

PROJECTO NATURA MIÑO-MINHO

Relatório final

Junho de 2012



**União Europeia
FEDER**

Investimos no seu futuro



**PROGRAMA
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIZA
ESPAÑA - PORTUGAL
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIÇA
2007 - 2013**



PROJECTO NATURA MIÑO-MINHO

Relatório final

Coordenação do Projecto

Carlos Antunes

Equipa Técnica

Ana Catarina Braga – ictiofauna, invertebrados aquáticos, habitat físico

Ana Rita Carvalho – invertebrados aquáticos, habitat físico

António Manuel Machado – flora

António Roleira – ictiofauna, habitat físico

Manuel Fernandes – flora (coordenação)

Maria Isabel Azevedo – flora

Mário Jorge Araújo – ictiofauna, habitat físico

Micaela Mota – ictiofauna

Eduardo Martins – apoio a trabalho de campo

Francisco da Silva Fernandes – apoio a trabalho de campo

ÍNDICE GERAL

Volume I Caracterização Física e Biológica

Volume II Contribuição para o Plano de Gestão da Enguia Europeia *Anguilla anguilla* (L.) no troço internacional do rio Minho

Volume III Contribuição para o plano de conservação do sável *Alosa alosa* (L.) no troço internacional do rio Minho

Anexo I Fichas de Campo - Levantamento de estruturas

Anexo II Caracterização dos habitats da flora do estuário dos rios Minho e Coura através de uma rede permanente de parcelas de monitorização

Anexo III Lista de macroinvertebrados bentónicos do rio Minho

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E BIOLÓGICA

Volume I

Junho de 2012



**União Europeia
FEDER**

Investimos no seu futuro



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E BIOLÓGICA

Volume I

Índice

Enquadramento	5
1. Caracterização física	7
1.1. Enquadramento geográfico.....	7
1.1.1. Administração hidrográfica	8
1.2. Inventário do habitat	9
1.2.1. Descrição das massas de água.....	9
1.2.1.1. Curso principal.....	9
1.2.1.2. Estuário.....	10
1.2.1.3. Sub-bacias e afluentes	11
1.2.1.4. Albufeiras, lagoas e outros	12
1.2.1.5. Resumo das massas de água.....	13
1.2.2. Relevo da Bacia	16
1.2.3. Regime de caudais.....	18
1.2.4. Clima da bacia.....	19
1.2.5. Caracterização físico-química das águas	20
1.2.6. Usos de solo.....	21
1.2.7. Inventário de pressões	24
1.2.7.1. Usos que alteram os caudais	25
1.2.7.2. Usos que contaminam as águas	26
1.2.7.3. Usos que destroem o habitat aquático.....	26
1.3. Estruturas	27
1.3.1. Infra-estruturas	27
1.3.1.1. Metodologia	27
1.3.1.2. Resultados.....	29
1.3.1.3. Discussão	32
1.3.2. Obstáculos	36
1.3.3. Bibliografia.....	36
2. Caracterização biológica.....	39
2.1. Flora e Vegetação	39
2.1.1. Enquadramento	39
2.1.1.1. Documentação histórica	40
2.1.1.2. Estudos florísticos e de vegetação.....	40
2.1.2. Habitats do sítio Rio Minho	41
2.1.3. Metodologia.....	44
2.1.3.1. Área de estudo	44
2.1.3.2. Reconhecimento prévio e seleção de locais de amostragem.....	45
2.1.3.3. Metodologia River Habitat Survey (RHS).....	45
2.1.3.4. Qualidade do bosque ribeirinho (QBR)	49
2.1.3.5. Amostragem de macrófitos (protocolo INAG)	49
2.1.3.6. Recolha de dados em zonas húmidas (ficha MedWet).....	50
2.1.4. Resultados e discussão.....	51
2.1.4.1. Saídas de campo realizadas	51
2.1.4.2. Locais de amostragem selecionados (parcelas permanentes).....	52
2.1.4.3. Resultados da metodologia RHS	54

2.1.4.4.	Resultados do índice QBR	58
2.1.4.5.	Resultados da amostragem de macrófitos	59
2.1.4.6.	Resultados da caracterização das zonas húmidas	69
2.1.5.	Conclusões e recomendações	72
2.1.6.	Bibliografia	73
2.2.	Fauna	76
2.2.1.	Macroinvertebrados bentónicos	76
2.2.1.1.	Introdução	76
2.2.1.2.	Metodologia	77
2.2.1.3.	Amostragem	77
2.2.1.4.	Resultados e Discussão	80
2.2.1.5.	Bibliografia	86
2.2.2.	Fauna aquática	88
2.2.2.1.	Introdução	88
2.2.2.2.	Material e métodos	90
2.2.2.3.	Resultados	91
2.2.2.4.	Conclusão	96
2.2.2.5.	Bibliografia	97
2.2.3.	Exploração de recursos	98
2.2.3.1.	Enguia europeia	98
2.2.3.2.	Lampreia-marinha	99
2.2.3.3.	Salmão do Atlântico	99
2.2.3.4.	Sável	100

Índice de Figuras

Figura 1. Enquadramento administrativo da bacia hidrográfica do rio Minho.....	8
Figura 2. Rede hidrográfica básica da parte portuguesa do troço internacional do rio Minho. ..	15
Figura 3. Hipsometria e localização dos perfis transversais.	16
Figura 4. Perfil transversal na secção da Frieira.....	17
Figura 5. Perfil transversal no troço internacional médio.	17
Figura 6. Perfil transversal no troço internacional jusante.	17
Figura 7. Caudal mensal (m ³ /s) entre Abril de 2009 e Abril de 2012.	18
Figura 8. Usos do solo (Dados: Corine Land Cover, 2006).	23
Figura 9. Ponte em pedra num dos afluentes do rio Coura (Ribeiro de S. João).	27
Figura 10. Distribuição das infra-estruturas identificadas ao longo da parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho.	33
Figura 11. Percentagens de cada categoria de infra-estruturas existentes na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho.	33
Figura 12. Área de estudo e locais de amostragem. Base cartográfica: Carta Militar de Portugal do IGeoE.	44
Figura 13. Representação esquemática do método River Habitat Survey, que engloba a observação discreta em transeptos equidistantes (<i>spot-checks</i>) e contínua ao longo de 500 m (<i>sweep-up</i>). Adaptado de EA (2003).	47
Figura 14. Galeria ribeirinha do rio Minho a jusante de Vila Nova de Cerveira, com elevada qualidade de habitat (Mi_1).	57
Figura 15. Aspetos da galeria ribeirinha na área de estudo, podendo reconhecer-se as espécies arbóreas dominantes. Dir.: <i>Salix atrocinerea</i> Brot. (Mi_2). Esq.: <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. e <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl (Mi_1).	66
Figura 16. Galeria ribeirinha com caminho adjacente, facilitando a ocorrência de espécies ruderais e viárias (Mi_5).	67
Figura 17. Ocorrência de <i>Narcissus bulbocodium</i> L. na galeria ribeirinha (Mi_1).	68
Figura 18. Aspetos da galeria ribeirinha dominada por espécies exóticas. Esq.: árvores de <i>Acacia melanoxylon</i> R. Br. (Mi_4). Dir.: tapete herbáceo de <i>Tradescantia fluminensis</i> Velloso (Mi_6).	68
Figura 19. Aspetos do sapal/juncal no estuário do Minho. Esq.: tufo de <i>Triglochin maritima</i> (MW_1).	71
Figura 20. Aspetos da erosão das margens no estuário do Minho. Esq.: erosão do substrato sob <i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla. Dir.: queda de <i>Salix atrocinerea</i> Brot.	72
Figura 21. Percentagem dos vários grupos tróficos da comunidade de macroinvertebrados. PA – parasitas; PR – predadores; OM – omnívoros; GC – colectores detritívoros; FC – colectores filtradores; SC – raspador; SH – retalhadores; PI – furador.	82
Figura 22. Ribeiro de Campos (ponto Campos 2).	84
Figura 23. Localização dos pontos de amostragem no rio Minho e afluentes.	90
Figura 24. Temperaturas médias mensais da água na ZTAD	91
Figura 25. Gráfico de similaridade Bray-Curtis (MDS) da abundância estandardizada de peixes na ZTAD, agrupados por estações do ano (transformação quadrada).	95
Figura 26. Capturas declaradas de lampreia-marinha no rio Minho internacional.	99
Figura 27. Capturas declaradas de salmão no rio Minho por pescadores Portugueses.	100

Índice de Tabelas

Tabela 1. Distribuição da área da bacia hidrográfica do rio Minho por concelho.	7
Tabela 2. Sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Minho.	12
Tabela 3. Características das linhas de água da bacia hidrográfica.	14
Tabela 4. Tabela de frequências altimétricas da bacia hidrográfica.	16
Tabela 5. Regime de caudais ecológicos proposto para o rio Minho, na secção da Frieira (PBH do Minho, 2001).	19
Tabela 6. Distribuição em percentagem dos usos e ocupação do solo da bacia Minho-Sil na Galiza, Leão, Portugal e para o conjunto da bacia.	22
Tabela 7. Distribuição dos usos e ocupação do solo (de Galiza e Portugal) em 1990, 2000 e 2006 (Dados: Corine Land Cover 1090, 2000 e 2006).	24
Tabela 8. Habitats naturais e semi-naturais do sítio Rio Minho (PTCON0019) constantes do anexo B-I do Decreto-Lei n.º 49/2005, segundo o Plano setorial da Rede Natura (ICN, 2006). A descrição dos habitats apresenta-se no Anexo II.	43
Tabela 9. Índice de Modificação do Habitat (HMS): amplitude de valores, classes e significado em termos de qualidade física.	48
Tabela 10. Índice de Qualidade de Habitat (HQA): classes de qualidade, amplitudes de pontuação e atributos para o tipo de rio N1 (Rios do Norte).	48
Tabela 11. Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho (QBR): classes de qualidade, amplitudes de pontuação e atributos correspondentes (Munné <i>et al.</i> 2003).	49
Tabela 12. Classes de cobertura de cada espécie vegetal e graus de cobertura correspondente, por troço de amostragem (INAG 2008a).	50
Tabela 13. Saídas de campo realizadas durante o presente estudo.	52
Tabela 14. Locais de amostragem da vegetação ribeirinha na área de estudo.	53
Tabela 15. Locais de amostragem de zonas húmidas na área de estudo.	54
Tabela 16. RHS: resultado do índice HMS – Habitat Modification Score.	56
Tabela 17. RHS: resultado do índice HQA – Habitat Quality Assessment.	56
Tabela 18. QBR: resultados do índice de qualidade do bosque ribeirinho.	58
Tabela 19. Resultados da amostragem de macrófitos: lista de espécies e graus de cobertura em cada amostra. A correspondência dos graus de cobertura com percentagens de coberto apresenta-se na Tabela 12.	60
Tabela 20. Espécies dominantes por estrato de vegetação na galeria ribeirinha da área de estudo.	65
Tabela 21. Classificação das amostras em função do n.º de espécies registadas.	66
Tabela 22. Resultados da amostragem de zonas húmidas com a metodologia MedWet, com indicação dos parâmetros dominância, cobertura e altura.	70
Tabela 23. Localização dos pontos de amostragem.	77
Tabela 24. Tipos de habitats para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos e escala empírica para a respectiva identificação.	78
Tabela 25. Tipo de corrente e correspondentes características.	78
Tabela 26. Número de indivíduos, riqueza, índice de diversidade de Shannon-Weaver, percentagem de EPTs e índice de equitabilidade de Pielou correspondentes às estações de amostragem.	80
Tabela 27. Dados do índice biológico de BMWP', classe de qualidade da água e valor de ASPT para as estações de amostragem.	80
Tabela 28. Características do habitat em cada ponto de amostragem.	92
Tabela 29. Características do leito e propriedades físico-químicas da água em cada ponto de amostragem.	93

ENQUADRAMENTO

O projecto Natura Miño-Minho foi desenvolvido no âmbito do programa POCTEP (Eixo 2, Ref. 0234 Valorização dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Minho) na vertente da protecção ambiental e desenvolvimento urbano sustentável, na área de intervenção da valorização, promoção e conservação ambiental dos recursos naturais. O objectivo geral do trabalho é valorizar os recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Minho através da recolha, compilação e divulgação de informação e da definição de medidas de conservação necessárias para a manutenção da biodiversidade na bacia hidrográfica do rio Minho. Assim, este documento apresenta-se como uma ferramenta de auxílio na gestão deste território, no que se refere aos recursos naturais do vale do Minho.

O presente relatório refere-se às acções e respectivos resultados dos trabalhos levados a cabo pelo Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental – Universidade do Porto (CIIMAR/UP), com a colaboração do Aquamuseu do rio Minho, no troço internacional do rio Minho e na parte portuguesa da bacia hidrográfica entre Maio de 2008 e Junho de 2011.

Uma vez que o presente documento foi realizado com enfoque específico na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, o termo “bacia hidrográfica” refere-se à parte portuguesa ao longo do documento excepto quando citada de outra forma.

1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

1.1. Enquadramento geográfico

O rio Minho percorre 343 km desde a sua nascente, no norte de Lugo até chegar ao Oceano Atlântico entre Caminha na margem portuguesa e A Guarda na margem espanhola. Os 76 km finais do rio Minho servem de fronteira entre os dois países, sendo apenas os últimos 33 km destes navegáveis. Cerca de 95% dos 17080 km² da bacia hidrográfica do rio Minho situam em Espanha e os restantes 5% correspondem ao Noroeste de Portugal (799 km²). A parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho tem um perímetro de 201 km a que corresponde uma área de 80818 ha, encontrando-se limitada por:

- Rio Minho a Norte, com a corrente a seguir predominantemente no sentido Este-Oeste;
- Bacia hidrográfica do rio Lima a Sul (concelhos de Viana do Castelo, Ponte de Lima, Arcos de Valdevez e Ponte da Barca a Sul) e rio Âncora junto à zona costeira, ao longo de uma extensão de 106 km;
- Rio Trancoso a Este, ao longo de uma extensão de 14,1 km;
- Oceano Atlântico a Oeste, onde desagua.

Na margem portuguesa do rio Minho encontram-se 5 concelhos: Caminha, Melgaço, Monção, Valença, Vila Nova de Cerveira, pertencentes ao distrito de Viana do Castelo (Tabela 1). A bacia hidrográfica inclui também território nos concelhos de Arcos de Valdevez, Paredes de Coura, Ponte de Lima e Viana do Castelo, no mesmo distrito.

Tabela 1. Distribuição da área da bacia hidrográfica do rio Minho por concelho.

Concelho	Área total (ha) (INE, 2009)	Área na bacia hidrográfica (ha)	Proporção (%)
Arcos de Valdevez	44760	686	Parcial
Caminha	13640	9156	Parcial
Melgaço	23820	14334	Parcial
Monção	21130	20460	Parcial
Paredes de Coura	13820	13488	Parcial
Ponte de Lima	32030	16	Parcial
Valença	11710	11710	100 % (Total)
Viana do Castelo	31860	73	Parcial
Vila Nova de Cerveira	10850	10850	100 % (Total)

Os concelhos supra referidos integram a Comunidade Intermunicipal (CIM) do Minho-Lima. Em particular, os concelhos de Melgaço, Monção, Valença, Vila Nova de Cerveira e Paredes de Coura pertencem também à Associação de Municípios do Vale do Minho.

1.1.1. Administração hidrográfica

A gestão da bacia do rio Minho em território espanhol está a cargo da Confederação Hidrográfica do Miño-Sil (CHMS), recentemente formada, e em território Português a Administração da Região Hidrográfica do Norte I.P. (ARH do Norte I.P.) que, de acordo como o definido na Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro, rege os recursos hídricos da região RH1, que além da bacia hidrográfica do rio Minho, inclui também a bacia do rio Lima e a rede de ribeiras a estes adjacentes. Esta instituição encontra-se sob a tutela do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e tem como missão a gestão sustentável dos recursos hídricos da Região Norte. Em termos administrativos e de acordo com as Nomenclaturas de Unidades Territoriais Estatísticas, o território abrangido pela bacia hidrográfica do Minho denomina-se Região do Norte (NUTE II) e Minho Lima (NUTE III) (INAG, 2001a, Figura 1).

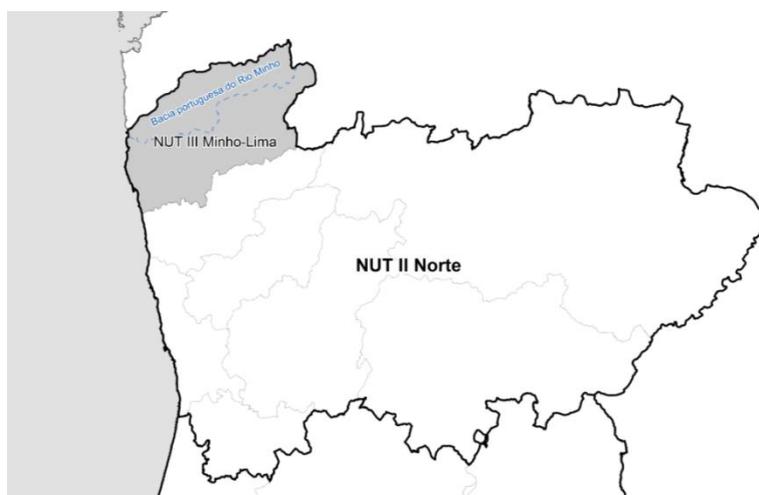


Figura 1. Enquadramento administrativo da bacia hidrográfica do rio Minho.

O Plano de Bacia Hidrográfica do rio Minho (INAG, 2001a), instituído pelo Decreto-Lei Nº 45/94 no que refere a regulamentação elaboração do planeamento dos recursos hídricos, está em fase de actualização, uma vez que a validade prevista para este documento era de 8 anos (D.-L. nº 45/94; D.R. nº 17/2001). O novo documento encontra-se em fase de discussão pública (ARHNORTE, 2009). Esta nova versão, levada a cabo pela Administração da Região Hidrográfica do Norte, I.P. (ARH do Norte, I.P.) e redenominada como Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Minho e

Lima (PGRH-Minho e Lima) visará também o planeamento das bacias dos rios Lima, Âncora e Neiva assim como as ribeiras costeiras e o espaço entre estas bacias. Os Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas visam em primeira instância a valorização, protecção e gestão dos recursos hídricos nacionais assegurando um desenvolvimento sustentável das regiões a estes circundantes.

Dado que o troço final do rio Minho serve como fronteira entre Portugal e Espanha, as acções de controlo e fiscalização são repartidas por ambos os países, sendo da responsabilidade da Capitania do Porto de Caminha o contributo português, conforme regulamentado pela Comissão Permanente do Troço Internacional do Rio Minho, que é a entidade internacional que regulamenta a navegação, pesca e outras actividades no rio Minho. Esta comissão derivou da “Comissão dos Rios Internacionais” surgida dos vários convénios realizados entre os dois países ao longo dos anos e tem como objectivo gerir conjuntamente as várias bacias internacionais da Península a nível de aproveitamento hidroeléctrico e mais tarde a nível das medidas de índole ambiental.

1.2. Inventário do habitat

1.2.1. Descrição das massas de água

Para a realização do presente trabalho foram consideradas sub-regiões da bacia hidrográfica, tendo em conta vários parâmetros como solo; declive; comprimento; caudal; dinâmica dos parâmetros físicos, largura e acessibilidade do rio.

1.2.1.1. *Curso principal*

O troço internacional do rio Minho tem uma extensão de 76 Km. O local onde se inicia o troço internacional do rio Minho corresponde ao ponto mais setentrional dentro do território português da bacia hidrográfica, junto à localidade de Cevide (freguesia de Cristoval, concelho de Melgaço), verificando-se um desnível de aproximadamente 38 m entre este ponto e a foz e uma orientação de 240° N. A distância média entre margens aumenta no sentido montante para jusante. A secção do rio Minho entre Cevide e Lapela (concelho de Valença) distingue-se pela forma encaixada do vale, com menor largura e maior declive das margens rochosas e maior velocidade da corrente em relação ao troço a jusante de Valença. Aí começa o estuário, que possui aproximadamente 42 km de extensão e uma área entre 2000 e 3000 ha. A largura máxima de todo o troço internacional ocorre junto de Caminha, com 1600 m. A altura da coluna de água no estuário sofre influência de marés semi-diárias, contudo a intrusão salina usualmente não é sentida a partir dos 25 km acima da foz. O rio Coura desagua no estuário do rio Minho 3300m a montante da foz. O conjunto dos estuários

destes dois rios forma uma zona húmida de água salgada, o sapal, com uma área aproximada de 200 ha.

Relativamente à batimetria, o rio Minho apresenta uma profundidade média a rondar os 4 metros. O valor máximo de profundidade ocorre em frente a Vila Nova de Cerveira com 23 metros, no entanto este é compensado pela existência de bancos de areia que podem formar ilhas em épocas de baixa-mar.

1.2.1.2. *Estuário*

O estuário do rio Minho localiza-se na costa Noroeste de Portugal e tem um comprimento de aproximadamente 35 km a partir da embocadura, alcançando a localidade de Valença. A influência da maré atinge 42 km, correspondendo a uma área real de cerca de 2000 a 3000 ha. A profundidade máxima na barra é de 4 m e no troço inferior é de 11 m. Em termos geográficos, o estuário termina a jusante da ilha da Ínsua, antes de atingir o Oceano Atlântico (Farinha e Trindade, 1994; Fidalgo, 1998).

Segundo Maze *et al.* (1993) o estuário do rio Minho apresenta sedimentos essencialmente compostos por areias médias e grossas, com teores de matéria orgânica muito baixos (0,25-0,624%) e teores de carbonatos indetectáveis (Reis, 2007).

O estuário mesotidal é moderadamente estratificado, ocorrendo estratificação vertical acentuada durante os períodos de maior descarga de água doce. A amplitude de maré pode atingir os 4 metros e a largura máxima é de 1600 m próximo da foz. Aí, uma menor velocidade da água promove a alimentação dos depósitos sedimentares formando bancos de areia e ilhas. Junto à foz são descarregados em média para o Oceano Atlântico cerca de 300 m³ de água por segundo provenientes de toda a bacia hidrográfica.

A área de sapal presente no estuário dos rios Minho e Coura é um ecossistema complexo onde predominam as espécies halófitas. É um local de elevada importância ecológica já que apresenta elevadas taxas de produtividade no que diz respeito a fauna e flora, sendo responsável pela manutenção de uma abundante biodiversidade, encontrada nas zonas costeiras circundantes. Inicialmente este troço característico do estuário era de maiores dimensões mas devido ao desenvolvimento das populações limítrofes foi afectada por pressões antrópicas, tais como a utilização das suas zonas mais periféricas para a agricultura e pastorícia, o que reduziu a sua área aos cerca de 200 ha pelos quais se estende-se actualmente.

1.2.1.3. *Sub-bacias e afluentes*

A bacia hidrográfica do rio Minho é composta por 30 sub-bacias na margem portuguesa (Tabela 2). O comprimento das linhas de água da bacia hidrográfica é de 383 km (INAG 2001a), sendo que 313 km correspondem a linhas de água de afluentes. As sub-bacias de maior dimensão em território nacional são as que pertencem ao rio Mouro, Gadanha e Coura.

O rio Coura é o maior afluente do troço internacional do rio Minho, com 47,2Km de extensão e uma bacia hidrográfica de aproximadamente 269 km², compreendendo os concelhos de Valença, Vila Nova de Cerveira, Paredes de Coura e Caminha. O curso principal do rio Coura nasce entre as serras da Boalhosa, Corno de Bico e lagoa da Chã de Lamas a aproximadamente, 889 m de altitude. Este rio desagua no estuário do rio Minho em Caminha.

O rio Trancoso serve como fronteira entre Portugal e Espanha a Este do troço internacional do rio Minho, ao longo de 14,1 km. A sub-bacia deste afluente localiza-se na margem esquerda do rio Minho e é partilhada pelos dois países. Em território nacional, o rio Trancoso localiza-se no concelho de Melgaço. Nasce na serra de Laboreiro a 1011 m de altura.

O rio Gadanha e o rio Mouro são dois dos afluentes de maior importância na margem portuguesa não só pelas suas amplas dimensões mas também por servirem como potenciais pontos de desova e reprodução para várias espécies do Minho em particular as diádromas. O rio Gadanha estende-se por 18,5 km atravessando o concelho de Monção e Valença, já o Mouro passa por Melgaço, e Monção durante os seus 27,3 km.

Tabela 2. Sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Minho.

Afluentes	Área da sub-bacia (Km²)	Perimetro da sub-bacia (Km)	Comprimento linha de água principal (Km)
Coura	269,78	106,80	47,19
Mouro	141,64	71,96	27,30
Gadanha	81,69	48,61	18,54
Ribeiro Veiga da Mira	49,45	33,88	12,59
Trancoso	30,07	33,12	13,59
Ribeiro Insua	23,39	25,93	9,62
Manco	21,62	23,86	8,32
Ribeiro Porto	21,06	23,56	9,32
Ribeiro Lajes	18,77	21,68	6,60
Ribeiro Ameal	13,94	20,92	10,19
Ribeiro Campos	12,78	18401,45	7,19
Ribeiro Ameais	6,77	11,59	4,75
Ribeiro Lara	6,74	18,63	7,80
Ribeiro São Gonçalo	6,67	12,94	4,76
Ribeiro Gontije	5,18	11,65	4,85
Ribeiro Cristelo	4,30	8,44	3,53
Ribeiro Chaqueu	3,96	12,34	5,31
Ribeiro Barreiras	3,65	9,73	3,90
Ribeiro Messegães	3,41	10,03	3,82
Ribeiro Castelo	3,31	10,12	4,84
Ribeiro Burgo	3,23	9,69	3,31
Corga Bairro	3,18	8,30	2,61
Ribeiro Troviscoso	2,84	10,50	4,13
Ribeiro Gondarem	2,82	9,55	3,82
Ribeiro Bouças	2,34	9,28	3,61
Ribeiro Alvaredo	2,29	10,35	4,65
Corga Mirão	2,28	8,01	3,51
Ribeiro Pereiras	1,91	8,12	2,80
Corga Cantes	1,81	6,29	2,45
Corga Ferreira	1,45	6,85	2,73

1.2.1.4. *Albufeiras, lagoas e outros*

Ao longo da bacia hidrográfica não se verificam ecossistemas naturais de retenção de água, contudo existem 3 centrais mini-hídricas de aproveitamento eléctrico no rio Coura, resultando em 3 albufeiras artificiais a montante de cada uma destas estruturas. Ao longo dos diversos afluentes do lado português da bacia hidrográfica do

rio Minho existem ainda várias represas e açudes comunitários de retenção de água para rega, aproveitamento da força para mover moinhos, entre outros. Algumas destas estruturas armazenam água a montante, formando pequenas albufeiras. Refere-se também que, apesar de se encontrar integralmente em território espanhol, imediatamente a montante do início do troço internacional do rio Minho, a barragem da Frieira (de maiores dimensões do que qualquer uma das estruturas referidas anteriormente neste capítulo, com parede de 33 m), tem capacidade de armazenamento de 44 000 000 m³ de água na sua albufeira.

1.2.1.5. Resumo das massas de água

Na Tabela 3 estão reunidas as principais características das massas de água e na Figura 2 estão representadas as linhas de água da parte portuguesa da bacia hidrográfica do Minho.

Tabela 3. Características das linhas de água da bacia hidrográfica.

Linha de água	Comprimento (km)	Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	Desnível (m)	Declive (%)	Área sub-bacia (Km ²)	Perímetro (km)
Minho estuário	38,86	5,0	0	5	0,013	458,44	124,29
Minho montante	39,24	38,0	5,0	33	0,084	365,59	117,77
Minho total	15,92	38,0	0,0	38	0,239	824,03	202,4
Coura	47,19	833,2	0,8	832,37	1,764	269,78	106,80
Mouro	27,30	1139,0	8	1131,02	4,143	141,64	71,96
Gadanha	18,54	718,3	5,0	713,33	3,848	81,69	48,61
Ribeiro Veiga da Mira	12,59	766,9	3	763,86	6,067	49,45	33,88
Trancoso	13,59	1011,1	38,0	973,07	7,160	30,07	33,12
Ribeiro Insua	9,62	287,1	3	284,1	2,953	23,39	25,93
Manco	8,32	558,0	4,0	554,02	6,659	21,62	23,86
Ribeiro Porto	9,32	1225,5	32,0	1193,47	12,805	21,06	23,56
Ribeiro Lajes	6,60	600,0	27,0	573,03	8,682	18,77	21,68
Ribeiro Ameal	10,19	634,3	6,0	628,25	6,165	13,94	20,92
Ribeiro Campos	7,19	278,7	3,0	275,66	3,834	12,78	18,40
Ribeiro Ameais	4,75	384,0	4,0	380,02	8,000	6,77	11,59
Ribeiro Lara	7,80	348,8	5,0	343,82	4,408	6,74	18,63
Ribeiro S. Gonçalo	4,76	527,3	2	525,26	11,035	6,67	12,94
Ribeiro Gontije	4,85	513,0	2,0	511	10,536	5,18	11,65
Ribeiro Cristelo	3,53	265,8	0,0	265,84	7,531	4,30	8,44
Ribeiro Chaqueu	5,31	441,0	2,0	439	8,267	3,96	12,34
Ribeiro Barreiras	3,90	533,1	4,0	529,11	13,567	3,65	9,73
Ribeiro Messegães	3,82	400,2	14	386,2	10,110	3,41	10,03
Ribeiro Castelo	4,84	668,6	17,0	651,6	13,463	3,31	10,12
Ribeiro Burgo	3,31	313,0	7,0	306	9,245	3,23	9,69
Corga Bairro	2,61	575,8	17,0	558,75	21,408	3,18	8,30
Ribeiro Troviscoso	4,13	154,0	5,0	149	3,608	2,84	10,50
Ribeiro Gondarem	3,82	405,7	1,0	404,7	10,594	2,82	9,55
Ribeiro Bouças	3,61	429,1	17,0	412,06	11,414	2,34	9,28
Ribeiro Alvaredo	4,65	670,2	18,0	652,17	14,025	2,29	10,35
Corga Mirão	3,51	722,0	36,0	686	19,544	2,28	8,01
Ribeiro Pereiras	2,80	344,8	4	340,76	12,170	1,91	8,12
Corga Cantes	2,45	576,8	15,0	561,75	22,929	1,81	6,29
Corga Ferreira	2,73	729,0	35,0	694	25,421	1,45	6,85

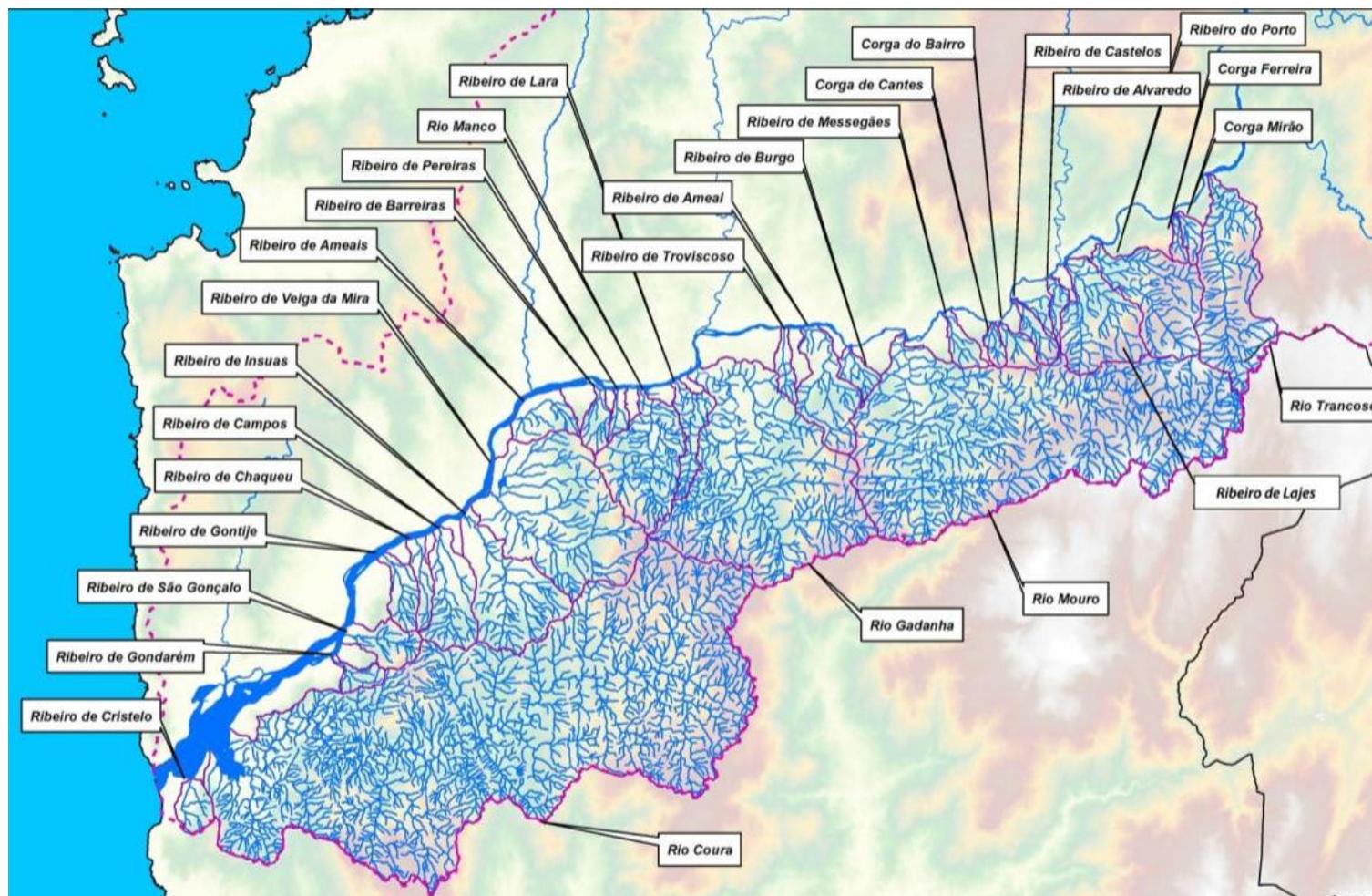


Figura 2. Rede hidrográfica básica da parte portuguesa do troço internacional do rio Minho.

1.2.2. Relevo da Bacia

A altitude máxima da bacia portuguesa localiza-se em "Outeiro alvo", 1314 metros sobre o nível do mar. Este ponto situa-se no limite entre Melgaço (freguesia de Lamas de Mouro) e Arcos de Valdevez (freguesia de Gavieira). Encontra-se a 55,6 km (lineares) da foz do Minho, com direcção E-NE. Na Tabela 4 encontram-se as frequências altimétricas para cada intervalo de cotas.

Tabela 4. Tabela de frequências altimétricas da bacia hidrográfica.

Intervalo de cotas (msnm)	Perímetro (m)	Área (ha)	Percentagem da área total (%)	% Acumulada
0 - 100	364560,16	19298,93	23,42	23,42
100 - 200	567615,12	12414,00	15,07	38,49
200 - 300	596397,38	11177,51	13,57	52,05
300 - 400	558747,19	9639,03	11,70	63,75
400 - 500	476950,05	8318,36	10,10	73,84
500 - 600	399986,40	7521,45	9,13	82,97
600 - 700	311015,16	5462,04	6,63	89,60
700 - 800	194187,87	2797,24	3,39	93,00
800 - 900	117431,79	1799,05	2,18	95,18
900 - 1000	112686,69	1644,78	2,00	97,17
1000 - 1100	101261,66	1295,39	1,57	98,75
1100 - 1200	70217,88	844,39	1,02	99,77
1200 - 1312	19630,50	187,07	0,23	100,00
TOTAL		82399,24		

O declive médio de toda a bacia hidrográfica do rio Minho é 25,5 %, sendo que esta média decresce para 22,3 % se considerarmos apenas a parte portuguesa (Figura 3). Os perfis transversais da bacia internacional em vários pontos encontram-se representados na Figura 4, Figura 5 e Figura 6.

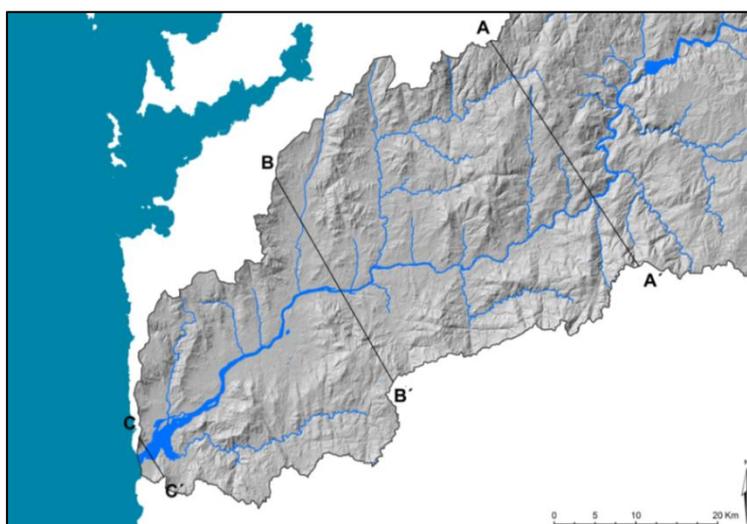


Figura 3. Hipsometria e localização dos perfis transversais.



Figura 4. Perfil transversal na secção da Frieira

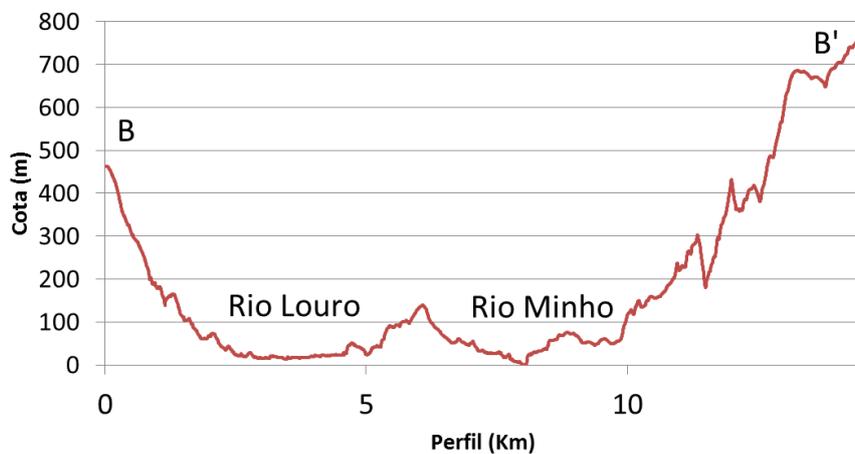


Figura 5. Perfil transversal no troço internacional médio.

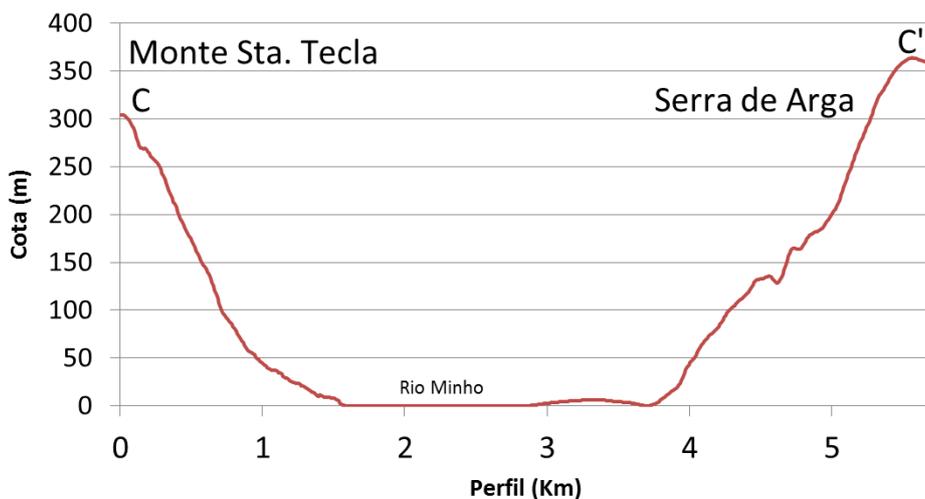


Figura 6. Perfil transversal no troço internacional jusante.

1.2.3. Regime de caudais

O caudal do rio Minho é caracterizado por apresentar variações sazonais associadas a épocas de precipitação intensas e épocas de seca (Inverno e Verão) com máximos de 25000 m³/s e mínimos de 60 m³/s. A variação mensal do caudal pode ser observada na Figura 7. A área mais a jusante do rio, correspondente à zona de estuário, apresenta ainda uma variação diária decorrente do fenómeno de maré.

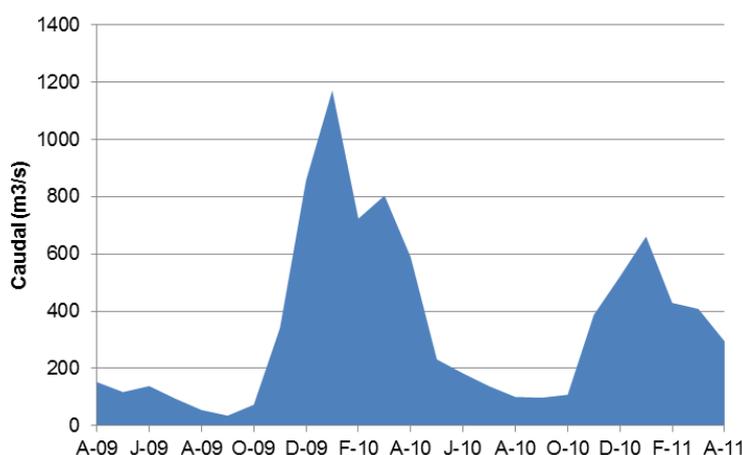


Figura 7. Caudal mensal (m³/s) entre Abril de 2009 e Abril de 2012.

O regime de caudais do troço internacional do rio é também condicionado pela existência de uma barragem de aproveitamento hidroeléctrico (barragem da Frieira) que se localiza imediatamente a montante do início do troço internacional. As bruscas variações do caudal, diariamente introduzidas pela presença e funcionamento da barragem, têm consequências para as zonas imediatamente a jusante. Para além das alterações provocadas na altura da coluna de água e área húmida, afecta as comunidades biológicas, quer aquáticas, quer marginais ao rio.

Relativamente ao regime de caudais indicado no Protocolo de Revisão da Convenção sobre Cooperação para a Protecção e o Aproveitamento Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-espanholas e no Protocolo Adicional assinados em Albufeira em 30 de Novembro de 1998, o Artigo 2º define esse regime para o rio Minho, indicando que “os dois países, no seu território, realizam a gestão das águas da bacia hidrográfica do rio Minho de modo a que o regime de caudais satisfaça o seguinte valor mínimo na secção definida no número anterior, salvo nos períodos de excepção regulados nos números seguintes:

- Caudal integral anual: 3 700 hm³/ano.

- Caudal integral trimestral:
- De 1 de Outubro a 31 de Dezembro — 440 hm³;
- De 1 de Janeiro a 31 de Março — 530 hm³;
- De 1 de Abril a 30 de Junho — 330 hm³;
- De 1 de Julho a 30 de Setembro — 180 hm³.”

Segundo o PBH do Rio Minho de 2001 os valores atribuídos para os caudais ecológicos para a barragem da Frieira são os apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Regime de caudais ecológicos proposto para o rio Minho, na secção da Frieira (PBH do Minho, 2001).

	Escoamento médio Mensal		Redução do escoamento médio mensal	Regime de caudal ecológico							
	(hm ³)	(m ³ /s)		Ano médio		Ano muito seco (5%)		Ano seco (20%)		Ano muito húmido (%)	
	(hm ³)	(m ³ /s)	(--)	(hm ³)	(m ³ /s)	(hm ³)	(m ³ /s)	(hm ³)	(m ³ /s)	(hm ³)	(m ³ /s)
Outubro	179	67	0.084	15.0	5.6	5.2	1.9	5.8	2.2	53.1	19.8
Novembro	616	238	0.081	50.0	19.3	6.3	2.4	10.6	4.1	140.4	54.2
Dezembro	1431	534	0.079	113.0	42.2	15.4	5.7	37.0	13.8	250.2	93.4
Janeiro	1778	664	0.084	149.0	55.6	44.2	16.5	76.3	28.5	289.5	108.1
Fevereiro	1869	773	0.420	785.0	324.5	273.4	113.0	396.1	163.7	1665.8	688.6
Março	1453	542	0.449	652.0	243.4	256.2	95.7	328.0	122.5	1201.2	448.5
Abril	1031	398	0.448	462.0	178.2	147.9	57.1	270.2	104.2	743.0	286.6
Maio	743	277	0.450	334.0	124.7	80.5	30.0	216.7	80.9	628.0	234.5
Junho	385	149	0.086	33.0	12.7	9.8	3.8	19.6	7.6	63.9	24.7
Julho	182	68	0.088	16.0	6.0	6.4	2.4	10.4	3.9	28.0	10.5
Agosto	107	40	0.093	10.0	3.7	5.3	2.0	7.7	2.9	15.3	5.7
Setembro	87	34	0.092	8.0	3.1	6.3	2.4	6.5	2.5	11.2	4.3
Ano	9862	313	0.266	2627.0	83.3	1420.6	45.0	1762.3	13.4	4448.5	33.8

1.2.4. Clima da bacia

A parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, devido à sua proximidade ao Oceano Atlântico e à latitude, apresenta um clima Atlântico, caracterizado pela dependência da acção de frentes frias e quentes. O ar é húmido e a nebulosidade elevada devido à orografia de carácter montanhoso.

A precipitação está presente em todas as estações com uma precipitação média anual que varia entre os 1070 mm e os 1235 mm. (INAG 2001a; Fernandez 2007).

A temperatura atmosférica média anual varia entre os 12,5 e os 15°C ao longo de toda a bacia. Contudo, quanto maior proximidade ao litoral, mais temperados são os invernos, com temperaturas mínimas mais elevadas (8-9°C), e mais amenos são os verões com temperaturas ao rondar os 20°C. Por outro lado, no interior as temperaturas são bastante mais baixas, especialmente nos pontos mais elevados, sendo que a proximidade às linhas de água e a costa marítima proporciona amplitudes térmicas mais reduzidas.

Em Monção e Melgaço ocorre um microclima favorável em termos agrícolas para a produção de vinho, devido aos alinhamentos montanhosos do território.

A evapotranspiração varia entre os 600 e 850 mm/ano, sendo máxima nas depressões montanhosas e na parte mais baixa do vale do Minho.

1.2.5. Caracterização físico-química das águas

No âmbito do projecto Natura Mino-Miño, Santos *et al.* (2010) realizaram campanhas de amostragem de água no troço internacional do rio Minho e em afluentes da margem portuguesa e espanhola. Deste estudo, que ainda decorre, resultaram já várias conclusões que se apresentam nos parágrafos seguintes.

A qualidade da água do rio Minho no troço internacional é afectada por fontes de poluição pontuais instaladas tanto na margem portuguesa como na margem espanhola, contudo, alguns afluentes também podem contribuir para uma alteração dos parâmetros no troço internacional (Santos *et al.*, 2010). O caudal do rio Minho é fortemente condicionado pela barragem da Frieira. Assim, a caracterização físico-química tem que considerar estes três factores. De forma geral, a qualidade da água do troço internacional do rio Minho pode ser considerada boa de acordo com os valores dos parâmetros físico-químicos na legislação portuguesa (Decreto-Lei n.º 236/98), contudo, próximo de Valença os valores obtidos durante o período de amostragem encontravam-se abaixo dos objectivos ambientais de qualidade mínima, nomeadamente no que se refere a níveis de matéria orgânica, azoto e por coliformes fecais, totais e estreptococos (Santos *et al.*, 2010). Também em Vila Nova de Cerveira e Caminha ocorrem parâmetros que desrespeitam os valores máximos admissíveis. Santos *et al.* (2010) também verificaram que uma parte considerável do troço internacional (entre Monção e Vila Nova de Cerveira) é considerada "problemática"

devido ao nível de coliformes fecais. O nível deste parâmetro varia inversamente com o caudal à entrada do troço internacional.

O rio Louro (margem espanhola) é o mais poluído de todos os afluentes, contudo o rio Coura (margem portuguesa) também mostra níveis de crómio, mercúrio e azoto de Kjeldahl, em concentrações próximas do dobro dos VMAs (Santos *et al.*, 2010).

Com base nos valores obtidos, Santos *et al.* (2010) realizaram vários modelos, com base no software de modelação QUAL2Kw (Pelletier *et al.*, 2006) aplicáveis ao troço internacional do rio Minho com o objectivo de descrever a qualidade de água ao longo deste troço em função de alterações como a redução de caudal na barragem da Frieira e impactos da entrada de afluentes e descargas. Destes cenários a equipa de investigadores conclui que a redução do caudal vai implicar a alteração microbiológica da qualidade da água nas secções intermédia e baixa, nomeadamente através da redução do tempo de passagem de água no troço estudado, com diminuição dos valores de CBO rápida; um aumento do azoto (ainda que o valor de Azoto de Kjeldahl se mantenha dentro dos objectivos ambientais mínimos) e um aumento da concentração dos coliformes fecais. Verificou-se que a qualidade da água no rio Minho depende essencialmente da qualidade da água dos seus afluentes, com excepção no que se refere a coliformes totais, uma vez que nesse caso ambos descargas e afluentes afectam significativamente a qualidade microbiológica do rio Minho.

1.2.6. Usos de solo

A bacia hidrográfica do Minho é muito rica do que toca a diversidade paisagens, graças ao seu complexo relevo e as características bioclimáticas. O litoral, os vales e as montanhas conferem uma diversidade paisagística bem diferenciada tanto internamente como em relação a outros territórios ibéricos.

Segundo os dados Corine Land Cover 2006, 96,7% tem ocupação de tipo bosque /semi-naturais e zonas agrícolas e apenas 2% do território é utilizado para as massas urbanas e grandes áreas artificiais. Verifica-se um aumento de área classificada como Floresta de coníferas (28,9%) e uma diminuição das áreas de Transição floresta-arbustivas (64%) em relação aos Mapas Corine Land Cover 2000. Entre as actividades agrícolas de regadio, que se desenvolvem, correspondentes a 33% das necessidades totais de água no Minho, destacam-se a vinha (concelhos de Melgaço, Monção), milheiral (ao longo de toda a bacia) e pastagem (zonas de cotas mais elevadas). A ocorrência alternada das pequenas parcelas de regadio com usos florestais dispersos, sebes, matas e matos, originam mosaicos diversificados ao longo do vale (ICN, 2006).

Da comparação das percentagens de ocupação de solo na parte portuguesa com as percentagens de ocupação de solo as regiões espanholas que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Minho resultam os dados da Tabela 6. As diferenças mais significativas registam-se sobretudo ao nível das percentagens de ocupação florestas e agrícola. A ocupação urbana é aquela que apresenta menor taxa de ocupação, mas ainda assim, o território português é referido como sendo o que tem maior ocupação urbana.

Tabela 6. Distribuição em percentagem dos usos e ocupação do solo da bacia Minho-Sil na Galiza, León, Portugal e para o conjunto da bacia.

	Floresta	Agrícola	Urbano/Artificial	Água/zonas húmidas
Galiza	57.7 %	39.1 %	1.9 %	1.3 %
León	83.7 %	13.2 %	2.4 %	0.6 %
Portugal	64.4 %	29.7 %	3.1 %	2.8 %
Bacia hidrográfica	64.0 %	32.7 %	2.1 %	1.2 %

No mapa representado na Figura 8 pode ver-se em detalhe a distribuição da ocupação do solo ao longo da bacia hidrográfica do rio Minho (Corine Land Cover 2006) de forma a ter uma percepção abrangente das características da ocupação do solo neste território.

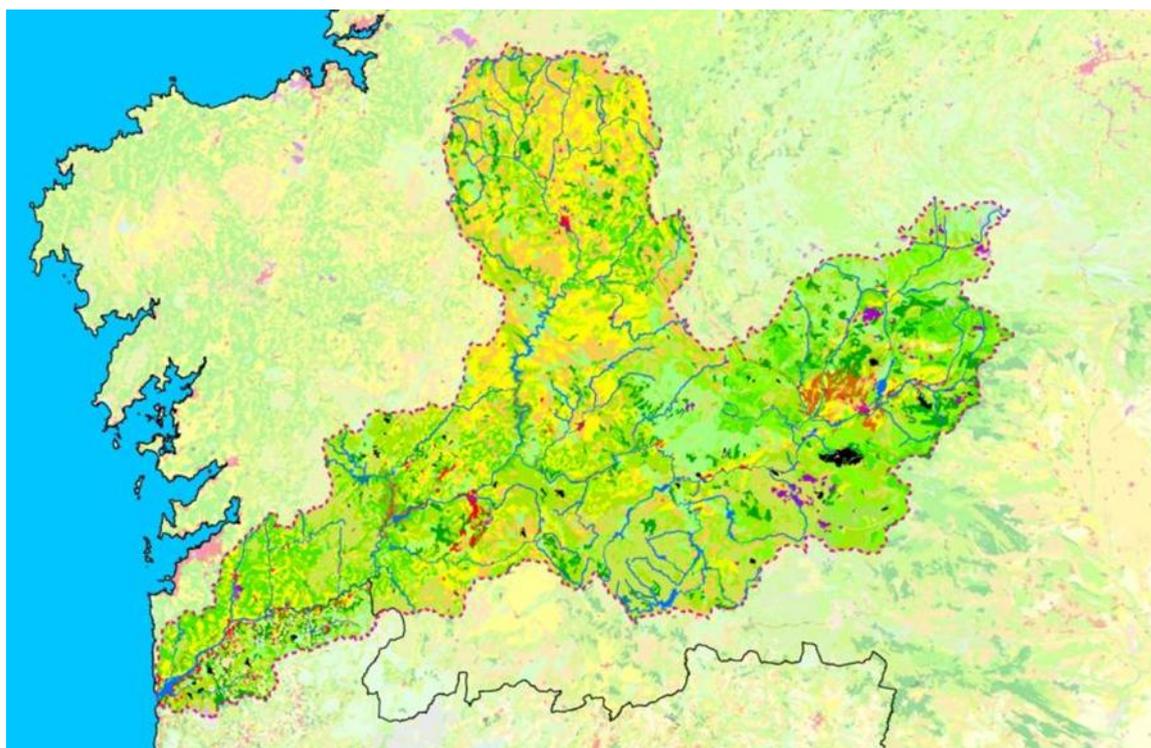


Figura 8. Usos do solo (Dados: Corine Land Cover, 2006).

Na Tabela 7 podem ser observadas as alterações entre o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Minho na Galiza e em Portugal em 3 anos distintos: 1990, 2000 e 2006. De forma global, destaca-se um aumento significativo do tecido urbano, que estará associado à diminuição de culturas anuais associadas com culturas permanentes. As áreas agrícolas ocupam a maior parte da área (499 074 ha de um total de 516 217 ha em 2006).

Tabela 7. Distribuição dos usos e ocupação do solo (de Galiza e Portugal) em 1990, 2000 e 2006 (Dados: Corine Land Cover 1090, 2000 e 2006).

Classes CLC			Área (ha) / Ano		
Nível1	Nível2	Nível3	1990	2000	2006
1. Territórios Artificializados	1.1. Tecido urbano	1.1.1 Tecido urbano contínuo	1439	1635	2418
		1.1.2 Tecido urbano descontínuo	4284	4840	8748
	1.2. Indústria, comércio e transportes	1.2.1 Indústria, comércio e equipamentos gerais	985	1357	1748
		1.2.2 Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	-	72	154
		1.2.3 Aeroportos	69	69	69
	1.3. Áreas em construção, de extracção e de deposição de resíduos	1.3.1 Extracção de minerais locais	1651	3284	3755
		1.3.2 Depósitos de lixo	38	38	-
		1.3.3 Áreas de construção	-	236	63
	1.4. Zonas verdes ordenadas	1.4.1 Instalações desportivas e de lazer	129	158	188
	2. Áreas agrícolas	2.1 Culturas anuais	2.1.1 Culturas anuais de sequeiro	1173	1181
2.1.2 Culturas anuais de regadio			2565	2569	2505
2.2 Culturas permanentes		2.2.1 Vinhas	5971	6938	6935
		2.2.2 Pomares		42	61
2.3 Pastagens		2.3.1 Pastagens	899	906	881
2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		2.4.1 Culturas anuais associados com culturas permanentes	15171	12433	11462
		2.4.2 Sistemas culturais e parcelares complexos	283188	285112	280122
		2.4.3 Agricultura, com espaços naturais	194740	194225	195903
	2.4.4 Áreas agro-florestais	58	58	-	

1.2.7. Inventário de pressões

Na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho verificam-se utilizações do rio que afectam os ecossistemas (descargas de efluentes urbanos e industriais, artificialização de margens, entre outros). Estes usos ameaçam os ecossistemas de transição que actuam como protecção ao meio aquático, zonas de refúgio e alimentação (INAG, 2008). Existem 5 núcleos urbanos no lado português ao longo do troço internacional que correspondem às sedes dos concelhos marginais (Caminha, Vila Nova de Cerveira, Valença, Melgaço e Monção). O número de núcleos urbanos e a densidade populacional são superiores nas zonas marginais ao estuário. Contudo, o povoamento é acentuadamente disperso ao longo de toda a bacia hidrográfica, sendo as sedes dos concelhos de Valença e Monção as únicas freguesias que apresentam

mais de 2000 habitantes e também correspondem aos concelhos com maior densidade populacional (INAG 2001b; INE 2009).

1.2.7.1. Usos que alteram os caudais

O rio Minho é um dos rios portugueses menos intervencionados por empreendimentos hidráulicos, contudo é afectado por descargas de barragens em território espanhol (ICN, 2006). São reconhecidos alguns usos que alteram caudais e que podem ser divididos em três tipos: a) Produção hidroeléctrica; b) Engenhos; c) Outros usos. A influência que cada um destes usos pode ter no corredor fluvial deve-se a:

Produção hidroeléctrica: Existem 3 centrais de fio-de-água na sub-bacia do rio Coura. Apesar de terem relativamente pouco aproveitamento (<15 MW no total) as três centrais prejudicam a continuidade das galerias ribeirinhas e constituem barreiras à passagem de espécies aquáticas migradoras, com destaque para a central de Covas, devido à altura desta estrutura (24,6 m).

Engenhos: A maior parte dos engenhos existentes nas margens portuguesas dos afluentes do rio Minho serviam para aproveitamento mecânico da força da água para serrações de madeira; moagem de milho e moagem de azeitonas. Contudo, já não existem engenhos activos com excepção dos moinhos da Gávea (V. N. Cerveira) e serração de Paderne (Melgaço), que foram recuperados por motivos culturais. Em alguns locais mantêm-se os açudes que serviam para controlar a entrada de água para o interior dos engenhos que podem constituir barreiras à circulação de espécies aquáticas.

Outros usos: Ao longo dos afluentes do rio Minho, são observadas pequenas albufeiras que servem para aproveitamento de água para rega. Também se verifica o abandono da utilização destas estruturas contudo verifica-se que, em alguns casos, houve recentemente alguma modernização destas estruturas (ex: Ribeiro de S. João em S. João da Arga). Apesar da sazonalidade da utilização de algumas destas represas, estas estruturas podem provocar impactos negativos nas comunidades aquáticas, tanto faunísticas como florísticas, devido aos reduzidos ou nulos caudais que circulam pelos leitos naturais; ou devido à eutrofização decorrente da estagnação das águas entre outros.

Na parte alta do troço internacional do rio Minho (Melgaço-Monção) ocorrem infra-estruturas denominadas pesqueiras que servem de apoio às comunidades piscatórias locais para a instalação de armadilhas e redes para a captura de peixes como a

lampreia, sável e salmão (Martins, 2000). Devido ao estreitamento do canal que estas estruturas provocam, haverá aumento dos caudais nesses pontos. Do ponto de vista legal, o comprimento destas estruturas perpendiculares ao sentido da água, não podem exceder um terço da distância entre margens nesse local.

1.2.7.2. *Usos que contaminam as águas*

O saneamento urbano, a actividade industrial e a actividade agrícola são as principais fontes de contaminação das águas. Em termos gerais:

Saneamento urbano: Nos principais núcleos urbanos existem infra-estruturas de tratamento de águas residuais domésticas (ETARs de Caminha, Vila Nova de Cerveira, Valença, Paredes de Coura, Melgaço e Monção). Do ponto de vista da quantidade de água descarregada para o rio Minho e rio Coura por estas ETARs, verifica-se que não atingem os valores suficientes para satisfazer as necessidades de mais de metade da população. Verifica-se assim que nas povoações mais remotas o saneamento básico ainda se encontra “Em construção” ou “A construir” (fonte: águas do noroeste), sendo utilizadas fossas sépticas.

Actividade industrial: Apesar de existirem ETARs para tratamento de efluentes industriais na bacia hidrográfica do rio Minho (nos mesmos concelhos acima referidos), verificam-se locais de descarga de contaminantes para o meio hídrico, com consequências na fauna e flora.

Actividade agrícola: O enriquecimento artificial dos solos através da adição de adubos e fertilizantes sintéticos promove a eutrofização dos meios aquáticos devido à lixiviação destes compostos químicos através das águas subterrâneas e de escorrências directas dos solos para as linhas de água. Devido ao elevado aproveitamento agrícola na bacia hidrográfica do rio Minho, este território é particularmente susceptível de sofrer eutrofização de água paradas (pequenas albufeiras e represas), que coincidem em grande parte com os pontos de aproveitamento de água para uso agrícola. As zonas de aproveitamento agrícola situam-se principalmente nos locais menos acidentados da bacia hidrográfica, junto a linhas de água em toda a parte internacional da bacia.

1.2.7.3. *Usos que destroem o habitat aquático*

Entre os usos que destroem o habitat aquático destacam-se a fragmentação da galeria ribeirinha e o uso das linhas de água para despejo de efluentes provenientes de explorações pecuárias, agrícolas, indústrias e pedreiras. Só no rio Manco podem ser

identificadas 11 explorações de extração de recursos minerais e geológicos (Carvalho, 2012). Do ponto de vista biológico verifica-se que há impacto destas sobre o habitat aquático, nomeadamente pela libertação de efluentes com elevados níveis de partículas sólidas suspensas, matéria orgânica e compostos químicos, que podem ter consequências nefastas directamente nas comunidades de macroinvertebrados, e piscícolas (Carvalho, 2010).

1.3. Estruturas

Neste capítulo é caracterizada a bacia hidrográfica do Rio Minho quanto às estruturas que ocorrem no leito e nas proximidades do canal principal e dos seus cursos de água, contribuindo assim para o conhecimento de pontos com potencial para afectarem a conservação dos recursos naturais. Neste sentido e com o intuito de caracterizar o habitat ripícola da bacia hidrográfica do rio Minho foi feita a categorização em dois grupos de estruturas. As infra-estruturas são estruturas artificiais ocorrem nas linhas de água e não impedem ou dificultam directamente a deslocação de organismos no canal. Os obstáculos podem ser de origem natural ou artificial e impedem ou dificultam a deslocação de organismos no canal. Assim, foi realizado um inventário das infra-estruturas e obstáculos existentes e sua distribuição, nas imediações dos 24 afluentes estudados. No Anexo I encontram-se as fichas de campo de cada uma das estruturas.



Figura 9. Ponte em pedra num dos afluentes do rio Coura (Ribeiro de S. João).

1.3.1. Infra-estruturas

1.3.1.1. Metodologia

Para a realização deste trabalho percorreram-se cerca de 171 km dos 382 km correspondentes aos canais principais das várias sub-bacias do Rio Minho. O trabalho de inventariação de estruturas foi realizado através da recolha de informação física e geográfica ao longo dos cursos de água principais da bacia hidrográfica. Os

reconhecimentos em cada curso foram realizados, sempre que possível, de jusante para montante, pelo leito ou pelas margens. Em determinados troços houve dificuldade em identificar estruturas devido à elevada densidade de vegetação, geomorfologia local e à existência de obstáculos. Recorreu-se ao auxílio dos SIG para identificação de alguns desses pontos. A acessibilidade aos cursos de água é mais dificultada nas zonas de cotas mais elevadas. Para cada estrutura encontrada foi registada a seguinte informação: descrição; localização (concelho, freguesia, população mais próxima, latitude e longitude); dimensões (altura, largura, comprimento); margem; origem; estado de conservação; impacto na passagem de montante e jusante na fauna aquática; dimensões e fotografias. O impacto na circulação de espécies de fauna aquática teve em consideração a altura; largura; velocidade da corrente; e posteriormente classificada em três níveis (Baixo, Médio ou Alto). Devido às dificuldades no acesso a algumas estruturas, não foi possível obter todos os dados sobre as referidas estruturas.

Ao longo das linhas de água que integram a bacia hidrográfica do Rio Minho, podem ser reconhecidas várias estruturas de origem humana e natural que afectam ou podem afectar o curso das massas de água. Da mesma forma, também podem ser afectados por essas estruturas todos os organismos que aí habitam. Para sistematizar a informação, as estruturas encontram-se divididas em diversas categorias. Consideram-se como infra-estruturas as construções exclusivamente de origem humana que ocorrem no curso de água ou nas suas proximidades com potencial para afectar directa ou indirectamente as características deste. Foram definidas as categorias de infra-estruturas:

Canal: Estrutura de transporte de água a partir do curso de água para utilização em regadio, moinhos, e outros.

Canal subterrâneo: Estrutura de encaminhamento da linha de água sob a superfície.

Detritos/ Descargas: Elementos físicos de origem humana existentes no curso de água que podem por em causa a sua qualidade.

Engenho (inclui moinhos, lagares e serrações): Estrutura de dedicação à indústria de transformação, construída na margem do curso de água que utiliza parte da água para geração de energia mecânica.

Paredão: Estrutura paralela ao curso de água constituída por blocos de rocha, tijolo ou cimento, com o objectivo de sustentar artificialmente a margem.

Passagem: Estrutura permanente ou provisória, de reduzidas dimensões, que permite passagem entre as margens.

Ponte: Estrutura permanente sobre o curso de água, de grande dimensão (ex: estradas; ferrovias; ...) assente em pilares nas margens.

Tanque: Estrutura de retenção de água proveniente da linha de água.

Tubagem: Estrutura que encaminha efluentes ou outros fluidos de origem conhecida ou desconhecida para o curso de água ou ao longo deste.

Outras: Infra-estruturas diversas não incluídas em nenhuma das anteriores categorias.

1.3.1.2. *Resultados*

Para conhecer o habitat ripícola da bacia hidrográfica do rio Minho foi feito um inventário da incidência das infra-estruturas existentes e sua distribuição, nas imediações dos 24 afluentes estudados. Estas infra-estruturas, podem contribuir para um aumento das pressões antrópicas sobre o meio natural.

A ocorrência das diversas infra-estruturas está relacionada com a proximidade às populações e aos usos do solo que se fazem na área. As estruturas encontradas mais frequentemente são as pontes. Verifica-se que houve no passado um elevado aproveitamento da água para geração de energia mecânica, nomeadamente através de engenhos (moinhos, lagares e serrações). A utilização destes engenhos foi, de forma geral abandonada, permanecendo estas estruturas sujeitas à degradação natural. Em alguns pontos estas estruturas foram recentemente reconstruídas, sendo utilizadas actualmente como residências particulares ou centros etnográficos (Núcleo Interpretativo dos Moinhos da Gávea – ribeiro de Gontije). Verifica-se de forma geral uma maior concentração de populações nos vales junto das linhas de água. Isto estará associado ao potencial de aproveitamento da água: rega, alimento (água e peixe) e energia. Junto ao curso principal do Rio Minho a concentração de populações ainda é mais evidente, com maior destaque para a zona de estuário (Concelhos de Caminha, Vila Nova de Cerveira e Valença). Nesta área, as vias de comunicação são mais frequentes (pontes ferroviárias e pontes de Estradas Nacionais e Municipais).

Tendo como ponto de partida estes critérios fez-se a avaliação das 24 sub-bacias principais da parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho. Desta análise verifica-se o seguinte:

Rio Trancoso: Foram identificadas 8 infra-estruturas, todas elas classificadas como pontes, todas em funcionamento e com estados de conservação aceitáveis.

Ribeiro da Corga do Mirão: Foram identificadas 9 infra-estruturas, sendo estas 4 canais subterrâneos, 2 pontes e 1 passagem, 1 engenho e 1 tanque. O engenho em questão tinha a função de moinho. Todas estas infra-estruturas estão em funcionamento e com estados de conservação aceitáveis.

Ribeiro da Corga de Ferreira: Foram identificadas 6 infra-estruturas, sendo estas 4 canais subterrâneos e 2 pontes. Todas estas infra-estruturas estão em funcionamento e com estados de conservação aceitáveis

Ribeiro do Porto: Foram identificadas 41 infra-estruturas, sendo estas 22 pontes, 7 passagens, 6 engenhos, 3 tubagens, 1 canal subterrâneo, 1 tanque e 1 outra (infra-estrutura não categorizada). Das infra-estruturas acima referidas 6 estão desactivadas.

Ribeira da Folia: Foram identificadas 23 infra-estruturas, sendo estas 12 pontes, 3 passagens, 3 engenhos, 2 canais subterrâneos e 3 outras (infra-estruturas não categorizadas). De assinalar que no principal afluente deste ribeiro foi recuperada uma antiga serração, assim como a sua zona envolvente, com a finalidade de educação e sensibilização para o património histórico. Das infra-estruturas acima referidas 1 está desactivada.

Rio Mouro: Foram identificadas 31 infra-estruturas, sendo estas 10 pontes, 6 passagens, 11 engenhos, 1 paredão e 3 outras (infra-estruturas não categorizadas). Das infra-estruturas acima referidas 10 estão desactivadas.

Ribeira do Ameal: Foram identificadas 23 infra-estruturas, sendo estas 7 pontes, 3 passagens, 6 engenhos, 1 canal subterrâneo, 5 tanques e 1 outra (infra-estrutura não categorizada). Das infra-estruturas acima referidas 6 estão desactivadas.

Rio Gadanha: Foram identificadas 76 infra-estruturas, sendo estas 24 pontes, 11 passagens, 32 engenhos, 4 canais subterrâneos, 1 paredão, 1 tanque, 1 detritos/descargas e 2 outras (infra-estruturas não categorizadas). O ponto de detritos/descarga trata-se de um local de descarga de efluentes com material inerte proveniente de pedreiras.

Rio Lara: Foram identificadas 17 infra-estruturas, sendo estas 12 pontes, 1 passagem, 1 canal subterrâneo, 1 canal de desvio, 2 tanques. Todas as infra-estruturas referidas se encontram activas e com estados de conservação aceitáveis.

Rio Manco: Foram identificadas 28 infra-estruturas, sendo estas 9 pontes, 4 passagens, 5 engenhos, 2 paredões, 6 canais subterrâneos, 1 tanque e 1 tubagem. Das infra-estruturas acima referidas 5 estão desactivadas.

Ribeira de Friestas: Foram identificadas 4 infra-estruturas, sendo estas 2 pontes, e 2 canais subterrâneos. Todas as infra-estruturas referidas se encontram activas e com estados de conservação aceitáveis.

Ribeira das Barreiras: Foram identificadas 7 infra-estruturas, sendo estas 5 canais subterrâneos e 2 tanques. Todas as infra-estruturas referidas se encontram activas e com estados de conservação aceitáveis.

Ribeiro dos Ameais: Foram identificadas 16 infra-estruturas, sendo estas 8 pontes, 3 passagens, 3 canais subterrâneos, 1 tanque e 1 outra (infra-estrutura não categorizada). Todas as infra-estruturas referidas se encontram activas e com estados de conservação aceitáveis.

Ribeira da Veiga da Mira: Foram identificadas 36 infra-estruturas, sendo estas 19 pontes, 5 passagens, 4 engenhos, 2 paredões, 4 canais subterrâneos e 2 tubagens. Das infra-estruturas acima referidas 3 estão desactivadas.

Ribeira das Ínsuas: Foram identificadas 24 infra-estruturas, sendo estas 9 pontes, 5 passagens, 1 canal de desvio, 2 engenhos, 1 canal subterrâneo e 6 tubagens. Das infra-estruturas 3 estão desactivadas.

Rio de Campos: Foram identificadas 31 infra-estruturas, sendo estas 9 pontes, 6 passagens, 3 engenhos, 1 canal subterrâneo, 8 tubagens e 4 outras (infra-estruturas não categorizadas). Das infra-estruturas cima referidas 3 estão desactivadas.

Ribeira do Chaqueu: Foram identificadas 25 infra-estruturas, sendo estas 6 pontes, 7 passagens, 9 canais subterrâneos, 2 paredões, 1 tubagem. Todas as infra-estruturas referidas se encontram activas.

Ribeira de Gontije: Foram identificadas 26 infra-estruturas, sendo estas 8 pontes, 6 passagens, 4 canais subterrâneos, 2 engenhos, 6 tubagens. Das infra-estruturas acima referidas 3 estão desactivadas.

Ribeira de S. Gonçalo: Foram identificadas 28 infra-estruturas, sendo estas 4 pontes, 6 passagens, 4 canais subterrâneos, 5 canais de desvio, 8 tubagens e 1 outra (infra-estrutura não categorizada). Das infra-estruturas acima referidas 2 estão desactivadas.

Ribeiro de Gondarém: Foram identificadas 14 infra-estruturas, sendo estas 5 pontes, 5 canais subterrâneos, 2 engenhos, 1 paredão, 1 tubagem. Das infra-estruturas acima referidas 2 estão desactivadas.

Rio Coura: Foram identificadas 19 infra-estruturas, sendo estas 10 pontes, 3 engenhos, 2 paredões, e 4 outras (infra-estruturas não categorizadas). Das infra-estruturas acima referidas 2 estão desactivadas.

Ribeira da Codeceira (sub-bacia rio Coura): Foram identificadas 19 infra-estruturas, sendo estas 9 pontes, 5 engenhos, 3 passagens, 1 paredão e 1 canal subterrâneo. Das infra-estruturas acima referidas 2 estão desactivadas.

Ribeira de Castro (sub-bacia rio Coura): Foram identificadas 8 infra-estruturas, sendo estas 2 pontes, 3 engenhos, 1 passagem, e 2 outras (infra-estruturas não categorizadas). Das infra-estruturas acima referidas 3 estão desactivadas.

Ribeira de S. João (sub-bacia rio Coura): Foram identificadas 10 infra-estruturas, sendo estas 6 pontes, 1 engenho e 3 passagens. Todas as infra-estruturas referidas se encontram activas.

Ribeiro do Real (sub-bacia rio Coura): Foram identificadas 11 infra-estruturas, sendo estas 8 pontes, 1 passagem, 1 paredão e 1 tanque. Todas as infra-estruturas referidas se encontram activas.

Rio Tinto (sub-bacia rio Coura): Foram identificadas 15 infra-estruturas, sendo estas 9 pontes, 1 passagem, 2 tubagens e 3 outras (infra-estruturas não categorizadas). Todas as infra-estruturas referidas se encontram activas, estado de conservação.

1.3.1.3. *Discussão*

A localização das infra-estruturas identificadas pode observar-se na Figura 10. De forma geral, verificou-se que a maior parte dos engenhos encontrados encontra-se inactiva. Muitos dos que ainda estão em condições de laboração encontram-se parados.

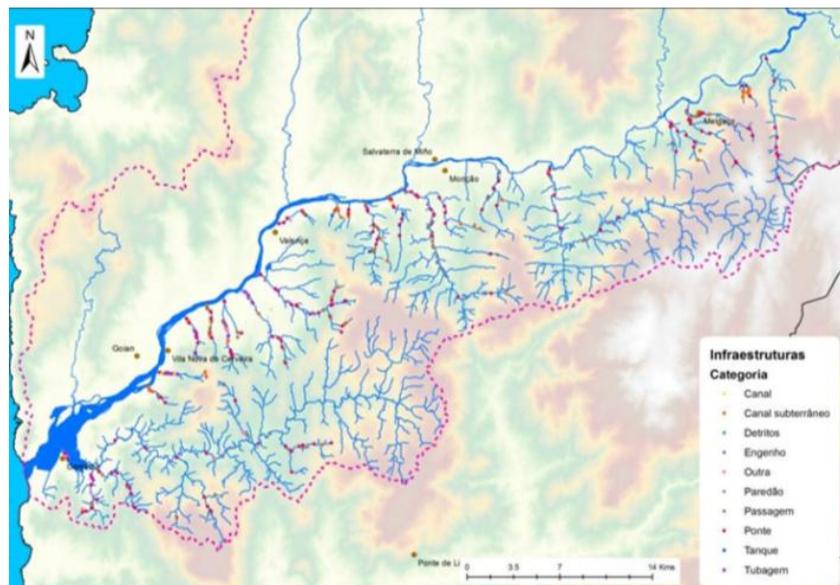


Figura 10. Distribuição das infra-estruturas identificadas ao longo da parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho.

A partir da análise dos dados foram obtidas as percentagens de infra-estruturas por categoria no lado português da bacia hidrográfica do rio Minho. Essa distribuição encontra-se esquematizada na Figura 11.

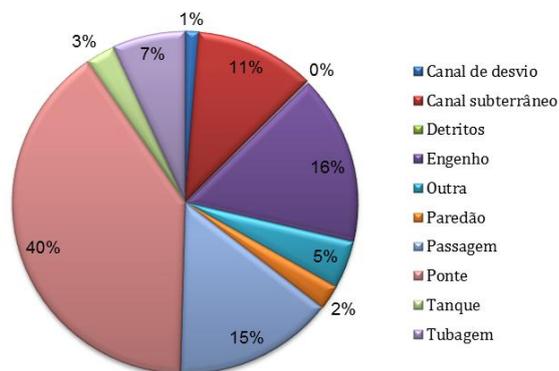


Figura 11. Percentagens de cada categoria de infra-estruturas existentes na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho.

A categoria mais representativa nesta análise é “Pontes”, com 40% das infra-estruturas encontradas. Porém, na leitura dos resultados deve-se ter em conta que existem troços dos ribeiros que se encontram inacessíveis devido à presença de vegetação densa, impossibilitando o acesso a eventuais infra-estruturas e esse factor poderá ter influenciado, o valor obtido.

A categoria “Engenhos” representa 16% das infra-estruturas identificadas. Este número deve-se à grande tradição da região no que toca ao aproveitamento da força da água para a indústria de transformação, sendo estas principalmente de dimensões familiares ou locais. São testemunho desta presença os diversos moinhos, serrações, lagares e outros engenhos identificados no presente trabalho.

Outras infra-estruturas com forte incidência nesta região são as passagens pedonais (15%), sendo estas, testemunho da forte actividade humana que historicamente caracteriza a parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho.

Da construção de estradas e outras infra-estruturas marginais às linhas de água resultam a colocação de canais subterrâneos. Estes têm o intuito de alterar o curso natural da linha de água, para facilitar a instalação dessas mesmas infra-estruturas, por serem muito úteis no redireccionamento de cursos de água mais reduzidos. Representam 11% das infra-estruturas identificadas.

Foram também identificadas tubagens (7%) com fins diversos, desde captação de água nos ribeiros para regadio, transporte de água (possivelmente para consumo) ao longo da linha de água, e outras utilizações de difícil identificação.

As outras categorias identificadas (tanques, paredões, detritos, canais de desvio e outras) têm uma representação mais reduzida, o que não significa que a sua influência no meio natural seja desprezável. Todas as infra-estruturas catalogadas têm impacto negativo na ecologia ribeirinha, pese o facto de em algumas situações esse impacto poder ser considerado muito reduzido.

São apresentadas de seguida as principais pressões que estarão associadas a uma ou mais das categorias identificadas:

Escavação do canal e dragagem: Induz imediata redução do número de peixes e diversidade de espécies, recuperação limitada ao longo do tempo e indução do aumento de espécies não-nativas.

Resuspensão de sedimentos finos: O aumento da turbidez pode conduzir à morte de macroinvertebrados, é desfavorável para as espécies piscícolas e reduz os locais de postura de salmonídeos.

Isolamento do fundo do canal com sedimentos finos: Alterações nos stocks das populações existentes e diversidade de espécies, redução de oxigénio nos ovos de peixes que ficam soterrados por estes sedimentos.

Redução das zonas de habitat lóticos e de remansos: Aumento do arrastamento de macroinvertebrados, diminuição dos abrigos para alevins e redução da produtividade primária.

Eliminação de zonas de poças e outras mais profundas: Leva à diminuição da densidade de peixes de maiores dimensões e a alteração das suas taxas de reprodução, assim como à redução de macroinvertebrados.

Aumento da temperatura da água e de picos de temperatura: Impacto directo na reprodução e sobrevivência de espécies piscícolas e redução de macroinvertebrados.

Reduções no volume de madeira no rio: Perda directa de habitat, redução de áreas cobertas, e redução da qualidade e concentração de nutrientes.

Corte de vegetação ripícola: Remoção da fauna existente na vegetação, aumento do arrastamento de macroinvertebrados, redução das fontes de alimento.

Remoção de árvores em zonas ripárias: A redução directa do número de árvores, redução da complexidade estrutural do habitat de aves, mamíferos e insectos, e eliminação parcial do input de madeira e nutrientes para meio aquático.

Transporte de madeira em rios leva à erosão das margens e simplificação da geometria do canal: Redução da complexidade do habitat e consequente impacto nas espécies piscícolas.

Remoção de árvores em encostas, resultando no aumento do escoamento e erosão das cumeadas: Erosão das margens, conversão da vegetação das zonas de aluvião, abertura de zonas de cascalho com consequentes alterações na diversidade das espécies.

Povoamento ao longo das margens e das zonas de aluvião dos rios: Habitat ripário substituído por infra-estruturas urbanas.

Aumento da superfície impermeável a montante e aumento da escorrência induz o alargamento e incisão do canal: Aumento da corrente causa maior stress para peixes e macroinvertebrados, o lençol freático pode alterar a vegetação ripária.

Drenagem de terrenos: Alteração em quantidade do fluxo natural com impactos na fauna ribeirinha e dessecação da vegetação ripária.

Além destas pressões existem outras pressões que exercem um impacto indirecto. Exemplos deste tipo de pressões são as infra-estruturas da categoria “pontes”. Estas não exerçam um impacto directo na galeria ripícola (excepto na altura da sua construção), no entanto a elas está implícito um elevado número de pressões (antrópicas). A existência de pontes, passagens e mesmo dos engenhos que ainda estão em funcionamento, implica a existência de acessos que contribuem com uma maior exposição do meio natural às pressões antrópicas (humanas), seja pela libertação de agentes poluentes (fumos de escape, objectos arremessados/ abandonados) seja pela exposição do meio natural a uma maior presença humana (a existência de vias facilita o acesso ao meio natural seja para a pesca, seja para outras actividades lúdicas ou profissionais).

1.3.2. Obstáculos

Na parte superior do troço internacional do rio Minho ocorrem estruturas de suporte da actividade piscatória (pesqueiras) para captura de peixes como a lampreia, sável e salmão (Martins, 2000). Estas estruturas localizam-se nas margens dos concelhos de Monção e Melgaço, onde a distância entre margens é mais reduzida e os vales mais encaixados. As pesqueiras são estruturas perpendiculares ao percurso do rio com um comprimento que não pode ultrapassar um terço da distância entre margens (Edital 27/2010 da Capitania do Porto de Caminha). As artes que necessitam de suporte pelas pesqueiras são o botirão (arte tipo armadilha) e a cabaceira (arte tipo parede). Segundo a Capitania do Porto de Caminha, das 565 pesqueiras existentes em 1995 mais de 57 % não eram usadas ou estavam desactivadas (Martins, 2000).

Os obstáculos que ocorrem nos afluentes da bacia hidrográfica da parte portuguesa do rio Minho e que foram inventariados no âmbito do projecto Natura Minho-Miño são apresentados e avaliados no capítulo “Contribuição para o Plano de Gestão da enguia europeia *Anguilla anguilla*, no rio Minho”.

1.3.3. Bibliografia

Carvalho A.R. (2012). Impacte da exploração de pedreiras na qualidade da água do Rio Manco, por análise da comunidade de macroinvertebrados bentónicos. Dissertação de Mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima.

Carvalho, A.R., Roleira, A., Braga, A.C., Araújo, M.J., Ramos, C., Antunes, C., (2010). Caracterização da comunidade de macroinvertebrados Bentónicos num afluente do rio

Minho. *in* Antunes C. (eds), (2010). IV Simpósio Ibérico Sobre A Bacia Hidrográfica Do Rio Minho., Aquamuseu do Rio Minho, 200-202.

Farinha, J.C., Trindade, A., (1994). Contribuição para o Inventário e Caracterização de Zonas Húmidas em Portugal Continental. MedWet/Instituto de Conservação da Natureza, Lisboa.

Fernandez, S.D., & Antunes, J.C., (2007). Dados da bacia hidrográfica do rio Minho para o projecto INDICANG. Projecto INDICANG, Aquamuseu do rio Minho, Vila Nova de Cerveira, 25 p.

Fidalgo, L., (1998). Contribution to the ecological Characterization of the River Minho estuary (Northern Portugal). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26, 1448-1451;

ICNB (2008). Plano Sectorial Rede Natura 2000, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, I. P.

INAG (2001a). Plano de Bacia Hidrográfica do Minho - Relatório Final. Lisboa, Instituto Nacional da Água.

INAG (2001b). Plano de Bacia Hidrográfica do Minho - Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual II – Enquadramento.

INAG, I.P. (2008). Tipologia de Rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água. I - Caracterização abiótica. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

INE (2009). Anuário Estatístico de Portugal – Região Norte. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

Martins, R., Rebordão, F.R., Carneiro, M., (2000). Contribuição para o conhecimento das artes de pesca utilizadas no Rio Minho. Lisboa, IPIMAR.

Maze, R., (1993). Macrozoobentos del estuario del Miño (NO de España). *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 11, 283-290;

Reis, P., (2007). Estudo geoquímico de metais em sedimentos do sapal do Estuário do Minho.- Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar e Recursos Marinhos, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto.

Pelletier, G.J., Chapra, C.S., & Tao, H., (2006). QUAL2Kw – a framework for modeling water quality in streams and rivers using a genetic algorithm for calibration. *Environmental Modelling & Software* 21, 419-425.

Santos, S., Alves, P., Lima, J., Vilar, V., Boaventura, R., Botelho, C., (2010). Qualidade da Água no Rio Minho: monitorização e modelação. *in* Carlos Antunes (eds), (2010). IV Simpósio Ibérico Sobre A Bacia Hidrográfica Do Rio Minho. Aquamuseu do Rio Minho, 5-19

2. CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA

A bacia hidrográfica do rio Minho é diversificada do ponto de vista da morfologia, clima e geologia, o que implica diferenças geográficas a nível dos ecossistemas que a compõem. Destacam-se as ribeiras de bosques ripícolas, a vegetação palustre, as dunas costeiras fixas com vegetação herbácea, e as dunas móveis de litoral (Fernandez, 2007). Do ponto de vista conservacionista destacam-se as zonas húmidas do Sapal do Minho e Coura e o Paúl da Ribeira do Cerdal (ou Ribeira da Veiga da Mira) que estão incluídos no estuário do rio Minho. Todo o troço internacional do rio Minho está incluído na Rede de sítios Natura 2000, possuindo o estuário do Minho e Coura estatuto de Zona de Protecção Especial (ZPE) (54,28 %). Estas zonas caracterizam-se por elevada produtividade, promovem refúgio e alimento à ictiofauna marinha, migradora e dulciaquícola (Proposta plano de bacia 2009).

2.1. Flora e Vegetação

2.1.1. Enquadramento

Para este segmento do presente estudo foram estabelecidos os seguintes objectivos:

- Efetuar o reconhecimento florístico dos principais tipos de habitat do setor estuarino dos rios Minho e Coura, nomeadamente os habitats naturais e semi-naturais constantes do anexo B-I do Decreto-Lei n.º 49/2005;
- Selecionar um conjunto de locais relevantes para amostragem florística, efectuando a sua georreferenciação e caracterização hidromorfológica, de modo a estabelecer uma rede permanente de parcelas para monitorização das comunidades vegetais;
- Efetuar a amostragem das comunidades vegetais nos locais seleccionados, com identificação da flora vascular presente, registo do grau de abundância-cobertura de cada espécie e da estrutura vertical da comunidade;
- Avaliar o estado ecológico das comunidades vegetais e identificar factores de ameaça relevantes para a gestão da vegetação na área de estudo.

O levantamento de estudos anteriormente realizados sobre a flora e a vegetação do estuário dos rios Minho e Coura constituiu uma etapa prévia do presente estudo. Os resultados obtidos, revelam a escassez de estudos recentes sobre a flora e a vegetação do estuário do Minho. O elevado valor ambiental desta área, integrada na Rede Natura 2000, parece não ter suscitado ainda a realização de estudos dedicados

à sua flora e vegetação. Salienta-se ainda que os estudos existentes tratam reiteradamente o estuário do rio Minho em função da fronteira política que o atravessa, com trabalhos dedicados à margem portuguesa ou à margem galega. Não existe até ao momento presente um estudo sobre a flora e a vegetação que abranja esta área como uma unidade ecológica.

2.1.1.1. Documentação histórica

O estuário do Minho surge representado em cartografia antiga, como as cartas da fronteira do Entre Douro e Minho, desenhadas por Gonçalo Brandão em 1758, atualmente disponíveis em edição facsimile (Brandão 1994). Em duas destas cartas pode apreciar-se o curso do rio Minho e dos seus afluentes, em particular a embocadura dos rios Coura e Tamuxe. Nelas são também representados depósitos arenosos emersos no leito do Minho e um conjunto de salinas existente junto à foz do rio Coura.

Uma outra fonte para o estudo histórico da paisagem estuarina do rio Minho e dos seus recursos vegetais são as *Memórias paroquiais* de 1758, recentemente editadas (Capela 2005) e que, por oportuna coincidência, são contemporâneas da informação cartográfica acima referida. No concelho de Caminha, freguesia de Seixas, a junqueira do Coura é descrita como local de “criação de bestas e gado” e caça de “aves de toda a qualidade”, ficando a descoberto na maré baixa “areais e lezerias com hervanços de que se utilizam os moradores desta freguesia” (*idem*, pp. 135-137). É igualmente mencionada a existência de “huma salinna de pessoas particulares” (*ibidem*, p. 136). Este tipo de informação poderá ser objeto de um estudo de história do ambiente, permitindo reconstituir as alterações do estuário do Minho nos últimos séculos.

2.1.1.2. Estudos florísticos e de vegetação

As primeiras referências sobre a flora do estuário do Minho e áreas adjacentes, de que temos conhecimento, encontram-se publicadas na obra de Baltasar Merino, *Flora Descriptiva e Ilustrada de Galicia* (Merino 1905-09), referência basilar dos estudos botânicos realizados na Galiza. Nesta obra são registadas cerca de duas centenas de espécies com ocorrência explícita no lado galego do estuário do Minho e áreas adjacentes, carecendo porém de atualização nomenclatural.

No que respeita à margem portuguesa, salienta-se o trabalho florístico realizado por Clemente Lourenço Pereira, pároco natural de Insalde (Paredes de Coura), publicado sob forma de artigo (Pereira 1931), e que constitui o trabalho mais desenvolvido sobre a flora da bacia do Minho realizado até ao presente. Neste artigo são registados 773

táxones da flora vascular, abrangendo vários tipos de habitats, nomeadamente a galeria ribeirinha e os juncais. Justamente considerado “*um precioso guia para exploradores futuros*” (Luisier 1933), este trabalho carece também de atualização nomenclatural e de uma revisão segundo os actuais critérios taxonómicos. Não obstante, constitui uma preciosa fonte de informação sobre a flora da área de estudo.

Durante as seis décadas seguintes não encontramos notícia de trabalhos publicados sobre a flora e a vegetação desta área. Só recentemente surgem novas referências, com a carta da vegetação atual do rio Minho e área envolvente, e respetiva descrição, produzida pela firma Tecinvest no âmbito de um estudo para a avaliação dos valores e recursos desta área (CCRN 1994). A descrição sucinta dos principais tipos de vegetação arbórea é feita segundo um critério de produção florestal, incluindo porém a vegetação ribeirinha, os juncais e os caniçais.

Uma síntese posterior de aspetos da flora e da vegetação da margem portuguesa do rio Minho (Honrado *et al.* 2004) propõe o reconhecimento de 3 tipos de troços –rochoso, palustre e estuarino–, mencionando as comunidades vegetais dominantes em cada tipo e respetivos elementos florísticos. Refira-se também um estudo fitossociológico relativo às comunidades de *Cotula coronopifolia* L. do litoral português, que inclui 2 inventários realizados no sapal do rio Coura, nos quais foram registados 10 táxones da flora vascular (Alves 2004).

Concluimos esta resenha com a referência ao trabalho de uma equipa do Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos (CIBIO), realizado nos municípios portugueses do vale do Minho –com exceção de Caminha–, que procura adequar o Plano Setorial da Rede Natura 2000 aos Planos Diretores Municipais (PDM) destes municípios (CIBIO 2007). Este trabalho inclui a identificação dos habitats naturais presentes no sítio Rio Minho e na zona de proteção especial do estuário dos rios Minho e Coura, assim como as espécies de plantas vasculares listadas no Anexo II da Diretiva Habitats. Inclui também a cartografia de habitats e de espécies, e diversas orientações de gestão a incluir no PDM de cada município ribeirinho.

2.1.2. Habitats do sítio Rio Minho

De acordo com o Plano setorial da Rede Natura 2000 (ICN, 2006), encontram-se identificados no sítio rio Minho 9 tipos de habitats naturais de interesse comunitário, cuja conservação exige a designação de Zonas Especiais de Conservação, nos termos do anexo B-I do Decreto-Lei n.º 49/2005 de 24 de Fevereiro (Tabela 8).

Destes, o habitat “Florestas aluviais de *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*” (código 91E0) é considerado prioritário.

Além destes, o estudo realizado pelo CIBIO (2007) reconhece ainda no sítio rio Minho os seguintes tipos de habitats:

- 3 habitats do grupo Habitats de água doce / subgrupo Águas paradas (códigos natura 3110, 3130 subtipo pt2, e 3150);
- 2 habitats do grupo Charnecas e matos das zonas temperadas (códigos 4020 subtipo pt2, e 4030 subtipos pt2 e pt3);
- 1 habitat do grupo Matos esclerófilos / subgrupo Matagais arborescentes mediterrânicos (código 5230);
- 2 habitats do grupo Formações herbáceas naturais e seminaturais / subgrupo Pradarias húmidas de ervas altas (códigos 6410 subtipo pt1, e 6430 subtipos pt1 e pt2);
- 1 habitat do grupo Turfeiras altas, turfeiras baixas e pântanos / subgrupo Turfeiras ácidas de *Sphagnum* (código 7140, subtipos pt1 e pt2);
- 3 habitats do grupo Habitats rochosos e grutas / subgrupo Vertentes rochosas com vegetação casmofítica (códigos 8220 subgrupo pt3, e 8230 subgrupo pt1);
- 1 habitat do grupo Florestas / subgrupo Florestas da Europa temperada (código 9160, subtipo pt1).

Tabela 8. Habitats naturais e semi-naturais do sítio Rio Minho (PTCON0019) constantes do anexo B-I do Decreto-Lei n.º 49/2005, segundo o Plano setorial da Rede Natura (ICN, 2006).

A descrição dos habitats apresenta-se no Anexo II.

Grupo	Subgrupo	Habitat	Código Natura 2000
Habitats costeiros e vegetação halófila	Águas marinhas e meios sob influência das marés	Estuários	1130
	Sapais e prados salgados atlânticos e continentais	Vegetação pioneira de <i>Salicornia</i> e outras espécies anuais das zonas lodosas e arenosas	1310
		Prados de <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimae</i>)	1320
	Prados salgados atlânticos (<i>Glauco-Puccinnetalia maritimae</i>)	1330	
	Sapais e prados salgados mediterrânicos e termoatlânticos	Matos halófilos mediterrânicos e termoatlânticos (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)	1420
Habitats de água doce	Águas correntes	Cursos de água de margens vasosas com vegetação da <i>Chenopodium rubri</i> p.p. e da <i>Bidention</i> p.p.	3270
Formações herbáceas naturais e semi-naturais	Prados naturais	Prados oro-ibéricos de <i>Festuca indigesta</i>	6160
Florestas	Florestas da Europa temperada	Florestas aluviais de <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i>	91E0*
	Florestas mediterrânicas caducifólias	Carvalhais galaico-portugueses de <i>Quercus robur</i> e <i>Q. pyrenaica</i>	9230

* Habitat prioritário

Dado que a área de estudo do presente trabalho representa apenas uma parte do sítio Rio Minho, é possível que nem todos estes habitats ocorram na área de estudo. A metodologia de trabalho, adiante mencionada, permitiu reconhecer alguns destes habitats, embora um trabalho complementar de identificação e cartografia de habitats no setor estuarino inferior do rio Minho possa ser efetuado posteriormente.

2.1.3. Metodologia

2.1.3.1. Área de estudo

A área de estudo é constituída pelo setor estuarino inferior do rio Minho, a jusante da ponte internacional de Vila Nova de Cerveira (Figura 12). Esta área, atravessada longitudinalmente pela fronteira política entre Portugal e Espanha, tem latitude compreendida entre 41° 52' N e 41° 57' N, e longitude compreendida entre 8° 44' W e 8° 51' W. A extensão longitudinal é de cerca de 12 km, com largura variável entre 210 m e 2100 m. No setor estuarino considerado, o principal afluente da margem direita do rio Minho (território espanhol) é o rio Tamuxe, e da margem esquerda (território português) é o rio Coura, cujo sapal é abrangido pela área de estudo.

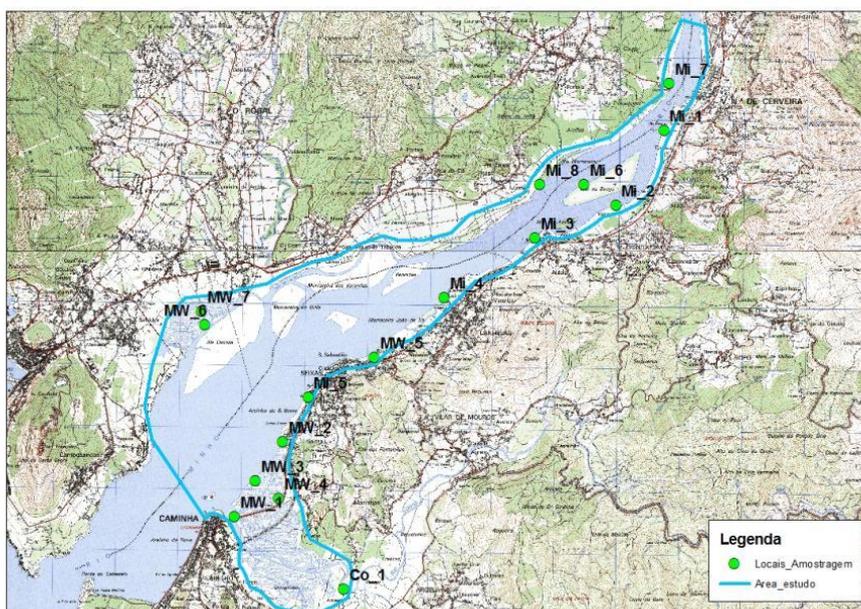


Figura 12. Área de estudo e locais de amostragem. Base cartográfica: Carta Militar de Portugal do IGeoE.

Do ponto de vista administrativo, a margem direita da área de estudo é abrangida pelos concelhos de Tomiño, O Rosal e A Guarda, da comarca do Baixo Miño, província de Pontevedra da Comunidade Autónoma da Galiza. A margem esquerda é abrangida pelos concelhos de Vila Nova de Cerveira (freguesias de Vila Nova de

Cerveira, Loivo e Gondarém) e de Caminha (freguesias de Lanhelas, Seixas e Caminha), distrito de Viana do Castelo, sub-região Minho-Lima da região Norte de Portugal.

A área de estudo está parcialmente incluída na Rede Natura 2000, através das seguintes áreas:

- Do lado galego, o sítio Baixo Miño (LIC ES1140007) e a zona Esteiro do Miño (ZEPA ES0000375), classificados pelo Decreto 72/2004, de 2 de abril.

- Do lado português, o sítio Rio Minho (PTCON0019), classificado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/97 de 28 de agosto, e a zona de proteção especial do Estuário dos Rios Minho e Coura (PTZPE0001), criada pelo Decreto-Lei n.º 384-B/99 de 23 de setembro.

Do lado galego, encontram-se ainda designadas 2 zonas húmidas, ao abrigo do Plan Hidrológico de 1988 (CHMS 2010):

- Marismas de la desembocadura del Miño (1110100141);

- Marismas de la desembocadura del Taxume (1110100142).

Do lado português, o vale do Minho e estuário do Coura encontram-se registados no Inventário Nacional de Zonas Húmidas (Farinha & Trindade 1994).

2.1.3.2. *Reconhecimento prévio e seleção de locais de amostragem*

Para seleção dos locais de amostragem da galeria ripícola e dos habitats de vegetação halófila, foi efetuado o reconhecimento integral das margens do rio Minho na área de estudo. O reconhecimento prévio foi feito em embarcação, ao longo do estuário, complementado com percursos pedestres ao longo das margens, com registo fotográfico e em caderno de campo de aspetos relativos à flora e vegetação. Tal permitiu uma avaliação preliminar do estado da galeria ripícola e dos restantes habitats, ao nível da sua complexidade estrutural e fitodiversidade, auxiliando a seleção dos locais de amostragem.

2.1.3.3. *Metodologia River Habitat Survey (RHS)*

A composição e a estrutura da galeria ripícola, e dos habitats aquáticos e ribeirinhos associados, foram registadas com a metodologia **River Habitat Survey** (RHS) (EA 2003; Raven *et al.* 1998). Esta metodologia semi-objectiva permite estabelecer a qualidade dos habitats de um sistema fluvial a partir de dados físicos e de habitat do

sistema aquático e da zona ribeirinha envolvente, qualitativos e quantitativos, através de um protocolo de registo com elevado detalhe, assente em fichas padronizadas. A metodologia inclui o registo das condições morfológicas como elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico, de acordo com o disposto na Diretiva-Quadro da Água (DQA) (Anexo V da Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000), tendo sido adoptada em Portugal pelo Instituto Nacional da Água para caracterização de elementos hidromorfológicos.

A metodologia RHS baseia-se numa caracterização de variáveis hidromorfológicas e do corredor ribeirinho ao longo de troços fluviais com 500 m de comprimento, abrangendo uma faixa de 50 m de largura em cada margem. O registo de variáveis é conduzido a dois níveis: segundo transeptos (*spot-checks*) dispostos em intervalos de 50 m entre si, e de modo contínuo (*sweep-up*) ao longo de todo o troço (Figura 2). No primeiro nível (conjunto de 10 transeptos), as variáveis registadas dizem respeito ao substrato do canal, tipo de corrente, características de habitat, tipos de vegetação aquática, estrutura da vegetação da margem e estruturas artificiais. No segundo nível (observação contínua em 500 m) é registado o uso do solo adjacente às margens, o perfil das margens, a extensão da galeria arbórea e de diversas características do canal e das margens. Adicionalmente, recolhem-se dados morfométricos numa secção do canal representativa e dados sobre características de interesse particular, sobre espécies vegetais com potencial invasor e sobre características gerais do troço.

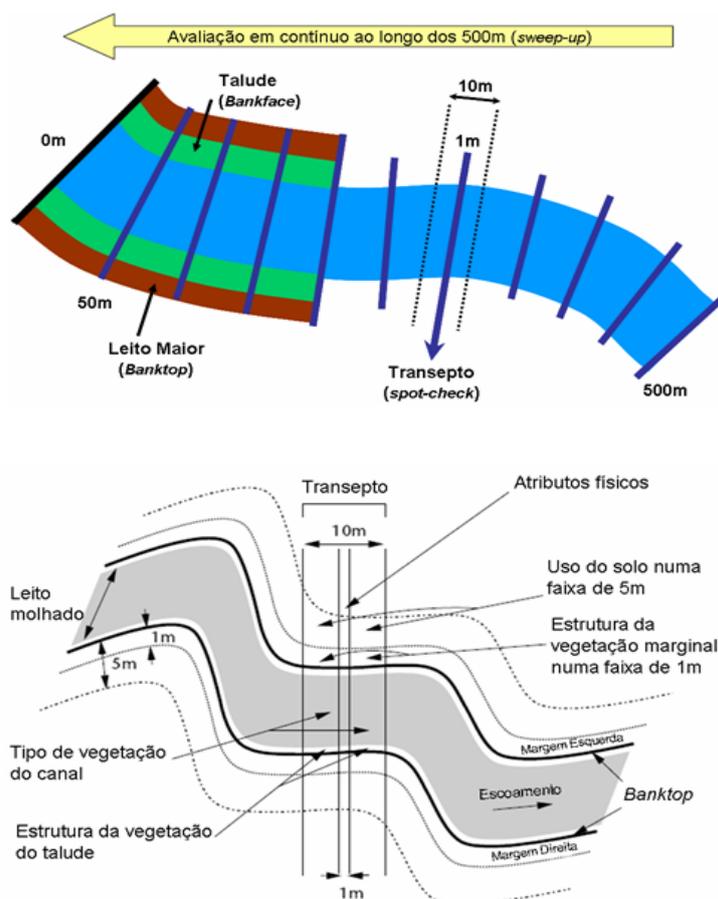


Figura 13. Representação esquemática do método River Habitat Survey, que engloba a observação discreta em transeptos equidistantes (*spot-checks*) e contínua ao longo de 500 m (*sweep-up*). Adaptado de EA (2003).

Da aplicação do método RHS derivam o **Índice de Modificação do Habitat** (*Habitat Modification Score - HMS*) e o **Índice de Qualidade de Habitat** (*Habitat Quality Assessment - HQA*) (Raven *et al.* 1998; Raven *et al.* 2000). O índice HMS quantifica o grau de artificialização do canal de acordo com as características observadas em cada local, segundo os valores apresentados na Tabela 9. Quanto ao índice HQA, composto pela agregação de 10 sub-índices, é uma medida da riqueza, raridade e diversidade dos habitats fluviais.

Este índice foi testado em Portugal em trabalhos decorrentes da aplicação da DQA, procurando aferir a sua sensibilidade na detecção de pressões antropogénicas em cada tipo de massas de água (Cortes *et al.* 2008). Como resultado, obtiveram-se diferentes pontuações deste índice para cada tipo de rio, de acordo com a tipologia de rios de Portugal Continental (INAG 2008b), refletindo condições de referência distintas.

No presente estudo, as pontuações do índice HQA são analisadas tendo por base os valores constantes na Tabela 10, relativos ao tipo N1 (Rios do Norte).

Tabela 9. Índice de Modificação do Habitat (HMS): amplitude de valores, classes e significado em termos de qualidade física.

Índice	Classe de modificação	Amplitude de valores	Significado em termos de qualidade física do troço
HMS	1	0 $0 \leq x \leq 2$	Pristino Sem alteração ou semi-natural
	2	$3 \leq x \leq 8$	Predominantemente não modificado
	3	$9 \leq x \leq 20$	Obviamente modificado
	4	$21 \leq x \leq 44$	Significativamente modificado
	5	≥ 45	Severamente modificado

Tabela 10. Índice de Qualidade de Habitat (HQA): classes de qualidade, amplitudes de pontuação e atributos para o tipo de rio N1 (Rios do Norte).

Índice	Classes de Qualidade	Pontuações do Índice	Atributos
HQA	1	$x < 13$	Qualidade péssima
	2	$13 \leq x < 24$	Qualidade má
	3	$24 \leq x < 35$	Qualidade aceitável
	4	$35 \leq x < 46$	Boa qualidade
	5	$x \geq 46$	Ótima qualidade

Refira-se, por último, que a metodologia RHS foi desenvolvida e testada em secções fluviais, sem uma definição clara do ponto a jusante do qual as características morfológicas e os processos que influenciam os habitats e as condições ecofisiológicas são modificados pelo fluxo das marés (Clark & Hill 2000). A aplicação deste método em áreas estuarinas pode não refletir a natureza destas áreas, no que se refere à influência das marés, devido à existência de correntes multidirecionais e à salinidade do meio, que determinam processos físicos, tipos de habitats e respostas biológicas potencialmente distintos. Embora a análise e interpretação dos resultados obtidos seja ponderada por este aspeto, o emprego desta metodologia justifica-se, no entanto, por permitir a comparação de troços fluviais sujeitos a condições estuarinas semelhantes.

2.1.3.4. Qualidade do bosque ribeirinho (QBR)

Para avaliação complementar da qualidade do habitat ribeirinho, foi aplicado o Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho (*Qualitat del Bosc de Ribera* - QBR), desenvolvido por Munné *et al.* (2003). Este índice é baseado em 4 componentes do habitat ripícola:

- Cobertura total da vegetação ripícola, expressa em percentagem;
- Estrutura do coberto vegetal, determinada pelo número de estratos verticais;
- Qualidade do coberto vegetal;
- Grau de alteração do canal fluvial.

O cálculo do QBR considera a variação na geomorfologia do curso de água entre secções de montante, intermédias e de jusante, quantificada de forma simples. O valor final do índice obtém-se somando o valor de cada componente, variando entre 0 (mínima qualidade) e 100 (máxima qualidade). O formulário para cálculo do QBR pode ser preenchido no terreno em cerca de 10 minutos, requerendo apenas um conhecimento genérico da flora local e capacidade para distinguir espécies arbóreas nativas de espécies exóticas.

Os troços de amostragem, com 100 m de comprimento, coincidem com os troços selecionados para a amostragem de macrófitos. Na Tabela 11 apresentam-se as classes de qualidade do QBR, estabelecidas em função das pontuações obtidas.

Tabela 11. Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho (QBR): classes de qualidade, amplitudes de pontuação e atributos correspondentes (Munné *et al.* 2003).

Índice	Classes de Qualidade	Pontuações do Índice	Atributos
QBR	1	$x \geq 95$	Habitat ripícola em condições naturais
	2	$75 \leq x < 90$	Boa qualidade, mas alguma perturbação
	3	$55 \leq x < 70$	Qualidade média, com perturbação
	4	$30 \leq x < 50$	Baixa qualidade, fortemente alterado
	5	$x \leq 25$	Má qualidade, degradação extrema

2.1.3.5. Amostragem de macrófitos (protocolo INAG)

A amostragem de macrófitos - plantas visíveis a olho nu, que se encontram no canal e talude do sistema fluvial, ou em ambientes encharcados ou húmidos (Wetzel 2001) - foi efetuada segundo o protocolo do INAG (2008a), desenvolvido no âmbito da Directiva Quadro da Água. Esta metodologia é aplicada a troços fluviais com 100 m de comprimento, segundo 5 transeptos espaçados 20 m entre si, nos quais são

registadas as características do canal, das margens e da vegetação. Em cada troço de amostragem é realizado um levantamento florístico integral, com registo da percentagem de cobertura de cada espécie e colheita de espécimes para herborização. A cobertura, entendida como a projecção no plano horizontal do volume ocupado pela parte aérea de cada planta, é estimada visualmente; a percentagem de cobertura de cada espécie vegetal no troço de amostragem é depois convertida numa escala decimal de graus de cobertura (Tabela 12).

Tabela 12. Classes de cobertura de cada espécie vegetal e graus de cobertura correspondente, por troço de amostragem (INAG 2008a).

Percentagem de cobertura	Grau de cobertura
Ausente	0
<0.1%	1
0.1-1%	2
1-2.5 %	3
2.5 – 5%	4
5-10 %	5
10-25%	6
25-50%	7
50-75%	8
>75%	9

A amostragem de macrófitos foi realizada em tandem com a metodologia RHS, com os troços de amostragem de macrófitos (100 m de extensão) localizados no interior dos troços de amostragem RHS (500 m de extensão). Os espécimes vegetais foram colhidos e processados de acordo com Bridson & Forman (1999). A identificação foi realizada com recurso à lupa binocular, a Floras de referência (Castroviejo 1986-; Franco 1971-84; Franco & Afonso 1994-2003) e a artigos especializados (Castroviejo & Coello 1980; Rose 1989; SanLeón *et al.* 1999).

2.1.3.6. *Recolha de dados em zonas húmidas (ficha MedWet)*

A metodologia MedWet de inventário de zonas húmidas foi desenvolvida entre 1993 e 1996 no âmbito do Projecto MedWet, realizado pelo Instituto da Conservação da Natureza e pela Wetlands International, com o objetivo de recolher de forma eficaz e padronizada informação sobre zonas húmidas (Costa *et al.* 1996). No presente estudo foi seguida a metodologia proposta no *Manual para a recolha de dados sobre Zonas Húmidas* (Farinha *et al.* 2004), que aplica as metodologias de inventário MedWet como ferramenta de apoio à elaboração e monitorização de Planos de Gestão de Zonas

Húmidas. Deste modo, as áreas de juncal/sapal da área de estudo foram inventariadas com o auxílio de fichas normalizadas, para eventual integração da informação na base de dados MW/SUDOE.

2.1.4. Resultados e discussão

2.1.4.1. Saídas de campo realizadas

Durante o presente estudo foram realizadas 16 saídas de campo, quer para reconhecimento prévio (4 saídas), quer para amostragem (12 saídas), abrangendo ambas as margens do estuário do Minho, tal como se indica na Tabela 13. As saídas de reconhecimento foram realizadas no outono/inverno de 2010/11 e as de amostragem na primavera/verão de 2011, época mais favorável para o registo florístico.

A principal dificuldade surgida durante o reconhecimento e a amostragem foi a existência de troços ribeirinhos com vegetação muito densa, dominada por silvados, sobretudo na margem portuguesa do estuário, o que retardou consideravelmente o ritmo de amostragem. No que se refere às áreas de sapal e outros locais inundáveis, o reconhecimento e a amostragem foram condicionados pelo horário das marés, tendo-se procurado ajustar o trabalho de campo aos períodos de maré baixa.

Tabela 13. Saídas de campo realizadas durante o presente estudo.

Data	Descrição
22-10-2010	Reconhecimento da área de estudo em embarcação (estuário do Minho-Coura), com registo fotográfico e colheita de plantas. Registo de potenciais locais de amostragem.
28-10-2010	Reconhecimento da margem esquerda do rio Minho (troço V. N. Cerveira -Gondarém).
25-11-2010	Reconhecimento da margem esquerda do rio Minho (troço Gondarém-Lanhelas).
2-01-2011	Reconhecimento da margem esquerda do rio Minho (troço Lanhelas-Seixas).
31-03-2011	Amostragem do troço fluvial em V.N. Cerveira.
13-05-2011	Amostragem do troço fluvial em V.N. Cerveira.
14-05-2011	Amostragem do troço fluvial em Gondarém.
23-05-2011	Amostragem do troço fluvial em Gondarém e Lanhelas.
25-05-2011	Amostragem do troço fluvial em Seixas.
6-06-2011	Amostragem do troço fluvial em Lanhelas.
9-06-2011	Amostragem do troço fluvial na ilha da Boega.
15-06-2011	Amostragem do sapal do rio Coura.
17-06-2011	Amostragem do troço fluvial/sapal em Seixas.
30-07-2011	Amostragem do sapal nas antigas salinas (Seixas).
16-08-2011	Reconhecimento e amostragem da margem direita do rio Minho (troço fluvial O Couto/Goíán até à foz do Tamuxe).
21-09-2011	Reconhecimento e amostragem da margem direita do rio Minho (troço fluvial da foz do Tamuxe até Passaxe/Camposancos).

2.1.4.2. *Locais de amostragem seleccionados (parcelas permanentes)*

O reconhecimento de campo efetuado permitiu seleccionar um conjunto de 9 troços ribeirinhos para amostragem com a metodologia RHS, o protocolo QBR e o protocolo de macrófitos, aplicados em tandem. A localização destes troços é apresentada na Fig. 1, encontrando-se 5 troços na margem portuguesa do estuário (Mi_1 a Mi_5), 1 troço na ilha da Boega (Mi_6), 2 troços na margem galega (Mi_7 e Mi_8) e um troço no rio Coura (Co_1).

Na Tabela 14 apresenta-se o enquadramento administrativo de cada troço, as coordenadas do ponto de início da amostragem, registadas no terreno com recetor GPS, e o comprimento respetivo.

Tabela 14. Locais de amostragem da vegetação ribeirinha na área de estudo.

Código	Local	Metodologia de amostragem	Coordenadas (WGS 84) do ponto de início	Comprimento do troço amostrado
Mi_1	V.N. Cerveira: a jusante do Aquamuseu.	RHS	41° 56' 7.0"N 8° 45' 6.9" W	500 m
		Macrófitos + QBR	41° 56' 7.1" N 8° 45' 7.1" W	100 m
Mi_2	V.N. Cerveira: Gondarém, a jusante do cais do Ligo.	RHS	41° 55' 27.7"N 8° 45' 40.0" W	500 m
		Macrófitos + QBR	41° 55' 28.0"N 8° 45' 40.3" W	100 m
Mi_3	V.N. Cerveira: Gondarém, a jusante do cais da Mota.	RHS	41° 55' 10.3"N 8° 46' 35.9" W	500 m
		Macrófitos + QBR	41° 55' 10.2"N 8° 46' 36.5" W	100 m
Mi_4	Caminha: Lanhelas, Morracedra João de Sá.	RHS	41° 54' 38.7"N 8° 47' 38.6" W	500 m
		Macrófitos + QBR	41° 54' 37.0"N 8° 47' 41.0" W	100 m
Mi_5	Caminha: Seixas, Areíño de São Bento.	RHS	41° 53' 46.4"N 8° 49' 12.3" W	500 m
		Macrófitos + QBR	41° 53' 41.3"N 8° 49' 15.7" W	100 m
Mi_6	V.N. Cerveira: Ilha da Boega.	RHS	41° 55' 30.6"N 8° 46' 15.2" W	500 m
		Macrófitos + QBR	41° 55' 35.3"N 8° 46' 8.5" W	100 m
Mi_7	Goián (Pontevedra): O Couto.	RHS	41° 56' 45.7"N 8° 45' 00.1" W	500 m
		Macrófitos + QBR	41° 56' 45.7"N 8° 45' 00.1" W	100 m
Mi_8	O Rosal (Pontevedra): As Eiras.	RHS	41° 55' 40.0"N 8° 46' 19.9" W	500 m
		Macrófitos + QBR	41° 55' 40.0"N 8° 46' 19.9" W	100 m
Co_1	Caminha: Vilarelho, a jusante cais do Pêgo.	RHS	41° 52' 5.97"N 8° 48' 46.38" W	500 m
		Macrófitos + QBR		100 m

Foram ainda seleccionados 7 locais para amostragem de zonas húmidas (juncal/sapal) com a ficha MedWet, em parcelas circulares, cuja localização é também apresentada na Figura 12. Área de estudo e locais de amostragem. Base cartográfica: Carta Militar de Portugal do IGeoE.. Destes locais, 5 encontram-se na margem portuguesa do estuário (MW_1 a MW_5) e 2 na margem galega (MW_6 e MW_7). Na Tabela 15 apresenta-se o enquadramento administrativo de cada local, as coordenadas do ponto central da amostragem, registadas no terreno com recetor GPS, e o raio da parcela de amostragem.

Tabela 15. Locais de amostragem de zonas húmidas na área de estudo.

Código	Local	Metodologia de amostragem	Coordenadas (WGS 84)	Raio da parcela de amostragem
MW_1	Caminha: sapal do Coura, a jusante da ponte rodoviária.	MedWet	41°52'43.50"N 8°50'2.90"W	10 m
MW_2	Caminha: Seixas, Pedras Ruivas, no sapal.	MedWet	41°53'22.80"N 8°49'29.90"W	8 m
MW_3	Caminha: Seixas, entre Pedras Ruivas e foz do Coura, no sapal.	MedWet	41°53'2.20"N 8°49'48.60"W	10 m
MW_4	Caminha: Seixas, nas antigas salinas.	MedWet	41°52'53.20"N 8°49'31.90"W	10 m
MW_5	Caminha: entre Lanhelas e Seixas, no juncal da Boalheira.	MedWet	41°54'7.20"N 8°48'26.40"W	10 m
MW_6	A Guarda: Salcidos, na xunqueira.	MedWet	41°54'23.70"N 8°50'24.60"W	10 m
MW_7	A Guarda: Salcidos, no caniçal.	MedWet	41°54'31.00"N 8°50'26.50"W	5 m

Este conjunto de locais de amostragem, devidamente georreferenciado, constitui a nossa **proposta de rede de parcelas permanentes**, que poderá permitir uma monitorização a longo termo da evolução da flora e da vegetação, e respetivos habitats, no estuário do Minho-Coura.

2.1.4.3. Resultados da metodologia RHS

Os dados recolhidos no terreno com a metodologia RHS foram verificados e tratados com o *software* RAPID 2.1 (Davy-Bowker *et al.* 2008). Os resultados respeitantes ao índice HMS apresentam-se na Tabela 9 e ao índice HQA na

Tabela 16.

Tabela 16. RHS: resultado do índice HMS – Habitat Modification Score.

Local de amostragem	Entubamentos / passagens hidráulicas	Reforço das margens e do leito	Reperfilamento das margens e do leito	Bermas e alteamento das margens	Açudes / barragens	Pontes	Margens espezinhadadas	Passagens a vaus	Descargas e defletores	HMS - Pontuação do índice*	HMS - Classe de modificação do habitat
Mi_1	0	20	0	20	0	0	0	0	0	40	2
Mi_2	0	20	240	40	0	0	0	0	100	400	3
Mi_3	0	40	80	80	0	0	0	0	0	200	3
Mi_4	0	150	0	0	0	0	0	0	100	250	3
Mi_5	0	150	240	124	0	0	0	0	0	514	4
Mi_6	0	30	0	0	0	0	0	0	0	30	2
Mi_7	0	310	480	36	0	0	0	0	0	826	4
Mi_8	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20	2
Co_1	0	310	320	144	0	0	10	0	0	784	4

* Valores quadráticos

Tabela 17. RHS: resultado do índice HQA – Habitat Quality Assessment.

Local de amostragem	Tipo de escoamento	Substrato do canal	Características do canal	Características das margens	Estrutura da vegetação ripícola	Vegetação do canal	Uso do solo	Arvores e características associadas	Características especiais	HQA - Pontuação do índice	HQA - Classe de qualidade de habitat
Mi_1	5	5	2	3	6	3	4	13	5	46	5
Mi_2	4	5	3	5	6	4	2	13	1	43	4
Mi_3	4	5	2	5	6	1	4	13	5	45	4
Mi_4	3	5	3	9	9	3	2	19	2	55	5
Mi_5	4	3	3	5	6	0	4	8	2	35	4
Mi_6	4	5	3	8	6	1	5	17	4	53	5
Mi_7	4	4	2	7	8	3	7	10	2	47	5
Mi_8	3	2	2	6	6	2	9	12	1	43	4
Co_1	6	6	2	8	12	8	5	11	4	62	5

Como se constata na

Tabela 16, não foram registados na amostragem locais sem alterações ou em estado seminatural (Classe 1), nem locais severamente modificados (Classe 5). O grau mais elevado de modificação do habitat, expresso pelo índice HMS, foi obtido nas amostras Co_1, Mi_1 e Mi_7 (Classe 4 – significativamente modificado), devido, sobretudo, à artificialização causada pelo reforço e reperfilamento das margens e do leito. Um outro conjunto de amostras, Mi_2, Mi_3 e Mi_4, apresenta uma modificação média (Classe 3 – obviamente modificado), devida ao reforço ou reperfilamento das margens e do leito, e à presença de defletores no canal. Os locais com menor grau de modificação (Classe 2 – predominantemente não modificado) são representados pelas amostras Mi_1, Mi_6 e Mi_8, localizadas na parte montante da área de estudo.

Quanto à qualidade do habitat, a Tabela 17 permite constatar que a aplicação do índice HQA ao conjunto de amostras resulta em apenas duas classes, com boa ou ótima qualidade. Os locais com ótima qualidade de habitat (Classe 5) são representados pelas amostras Mi_1, Mi_4, Mi_6, Mi_7 e Co_1, devida à pontuação elevada obtida nos descritores “estrutura da vegetação ripícola”, “árvores e características associadas” e “características das margens”. As restantes amostras apresentam boa qualidade de habitat, devida à pontuação obtida nos mesmos descritores. Apresenta-se um aspeto da galeria ribeirinha com classe 5 de qualidade de habitat na Figura 14.



Figura 14. Galeria ribeirinha do rio Minho a jusante de Vila Nova de Cerveira, com elevada qualidade de habitat (Mi_1).

Os resultados elevados obtidos com o índice HQA refletem o critério de seleção das amostras, referido em 6.1, deliberadamente localizadas em troços da galeria ripícola com elevada complexidade estrutural. Por outro lado, verifica-se uma relativa independência entre o índice HQA de uma dada amostra e o respetivo índice HMS. Por exemplo, as amostras Mi_1 e M_6, com ótima qualidade de habitat, apresentam baixo grau de modificação; mas as amostras Mi_1 e Mi_7, significativamente modificadas, apresentam igualmente ótima qualidade de habitat. Este resultado ilustra a importância da avaliação independente de ambos os parâmetros, considerando que os habitats ripícolas e fluviais submetidos a alterações significativas podem atingir níveis elevados de qualidade, sobretudo se a sua capacidade de regeneração não for condicionada. A monitorização a longo termo dos habitats amostrados permitirá aferir este resultado.

2.1.4.4. Resultados do índice QBR

Os resultados da aplicação do índice QBR apresentam-se na Tabela 18, com discriminação do valor obtido em cada componente do índice. Constata-se que apenas 2 amostras apresentam um valor para este índice inferior a 75% (Co_1 e Mi_6), estando as restantes amostras acima deste valor. O valor mais elevado (100%) é atingido em Mi_8.

Tabela 18. QBR: resultados do índice de qualidade do bosque ribeirinho.

Local de amostragem	Cobertura total da vegetação ripícola	Estrutura do coberto vegetal	Qualidade do coberto vegetal	Grau de alteração do canal fluvial	QBR - valor final	QBR - classe de qualidade
Mi_1	15	15	25	25	80	2
Mi_2	25	15	25	25	90	2
Mi_3	20	25	25	25	95	1
Mi_4	25	25	15	25	90	2
Mi_5	15	15	25	25	80	2
Mi_6	25	15	10	25	75	2
Mi_7	25	25	20	25	95	1
Mi_8	25	25	25	25	100	1
Co_1	15	15	20	5	55	3

O valor reduzido da amostra Co_1 deve-se sobretudo à alteração do canal fluvial (existência de estruturas rígidas ao longo das margens) e da amostra Mi_6 à baixa qualidade do coberto vegetal (presença de comunidades de árvores exóticas). Nas restantes 7 amostras, o índice apresenta valores elevados, refletindo a boa qualidade do bosque ribeirinho nos locais amostrados.

2.1.4.5. Resultados da amostragem de macrófitos

Nos 9 troços ribeirinhos amostrados foram registadas 137 espécies de plantas vasculares, pertencentes a 61 famílias. Para cada espécie foi determinado o respetivo grau de cobertura, tal como se apresenta na Tabela 19. O enquadramento taxonómico das espécies registadas é o seguinte:

- Divisão Pteridophyta: total de 7 espécies, distribuídas por 7 famílias;
- Divisão Spermatophyta / Classe Magnoliopsida: total de 96 espécies, distribuídas por 41 famílias;
- Divisão Spermatophyta / Classe Liliopsida: total de 31 espécies, distribuídas por 13 famílias.

As famílias com maior diversidade de espécies são *Compositae* (14 espécies), *Gramineae* (12 espécies) e *Leguminosae* (10 espécies), que representam 27% do total de espécies registadas. As famílias *Cyperaceae* (6 espécies), *Labiatae* (6 espécies), *Caryophyllaceae* (5 espécies) e *Umbelliferae* (5 espécies) representam 16% do total de espécies. Em conjunto, estas 7 famílias incluem 58 espécies, ou seja, 43% do total de espécies registadas na amostragem.

Tabela 19. Resultados da amostragem de macrófitos: lista de espécies e graus de cobertura em cada amostra. A correspondência dos graus de cobertura com percentagens de coberto apresenta-se na Tabela 12.

	Mi_1	Mi_2	Mi_3	Mi_4	Mi_5	Mi_6	Mi_7	Mi_8	Co_1
Data	31-03 2011	13-05 2011	23-05 2011	06-06 2011	15-06 2011	09-06 2011	16-08 2011	16-08 2011	04-03 2010
Família/Espécie									
Agavaceae Cordyline australis (G.Forst.) Endl.	1								
Amaranthaceae Amaranthus sp.					1				
Amaryllidaceae Narcissus bulbocodium L.	2								
Araceae Arum italicum Miller									1
Araliaceae Hedera hibernica (G. Kirchn.) Bean	2		4	2	1	2	1	1	
Aristolochiaceae Aristolochia sp.	1								
Aspidiaceae Polystichum setiferum (Forssk.) Woyn.		1							
Aspleniaceae Asplenium sp.	1						1		
Athyriaceae Athyrium sp.							1		
Betulaceae Alnus glutinosa (L.) Gaertn.	6	7	5	4	6		6	5	
Boraginaceae Echium plantagineum L. Myosotis laxa Lehm subsp. caespitosa (C. F. Schultz) Nordh.						1		2	
Callitrichaceae Callitriche cf. brutia Petagna				1		1			
Cannabaceae Humulus lupulus L.	4	1	5					1	
Cannaceae Canna indica L.					1				
Caprifoliaceae Lonicera periclymenum L. Sambucus nigra L. subsp. nigra		1 3	1	1	1 4			1 1	1 1
Caryophyllaceae Cerastium diffusum Pers. subsp. diffusum Cucubalus baccifer L. Sagina maritima G. Don Silene sp. Stellaria media (L.) Vill.	1 1 2			1			1	2	1 1
Chenopodiaceae Chenopodium sp.					2				
Commelinaceae			5			7	5	2	

	Mi_1	Mi_2	Mi_3	Mi_4	Mi_5	Mi_6	Mi_7	Mi_8	Co_1
Tradescantia fluminensis Velloso									
Compositae (= Asteraceae)					1				
Andryala integrifolia L.								1	
Arctium minus Bernh.								1	
Artemisia vulgaris L.								1	
Bidens sp.					3		1	2	
Coleostephus myconis (L.) Reichenb. fil.					1				1
Conyza sp.	1				1		1	1	
Eupatorium cannabinum L.							2	2	
Hypochoeris sp.								1	
Lactuca sp.					1				
Leontodon cf. taraxacoides (Vill.) Mérat						1			
Picris hieracioides L.					2				
Senecio aquaticus Hill		4	3	1		2	2		
Sonchus cf. oleraceus L.						1			
Taraxacum sp.	1								
Convolvulaceae		1	2		3		1	1	
Convolvulus arvensis L.									
Cucurbitaceae	2				3				
Bryonia dioica Jacq.									
Cyperaceae	2	5		2	6				
Bolboschoenus maritimus (L.) Palla							2		
Carex pendula Huds.								1	
Cyperus cf. eragrostis Lam.					2				
Cyperus sp.		1		1					
Isolepis cernua (Vahl) Roemer & Schultes						1			
Schoenoplectus cf. pungens (Vahl) Palla			2		1		2		
Equisetaceae	1	1				1			
Equisetum arvense L.									
Fagaceae				2					
Castanea sativa Miller									
Quercus robur L.	3	4	5				1	4	1
Geraniaceae	1	1							1
Geranium dissectum L.									
Geranium purpureum Vill.		1			1				
Gramineae (= Poaceae)				4					
Arundo donax L.									
Avena barbata Link					1				
Brachypodium cf. sylvaticum (Hudson) Beauv.						1	2	1	
Briza maxima L.					1				
Briza minor L.					1				
Bromus diandrus Roth					1				

	Mi_1	Mi_2	Mi_3	Mi_4	Mi_5	Mi_6	Mi_7	Mi_8	Co_1
Dactylis glomerata L.	2				1	1	1	1	
Echinochloa crus-galli (L.) Beauv.					1				
Holcus sp.					2				
Phalaris arundinacea L.			3		5	1	2		
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steudel	4	5			2				1
Poa annua L.	5	2	6		1				
Guttiferae (= Clusiaceae)									1
Hypericum sp.									
Hypolepidaceae									
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn subsp. aquilinum	1						1		1
Iridaceae									
Crocsmia x crocosmiflora (Lemoine) N.E. Br.								1	
Iris pseudacorus L.			1						
Juncaceae				2	7	1	2		
Juncus maritimus Lam.									
Juncaginaceae									
Triglochin maritima L.							1		
Triglochin striata Ruiz & Pavón				1		1			
Labiatae (= Lamiaceae)									
Clinopodium vulgare L.							1		
Lamium purpureum L.	2								
Lycopus europaeus L.		3	2		1		2	1	
Marrubium vulgare L.						1		1	
Mentha aquatica L.							1		
Mentha suaveolens Ehrh.	2	2						1	1
Lauraceae									
Laurus nobilis L.			5	3		4			1
Leguminosae (= Fabaceae)									
Acacia dealbata Link				3					5
Acacia melanoxylon R. Br.	3			6		7		6	
Adenocarpus cf. lainzii (Castrov.) Castrov.					1				
Cytisus scoparius (L.) Link					1				
Lotus sp.	2				2				
Medicago sp.	2								
Ornithopus sp.									1
Robinia pseudoacacia L.							1		
Trifolium angustifolium L.					1				
Trifolium sp.	2								1
Liliaceae									
Ruscus aculeatus L.							1		
Linaceae									
Linum sp.					1				
Lythraceae									
Lythrum junceum Banks & Sol.					2				

	Mi_1	Mi_2	Mi_3	Mi_4	Mi_5	Mi_6	Mi_7	Mi_8	Co_1
Lythrum salicaria L.	2	1	3		3	2	2	2	1
Myrtaceae Eucalyptus globulus Labill.									1
Oleaceae Fraxinus angustifolia Vahl	6	4	5	3	6	6	1	5	1
Onagraceae Epilobium sp. Oenothera biennis L. x Oe. glazioviana Micheli	1				1			2	
Osmundaceae Osmunda regalis L.							4		
Papaveraceae Chelidonium majus L. Fumaria sp.	1 1								1
Phytolaccaceae Phytolacca americana L.					1	1	1	1	
Plantaginaceae Plantago lanceolata L. Plantago major L.	1 2	2				1		1	1
Polygonaceae Polygonum sp. Rumex cf. conglomeratus Murray Rumex crispus L.	1	3 2	4 3		2	1	1 2	1 1	2 1
Polypodiaceae Polypodium sp.	1						1		1
Portulacaceae Portulaca oleracea L.					1				
Primulaceae Samolus valerandi L.		1	2	1	1	1	1		
Ranunculaceae Ranunculus cf. penicillatus (Dumort.) Bab. Ranunculus flammula L. Ranunculus repens L.	2 2	3 4	2 2	1		1	2		1
Rhamnaceae Frangula alnus Miller							2		
Rosaceae Crataegus monogyna Jacq. Filipendula ulmaria (L.) Maxim. Prunus cf. spinosa L. Rubus cf. ulmifolius Schott	4	7	4	4	4	7	2 1 2 3		2
Rubiaceae Galium aparine L. Galium cf. palustre L.	1	2			1				
Salicaceae Populus cf. nigra L. Salix atrocinerea Brot. Salix salviifolia Brot. Salix cf. viminalis L.	5	4	3 7	5	5 4	4 6	4 5	6 2	6
Scrophulariaceae					1				

	Mi_1	Mi_2	Mi_3	Mi_4	Mi_5	Mi_6	Mi_7	Mi_8	Co_1
Misopates orontium (L.) Raf.			1						
Veronica linkiana Franco			1						
Smilacaceae Smilax aspera L.				1					
Solanaceae Solanum nigrum L.		2						1	
Typhaceae Typha latifolia L.		2							
Umbelliferae (= Apiaceae) Daucus carota L.					1				
Foeniculum vulgare Miller	4								
Hydrocotyle vulgaris L.						1			
Oenanthe crocata L.	7	8	6	4	3	3	2	2	1
Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Hayek	1	4	5	3		3	2		
Urticaceae Urtica dioica L.	4	3				1			
Violaceae Viola riviniana Rchb.	1								
Vitaceae Vitis vinifera L.					2				

No que respeita ao grau de presença, existem 3 espécies presentes em todas as amostras (espécies constantes):

Fraxinus angustifolia, *Oenanthe crocata* e *Rubus cf. ulmifolius*.

Presentes em 75-99% das amostras encontram-se as seguintes 4 espécies:

Alnus glutinosa, *Hedera hibernica*, *Lythrum salicaria* e *Salix atrocinerea*.

Estas espécies (com exceção de *Hedera hibernica* e *Lythrum salicaria*) são as que apresentam também valores mais elevados de cobertura no conjunto das amostras.

Com presença em 50-74% das amostras encontram-se as seguintes espécies:

Bolboschoenus maritimus, *Convolvulus arvensis*, *Dactylis glomerata*, *Lonicera periclymenum*, *Lycopus europaeus*, *Quercus robur*, *Ranunculus flammula*, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Rumex cf. conglomeratus*, *Samolus valerandi*, *Senecio aquaticus*.

Apenas 18 espécies estão presentes em mais de 50% das amostras.

Estes resultados permitem reconstituir a matriz florístico-estrutural da galeria ribeirinha do setor estuarino inferior do rio Minho, tal como se apresenta na Tabela 20 e se ilustra na Figura 15. Note-se que nos estratos arbóreo, arbustivo e escandente as espécies registadas são comuns a galerias ribeirinhas de áreas não estuarinas. Ao nível do estrato herbáceo registam-se espécies mais ligadas ao meio estuarino, adaptadas a águas salobras, como *Bolboschoenus maritimus* e *Samolus valerandi*.

Tabela 20. Espécies dominantes por estrato de vegetação na galeria ribeirinha da área de estudo.

Estrato de vegetação	Espécies dominantes, presentes em mais de 75% das amostras	Outras espécies presentes em 50-75% das amostras
Estrato arbóreo (mais de 5 m)	<i>Salix atrocinerea</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Quercus robur</i>
Estrato arbustivo (2-5 m)	<i>Rubus cf. ulmifolius</i>	
Estrato herbáceo (até 2 m)	<i>Lythrum salicaria</i> <i>Oenanthe crocata</i>	<i>Bolboschoenus maritimus</i> <i>Convolvulus arvensis</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Ranunculus flammula</i> <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> <i>Rumex cf. conglomeratus</i> <i>Samolus valerandi</i> <i>Senecio aquaticus</i>
Estrato escandente (lianas)	<i>Hedera hibernica</i>	<i>Lonicera periclymenum</i>



Figura 15. Aspetos da galeria ribeirinha na área de estudo, podendo reconhecer-se as espécies arbóreas dominantes. Dir.: *Salix atrocinerea* Brot. (Mi_2). Esq.: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. e *Fraxinus angustifolia* Vahl (Mi_1).

Relativamente à fitodiversidade das amostras, o número de espécies registado variou entre um mínimo de 23 espécies (Mi_4) e máximo de 53 espécies (Mi_5). Considerando esta amplitude de variação, estabeleceram-se 3 classes de fitodiversidade, tal como se apresenta na Tabela 21.

Tabela 21. Classificação das amostras em função do n.º de espécies registadas.

Classe	N.º espécies	Amostras
Classe 1	43-53	Mi_1, Mi_5, Mi_7
Classe 2	33-42	Mi_2, Mi_8
Classe 3	23-32	Mi_3, Mi_4, Mi_6, Co_1

Na amostra Mi_5, a presença de um caminho adjacente à galeria ribeirinha (Figura 16) permite a ocorrência neste local de muitas espécies ruderais e viárias, que contribuem para o número elevado de espécies registadas.



Figura 16. Galeria ribeirinha com caminho adjacente, facilitando a ocorrência de espécies ruderais e viárias (Mi_5).

As amostras Mi_1 e Mi_7, localizadas a montante da área de estudo, apresentam valores de fitodiversidade também elevados (46 e 44 espécies, respetivamente); o índice HQA obtido nestes locais foi elevado, correspondendo à classe 5 de qualidade de habitat (cf. Tabela 17). As amostras Mi_2 e Mi_8, com 35 e 38 espécies registadas, apresentam um valor de HQA inferior (classe 4 de qualidade de habitat). As restantes amostras, apesar das classes elevadas de qualidade, apresentam níveis mais baixos de fitodiversidade.

No conjunto das espécies registadas, apenas uma, *Narcissus bulbocodium*, é abrangida por um mecanismo de proteção legal (Diretiva 92/43/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1992, relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens, Anexo V - Espécies animais e vegetais de interesse comunitário cuja captura ou colheita na natureza e exploração podem ser objeto de medidas de gestão). A ocorrência desta espécie na área de estudo é ilustrada na Figura 17.



Figura 17. Ocorrência de *Narcissus bulbocodium* L. na galeria ribeirinha (Mi_1).

Registou-se igualmente um conjunto de 14 espécies de origem exótica, algumas das quais escapadas de jardins. Duas espécies exóticas com manifesto comportamento invasor na área de estudo, presentes em 44% das amostras, são *Acacia melanoxylon*, árvore originária da Austrália, e *Tradescantia fluminensis*, planta herbácea oriunda da América do Sul.



Figura 18. Aspectos da galeria ribeirinha dominada por espécies exóticas. Esq.: árvores de *Acacia melanoxylon* R. Br. (Mi_4). Dir.: tapete herbáceo de *Tradescantia fluminensis* Velloso (Mi_6).

Refira-se, por último, que 22 espécies foram identificadas no campo apenas até ao nível genérico e que 11 atributos específicos, assinalados com cf. (*conferit*) na Tabela 19 necessitam um trabalho posterior de identificação. Estes casos resultam

geralmente da falta de elementos de identificação no momento do registo, como flores ou frutos. No Anexo VII apresenta-se a listagem das espécies colhidas e identificadas, com respetiva georreferenciação.

Todo o material herborizado foi entregue ao Aquamuseu, para posterior encaminhamento para herbário.

2.1.4.6. Resultados da caracterização das zonas húmidas

Foram realizadas 7 amostras em zonas húmidas de sapal/juncal (MW_1 a MW_7), cuja localização é apresentada na Figura 12 e na Tabela 15. Os resultados da aplicação da metodologia MedWet apresentam-se na Tabela 28, com indicação da dominância, cobertura e altura de cada espécie. Foram registadas 20 espécies de plantas vasculares, pertencentes a 13 famílias. As famílias mais representadas são *Gramineae* (4 espécies), *Compositae* (3 espécies), *Chenopodiaceae* (2 espécies) e *Cyperaceae* (2 espécies). Apenas 3 espécies estão presentes em mais de 50% das amostras: *Juncus maritimus*, *Aster tripolium* e *Triglochin maritima*. As espécies que apresentam maior cobertura média nas amostras em que estão presentes são *Juncus maritimus*, *Paspalum vaginatum*, *Spartina* sp. e *Bolboschoenus maritimus*. Ilustram-se na Figura 19 aspetos característicos deste tipo de habitat.

Tabela 22. Resultados da amostragem de zonas húmidas com a metodologia MedWet, com indicação dos parâmetros dominância, cobertura e altura.

	MW_1	MW_2	MW_3	MW_4	MW_5	MW_6	MW_7
Data	15-06 2011	17-06- 2011	17-06 2011	30-07 2011	30-07 2011	21-09 2011	21-09 2011
Família /Espécie							
Caryophyllaceae Spergularia marina (L.) Besser			C.2.1				
Chenopodiaceae Atriplex prostrata Boucher Sarcocornia perennis (Miller) A. J. Scott			d.1.1. d.1.1		d.1.1	d.1.1	d.1.1
Compositae (= Asteraceae) Aster squamatus (Sprengler) Hieron. Aster tripolium L. subsp. pannonicus (Jacq.) Sóo Cotula coronopifolia L.			d.1.1 d.(+).1	d.(+)1		C.3.1	d.1.1 d.1.1
Convolvulaceae Convolvulus sp.					d.(+).1		
Cyperaceae Bolboschoenus maritimus (L.) Palla Schoenoplectus cf. pungens (Vahl) Palla	C.3.1	C.2.2	C.2.1	d.1.1	d.1.2		
Gentianaceae Centaurium cf. pulchellum (Swartz) Druce		D.(+).1					
Gramineae (= Poaceae) Agrostis sp. Paspalum vaginatum Swartz Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steudel Spartina sp.		D.4.1	C.2.2 C.2.1 C.1.1	C.3.1			D.4.2
Juncaceae Juncus maritimus Lam.	C.3.2	C.2.2	C.2.1	C.3.2	D.4.2	D.5.1	
Juncaginaceae Triglochin maritima L.	C.3.1		d.1.1	C.3.1	d.1.1		
Labiatae (=Lamiaceae) Mentha aquatica L.							d.1.1
Plantaginaceae Plantago lanceolata L.							d.1.1
Polygonaceae Rumex sp.					d.(+).2		
Rubiaceae Galium sp.							d.1.1

Legenda:

1.º dígito – Dominância: **D** – Dominante; **C** – Co-dominante; **d** – dominada.

2.º dígito – Cobertura: **(+)** – Presente; **1** – 1 a 10%; **2** – 11-25%; **3** – 26-50%; **4** – 51-75%; **5** – 76-100%.

3.º dígito – Altura: **1** - < 1 m; **2** – 1 a 3 m; **3** – 3 a 6 m; **4** - > 6 m.



Figura 19. Aspectos do sapal/juncal no estuário do Minho. Esq.: tufos de *Triglochin maritima* (MW_1).

Dir.: *Spergularia marina* (L.) Besser na margem do sapal, seguida de comunidade de *Juncus maritimus* Lam. e *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (MW_3).

Relativamente à fitodiversidade das amostras, o número de espécies registado variou entre 3 e 11 espécies, havendo 4 amostras com 3-5 espécies (MW_1, MW_2, MW_4 e MW_6) e 3 amostras com 6-11 espécies (MW_3, MW_5 e MW_7).

Estes resultados acrescentam 10 espécies ao elenco florístico obtido com a amostragem de vegetação ribeirinha. Trata-se de espécies características de ambiente de sapal/juncal, que na área de estudo ocorrem preferencialmente neste tipo de habitat, designadamente:

Aster squamatus, *Aster tripolium* subsp. *pannonicus*, *Atriplex prostrata*, *Centaureum* cf. *pulchellum*, *Cotula coronopifolia*, *Paspalum vaginatum*, *Sarcocornia perennis*, *Spartina* sp., *Spergularia marina*.

Das espécies registadas, 4 espécies foram identificadas no campo apenas até ao nível genérico e 2 atributos específicos, assinalados com cf. (*conferit*) na Tabela 22, necessitam um trabalho posterior de identificação. Como se referiu em 7.5, estes casos são resultado da falta de elementos de identificação no momento do registo, como flores ou frutos.

2.1.5. Conclusões e recomendações

O trabalho realizado constitui um contributo inédito para o estabelecimento de uma rede de parcelas permanentes de monitorização dos habitats da flora do estuário do Minho, no setor a jusante da ponte internacional de Vila Nova de Cerveira. A rede proposta é constituída por um conjunto de 9 troços de amostragem de vegetação ribeirinha e de 7 locais de amostragem de sapal/juncal, georreferenciados e descritos no presente trabalho. A localização das parcelas de amostragem abarcou ambas as margens do estuário, considerando o estuário como uma unidade ecológica, procurando ultrapassar a divisão fronteiriça entre Portugal e Espanha.

Foram detetados ao longo dos trabalhos de campo alguns fatores de risco para a flora e a vegetação, de que se destaca a erosão das margens e a instabilidade dos sedimentos fluviais, resultando na redução da área de sapal e na instabilidade da galeria ribeirinha, afetada pela queda de árvores (Figura 20).



Figura 20. Aspetos da erosão das margens no estuário do Minho. Esq.: erosão do substrato sob *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla. Dir.: queda de *Salix atrocinerea* Brot.

Será importante considerar aspetos da dinâmica sedimentar do estuário do Minho, de modo a avaliar o balanço assoreamento/erosão e seus impactos sobre a flora e vegetação. Embora tenha sido realizado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil um *Estudo dos Problemas de Assoreamento e Erosão no Estuário do Rio Minho*, sob encomenda do Instituto da Água, a consulta da primeira parte deste estudo não foi possível durante a realização do presente trabalho, apesar de diversos esforços nesse sentido.

Tendo em vista a continuidade desta linha de trabalho sobre a flora e a vegetação do estuário do Minho, três aspetos parecem-nos prioritários:

- Prosseguir o trabalho de colheita e identificação florística, procurando esclarecer as dúvidas assinaladas e ampliar a lista de espécies registadas;
- Atualizar os registos florísticos realizados na área de estudo por Merino (1905-09) e por Pereira (1931);
- Articular com investigadores e instituições espanholas o aprofundamento desta linha de trabalho, nomeadamente com as instituições que se encontram geograficamente mais próximas do estuário do Minho.

A este respeito, terá especial interesse realizar um trabalho complementar de cartografia e identificação dos habitats da flora em ambas as margens do estuário, assumindo o carácter transfronteiriço deste espaço.

Esperamos que, como resultado do Projeto Natura Miño-Minho, seja possível atingir um nível de cooperação transfronteiriça adequado à gestão comum dos valores naturais do estuário do rio Minho e à contenção de fatores de degradação, viabilizando a monitorização a longo termo desta importante zona húmida internacional.

2.1.6. Bibliografia

- Alves, P., (2004). Sobre As Comunidades De Cotula Coronopifolia L. Do Litoral Português. *Quercetea*, 4: 151-155.
- Brandão, G.L.S., (1994). *Topographia Da Fronteyra, Praças E Seus Contornos, Raia Seca, Costa E Fortes Da Província De Entre Douro E Minho*. [Ed. Facsimile Do Manuscrito De 1758] Biblioteca Pública Municipal, Porto.
- Bridson, D., Forman, L. (eds), (1999). *The Herbarium Handbook*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Capela, J.V., (2005). *As Freguesias Do Distrito De Viana Do Castelo Nas Memórias Paroquiais De 1758*. Casa Museu De Monção, Universidade Do Minho.
- Castroviejo, S. (Ed), (1986). *Flora Iberica. Plantas Vasculares De La Península Iberica E Islas Baleares*. Vols I-Xiv. Real Jardín Botánico, Csic, Madrid.

Castroviejo, S., Coello, P., (1980). Datos Cariológicos Y Taxonómicos Sobre Las Salicorniinae A. J. Scott Ibéricas Anales Del Jardín Botánico De Madrid, 37(1).

CCRN, (1994). Estudo Para A Avaliação Dos Valores E Recursos Do Rio Minho E Área Envolvente. Caracterização E Diagnóstico Sectoriais. Volume I - Relatório. Comissão De Coordenação Da Região Do Norte, Porto.

CHMS, (2010). Plan Hidrológico De La Demarcación Hidrográfica Del Miño-Sil. Anejo Iv. Registro De Zonas Protegidas Confederación Hidrográfica Del Miño-Sil.

CIBIO, (2007). O Plano Sectorial Da Rede “Natura 2000” E Os Planos Directores Municipais No Vale Do Minho. Centro De Investigação Em Biodiversidade E Recursos Genéticos, Porto.

Clark, M.J., Hill, C.T., (2000). The Development Of A River Habitat Survey Methodology For Tidal River Sections. Geodata Institute, University Of Southampton.

Cortes, R.M.V., Varandas, S., Hughes, S.J., Ferreira, M.T., (2008). Combining Habitat And Biological Characterization: Ecological Validation Of The River Habitat Survey. *Limnetica*, 27 (1): 39-56.

Costa, L.T., Farinha, J.C., Hecker, N., Tomàs, P., (1996). Mediterranean Wetland Inventory: A Reference Manual. Volume I. Medwet / Instituto Da Conservação Da Natureza (ICN), Wetlands International Publication.

Davy-Bowker, J., Davies, C.E., Murphy, J.F., (2008). Rapid 2.1: User Manual. Centre For Ecology & Hydrology.

EA, (2003). River Habitat Survey In Britain And Ireland. Field Survey Guidance Manual: 2003. Environment Agency, Bristol.

Farinha, J.C., Carvalho, S., Lavinhas, C., Fonseca, E., Araújo, P.R., Silva, E.P., Viñales Blasco, M.J., Morant, M., Filiberto Fons, I., (2004). Manual Para A Recolha De Dados Sobre Zonas Húmidas. Base De Dados Mw/Sudoe. Instituto Da Conservação Da Natureza / Centro De Zonas Húmidas.

Farinha, J.C., Trindade, A., (1994). Contribuição Para O Inventário E Caracterização De Zonas Húmidas Em Portugal Continental. Medwet/Instituto De Conservação Da Natureza, Lisboa.

Franco, J.A., (1971-84). Nova Flora De Portugal (Continente E Açores). Vols. I-ii. Ed. Autor, Lisboa.

Franco, J.A., Afonso, M.L., (1994-2003). Nova Flora De Portugal (Continente E Açores). Vol. Iii, Fasc. I-iii. Escolar Editora, Lisboa.

Honrado, J., Alves, P., Alves, H.N., Torres, J., Caldas, F.B., (2004). A Flora E A Vegetação Do Minho Internacional. Diversidade, Ecologia E Valor Para Conservação. In: Actas Do Congresso Internacional Sobre O Rio Minho, Melgaço.

ICN, (2006). Plano Sectorial Da Rede Natura 2000. Sítios Da Lista Nacional. Sítio Rio Minho. Instituto De Conservação Da Natureza.

INAG, (2008a). Manual Para A Avaliação Biológica Da Qualidade Da Água Em Sistemas Fluviais Segundo A Directiva Quadro Da Água. Protocolo De Amostragem E Análise Para Os Macrófitos. Instituto Da Água, I.P. / Ministério Do Ambiente, Ordenamento Do Território E Do Desenvolvimento Regional, Lisboa.

INAG, (2008b). Tipologia De Rios Em Portugal Continental No Âmbito Da Implementação Da Directiva Quadro Da Água. I - Caracterização Abiótica. Instituto Da Água, Lisboa.

Luisier, A., (1933). Bibliografia. Pereira, Clemente Lourenço - Flora Da Bacia Do Minho. Brotéria – Ciências Naturais, 2: 148.

Merino, B., (1905-09). Flora Descriptiva E Ilustrada De Galicia. Vol I (1905), Vol Ii (1906), Vol. III (1909). Tipografia Galaica, Santiago De Compostela.

Munne, A., Prat, N., Sola, C., Bonada, N., Rierradevall, M., (2003). A Simple Field Method For Assessing The Ecological Quality Of Riparian Habitat In Rivers And Streams: Qbr Index. Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems, 13: 147-163.

Pereira, C.L., (1931). Flora Da Bacia Do Minho. Anais Da Faculdade De Ciências Do Porto, 17: 129-162; 204-239.

Raven, P.J., Holmes, N.T.H., Dawson, F.H., Everard, M., (1998). Quality Assessment Using River Habitat Survey Data. Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems, 8: 477-499.

Raven, P.J., Holmes, N.T.H., Naura, M., Dawson, F.H., (2000). Using River Habitat Survey For Environmental Assessment And Catchment Planning In The U.K. *Hydrobiologia*, 422-423: 359-367.

Rose, F., (1989). Key To Annual Salicornia Species Of South England And North France. *Bsbi News*, 53: 12-16.

Sanleón, D.G., Izco, J., Sánchez, J.M., (1999). *Spartina Patens* As A Weed In Galician Saltmarshes (Nw Iberian Peninsula). *Hydrobiologia*, 415: 213-222.

Wetzel, R.G., (2001). *Limnology. Lake And River Ecosystems*. Academic Press, San Diego.

2.2. Fauna

2.2.1. Macroinvertebrados bentónicos

2.2.1.1. Introdução

As actividades antropogénicas, a construção de barragens, as descargas de efluentes, exploração mineira e de pedreiras, entre outras, têm causado vários tipos de impactes ambientais das zonas ribeirinhas e áreas circundantes (Goulart & Callisto, 2003).

As comunidades de macroinvertebrados têm sido largamente utilizadas para a monitorizar de alterações, causadas nos ecossistemas aquáticos pelos impactes antropogénicos, quer a nível nacional, como internacional (Vieira *et al.*, 1998; Callisto *et al.*, 2001; Camargo *et al.*, 2004; Oscoz *et al.*, 2006; Pinto, 2009).

Os macroinvertebrados aquáticos são organismos que habitam na água pelo menos numa fase do seu ciclo de vida e correspondem essencialmente a moluscos e insectos (adultos e em estado larvar) de dimensões superiores a 0,5 mm. Estas comunidades possuem várias características que permitem a sua utilização como bioindicadores na monitorização de alterações nos ecossistemas aquáticos, nomeadamente: (1) são grupos taxonómicos bem definidos, (2) relativamente sedentários, (3) representam as condições do meio, (4) possuem diferentes níveis de sensibilidade aos poluentes e (5) os ciclos de vida que permitem detectar e perceber a ocorrência de alterações (Metcalf-Smith, 1994).

Para além das alterações devido à carga de poluentes no meio, também a ocorrência de alterações hidrológicas que levem a modificações a nível da velocidade da

corrente, do substrato ou das características físico-químicas das águas afectam as comunidades de macroinvertebrados (Zamora-Muñoz *et al.*, 1995).

2.2.1.2. Metodologia

A metodologia para amostragem de macroinvertebrados bentónicos adoptada neste projecto teve como base o protocolo descrito na Directiva Quadro da Água pelo Instituto da Água. Foram introduzidas modificações adicionais de acordo com as características dos locais de amostragem, para garantir uma maior eficiência do trabalho de campo e de laboratório.

2.2.1.3. Amostragem

Épocas de amostragem: As amostragens foram realizadas durante o verão de 2009 e a primavera e verão de 2010. Nestas épocas do ano, o troço fluvial apresenta caudal e a diversidade de habitats mantém-se. As colheitas não foram realizadas em épocas de enxurradas, de modo a evitar influências do caudal intenso nos resultados.

Procedimento de amostragem: Os troços de amostragem de macroinvertebrados foram os mesmos locais onde se realizaram pescas eléctricas. Foram amostrados troços com aproximadamente 150 metros de comprimento. Tentou-se que estes fossem representativos do tipo de curso de água e que incluíssem os vários tipos de habitats presentes. Foram realizadas amostragens em 7 ribeiros pertencentes à bacia hidrográfica do rio Minho, localizados na margem portuguesa, num total de 10 pontos de amostragem.

Tabela 23. Localização dos pontos de amostragem.

Ribeiro	Ponto de amostragem	Localização	Número de ordem de Strahler
Tinto	1	Jusante	4
Gontije	7	Jusante	3
Campos 1	9a	Jusante	3
Campos 2	9b	Intermédio	3
Campos 3	9c	Montante	3
Manco	13	Intermédio	4
Ínsuas 1	10a	Jusante	5
Ínsuas 2	10b	Intermédio	4
Porto	15	Jusante	4
São Gonçalo	18	Jusante	3

Previamente à recolha de amostras, procedeu-se à caracterização dos habitats e das representatividades no troço. Consideraram-se 6 habitats em função dos substratos inorgânicos e orgânicos, especificados na Tabela 24.

Tabela 24. Tipos de habitats para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos e escala empírica para a respectiva identificação.

	Habitats	Dimensão (mm)	Escala empírica
Habitats inorgânicos	Blocos	> 256	> Folha A4
	Pedras	64 – 256	Ovo < Pedras < Folha A4
	Cascalho	2 – 64	Grão de café <Cascalho < Ovo
	Areias, siltes e argilas	< 2	
Habitats orgânicos	Macrófitos e algas		
	Matéria Orgânica Particulada Grosseira (CPOM)		

Em cada ponto de amostragem, foram medidas e registadas características importantes do habitat: presença de árvores caídas ou ilhas, macrófitos existentes e características das margens. Também foram registadas outras variáveis ambientais, tais como a profundidade, o tipo de corrente (Tabela 25), unidades de transporte e sedimentação, largura do canal, presença de espuma, cor ou cheiro e outras características que permitissem obter uma maior informação acerca do local. Algumas destas características encontram-se na ficha de campo estandardizada.

Tabela 25. Tipo de corrente e correspondentes características.

Tipo de corrente	Definição
Sem corrente	Ausência de fluxo de água.
Reduzida	Fluxo de água não é suficiente para provocar ondulação superficial (fluxo laminar).
Moderada	Ondulação superficial pequena, simétrica, com altura de aproximadamente 1 cm.
Rápida	Ondulação superficial (ondas estacionárias e quebradas)
Muito rápida	Rápidos, fluxo superficial é caótico com formação de espuma.

Em cada ponto de amostragem, recolheram-se 6 amostras separadas por 25 metros, através de arrastos de mão (rede de Surber) em vários habitats, com diferenças hidrodinâmicas (unidades de transporte e sedimentação).

A amostragem foi realizada sempre de jusante para montante, sendo abertura do arrasto colocada contra a corrente. Simultaneamente o operador removeu o substrato junto à boca da rede deslocando-se gradualmente para montante. Os organismos são

desta forma arrastados pela corrente do rio para o interior da rede. Em casos pontuais, na remoção de organismos com maior capacidade de fixação ao substrato ou substratos compostos maioritariamente por blocos recorreu-se ao auxílio de uma pinça para os recolher.

Pontualmente a intensidade da corrente não foi suficiente para arrastar os organismos, neste caso aumentou-se a velocidade do arrasto de modo a recolher o material em suspensão. No caso do habitat ser composto por macrófitos, a amostragem foi realizada por varrimento activo, raspando os macrófitos com a abertura da rede.

Após as recolhas, a rede de mão foi esvaziada para um tabuleiro de plástico e examinada cuidadosamente para verificar que não existiam organismos no seu interior. De seguida realizava-se uma triagem ligeira no local, de modo a separar materiais inorgânicos de grandes dimensões, para permitir um melhor acondicionamento das amostras. O material era colocado posteriormente em frascos de plástico de boca larga devidamente identificados. Este processo foi realizado para cada ponto de amostragem, existindo assim um total de 6 frascos de amostra por cada estação.

Processamento laboratorial

Fixação: Após a remoção do máximo de água possível das amostras recorrendo a crivos com malhas de 0,5 mm ou inferiores (para evitar a perda dos organismos), estas foram fixadas com uma solução de formaldeído a 4%.

Triagem: No laboratório, o material fixado é crivado, recorrendo a um crivo de malha calibrada com 0,5 mm de diâmetro, e lavado em água corrente, de forma a remover a totalidade do fixador e o sedimento fino. De seguida, todo o material é colocado em tabuleiros de plástico com um pouco de água, realizando-se uma pesquisa pormenorizada da amostra, a olho nú, de forma a serem retirados todos os organismos presentes com o auxílio de uma pinça. Estes organismos são separados por grandes grupos taxonómicos, colocados em frascos devidamente etiquetados e conservados em álcool a 70%.

Identificação: Recorrendo a uma lupa binocular (Nikon SMZ800, Nikon Japão) e a chaves de identificação (ver bibliografia deste capítulo), os macroinvertebrados são identificados até ao nível da Família, sempre que possível, excepto no caso das *Oligochaetas* (neste caso os organismos foram identificados apenas até a Classe).

2.2.1.4. Resultados e Discussão

Foram recolhidos no total 44478 Indivíduos. Na Tabela 26 são apresentados valores de riqueza, índice de diversidade de Shannon-Weaver, % EPTs (ordens *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera*) e índice de Equitabilidade de Pielou para cada estação de amostragem.

Tabela 26. Número de indivíduos, riqueza, índice de diversidade de Shannon-Weaver, percentagem de EPTs e índice de equitabilidade de Pielou correspondentes às estações de amostragem.

Ponto de Amostragem	Nº indivíduos	Riqueza	Diversidade (Shannon-Weaver)	% EPTs	Equitabilidade de Pielou
S. Gonçalo	4156	71	1,9855	12,22 %	0,4658
Campos 1	164	9	0,9491	1,83 %	0,4320
Campos 2	108	17	2,0006	53,70 %	0,7061
Campos 3	794	37	2,5715	34,76 %	0,7121
Ínsuas 1	8062	54	1,7634	0,57 %	0,4421
Ínsuas 2	1239	36	1,7648	4,36 %	0,4925
Porto	17811	59	0,9684	2,53 %	0,2375
Tinto	6070	77	2,1194	13,32 %	0,4879
Gontije	2926	56	2,0561	14,18 %	0,5108
Manco	3148	48	1,9244	11,79 %	0,4971

O local onde foi capturado um maior número de indivíduos foi na estação 1 do ribeiro do Porto (17811 indivíduos). A estação 2 do ribeiro de Campos foi o ponto onde foi capturado um menor número de indivíduos (108). O ponto com menor valor de riqueza identificado (9) foi a estação 1 do ribeiro de Campos. Na Tabela 27 estão apresentados os dados de BMWP' e ASPT para cada uma das estações de amostragem e respectivo estado ecológico.

Tabela 27. Dados do índice biológico de BMWP', classe de qualidade da água e valor de ASPT para as estações de amostragem.

Ponto de Amostragem	BMWP'	Classe	Qualidade	Significado	ASPT
S. Gonçalo	370	I	Boa	Águas muito limpas	5,9677
Campos 1	37	III	Duvidosa	Águas contaminadas	4,6250
Campos 2	104	I	Boa	Águas não contaminadas ou não alteradas de modo sensível	6,1176
Campos 3	218	I	Boa	Águas muito limpas	6,6061
Ínsuas 1	261	I	Boa	Águas muito limpas	5,5532
Ínsuas 2	196	I	Boa	Águas muito limpas	6,1250
Porto	298	I	Boa	Águas muito limpas	5,7308
Tinto	430	I	Boa	Águas muito limpas	6,1429
Gontije	301	I	Boa	Águas muito limpas	5,7885
Manco	277	I	Boa	Águas muito limpas	6,4419

Dos 10 pontos de amostragem considerados neste trabalho, 8 apresentam águas “muito limpas”, de acordo com o valor do índice biológico BMWP’ utilizado (Alba-Tercedor, 1996). A estação 1 do ribeiro de Campos apresenta um menor valor de BMWP’ que indica que a qualidade das águas é “duvidosa” (BMWP’=37). É também neste ponto do ribeiro de Campos que o valor de ASPT e de diversidade é menor. O ASPT consiste na sensibilidade média da comunidade de macroinvertebrados à poluição. Assim, um menor valor indica a presença de menos organismos sensíveis à poluição. O valor baixo do índice de diversidade é também indicativo de águas contaminadas, com uma pequena diversidade de organismos presentes. O índice de diversidade de Shannon-Weaver transforma dados de abundância interespecífica num só valor numérico. No presente trabalho, os valores deste índice variam entre 0,9491, registado na estação 1 do ribeiro de Campos, e 2,5715, correspondente ao ponto de amostragem mais a montante do mesmo ribeiro. A percentagem de EPTs reflecte a qualidade da água; o aumento da percentagem de indivíduos das ordens *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera* indica uma melhoria da qualidade da água. O ponto onde se registou um maior valor de percentagem de EPTs foi na estação intermédia do ribeiro de Campos (53,70%), enquanto a menor percentagem corresponde à estação de amostragem 1 do ribeiro das Ínsuas (0,57%). Em relação ao índice de equitabilidade de Pielou, o maior valor foi registado na estação a montante no ribeiro de Campos (0,7121); no ponto de amostragem do ribeiro do Porto, foi registado o menor valor (0,2375). Este índice procura determinar a forma como o número de indivíduos da comunidade está distribuído pelas várias espécies. Quanto mais próximo de 1, melhor é a distribuição da comunidade no meio, mais estável ela é e maior será, em princípio a diversidade de indivíduos que a constituem.

Em relação à estrutura trófica, as comunidades de macroinvertebrados de todas as estações de amostragem, nos vários ribeiros, são compostas maioritariamente por predadores e colectores, tal como se pode verificar pela análise do gráfico da Figura 21.

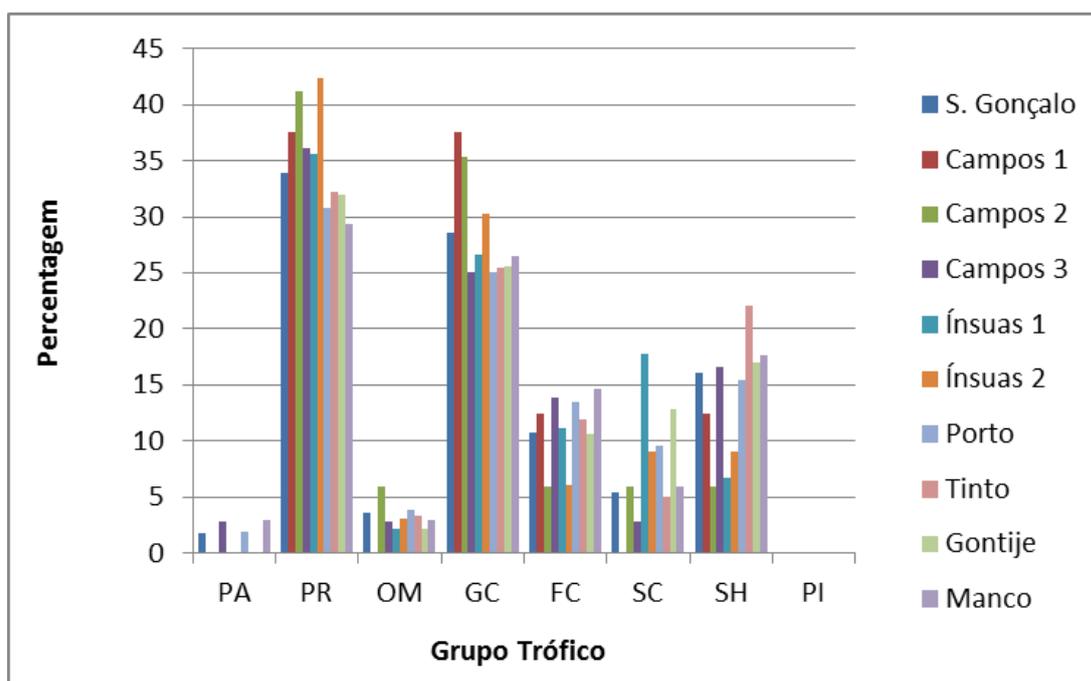


Figura 21. Percentagem dos vários grupos tróficos da comunidade de macroinvertebrados. PA – parasitas; PR – predadores; OM – omnívoros; GC – colectores detritívoros; FC – colectores filtradores; SC – raspador; SH – retalhadores; PI – furador.

Ribeiro de São Gonçalo: Este curso de água apresenta um elevado valor de riqueza (71). O índice de Shannon-Weaver apresentou-se também elevado (1,9855), indicando uma elevada diversidade de macroinvertebrados neste ponto. O valor do índice biológico BMWP' (370) indica que a água é de boa qualidade, pertencente à Classe I (águas muito limpas), e o valor do ASPT (5,9677) confirma a existência de um grande número de espécies sensíveis à contaminação. Contudo, a percentagem de EPTs presentes na amostra não foi muito elevada (12,22%). Segundo o índice de equitabilidade de Pielou calculado para este ponto, a comunidade de macroinvertebrados não é estável e não estará bem distribuída no meio. Em relação à estrutura trófica, a comunidade é composta maioritariamente por predadores (33,93%) e colectores (28,57%). Os grupos menos representados são os parasitas (1,79%) e os omnívoros (3,57%).

Ribeiro de Campos: O valor do índice biológico calculado para o ponto de amostragem mais a montante indica que se tratam de águas boa qualidade, muito limpa, correspondente à Classe I, verificando-se também valores altos de riqueza (37) e diversidade (2,5715). Os resultados registados na estação intermédia revelam que se tratam também de águas de Classe I (boa qualidade), contudo o valor de BMWP' obtido neste ponto é menor que no anterior, significando que se trata de águas não contaminadas ou não alteradas de modo sensível (Figura 22). Os valores de riqueza (17) e diversidade (2,0006) foram também menores, evidenciando-se a degradação da

qualidade da água em relação à estação de montanha. O valor do índice biológico na estação 1 indica que se trata de águas contaminadas (Classe III), com valores baixos de riqueza (9) e diversidade de macroinvertebrados (0,9491). O valor elevado do ASPT nas estações 2 e 3 demonstra a existência de um grande número de espécies sensíveis à contaminação, o que comprova também que a contaminação aquática nestas zonas não é muito elevada, permitindo a presença destes organismos. Em relação à percentagem de EPTs, na estação 1 o valor registado foi muito baixo (1,83%); nas estações mais a montante, este valor foi maior. Estes dados vão de encontro com os valores de BMWP', já que o aumento da percentagem destas três famílias na amostra é indicador da melhoria da qualidade da água.

Quanto ao índice de equitabilidade de Pielou, este apresenta também um menor valor na estação 1 (0,4320), o que indica que existem neste ponto menos espécies e que a comunidade de macroinvertebrados é menos estável do que nos pontos a montante. Verifica-se então uma diminuição da qualidade da água à medida que diminui a distância à foz, potencialmente associada às pressões humanas geradas pelos núcleos populacionais e industriais. É o caso da zona industrial que se localiza junto a este ribeiro, num troço perto da foz. As actividades humanas afectam os ecossistemas naturais, através da contaminação dos ambientes aquáticos, lençóis freáticos, desflorestação, introdução de espécies exóticas, resultando numa diminuição da diversidade de habitats e da própria biodiversidade. Estas alterações estão evidentes neste estudo, verificando-se a diminuição da qualidade ecológica do ribeiro com a aproximação aos maiores núcleos populacionais, junto da foz.

Os grupos tróficos com maior representação nestes dois pontos de amostragem foram os predadores e os colectores. Verifica-se que na estação a montante os grupos dos filtradores e dos raspadores têm também uma importante representação. Segundo Vannote *et al.* (1980), em ribeiros de menor ordem, os trituradores, os colectores e os raspadores assumem maior importância, dado que são responsáveis pela decomposição dos detritos e utilizam a matéria orgânica particulada grosseira. Assim, este ponto de amostragem localiza-se numa zona com características de curso de água de menor ordem.



Figura 22. Ribeiro de Campos (ponto Campos 2).

Ribeiro das Ínsuas: O índice de diversidade de Shannon-Weaver não apresenta diferenças entre os dois pontos de amostragem (1,76). Foi capturado um maior número de indivíduos na estação 1 e o valor da riqueza foi aqui também mais elevado. Quanto à percentagem de EPTs, este valor foi muito baixo nos dois pontos de amostragem (0,57% na estação a jusante e 4,36% na estação intermédia). Segundo este índice, a qualidade da água não será muito boa neste ribeiro. O valor do índice biológico BMWP' indica que estes dois pontos apresentam água muito limpa, de boa qualidade, correspondentes à Classe I. O valor do ASPT foi maior no ponto intermédio (5,5532), indicando que neste ponto existe um maior número de espécies sensíveis à contaminação. Em relação ao índice de equitabilidade de Pielou, o menor valor foi registado na estação 1 (0,4421), sendo contudo muito semelhante no ponto intermédio (0,4925). Os baixos valores deste índice indicam que há nestes pontos uma pequena diversidade de espécies e que a comunidade de macroinvertebrados não é muito estável e não está bem distribuída no meio.

Quanto à estrutura trófica da comunidade de macroinvertebrados, verifica-se que entre os dois pontos amostrados não existem grandes diferenças. O grupo mais representado é o dos predadores (42,2% no ponto intermédio e 35,56% na estação 1), seguido dos colectores (30,30% na estação 2 e 26,67% na estação 1). Os grupos menos representados são os omnívoros e raspadores. Os dados registados neste ribeiro permitem então inferir que, apesar da qualidade da água, segundo o índice BMWP', ser boa, este ribeiro não apresenta uma diversidade muito elevada. Entre as

duas estações de amostragem, não se verificam diferenças de qualidade biológica da água, nem de diversidade de macroinvertebrados. Provavelmente, as duas amostragens foram realizadas em pontos do ribeiro muito próximos e com características muito semelhantes. Seria necessário aprofundar o estudo neste curso de água, realizando amostragens em estações mais a montante, de forma a poder concluir acerca da qualidade da água e da estrutura das comunidades de macroinvertebrados.

Ribeiro do Porto: Neste ponto de amostragem, foi capturado um número de organismos muito elevado (17811 indivíduos). Segundo o índice biológico BMWP', nesta estação a água é de boa qualidade, correspondente à Classe I (águas muito limpas), com um valor de ASPT elevado (5,7308), indicando a presença de muitos organismos sensíveis à contaminação. O valor de riqueza para este ponto é elevado (59), porém o índice de diversidade de Shannon-Weaver é muito baixo (0,9684), assim como o índice de equitabilidade de Pielou (0,2375), o que indica que a diversidade de organismos é baixa e que a comunidade não se encontra estável e bem distribuída pelo meio. A percentagem de EPTs encontrada foi também muito baixa (2,53%). Em termos de estrutura trófica, os grupos mais representados nesta comunidade são os predadores (30,77%) e os colectores (25%). Aqueles que existem em menor percentagem são os parasitas (1,92%) e os omnívoros (3,85%).

Rio Tinto: Este ribeiro apresentou valores de diversidade (2,1194), riqueza (77), BMWP' (430) e ASPT (6,1429) elevados, o que é indicativo de uma boa qualidade da água e de diversidade da comunidade de macroinvertebrados. O valor do índice biológico indica que pertence à Classe I, águas de boa qualidade, muito limpas, e o ASPT indicia para a presença de muitos indivíduos sensíveis à contaminação. Quanto ao índice de equitabilidade de Pielou, o valor não é muito elevado (0,4879), o que indica pouca estabilidade da comunidade. A percentagem de EPTs registada neste ponto também não é elevada (13,32%). Em relação à estrutura trófica da comunidade, cerca de 32% dos indivíduos capturados são predadores, seguidos de 25% de colectores e 22% de raspadores. Os grupos tróficos menos representados neste ponto são os omnívoros, constituindo cerca de 3% da comunidade.

Ribeiro de Gontije: Foram registados valores de diversidade (2,0561), de riqueza (56) e do índice BMWP' (301) elevados, indicando a existência de grande diversidade de indivíduos na comunidade, assim como uma boa qualidade da água (Classe I – boa qualidade, águas muito limpas). O valor igualmente elevado do ASPT (5,7885) confirma estes resultados, apontando para a existência de um grande número de

indivíduos pouco tolerantes à contaminação da água. Os valores de % EPTs (14,18%) e do índice de equitabilidade de Pielou (0,5108) não foram muito elevados, indicando pouca estabilidade da comunidade de macroinvertebrados. Verifica-se que os grupos tróficos mais representados foram os predadores (31,91%) e os colectores (25,53%), seguidos dos retalhadores (17,02%), raspadores (12,77%) e colectores filtradores (10,64%). Os omnívoros são o grupo trófico encontrado em menos percentagem neste ponto (2,13%).

Rio Manco: O valor do índice biológico BMWP' registado neste ribeiro (277) corresponde à Classe I, sendo águas muito limpas, de boa qualidade. O valor do ASPT (6,4419) indica um grande número de espécies sensíveis à poluição, embora o valor da percentagem de EPTs seja baixo (11,79%). A riqueza e o índice de diversidade de Shannon-Weaver relevam uma grande diversidade de espécies. O valor do índice de equitabilidade de Pielou revela, no entanto, uma comunidade de macroinvertebrados pouco estável. Os grupos tróficos mais representados neste ponto de amostragem foram os predadores (28,57%) e os colectores (25,71%). Os raspadores representam 17,14%, assim como os colectores filtradores.

2.2.1.5. *Bibliografia*

Alba-Tercedor J. (1996). Macroinvertebrados Acuáticos y Calidad de las aguas de los Ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Vol. 2, Almería, 203-213.

Callisto M., Moretti M., Goulart M. (2001). Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 6, 1, 71-82.

Camargo J.A., Alonso A., Puente M.D.L. (2004). Multimetric Assessment of nutrient enrichment in impounded rivers based on benthic macroinvertebrates. Environmental Monitoring and Assessment. Kluwer Academic Publishers, 96,233-249.

Goulart M., Callisto M. (2003). Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FAPAM, Ano 2,1.

Metcalfe-Smith J.L. (1994). Biological water-quality assessment of rivers: use of macroinvertebrate communities. In the Rivers Handbook, Calow, P& Petts, G.E., Vol.2, Blackwell Scientific Publ., Oxford, Reino Unido, 144-170.

Oscoz J., Campos F., Escala M.C. (2006). Variación de la comunidade de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica*, 25 (3): 683-692.

Pinto R.R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de poluição em rios urbanos: um estudo do Rio Grande – JPA – RJ. Biblioteca Digital Universia.

Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R., Cushing, C.E. (1980). The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37, 130-137.

Vieira P.A., Ferreira M.T., Albuquerque A.J.C. (1998). Qualidade Biológica das Ribeiras do Oeste. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa.

Zamora-Muñoz C., Sáinz-Cantero C.; Sánchez-Ortega A., Alba-Tercedor, J. (1995). Are biological indices 'BMWP' and 'ASPT' and their significance regarding water quality seasonally dependent? Factors explaining their variation. *Water Resources*, 1, 285-290.

Guias de identificação de macroinvertebrados

Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S. (1994). Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Provincia Autonoma di Trento. Trento. Vol. I.

Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S. (1999). Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Provincia Autonoma di Trento. Trento. Vol. II.

Fernández S.M.D. (2007). Guía de macroinvertebrados del riachuelo de S. Gonçalo. Tesis de Licenciatura en Ecología y Paisajismo, Escola Superior Gallaecia.

Macan T.T. (1975). "Invertebrados de Agua Dulce." Pamplona. Ediciones Universidad de Navarra.

Moisan J. (2010). Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Novoa F., Baselga A., Gañán I., González X., Eiroa E., (2009). Guía dos Coleópteros. Xunta de Galicia, Consellería do Medio Rural, Dirección Xeral de Conservación da Natureza.

Tachet H., Bournaud M., Richoux P. (1991). Introduction á L'Étude des Macroinvertébrés des Eaux Douces. Lyon. Élaboré avec le concours du de Ministère l'Environnement.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polaterra P. (2006). Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie. CNRS Editions. Paris.

2.2.2. Fauna aquática

As espécies de fauna constantes do anexo B-II do Decreto-Lei n.º 49/2005 de 24/02 (ICN, 2006) que ocorrem no sítio rio Minho são as seguintes: *Euphydryas aurinia* (código 1065, anexo II); *Oxygastra curtisii* (código 1041, anexos II, IV); *Alosa alosa* (código 1102, anexo II); *Alosa fallax* (código 1103, anexo II); *Pseudochondrostoma duriense* (código 1116, anexo II, nom. Steindecher 2006); *Petromyzon marinus* (código 1095, anexo II); *Achondrostoma arcasii* (código 1127, anexo II, nom. Steindecher 2006); *Salmo salar* (código 1106, anexo II); *Chioglossa lusitanica* (código 1172, anexos II e IV); *Mauremys leprosa* (código 1221, anexos II e IV); *Lacerta schreiberi* (código 1259, anexos II e IV); *Canis lupus* (código 1352, anexos II e IV, espécie prioritária); *Galemys pyrenaicus* (código 1301, anexos II e IV); *Lutra lutra* (código 1355, anexos II e IV). Devido à escassez de informação sobre a tenca (*Tinca tinca*), esta ainda não possui estatuto de conservação (Cabral *et al.*, 2006). Outras espécies dos Anexos B -IV e B -V do Decreto -Lei n.º 49/2005 de 24/02 são *Alytes obstetricans* V e *Triturus marmoratus* IV. Além da lontra, também ocorrem mamíferos aquáticos e associados à vegetação ribeirinha, nomeadamente *Galemys pyrenaicus* (toupeira-de-água). Embora a presença desta última não esteja confirmada no canal principal do rio Minho, está confirmada em vários afluentes importantes, apontando a elevada importância deste sítio como habitat e corredor ecológico para esta espécie. O mamífero *Mustela vison* (vison-americano) encontra-se disperso por toda a bacia.

2.2.2.1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio Minho apresenta espécies faunísticas importantes do ponto de vista conservacionista, entre as quais se encontram as espécies piscícolas migradoras autóctones e espécies endémicas. Várias espécies exóticas ocorrem também no rio Minho.

Espécies migradoras: O rio Minho localiza-se nas proximidades do limite sul da área de distribuição do salmão (*Salmo salar*), verificando-se aqui um número reduzido de indivíduos desta espécie. No entanto, esta subpopulação é considerada a maior do país (ICN, 2006). A partir da época de 2010/2011 a pesca desta espécie foi reaberta (Edital nº1/2010 da Capitania do Porto de Caminha) contudo o número declarado de indivíduos capturados durante o período compreendido entre Janeiro de 2011 e 14 de Abril de 2011 foi de apenas 9 indivíduos. Na realidade, este valor será consideravelmente superior, por ser geralmente aceite que existe uma percentagem significativa de pescas que não são declaradas oficialmente. Outras espécies migradoras de importância conservacionista como o sável (*Alosa alosa*), savelha (*Alosa fallax*), lampreia-marinha (*Petromyzon marinus*) e a subespécie migradora da truta (truta-marisca, *Salmo trutta* var. *trutta*) também realizam posturas no troço internacional do rio Minho e nos seus afluentes (ICN, 2006). A enguia (*Anguilla anguilla*) é encontrada no rio Minho e afluentes.

Espécies autóctones e endémicas: Nas linhas de água da bacia hidrográfica são encontrados 4 dos 5 endemismos da Península Ibérica (Cabral *et al.*, 2006): Bogardo ou panjorca (*Achondrostoma arcasii*), Boga (*Pseudochondrostoma duriense*), Escalado-norte (*Squalius carolitertii*) e verdemã (*Cobitis paludica*). O verdemã não foi identificado no troço internacional do rio Minho até inícios do século XXI, estando a sua distribuição até à altura confinada aos troços superiores de alguns afluentes do rio Minho. Considera-se que a dispersão desta espécie para os troços inferiores ocorreu devido ao arrastamento de indivíduos dos troços superiores aquando do aumento de caudais nas cheias de 2001. Na bacia hidrográfica pode ainda ser encontrado o góbio (*Gobio lozanoi*). Esta espécie é endémica do NE da Península Ibérica e Sul de França (Doadrio & Madeira, 2004), contudo, também se encontra presente em afluentes do rio Minho.

Espécies exóticas: Ao longo do troço internacional do rio Minho podem ser encontrados vários ecossistemas aquáticos, entre os quais as Zonas Tidaís de Água Doce (ZTAD) e os sapais junto às zonas de influência das marés e as zonas de água doce mais a montante. Estes ecossistemas possuem diversas funções ecológicas relevantes, nomeadamente berçário e habitat de vertebrados e invertebrados e zonas de postura e de passagem de migradores (Costa-Dias *et al.*, 2010; Sousa *et al.*, 2009). Contudo, as espécies que aí habitam são particularmente ameaçadas pela presença de espécies exóticas de diversos grupos taxonómicos incluindo moluscos, crustáceos e peixes, entre outros (Costa-Dias *et al.*, 2010; Sousa *et al.*, 2009), uma vez que

competem por alimento, são predadoras de ovos e de juvenis e podem introduzir vírus e parasitas patogénicos para as espécies autóctones (Braga *et al.*, 2011). A truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) está presente em alguns troços do rio Coura e nos seus respectivos afluentes (Mota, 2003).

Objectivos: (1) Listar e determinar a abundância e a densidade das espécies de peixes que ocorrem no rio Minho e nos seus afluentes através da realização de pescas eléctricas e experimentais; (2) Listar e determinar a abundância e a densidade das espécies de peixes através da monitorização contínua de uma zona tidal de água doce (ZTAD).

2.2.2.2. Material e métodos

O trabalho de caracterização das populações de peixes ao longo do rio Minho foi dividido em duas partes: realização de pescas através de aparelhos de pesca eléctrica em vários afluentes e no curso principal do rio Minho e estudo contínuo de uma ZTAD através da recolha de conteúdos de nassas. A localização dos pontos de amostragem está representada na Figura 23.

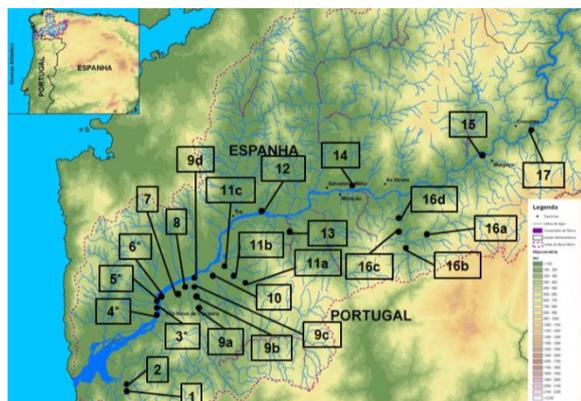


Figura 23. Localização dos pontos de amostragem no rio Minho e afluentes.

Foi utilizada a metodologia de INAG (2008) para identificar a fauna piscícola dos troços dos afluentes e do rio Minho amostrados. A metodologia consistiu na utilização de aparelhos de pesca eléctrica dorsal (Electracatch International) ou estacionário (Hans Grassl GmbH, EL 62 II GI), durante os períodos de Primavera e Verão, em troços de pelo menos 50 metros, com duas passagens e em zig-zag entre ambas as margens a baixa velocidade. A área amostrada foi determinada onde foram utilizadas redes de emalhar para limitar os troços.

A Zona Tidal de Água Doce (ZTAD) situa-se no estuário do rio Minho a 17 km da foz, numa zona abrigada com pouca corrente, 2,5 metros de profundidade máxima e 0,04 km² de área. Entre Janeiro e Dezembro de 2010 estiveram colocadas cinco nassas no

local. As nassas são armadilhas com malha de 10 mm e duas entradas de 0,70 m de diâmetro. Recolheram-se periodicamente os conteúdos das nassas, tendo sido em seguida identificados e registados os dados biométricos (comprimento e peso 0,1 g) da ictiofauna capturada. Realizaram-se no total 47 pescas com uma média de 7,8 dias entre pescas ($\pm 2,70$ dias). Os conteúdos de todas as cinco nassas foram recolhidos 91,5% das vezes, havendo 4 capturas em que foram recolhidos os conteúdos apenas de 4 nassas. Os resultados da ictiofauna foram estandardizados para número de indivíduos por dia de pesca e por nassa (ind/nassa/dia) e para grama por dia de pesca e por nassa (g/nassa/dia). Foram em seguida analisados usando o software PRIMER (V. 6).

2.2.2.3. Resultados

As características do habitat e a caracterização físico-química da qualidade da água dos pontos de amostragem estão reunidas na Tabela 28 e na Tabela 29.

Durante o ano de 2010 obtiveram-se as maiores amplitudes térmicas de todo o período na ZTAD (Novembro de 2007 a Junho de 2011) na ZTAD (Figura 24). Este parâmetro variou entre os 8,5°C em Dezembro e os 25,0°C em Julho.

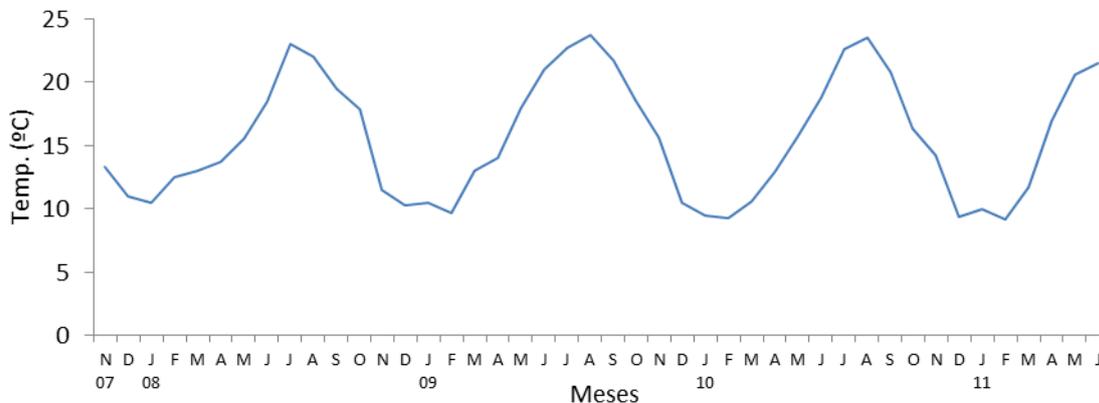


Figura 24. Temperaturas médias mensais da água na ZTAD

Tabela 28. Características do habitat em cada ponto de amostragem

Pontos de Amostragem	Linha de água	Data	Coordenadas (latitude; longitude)	Detritos lenhosos no leito	Classe dominante de sedimento	Tipo de habitat	Continuidade da galeria ribeirinha	Cor	Cheiro
1	Rio Tinto	Set-09	41,86370° N ; -8,81090° E	Esparsos	Elementos finos	Run	Contínua	-	-
2	Rio Tinto	Set-11	41,86611° N ; -8,79306° E	Intermédios	Elementos finos	Pool	Semi-contínua	-	-
7	Ribeiro de Gontije	Ago-10	41,97111° N ; -8,72472° E	Intermédios/ abundantes	Elementos finos	Run	Contínua	-	-
8	Ribeiro de Chaqueu	Jan-10	41,97883° N ; -8,70620° E	Intermédios	ND	Run	Interrompida	Acastanhada	Sim
9a	Ribeiro de Campos	Set-11	41,95639° N ; -8,68750° E	Intermédios/ abundantes	Seixo	Pool	Contínua	-	-
9b	Ribeiro de Campos	Jul-09	41,96685° N ; -8,68875° E	Esparsos	Areia e areão	Run	Interrompida	-	-
9c	Ribeiro de Campos	Jul-09	41,97002° N ; -8,69145° E	Intermédios/ abundantes	Elementos finos	Run	Semi-contínua	Acastanhada	-
9d	Ribeiro de Campos	Jun-09	41,98345° N ; -8,69030° E	Esparsos	Areia Areão	Run	Interrompida	-	-
10	Ribeiro das Ínsuas	Ago-09	41,98750° N ; -8,66861° E	Esparsos	Elementos finos	Run	Interrompida	-	-
		Ago-11						-	-
11a	Rio da Veiga da Mira	Ago-11	41,99306° N ; -8,64611° E	Intermédios	Elementos finos	Run	Semi-contínua	-	-
11b	Rio da Veiga da Mira	Jul-11	42,00222° N ; -8,65750° E	Ausentes	Elementos finos	Pool	Contínua	-	-
11c	Rio da Veiga da Mira	Abr-10	41,96806° N ; -8,63472° E	Ausentes	Elementos finos	Run	Contínua	-	-
12	Rio Minho	Ago-10	42,05028° N ; -8,59972° E	Esparsas	Ovo e A5	Run	Contínua	-	-
13	Rio Manco	Mai-10	42,03472° N ; -8,03472° E	Esparsas	ND	Run	Contínua	-	-
14	Rio Minho	Ago-10	42,16389° N ; -8,45972° E	Ausentes	ND	Pool	Ausente	-	-
15	Ribeiro do Porto	Set-09	42,01556° N ; -8,26833° E	Ausentes	Pedras grandes	Run	Contínua	-	-
16a	Rio Mouro	Mar-11	42,04228° N ; -8,33068° E	Ausentes	Seixo	Run	Semi-contínua	-	-
16b	Rio Sucrasto	Abr-11	42,00806° N ; -8,38111° E	Intermédios	Seixo	Run	Contínua	-	-
16c	Rio Mouro	Abr-11	42,02806° N ; -8,38389° E	Esparsos	Seixo	Pool	Semi-contínua	-	-
16d	Rio Mouro	Abr-11	42,03500° N ; -8,38389° E	Esparsos	Seixo	Run	Contínua	-	-
17	Rio Trancoso	Jun-10	42,15667° N ; 8,18472° E	Esparsos	Pedras grandes	Riffle	Contínua	-	-

Tabela 29. Características do leito e propriedades físico-químicas da água em cada ponto de amostragem

Ponto de amostragem	Linha de água	Profundidade média (m)	Largura média (m)	Oxigénio (%)	Oxigénio (mg.L ⁻¹)	Condutividade (µS.cm ⁻¹)	Temp (°C)	pH
1	Rio Tinto	0,5	5	ND	ND	76	16	7,3
2	Rio Tinto	0,4	1	79,4	7,4	212	18,9	6,8
7	Ribeiro de Gontije	0,3	0,8	76,3	7,3	85	17	ND
8	Ribeiro de Chaqueu	0,5	5	97,5	10,3	83	13,2	7,1
9a	Ribeiro de Campos	0,4	1,3	91,8	9	74	16,3	6,9
9b	Ribeiro de Campos	0,2	3,5	73	7,1	58	17	7,5
9c	Ribeiro de Campos	0,4	4	65	6,1	38	17,9	7,5
9d	Ribeiro de Campos	0,2	4	88,8	ND	64	15,6	7,1
10	Ribeiro das Ínsuas	0,4	4	ND	ND	87	19,4	6,7
		0,1	0,4	ND	8,7	100	18	6,4
11a	Rio da Veiga da Mira	0,2	2,7	ND	8,6	95	17,9	7
11b	Rio da Veiga da Mira	0,2	2,5	82,8	7,8	102	17,9	7,2
11c	Rio da Veiga da Mira	0,4	5	ND	ND	47	15,4	6,8
12	Rio Minho	0,2	15	ND	ND	115	ND	ND
13	Rio Manco	0,4	5	ND	ND	42	12,5	ND
14	Rio Minho	ND	ND	ND	ND	100	ND	ND
15	Ribeiro do Porto	0,4	5	ND	ND	186	18,6	7,2
16a	Rio Mouro	0,6	18,5	ND	ND	21	10,4	7,1
16b	Rio Sucrasto	0,5	7,5	ND	ND	ND	ND	ND
16c	Rio Mouro	0,7	16	ND	ND	51	ND	ND
16d	Rio Mouro	0,4	11	ND	ND	ND	10,4	ND
17	Rio Trancoso	ND	6	ND	ND	ND	ND	ND

Ao longo do período de estudo identificaram-se 20 espécies, sendo 4 delas exóticas (*Micropterus salmoides*, *Cyprinus carpio*, *Gobio lozanoi* e *Tinca tinca*) e 16 indígenas, das quais 12 autóctones (*Anguilla anguilla*, *Atherina boyeri*, *Chelon labrosus*, *Dicentrarchus labrax*, *Gasterosteus gymnurus*, *Liza aurata*, *Liza ramada*, *Mugil cephalus*, *Petromyzon marinus*, *Platichthys flesus*, *Salmo trutta fario* e *Salmo trutta trutta*) e 4 endémicas da P.I. (*Achondrostoma arcasii*, *Cobitis paludica*, *Pseudochondrostoma duriense* e *Squalius caroliterti*).

Foram identificadas 7 espécies exóticas, sendo 6 peixes: *Carassius auratus* (pimpão); *Cyprinus carpio* (carpa); *Gambusia holbrooki* (peixe-mosquito); *Gobio lozanoi* (góbio); *Micropterus salmoides* (achigã) e *Tinca tinca* (tenca) e o crustáceo *Procambarus clarkii* (lagostim-vermelho de água doce).

Ao longo do rio Minho a Riqueza (número de espécies) variou entre 11 e 22 espécies. Verificaram-se tendencialmente valores mais elevados deste parâmetro durante os meses de temperaturas mais baixas (Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro) e valores mais baixos na Primavera e Verão (entre Maio a Agosto). O Índice de Pielou (Uniformidade) de cada amostragem foi superior no Inverno (0,98 Novembro) e menor no Verão (0,74 em Maio). Verifica-se que quando os factores são agrupados mensalmente ocorre similaridade sazonal das amostragens a nível da biomassa e da abundância. A proporção de espécies exóticas/autóctones foi de 27 %. Nos afluentes esta proporção variou entre os 0% nos afluentes do troço superior (Rib.os Ínsuas, Manco, Porto, Trancoso) e os 33 % próximo do estuário (Rib.os Tinto, Campos, Chaqueu, Gontije).

Na zona tidal de água doce verificou-se que o crustáceo *P. clarkii* contribuiu significativamente para a similaridade entre amostras ao longo das estações do ano e uma correlação positiva da sua biomassa e abundância com a temperatura ($p < 0,05$). Verificou-se também que existe uma correlação negativa da abundância desta espécie com a endémica *Achondrostoma arcasii* (panjorca) ($p < 0,05$). *P. clarkii* encontra-se assim bem estabelecido nessa zona específica do estuário do rio Minho. A presença deste crustáceo foi verificada em 95,6% dos conteúdos recolhidos das nassas da ZTAD, completando uma biomassa total anual de 241,87 Kg e uma abundância média de 52,0 ind/nassa/dia \pm 44,70. Nos afluentes e nas áreas a montante do troço internacional do rio Minho não foram encontrados indivíduos desta espécie, nem se conseguiu estabelecer uma correlação com espécies endémicas e autóctones.

Foram observadas relações entre abundância, biomassa e guilda ecológica com temperatura, precipitação e caudal do rio. A biodiversidade foi negativamente afectada pela temperatura e positivamente afectada pela precipitação. A temperatura teve um efeito positivo sobre a abundância e biomassa de espécies exóticas e de água doce. O caudal e a temperatura tiveram um efeito negativo sobre a biomassa e abundância de espécies estuarinas. A abundância de espécies anádromas foi negativamente afectada pela temperatura.

Os gráficos de similaridades na ZTAD distinguem 3 grupos principais (Figura 25): o grupo de Julho a Setembro (Verão); o grupo de Outubro a Dezembro e Janeiro a Março (Outono e Inverno) e o grupo de Abril a Junho (Primavera). Contudo, há diferenças nas espécies que contribuem para a definição dos grupos. Do ponto de vista da abundância, os contributos mais elevados são dados por *Cobitis paludica* e *Gasterosteus gymnurus* durante o Outono/Inverno (23,1 % e 15,4 % respectivamente) e Primavera (21,3 % e 14,7 %) e pelos valores de *Micropterus salmoides* e *Cyprinus carpio* durante o Verão (16,7 e 15,3 % respectivamente).

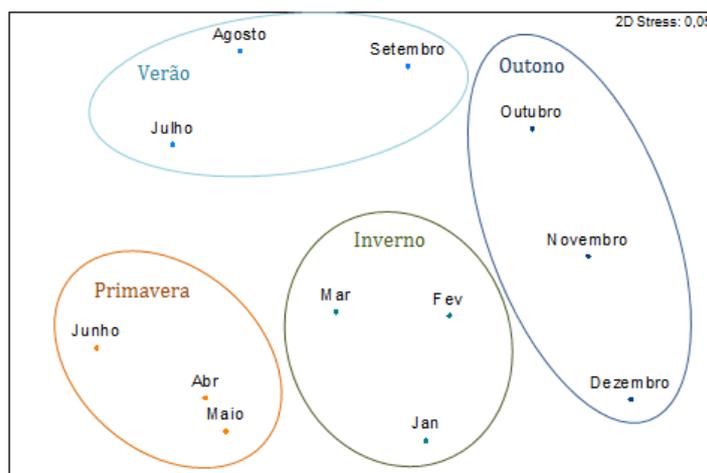


Figura 25. Gráfico de similaridade Bray-Curtis (MDS) da abundância estandardizada de peixes na ZTAD, agrupados por estações do ano (transformação quadrada).

O índice de riqueza de Margalef é mais elevado no Outono (máximo de 11,06 em Dezembro) e mais baixo na Primavera (mínimo de 3,23 em Junho). Ocorreram máximos de biomassa no Inverno (máximo de 282,91 em 2008) e no final de Agosto (186,62 em 2008 e 179,68 em 2009).

No Verão as percentagens médias mensais de biomassa da ictiofauna exótica, ascenderam a 40% e uma abundância de mais de 50%. Existem também valores

elevados de *P. clarkii* nesse período (máxima biomassa: 4770 g; máxima abundância: 178 indivíduos). Acrescenta-se ainda que estes 2 valores têm aumentado nos últimos três anos.

2.2.2.4. Conclusão

Os resultados permitem concluir que existiu um aumento da dominância das espécies exóticas e uma diminuição das espécies autóctones em abundância e biomassa na zona tidal de água doce do Rio Minho nos últimos dois anos. A espécie *P. clarkii* é a que mais contribuiu para este decréscimo.

A existência e dispersão de espécies exóticas nesta zona do estuário do rio Minho poderá influenciar a abundância e biomassa de espécies indígenas. Factores abióticos como a temperatura e o escoamento têm relações directas e inversas, respectivamente, com a abundância e biomassa das espécies exóticas. A temperatura parece contribuir para a formação de grupos semelhantes quanto à abundância dos indivíduos que os compõem, com prevalência de espécies indígenas nos meses mais frios e de espécies exóticas nos meses mais quentes. A abundância e biomassa das espécies exóticas aumentam com a temperatura e diminuem com o escoamento, o que poderá estar relacionado com as características destas espécies no seu estado nativo e com o seu ciclo de vida.

A diminuição do Índice de Pielou (Uniformidade) ao longo do tempo reflecte um aumento da heterogeneidade das amostras. A variação da abundância do crustáceo *P. clarkii* foi quem mais contribuiu para esta diminuição. Verificou-se também um aumento da abundância e biomassa na maioria das espécies exóticas e uma redução das espécies indígenas. A excepção ocorreu durante o final do Inverno e início da Primavera de 2009, onde se verificou uma maior abundância de espécies indígenas, contribuindo para tal a espécie *C. paludica* em Fevereiro e a espécie *G. gymnurus* em Março e Abril, embora relativamente à biomassa, o maior contributo tenha sido da espécie endémica *A. arcasii*.

Os resultados sugerem que as espécies exóticas invasoras se adaptam melhor do que as espécies indígenas a condições abióticas extremas (temperaturas elevadas com diminuição do oxigénio dissolvido). No entanto, a arte de pesca utilizada nas amostragens pode ter influenciado os resultados devido à sua selectividade (tamanho da malha) e tempo contínuo de permanência desta na água (risco de colmatagem da malha com vegetação; resistência das espécies dentro da nassa; predação). Estes factores podem beneficiar a representatividade de espécies como *P. clarkii*.

A teoria da facilitação (Simberloff, 2006) refere que a introdução de determinadas espécies exóticas pode facilitar a entrada de outras. Poderá interessar estudar a aplicação desta teoria no rio Minho, dado que há indícios de relação ente a presença de *P. clarkii* e a ocorrência de outras espécies exóticas. As possíveis consequências das alterações climáticas na expansão das populações de espécies exóticas deverão ser estudadas com o objectivo de prever o impacto destas sobre as populações indígenas. As mudanças climáticas podem promover alterações na composição de espécies de peixes e a respectiva guilda ecológica, mantendo as estruturas tróficas.

2.2.2.5. Bibliografia

Araújo M.J., Braga A.C., Mota M., Carvalho R., Antunes C. (2010). A macrofauna exótica influencia a ictiofauna indígena no estuário do rio Minho? XV Congresso da Associação Ibérica de Limnologia, 5 - 9 Julho, Açores, Portugal.

Araújo M.J., Mota M., Braga C., Sousa R., Roleira R., Carvalho R., Antunes C., (2010). Macrofauna exótica no rio Minho internacional., in Antunes C. (eds). IV Simpósio Ibérico Sobre A Bacia Hidrográfica Do Rio Minho., Aquamuseu do Rio Minho, 40.

Cabral M.J. (coord.), Almeida J., Almeida P.R., Dellinger T., Ferrand de Almeida N., Oliveira M.E., Palmeirim J.M., Queiroz A.I., Rogado L., Santos-Reis M. (eds.) (2005). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.

Clarke K.R., Warwick R.M. (2001). Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E Ltd, Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

Costa-Dias S.C. (2010). Ecology and trophic dynamics of the European eel, *Anguilla anguilla* (L.) - Tese de Doutoramento em Ciência Animal, Especialidade em Morfologia e Fisiologia, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto.

Doadrio I., Madeira M.J. (2004). A new species of the genus *Gobio* Cuvier, 1816 (*Actynoptergii*, *Cyprinidae*) from the Iberian Peninsula and southwestern France. *Graellsia* 60 (1):107-116.

ICN (2006). Plano Sectorial Rede Natura 2000, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, I. P.

INAG (2001a). Plano de Bacia Hidrográfica do Minho - Relatório Final. Lisboa, Instituto Nacional da Água.

INAG (2001b). Plano de Bacia Hidrográfica do Minho - Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual II – Enquadramento.

INE (2009). Anuário Estatístico de Portugal – Região Norte. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

Mota M. (2003). Ictiofauna da Bacia do Coura – Inventário da População e Habitat. Relatório de estágio final. Institute of Biomedical Sciences Abel Salazar. 66 pp + Annexes

Mota M., Sousa R., Bio A., Araújo M.J., Braga C., Antunes, C. (2011). Climate changes: keeping services, replacing intervenients., International Congress Estuaries in a Changing Climate - ECCLima. 5 - 8 April, Porto, Portugal.

Sousa R., Gutiérrez J.L., Aldridge D.C. (2009). Non-indigenous invasive bivalves as ecosystem engineers., Biol Invasions, 11, 2367-2386.

2.2.3. Exploração de recursos

São várias as espécies de peixes que são exploradas comercialmente no troço internacional do rio Minho. Nos afluentes apenas se realiza pesca desportiva. A regulamentação da pesca como actividade comercial está a cargo da Comissão Permanente do Troço Internacional do Rio Minho, sendo responsabilidade da Capitania do Porto de Caminha e da Comandancia Naval de Vigo a realização, publicação e fiscalização destas actividades.

As espécies mais valiosas comercialmente são os peixes diádromos (migradores entre ecossistemas dulciaquícolos e marinhos) durante a fase de entrada e subida do rio. Assim, são capturados: meixão (ou enguia-de-vidro) *Anguilla anguilla* apenas no estuário e a lampreia-marinha, *Petromyzon marinus* a savelha *Alosa fallax*, o sável *Alosa alosa* e o salmão *Salmo salar* no estuário e no troço montante. Além disso também a truta marisca *Salmo trutta trutta*, podem ser capturadas no entanto não há procura comercial.

2.2.3.1. Enguia europeia

A exploração da enguia-europeia no rio Minho é desenvolvida no capítulo “Contribuição para o Plano de Gestão da Enguia-Europeia”.

2.2.3.2. *Lampreia-marinha*

A lampreia-marinha, Portugal é um dos países onde a pesca sazonal da lampreia-marinha para consumo é mais elevada. Assim, a sobrepesca a par da fragmentação de habitat que impede acesso a zonas de postura adequadas, ameaçam a abundância deste vertebrado. Na foz do rio Minho realiza-se com maior intensidade a pesca da lampreia-marinha que entram no rio para realizar a postura. Entre Janeiro e Maio, são capturadas grandes quantidades de lampreias em comparação com outros rios ibéricos. De acordo com o Regulamento da Pesca (Decreto-Lei nº 8/2008 de 9 de Abril) é autorizada a pesca da lampreia-marinha em dois troços: do início do troço internacional a montante até à Torre de Lapela na margem portuguesa (Monção) (cerca de 40 km) e desde a Ínsua do Conguêdo na margem portuguesa (Valença) até ao mar (cerca de 35 km). As lampreias capturadas no troço entre Monção e o limite montante do troço internacional, utilizando a cabaceira e o botirão em pesqueiras, não podem ser comercializadas, pelo que os indivíduos capturados legalmente só servirão para consumo próprio. Por esta razão as quantidades capturadas com estas artes não estão incluídas nos valores declarados às autoridades. Os pescadores profissionais do rio Minho declaram periodicamente à Capitania do Porto de Caminha as quantidades que foram capturadas de cada espécie. Verifica-se um crescimento irregular dos valores declarados desde o início do século passado, com mínimos na época de 1926 (2280 indivíduos) e máximo na época de 2009 (55930 indivíduos).

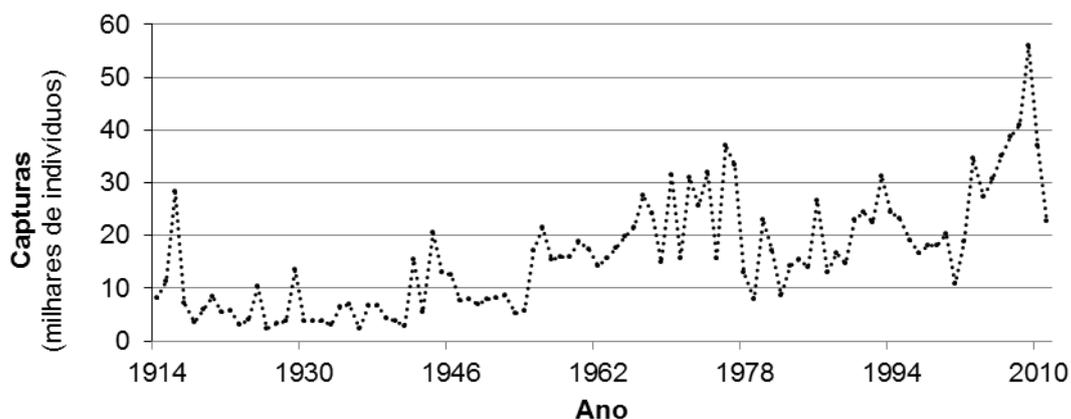


Figura 26. Capturas declaradas de lampreia-marinha no rio Minho internacional.

2.2.3.3. *Salmão do Atlântico*

Por se verificar os valores reduzidos das capturas de salmão no rio Minho, foi interdita a sua pesca no final da época de 2008. As capturas de salmão continuaram a verificar-se como pesca acessória. Assim, foi levantada a interdição na época de 2010/2011 e

também prorrogada para a época de 2011/2012 (Edital nº 32/2011 da Capitania do Porto de Caminha) (Figura 27).

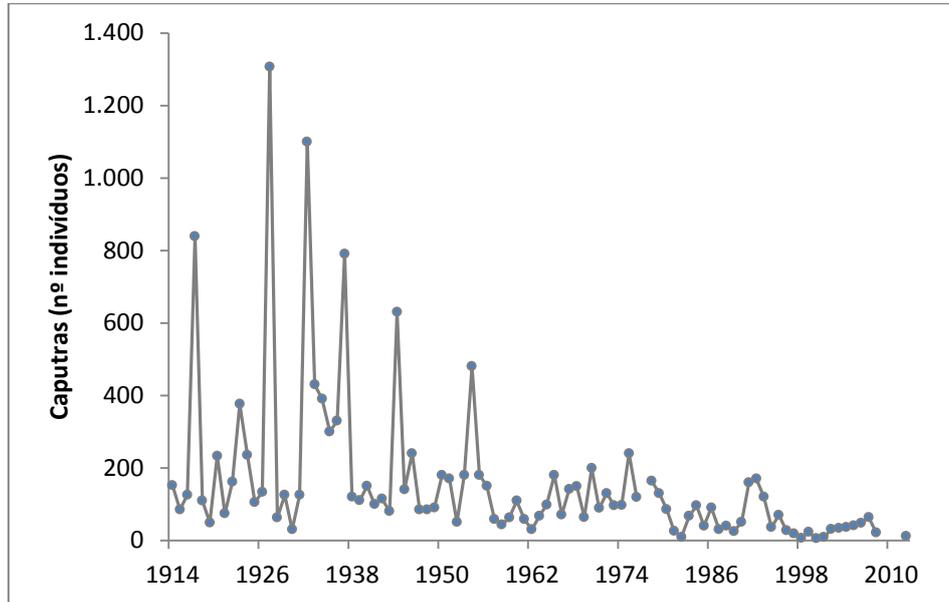


Figura 27. Capturas declaradas de salmão no rio Minho por pescadores Portugueses.

2.2.3.4. Sável

A exploração do sável no rio Minho é desenvolvida no capítulo “Contribuição para o Plano de Gestão do Sável (*Alosa alosa*)”.