Mau
D0077	3	0,722	Bom
D0077b	3	0,556	Razoável

**Tabela 7. Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Côa, Águeda e Távora. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).**

Rio/Acrónimo	Tipo	F-IBIP Valor	Classe
Dou090	2	0,000	Mau
D0556	3	0,278	Medíocre
D0035	3	0,559	Razoável
D0042	3	0,556	Razoável
D0038	3	0,889	Excelente
D0576	2	0,989	Excelente
D0101	3	0,000	Mau

**Tabela 8. Valores e classificação dos índices F-IBIP nos locais amostrados na Bacia Hidrográfica do rio Sousa, Paiva e Douro. Bacia do Douro em Portugal (2017 e 2018).**

Rio/Acrónimo	Tipo	F-IBIP Valor	Classe
D0563	2	0,750	Bom
D0083	3	0,559	Razoável
D0056	2	0,820	Bom
Dou006	2	0,469	Razoável
D0060	3	0,778	Bom
D0001	2	0,225	Medíocre
D0003	3	0,678	Bom
D0078	2	0,334	Medíocre

### 3.4. Biotipologia das comunidades piscícolas

A análise nMDS (*non-metric multidimensional scaling*) foi realizada com base nas abundâncias de peixes e pode ser observada na Figura 27.

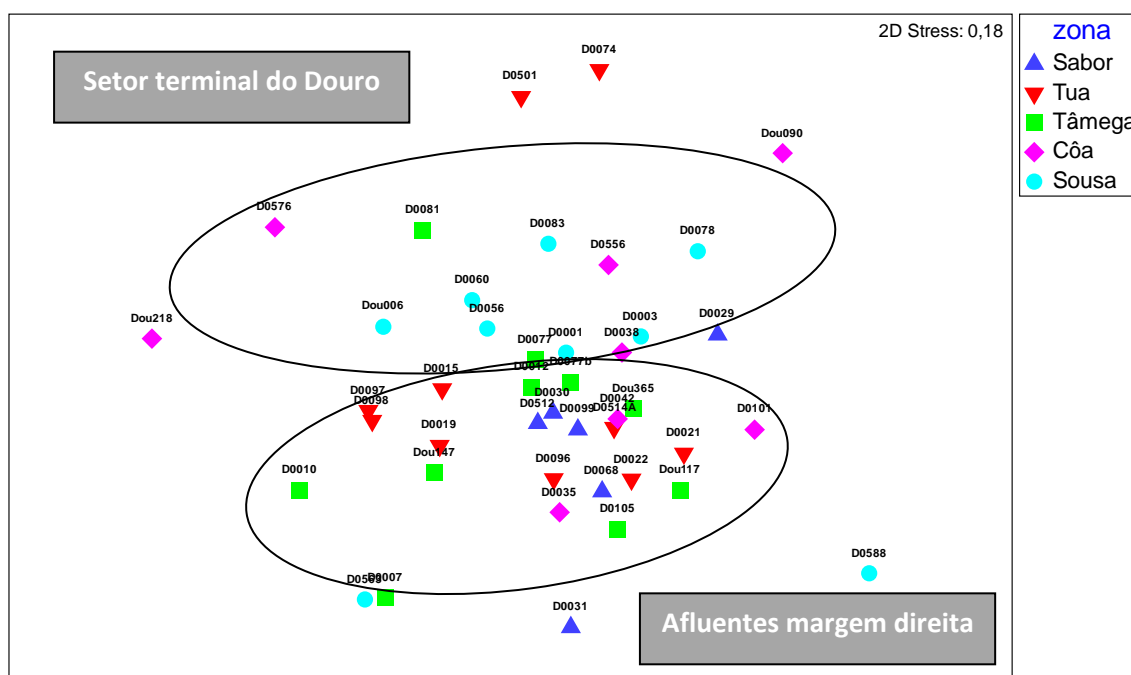


Figura 27. Ordenação NMDS dos locais de amostragem, baseada nas comunidades de peixes, considerando 5 grupos: 1) Triângulos azuis- rio Sabor; 2) Triângulos vermelhos- rio Tua; Quadrados verdes- rios Tâmega, Corgo e Pinhão; Losango lilás- Rios Côa, Águeda e Távora; Círculos azuis- Rios Sousa, Paiva e Douro.

O Valor 2D stress de 0,18 é indicador duma razoável representação bidimensional da ordenação. Desta forma, é possível visualizar uma separação entre os locais de amostragem situados na zona terminal do rio Douro e os rios afluentes da margem direita (Rios Sabor, Tua e Tâmega). Para a estruturação verificada contribui a ocorrência de espécies distintas entre zonas. No entanto, os Testes ANOSIM *One-Way*, não permitiram evidenciar diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os pares de zonas analisados.

Na Figura 28 está ilustrada a ordenação nMDS das espécies piscícolas presentes na bacia do Rio Douro, em território de Portugal. Nesta ordenação o Valor 2D stress foi de 0,09 e aparecem relativamente separados 3 grupos de espécies correspondentes a: 1) zona de cabeceira de troços de aptidão salmonícola na bacia do rio Tua, representada pelas espécies *Salmo trutta fario* e *Cobitis calderoni*; 2) troços mais degradados com domínio de espécies exóticas (i.e. *Alburnus alburnus*, *Gambusia holbrooki*, *Lepomis gibbosus*); 3) espécies

detetadas na zona próxima da foaz do rio Douro, caso das espécies *Anguilla anguilla* e particularmente *Phoxinus phoxinus*, espécie exótica recentemente detetado em Portugal, na bacia do rio Sousa.

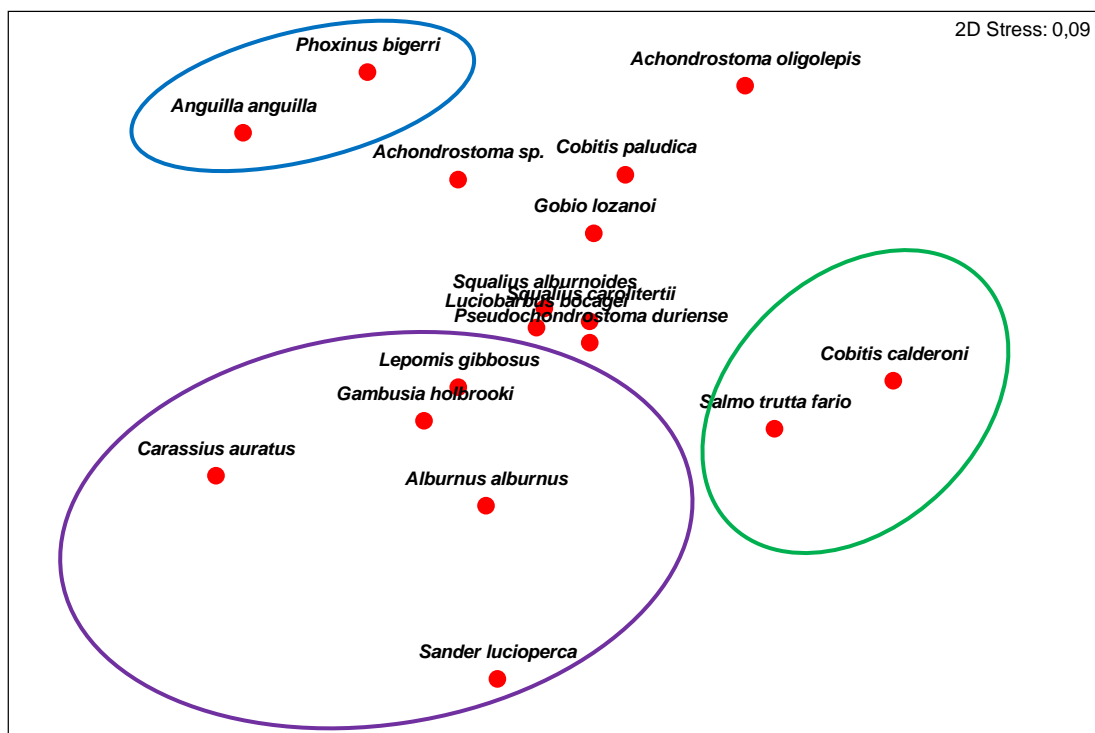
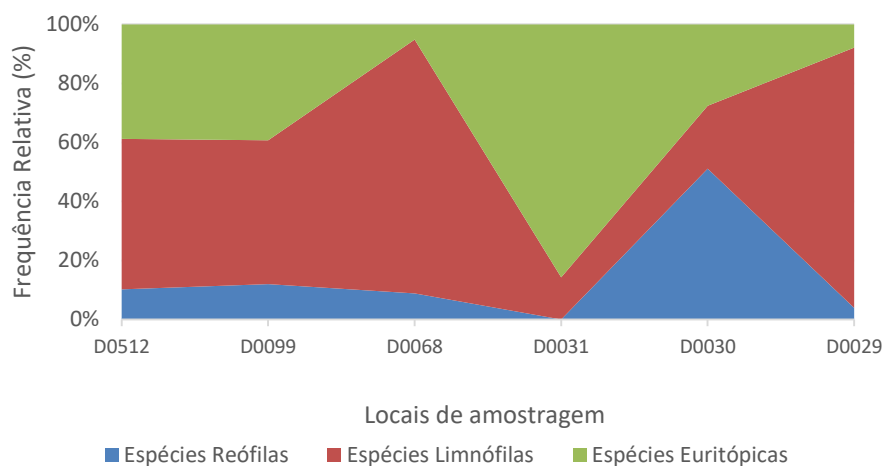


Figura 28. Ordenação nMDS das espécies piscícolas presentes nos locais amostrados na bacia hidrográfica do rio Douro.

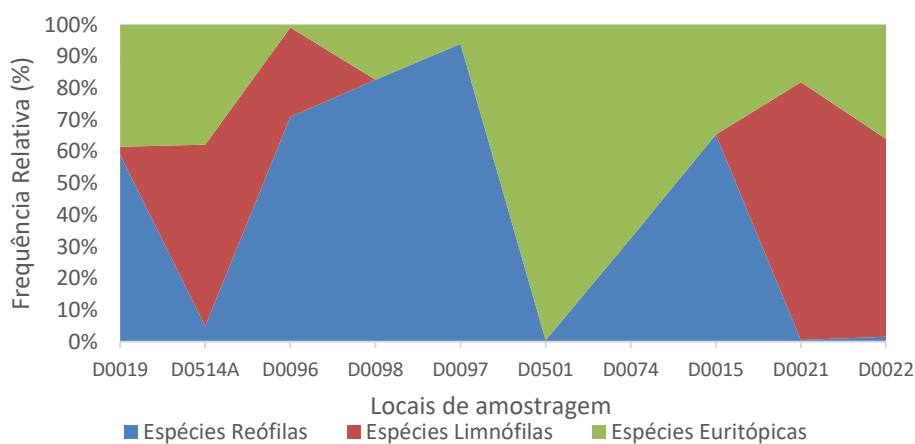
### 3.5. Guildas ecológicas

Os resultados da classificação das guildas ecológicas realizada para os 41 locais de amostragem, organizados em 5 zonas distintas, estão ilustrados nas figuras 16 a 45, tendo em conta: 1) Habitat- Grau de Reofilia; 2) Habitat- Zona de Alimentação; 3) Migratória; 4) Reprodutiva; 5) Trófica e 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático.

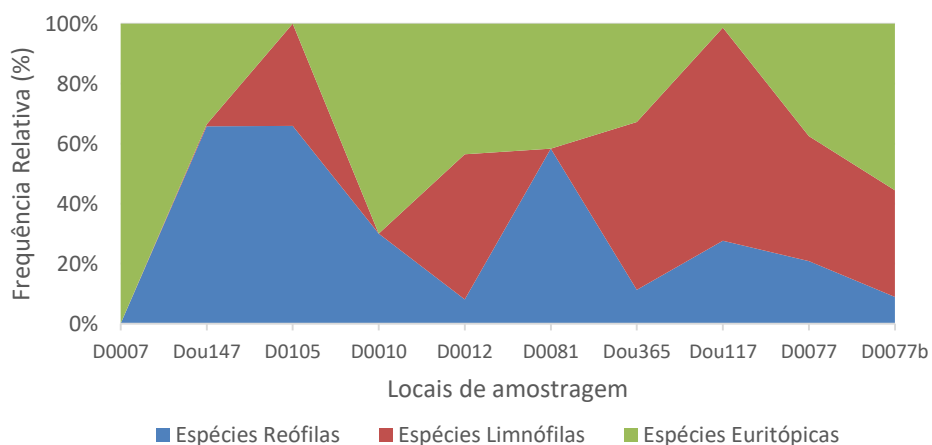
Relativamente ao 1) grau de reofilia- Habitat observa-se que, na maioria dos troços amostrados, principalmente nos troços mais a montante (e.g. D0030; D0097, D0098), a percentagem de espécies reófilas é superior. Espécies como a truta-de-rio e a boga-do-Douro possuem hábitos essencialmente reófilos. Nos troços médios e finais a composição faunística contempla uma maior percentagem maior de espécies de hábitos euriótopos (e.g. D0031, D0501) e em ambientes mais lânticos ocorrem mais exemplares limnófilos (e.g. D0068; Dou117) (Figuras 29 a 33).



**Figura 29. Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).**

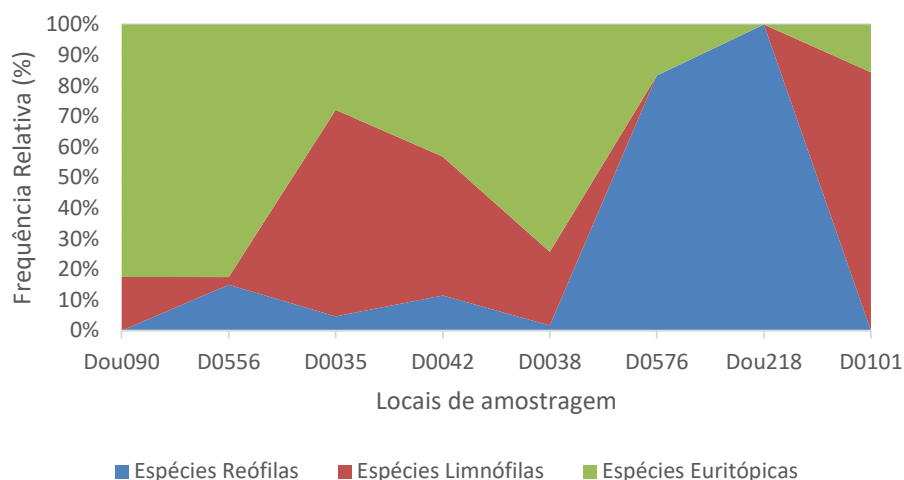


**Figura 30. Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).**

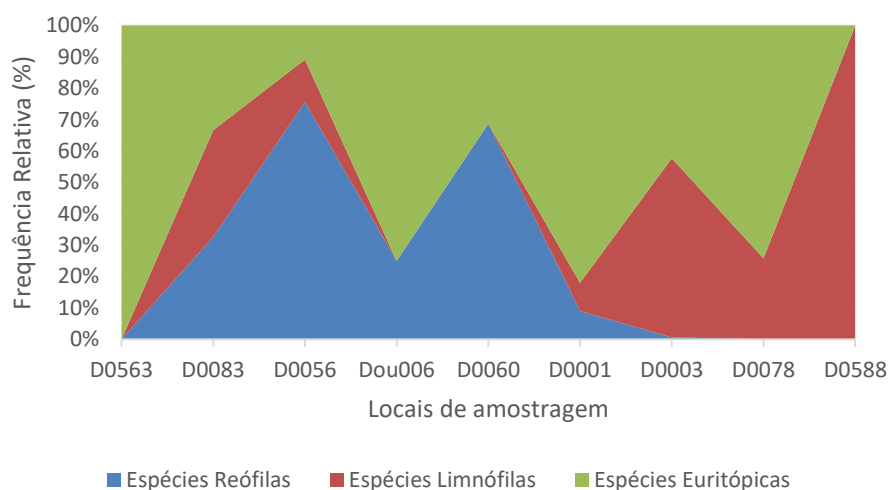


**Figura 31. Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).**



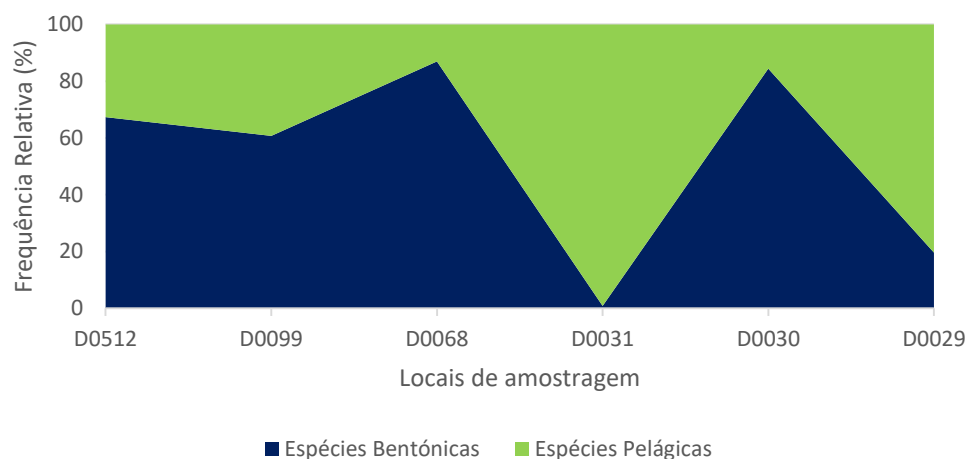


**Figura 32. Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).**

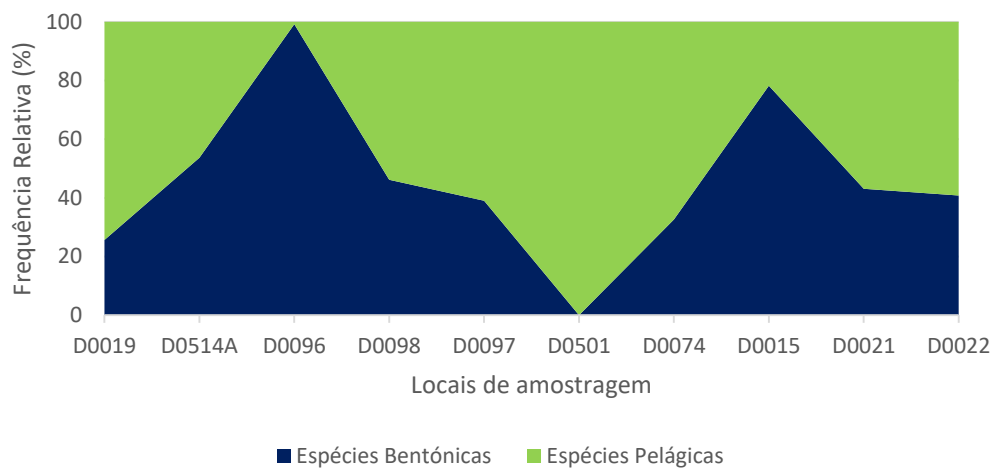


**Figura 33. Classificação das Guildas Ecológicas: 1) Habitat- Grau de Reofilia nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).**

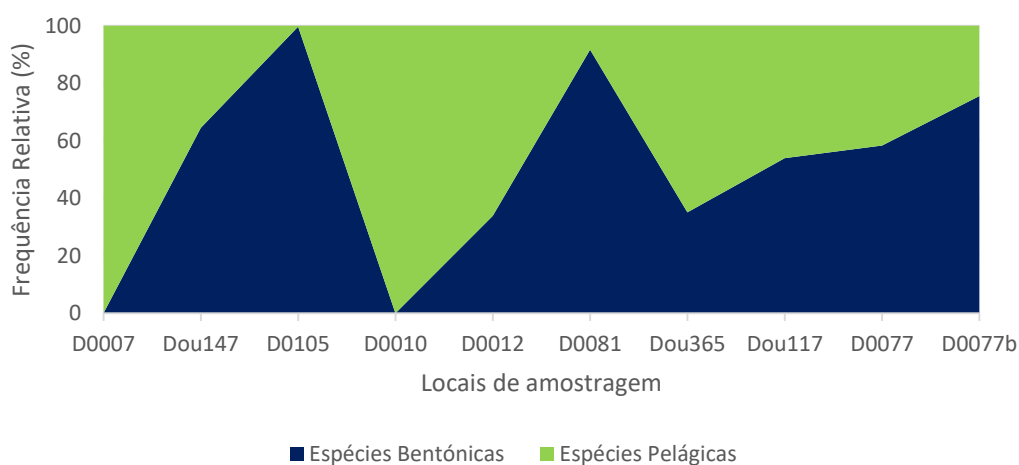
Em relação ao 2) habitat de alimentação, verifica-se uma grande variação no interior de cada uma das zonas consideradas, que está fortemente dependente das próprias características de cada um dos locais amostrados. No entanto, as espécies mais bentónicas, como a boga-do-Douro, encontram maioritariamente nos troços de cabeceira e médios (e.g. D0096, D0105) menos perturbados enquanto as espécies pelágicas ocorrem com maior densidade nos troços mais a jusante e com superior grau de degradação do habitat aquático e ribeirinho (e.g. D0031, D0501, D0010) (Figuras 34 a 38).



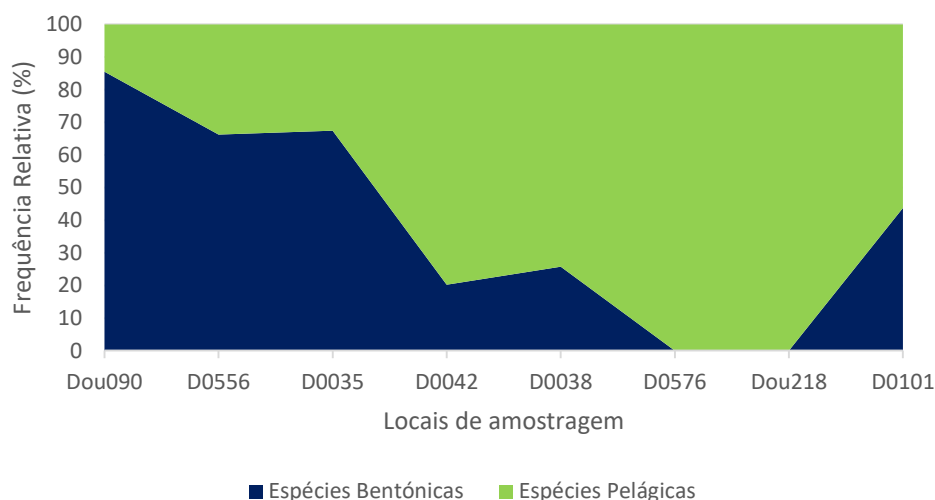
**Figura 34. Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).**



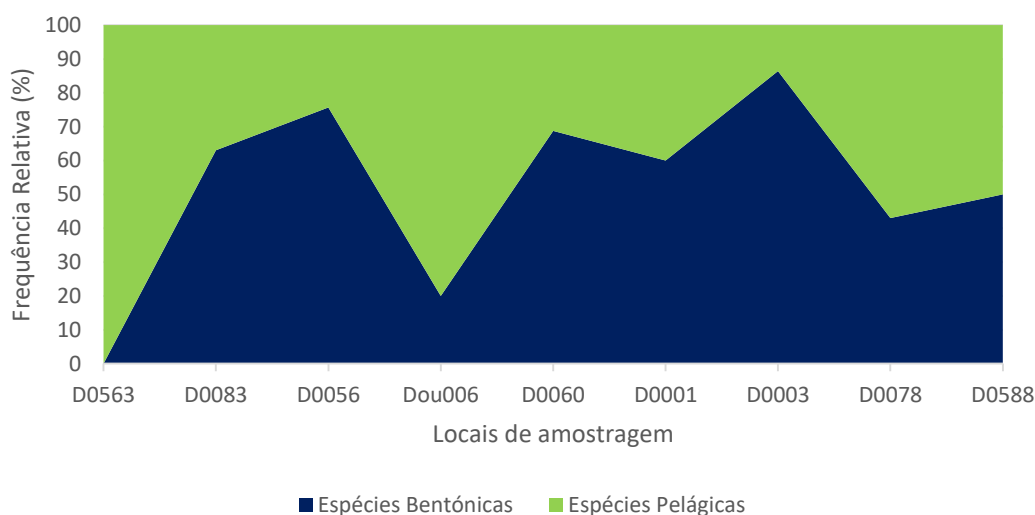
**Figura 35. Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).**



**Figura 36. Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).**

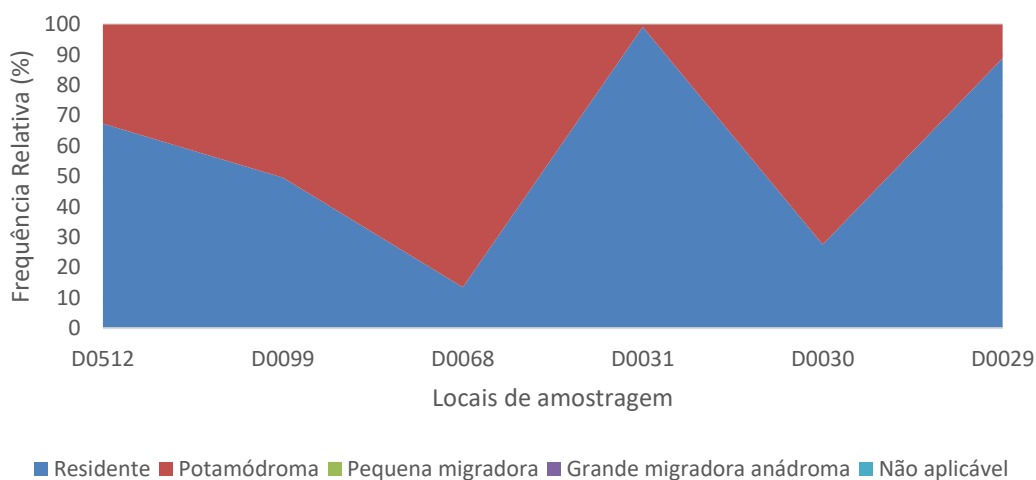


**Figura 37. Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).**

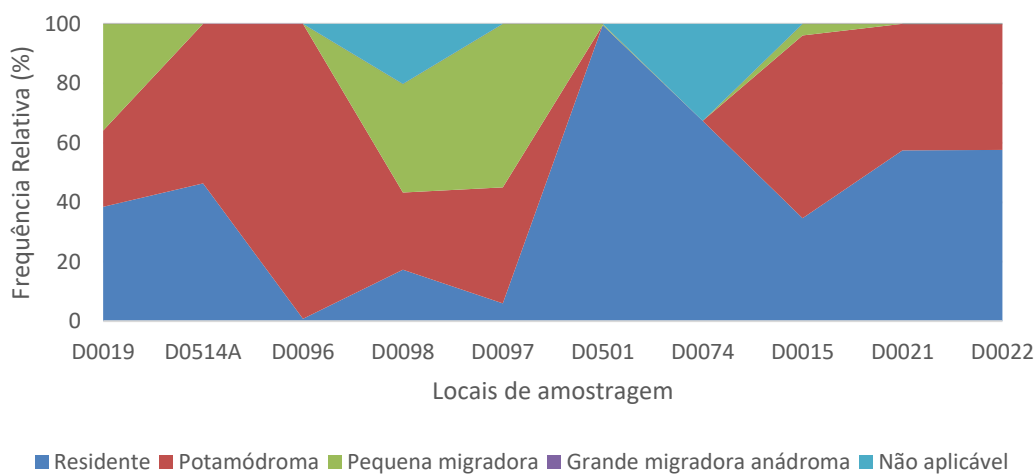


**Figura 38. Classificação das Guildas Ecológicas: 2) Habitat- Zona de Alimentação nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).**

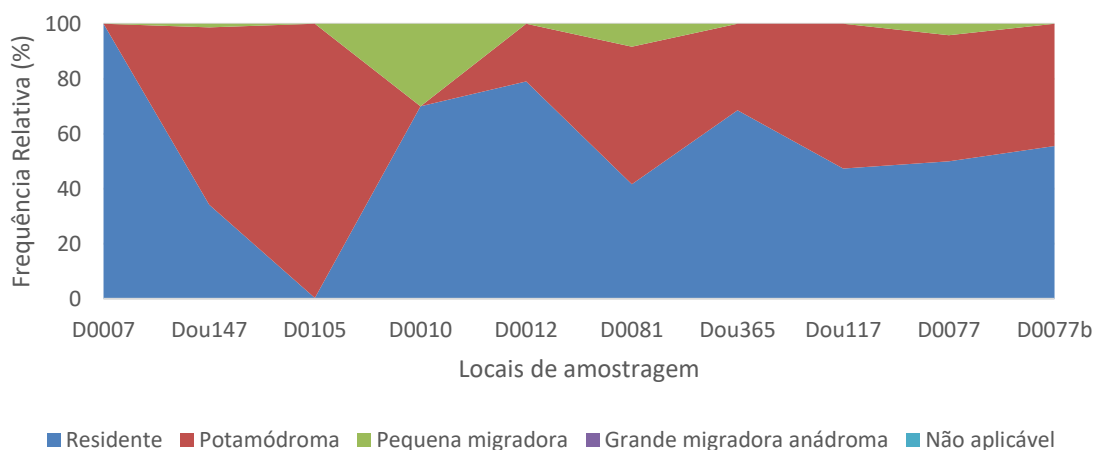
No que respeita à guilda 3) Migratória, as espécies que realizam movimentos migratórios potamódromos dulçaquícolas mais evidentes (e.g. *Luciobarbus bocagei*, *Pseudochondrostoma duriense*) encontraram-se essencialmente nos troços de transição salmonícola/ciprinícola e exclusivamente ciprinícolas dos rios, onde a sua percentagem foi maior. Nos troços de cabeceira, de aptidão salmonícola, onde a truta domina, observam-se pequenas migrações, associadas ao comportamento reprodutivo desta espécie (Figuras 39 a 43).



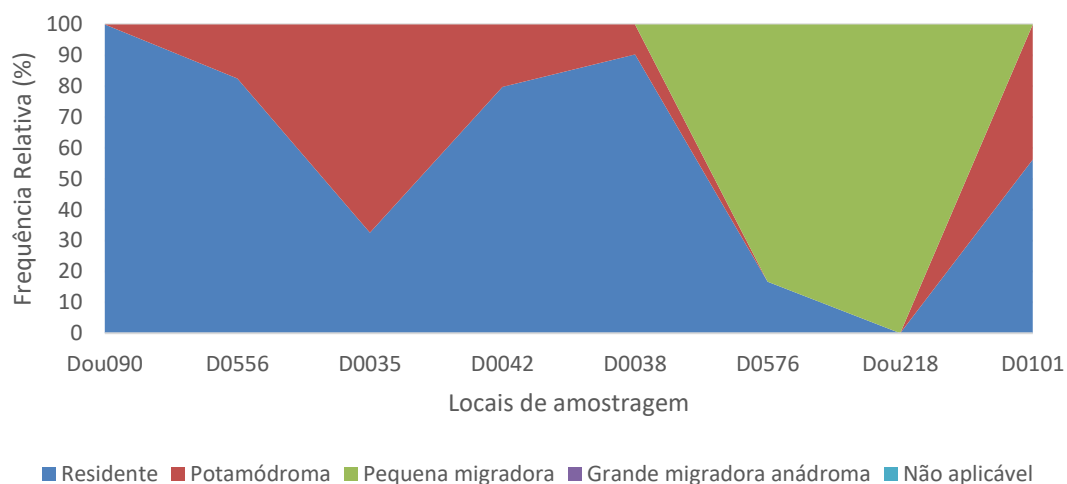
**Figura 39. Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).**



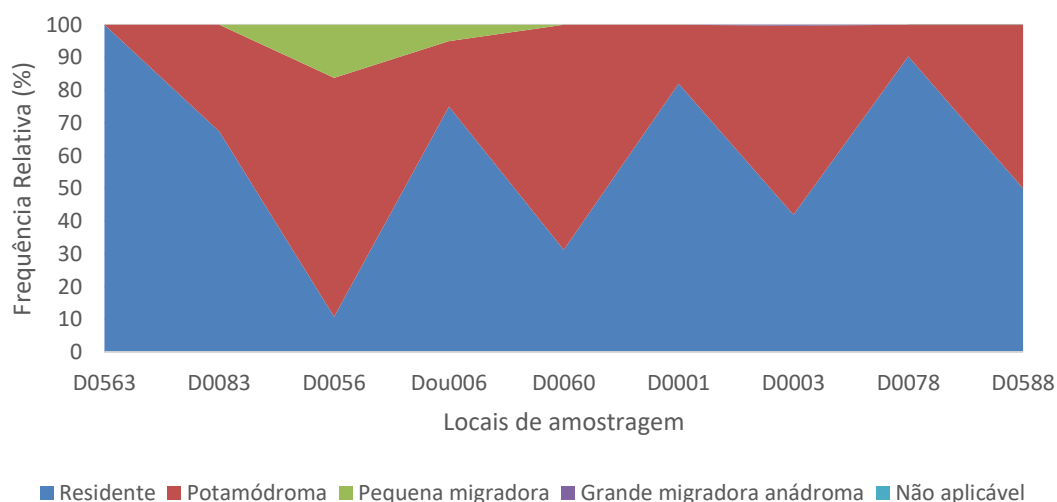
**Figura 40. Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).**



**Figura 41. Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).**

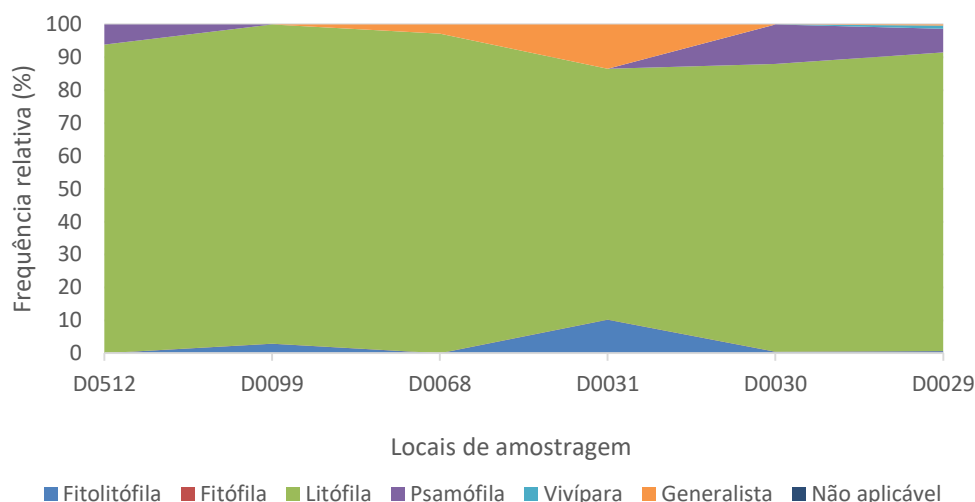


**Figura 42. Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).**

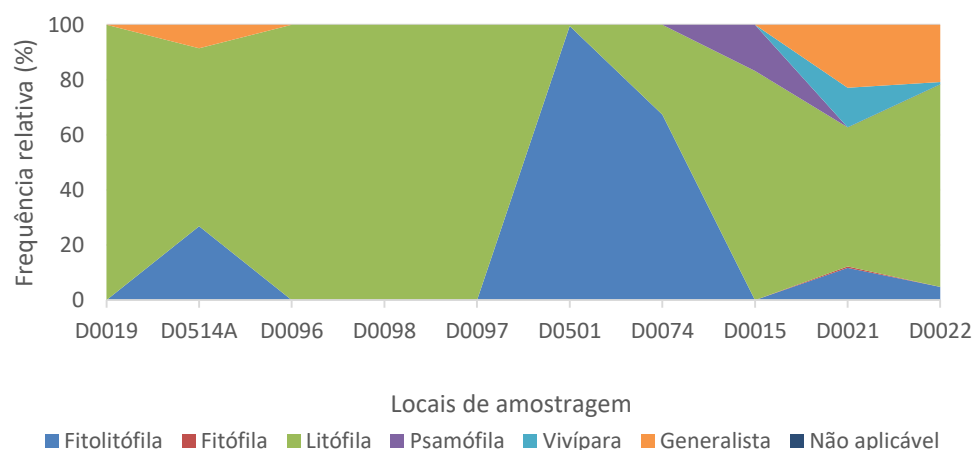


**Figura 43. Classificação das Guildas Ecológicas: 3) Migratória nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).**

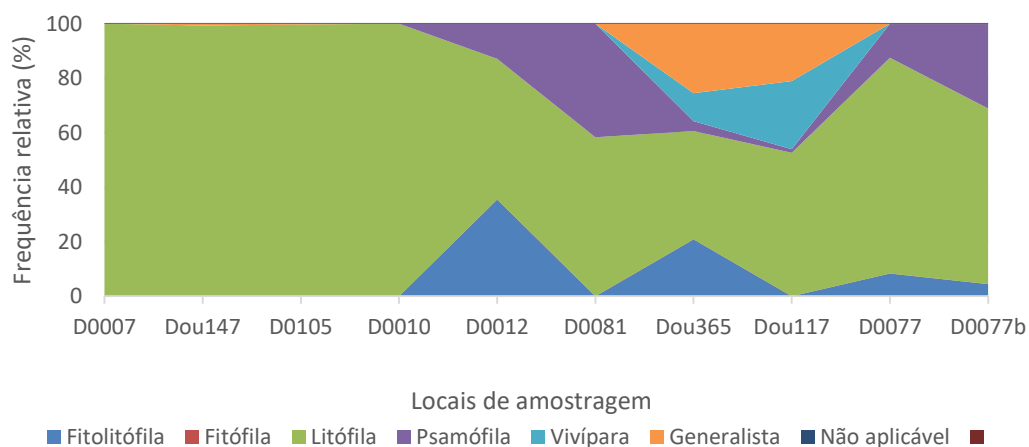
No que se refere à guilda 4) Reprodutiva observou-se ainda que a maioria das espécies são litófilas, i.e. realizam a desova preferencialmente em substratos grosseiros, como a gravilha ou pedras, que englobam salmonídeos e ciprinídeos, caso, respetivamente, do barbo-comum (*Luciobarbus bocagei*) e da truta-de-rio (*Salmo trutta*). Nalguns troços médios existe uma percentagem elevada de exemplares que desovam preferencialmente em material tipicamente arenoso (*Psamófila*), cujo comportamento está associado a uma espécie introduzida, como é o caso do *Gobio lozanoi* e ainda fitolitófila, correspondendo, por exemplo ao comportamento do bordalo, *Squalius alburnoides* (Figuras 44 a 48).



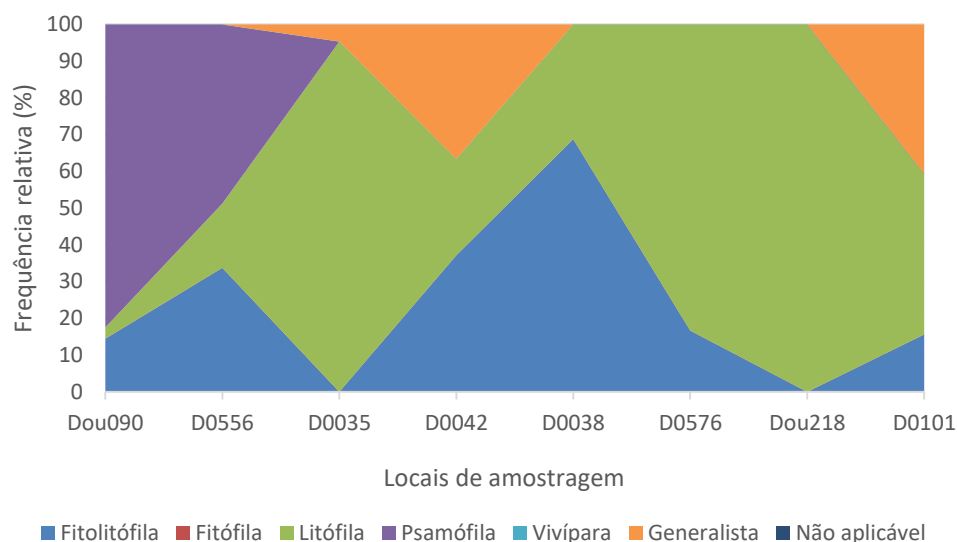
**Figura 44. Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).**



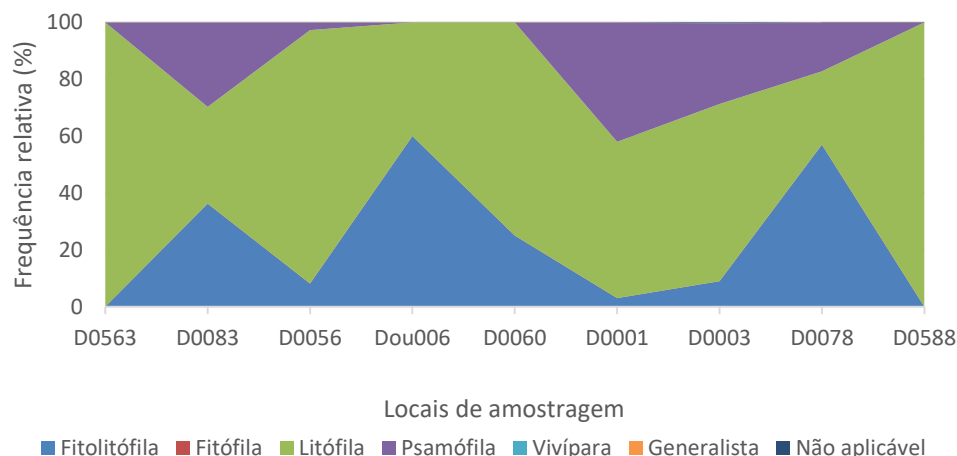
**Figura 45. Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).**



**Figura 46. Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).**

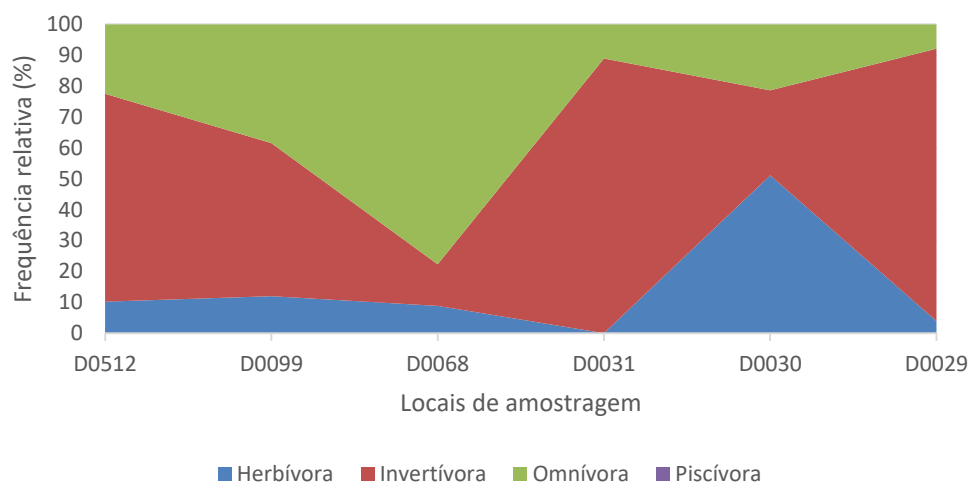


**Figura 47. Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).**

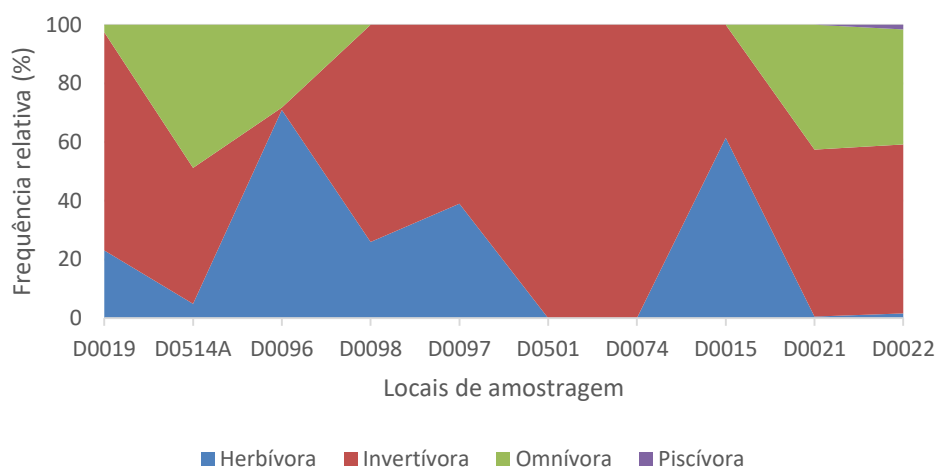


**Figura 48. Classificação das Guildas Ecológicas: 4) Reprodutiva nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).**

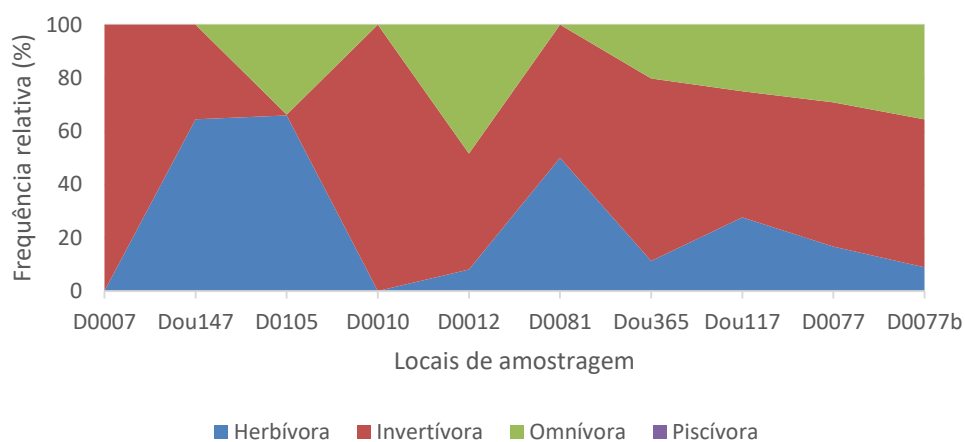
Relativamente à guilda 5) Trófica observou-se uma codominância na importância assumida pelas espécies invertívoras (escalo-do-norte, truta-de-rio) e omnívoras (barbo-comum), e menor percentagem de espécies herbívoras (boga-do-Douro). No caso das espécies piscívoras, a percentagem obtida foi residual, em parte por se tratar de espécies exóticas, como a lucioperca, que conjuntamente com outros peixes introduzidos, altamente vorazes, caso do achigã e do lúcio, ocorrem maioritariamente em ambientes lênticos. Contudo, merece realce a presença de muitos destes predadores em troços lóticos da parte espanhola (Teixeira, comunicação pessoal) (Figuras 49 a 53).



**Figura 49. Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).**

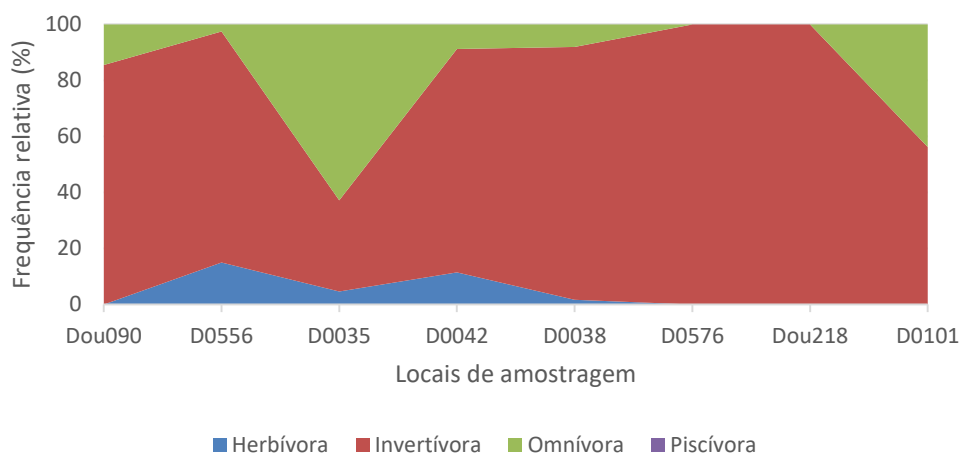


**Figura 50. Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).**

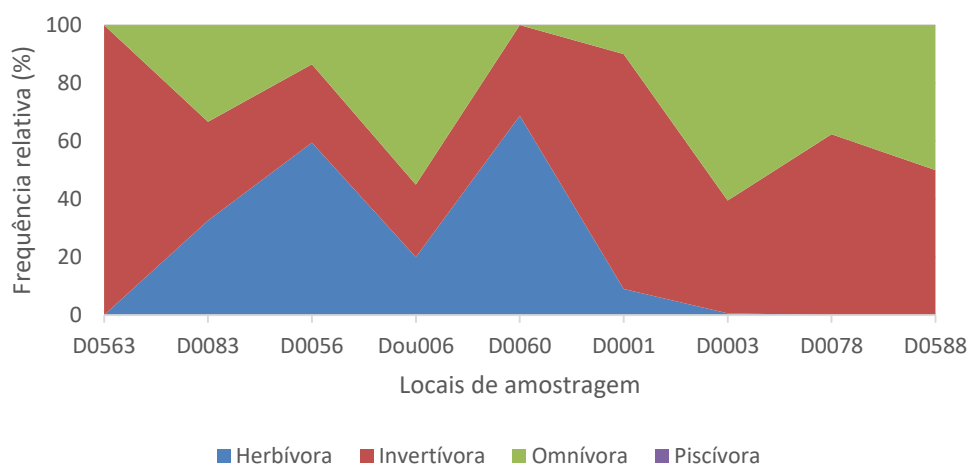


**Figura 51. Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (primavera/verão 2017 e 2018).**



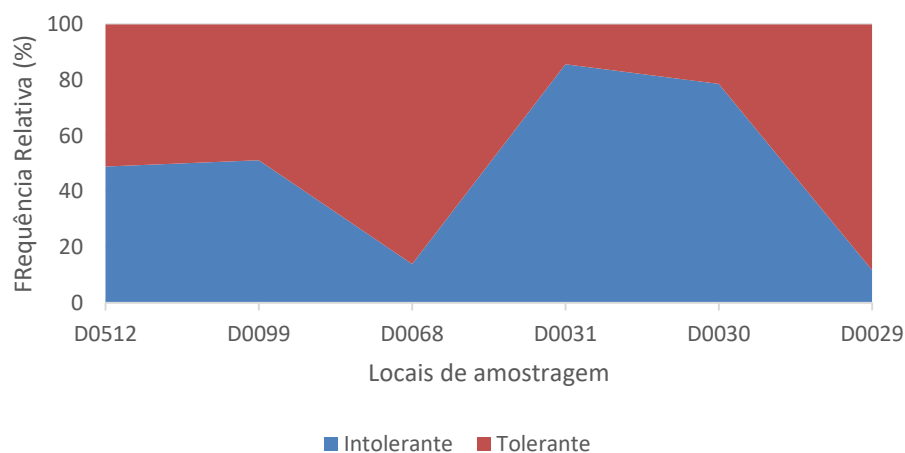


**Figura 52. Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).**

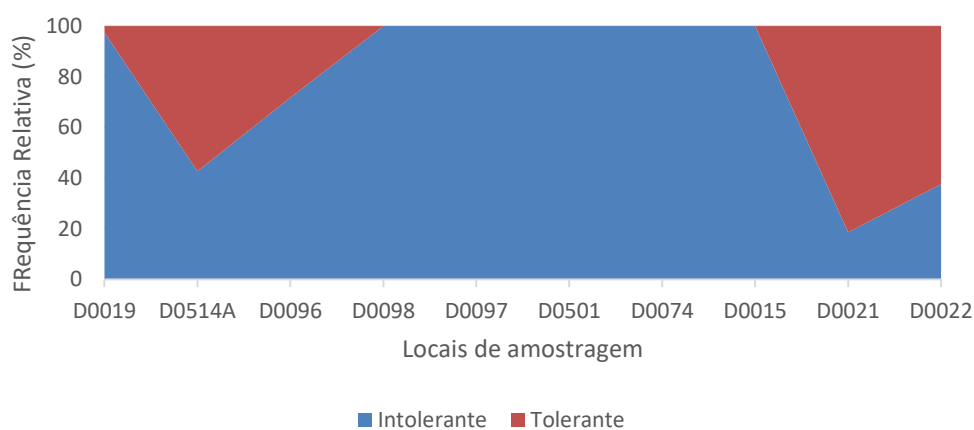


**Figura 53. Classificação das Guildas Ecológicas: 5) Trófica nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).**

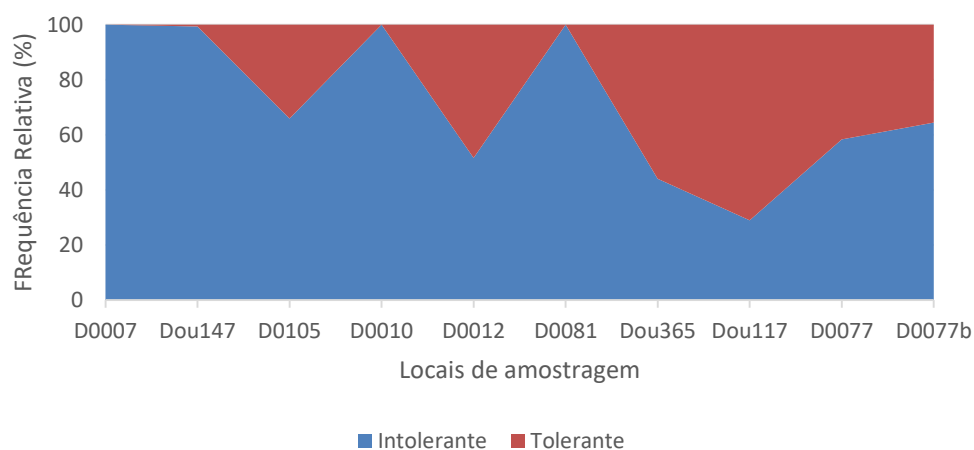
Por fim, em relação à guilda referente ao 6) nível de tolerância à degradação do meio aquático observa-se que as espécies mais sensíveis são intolerantes às alterações do meio e dominam na maioria dos locais amostrados. Nos troços com sinais de perturbação a percentagem de espécies intolerantes é, por norma, inferior (Figuras 54 a 58). Com efeito, merece destaque a tendência observada no decréscimo na abundância e diversidade de espécies pertencentes à fauna nativa em detrimento do aparecimento de espécies introduzidas, com superior labilidade ecológica, que implicaram modificações substanciais da composição e estrutura das comunidades, muito em particular nos habitats mais degradados.



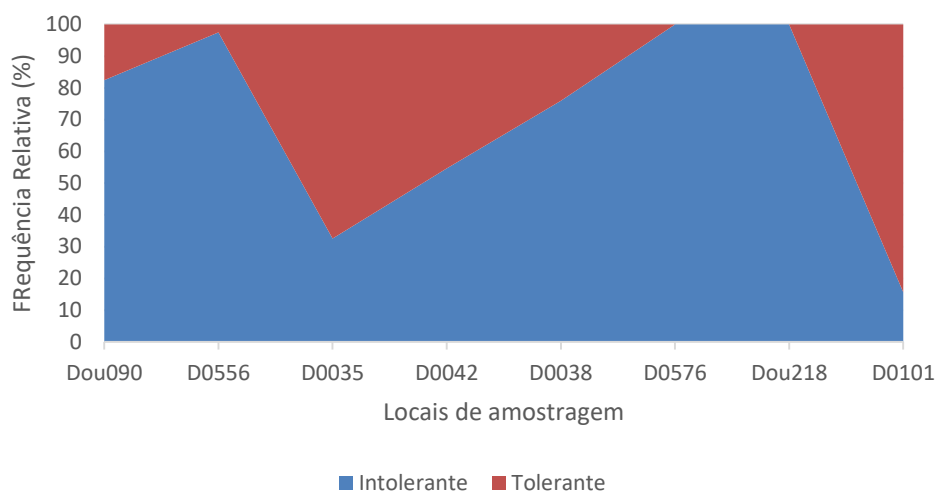
**Figura 54. Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia do Rio Sabor (primavera/verão 2017 e 2018).**



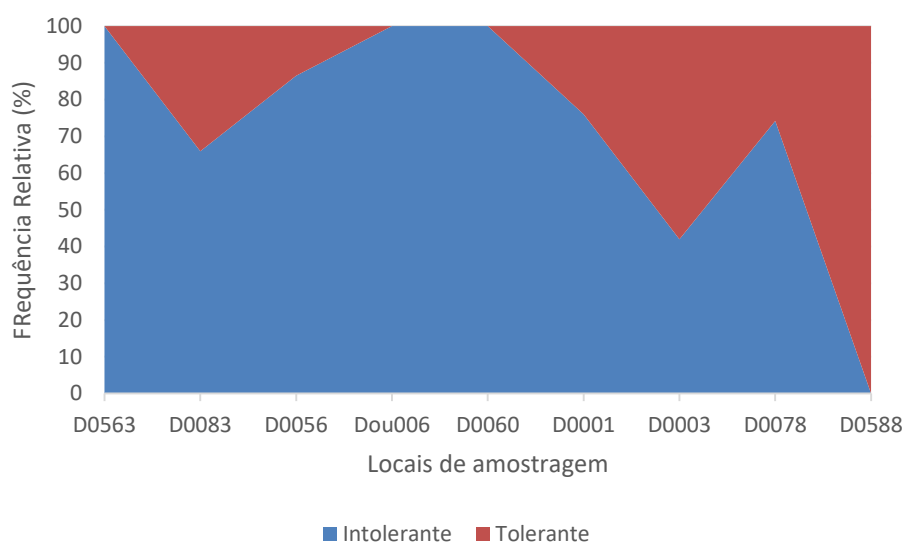
**Figura 55. Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia do Rio Tua (primavera/verão 2017 e 2018).**



**Figura 56. Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Tâmega, Pinhão e Corgo (2017 e 2018).**



**Figura 57. Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Águeda, Côa e Távora (primavera/verão 2017 e 2018).**



**Figura 58. Classificação das Guildas Ecológicas: 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático nos locais de amostragem da Bacia dos Rios Paiva, Sousa Ferreira e Douro (primavera/verão 2017 e 2018).**

A evolução no padrão de estruturação das comunidades piscícolas presentes na bacia do Douro está registada em diversos estudos (e.g. TEIXEIRA, 2006; TEIXEIRA & CORTES, 2007; TEIXEIRA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007; ESCALDA, 2004; MIRANDA, 2012; RONCHESEL, 2016; HALKHOUMS, 2017). Neste enquadramento, têm sido desenvolvidos projetos que visam a mitigação dos impactes negativos e a definição de medidas para a preservação de espécies nativas ameaçadas.

#### 4. CONCLUSÃO

As principais conclusões do presente estudo desenvolvido em rios da bacia hidrográfica do rio Douro, relativamente à qualidade biológica baseada nas comunidades de peixes, estão seguidamente sumariadas:

- Relativamente às comunidades piscícolas, segundo o índice oficial adoptado para Portugal - F-IBIP verificou-se que apenas 36% dos locais amostrados possuíam uma classificação de BOM ou EXCELENTE qualidade biológica. A degradação das condições ambientais, nomeadamente o habitat e a qualidade da água, acrescido pela presença de espécies exóticas contribuiu decisivamente para que 64% dos locais amostrados possuísem uma classificação RAZOÁVEL ou inferior;

- A análise comparativa estabelecida entre as bacias hidrográficas consideradas (i.e. 1) Sabor; 2) Tua, 3) Tâmega, Pinhão e Corgo; 4) Côa, Águeda e Távora e 5) Sousa Ferreira e Paiva) não permitiu detetar diferenças significativas para as métricas a) nº de indivíduos; b) nº de taxa; c) diversidade H' de Shannon-Wiener; e d) equitabilidade J' de Pielou;

- A ordenação nMDS efetuada aos locais de amostragem, baseada nas abundâncias das espécies piscícolas capturadas permitiu discriminar entre os locais amostrados nas bacias da margem direita (Sabor, Tua e Tâmega) relativamente às bacias da margem esquerda (Côa, Águeda, Távora e Paiva) e setor final (Sousa e Ferreira) do rio Douro. Foi possível isolar agrupamentos de peixes, como 1) *Salmo trutta* e *Cobitis calderoni*; 2) espécies exóticas, como *Sander lucioperca*, *Lepomis gibbosus* e *Gambusia holbrooki*; e 3) *Phoxinus phoxinus* e *Anguilla anguilla* associados ao gradiente longitudinal e grau de perturbação/presença de exóticas;

- A análise baseada nas guildas ecológicas permitiu caracterizar os atributos funcionais mais marcantes para todas as estações amostradas relativamente ao 1) Habitat- Grau de Reofilia; 2) Habitat- Zona de Alimentação; 3) Migratória; 4) Reprodutiva; 5) Trófica e 6) Nível de Tolerância à degradação do meio aquático. Observou-se que na maioria das estações de amostragem a potencial degradação da qualidade da água e dos habitats aquáticos e

ribeirinhos potencia alterações na proporção de espécies nativas vs. exóticas, com reflexo na dominância dos atributos funcionais adstritos;

- Os resultados obtidos confirmam a suscetibilidade dos ecossistemas lóticos da bacia do rio Douro, nomeadamente das comunidades piscícolas, às pressões, nomeadamente gradiente de perturbação da qualidade ambiental refletidos nas variações obtidas em termos de composição e abundância das espécies capturadas durante o estudo;

- Apesar da deteção de comunidades piscícolas com menor qualidade biológica, importa salientar a necessidade de preservação das populações nativas, e em particular espécies mais ameaçadas, só possível com a definição de medidas que visem a conservação dos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos. Por outro lado, a reabilitação natural de cursos de água mais degradados e o controlo de espécies exóticas deverá ser uma estratégia a ter em conta no futuro, com implicações diretas na gestão e ordenamento das massas hídricas de modo a salvaguardar habitats prioritários e nomeadamente espécies endémicas com elevado valor em termos de conservação.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- ALMAÇA, C. (1996). Peixes dos Rios de Portugal. INAPA, Lisboa, 129.
- ANDERSON, M.J., GORLEY, R.N., CLARKE, K.R. 2008. *PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods*. PRIMER-E Ltd: Plymouth.
- APA, I.P. 2016. Plano de Gestão de Região Hidrográfica 2016-2021. Caracterização e diagnóstico. Região Hidrográfica do Douro (RH3). Agência Portuguesa do Ambiente.
- APA, I.P. 2014. Relatórios de Caracterização das Regiões Hidrográficas (Art.º 5º da DQA). Agência Portuguesa do Ambiente. Disponíveis em <http://www.apambiente.pt/>
- ARNPD (ASSOCIAÇÃO REGIONAL DO NORTE DE PESCA DESPORTIVA) 2008. A pesca nas águas Interiores do Entre Douro e Minho. Agris – Projecto 2003100037518, Jodique – Artes graficas Lda., Valongo, 219 pp.
- BLONDEL, J., ARONSON, J., BODIOL, J.Y., BOEUF, G. 2010. *The Mediterranean Region: Biological Diversity in Space and Time, second ed.* Oxford University Press, Oxford.
- DIRECTIVA 2000/60/CE DO PARLAMENTO EUROPEU e do CONSELHO, 23 de outubro de 2000.
- 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. Engª Ambiente e Território.
- GOMES, G. 2019. Avaliação da integridade ecológica de rios da bacia hidrográfica do Rio Douro. Tese de Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- GONÇALO, J. 2014. Monitorização de espécies piscícolas autóctones no rio Sabor (Bacia do Douro) com recurso à PIT-Telemetria. Tese de Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.

- HALKHOUMS, W. 2017. Management of brown trout populations (*Salmo trutta* L.) in northeastern Portugal (Douro basin): Analysis of habitat use and feeding strategies. Master Thesis on Management of Forest Resources. School of Agriculture. Polytechnic Institute of Bragança.
- INAG I.P., AFN. 2012. Desenvolvimento de um Índice de Qualidade para a Fauna Piscícola. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território.
- KOTTELAT, M., FREYHOF, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Kottelat. Cornol, Switzerland. Freyhof. Berlin, Germany.
- LATORRE, D., ALMEIDA, D. 2019. Alburno - *Alburnus alburnus*. In: *Enciclopédia virtual de vertebrados espanhóis*. López, P., Martín, J., García-Berthou, E. (Eds.). Museu Nacional de Ciências Naturais, Madrid.
- LEUNDA, P.M., MIRANDA, R., OSCOZ, J. 2017. Piscardo - *Phoxinus phoxinus*. In: *Enciclopédia virtual de vertebrados espanhóis*. Sanz, JJ, Oliva Paterna, FJ (Eds.). Museu Nacional de Ciências Naturais, Madrid.
- MAGALHÃES, M. 1999. Peixes de Água Doce. Tipografia Gerra, Viseu.
- MARTINS, R., CARNEIRO, M. 2018. Manual de identificação de peixes ósseos da costa continental portuguesa – Principais Características Diagnosticantes. IPMA, I.P., 204 pp
- MIRANDA, F.J.V. 2012. A Pesca Lúdica e Desportiva no Nordeste Transmontano (Bacia do Douro, Portugal). Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- OLIVEIRA, J.M. (Coord.), SANTOS, J.M., TEIXEIRA, A., FERREIRA, M.T., PINHEIRO, P.J., GERALDES, A. & BOCHECHAS, J. 2007. Projeto AQUARIPORT: Programa Nacional de Monitorização de Recursos Piscícolas e de Avaliação da Qualidade Ecológica de Rios. Direção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa, 96 pp.

- PERDICES, A. 2013. Lamprehuela - *Cobitis calderoni* . In: *Enciclopédia virtual de vertebrados espanhóis* . Salvador, A., Elvira, B. (Eds.). Museu Nacional de Ciências Naturais, Madrid.
- ROBALO, J.I., SOUSA-SANTOS, C., ALMADA, V.C., DOADRIO, I. 2006. Paleobiogeography of two Iberian endemic cyprinid fishes (*Chondrostoma arcasii* – *Chondrostoma macrolepidotum*) inferred from sequence data. J. Hered. 97: 143–149.
- RONCHESEL, M. 2016. Efeitos de pequenas obras de regularização nas comunidades de peixes e invertebrados do NE de Portugal. Tese de Mestrado em em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- SALVADOR, A. 2017. Barbo comum - *Luciobarbus bocagei* . In: *Enciclopédia virtual de vertebrados espanhóis* . Sanz, JJ, García-Berthou, E. (Eds.). Museu Nacional de Ciências Naturais, Madrid.
- SÁNCHEZ-CARMONA, R. 2017. Canino - *Cobitis paludica* . In: *Enciclopédia virtual de vertebrados espanhóis* . Sanz, JJ, Oliva Paterna, FJ (Eds.). Museu Nacional de Ciências Naturais, Madrid.
- SANTOS, M. 2014. Bioecologia e Conservação das Populações de *Salmo trutta* (L.) na Bacia Hidrográfica do Rio Tua (NE Portugal). Tese de Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- SAUNDERS, D.L, MEEUWING, J.J., VINCENT, A.C.J. 2002. Freshwater protected areas: strategies for conservation. Conservation Biology 16: 30-41.
- SILVA, S. 2005. Variabilidade espacial e temporal da capacidade natatória de um ciprinídeo ibérico, o ruivaco, *Achondrostoma oligolepis* (Robalo, Doadrio, Almada & Kottelat, 2005). Tese de Mestrado em Biologia da Conservação. Escola de Ciências e Tecnologias. Universidade de Évora.
- StatSoft Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).



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

TEIXEIRA, A. 2006 Repovoamento de rios de salmonídeos (*Salmo trutta* L.): Estratégias diferenciais de utilização de recursos entre trutas nativas e estabuladas. Efeitos na dinâmica destas populações e incidências na gestão da espécie. Tese de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

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

### **Sites consultados**

<http://www.wiser.eu/programme-and-results/data-and-guidelines/method-database>

(consultado a 20 de setembro de 2019)

<http://www.vertebradosibericos.org/> (consultado a 21 de setembro de 2019)