

PLANO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA LAMPREIA-DE-RIACHO E DA LAMPREIA-DE-RIO



Relatório Final
Julho 2011

PLANO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA LAMPREIA-DE-RIACHO E DA LAMPREIA-DE-RIO

RELATÓRIO FINAL

JULHO 2011



Elaborado por:

Pedro Raposo de Almeida^{1,2} (Gestor de Projecto)

Carla Maia³ (Coord. Norte)

Bernardo Ruivo Quintella^{2,4} (Coord. Sul)

Carlos Antunes⁴

Nuno Gomes³

Carlos Manuel Alexandre²

Catarina Mateus²

Duarte Mendes³

Ana Filipa Ferreira²

João Lopes⁶

¹ Departamento de Biologia, Escola de Ciências e Tecnologia,
Universidade de Évora, Largo dos Colegiais, 7000 Évora (*Instituição Parceira*)

² Centro de Oceanografia, Faculdade de Ciências da Universidade de
Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa (*Instituição Proponente*)

³ Planeta Vivo, Centro de Investigação Ambiental Lda.
UPTEC – PMAR, Avenida da Liberdade, 4450-718 Leça da Palmeira
(*Instituição Parceira*)

⁴ Departamento de Biologia Animal, Faculdade de Ciências da Universidade de
Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa

⁵ Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR),
Rua dos Bragas, n.º 289, 4050 - 123 Porto (*Instituição Proponente*)

⁶ Fluvialário de Mora, Parque Ecológico do Gameiro, Apartado 35, 7490-909 Cabeção - Mora

Elaborado para:

EDP – Energias de Portugal, S.A.



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS	1
1.2. BREVE DESCRIÇÃO DO PROJECTO	3
2. A LAMPREIA-DE-RIO E A LAMPREIA-DE-RIACHO	4
2.1. DISTRIBUIÇÃO	4
2.2. CICLO DE VIDA.....	6
2.3. MORFOLOGIA	9
2.4. AMEAÇAS.....	11
3. METODOLOGIA.....	13
3.1. TRABALHO DE CAMPO	13
3.1.1. <i>Distribuição e selecção de habitat: nível regional (Fase I)</i>	13
3.1.2. <i>Seleccção de habitat: nível bacia hidrográfica (Fase II)</i>	17
3.1.3. <i>Seleccção de habitat: nível micro-habitat (Fase III)</i>	21
3.2. TRABALHO LABORATORIAL	27
3.2.1. <i>Análise granulométrica do sedimento</i>	27
3.2.2. <i>Determinação do conteúdo em matéria orgânica</i>	28
3.2.3. <i>Avaliação da viabilidade de reprodução em cativeiro de Lampetra planeri</i>	28
3.3. ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS	32
3.3.1. <i>Tratamento geral de dados</i>	32
3.3.2. <i>Distribuição e selecção de habitat ao nível regional (Fase I)</i>	32
3.3.3. <i>Seleccção de habitat ao nível bacia hidrográfica (Fase II)</i>	54
3.3.4. <i>Seleccção de habitat ao nível micro-habitat (Fase III)</i>	57
3.3.5. <i>Definição de prioridades de conservação</i>	59
4. RESULTADOS	61
4.1. DISTRIBUIÇÃO E SELECÇÃO DE HABITAT NÍVEL REGIONAL (FASE I)	61
4.1.1 <i>Identificação e caracterização dos núcleos populacionais em portugal continental.</i> 61	
4.1.2. <i>Modelo de distribuição</i>	66
4.2. SELECÇÃO DE HABITAT AO NÍVEL BACIA HIDROGRÁFICA (FASE II).....	87
4.2.1. <i>Identificação e caracterização dos núcleos populacionais dos rios Vouga e Sorraia</i>	87
4.2.2. <i>Variáveis ambientais que condicionam a distribuição do género Lampetra na bacia hidrográfica</i>	88
4.3. SELECÇÃO DE HABITAT AO NÍVEL MICRO-HABITAT (FASE III).....	104
4.3.1. <i>Caracterização dos núcleos populacionais da Sub-Bacia do rio águeda e ribeira de erra</i>	104
4.3.2. <i>Seleccção de habitat ao nível espacial micro-habitat</i>	106

4.4. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE REPRODUÇÃO EM CATIVEIRO DE LAMPETRA PLANERI	116
5. PLANO DE CONSERVAÇÃO	119
5.1. DEFINIÇÃO DE PRIORIDADES DE CONSERVAÇÃO	120
5.2. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS PROPOSTOS PARA CONSTITUIREM ZONAS ESPECIAIS DE CONSERVAÇÃO (ZEC).....	132
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	197
7. PRODUTOS FINAIS ASSOCIADOS AO PROJECTO	204
7.1. ELABORAÇÃO DE EXPOSIÇÕES TEMÁTICAS (FLUVIÁRIO DE MORA/AQUAMUSEU DO RIO MINHO)	204
7.2. ELABORAÇÃO DE DESDOBRÁVEIS DE DIVULGAÇÃO	207
7.3. FORNECIMENTO DE CONTEÚDOS PARA A PUBLICAÇÃO DE UM LIVRO	207
7.4. FORMAÇÃO PÓS-GRADUADA.....	207
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	209

Anexo I - Códigos de usos do solo (*Corine Land Cover V.2006*)

Anexo II - Painéis elaborados para a exposição realizada no Fluviário de Mora

Anexo IIA - Painel 1..... II-1

Anexo IIB - Painel 2..... II-2

Anexo IIC - Painel 3..... II-3

Anexo III - Painéis elaborados para a exposição realizada no Aquamuseu do Rio Minho

Anexo IIIA - Painel 1..... III-1

Anexo IIIB - Painel 2..... III-2

Anexo IIIC - Painel 3..... III-3

Anexo IV - Desdobrável de divulgação - Fluviário de Mora

Anexo IVA - Vista exterior IV-1

Anexo IVB - Vista interior..... IV-2

Anexo V - Desdobrável de divulgação - Aquamuseu do Rio Minho

Anexo VA - Painel 1..... V-1

Anexo VB - Painel 2..... V-2

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS

O presente documento constitui o relatório final do projecto. *Plano Nacional de Conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho*, premiado pelo Fundo EDP para a Biodiversidade 2008. O referido projecto, resultou da parceria das seguintes entidades: Centro de Oceanografia (CO), representado legalmente pela Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FFCUL), Universidade de Évora (UE), Fluvário de Mora, Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR), Autoridade Florestal Nacional, (AFN) e o Centro de Investigação Ambiental Lda. Planeta Vivo.

Os peixes continentais são o grupo de vertebrados mais ameaçado de Portugal. Das 35 espécies avaliadas pela última revisão do Livro Vermelho de Vertebrados de Portugal, 63% foram classificadas com uma das três categorias de ameaça (Cabral *et al.*, 2005). Em Portugal podem ser encontradas três espécies de lampreias: a lampreia-marinha (*Petromyzon marinus*, L.), a lampreia-de-rio (*Lampetra fluviatilis*, L.) e a lampreia-de-riacho (*Lampetra planeri*, Block 1784) (Fig. 1). As duas primeiras espécies são parasíticas e anádromas, enquanto a última é dulciaquícola e não parasitária (Hardisty, 2006). As duas espécies pertencentes ao género *Lampetra*, foram classificadas como *Criticamente em Perigo*, a categoria de ameaça mais elevada no que respeita ao risco de extinção (Cabral *et al.*, 2005). São por isso espécies consideradas prioritárias no que respeita à definição e implementação de medidas de conservação que permitam a recuperação do seu efectivo populacional.

O preocupante estatuto de conservação do género *Lampetra* em Portugal deve-se sobretudo à reduzida extensão de ocorrência (inferior a 30 km²), a elevada fragmentação e o declínio continuado da área de ocupação, da qualidade do habitat e do número de subpopulações (Cabral *et al.*, 2005). Os principais factores de ameaça estão relacionados com a perda de habitat, resultante da interrupção da continuidade longitudinal dos rios, extracção de inertes, poluição aquática e outras alterações dos cursos de água (Lelek, 1987; Doadrio, 2001; Cabral *et al.*, 2005).



Figura 1. Espécies de lampreias que ocorrem em Portugal Continental: 1) Lampreia-marinha (*Petromyzon marinus*); 2) Lampreia-de-rio (*Lampetra fluviatilis*) e 3) Lampreia-de-riacho (*Lampetra planeri*). Imagem cedida por F.Correia® (www.efecorreia-arstudio.com).

O desconhecimento sobre a biologia das duas espécies pertencentes ao género *Lampetra*, não só no território nacional mas também no resto da sua área de distribuição, aliado ao facto de serem consideradas *Criticamente em Perigo*, faz com que seja premente o seu estudo.

O principal objectivo deste projecto passa pela conservação destas duas espécies de lampreia ameaçadas de extinção. Para atingir o objectivo proposto será necessário definir com rigor (ao nível da linha de água) a área de distribuição em Portugal e desenvolver um trabalho de investigação dirigido à identificação das variáveis que condicionam a selecção de habitat destas espécies. Foram definidos como objectivos parcelares as seguintes tarefas:

1. Caracterização da distribuição da lampreia-de-rio e lampreia-de-riacho em Portugal Continental: Prospeccção de núcleos populacionais e identificação de linhas de água com características propícias ao seu desenvolvimento;
2. Identificação das variáveis abióticas que condicionam a selecção de habitat de *Lampetra sp.* a três níveis biogeográficos distintos: regional, bacia hidrográfica e micro-habitat (duas bacias representativas das populações Norte e Sul do país);
3. Comportamento reprodutor da lampreia-de-riacho: avaliação da viabilidade de reprodução em cativeiro para acções de repovoamento/(re)introdução;
4. Elaboração de exposições temáticas (Fluviário de Mora / Aquamuseu do Rio Minho);
5. Elaboração de um Plano Nacional de Conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho: definição de medidas de gestão específicas para cada bacia hidrográfica.

Durante o primeiro ano do projecto, Janeiro a Dezembro de 2009, foi concluída a Tarefa 1 (Caracterização da distribuição da lampreia-de-rio e lampreia-de-riacho em Portugal Continental: prospecção de núcleos populacionais e identificação de linhas de água com características propícias ao seu desenvolvimento) e iniciada a Tarefa 2, nomeadamente, a identificação das variáveis abióticas que condicionam a selecção de habitat de *Lampetra* sp. ao nível geográfico regional. Durante o segundo ano (Janeiro a Dezembro de 2010) foi terminada a parte referente ao trabalho de campo da segunda tarefa, avaliada a viabilidade de reprodução em cativeiro (tarefa 3) e elaboradas as exposições temáticas (tarefa 4). O período complementar que foi requerido foi utilizado para tratar os dados recolhidos durante o trabalho de campo desenvolvido no final de 2010 e para a elaboração do Plano Nacional de Conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho que constitui a parte final do presente documento.

1.2. BREVE DESCRIÇÃO DO PROJECTO

O presente projecto teve a duração de dois anos e foi desenvolvido em todo o território continental. O grupo de trabalho responsável pela execução deste projecto é composto por duas equipas distintas. Por ser um projecto com uma grande abrangência em termos territoriais, optou-se por dividir em termos operacionais o sistema aquático continental em duas grandes regiões, uma região Norte que engloba as bacias hidrográficas do Rio Minho ao Rio Vouga e uma região Sul representada pelo restante território até à bacia hidrográfica do Rio Guadiana e Ribeiras do Algarve. A bacia hidrográfica do Rio Vouga foi amostrada por ambas as equipas em simultâneo e serviu para calibrar as metodologias de amostragem utilizadas no trabalho de campo. Esta padronização do procedimento utilizado para a recolha de informação permitiu a utilização e tratamento de dados conjunta, sem correr o risco de enviesamento pelo facto de as amostragens terem sido realizadas por equipas distintas.

2. A LAMPREIA-DE-RIO E A LAMPREIA-DE-RIACHO

As lampreias pertencem a um dos grupos mais primitivos de vertebrados, os Agnatha, que literalmente significa “sem maxilas”. São facilmente reconhecíveis pela sua forma esguia semelhante à enguia e pela boca em forma de disco revestido por um conjunto de “dentes” (designados de odontoides, de número e disposição variável de acordo com a espécie). O aparelho bucal das lampreias é utilizado na maior parte das espécies para parasitar outros peixes e, desta forma, alimentarem-se durante a fase adulta.

2.1. DISTRIBUIÇÃO

As lampreias possuem uma distribuição anti-tropical (Fig. 2), sendo a temperatura a variável ambiental que mais condiciona a distribuição (Hardisty & Potter, 1971a; Hardisty, 2006).

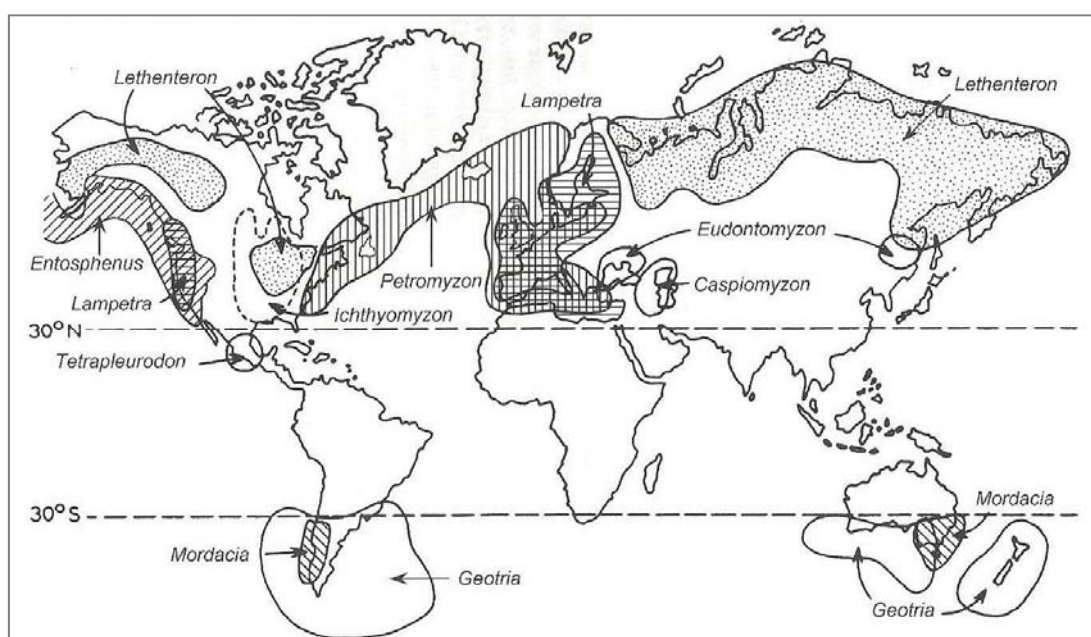


Figura 2. Distribuição global dos principais géneros de lampreias (Hardisty, 2006).

A área de distribuição da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho encontra-se confinada ao Continente Europeu (Fig. 3). A lampreia-de-rio distribui-se desde as águas costeiras e rios do Noroeste da Europa até ao Sul da Europa. A lampreia-de-riacho ocorre desde o Báltico, Mar-do-Norte e Ilhas Britânicas (com excepção do

território escocês) até ao Sul da Europa (Lelek, 1987; Kotellat & Freyhof, 2007). Em Portugal, foram os trabalhos de Baldaque da Silva (1891) e posteriormente a confirmação por Almaça & Collares-Pereira (1988) e Almaça & Cortes (1991) que descreveram a presença destas duas espécies no território nacional.

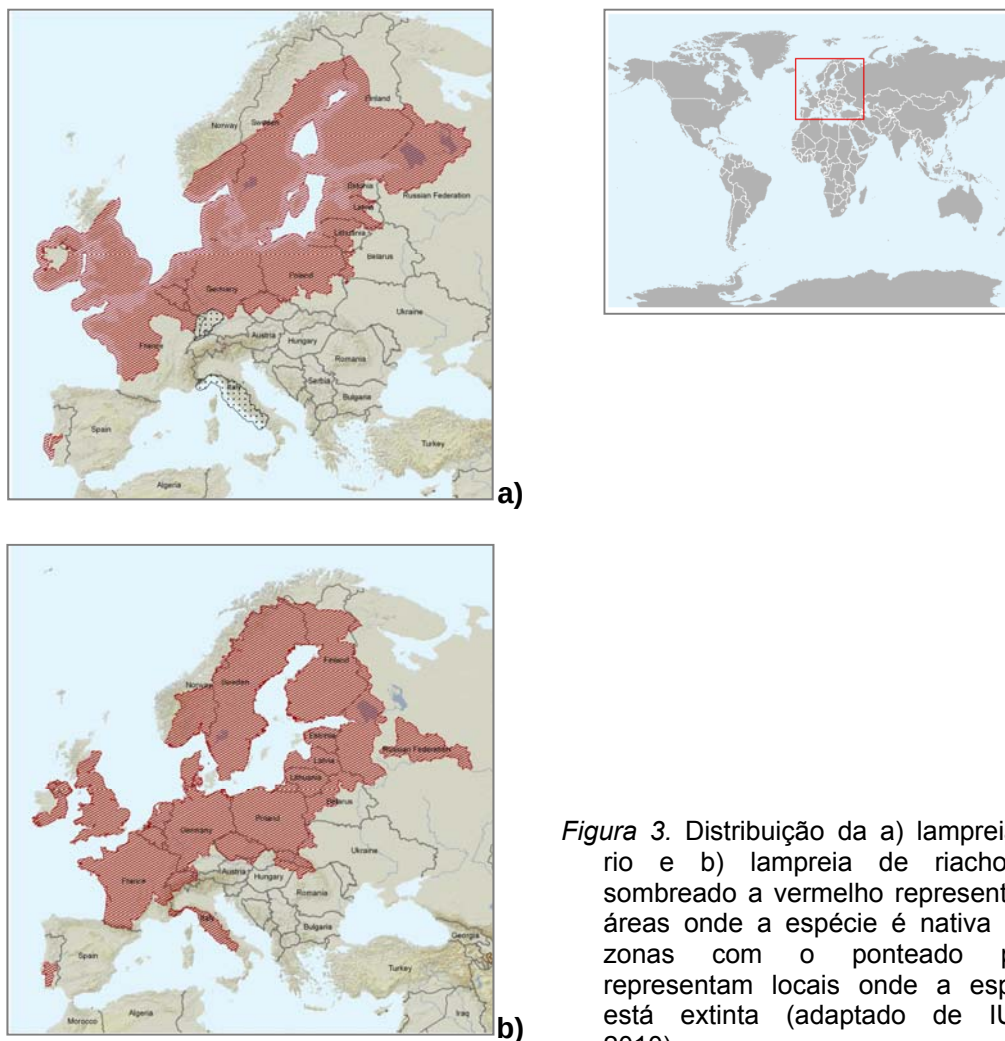


Figura 3. Distribuição da a) lampreia de rio e b) lampreia de riacho. O sombreado a vermelho representa as áreas onde a espécie é nativa e as zonas com o pontado preto representam locais onde a espécie está extinta (adaptado de IUCN, 2010).

Até ao momento, em Portugal, só foi confirmada a presença de adultos reprodutores de lampreia-de-rio na bacia hidrográfica do Rio Tejo, ao contrário da sua congénere, a lampreia-de-riacho, que parece ter uma distribuição mais alargada em território nacional (Cabral *et al.*, 2005; Espanhol *et al.*, 2007). Em Portugal Continental a sua presença está confirmada nas bacias hidrográficas do Douro (Maia *et al.*, 2008), Ribeiras entre Douro e Vouga, Vouga, Mondego, Lis, Ribeiras do Oeste, Tejo e Sado (Cabral *et al.*, 2005; Espanhol *et al.*, 2007). Em Espanha existe uma pequena população de lampreia-de-riacho no Rio Olabidea (Navarra), em claro declínio, cuja área de ocupação é inferior a 10km². Recentemente, foi descrita a ocorrência de mais um núcleo populacional de *Lampetra* sp. em território Espanhol no Rio Deva (Astúrias)

(Mateus *et al.*, 2011). Não são conhecidas populações de lampreia-de-rio em Espanha, tendo sido considerada extinta neste país por Doadrio (2001).

2.2. CICLO DE VIDA

Com características morfológicas e ciclo de vida muito semelhantes, em particular durante a sua fase larvar, a lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho diferenciam-se essencialmente pela adopção de diferentes estratégias durante a fase adulta (Hardisty & Potter, 1971b). Enquanto os juvenis de lampreia-de-rio executam uma migração trófica, em direcção ao mar e/ou estuário, onde permanecem cerca de dois anos parasitando outros peixes, a lampreia-de-riacho não se alimenta na fase adulta e inicia a maturação sexual e a migração para locais de reprodução pouco depois da metamorfose (Hardisty & Potter, 1971b).

As duas espécies deste género passam a maior parte do seu ciclo em meio dulciaquícola, durante a fase larvar, normalmente enterradas em substrato arenoso. Durante este período, que pode durar vários anos, são designadas de amocete. São organismos filtradores, que se alimentam microfagicamente de pequenos organismos em suspensão na coluna de água (Hardisty & Potter, 1971c).

A passagem à fase adulta inicia-se com um processo de metamorfose, caracterizado pelo desenvolvimento do disco bucal (aparecimento dos dentes), formação e desenvolvimento dos olhos, alterações na coloração (torna-se mais prateada a lampreia-de-rio, opaca a lampreia-de-riacho), entre outras transformações; processo que precede o início da migração (migração trófica, em direcção ao mar, para a lampreia-de-rio e migração para os locais propícios à reprodução, em meio dulciaquícola, para a lampreia-de-riacho). Nesta fase os indivíduos são vulgarmente designados por macroftálmicas.

Como já foi referido anteriormente, a lampreia-de-riacho não se alimenta na fase adulta, após a metamorfose reproduz-se e morre. A lampreia-de-rio, pelo contrário, após a metamorfose inicia uma migração descendente para o mar ou estuário onde inicia a fase parasítica, que dura cerca de 2 anos (Hardisty & Potter, 1971b). Pensa-se que os adultos passam a maior parte da sua vida parasitária nos estuários ou em águas costeiras, seguindo os movimentos dos hospedeiros como *Clupea harengus* L. (arenque), *Sprattus sprattus* L. (espadiilha) e *Platichthys flesus* L. (solha-das-pedras) (Hardisty, 1986; Maitland, 2003). No seu modo de alimentação, a lampreia-de-rio tem

sido descrita mais como predador do que como parasita, uma vez que se alimenta de pedaços de tecido dos seus hospedeiros/presas, em vez de se alimentar apenas de sangue (Hardisty, 1986).

Esta espécie, quando inicia a maturação sexual, deixa de se alimentar e inicia uma migração ascendente para os rios, onde se reproduz e morre. Nas lampreias a reprodução é designada de pseudo-cópula, uma vez que não se trata de uma verdadeira cópula, mas sim uma estimulação do macho para induzir a libertação dos ovos (Huggins & Thompson, 1970). Não existem dados que permitam definir a época de migração reprodutora quer da lampreia-de-rio quer da lampreia-de-riacho em Portugal, sendo provável que a migração reprodutora desta última, para os locais de postura, seja bastante mais curta e só se inicie pouco tempo antes do período reprodutor (Hardisty & Potter, 1971b).

O ciclo de vida de ambas as espécies do género *Lampetra* soma assim um total de sete anos (Fig. 4), apresentando as suas histórias de vida ligeiras diferenças (Hardisty, 2006). A fase de amocete assume uma maior importância temporal na vida da lampreia-de-riacho (cinco a seis anos), mas a sua existência em adulto é mais reduzida. A lampreia-de-rio tem uma fase adulta com a duração de dois anos e meio (cerca de dois anos como parasita e seis meses de actividade reprodutora), tendo passado os anteriores quatro anos e meio como amocete (Hardisty, 2006).

Estes animais passam, ao longo do seu ciclo de vida, por dois períodos relativamente prolongados durante os quais não se alimentam. O primeiro é o da metamorfose e o segundo é durante a migração reprodutora. É crucial para a sua sobrevivência que as lampreias consigam acumular reservas suficientes, não apenas para completar a jornada reprodutora e maturação das gónadas mas, atingido esse objectivo, para enfrentar as pesadas exigências das frenéticas actividades reprodutoras que se seguirão. Uma das formas que as lampreias possuem para resistir a longos períodos sem comida é a diminuição do comprimento corporal para menos cerca de um quarto. Esta capacidade única só é possível devido à ausência de uma coluna vertebral óssea (Hardisty, 2006).

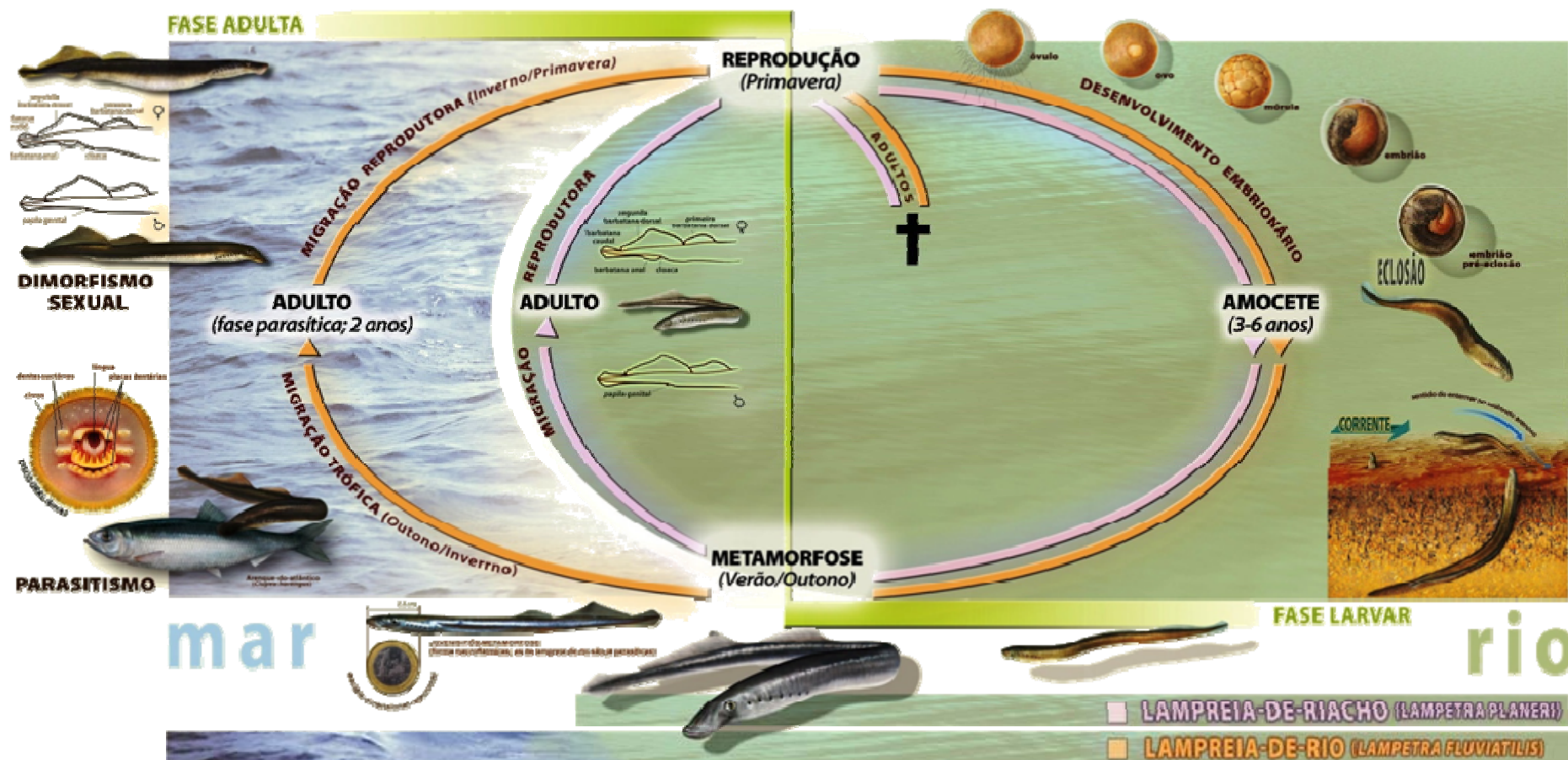


Figura 4. Ciclo de vida da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho. Imagem cedida por F. Correia© (www.efecorreia-arstudio.com)

2.3. MORFOLOGIA

Até ao momento não foi encontrada nenhuma característica morfológica diagnosticante que permita uma distinção entre os amocetes de lampreia-de-rio e de lampreia-de-riacho. A presença de amocetes de lampreia-marinha em áreas de distribuição comuns (troço inferior dos rios) dificulta a distinção entre as várias espécies. No entanto, na fase larvar a distinção entre a lampreia-marinha e as duas espécies de *Lampetra* sp. é facilitada pela presença de diferentes padrões de pigmentação na cabeça e na cauda (Potter & Osborne, 1975; Gardiner, 2003) (Fig. 5).

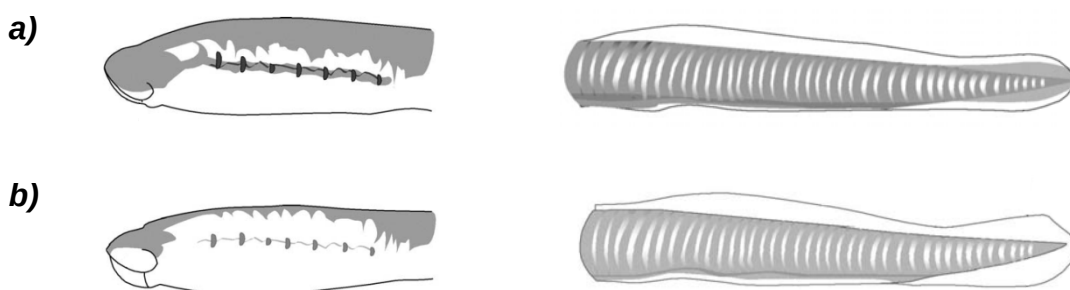


Figura 5. Ilustração da cabeça e da cauda de (a) lampreia-marinha e de (b) *Lampetra* sp. onde é possível observar pormenores que permitem a identificação e distinção entre espécies (adaptado de Gardiner, 2003).

Na fase macroftálmica (*i.e.* juvenil) e adulta as três espécies são relativamente fáceis de identificar através do seu comprimento (lampreia-marinha atinge tamanhos superiores, seguida da lampreia-de-rio e por último as mais pequenas são as lampreias-de-riacho), pigmentação, forma das barbatanas dorsais e através do número, disposição e formato dos odontóides. (Fig. 6).

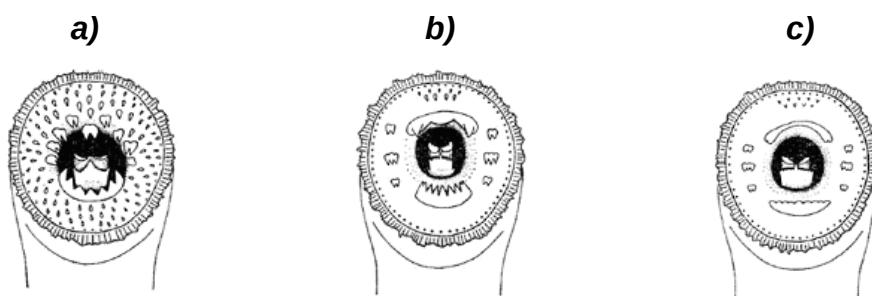


Figura 6. Ilustração do disco bucal do adulto de (a) lampreia-marinha, (b) lampreia-de-rio e de (c) lampreia-de-riacho (adaptado de Maitland, 1972).

A lampreia-de-rio atinge no estado adulto uma dimensão aproximada de 40 cm (Fig. 7a) ao passo que lampreia-de-riacho não ultrapassa os 20 cm de comprimento (Fig. 7b) (Hardisty, 1986; Lelek, 1987). Na lampreia-de-rio os dentes são afiados, pelo contrário, na lampreia-de-riacho os dentes são rombos (Hardisty, 1986; Lelek, 1987). No que diz respeito ao número de miómeros da região do tronco, a lampreia-de-rio apresenta 58 a 66 miómeros ao passo que a lampreia-de-riacho tem cerca de 62 a 69 miómeros. Por haver sobreposição no número de miómeros na região do tronco, esta característica não pode ser considerada diagnosticante para as referidas espécies (Hardisty, 1986).

Embora tradicionalmente se considere a existência de duas espécies de *Lampetra* sp., alguns autores consideram a possibilidade de existir apenas uma espécie que apresenta duas estratégias diferentes na fase adulta (Schreiber & Engelhorn, 1998; Espanhol *et al.*, 2007).



Figura 7. Fotografia de (a) um adulto de lampreia-de-rio com cerca de 25 cm de comprimento, (b) um adulto de lampreia-de-riacho com cerca de 15 cm de comprimento total e (c) um amocete de lampreia-de-riacho.

2.4. AMEAÇAS

O estatuto de conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho na Europa é considerado *Pouco Preocupante* (IUCN, 2010). No Livro Vermelho de Espanha, a lampreia-de-rio foi classificada como *Regionalmente Extinta* e a lampreia-de-riacho como *Criticamente Ameaçada* (Doadrio, 2001). Em Portugal o estatuto de ambas é, como já foi referido, de *Criticamente em Perigo* (Cabral *et al.*, 2005). As razões apontadas para a sua classificação são: i) a reduzida extensão de ocorrência conjunta (inferior a 30 km²); ii) elevada fragmentação populacional (presença confirmada em apenas sete bacias hidrográficas para *L. planeri* e uma bacia hidrográfica para *L. fluviatilis*) e iii) declínio continuado da área de ocupação, qualidade do habitat e número de subpopulações (Cabral *et al.*, 2005). Os principais factores de ameaça a estas espécies estão relacionados com a perda de habitat nomeadamente pela presença de obstáculos à continuidade longitudinal, a extracção de areias e a degradação da qualidade da água dos rios.

Obstáculos à continuidade longitudinal

A construção de açudes e barragens nos rios pode causar um efeito de barreira à migração destas espécies de lampreia, impedindo-as de atingir os locais desova. Este problema é particularmente grave no caso da lampreia-de-rio, devido à sua natureza anádroma, pela redução do habitat disponível que impõe a esta espécie.

Extracção de areias

As larvas das lampreias tendem a formar agregados populacionais, denominados de leitos de amocetes, em zonas de substrato predominantemente arenoso. São estas mesmas zonas que por sua vez são bastante procuradas pela indústria extractiva de materiais inertes para vários fins, nomeadamente para a construção civil. A remoção de areias em leitos de amocetes destrói o habitat ocupado por estes animais, provocando uma elevada mortalidade dos indivíduos.

Degradação da qualidade da água

A degradação das zonas fluviais, nomeadamente a poluição aquática resultante da agricultura ou de efluentes domésticos e industriais, a regularização e desmatação das margens e vegetação ribeirinha, a extracção de água para fins agrícolas ou de

consumo, deterioram o habitat disponível para a lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho. Este tipo de intervenções de origem humana pode ser responsável pelo desaparecimento destas espécies em determinados cursos de água mais impactados.

Alterações climáticas e tendência populacional

Não existe informação quanto à actual tendência populacional da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho em Portugal. Tendo em conta as especificidades destas espécies em termos ecológicos, é provável que se tenha verificado, nos últimos anos, uma acentuada redução do efectivo populacional destas espécies.

As alterações climáticas que ocorrem nos dias de hoje, principalmente o aquecimento global, podem vir a ter efeitos particularmente nefastos nas comunidades aquáticas nos rios do território Sul português e, consequentemente, nestas duas espécies de lampreia. Se nada for feito para minimizar esta situação, é possível que no futuro se assista a um declínio da sua área de ocupação, da qualidade do habitat e uma redução do efectivo populacional que, em casos extremos, pode levar ao desaparecimento destas espécies do território nacional.

3. METODOLOGIA

3.1. TRABALHO DE CAMPO

3.1.1. DISTRIBUIÇÃO E SELECÇÃO DE HABITAT: NÍVEL REGIONAL (FASE I)

Durante o período compreendido entre Abril e Outubro de 2009, foram realizadas campanhas de prospecção e amostragem com vista à identificação de linhas de água com características propícias ao desenvolvimento de lampreias do género *Lampetra*, à prospecção de núcleos populacionais de ambas as espécies e à determinação das variáveis que influenciam a sua selecção de habitat a nível regional (Fase I). Objectivos previstos, respectivamente, nas Tarefas 1 e 2 do presente projecto (cf. capítulo 1.1 Enquadramento e objectivos).

Na pré-selecção dos locais a prospectar foram consideradas as necessidades ecológicas de ambas as espécies (em particular na fase larvar), nomeadamente as suas preferências em termos de habitat. Durante a fase larvar, os amocetes necessitam de zonas cujo leito é constituído por substrato arenoso, corrente fraca e com deposição de material fino (Almeida & Quintella, 2002). Estas características são típicas do troço final e/ou médio da maioria dos rios portugueses. Na distribuição da rede de estações de amostragem nesta fase do trabalho, foi dada uma menor atenção a troços ou linhas de água onde a presença de lampreias seria, à partida, menos provável pelo facto de não terem algumas características essenciais para o estabelecimento dos leitos de amocetes, nomeadamente aquelas relacionadas com o tipo de substrato presente.

O número de estações de amostragem foi definido de acordo com a área total da bacia hidrográfica a ser prospectada. O critério utilizado foi estabelecer no mínimo uma estação de amostragem por 300 km² de área de bacia de drenagem. Para a totalidade do território continental foram inicialmente pré-seleccionadas 305 estações de amostragem de acordo com a tabela 1. No entanto, o número de estações efectivamente amostradas no final da campanha de prospecção foi inferior ao previsto, obtendo-se um total de 244 locais caracterizados (cerca de 80% do que tinha sido inicialmente previsto) (Fig. 8). Na região Sul do país, não foi possível amostrar o número de estações inicialmente previsto devido ao regime temporário de algumas

linhas de água. Foram várias as estações de amostragem pré-seleccionadas em cursos de água que, na data escolhida para a sua amostragem, os seus leitos estavam secos. Na região Norte, por outro lado, as características das linhas de água, com vales fortemente encaixados, declives acentuados, regime torrencial e leitos essencialmente rochosos, levou à redução do número de estações inicialmente previstas por falta de habitat propício à sobrevivência de lampreias na fase larvar. Esta situação verificou-se com particular incidência na bacia hidrográfica do Rio Douro, em particular na região de Trás-os-Montes e Alto Douro e em parte na Beira Alta. Os locais visitados durante esta prospecção, nos quais não foi possível realizar a amostragem ou se verificou serem de todo inadequados para a ocorrência de exemplares do género *Lampetra*, encontram-se igualmente apresentados no mapa da figura 8. Apesar destes constrangimentos, no final da prospecção efectuada pode-se considerar que o número final de pontos é muito satisfatório e que cobre totalmente a diversidade de habitats existente no país com potencial para serem utilizados pelas espécies em questão.

Tabela 1. Bacias hidrográficas prospectadas durante a Fase I

Bacia Hidrográfica (acrónimo)	Nº estações pré-seleccionadas	Nº de estações Amostradas (Fase I)
Rio Minho (MN)	7	6
Rio Lima (LM)	5	7
Rio Cávado (CV)	7	6
Rio Ave (AV)	5	5
Rio Douro (D)	63	13
Ribeiras do Norte* (RN)	10	10
Rio Vouga (VG)	12	14
Rio Mondego (MO)	23	22
Rio Lis (L)	5	5
Ribeiras do Oeste (RO)	10	9
Rio Tejo (T)	82	77
Rio Sado (S)	25	24
Rio Mira (MR)	6	6
Ribeiras do Algarve (AI)	14	10
Rio Guadiana (GD)	31	30
Total	305	244

* A Bacia Hidrográfica designada como Ribeiras do Norte (RN) inclui os cursos de água de menor dimensão localizados entre as bacias do Lima e Cávado, Cávado e Ave, Ave e Douro, e associadas ao Rio Âncora e à Barrinha de Esmoriz.

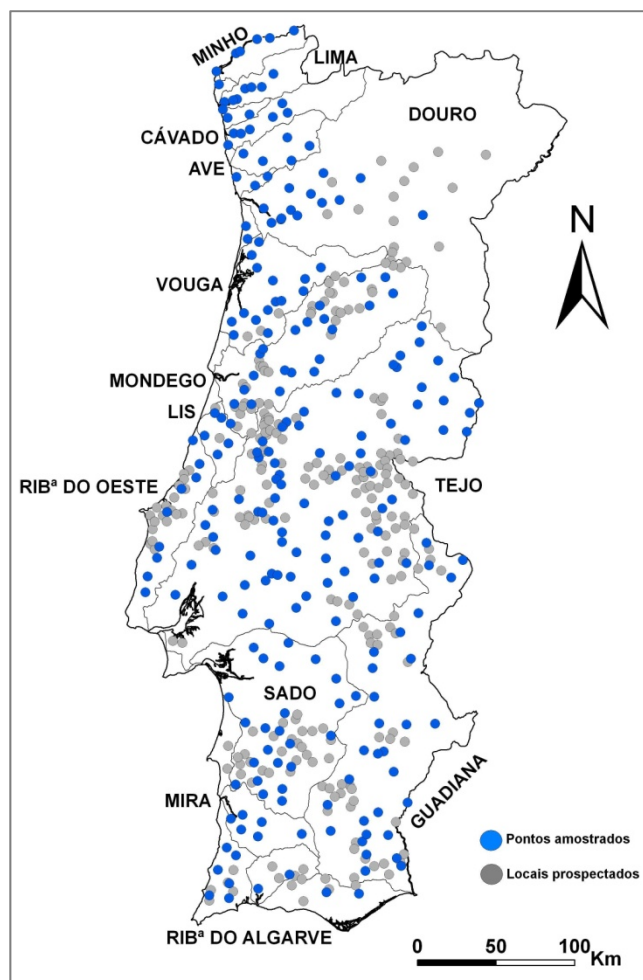


Figura 8. Localização das estações amostradas (244) e locais apenas prospectados (256) durante a campanha de 2009 (Fase I) e delimitação das bacias hidrográficas prospectadas.

O procedimento de amostragem utilizado durante esta primeira parte do projecto foi, em parte, adaptado do *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva Quadro da Água: Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola* (INAG, 2008).

O troço de amostragem caracterizado foi cerca de vinte vezes a largura média do leito inundado para rios até 30 m de largura, e dez vezes a largura média do troço amostrado para rios com mais de 30 m de largura.

A captura das lampreias foi efectuada com um aparelho de pesca eléctrica (gerador dorsal ou de margem, dependendo das características dos locais de amostragem), e um ânodo auxiliado por uma ou duas redes camaroeiras (Fig. 9). O esforço de pesca foi direccionado para áreas com características favoráveis à presença de lampreias, no entanto, habitats menos favoráveis também foram amostrados.



Figura 9. Aparelho de pesca eléctrica utilizado na captura de lampreias.

A prospecção foi realizada em sistema aberto, sem recorrer à utilização de redes a fechar o troço pescado, realizando uma única passagem pelos locais seleccionados. O tempo de amostragem foi contabilizado para se poder calcular a captura por unidade de esforço (CPUE) em cada local amostrado.

Após captura, a identificação das lampreias foi realizada, sempre que possível, até à espécie. No entanto, como já foi referido no capítulo anterior, a identificação inequívoca das lampreias que ocorrem em território nacional, só é possível na fase adulta. Na fase larvar apenas se consegue distinguir entre os amocetes de lampreia-marinha e os de *Lampetra* sp..

Os exemplares do género *Lampetra* identificados foram posteriormente anestesiados (2-phenoxyethanol; 0,3 ml de anestésico por litro de água) para registo de parâmetros biométricos (comprimento total - ± 1 mm; e peso total - $\pm 0,01$ g). Após a realização das medições, e depois de totalmente recuperados da anestesia, todos os indivíduos foram devolvidos vivos ao meio natural próximo dos locais de captura.

A informação relativa aos parâmetros ambientais dos locais amostrados, foi obtida em ambiente SIG (*cf.* capítulo 3.3.2) uma vez que nesta fase o que se pretendia era identificar as variáveis de macro-escala que influenciam a distribuição destas espécies em Portugal. O modelo de probabilidade de ocorrência foi desenvolvido com base numa informação de captura do tipo presença/ausência. Esta abordagem metodológica permite não só determinar a provável área de distribuição das espécies em estudo mas, paralelamente, a identificação de variáveis que ao nível geográfico regional poderão condicionar a ocorrência destas espécies.

Nas estações de amostragem onde foi detectada a presença de lampreias do género *Lampetra* foi ainda caracterizado o habitat onde os exemplares foram capturados com a medição de variáveis como a profundidade (m), velocidade de corrente (ms^{-1}), e

granulometria do substrato (recolha de amostra de sedimento com um *corer* para análise posterior em laboratório; Fig. 10). Esta informação serviu apenas como informação adicional relativa a alguns parâmetros ambientais dos locais onde foi confirmada a presença de lampreias.



Figura 10. Recolha de amostra de sedimento com *corer* para análise granulométrica.

Pelo facto de as amostragens serem efectuadas por duas equipas distintas, uma responsável pelas bacias hidrográficas da região Norte e a outra pelas bacias hidrográficas da região Sul do país, optou-se por definir uma área para se padronizar o procedimento de amostragem. Para o efeito, foi escolhida a Bacia Hidrográfica do Vouga como área de inter-calibração do procedimento de amostragem que tinha sido previamente definido por ambas as equipas. No total, as duas equipas amostraram em simultâneo 14 estações de amostragem. Este período inicial de amostragem conjunta permitiu ajustar e corrigir alguns procedimentos de maneira a garantir que o método utilizado para a obtenção dos dados nas bacias das duas regiões definidas é idêntico.

3.1.2. SELECÇÃO DE HABITAT: NÍVEL BACIA HIDROGRÁFICA (FASE II)

Para completar os objectivos previstos na Tarefa 2, seleccionaram-se duas bacias hidrográficas, representativas da região Norte e Sul do país, para onde foram canalizadas as amostragens do segundo ano de projecto de forma a obter informação que permita identificar as variáveis responsáveis pela selecção de habitat do género *Lampetra* ao nível da bacia hidrográfica (Fase II) e, posteriormente, do micro-habitat (Fase III; cf. capítulo 3.1.3). Esta selecção foi efectuada com base na informação obtida durante o primeiro ano de projecto.

Foram seleccionadas a Bacia Hidrográfica do Rio Vouga (3635 km² de área de bacia) e a Sub-bacia Hidrográfica do Rio Sorraia (7500 km² de área de bacia) para desenvolver este trabalho mais detalhado ao nível da definição geográfica (Fig. 11), essencialmente por dois motivos: (1) são bacias onde foram identificados vários núcleos populacionais de *Lampetra* sp. dispersos pelo sistema hidrográfico, o que

garante à partida um gradiente no que diz respeito a alguns preditores bióticos e abióticos que pretendemos analisar; (2) são sistemas com características biofísicas representativas das bacias hidrográficas próximas dos limites Norte e Sul da distribuição destas espécies em território nacional. A amostragem da Bacia Hidrográfica do Rio Vouga ficou a cargo da equipa da Região Norte e a da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Sorraia da equipa da Região Sul.

A campanha de amostragem referente à Fase II, nomeadamente a análise da selecção de habitat a nível de bacia hidrográfica, que decorreu entre Julho e Setembro de 2010, foi levada a cabo em 27 pontos na Bacia Hidrográfica do Rio Vouga e 68 na Sub-bacia do Rio Sorraia (Fig. 11).

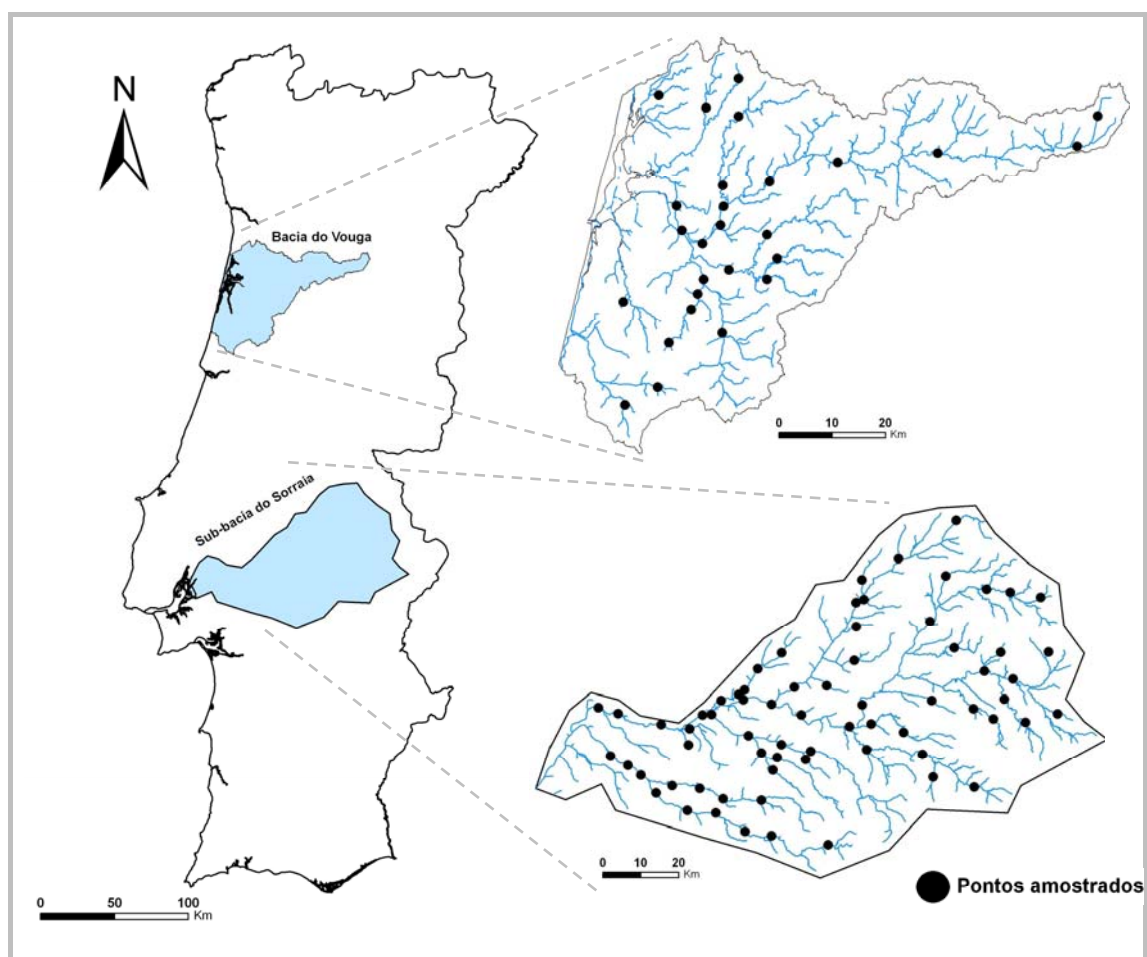


Figura 11. Localização das estações de amostragem para avaliação da selecção de habitat do género *Lampetra* a nível de bacia hidrográfica (Fase II).

O procedimento de captura das lampreias utilizado durante a campanha relativa à Fase II foi, em parte, adaptado do *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva Quadro da Água: Protocolo de*

amostragem e análise para a fauna piscícola (INAG, 2008). O tempo de pesca foi contabilizado em cada local amostrado, para se poder calcular o CPUE (captura por unidade de esforço).

Após a captura, os exemplares do género *Lampetra* identificados foram igualmente anestesiados para contagem e registo do comprimento total (± 1 mm). Após a realização das medições, e depois de totalmente recuperados da anestesia, todos os indivíduos foram devolvidos vivos ao meio natural próximo dos locais de captura.

Posteriormente à pesca, efectuou-se a caracterização geral do troço seleccionado para a amostragem, com base no conjunto de variáveis bióticas e abióticas descritas na tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros ambientais utilizados para uma caracterização do local amostrado durante o trabalho de campo desenvolvido na Fase II

Tipo	Variável	Unidades
Troço de Amostragem	Grão médio	mm
	pH	Escala de <i>Sorensen</i>
	O2 dissolvido	mg/L
	Condutividade	mS/cm
	Continuidade da galeria ribeirinha	Escala de continuidade: Ausente/Esparsa/Intermédia/Semi-contínua/Contínua
Transectos	Profundidade	m
	Velocidade de Corrente	m/s
	Ensombramento	Classes de percentagem: <30%; 30-60%; >60%
	Largura da área molhada	m
	Pool	%
	Run	%
	Rifle	%
	Algas filamentosas	%
	Musgos	%
	Fanerogâmicas	%
	Abundância de hidrófitas	Escala de abundância: Ausente/Esparsa/Intermédia/Abundante
	Abundância de helófitas	Escala de abundância: Ausente/Esparsa/Intermédia/Abundante
	Abundância de detritos lenhosos	Escala de abundância: Ausente/Esparsa/Intermédia/Abundante
	Regime Hidrológico	Permanente/Temporário

Nas estações de amostragem da Fase II de trabalho de campo, à semelhança do que aconteceu na Fase I, procedeu-se à recolha de sedimento para posterior análise laboratorial (c.f. capítulo 3.2.1) da composição granulométrica.

Nesta fase do trabalho, para além da caracterização geral dos troços amostrados descrita anteriormente, foi efectuada também uma caracterização mais pormenorizada de forma a ser representativa do local amostrado. Para tal, procedeu-se à divisão dos troços seleccionados em transeptos onde posteriormente se procedeu ao registo das variáveis abióticas (Tabela 2; Fig. 12).



Figura 12. Pormenores da caracterização efectuada nos troços amostrados na Fase II: a) medição da distância entre transeptos e b) registo de variáveis (a fotografia exemplifica a medição da velocidade de corrente) num dos transeptos definidos.

O número de transeptos a caracterizar e o espaçamento entre eles foi definido conforme a largura média do troço amostrado. Para troços com largura média inferior a 15 metros, foi caracterizado um total de 15 transeptos. Nos rios de maior dimensão (largura média superior a 15 metros), pelo facto destes apresentarem uma maior homogeneidade em termos de características abióticas e menor diversidade habitacional, foram caracterizados apenas 10 transeptos. O espaçamento entre cada transepto foi definido como 2x a largura média do troço (Fig. 12a).

Em cada transecto foram registadas parte das variáveis listadas na tabela 2 nomeadamente: profundidade (três medições: nas duas margens e no leito), velocidade de corrente (três medições: nas duas margens e no leito), largura média da área molhada, tipos de habitat (*pool/run/riffle*), ensombramento, tipos de vegetação no leito (hidrófitas e helófitas), presença de detritos lenhosos de grande dimensão e temporalidade dos sistemas fluviais.

3.1.3. SELECÇÃO DE HABITAT: NÍVEL MICRO-HABITAT (FASE III)

Com o objectivo de avaliar a distribuição e selecção de micro-habitat do género *Lampetra* (Fase III), foi efectuada uma terceira campanha de amostragem que decorreu entre os meses de Setembro e Outubro de 2010, nas mesmas bacias hidrográficas que foram amostradas durante a Fase II do trabalho. Na região Sul para este efeito foi seleccionada um único curso de água, a Ribeira de Erra, um afluente do Rio Sorraia (Fig. 13). Esta ribeira foi seleccionada sobretudo devido a dois motivos: (1) apresenta uma integridade ecológica relativamente elevada, o que garante que os resultados que se venham a obter não estão a ser influenciados por factores de origem antropogénica e (2) apresenta uma distribuição ampla e abundância elevada do género *Lampetra* ao longo de todo o seu curso. Na região Norte, devido à impossibilidade de seleccionar apenas uma única linha de água onde se conjugassem estes factores, optou-se por distribuir os troços de amostragem por vários cursos de água pertencentes à bacia do Vouga, tendo-se tido, no entanto, o cuidado de seleccionar locais próximos geograficamente e onde já tinha sido identificada a presença de *Lampetra*, pelo que todos os troços de amostragem se concentraram na sub-bacia do rio Águeda (Fig. 13).

Foi seleccionado um total de 11 troços de amostragem, seis localizados na sub-bacia do rio Águeda – bacia do rio Vouga, e cinco na Ribeira de Erra – sub-bacia do Rio Sorraia (Fig. 13), procurando-se que estes fossem representativos da diversidade habitacional existente ao longo dos respectivos cursos de água.

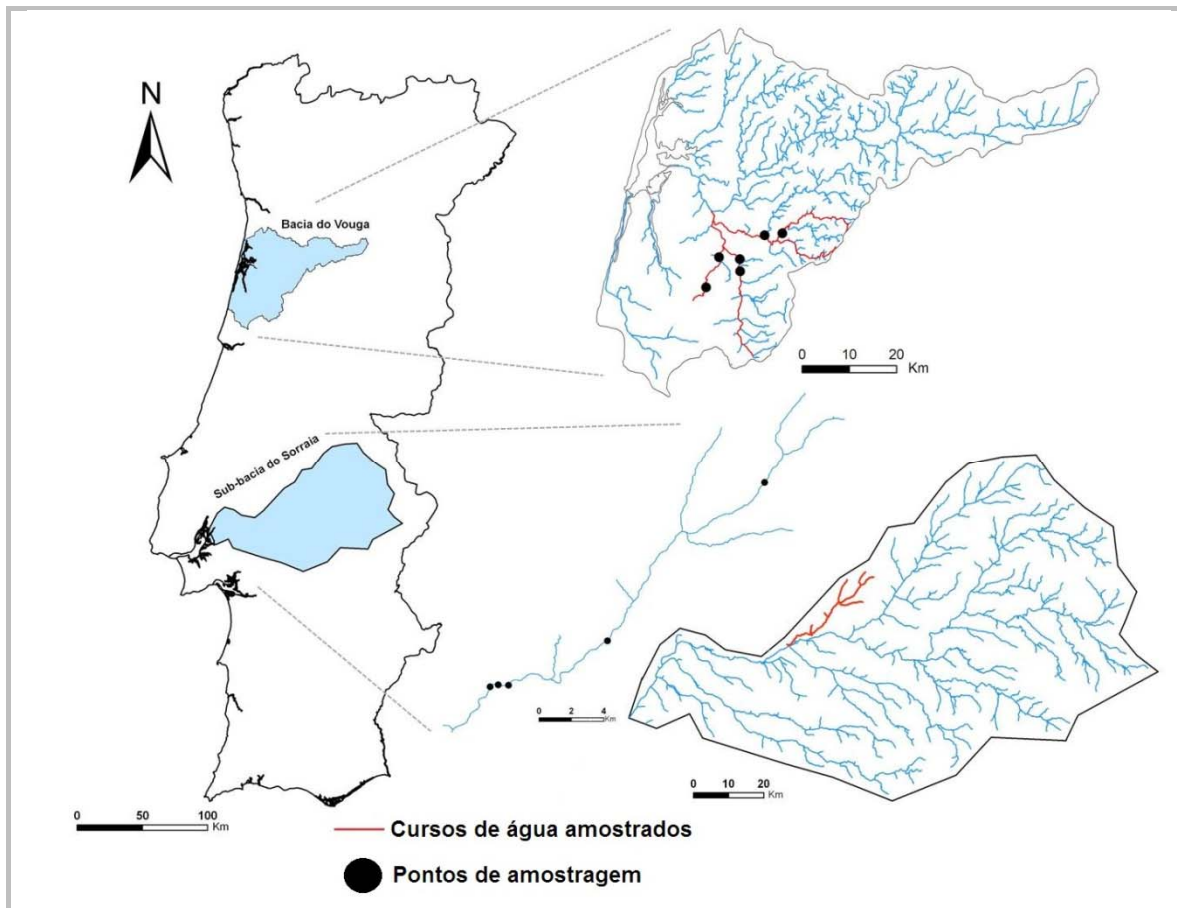


Figura 13. Localização das estações de amostragem para avaliação da selecção de habitat do género *Lampetra* a nível de micro-habitat (Fase III).

Antes de se dar início ao procedimento de amostragem propriamente dito, em cada um dos troços foi efectuada uma selecção aleatória de 20 pré-estações de amostragem com características distintas em termos de habitat. De forma a garantir que as pré-estações escolhidas fossem representativas de toda a diversidade existente ao longo do troço, esta selecção foi efectuada de forma estratificada, baseando-se na caracterização de algumas variáveis ambientais. Este procedimento foi efectuado por observação directa e consistiu na caracterização dos seguintes parâmetros: tipo de habitat (*pool*, *run* ou *riffle*), profundidade (pouco profundo, profundo), presença ou ausência de vegetação aquática e grandes detritos lenhosos, presença ou ausência de ensombramento e tipo de substrato (fino ou grosseiro). Após a caracterização das diferentes pré-estações seleccionadas procedeu-se à selecção aleatória de 10 estações onde efectivamente se realizou o procedimento de amostragem (c.f. Fig. 14).

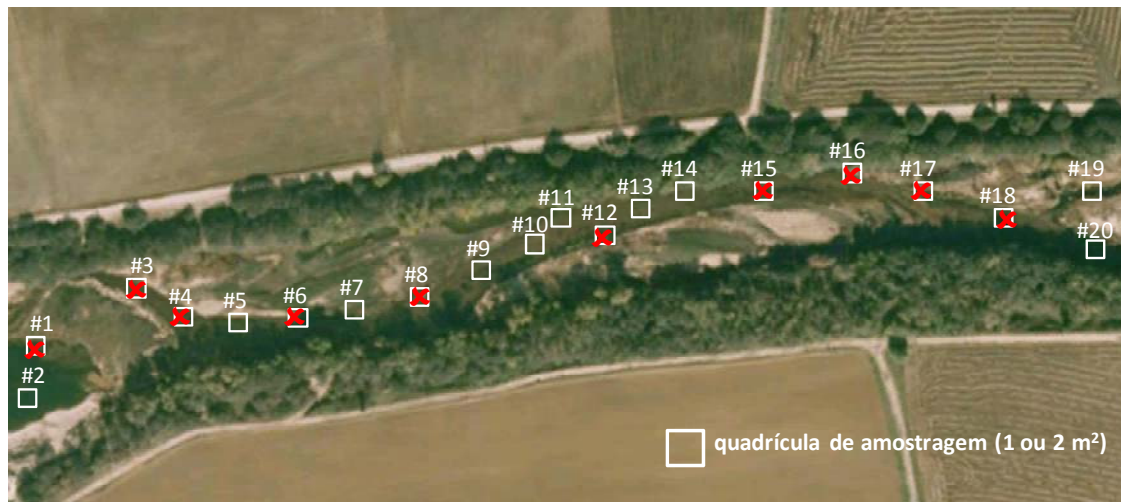


Figura 14. Esquema ilustrativo do procedimento de amostragem aleatória estratificada utilizado durante o trabalho de campo da Fase III. Os quadrados não assinalados com uma cruz representam as áreas que não foram amostradas.

A metodologia de amostragem aplicada na Fase III processou-se de forma ligeiramente distinta da seguida nas fases anteriores do projecto. Desta feita, em lugar de se proceder a uma pesca contínua ao longo de todo o troço, e como pretendíamos recolher informação específica a um nível muito pormenorizado (micro-habitat), o procedimento de pesca eléctrica resumiu-se apenas à área ocupada por cada uma das 10 estações seleccionadas. Para tal foram utilizadas duas redes auxiliares envolventes (Fig. 15a,b) de malha muito fina (≈ 1 mm) e com um metro de altura que, ao serem colocadas por meio de estacas à volta do micro-habitat seleccionado para amostrar, permitiam delimitar, e fechar, a área de amostragem. Fechadas, as duas redes apresentavam áreas distintas, tendo-se utilizado a maior (2 m^2) para micro-habitats com características homogêneas que ocupavam mais espaço e a mais pequena (1 m^2) para estações caracterizadas por micro-habitats de menor área de ocupação. Para além de delimitar uma determinada área de amostragem, permitindo o registo da densidade (número de indivíduos por m^2) em cada estação, a utilização das redes impede a saída e/ou entrada de indivíduos do género *Lampetra* na área amostrada, o que aumenta substancialmente a precisão do registo de densidades.

Em cada estação, a amostragem foi efectuada através do método de pescas sucessivas, realizando-se um número mínimo de três passagens em cada estação (Fig. 15c). A utilização das redes descritas anteriormente permite cumprir o principal pressuposto deste método, nomeadamente a necessidade de se pescar numa área fechada. Apesar da maior simplicidade do método *standard*, caracterizado por uma única passagem, que é maioritariamente recomendado para programas simples de monitorização, vários autores referem a maior eficiência do método de passagens

sucessivas na determinação da abundância piscícola neste tipo de estudos (Meador *et al.*, 2003; Peterson *et al.*, 2004).

Após cada passagem (com uma duração mínima de 4-5 minutos), as lampreias capturadas foram contabilizadas, medidas (± 1 mm), pesadas ($\pm 0,01$ g) e mantidas em tinas apropriadas, fora do curso de água. Entre cada passagem foi respeitado um período de espera de cerca de 5 minutos para que o sistema estabilizasse e os amocetes não capturados recuperassem o seu comportamento normal. Quando necessário, foram efectuadas passagens adicionais, para além das três passagens mínimas, até que o número de amocetes capturados sofresse uma redução de 75% entre passagens sucessivas (Peterson *et al.*, 2004).



Figura 15. Pormenor da colocação das redes utilizadas para delimitar a área das estações de amostragem (a, b) e procedimento de pesca eléctrica efectuado na Fase III do projecto (c).

No final de cada passagem, as redes eram limpas de todos os detritos acumulados e inspeccionadas para garantir que o seu efeito de barreira ainda se mantinha. As redes

foram mantidas na mesma posição até que o procedimento de pesca eléctrica em cada estação estivesse concluído.

Os animais capturados só foram libertados após terem sido pescadas e caracterizadas todas as estações de amostragem seleccionadas em cada troço de amostragem.

A profundidade (m) e a velocidade de corrente (ms^{-1}) foram medidas com maior precisão, tendo-se procedido ao registo destas variáveis em três locais distintos da área amostrada de forma a obter um valor médio final para a respectiva estação (Fig. 16a,b). Foi também recolhida uma amostra de sedimento de cada estação para posterior análise da composição granulométrica (Fig. 16c). Desta amostra, após homogeneização, foi retirada uma sub-amostra para determinação do conteúdo em matéria orgânica, que se preservou em gelo.



Figura 16. Caracterização das estações amostradas durante a Fase III do trabalho de campo: medição da a) profundidade e b) velocidade de corrente (no mesmo local mas sem rede); c) recolha de amostra de sedimento.

Para além da caracterização pormenorizada de cada estação de amostragem, todos os troços seleccionados na Ribeira de Erra e na sub-bacia do Rio Águeda foram alvo de uma caracterização geral semelhante à efectuada para os locais amostrados no âmbito da Fase II através do registo das variáveis descritas anteriormente na tabela 2.

Durante o procedimento de campo efectuado no âmbito da Fase III, nos troços onde se verificou um número elevado de estações com capturas nulas de indivíduos do género *Lampetra* optou-se por aumentar o número de estações amostradas, de forma a garantir a robustez e precisão na análise dos dados e a fiabilidade dos resultados que daí advenham.

3.2. TRABALHO LABORATORIAL

3.2.1. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SEDIMENTO

A determinação da composição granulométrica foi efectuada para as amostras de sedimento recolhidas nas estações de amostragem onde foi registada a ocorrência do género *Lampetra* na campanha de 2009 (Fase I), na totalidade dos troços amostrados na Fase II e na totalidade das estações amostradas na Fase III do projecto.

O procedimento adoptado foi o descrito por Almeida & Quintella (2002), que consistiu na secagem de uma amostra de cerca de 200 g de sedimento numa estufa a 60°C durante 24h, de onde se retirou uma sub-amostra com cerca de 100 g (peso seco total). Posteriormente, lavou-se essa sub-amostra num crivo de 0,063 mm (tipo AFNOR) para remover a classe granulométrica mais fina designada por vasa (Fig. 17). A sub-amostra, depois de lavada, foi novamente seca numa estufa a 60°C durante mais 24h, sendo posteriormente separada de acordo com a sua granulometria a uma coluna de 5 crivos de malha calibrada (9,5 mm; 2,0 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,063 mm) e a um agitador (*Retsch AS 200 Basic*) (Fig. 17).



Figura 17. Crivos e agitador utilizados na determinação da composição granulométrica do sedimento.

O conteúdo de cada crivo foi pesado (precisão de 0,01 g) para uma posterior classificação do sedimento, seguindo a escala de Roux (1964), em cascalho (≥ 2.0

mm), areia grossa]0.5-2.0 mm[, areia média]0.25-0.5 mm[e areia fina]0.063-0.25 mm[e vasa (≤ 0.063 mm), sendo este último valor o resultado da diferença entre os 100 g de peso seco total e o somatório dos pesos dos conteúdos de cada crivo. Com os dados obtidos foi construído um diagrama de Shepard (Buchanon & Kain, 1971), juntando as três classes de areia numa só, para posterior classificação.

3.2.2. DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO EM MATÉRIA ORGÂNICA

A determinação do conteúdo em matéria orgânica foi efectuada unicamente para as amostras de sedimento recolhidas nas estações de amostragem seleccionadas para a Fase III do trabalho de campo, nomeadamente a análise da selecção de habitat a nível de micro-habitat.

O procedimento para determinação desta variável seguiu o descrito por Almeida *et al.* (1993) e consistiu na secagem de uma sub-amostra de sedimento com cerca de 50 g numa estufa a 60°C durante 24h e posterior determinação do peso seco total (± 0.01 g). De seguida, a sub-amostra foi levada a uma mufla a cerca de 480°C durante 24h, determinando-se posteriormente o seu peso. O conteúdo em matéria orgânica total resulta da diferença entre o peso seco total e o peso da sub-amostra após ida à mufla para combustão da matéria orgânica.

3.2.3. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE REPRODUÇÃO EM CATIVEIRO DE *LAMPETRA PLANERI*

Para a realização de ensaios de reprodução artificial de lampreia-de-riacho em cativeiro, capturaram-se, em meio natural, exemplares adultos (machos e fêmeas) durante o período de reprodução. Os esforços de amostragem foram direccionados para locais propícios para a desova, com o objectivo de capturar adultos em avançado estado de maturação sexual. Nesta fase, os caracteres sexuais secundários tornam-se perceptíveis, facilitando, por um lado, a identificação e distinção entre machos e fêmeas, e permitindo, por outro, aumentar as probabilidades de sucesso da reprodução artificial, dado o avançado estado de desenvolvimento das gónadas e a facilidade de recolha dos gametas sexuais.

Durante o mês de Março de 2010 foram realizadas pescas eléctricas de prospecção em locais anteriormente identificados com presença de lampreia-de-riacho durante a

Fase I. Foram amostrados 4 locais da bacia hidrográfica do rio Vouga, nomeadamente o troço principal do Rio Vouga (VG09), a Ribeira da Válega (VG02) e a Ribeira do Cadaval (VG08), este último em dois locais distintos. Adicionalmente amostraram-se dois locais no Rio Inha (Bacia Hidrográfica do rio Douro). O elevado esforço de amostragem prendeu-se com o facto das pescas de prospecção se realizarem durante o período de chuvas, normalmente caracterizado por condições hidrológicas adversas (registando-se elevados valores de profundidade e velocidade de corrente), que condicionaram as amostragens, reduzindo a eficiência de pesca.

Após a captura, os adultos reprodutores foram transportados para cativeiro e distribuídos por dois aquários, separados de acordo com a bacia hidrográfica de origem.

Os aquários, cada um com cerca de 180 l (dimensões: 2,0 x 0,30 x 0,30 m), foram mantidos num sistema em paralelo, com filtro externo comum (Fig. 18a,b,c). A cada aquário foi acrescentada uma camada de substrato com cerca de 10 cm de altura, previamente recolhido junto dos locais de captura dos exemplares e constituído essencialmente por areia e cascalho (Fig. 18b). O sistema de circulação da água foi concebido de modo a criar uma corrente contínua, moderada e unidireccional, tentando recriar condições semelhantes às seleccionadas no meio ambiente.

Os valores de temperatura, pH e sólidos totais dissolvidos, registados no sistema de aquários durante o período de ensaios, foram controlados diariamente e ajustados, sempre que se observavam alterações, para valores próximos dos registados no meio onde os indivíduos foram capturados na altura da amostragem. Adicionalmente, e com uma regularidade semanal, foram controlados os valores de amónia, nitritos e nitratos.

Os indivíduos permaneceram nos aquários até à observação de actividade reprodutora, isto é, até à observação da construção de “ninhos” por parte dos machos (deslocação de pequenas pedras e a realização de depressões no substrato) e à observação das primeiras tentativas de acasalamento (Fig. 19).

Após observação de actividade reprodutora, os exemplares foram retirados, anestesiados e, por compressão abdominal, procedeu-se à recolha dos gâmetas, seguida de fecundação artificial (Fig. 20).

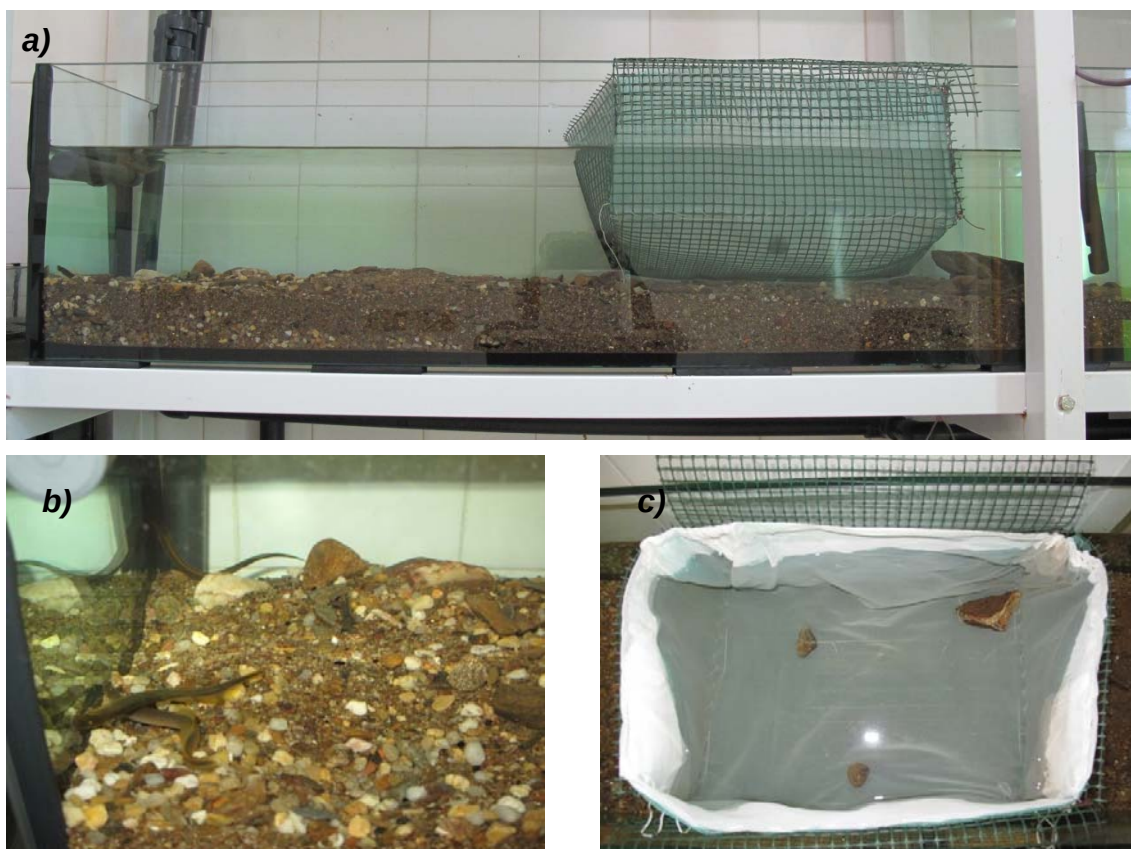


Figura 18. Aquário para manutenção em cativeiro de adultos reprodutores (a e b), pormenor da estrutura colocada para servir de maternidade para incubação dos ovos (a e c).

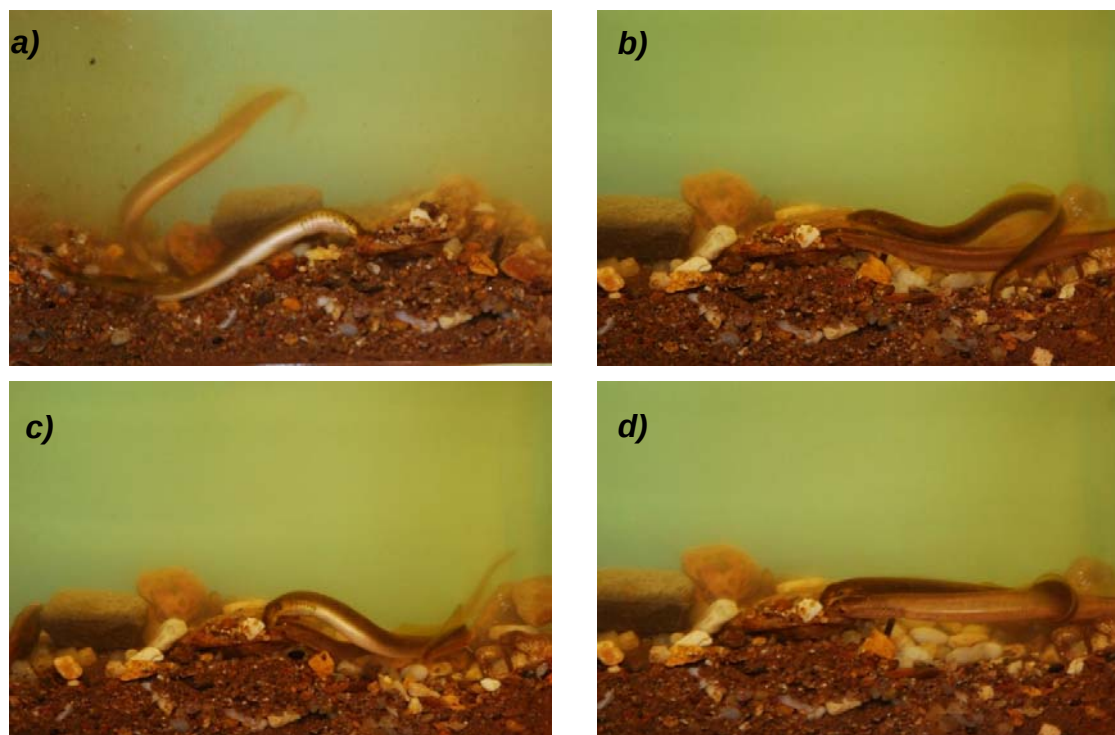


Figura 19. Comportamento reprodutor de lampreia-de-riacho observado em cativeiro; construção de ninho por parte do macho (a e b) tentativa de acasalamento (c e d).

Após um curto período de espera, os ovos já fecundados (isto é, após a observação da membrana de fertilização), foram distribuídos por maternidades (Fig. 18a e 18c), onde decorreu o período de incubação.

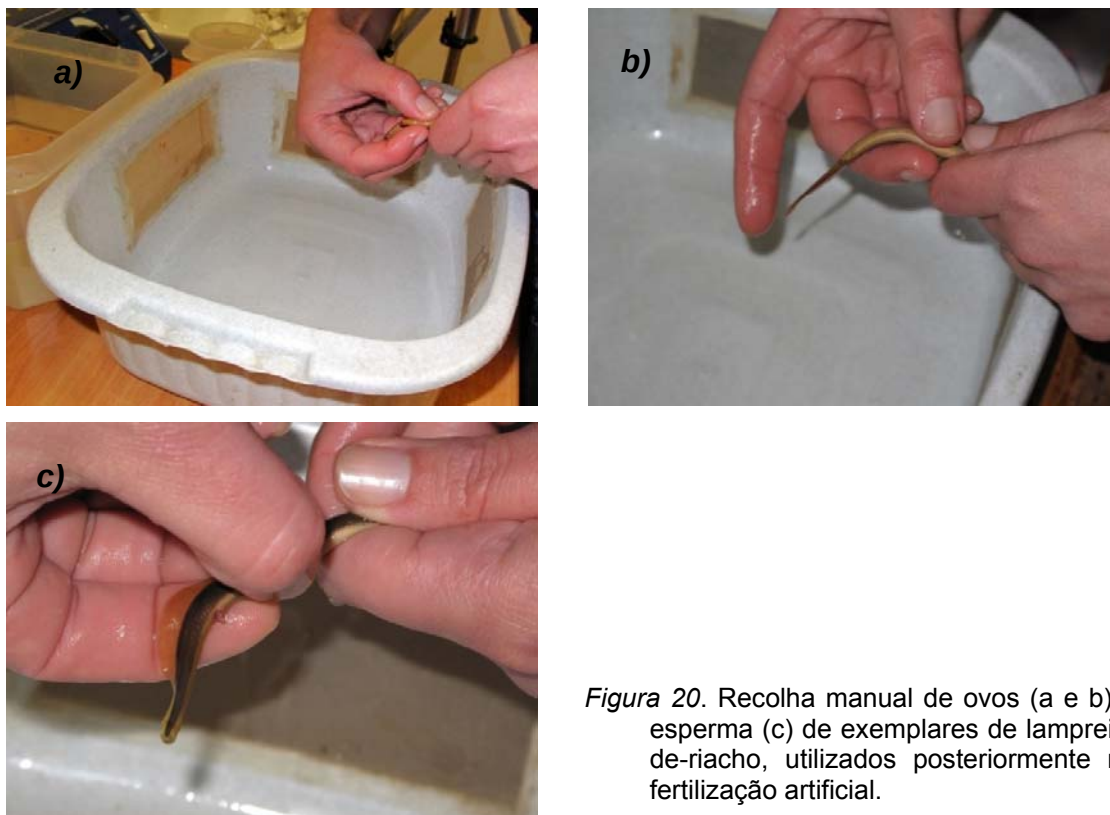


Figura 20. Recolha manual de ovos (a e b) e esperma (c) de exemplares de lampreia-de-riacho, utilizados posteriormente na fertilização artificial.

3.3. ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS

3.3.1. TRATAMENTO GERAL DE DADOS

A abundância de exemplares do género *Lampetra*, em cada ponto onde a sua ocorrência foi confirmada, foi obtida através do cálculo do valor de CPUE (captura por unidade de esforço, expressa em número de indivíduos capturados por minuto). Os amocetes capturados durante a Fase I foram, após medição, distribuídos por classes de comprimento total com intervalos de 5 mm. A relação entre o peso total (P_T) e comprimento total (C_T) foi estabelecida para estes indivíduos utilizando a seguinte expressão (Bagenal & Tesch, 1978):

$$P_T = a \times C_T^b,$$

onde a e b são, respectivamente, a ordenada na origem e o declive da forma linearizada da equação anterior.

A análise da distribuição dos indivíduos por classes dimensionais e da relação peso-comprimento foi efectuada para cada uma das bacias hidrográficas onde a ocorrência deste género foi confirmada durante a Fase I do trabalho de campo. A elevada dimensão da bacia do Tejo, que é responsável por um afastamento significativo entre os diferentes núcleos populacionais existentes, levou a que esta fosse, apenas para simplificar a apresentação de resultados, dividida em três sub-bacias distintas: Tejo e pequenos afluentes directos, Nabão e Sorraia.

3.3.2. DISTRIBUIÇÃO E SELECÇÃO DE HABITAT AO NÍVEL REGIONAL (FASE I)

Baseado nos dados de presença/ausência do género *Lampetra* recolhidos durante a Fase I, e informação relativa a uma série de parâmetros ambientais, foi desenvolvido um modelo preditivo da ocorrência destas espécies em Portugal. Para a construção do modelo foram utilizadas as variáveis obtidas e/ou tratadas em ambiente SIG através do software ArcGIS 9.3. Sempre que necessário (para as bacias hidrográficas internacionais), todas as variáveis (*i.e.*, *shapefiles*) foram analisadas ao nível da sua área de ocupação na Península Ibérica e não apenas em território nacional. As variáveis utilizadas foram seleccionadas tendo em conta não só os requisitos ecológicos já descritos para estas espécies (Goodwin *et al.*, 2008), mas também a disponibilidade e qualidade de informação de elevada resolução para todo o país. Os mapas das variáveis ambientais, também chamados de preditores ambientais, foram posteriormente cruzados com a matriz de dados de presença de *Lampetra*. Pretendeu-

se com isto identificar os principais preditores que condicionam a distribuição do género em Portugal para, numa fase posterior, criar um mapa de probabilidades de ocorrência deste género.

VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Foram seleccionados inicialmente 18 preditores ambientais para a modelação da distribuição de *L. fluviatilis* e *L. planeri*: altitude (m), distância à foz (m), declive (graus), percentagem de vasa no solo (%), percentagem de areia no solo (%), temperatura máxima média do mês mais quente (°C), temperatura média anual (°C), precipitação total média anual (mm), precipitação do mês mais seco (mm), uso do solo industrial (nº de células de tipos de usos do solo industriais que confluem para determinada célula considerando uma resolução de 1km²), uso do solo agrícola (nº de células de tipos de usos do solo agrícolas que contribuem para determinada célula, considerando uma resolução de 1 km²), uso do solo florestal (nº de células de tipos de usos de solo florestais que contribuem para determinada célula, considerando uma resolução de 1 km²), densidade de fontes poluentes industriais (número de pontos/km² considerando um raio de 8750 m), população total (número de pessoas), escoamento (número de células que confluem para determinada célula ponderadas com a precipitação), fluxo acumulado de drenagem (número de células que confluem para determinada célula), WTI (potencial de encharcamento) e SPI (potencial de erodibilidade). Na tabela 3 encontra-se informação resumida sobre as 18 variáveis ambientais

Tabela 3. Variáveis ambientais candidatas a utilização no modelo de distribuição do género *Lampetra*

Tipo	Variável	Código	Descrição	Média	Escala
Ciências do solo	Altitude (m)	altitud	Elevação acima do nível do mar	1703	0 a 3460
	Distância à foz (m)	dist_fo	Distância no canal do fluxo de cada célula até ao limite do <i>raster</i>	479615	0 a 959229
	Declive (°)	declive	Variação máxima da elevação sobre a distância entre a célula e os seus 8 vizinhos	33,44	0,00 a 66,89
	Vasa no solo (%)	Silte	Percentagem de partículas do sedimento com um diâmetro entre 0,002 e 0,0625mm	14,2	1,3 a 27,1
	Areia no solo (%)	sand	Percentagem de partículas do sedimento com um diâmetro entre 0,0625 e 2mm	53,91	18,8 a 89,0
Climatologia	Temperatura máxima média do mês mais quente (°C *10)	tempmax	Temperatura máxima média do mês mais quente	22,85	9,2 a 36,5
	Temperatura média anual (°C *10)	tempmed	Temperatura média anual	8,25	-3,1 a 19,6
	Precipitação total média anual (mm)	preca	Precipitação total média anual	1006,5	215 a 1798
	Precipitação do mês mais seco (mm)	precsec	Precipitação do mês mais seco	58,5	0 a 117
Degradação ambiental	Uso do solo industrial (nº de células)	uso_100	Usos do solo incluídos no grupo das superfícies artificiais, projectados na rede hídrica	3041,5	0 a 6083
	Uso do solo agrícola (nº de células)	uso_200	Usos do solo incluídos no grupo das áreas agricultadas, projectados na rede hídrica	109444,5	0 a 218889
	Uso do solo florestal (nº de células)	uso_300	Usos do solo incluídos no grupo das florestas e áreas semi-naturais, projectados na rede hídrica	87606,5	0 a 175213
	Densidade de fontes poluentes industriais (pontos/km ²)	induden	Densidade de indústrias num raio de 8750m.	1,21	0 a 2,42
	População total (n)	populac	Número de indivíduos em cada célula.	10854,5	0 a 21709
Hidrologia	Fluxo Acumulado de drenagem (nº de células)	fcum	Caudal acumulado através da junção do peso de todas as células que correm para a célula com menor altitude	4882482	0 a 9764964
	Escoamento (nº de células)	escoame	Quantidade de chuva que cai à superfície, a montante de cada célula	122737719	0 a 245475437
	WTI	Wti	Potencial de encharcamento	10,187	0 a 20,3738
	SPI	Spi	Potencial de erosão do caudal	1,14481*10 ¹¹	-8,2384e+011 a 2,372e+009

Apresenta-se de seguida informação detalhada acerca do método de obtenção dos preditores ambientais seleccionados. Algumas variáveis foram obtidas através de operações espaciais especificadas no texto que se segue:

Altitude

Os dados da altitude foram obtidos do *Shuttle Radar Topography Mission- SRTM* (SRTM, 2010). Estão disponíveis a uma escala quase global e são de grande qualidade e resolução (Fig. 21).

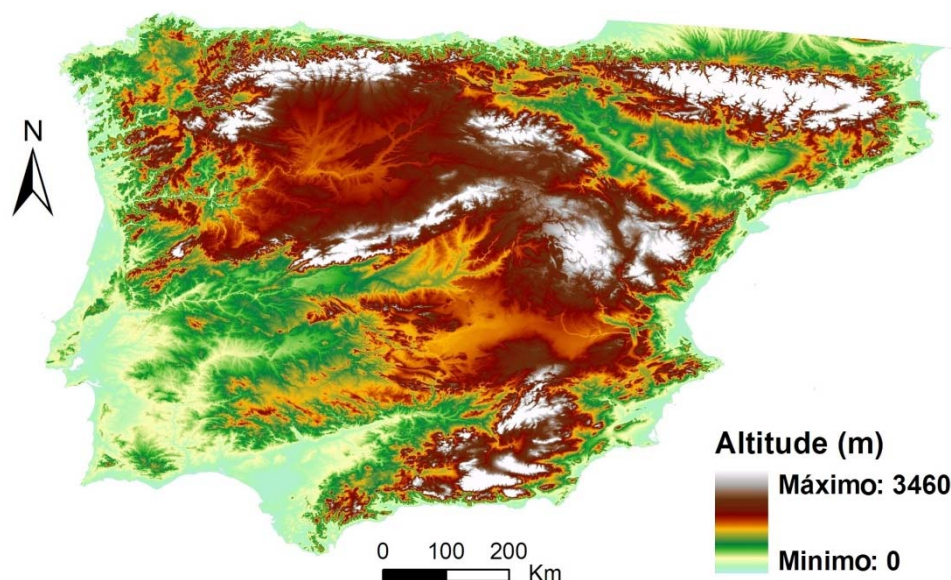


Figura 21. Mapa da altimetria na Península Ibérica.

Distância à Foz

A distância à foz foi calculada com base num ficheiro de direcção dos fluxos obtido através de um modelo de altitude (Fig. 22). A direcção do fluxo é determinada encontrando a direcção de maior declive descendente de cada célula. A direcção de medida foi para jusante, ou seja foi calculada a distância no canal do fluxo de cada célula até ao à foz do rio (ESRI, 2009).

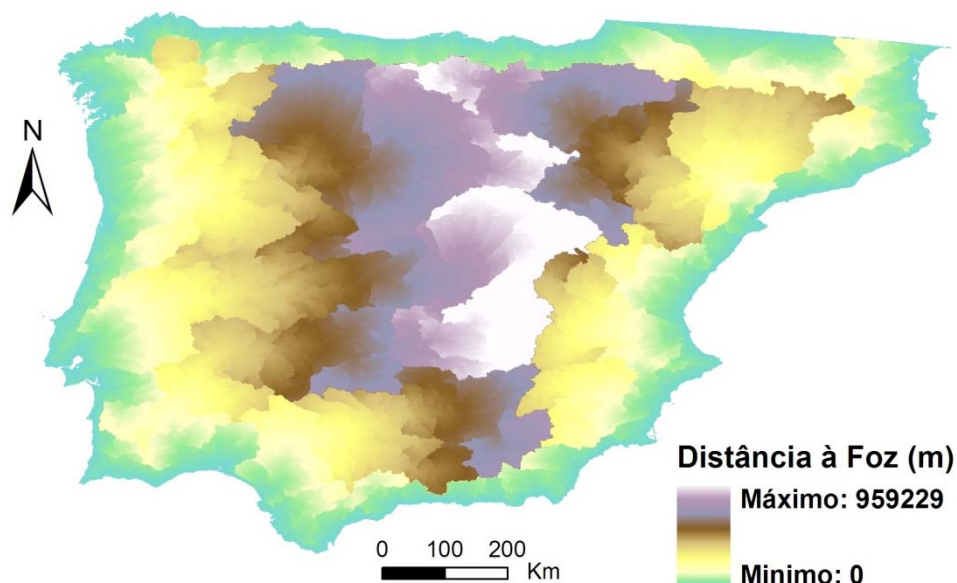


Figura 22. Mapa da distância à foz dos rios da Península Ibérica.

Declive

O declive foi calculado utilizando o modelo matricial da altitude para extrair o declive em graus (Fig. 23). A função do declive calcula a taxa máxima de mudança entre cada célula e os seus vizinhos, por exemplo, a descida mais íngreme para a célula (a variação máxima em elevação sobre a distância entre a célula e os seus oito vizinhos). Todas as células do modelo matricial resultante apresentam um valor de declive; quanto mais baixo o valor do declive, mais plano é o terreno; quanto maior o valor do declive, mais íngreme é o terreno (ESRI, 2009).

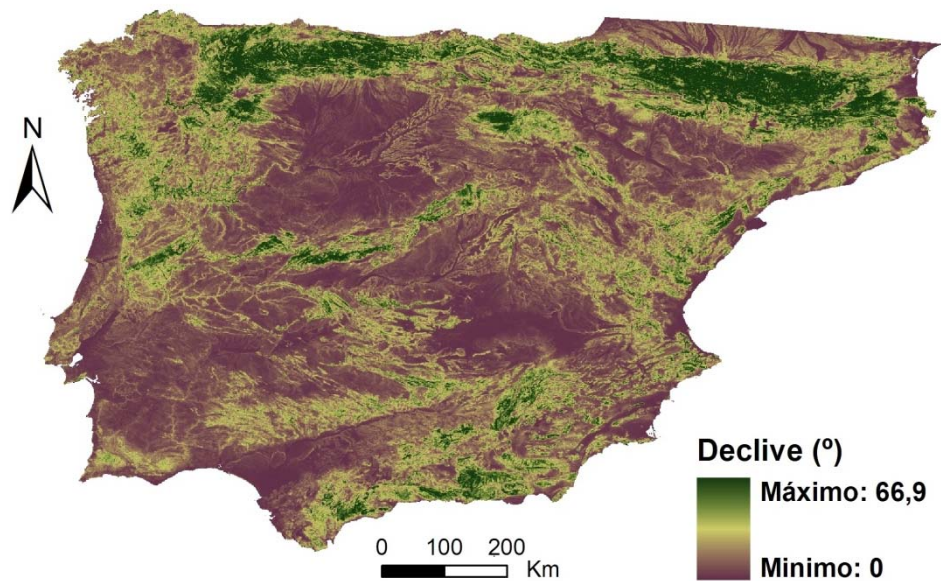


Figura 23. Mapa do declive na Península Ibérica.

Composição do sedimento

Foram utilizadas duas variáveis indicadoras da composição do sedimento: percentagem de areia (diâmetro de partícula entre 0,0625 – 2 mm; Fig. 24) e percentagem de vasa (diâmetro de partícula entre 0,002 - 0,0625 mm; Fig. 25). Os dados foram retirados de FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC (2009). Consistem da junção de vastos volumes de informação recente do solo, a nível nacional e regional, com informação já existente do FAO-UNESCO *Digital Soil Map of the World*. As propriedades físicas do solo são provenientes da superfície e do subsolo (0-30cm e 30-100cm respectivamente) (FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC, 2009).

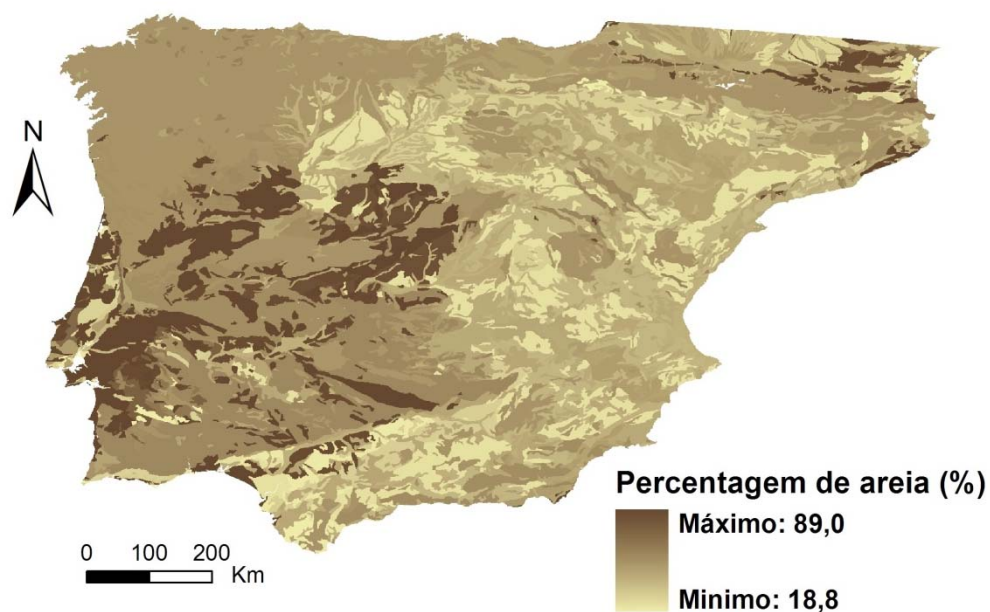


Figura 24. Mapa da percentagem de areia na Península Ibérica.

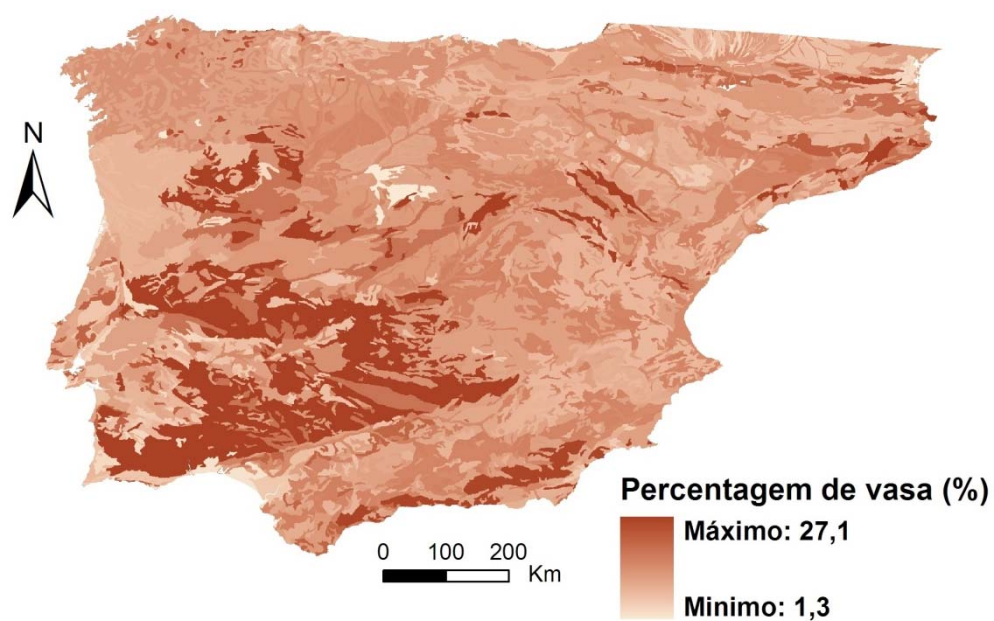


Figura 25. Mapa da percentagem de vasa na Península Ibérica.

Temperatura

Foram utilizadas duas variáveis de temperatura: temperatura média anual (Fig. 26) e a temperatura máxima média do mês mais quente (Fig. 27). Foi incluída a variável da temperatura máxima média do mês mais quente em detrimento da temperatura mínima média do mês mais frio porque Portugal constitui o limite sul da distribuição do

género *Lampetra* e é por isso espectável que a temperatura limitante ao nível do stress térmico seja a máxima e não a mínima (Lelek, 1987; Kotellat & Freyhof, 2007). Adicionalmente, a temperatura máxima média do mês mais quente pode ser também indicadora da disponibilidade hídrica, factor que previsivelmente poderá condicionar a distribuição das espécies aquáticas em estudo.

Os dados da temperatura utilizados neste trabalho foram retirados do *WorldClim* (WorldClim, 2010), uma base de dados com superfícies de grande fidelidade espacial (Hijmans *et al.*, 2005). Estes dados foram compilados por médias mensais do clima recolhidas de estações climáticas de um grande número de recursos globais, regionais, nacionais e locais, na maioria para o período de 1950-2000. O erro associado à maioria das áreas varia em média entre 0 e 1°C (Hijmans *et al.*, 2005).

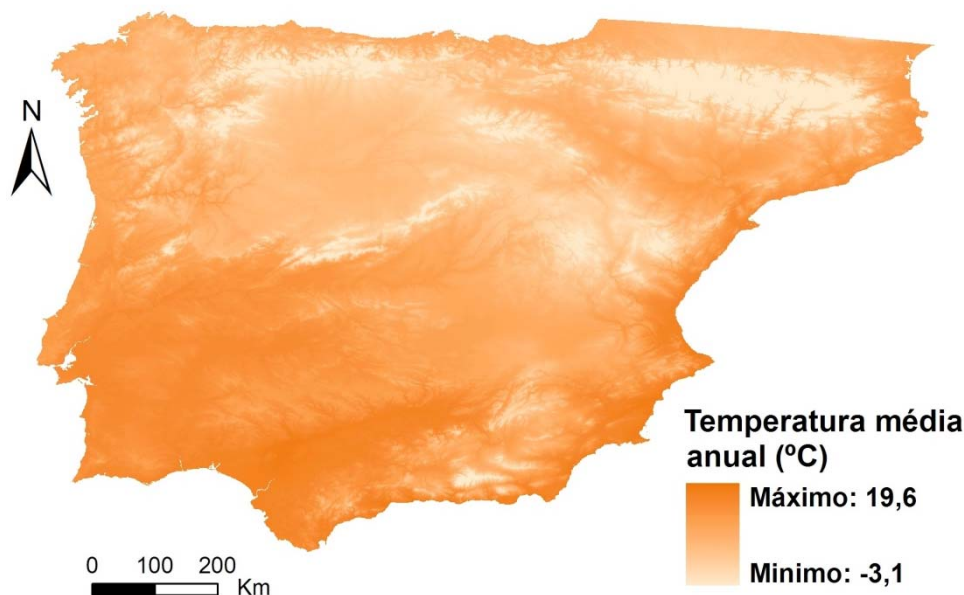


Figura 26. Mapa da temperatura média anual na Península Ibérica.

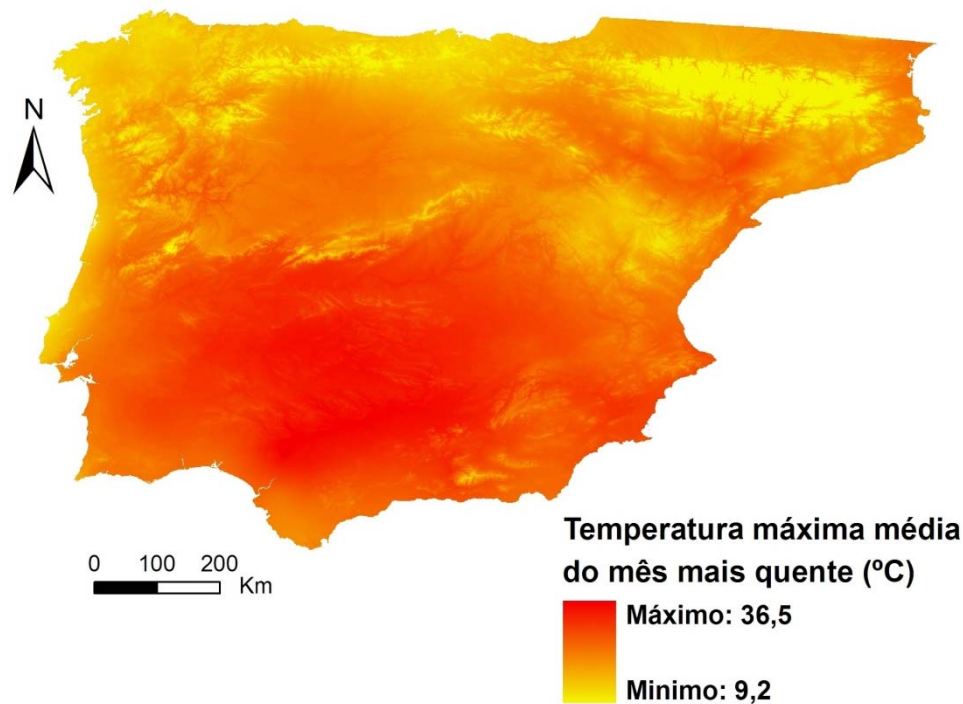


Figura 27. Mapa da temperatura máxima média do mês mais quente na Península Ibérica.

Precipitação

Os dados das variáveis da precipitação foram também obtidos do *WorldClim* (WorldClim, 2010). À semelhança do que aconteceu com a variável climática temperatura, para a precipitação optou-se por utilizar apenas informação relativa à precipitação total média anual (Fig. 28) e precipitação do mês mais seco (Fig. 29). A precipitação média do mês mais seco funciona como uma variável indicadora da disponibilidade de hídrica num período do ano onde esta poderá ser crítica para a sobrevivência das espécies em estudo. Segundo Hijmans *et al.* (2005) os valores da precipitação em zonas montanhosas podem não capturar toda a variação que ocorre em 1km², sendo a qualidade dos dados nestas zonas tendencialmente menor.

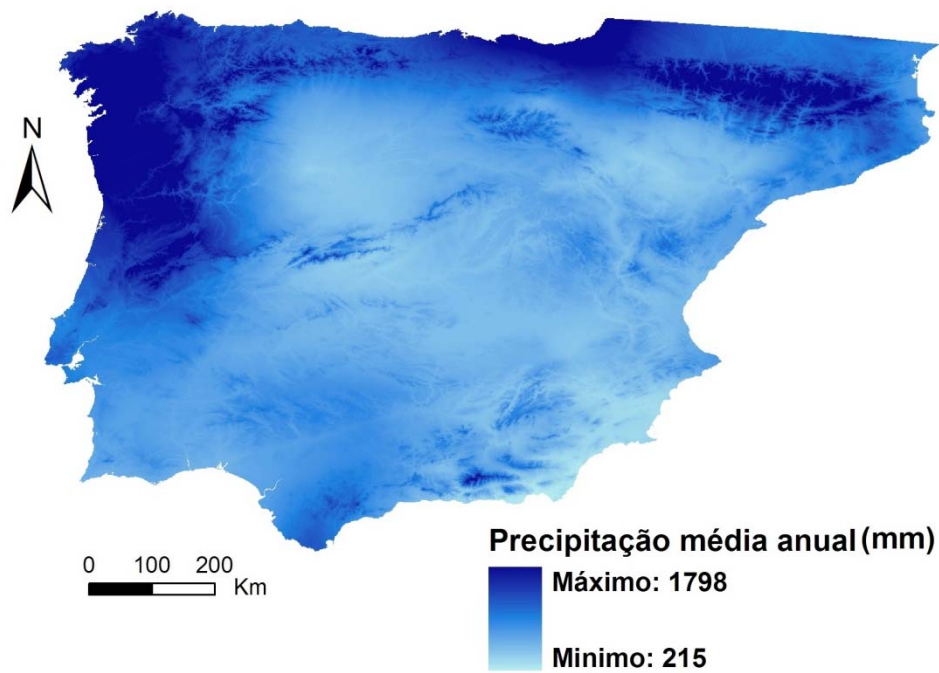


Figura 28. Mapa da precipitação total média anual na Península Ibérica.

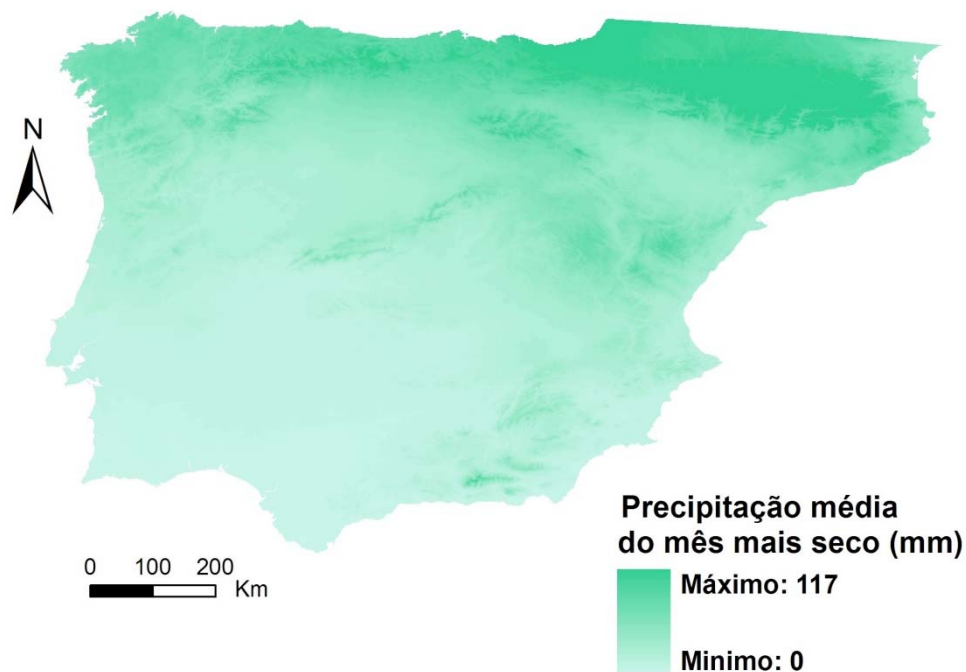


Figura 29. Mapa da precipitação média do mês mais seco na Península Ibérica.

Densidade de fontes poluentes industriais

Os dados da poluição industrial são provenientes dos Planos de Bacia Hidrográfica (INAG, 2000). Estes dados encontravam-se sob a forma vectorial, contendo os pontos

georreferenciados correspondentes à localização de indústrias. Esta informação base foi obtida durante o período 1998 - 1999, junto de Câmaras Municipais, indústrias, Instituto Nacional da Água (INAG), Direcções Regionais do Ambiente e Ordenamento do Território (DRAOT) e outras entidades relevantes. Apesar dos dados dos Planos de Bacia conterem, nalguns casos, informações mais detalhadas acerca da poluição industrial (como o local de descarga, o tipo de descarga, a existência ou não de ETAR, etc.), como não estavam disponíveis com o mesmo nível de detalhe para todos os locais, optou-se por utilizar apenas a sua localização como medida de pressão.

Assim, de forma a conseguir reproduzir o nível de poluição existente em determinada zona através das coordenadas das indústrias, optou-se por fazer um modelo matricial de densidades, um indicador indirecto da poluição que existe em determinada área (Fig. 30). Para isso foi efectuado um cálculo de densidade de pontos de fontes poluentes dentro de um círculo com 8750 m de vizinhança. O valor de raio aqui utilizado foi o valor padrão obtido em *ArcGIS* para os dados das coordenadas das indústrias, não tendo sido efectuado nenhum cálculo específico para o obter. Foi utilizado um círculo como forma da vizinhança e unidades pontos por km² (ESRI, 2009). Esta variável é a única para a qual existe informação apenas para Portugal Continental.

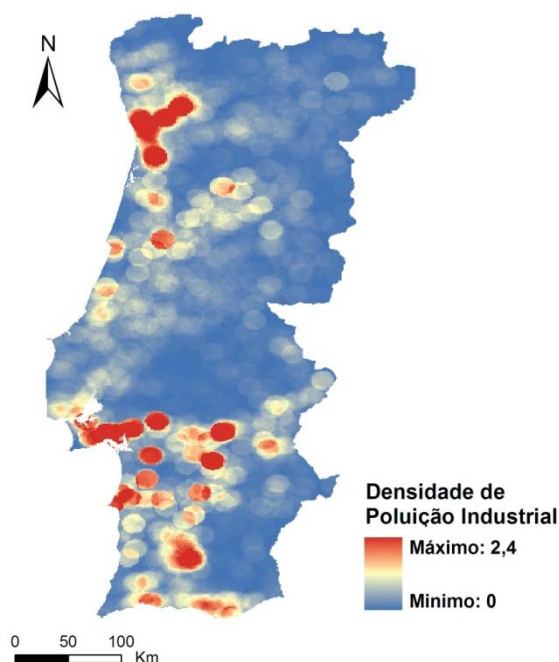


Figura 30. Mapa da densidade de fontes poluentes industriais (nº de pontos/km²) em Portugal Continental.

População total

Para obter uma indicação relativa à pressão relacionada com focos de poluição doméstica, optou-se por utilizar informação retirada de LandScan (2010) relativa à densidade populacional. Esta base de dados apresenta os dados de população global com a melhor resolução. Os valores das células são contagens inteiras da população e não densidades (Fig. 31). A base de dados é actualizada anualmente e integra informação obtida através de censos, limites administrativos, ocupação do solo, linhas de costa, imagens e outros dados espaciais (LandScan, 2010).

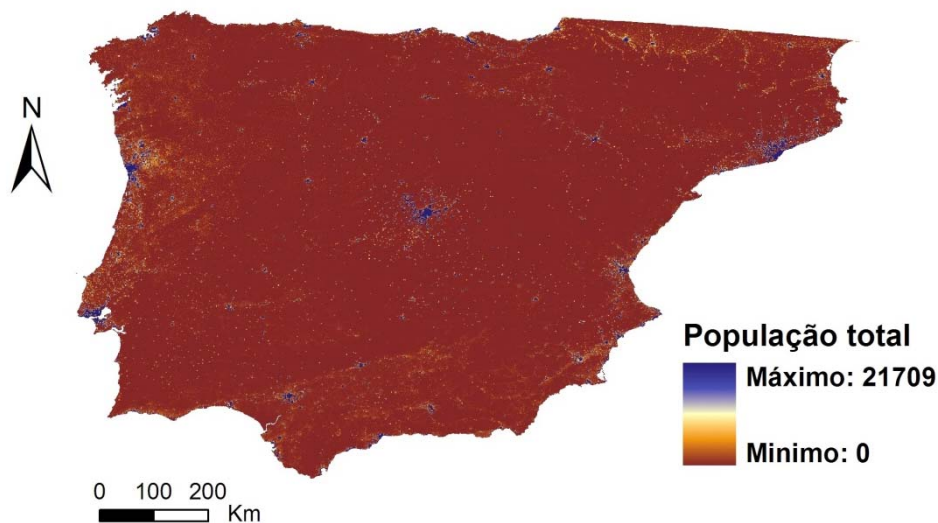


Figura 31. Mapa da densidade populacional (nº de indivíduos/km²) na Península Ibérica.

Fluxo acumulado de drenagem

O fluxo acumulado descreve a extensão de uma área de captação de fluxo superficial de precipitação (Hengl & Reuter, 2009). Esta função calcula o caudal acumulado através da acumulação do peso de todas as células que correm para a célula com menor altitude resultando num novo modelo matricial. O fluxo acumulado de drenagem (Fig. 32) obtém-se a partir do *raster* da direcção do fluxo, *Flow direction*, utilizando a ferramenta *Flow accumulation*, disponível na toolbox *Spatial Analyst – Hidrology* do programa *ArcGis 9.3*.

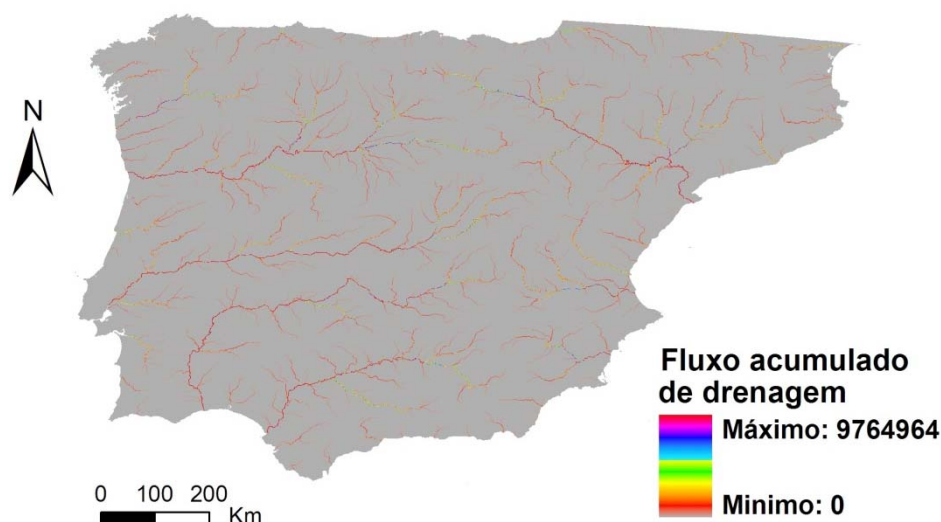


Figura 32. Mapa do fluxo acumulado de drenagem (nº de células que drenam para determinada célula) na Península Ibérica.

Escoamento

Foi designado de escoamento o fluxo acumulado de drenagem ponderado com a precipitação. Utilizando um modelo matricial para ponderação na função é possível determinar a área de uma determinada zona de captação, tendo em consideração a quantidade de chuva em cada bacia hidrográfica. O modelo matricial utilizado para ponderação foi o da precipitação média anual. O resultado desta função irá representar a quantidade de chuva que corre em cada célula assumindo que toda a precipitação é drenada à superfície, ou seja não existe intercepção, evapotranspiração ou perda para o subsolo (Fig. 33). Pode também ser visto como a quantidade de precipitação que cai na superfície, a montante de cada célula (ESRI, 2009).

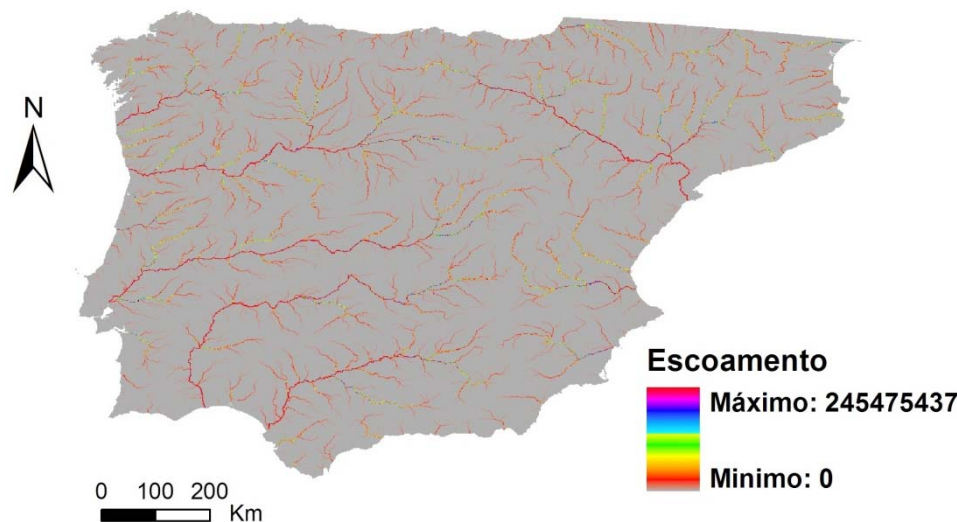


Figura 33. Mapa do escoamento (nº de células que drenam para determinada célula) na Península Ibérica.

Usos do solo

O uso do solo utilizado foi o *Corine Land Cover*, versão de 2006 (EEA, 2010). O tratamento efectuado teve em vista a divisão dos usos dos solos em três categorias principais: superfícies artificiais, áreas agricultadas e florestas/áreas semi-naturais. Esta divisão tem como objectivo dividir usos do solo com semelhantes graus de pressão para os organismos aquáticos em geral e as lampreias em particular.

O modelo de superfícies artificiais correspondeu à individualização das classes 111 a 142 do *Corine Land Cover* (EEA, 2010). O modelo das áreas de agricultura inclui as classes 211 a 244 e a 512 que constitui os planos de água do *Corine Land Cover* (EEA, 2010). O código 512 corresponde a corpos de água interiores, que em Portugal estão associados a albufeiras. As albufeiras estão de alguma forma a condicionar a distribuição das lampreias por estarem associadas às barragens e desta forma foram incluídas no nível de pressão mais elevado. O modelo de florestas e áreas semi-naturais é um indicador de naturalidade e correspondeu à individualização das classes 311 a 335 do *Corine Land Cover*, excepto o 334 (EEA, 2010). O código 334 corresponde a áreas áridas. Devido ao carácter de instabilidade que este tipo de uso apresenta, optou-se por não o utilizar. Os códigos associados a cada tipo de usos do solo e respectiva designação encontram-se descritos no Anexo I.

Este tratamento resultou em três modelos matriciais que representam cada um dos grupos: uso_100 (superfícies artificiais; Fig. 34), uso_200 (áreas agricultadas; Fig. 35) e uso_300 (florestas/áreas semi-naturais; Fig. 36). Para relacionar o potencial impacto

que este tipo de usos de solo tem sobre os cursos de água procedeu-se ao cálculo do fluxo acumulado de cada um, tendo como ponderação os três modelos matriciais resultantes da divisão dos usos do solo.

O resultado é um modelo matricial no qual os usos do solo são acumulados na linha de água, representando a utilização de cada grupo em cada bacia hidrográfica. Desta forma, a informação dos usos do solo representa não apenas os usos do solo adjacentes à linha de água, mas também os que vêm de montante, em cada bacia hidrográfica. Este tratamento é mais útil para o tipo de trabalho que aqui se pretende, uma vez que trata de espécies aquáticas.

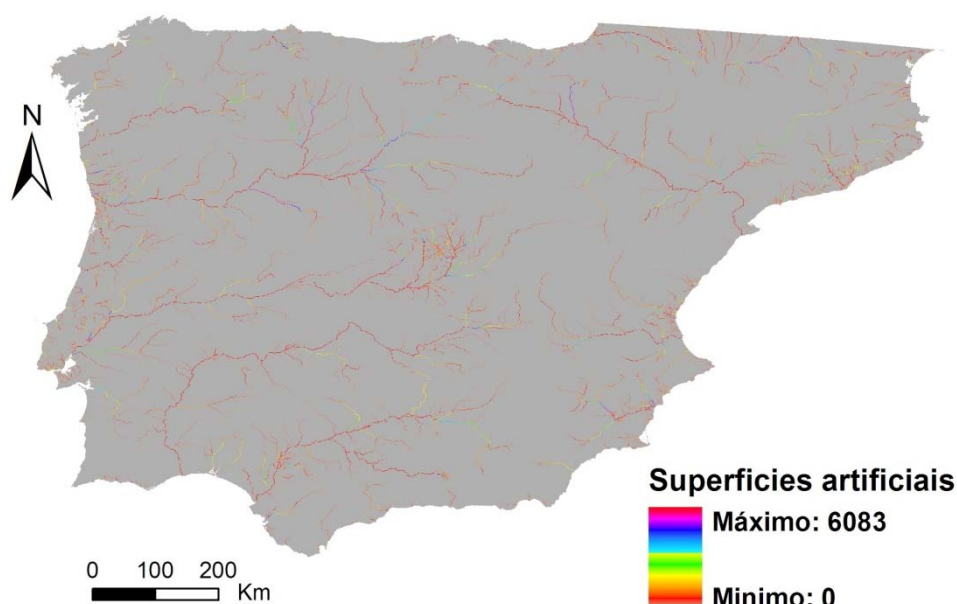


Figura 34. Mapa dos usos do solo incluídos no grupo das superfícies artificiais projectados na rede hídrica (nº de células do respectivo tipo de uso que drenam para determinada célula) na Península Ibérica.

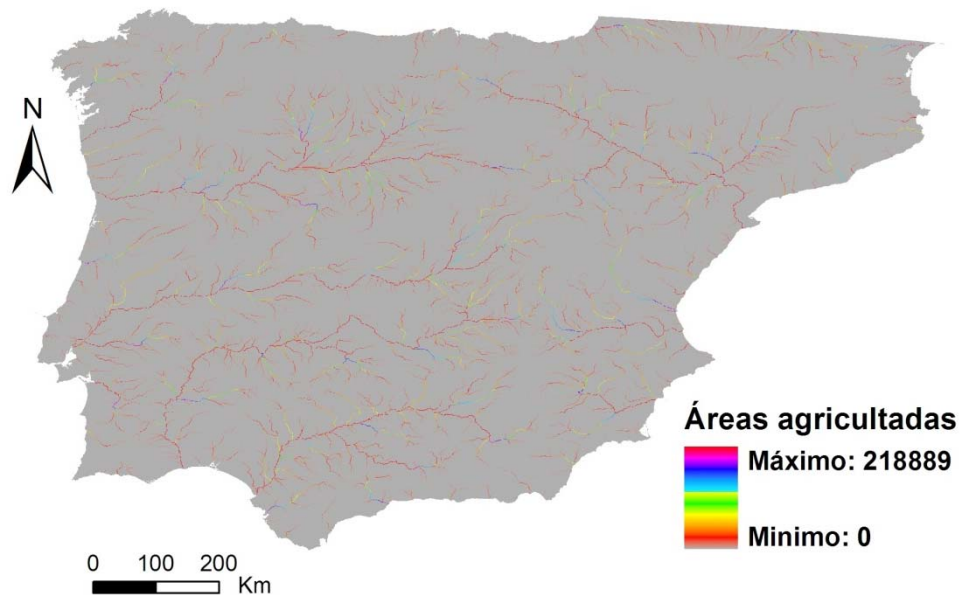


Figura 35. Mapa dos usos do solo incluídos no grupo áreas agricultadas projectados na rede hídrica (nº de células do respectivo tipo de uso que drenam para determinada célula) na Península Ibérica.

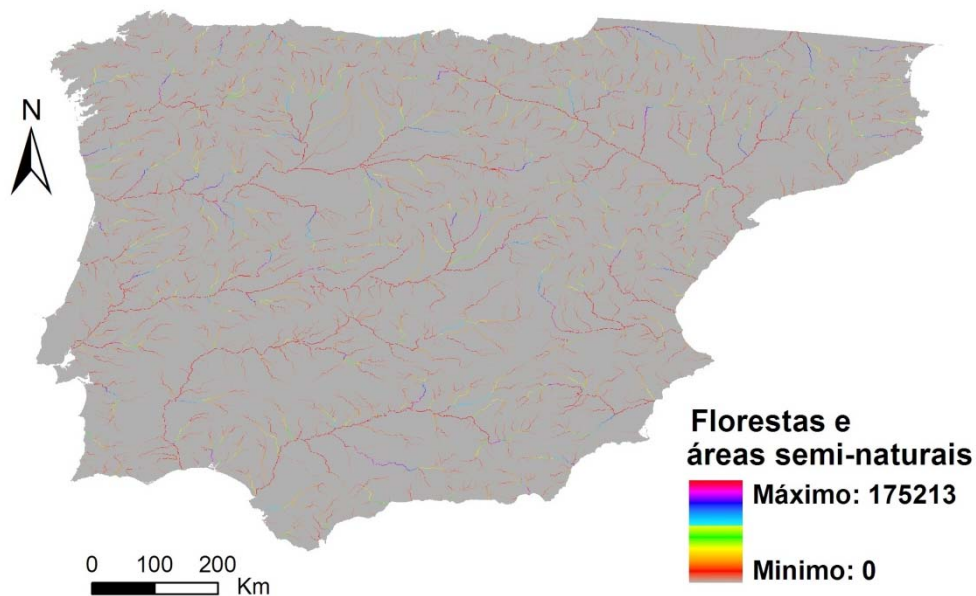


Figura 36. Mapa dos usos do solo incluídos no grupo florestas/áreas semi-naturais projectados na rede hídrica (nº de células do respectivo tipo de uso que drenam para determinada célula) na Península Ibérica.

Índices topográficos – WTI e SPI

Os índices topográficos foram calculados com recurso ao programa SAGA - *System for Automated Geoscientific Analyses* (SAGA, 2010). Os índices topográficos combinam áreas de captação com gradientes de declive para indicar a humidade do solo (TWI- *Topographic Wetness Index*) ou processos de erosão (força de erodibilidade, factor LS) (Hengl & Reuter, 2009). A área de captação (CA) é um parâmetro da tendência para receber água, e o declive local (β) e o comprimento do contorno de drenagem (implícito na área de captação específica, SCA) são parâmetros de tendência para evacuar água.

O SAGA *Wetness Index* (WTI) é um parâmetro que descreve a tendência de uma célula para acumular água – Índice de encharcamento (Fig. 37). Funciona de acordo com a seguinte fórmula (Böhner & Selige, 2006):

$$WTI = \ln [SCA/\tan(\beta)]$$

O WTI é baseado numa modificação no cálculo da área de captação, relativamente ao TWI padrão, que não considera o caudal como uma camada fina. Como resultado, prevê um maior e mais realista potencial de humidade do solo para células situadas em fundos de vale com uma pequena distância vertical a um canal, em relação ao TWI (Böhner *et al.*, 2002).

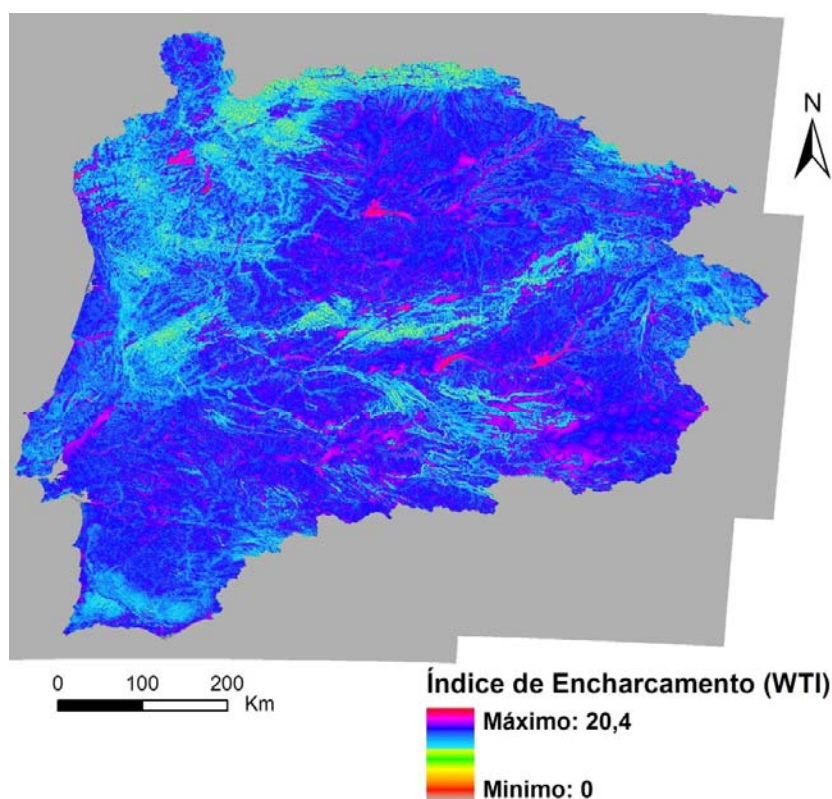


Figura 37. Mapa do Índice de Encharcamento (WTI) na Península Ibérica.

O SPI, *Stream Power Index* (Moore *et al.*, 1988) está relacionado com processos de erosão, constituindo um indicador da capacidade de um curso de água gerar erosão (Olaia, 2004; Fig. 38). É definido de acordo com a seguinte função (Hengl & Reuter 2009):

$$SPI = SCA \times \tan(\beta)$$

O aumento da área de captação e inclinação do declive, aumenta a quantidade de água que contribui das zonas a montante e a velocidade da corrente, o que, por consequência, faz com que a força de erodibilidade e o potencial erosão aumentem (Hengl & Reuter, 2009).

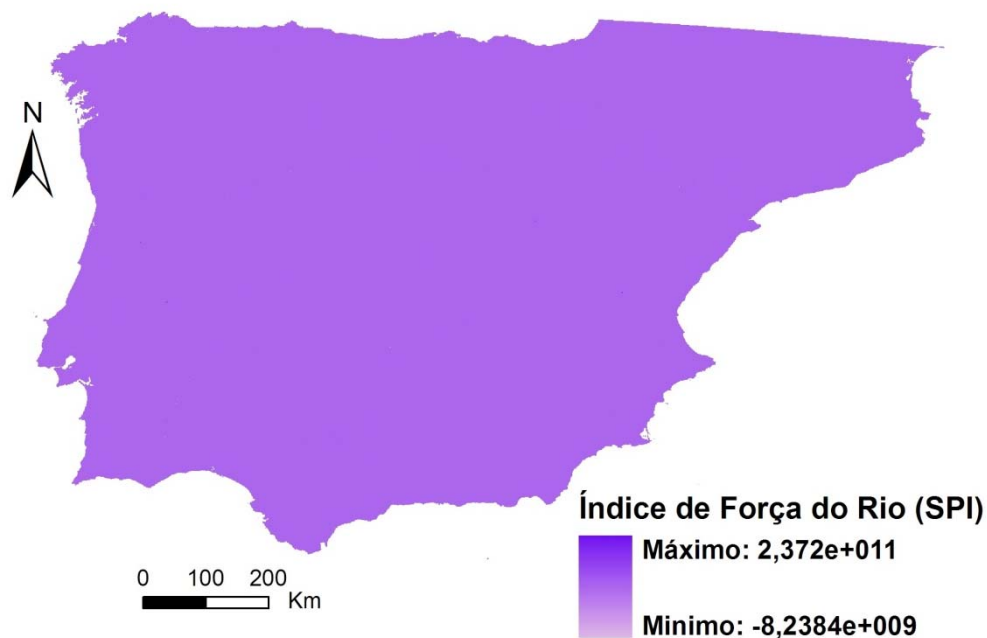


Figura 38. Mapa do Índice de Força do Rio (SPI) na Península Ibérica.

MODELO DE DISTRIBUIÇÃO DO GÉNERO *LAMPETRA*

Os pontos obtidos através do trabalho de campo efectuado na Fase I do projecto foram compilados num ficheiro de dados vectoriais, com informação relativa à sua localização (coordenadas) bem como da presença (1) ou ausência (0) de indivíduos do género *Lampetra*. O ficheiro de pontos e os modelos matriciais das variáveis

ambientais anteriormente descritas foram intersectados resultando numa tabela com valores referentes a cada uma das variáveis ambientais em cada ponto amostrado.

O princípio da parcimónia, aplicado à modelação estatística, recomenda a utilização de um modelo com $k-1$ variáveis explicativas em vez de um modelo com k variáveis (Crawley, 2007). Assim, foi investigada a presença de correlações elevadas nos dados gerados da intersecção das variáveis com os pontos de amostragem. Foram calculados os coeficientes de correlação de *Pearson* entre todos os pares de variáveis (Snelder & Lamouroux, 2010). Todas as correlações entre variáveis significativas e superiores a 0,8 foram excluídas (Snelder & Lamouroux, 2010).

O tratamento estatístico utilizado para relacionar a presença de amocetes do género *Lampetra* com os preditores ambientais, bem como para fazer previsões para locais que não foram amostrados, foi uma forma de regressão logística que incorpora árvores de decisão e um algoritmo *boosting*: as *Boosted Regression Trees* (BRT; Friedman, 2001; 2002; Schapire, 2003; Elith *et al.*, 2008; Hastie *et al.*, 2009). As BRT combinam os pontos fortes das árvores de regressão (modelos que relacionam uma resposta aos seus preditores através de divisões binárias recursivas) e do *boosting* (um método adaptativo que combina vários modelos simples melhorando a performance preditiva do modelo final) (Elith *et al.*, 2008; De'ath, 2007).

As BRT incorporam importantes vantagens dos métodos baseados em árvores: i) tratam diferentes tipos de variáveis preditivas; ii) aceitam ausência de dados (*missing data*); iii) não é necessária a transformação dos dados *a priori* ou eliminação de *outliers*; iv) conseguem ajustar relações não lineares complexas e v) tratam automaticamente os efeitos das interações entre preditores (Elith *et al.*, 2006; Leathwick *et al.* 2006; Elith *et al.*, 2008; Leathwick *et al.* 2008; Parisien & Moritz, 2009).

As análises foram corridas em ambiente R (versão 2.7.1, R Development Core Team, 2004) utilizando o pacote "*gbm*" (Ridgeway, 2006) e o suplemento de funções de Elith *et al.* (2008). Durante a análise preliminar foram determinadas as combinações óptimas para três parâmetros do modelo, avaliadas através da redução do erro de validação cruzada, ou seja, o desvio preditivo em relação aos dados de treino. A técnica de validação-cruzada (CV) com 10 partições é uma abordagem que permite o uso de toda a informação disponível, enquanto utiliza subconjuntos dos dados para estimar a performance do modelo quando prevê para dados independentes (Leathwick *et al.*, 2006; De'ath, 2007). Tal como recomendado por Kohavi (1995) e Elith *et al.* (2008) foram repetidas todas as análises efectuadas com validação cruzada 10 vezes, a fim de estabilizar as estimativas da performance preditiva.

Foi utilizado o script “*gbm.step*” do pacote “*gbm*” (Ridgeway, 2006) e o processo de validação cruzada com 10 partições para determinar o número óptimo de árvores para cada modelo, ou seja, o que fornece a máxima performance preditiva. As combinações de parâmetros testadas foram: complexidade das árvores (1 e 5), taxa de aprendizagem: (0,01; 0,005; 0,001 e 0,0005) e a “*bag fraccion*” padrão de 0,5 (c.f. Tab. 4). O objectivo foi encontrar a combinação de parâmetros que minimizam o erro preditivo e maximizam a performance preditiva. Este processo é essencialmente de exploração, não existindo regras fixas nem absolutas (Crawley, 2007). Os intervalos de variação de cada parâmetro utilizados neste estudo são os sugeridos por Elith *et al.* (2008).

A performance preditiva dos modelos foi avaliada no conjunto de dados de teste, utilizados para ajustar e testar o modelo através da técnica de validação cruzada com 10 partições. A utilização da validação cruzada evita o sobre ajustamento, construindo progressivamente modelos enquanto testa a sua precisão preditiva em porções retidas dos dados (Elith *et al.* 2006).

Tabela 4. Parâmetros necessários para o ajustamento de um modelo BRT

Parâmetro	Definição	Valores testados
Taxa de aprendizagem- <i>lr</i> (<i>learning rate</i>)	Também conhecido como o parâmetro “reductor” (<i>shrinkage parameter</i>), determina a contribuição de cada árvore para o crescimento do modelo. Valores menores resultam no ajustamento de um maior número de árvores, cada uma de influência menor e geralmente fornecendo maior performance preditiva no modelo conjunto (<i>ensemble model</i>) (Friedman, 2001).	0,01; 0,005; 0,001 e 0,0005
Complexidade da árvore- <i>tc</i> (<i>tree complexity</i>)	Controla o número de nós de cada árvore e por isso, o número máximo de interacções ajustadas. Uma <i>tc</i> de 1 (ramo de decisão único, dois nós terminais) ajusta um modelo aditivo, uma <i>tc</i> de dois ajusta um modelo com no máximo dois sentidos de interacções, e assim por diante.	1 e 5
<i>Bag fraccion</i>	Controla a fracção de dados de treino seleccionada aleatoriamente para construir cada árvore. A “ <i>bag fraccion</i> ” padrão é de 0,5, o que significa que a cada interacção, 50% dos dados são seleccionados aleatoriamente e sem reposição. A estoicidade melhora o desempenho preditivo, reduzindo a variância do modelo final, através da utilização de apenas um subconjunto aleatório dos dados para ajustar cada nova árvore (Friedman, 2002). Isto significa que, a menos que seja definido inicialmente que não queremos incluir aleatoriedade no processo, os modelos finais serão subtilmente diferentes cada vez que são executados (Elith <i>et al.</i> , 2008).	0,5
Número de árvores- <i>nt</i> (<i>number of trees</i>)	Valor obtido com a definição dos restantes parâmetros e através de validação cruzada. Representa o número de árvores necessário para a predição óptima (Elith <i>et al.</i> 2008).	250 a 9250

Para cada modelo, foram determinadas três métricas de performance: 1) o erro preditivo, 2) a AUC- *area under the receiver operator characteristic curve* (ROC) e 3) o erro residual. O erro preditivo fornece uma estimativa do bom ajustamento entre os valores estimados e os reais, quando previstos para dados independentes, e foi registado como o erro da validação cruzada estimado para cada modelo. Valores de ROC estimam o grau para o qual os valores ajustados discriminam entre presenças e ausências observadas e podem ser interpretados como a probabilidade de presença de uma espécie tirada ao acaso ter uma maior probabilidade ajustada que uma ausência tirada ao acaso. Estes valores variam entre 0,5 e 1, em que 1 indica discriminação perfeita entre amostras de presenças e ausências e um valor de 0,5 indica que o modelo prevê presenças e ausências não melhor que ao acaso (Elith *et al.*, 2006; Leathwick *et al.*, 2008). Modelos com valores de ROC entre 0,6 e 0,8 são considerados úteis (Parisien & Moritz, 2009), valores entre 0,8 e 0,9 são considerados muito bons e superiores a 0,9 excelentes (Lane *et al.*, 2009). O erro residual indica a quantidade de variação que o modelo não explica, e como tal deve ser a menor possível (Crawley, 2007).

A simplificação do modelo foi conseguida ajustando um modelo máximo e, em seguida, simplificando-o (Crawley, 2007) utilizando o script “*gbm.simplify*”. Este procedimento reduz o risco de negligenciar um aspecto importante dos dados (Crawley, 2007). Este processo para a eliminação de variáveis não informativas envolve a simplificação do modelo pela queda do preditor menos importante, depois reajusta o modelo e repete o processo sequencialmente até que algum critério de paragem seja atingido (e.g. a redução na performance preditiva exceda um determinado limite). Este processo de simplificação é corrido com um procedimento de validação cruzada com 10 partições. Este procedimento, simplifica progressivamente o modelo ajustado e utiliza o erro CV médio para decidir quantas variáveis podem ser removidas do modelo original sem afectar a performance preditiva (Elith *et al.*, 2008).

A importância das variáveis preditivas nos modelos BRT foi avaliada utilizando um script da função “*gbm*” que calcula a contribuição de cada preditor para o ajustamento do modelo, avaliado através de todas as árvores (Friedman, 2001). Esta medida é baseada no número de vezes que uma variável é seleccionada para dividir, ponderada com o melhoramento quadrado que resulta dessas divisões (Friedman, 2001). A influência relativa (ou contribuição) de cada variável é dimensionada para que a soma seja 100, com os valores mais elevados indicando maior influência na resposta (Froeschke *et al.*, 2010).

Para além de identificar variáveis ambientais importantes que contribuem para os padrões de distribuição dos indivíduos do género *Lampetra*, esta análise estatística permite também obter previsões espaciais explícitas de probabilidades de ocorrência das espécies estudadas para qualquer local da rede hidrográfica portuguesa. Para isso foi utilizada uma forma de regressão logística (Elith *et al.*, 2008) onde a probabilidade de uma espécie ocorrer ($y=1$), num local com X variáveis independentes, $P(y=1|X)$, é calculada utilizando um *logit*: $\text{logit}(P(y=1|X=f(X)))$. A transformação *logit* (*logistic inverse transformation*) é uma forma de ligação canónica utilizada em distribuições de probabilidade em que a variável resposta é do tipo binominal (Rodrigues, 2009). A regressão logística binominal permite a exploração do contributo de cada uma das variáveis na construção do modelo. Além disso é de fácil integração em SIG, com base em dados matriciais, através da aplicação directa da sua equação:

em que P é a probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp., β_0 é um valor constante, β_i os coeficientes da regressão e x_i as variáveis independentes (Capinha, 2008).

As predições foram geradas utilizando um script disponível no “*gbm*”: “*predict.gbm*” para os 133257 pontos gerados em ArcGIS (ESRI, 2009). Estes pontos foram gerados para células com 1x1 km para todo o território nacional. Os modelos de distribuição do género *Lampetra* foram desenvolvidos convertendo os pontos para um ficheiro matricial através de uma interpolação espacial linear (ESRI, 2009).

3.3.3. SELECÇÃO DE HABITAT AO NÍVEL BACIA HIDROGRÁFICA (FASE II)

Para o tratamento dos dados recolhidos na Fase II de amostragens foram utilizadas as variáveis ambientais recolhidas durante o trabalho de campo, bem como algumas obtidas em SIG. Na tabela 5 encontram-se os 23 parâmetros ambientais utilizados na análise estatística da selecção do habitat das lampreias do género *Lampetra* ao nível da bacia hidrográfica.

Tabela 5. Variáveis ambientais utilizadas no tratamento estatístico da selecção de habitat de *Lampetra* sp. na sub-bacia do Sorraia e na bacia do Vouga. O tipo de variável descreve a forma como foi recolhida a informação

Tipo	Variável	Código	Unidades
Troço de Amostragem	Grão médio	<i>graomed</i>	mm
	pH	<i>ph</i>	Escala de <i>Sorensen</i>
	O2 dissolvido	<i>oxidissol</i>	mg/L
	Condutividade	<i>conduti</i>	mS/cm
	Continuidade da galeria ribeirinha	<i>galeribei</i>	Escala de continuidade: Ausente/Esparsa/Intermédia/Semi-contínua/Contínua
Transectos	Profundidade	<i>prof</i>	m
	Velocidade de Corrente	<i>velcor</i>	m/s
	Ensombramento	<i>ensomb</i>	Classes de percentagem: <30%; 30-60%; >60%
	Largura da área molhada	<i>larg</i>	M
	Pool	<i>pool</i>	Estimativa visual: %
	Run	<i>run</i>	Estimativa visual: %
	Rifle	<i>rifle</i>	Estimativa visual: %
	Algas filamentosas	<i>afila</i>	Estimativa visual: %
	Musgos	<i>musgos</i>	Estimativa visual: %
	Fanerogâmicas	<i>fanero</i>	Estimativa visual: %
	Abundância de hidrófitas	<i>hidrof</i>	Escala de abundância: Ausente/Esparsa/Intermédia/Abundante
	Abundância de helófitas	<i>helof</i>	Escala de abundância: Ausente/Esparsa/Intermédia/Abundante
	Abundância de detritos lenhosos	<i>detlenho</i>	Escala de abundância: Ausente/Esparsa/Intermédia/Abundante
	Regime Hidrológico	<i>reghidro</i>	Permanente/Temporário
SIGs	Distância à foz	<i>distfo</i>	m
	Número de barreiras a jusante	<i>nbarrei</i>	Nº
	Ordem do Rio	<i>ordemrio</i>	Método de <i>Strahler</i> (1952)
	Gradiente	<i>gradi</i>	m/km

O Grão Médio foi calculado através da fórmula:

$$GM = D_1^{w1} \times D_2^{w2} \times D_3^{w3} \times \dots \times D_n^{wn}$$

em que D representa o diâmetro médio, em mm, das partículas retidas num determinado crivo; e W a proporção do peso das partículas retidas nesse crivo. Foram eliminadas as variáveis “musgos” e “rifle” que, após análise preliminar, revelaram não

ter interesse para o tratamento estatístico. Ambas as variáveis apresentaram uma variação entre estações de amostragem reduzida, sendo a sua percentagem de ocupação próxima de zero na grande maioria dos pontos. A base de dados ficou assim reduzida a 21 variáveis ambientais. O tratamento estatístico dos dados da Fase II foi realizado em conjunto para a informação obtida com as estações de amostragem efectuadas em ambas as bacias hidrográficas do Vouga e do Sorraia.

As variáveis ambientais que se encontravam sob a forma de escalas de continuidade, abundância ou outras, foram transformadas em índices quantitativos para posterior inclusão na análise estatística. As transformações realizadas durante esta transformação foram conforme indicado na tabela 6.

Tabela 6. Transformações dos dados realizadas durante o pré-tratamento da informação da selecção de habitat de *Lampetra* sp. ao nível da bacia hidrográfica

Variável	Tipo de Escala	Índice quantitativo
Galeria Ribeirinha	Escala de continuidade: Ausente/Esparsa/Intermédia/Semi-contínua/Contínua	Ausente – 0 Esparsa – 1 Intermédia – 3 Semi-contínua – 6 Contínua – 9
Abundância de hidrófitas, helófitas e detritos lenhosos	Escala de abundância: Ausente/Esparsa/Intermédia/Abundante	Ausente – 0 Esparsa – 1 Intermédia – 3 Abundante – 9
Regime hidrológico	Permanente/Temporário	Temporário – 1 Permanente – 2

Posteriormente os dados foram transformados e normalizados previamente à análise estatística. As transformações foram efectuadas de acordo com a natureza dos dados:

- i) Variáveis contínuas
- ii) Variáveis discretas
- iii) Percentagens

Foram ainda realizadas correlações de Pearson entre as variáveis ambientais utilizadas na análise da Fase II com o objectivo de eliminar variáveis altamente correlacionadas entre si. Os coeficientes de correlação de Pearson foram obtidos no *package* estatístico IBM SPSS Statistics 19.0.

A normalização dos dados e a análise estatística foi realizada no programa PRIMER v6.0. A normalização dos dados consistiu na subtracção da média e divisão pelo desvio quadrado para cada variável, e é considerada a normalização mais indicada

para dados abióticos. A análise estatística consistiu na realização de uma Análise de Componentes Principais (PCA -*Principal Components Analysis*) com representação gráfica de dois factores: a presença/ausência de lampreias e a probabilidade de ocorrência de acordo com os grupos definidos tendo por base os resultados da Fase I. Assim, para cada ponto amostrado na Fase II foi obtido o valor de probabilidade de ocorrência de acordo com o mapa de probabilidades resultante do tratamento estatístico realizado na Fase I do presente projecto. Foram definidos grupos de probabilidades de ocorrência de acordo com o seguinte critério: Baixa- probabilidade de ocorrência entre]0 e 20%]; Média- entre [20 e 40%]; Elevada- acima de 40%. Desta forma, foi possível caracterizar cada um dos grupos de probabilidade de ocorrência, tendo por base os parâmetros ambientais seleccionados para a Fase II de amostragens. A utilização do factor “probabilidade de ocorrência” teve como principal objectivo a caracterização abiótica (com parâmetros que têm uma variação espacial ao nível da bacia hidrográfica) das estações de amostragem classificadas em grupos distintos de probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp..

Para complementar a análise PCA, é apresentado para cada parâmetro ambiental um gráfico que demonstra a sua variação de acordo com a presença de lampreias e a probabilidade de ocorrência: caixas de bigodes para as variáveis contínuas e gráficos de barras para as variáveis classificativas.

3.3.4. SELECÇÃO DE HABITAT AO NÍVEL MICRO-HABITAT (FASE III)

Na análise da distribuição da população de *Lampetra* sp. a nível do micro-habitat foi utilizada a Análise Canónica de Correspondência Modificada (DCCA - Detrended Canonical Correspondence Analysis; Ter Braak, 1987). A Análise Canónica de Correspondência (CCA; Ter Braak, 1986) combina simultaneamente a regressão múltipla e a ordenação, permitindo assim relacionar a variabilidade espacial das diferentes classes dimensionais (variáveis resposta quantitativas) com as variáveis ambientais mais importantes ao nível da selecção de micro-habitat. Neste tipo de análise os principais eixos de ordenação apresentam o constrangimento adicional de representarem combinações lineares das variáveis ambientais. Foi utilizado o método DCCA (Hill & Gauch, 1980) em detrimento da CCA essencialmente para evitar o indesejável *efeito de arco*, que consiste na existência de uma relação quadrática entre o primeiro e segundo eixos (se o primeiro eixo explicar a maior parte da variação, então um possível segundo eixo, não linearmente correlacionado com o primeiro, pode ser obtido dobrando o primeiro pelo ponto central e aproximando os extremos, impedindo assim que o segundo eixo expresse nova informação).

O resultado desta análise é um diagrama de ordenação *variáveis resposta - variáveis ambientais*, onde os locais de amostragem também estão representados. As variáveis resposta, bem como os locais de amostragem, são representados por símbolos, enquanto as variáveis ambientais são representadas por vectores, que apontam na direcção da variação máxima da variável ambiental correspondente, e cujo comprimento reflecte à taxa de variação média inferida pelo diagrama. A relação entre uma determinada variável resposta e uma variável ambiental pode ser deduzida pela projecção do seu ponto no vector da variável ambiental considerada.

Foram consideradas para análise, como variáveis resposta, 5 classes dimensionais, expressas em número de indivíduos/m². Os amocetes foram distribuídos por 4 classes de comprimento total com intervalos de 40 mm, e uma última classe foi constituída por indivíduos adultos/macroftálmicos.

Das variáveis ambientais registadas nas estações de amostragem durante a Fase III foram consideradas para análise, o valor médio da profundidade (m), o valor médio da velocidade da corrente (ms⁻¹), a presença de ensombramento (para utilização no programa de análise CANOCO, as classes ordinais qualitativas foram convertidas nas classes ordinais: 0 - ausência, 1 - <30%, 2 - entre 30% e 60% e 3 - >60%), a presença de detritos lenhosos de grande dimensão (igualmente convertidos nas classes: 0-ausência, 1-esparso, 2-intermédio e 3-abundante), os tipos de vegetação no leito

(hidrófitas e helófitas; convertidos nas classes: 0-ausência, 1-esparso, 2-intermédio e 3-abundante), tipos de substrato (%) e a presença de matéria orgânica (%). Nos tipos de substrato foram consideradas as classes, cascalho ($\geq 2,0$ mm), areia grossa]0,5-2,0 mm[, areia média]0,25-0,5 mm[e areia fina]0,063-0,25 mm[e vasa ($\leq 0,063$ mm), segundo a escala de Roux (1964). Adicionalmente foi considerado também para análise o parâmetro Grão Médio (*c.f.* capítulo 3.3.2)..

3.3.5. DEFINIÇÃO DE PRIORIDADES DE CONSERVAÇÃO

Tendo como base os mapas de probabilidades de ocorrência do género *Lampetra* resultante do tratamento de dados efectuado para a Fase I, e complementado pelas presenças observadas posteriormente durante o trabalho de campo realizado para as fases II e III em 2010, onde a ocorrência do género *Lampetra* foi confirmada em novos locais de amostragem, foram designados locais que pelas suas características ambientais e/ou presença do género confirmada foram considerados importantes para a sua conservação em Portugal. Os diferentes troços foram classificados em quatro níveis de prioridade com importância distinta. Para os locais que apresentaram o nível de prioridade de conservação mais elevado (1), foram igualmente descritas as principais ameaças que os estão a afectar. Os níveis de prioridade foram definidos de acordo com os seguintes critérios:

Nível 1: Prioridade máxima - linhas de água com presença confirmada de *Lampetra* sp. e probabilidades de ocorrência superiores a 50%.

Nível 2: Prioridade elevada - linhas de água cuja probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. é elevada ($\geq 50\%$), localizados em bacias hidrográficas com presença confirmada de *Lampetra* sp..

Nível 3: Prioridade moderada - linhas de água cuja probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. varia entre 30 e 50%, localizadas em cursos de água pertencentes a bacias hidrográficas cuja presença de *Lampetra* sp. foi confirmada.

Sem prioridade de conservação - linhas de água cuja probabilidade de ocorrência é menor que 30% e nas quais não se registou a presença de *Lampetra* sp..

Esta informação, que se encontra descrita na parte final do documento, representa um dos *outputs* mais importantes deste projecto, constituindo a base do Plano Nacional de Conservação para estas espécies, cuja elaboração se encontrava prevista na Tarefa 5 do projecto.

4. RESULTADOS

4.1. DISTRIBUIÇÃO E SELECÇÃO DE HABITAT NÍVEL REGIONAL (FASE I)

4.1.1 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS NÚCLEOS POPULACIONAIS EM PORTUGAL CONTINENTAL.

No total das 244 estações amostradas durante a campanha de amostragem levada a cabo em 2009, a presença de indivíduos do género *Lampetra* foi registada em 33 locais (13,5% dos pontos prospectados), distribuídos conforme apresentado na figura 39.

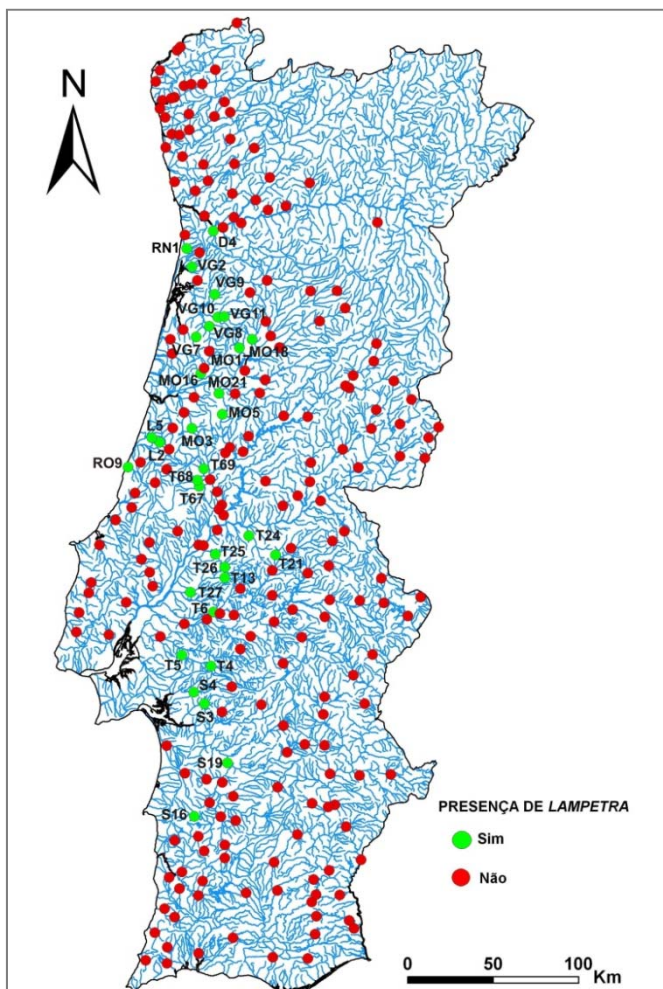


Figura 39. Distribuição dos núcleos populacionais do género *Lampetra* identificados durante a campanha de amostragem de 2009 (Fase I).

Do total de 15 bacias hidrográficas prospectadas, a presença do género *Lampetra* foi registada apenas em oito, nomeadamente: Douro, Ribeiras do Norte (mais especificamente numa das ribeiras associadas à Barrinha de Esmoriz), Vouga, Mondego, Lis, Ribeiras do Oeste, Tejo e Sado (Tab. 7). Este género apresentou uma distribuição mais ampla na bacia do Rio Vouga, onde a sua ocorrência foi registada em cerca de metade do número total de estações amostradas (Tab. 7). Na bacia do Tejo, apesar do número de locais onde foram capturados indivíduos deste género ser mais elevado, estes representavam apenas 17% do total de estações consideradas. No Rio Douro, apesar da elevada dimensão da sua bacia hidrográfica, a ocorrência deste género foi confirmada apenas num único local.

Tabela 7. Número de pontos (e respectiva percentagem) onde foi registada a presença do género *Lampetra*, em cada bacia hidrográfica prospectada durante a campanha de 2009 (Fase I)

Bacia Hidrográfica	Nº de estações amostradas	Nº de estações com <i>Lampetra</i> (%)
Rio Minho	6	0
Rio Lima	7	0
Rio Cávado	6	0
Rio Ave	5	0
Rio Douro	13	1 (8%)
Ribeiras do Norte	10	1 (10%)
Rio Vouga	14	6 (43%)
Rio Mondego	22	5 (23%)
Rio Lis	5	2 (40%)
Ribeiras do Oeste	9	1 (11%)
Rio Tejo	77	13 (17%)
Rio Sado	24	4 (17%)
Rio Mira	6	0
Ribeiras do Algarve	10	0
Rio Guadiana	30	0
Total	244	33

Durante as amostragens realizadas em 2009 foi capturado um total de 2523 indivíduos pertencentes ao género *Lampetra*. O número mais elevado foi registado na bacia do Tejo onde se registou a captura de 1193 exemplares (47% do total) e na bacia do Mondego onde o número de capturas atingiu os 416 registos. O número de indivíduos capturados parece, numa primeira análise, elevado mas reflecte apenas a intensidade, ao nível do esforço de captura, com que as amostragens foram realizadas. Trata-se de facto de espécies ameaçadas, cuja área de ocorrência é limitada mas, por motivos relacionados com o ciclo de vida destas espécies podem atingir densidades elevadas em troços com características particulares. Para o sucesso da amostragem contribuiu de forma determinante a experiência dos elementos que constituem a equipa do

presente projecto em duas fases distintas: (1) na utilização da pesca eléctrica como método de captura; e (2) na identificação de linhas de água que *a priori* aparentavam ter condições propícias para o estabelecimento de núcleos populacionais de *Lampetra*. Só assim foi possível garantir o sucesso deste trabalho de prospecção, com a captura de um número elevado de indivíduos pertencentes a um género de ocorrência rara nos rios portugueses.

Analisando os pontos de amostragem relativamente à abundância deste género nos locais amostrados em 2009 (Fase I), o valor mais elevado foi registado no ponto T69_09 (Bacia do Tejo) com 4,52 ind./min., que corresponde, em termos absolutos, à captura de 208 indivíduos (Fig. 40). Alguns pontos de amostragem, localizados principalmente nas bacias do Vouga e Mondego, apresentaram valores de abundância próximos do máximo registado no Tejo, evidenciando serem estas três bacias hidrográficas, aquelas onde este género parece ser mais abundante.

Os exemplares do género *Lampetra* capturados apresentaram um comprimento total (C_T) mínimo de 25 mm e máximo de 169 mm. O C_T médio ($\pm$ D.P.) era de $103,82 \pm 19,51$ mm. No que diz respeito à distribuição destes indivíduos por classes dimensionais, pela análise dos gráficos que compõem a figura 41 é possível observar que na maioria das bacias onde este género ocorreu a sua distribuição de comprimentos totais se apresentou algo limitada. As amostragens efectuadas foram muito localizadas ao nível da linha de água e, por esse motivo, podem não estar representadas todas as classes dimensionais/etárias.

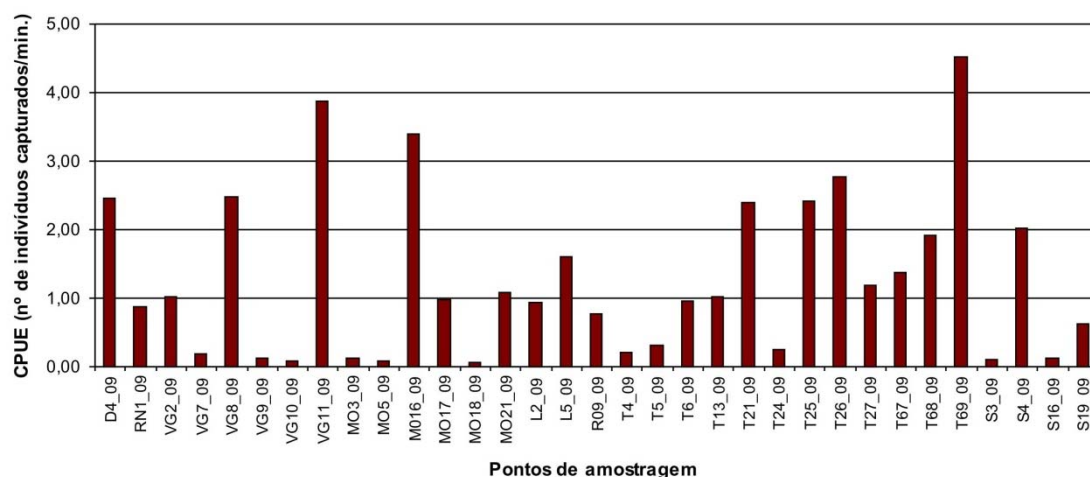


Figura 40. Abundância de indivíduos do género *Lampetra* nos pontos de amostragem onde foi registada a sua ocorrência durante a campanha de 2009 (Fase I).

Na maioria das bacias é possível observar com clareza a presença de três picos de distribuição, que corresponderão provavelmente às classes modais de distribuição de

comprimentos totais para as respectivas classes etárias. Em alguns casos, ao terceiro pico de distribuição está associado a um número elevado de classes dimensionais, o que pode indicar uma sobreposição das classes modais referentes a duas classes etárias mais velhas.

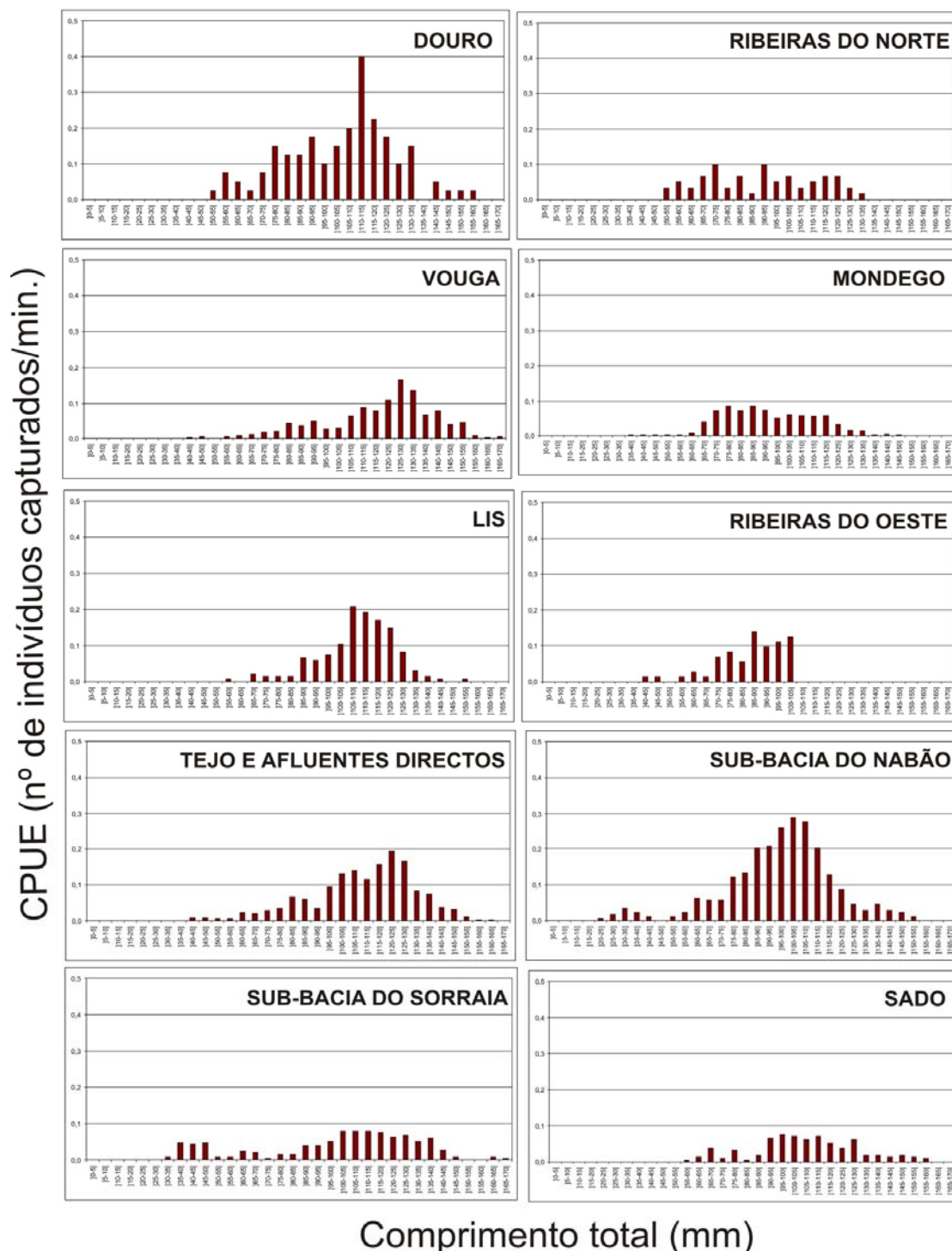


Figura 41. Representação gráfica da distribuição dos indivíduos do género *Lampetra* capturados durante a campanha de 2009 (Fase I) por classes dimensionais.

O peso total (P_T) mínimo dos indivíduos capturados foi de 0,10 g, atingindo um valor máximo de 7,64 g. O P_T médio ($\pm$ D.P.) era de $2,20 \pm 1,07$ g. Para estes exemplares foi

estimada a relação entre o seu peso e o seu comprimento e os resultados encontram-se representados na figura 42.

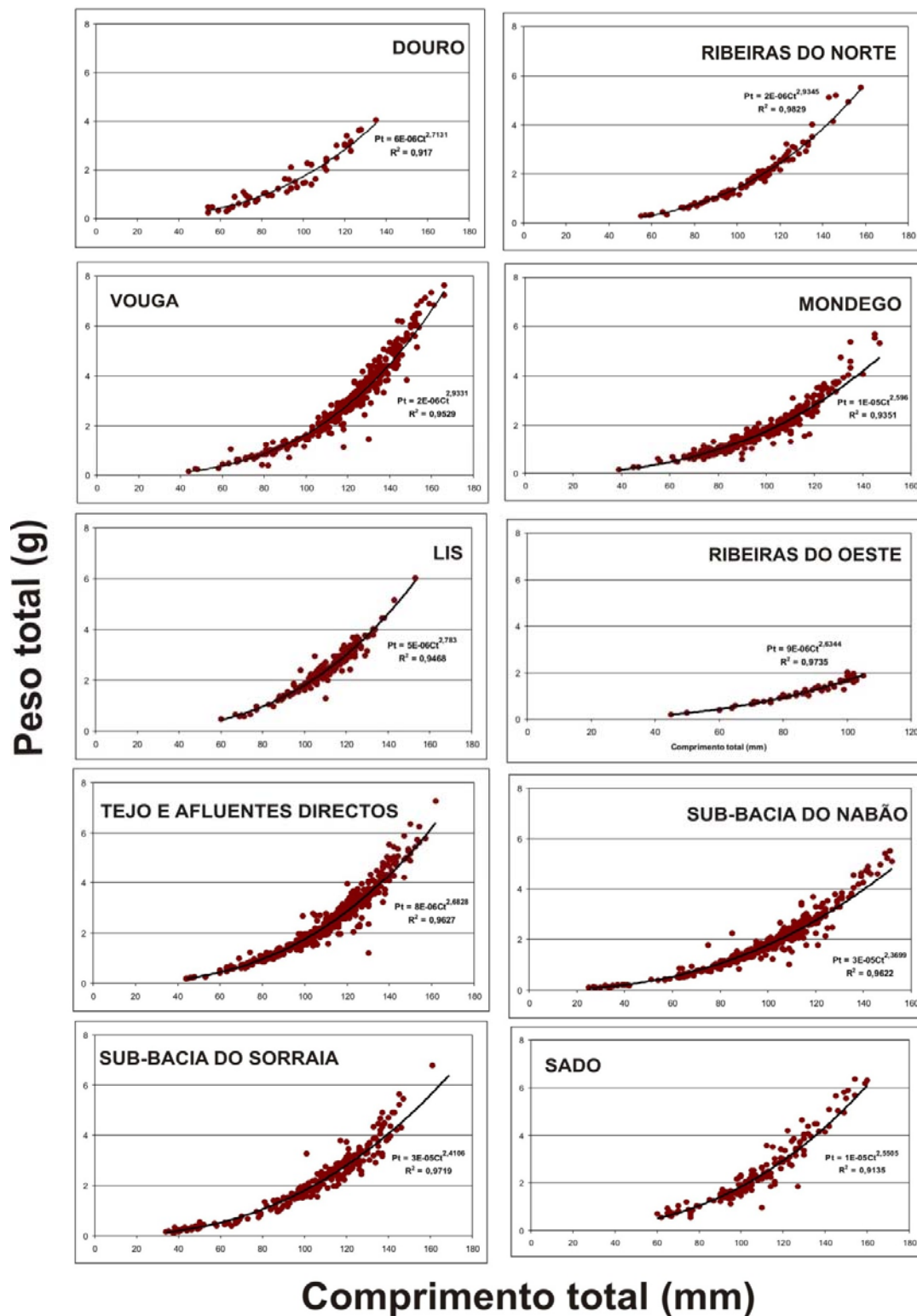


Figura 42. Representação gráfica da relação peso-comprimento dos indivíduos do género *Lampetra* capturados durante a campanha de 2009 (Fase I).

As bacias prospectadas apresentaram resultados semelhantes relativamente à caracterização da relação peso-comprimento, verificando-se uma dispersão de pontos perfeitamente ajustada ($R^2 \geq 0,900$) à função potência que caracteriza esta relação e cuja equação se encontra descrita para cada situação. O valor das constantes a e b é próximo entre as bacias, indicando uma relação peso-comprimento semelhante para os indivíduos do género *Lampetra*, para a maior dos locais.

4.1.2. MODELO DE DISTRIBUIÇÃO

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO PRELIMINAR

A análise da correlação entre as variáveis ambientais descritas na tabela 3 resultou na eliminação de seis variáveis por apresentarem valores de correlação muito elevados, superiores a 0,8 (Tab. 8).

Dadas as elevadas correlações identificadas foram tomadas algumas opções relativamente às variáveis a utilizar. Os usos do solo que identificam áreas naturais (uso_300) estão correlacionados com o escoamento e com os outros dois grupos de usos do solo (uso_100 e uso_200). No entanto os usos 100 e 200 estão correlacionados apenas com o uso_300 e o escoamento. Assim, e dado que as três variáveis dos usos do solo são as únicas indicadoras do tipo de ocupação do solo existente na bacia de drenagem, foi considerada a opção que maximiza o número de usos a incluir no modelo, optando-se assim por incluir o parâmetro indicador de superfícies urbanas (uso_100) e zonas agricultadas (uso_200). Verificou-se que a temperatura média anual, a temperatura máxima média do mês mais quente e o índice WTI estão todos altamente correlacionados entre si. Por ser uma variável indicadora da disponibilidade hídrica em períodos de seca, optou-se por manter a temperatura máxima média do mês mais quente no modelo. Pelo mesmo critério optou-se por manter a precipitação máxima média do mês mais seco em relação à precipitação média anual, também altamente correlacionadas entre si. O índice SPI e a variável fluxo acumulado de drenagem encontram-se também altamente correlacionados. Sendo ambas variáveis indicadoras de disponibilidade hídrica, optou-se por utilizar a que foi calculada por um método mais directo e que poderá levantar menos questões relativamente à sua interpretação - o fluxo acumulado de drenagem. Assim, das 18 variáveis seleccionadas *a priori*, foram utilizadas 12 variáveis no modelo:

- percentagem de areia,
- percentagem de vasa,
- altitude,

- declive,
- distância à foz,
- precipitação máxima média do mês mais seco,
- temperatura máxima média do mês mais quente,
- população,
- densidade de fontes poluentes industriais,
- fluxo acumulado de drenagem,
- usos agrícolas e
- usos urbanos.

Os valores das 12 variáveis em cada um dos 244 pontos de amostragem foram obtidos por intersecção da matriz de presença/ausência do género *Lampetra* com as matrizes dos diferentes preditores ambientais e serão estes os utilizados para produzir o modelo.

Tabela 8. Resultados da análise de correlação de *Pearson* entre as 18 variáveis ambientais inicialmente identificadas para incluir no modelo

<i>uso_300</i>																	
<i>tempmed</i>	0,044																
<i>preca</i>	-0,020	0,131															
<i>escoament</i>	0,977**	0,044	-0,021														
<i>wti</i>	0,028	0,807**	0,305	0,022													
<i>uso_200</i>	0,926**	0,045	-0,028	0,979**	0,015												
<i>uso_100</i>	0,936**	0,045	-0,023	0,853**	0,033	0,781											
<i>tempmax</i>	0,029	0,919	0,276	0,031	0,826**	0,035	0,026										
<i>spi</i>	-0,056	-0,018	0,007	-0,075	-0,012	-0,085	-0,031	-0,010									
<i>sand</i>	-0,022	0,542	0,241	-0,020	0,562	-0,017	-0,028	0,538	-0,031								
<i>precsec</i>	-0,021	-0,170	0,894**	-0,020	0,083	-0,024	-0,030	0,034	0,011	0,058							
<i>populac</i>	-0,014	0,019	0,119	-0,014	0,047	-0,015	-0,008	-0,042	0,005	-0,031	0,111						
<i>induden</i>	0,004	0,213	0,132	0,004	0,218	0,004	0,004	0,228	-0,001	0,138	0,069	0,010					
<i>gravel</i>	0,020	0,388	-0,038	0,031	0,302	0,047	0,008	0,452	-0,002	0,214	-0,118	-0,065	0,089				
<i>dist_foz</i>	-0,010	0,079	0,201	-0,009	0,240	-0,002	-0,012	0,407	0,005	0,138	0,245	-0,154	0,072	0,281			
<i>declive</i>	0,008	-0,051	0,472	0,011	-0,155	0,016	0,004	0,074	0,015	-0,050	0,461	-0,033	0,050	0,043	0,148		
<i>altitude</i>	-0,076	-0,229	0,631	-0,077	0,045	-0,074	-0,072	0,102	0,029	0,032	0,682	-0,094	0,059	0,046	0,601	0,440	
<i>fcum</i>	0,097	0,026	-0,018	0,137	0,016	0,184	0,065	0,019	-0,878**	0,027	-0,020	-0,007	0,002	0,019	0,001	-0,023	-0,037
	<i>uso_300</i>	<i>tempmed</i>	<i>preca</i>	<i>escoament</i>	<i>wti</i>	<i>uso_200</i>	<i>uso_100</i>	<i>tempmax</i>	<i>spi</i>	<i>sand</i>	<i>precsec</i>	<i>populac</i>	<i>induden</i>	<i>gravel</i>	<i>dist_foz</i>	<i>declive</i>	<i>altitude</i>

**- Correlações superiores a 0,8.

AJUSTAMENTO DO MODELO

A combinação de parâmetros óptima para os modelos de *Lampetra sp.* foi determinada através da utilização de vários valores que resultaram em modelos de qualidade distinta (Tab. 9).

Tabela 9. Combinação de parâmetros para o modelo BRT com 12 variáveis:

Tc	lr	nt	cv deviance	cv ROC score
1	0,01	1200	0,662	0,83
	0,005	1800	0,689	0,81
	0,001	6500	0,695	0,787
	0,0005	9250	0,708	0,791
5	0,01	250	0,653	0,834
	0,005	750	0,663	0,829
	0,001	2500	0,659	0,824
	0,0005	5600	0,665	0,815

tc- complexidade da árvore; lr- taxa de aprendizagem; nt- número de árvores

Os resultados indicam que à medida que aumentamos a taxa de aprendizagem, o número de árvores diminui. Mostram também uma ligeira diminuição no erro preditivo da validação cruzada (*cv deviance*) e aumento do ROC à medida que a taxa de aprendizagem aumenta. Podemos observar que em geral o erro preditivo desce com o aumento da complexidade da árvore para cinco e o ROC melhorou para valores mais próximos dos excelentes ($ROC \geq 0,9$).

A combinação de parâmetros que minimiza o erro preditivo é uma taxa de aprendizagem de 0,01 e uma complexidade da árvore de 5 que resulta num número de árvores total de 250. Optou-se por escolher a combinação de uma taxa de aprendizagem de 0,001 e uma complexidade das árvores de 5, com um número de árvores resultante de 2500 e com um valor do erro preditivo próximo do valor mais baixo atingido por qualquer combinação.

O comportamento dos modelos à medida que são adicionadas árvores encontra-se representado nos gráficos da figura 43.

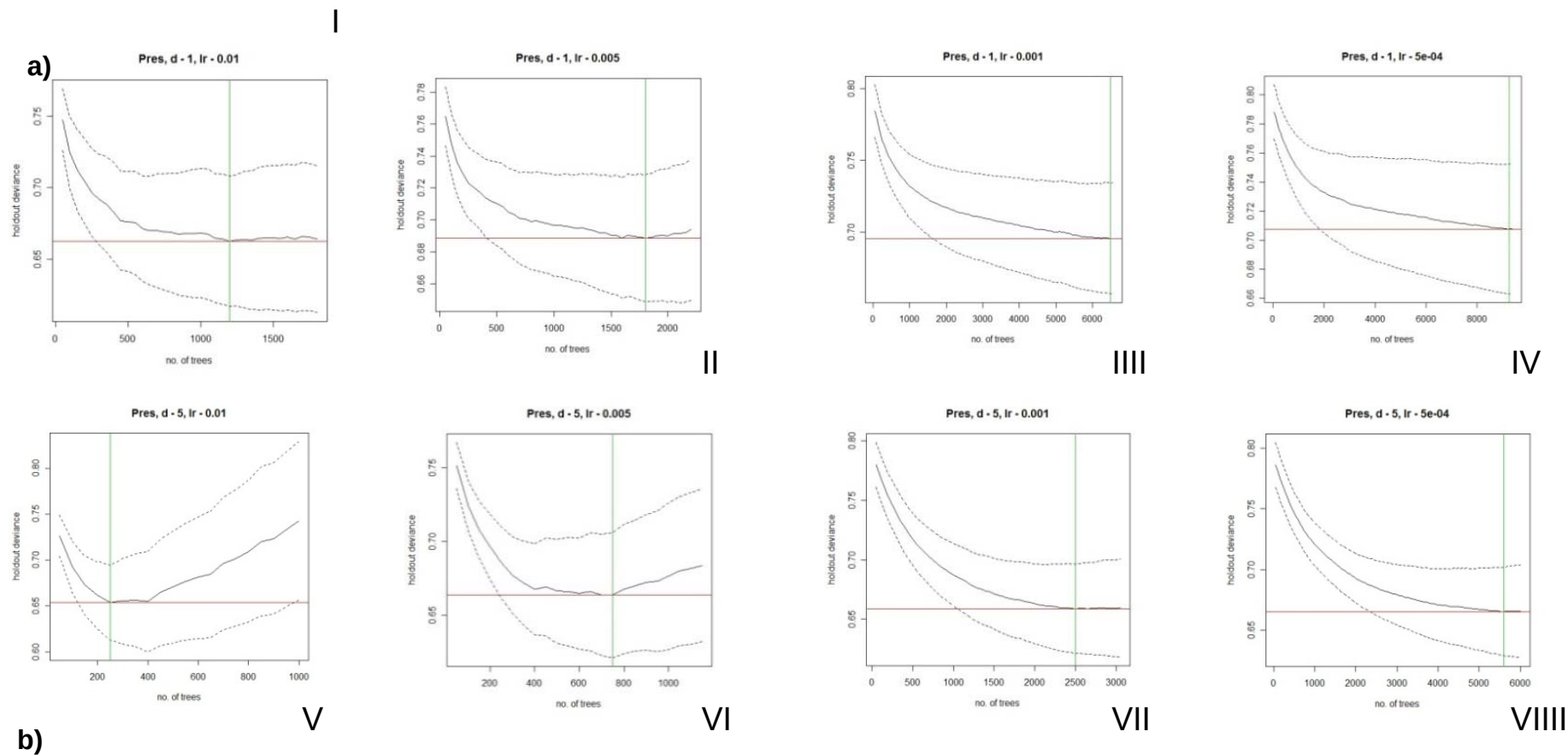


Figura 43 Relação entre o número de árvores e a performance preditiva para modelos ajustados com quatro taxas de aprendizagem (I e V = 0,01; II e VI = 0,005; III e VII = 0,001; IV e VIII = 0,0005) e dois níveis de complexidade das árvores: a) $tc = 1$ e b) $tc = 5$. Este modelo foi construído através de validação cruzada com 10 partições. A linha preta contínua (—) representa a média, e a linha preta pontilhada (----) o erro padrão (± 1), para as mudanças no desvio preditivo. A linha vermelha (—) mostra o valor mínimo da média, e a linha verde (—) o número de árvores à qual ocorre.

Em geral os resultados indicam um declínio inicial no erro preditivo à medida que mais árvores são adicionadas. O erro preditivo começa a subir à medida que o modelo se torna excessivamente adaptado aos dados de treino, *i.e.* ocorre sobre ajustamento. Podemos verificar que para uma $tc = 5$, o valor de lr mais lento ajustou relativamente poucas árvores, para além de prever pobremente (a curva sobe muito depois de ter atingido um mínimo, o que é indicador da presença de sobre ajustamento). Em contraste, os menores valores de lr (ver gráficos III, IV e VIII da figura 43) atingem uma melhor performance preditiva lentamente, e requerem milhares de árvores para atingir o erro mínimo.

O modelo corrido com uma taxa de aprendizagem de 0,001 e uma complexidade de árvores de 5 obteve, em média, as contribuições de cada variável para o modelo total que constam da figura 44.

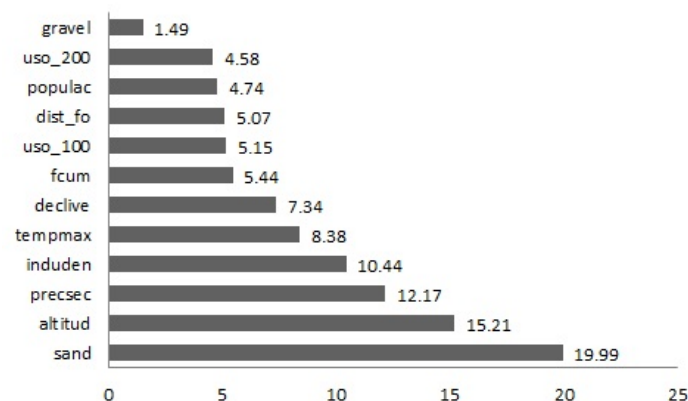


Figura 44. Contribuições relativas de cada variável (%) para a explicação da distribuição de *Lampetra* sp. em Portugal Continental.

De acordo com a figura 44, as sete variáveis mais importantes na selecção de habitat das larvas de *Lampetra* sp. descrevem condições de granulometria do solo, topográficas, climáticas e de stress ambiental. A variável que mais influencia os padrões de distribuição das lampreias é a percentagem de areia no sedimento com uma contribuição de 19,99% para a explicação da variação. De seguida, a altitude com uma contribuição de 15,20% e a precipitação máxima média do mês mais seco com 12,17%. Em conjunto estas três variáveis explicam quase 50% da variação.

SIMPLIFICAÇÃO DO MODELO

Durante a simplificação do modelo verificou-se que este apresentava variáveis redundantes e que estas podem sair do modelo sem que exista um aumento do erro preditivo (Fig. 45). Verificou-se que as variáveis que contribuem menos para a explicação da variação na resposta foram as seguintes (por ordem crescente de contribuição): 1. percentagem de vasa, 2. população, 3. áreas agrícolas, 4. superfícies artificiais, 5. distância à foz, 6. fluxo acumulado de drenagem e 7. declive.

Podemos observar na figura 45 que, removendo sete variáveis, conseguimos obter o máximo de diminuição do erro da validação cruzada (-0,05), verificando-se que ao remover mais que sete esse valor começa a aumentar. As variáveis explicativas ficaram assim resumidas a cinco: percentagem de areia, altitude, temperatura máxima média do mês mais quente, densidade industrial e precipitação máxima média do mês mais seco. As contribuições médias de cada variável para o modelo BRT final simplificado encontram-se representadas na figura 46.

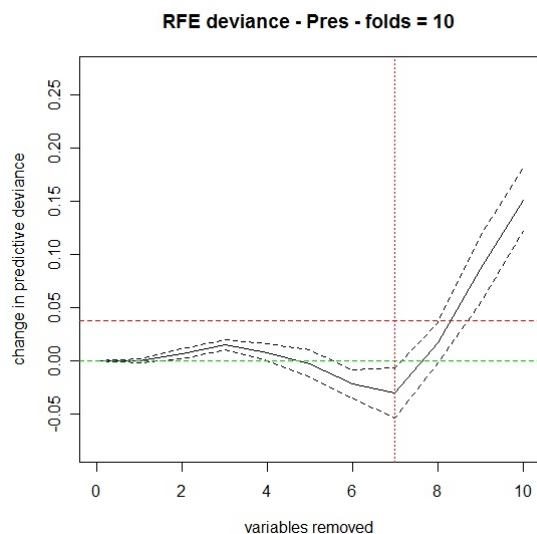


Figura 45. Simplificação do modelo originalmente com 12 variáveis, mostrando que a remoção de sete preditores (linha vertical) melhora a performance preditiva do modelo. A linha contínua indica a mudança média no desvio preditivo, e as linhas pontilhadas um erro padrão, calculado sobre as 10 vezes da validações cruzadas.

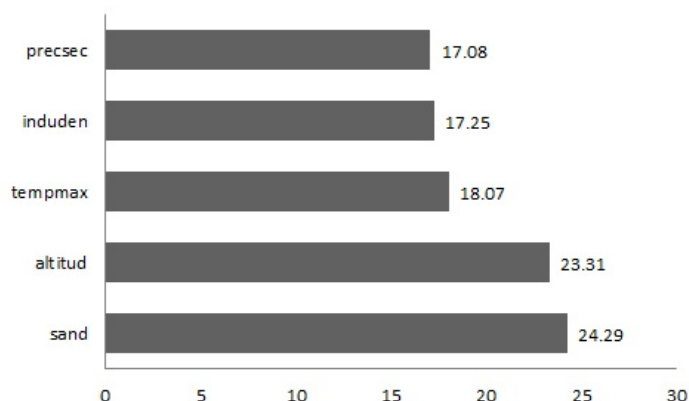


Figura 46. Contribuições médias relativas (%) de cada uma das cinco variáveis ambientais do modelo BRT final simplificado para a explicação da distribuição de *Lampetra* sp. em Portugal Continental.

Com a simplificação do modelo verificamos que as contribuições das variáveis preditivas que se mantêm no modelo se alteram subtilmente (Fig. 44 e 46). Verifica-se o esperado aumento do valor da contribuição individual de cada variável para a explicação da variação na resposta, devido ao facto da variável ser seleccionada mais vezes para a construção do modelo. A percentagem de areia e altitude permanecem como as variáveis com maior poder explicativo, ocorrendo uma troca na ordem da temperatura máxima média do mês mais quente e da precipitação máxima média do mês mais seco. As contribuições das três últimas variáveis são muito próximas (cerca de 17 a 18%) e o mesmo se verifica para a altitude e areia (23 a 24%).

PERFORMANCE DO MODELO

A performance dos modelos criados foi avaliada através dos valores do erro preditivo, do ROC e erro residual (Tab. 10). Verifica-se que a simplificação do modelo de 12 para cinco variáveis explicativas melhora tanto o erro preditivo como a performance preditiva do modelo (ROC aumenta). A avaliação do modelo sugere uma performance preditiva muito boa para dados independentes (ROC = 0,834). Apesar da boa performance preditiva dos modelos, o valor do erro residual sugere que algumas variáveis importantes na utilização do habitat deste género poderão não ter sido incluídas neste estudo. O facto de este erro aumentar quando se diminui o número de variáveis incluídas nos modelos reforça esse facto, para além de ser indicador da possível contribuição de algumas variáveis excluídas para a explicação da variação na resposta. Apesar da diminuição no poder explicativo que se verifica com a diminuição do número de variáveis explicativas, o consequente aumento do poder preditivo (ROC e erro preditivo) justifica a simplificação efectuada, uma vez que se pretende gerar um mapa de predições o mais preciso possível.

Tabela 10. Performance preditiva do modelo base (12 variáveis) e o modelo simplificado (cinco variáveis), avaliados por validação cruzada com 10 partições e uma *lr* de 0.001 e *tc* de 5

	Modelo base	Modelo simplificado
Número de locais	245	245
Número de árvores	2500	2950
Número de preditores	12	5
Erro preditivo	0.659	0.628
Erro residual	0.301	0.362
ROC	0.824	0.834

FUNÇÕES E VALORES AJUSTADOS

Os gráficos das funções parciais (Fig. 47) permitem uma descrição das relações entre a ocorrência de *Lampetra* sp. e os cinco preditores ambientais seleccionados para o modelo final simplificado.

As funções ajustadas do modelo BRT indicam que as lampreias são pouco comuns até valores de aproximadamente 70% de areia, sendo muito abundantes a partir dos 80%. Ocorrem mais frequentemente a baixas altitudes, entre os 0 e os 150 m, sendo o pico de ocorrência registado aos 50 m. A partir dos 150 m de altitude a probabilidade de captura de lampreias é muito baixa. Em relação à temperatura máxima média do mês mais quente, verificamos que a maior ocorrência de larvas de lampreias é registada em locais onde a temperatura média máxima no período Julho-Agosto situa-se entre os 28 e os 30°C, valor a partir do qual se regista uma diminuição na probabilidade de captura para valores muito baixos. O padrão de distribuição das lampreias também se encontra relacionado com a densidade de poluição industrial, tendo-se verificado que estas espécies ocorrem maioritariamente em locais com uma densidade de fontes poluentes industriais maior que 0,1/km². Densidades de poluição industrial muito baixas estão associadas a baixas capturas de larvas de lampreias. Em relação à precipitação máxima média do mês mais seco, verificamos que as lampreias ocorrem mais frequentemente no intervalo entre os 7 e os 14 mm. Valores abaixo e acima deste intervalo apresentam baixa probabilidade de captura de larvas de lampreias, sendo mais baixos em níveis de precipitação menores.

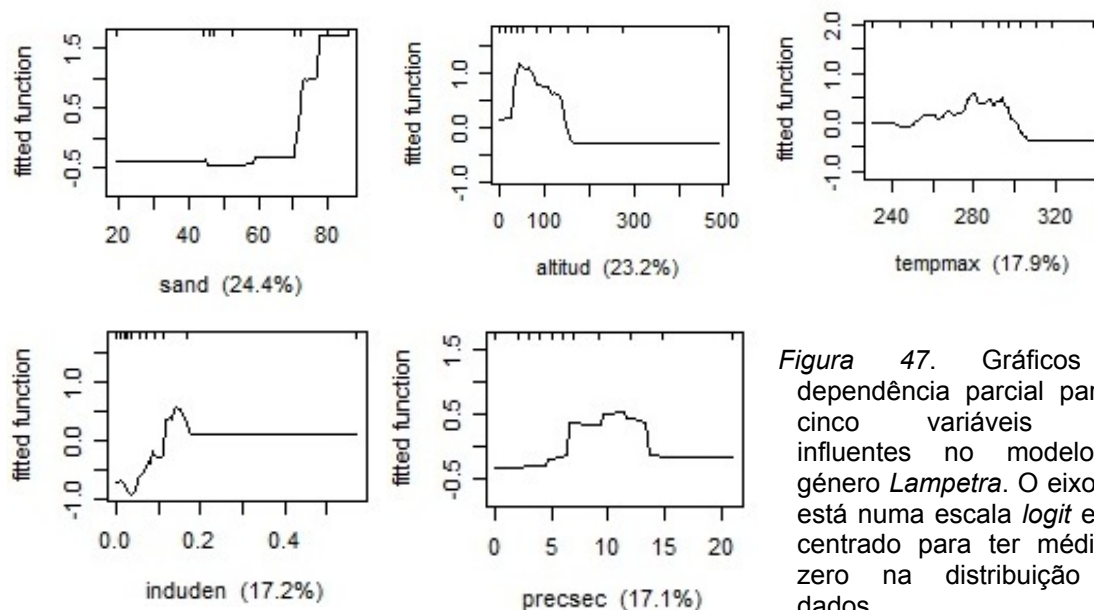


Figura 47. Gráficos de dependência parcial para as cinco variáveis mais influentes no modelo do género *Lampetra*. O eixo do y está numa escala *logit* e está centrado para ter média de zero na distribuição dos dados.

As interações existentes entre preditores encontram-se discriminadas na tabela 11. Valores de 0 indicam que não foram ajustados efeitos das interações. A interação entre a altitude e precipitação máxima média do mês mais seco (*precsec*) tem o maior valor médio de 40,55 e fortes interações são também evidentes entre a altitude e temperatura máxima média do mês mais seco (*tempmax*) (22,14).

Tabela 11. Interações entre pares de variáveis

	<i>precsec</i>	<i>induden</i>	<i>tempmax</i>	<i>sand</i>	<i>altitud</i>
<i>precsec</i>	0	12,57	5,27	13	40,55
<i>induden</i>	0	0	3,07	12,99	12,41
<i>tempmax</i>	0	0	0	12,88	22,14
<i>sand</i>	0	0	0	0	11,23
<i>altitud</i>	0	0	0	0	0

As interações mais importantes são automaticamente apresentadas e podem ser visualizadas através de gráficos tridimensionais como o representado na figura 48. A existência de interações reforça a adequabilidade de ambientes que combinam baixos valores de *precsec* com baixas altitudes (Fig. 48). Demonstra igualmente que as larvas de lampreias ocorrem preferencialmente em locais com precipitações mais elevadas, desde que a altitude permaneça baixa, e, menos frequentemente, em altitudes mais elevadas desde que estes locais apresentem baixa precipitação.

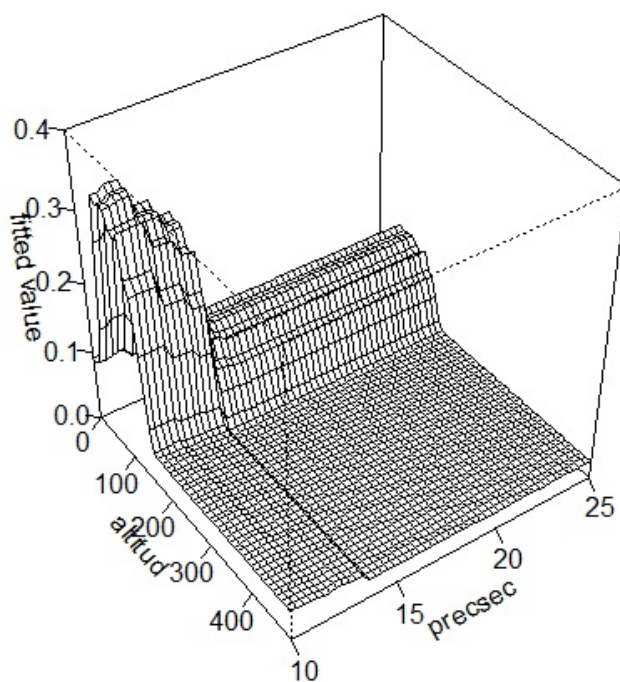


Figura 48. Gráfico da interacção entre altitude e precipitação máxima média do mês mais quente.

PREDIÇÃO DA OCORRÊNCIA DE *LAMPETRA*

Estimativas derivadas do modelo BRT final simplificado com cinco variáveis ambientais como preditores, foram obtidas para os 133258 pontos gerados com uma definição espacial de 1 km² para a totalidade do território nacional. As probabilidades de ocorrência representam a média da probabilidade de ocorrência de 10 modelos em cada um dos 133258 pontos.

As probabilidades de ocorrência de *Lampetra sp.* encontram-se entre os 1,2 e os 75%. Em geral, o mapa de probabilidades (Fig. 49) apresenta uma probabilidade de ocorrência de *Lampetra sp.* muito baixa nas bacias do Guadiana, ribeiras do Algarve e sistemas a norte da bacia do Douro. Probabilidades médias foram encontradas próximo da costa vicentina, apenas muito junto à costa (até 50% de probabilidade de ocorrência). Em geral, probabilidades de ocorrência maiores situam-se entre as bacias do Douro e Sado, excluindo as zonas mais interiores do país, bem como a margem norte da bacia do rio Tejo e as ribeiras do Oeste, na zona da grande Lisboa.

Nas figuras 50 a 58 estão representadas as probabilidades de ocorrência para cada bacia hidrográfica onde se registou a captura de indivíduos do género *Lampetra*, bem como os pontos de amostragem realizados nas campanhas de amostragem de 2009 e

completados com as ocorrências registadas na campanha de amostragem realizada em 2010 na Fase II:

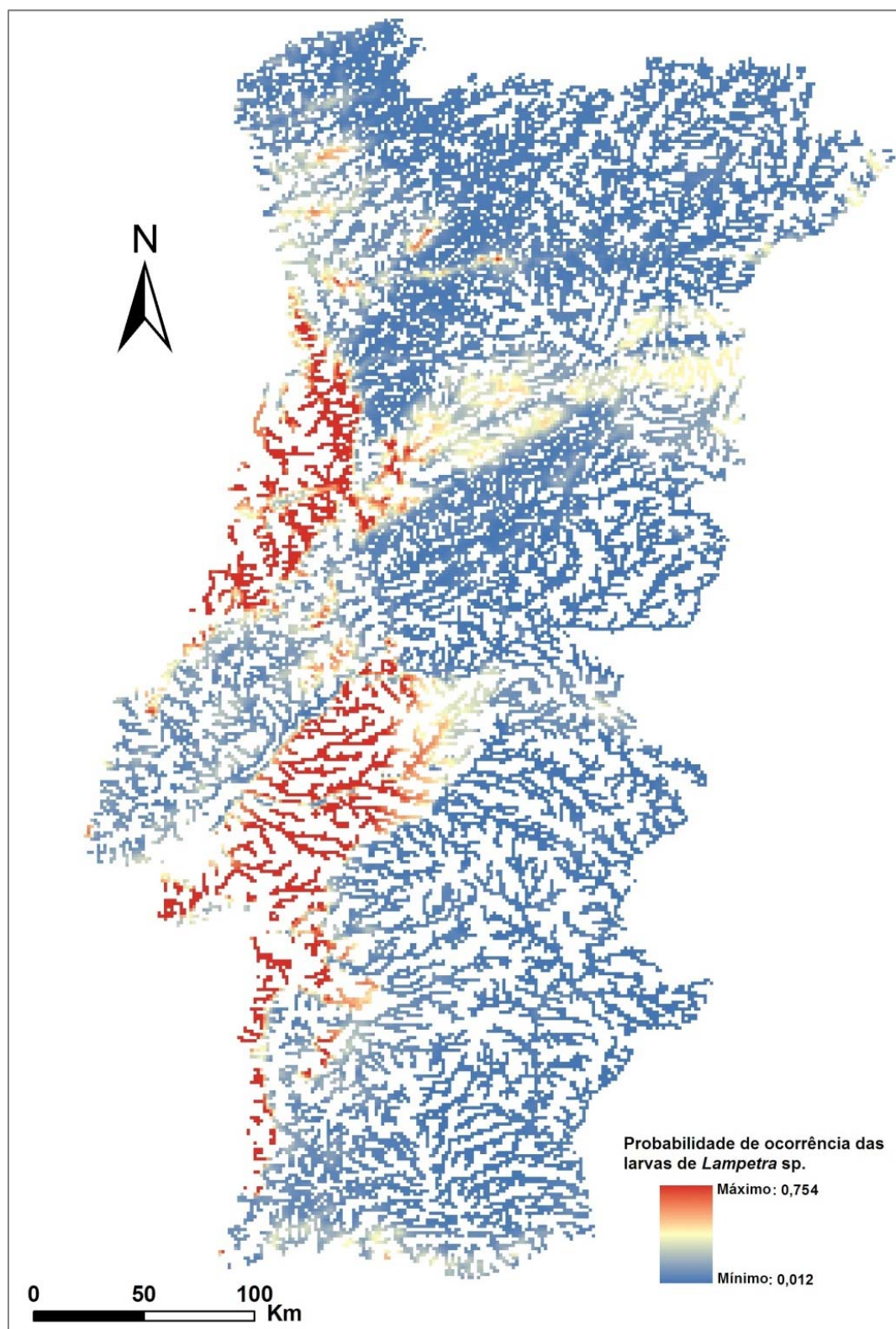


Figura 49. Mapa da probabilidade de ocorrência das larvas do género *Lampetra* para Portugal Continental.

Bacia Hidrográfica do Rio Douro

Na Bacia do Douro (Fig. 50) registaram-se probabilidades de ocorrência muito baixas, com um máximo de 33%. As zonas com probabilidades de ocorrência mais elevadas situam-se no Rio Douro num troço actualmente na área de regolho da barragem de Carrapatelo. Algumas áreas na Barragem do Torrão, no Rio Tâmega e a montante da barragem, no Rio Ovelha apresentam probabilidades na ordem dos 30%. Nas amostragens realizadas não foram capturados animais no Rio Tâmega nem no Rio Ovelha. No Rio Inha foi registada uma probabilidade de ocorrência de 33% no único troço de rio pertencente a esta bacia onde foi confirmada a ocorrência do género *Lampetra*. O Rio Uíma apresenta uma probabilidade de ocorrência máxima de 29%, sendo que as restantes zonas da bacia não apresentam probabilidades superiores a 2%. Em geral verifica-se uma escassez de locais com probabilidades acima dos 2%. De acordo com o modelo de distribuição desenvolvido, a bacia do Douro não apresenta condições particularmente favoráveis para o estabelecimento de núcleos populacionais de *Lampetra* sp.

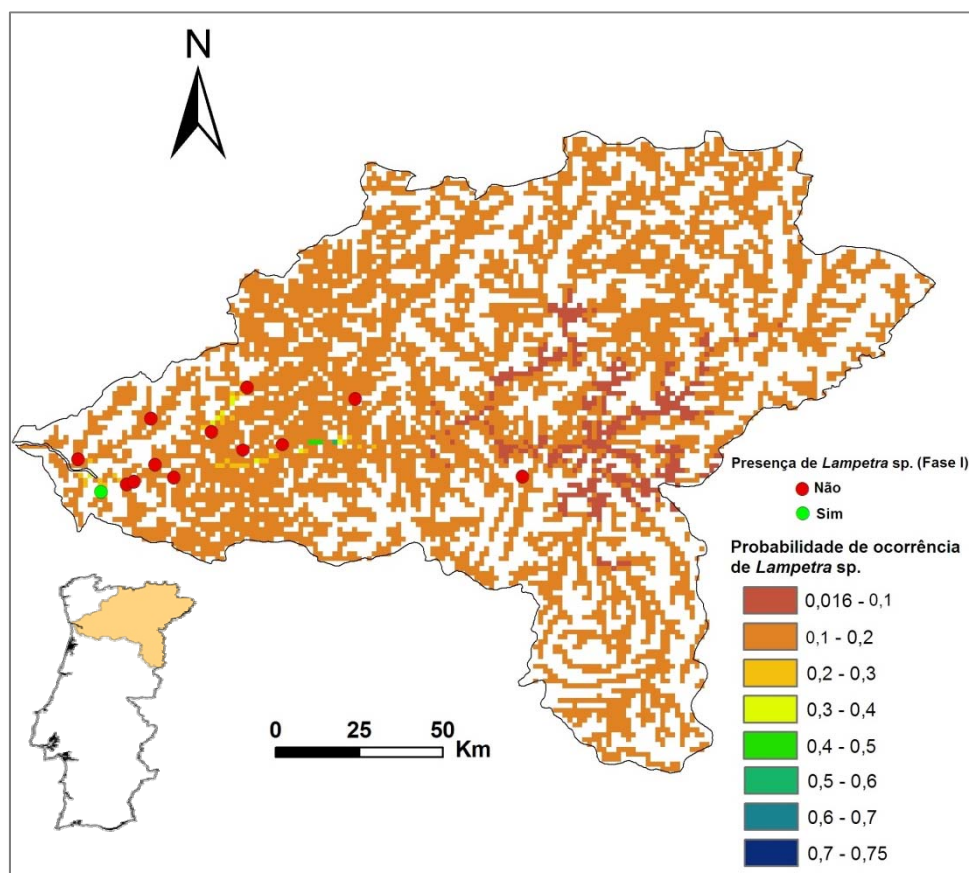


Figura 50. Probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Douro.

Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Norte

Na bacia constituída pelas ribeiras entre a bacia do Douro e Vouga (Fig. 51), a probabilidade máxima atingida foi de 43% na Ribeira de Mangas, onde foram capturados amocetes de *Lampetra* sp. durante as amostragens de 2009 (Fase I). Os rios mais a Norte da bacia apresentam probabilidades muito baixas e os rios mais a Sul apresentam probabilidades de cerca de 30%, nomeadamente as Ribeiras da Cortegaça, Maior e Silvade.

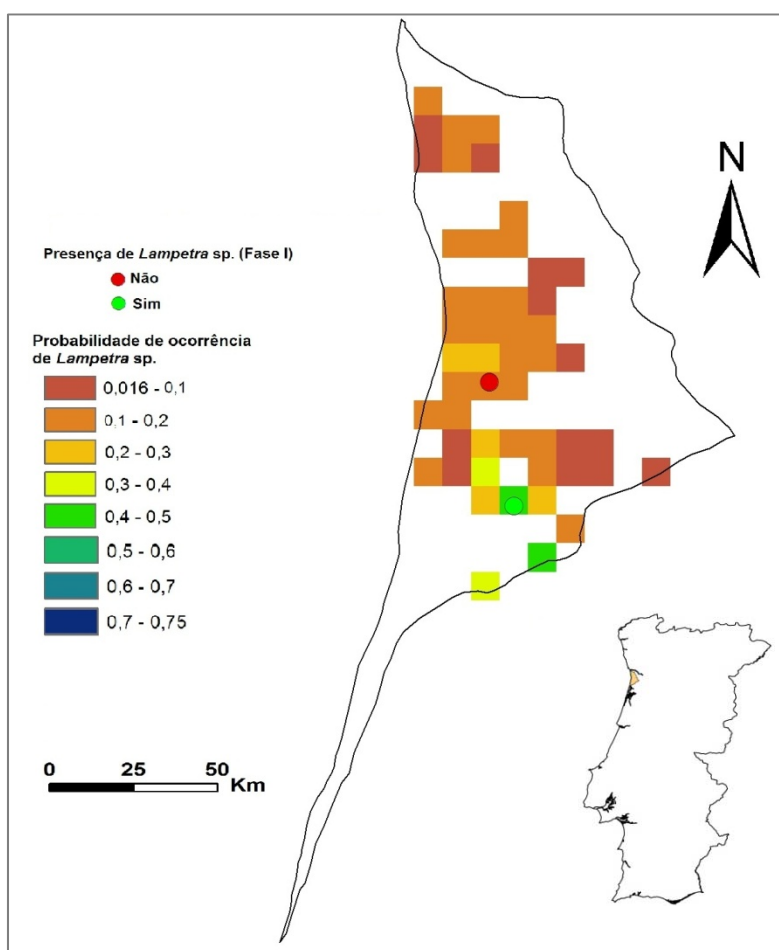


Figura 51. Probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Norte.

Bacia Hidrográfica do Rio Vouga

A Bacia do Vouga apresenta uma elevada probabilidade de ocorrência em toda a zona Sul litoral (Fig. 52). Esta previsão vai de encontro às presenças registadas nesta zona, durante as prospecções efectuadas, particularmente no Rio Levira, Cértima e Ribeira Cadaval. As elevadas probabilidades de ocorrência indicam que, em geral, a zona apresenta condições muito boas para a ocorrência de larvas de *Lampetra* sp. e que é altamente provável que existam mais linhas de água com presença de indivíduos deste género, para além dos identificados durante o presente trabalho. Na zona Norte da bacia, verifica-se uma continuidade de probabilidades de ocorrência moderadas ao longo do Rio Vouga e elevadas probabilidades nas ribeiras mais litorais, nas quais também se confirmou a presença de *Lampetra* sp.. A zona da bacia mais a montante apresenta probabilidades de ocorrência muito baixas, resultado coerente com a ausência verificada durante as amostragens realizadas nesta área. De acordo com o modelo de distribuição desenvolvido, a bacia hidrográfica do Rio Vouga apresenta uma extensão considerável de linhas de água com condições adequadas à presença de *Lampetra* sp., em particular nos afluentes da margem esquerda do Baixo Vouga.

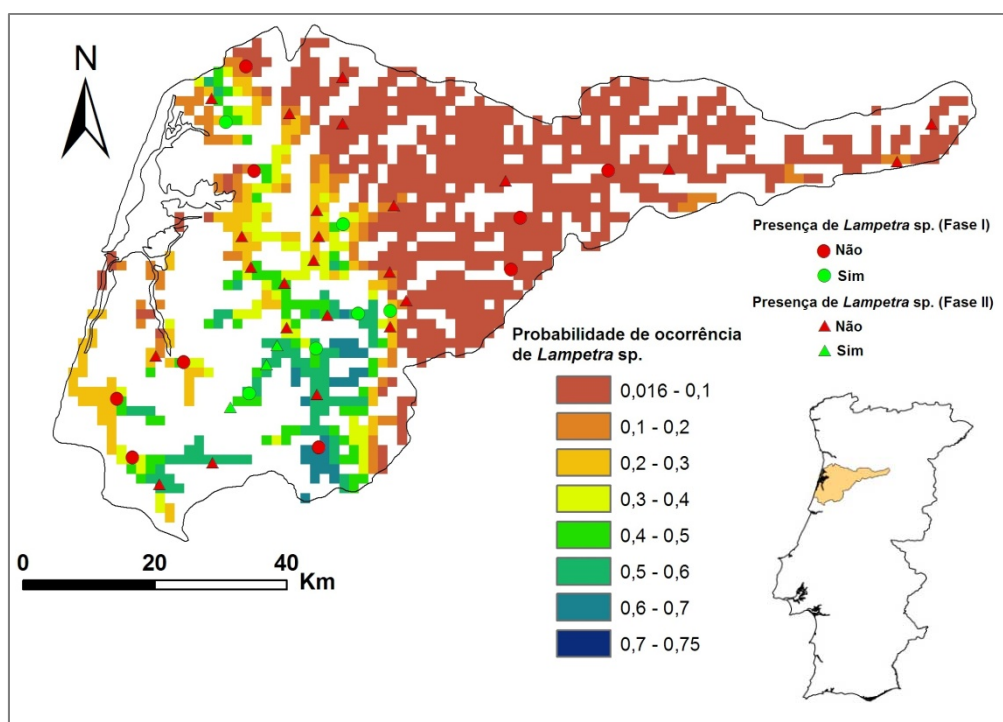


Figura 52. Probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Vouga.

Bacia Hidrográfica do Rio Mondego

O Rio Mondego apresenta probabilidades de ocorrência elevadas nos troços inferiores litorais (Fig. 53), e mais baixas nas linhas de água localizadas mais a montante na bacia hidrográfica. As probabilidades de ocorrência moderadas estendem-se até zonas interiores da bacia, como as da Ribeira de Corvo, Rio Ceira e Ribeira de Mortágua. Neste sistema foi confirmada a presença de *Lampetra* sp. no Rio Criz, Ribeira de Mortágua, Ribeira de Corvo e Rio Anços. Verifica-se a existência de elevadas probabilidades de ocorrência em ribeiras que não foram prospectadas, como o Rio Foja e o Rio Fornos na margem direita do Rio Mondego e na margem esquerda na zona mais a jusante do Rio Arunca, a Ribeira Cernache e os seus afluentes. Por outro lado, no Rio Criz, a presença de lampreias foi detectada numa zona que corresponde a uma probabilidade de ocorrência baixa. De acordo com o modelo de distribuição, os afluentes da margem direita e esquerda da zona inferior do Mondego (a jusante de Coimbra) aparentam ter condições favoráveis para os indivíduos pertencentes ao género *Lampetra* sp.

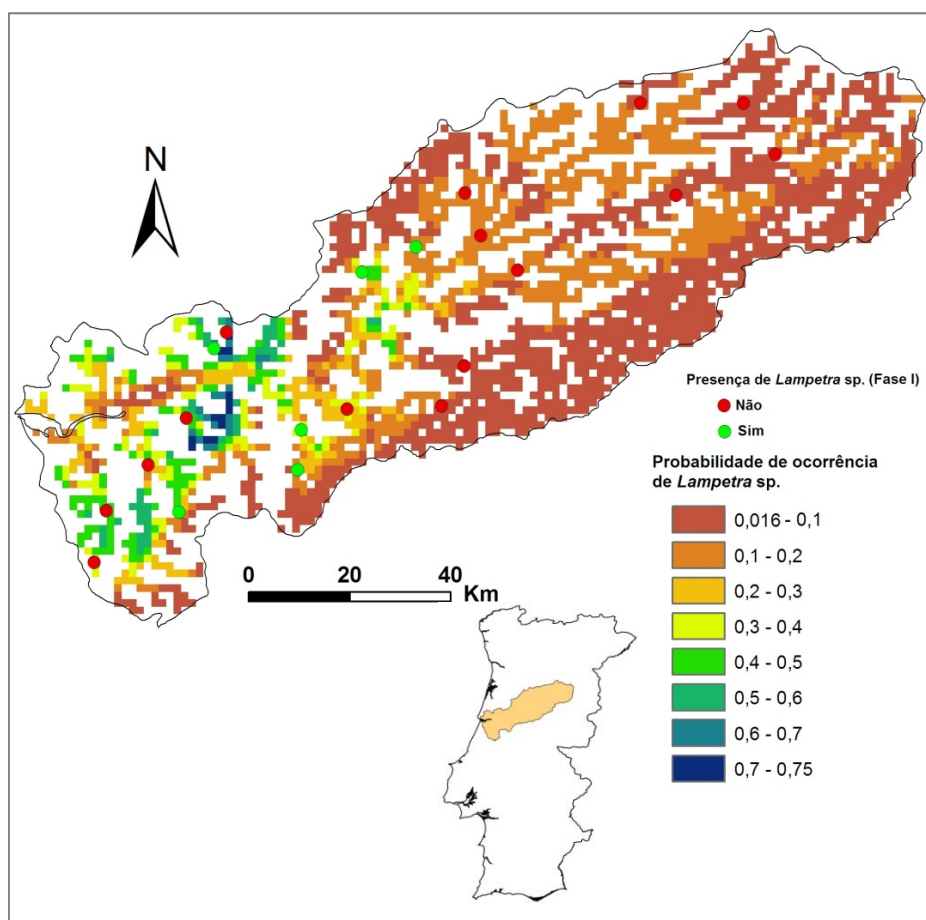


Figura 53. Probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Mondego.

Bacia Hidrográfica do Rio Lis

Na Bacia Hidrográfica do Rio Lis as probabilidades mais elevadas encontram-se nos afluentes da margem direita no limite Norte da bacia (Fig. 54). Foram registados valores elevados de probabilidade de ocorrência no Ribeiro Mãe-de-Água e no Ribeiro Tábua, nos quais não foram realizadas amostragens. O troço principal do Rio Lis apresenta probabilidades moderadas nos troços intermédios, verificando-se, nos troços superiores, uma descida acentuada da probabilidade de ocorrência.

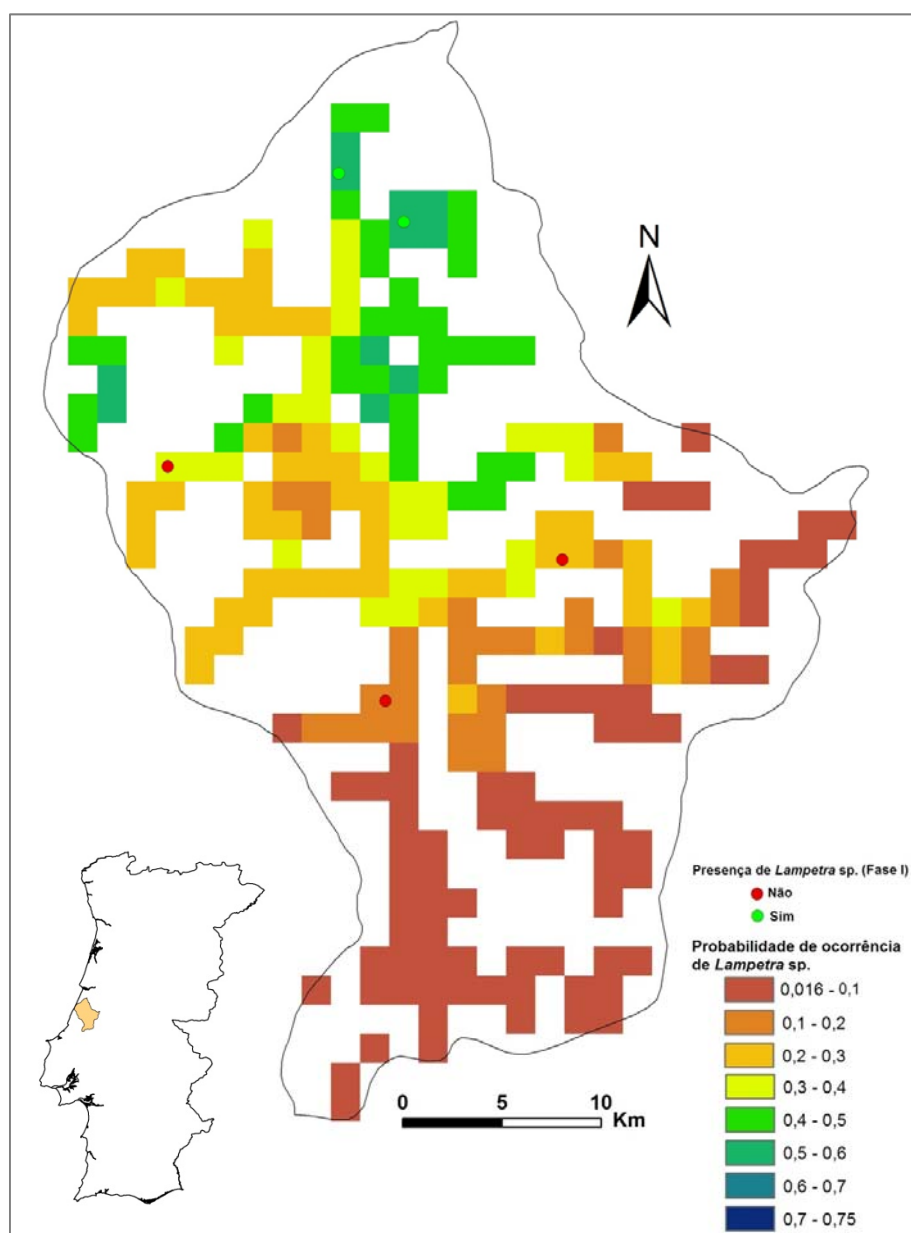


Figura 54. Probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Lis.

Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste

As Ribeiras do Oeste apresentam maiores probabilidades de ocorrência na zona mais a Norte (Fig. 55), particularmente na Ribeira de São Pedro, que inclui as Ribeiras de Tremelgo e Lagoa das Éguas e onde foi detectada a presença de um núcleo populacional de *Lampetra* sp.. A Sul da ribeira de São Pedro as probabilidades de ocorrência são inferiores a 2% em praticamente todos os cursos de água que constituem esta bacia.

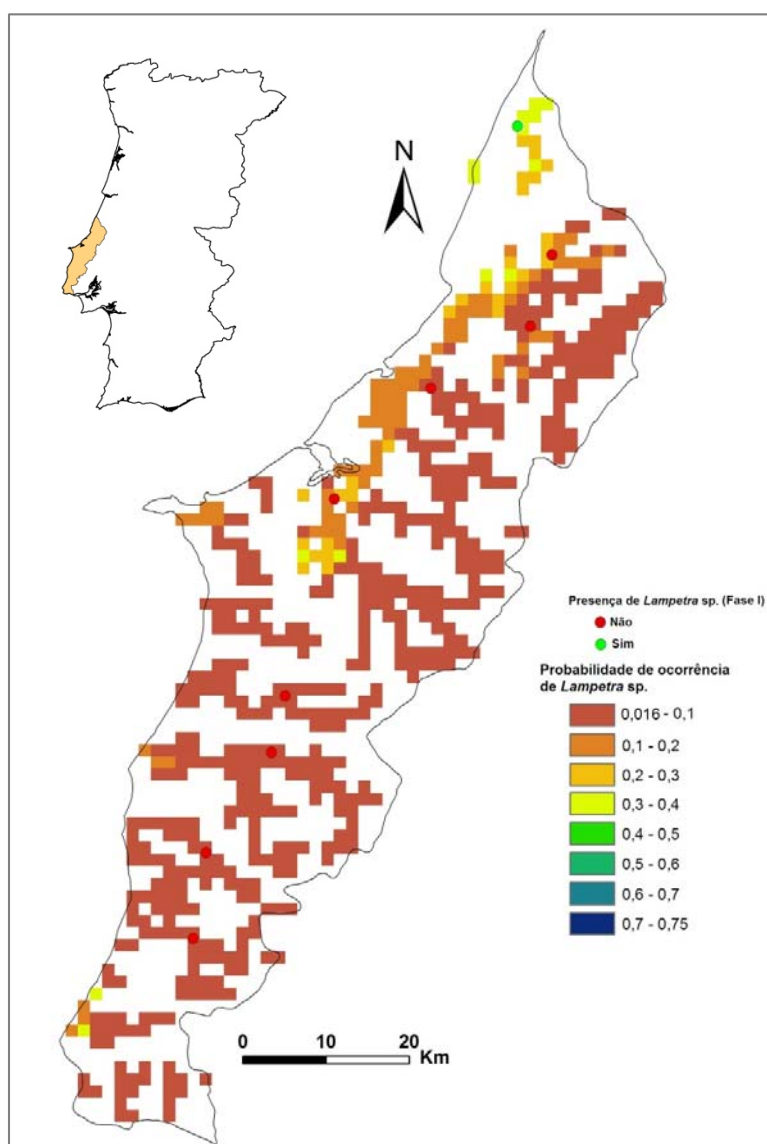


Figura 55. Probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste.

Bacia Hidrográfica do Rio Tejo

Na Bacia Hidrográfica do Rio Tejo verifica-se que as probabilidades de ocorrência mais elevadas concentram-se nos afluentes da margem Sul da bacia nomeadamente, a sub-bacia hidrográfica do Sorraia e os pequenos afluentes que drenam directamente para o troço principal do Rio Tejo (Fig. 56). Na margem Norte, a sub-bacia do Rio Nabão é a que apresenta probabilidades mais elevadas, que atingem um máximo de 47%. Em geral, verificou-se a presença de lampreias em todas as linhas de água com probabilidade de ocorrência elevada, com excepção da zona ribeirinha da margem Sul do Tejo, no concelho de Setúbal, que apresenta probabilidades elevadas mas não foi possível confirmar a sua presença. As probabilidades de ocorrência mais elevadas encontradas nesta bacia, situam-se no curso médio do Rio Almansor, nos afluentes da margem esquerda e direita do Rio Sorraia, e nos afluentes directos do troço principal do Rio Tejo, Ribeira de Muge e Ribeira de Ulme. Na Ribeira de Longomel (sub-bacia do Rio Sorraia) a probabilidade de ocorrência inferior a 1% não reflecte a presença de *Lampetra* sp. registada neste local. A probabilidade de ocorrência na zona mais a montante da sub-bacia do Sorraia é muito baixa e está em consonância com as ausências identificadas nos locais prospectados nestas áreas. As ribeiras da sub-bacia do Divôr, Fanica e Barrosas, apresentam probabilidades de ocorrência moderadas a elevadas até a zona onde foram capturadas lampreias, diminuindo imediatamente a montante, em locais onde não se registou a ocorrência destes indivíduos. De acordo com o modelo de distribuição, em termos genéricos, os afluentes da margem esquerda que drenam para a zona inferior do Tejo apresentam características particularmente adequadas à presença de *Lampetra* sp. e perfazem uma extensão de habitat adequado significativa comparativamente com o restante território nacional.

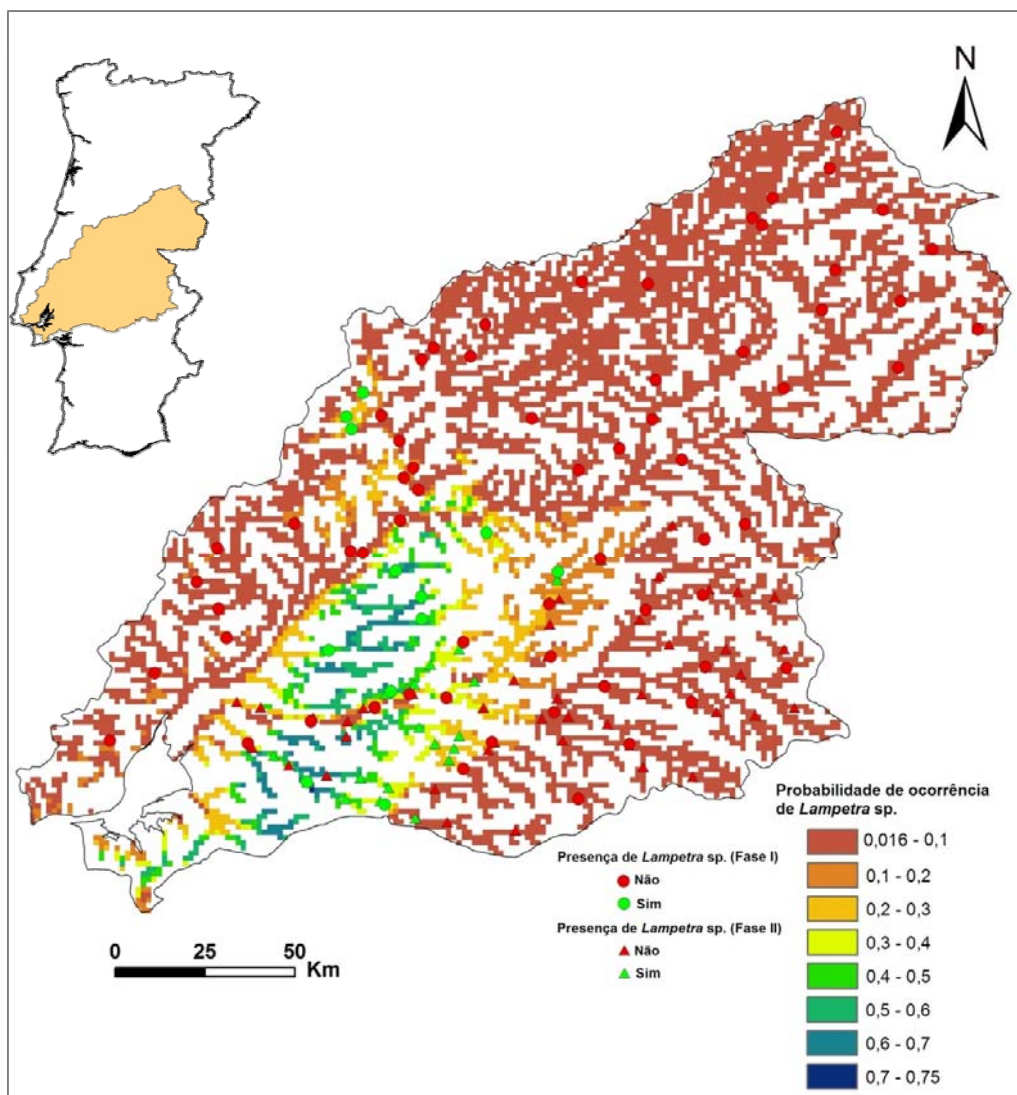


Figura 56. Probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Tejo.

Bacia Hidrográfica do Rio Sado

A bacia do Rio Sado (Fig. 57) apresenta probabilidades de ocorrência elevadas num número reduzido de linhas de água localizadas na área mais a jusante na bacia, que atingem um máximo de 63% na Ribeira Pernada do Marco, na qual não foi registada a ocorrência de lampreias. Alguns afluentes da margem direita como a Ribeira da Marateca e a Ribeira Califórnia apresentam elevadas probabilidades de ocorrência, tendo sido confirmada a presença de lampreias na primeira linha de água referida. O Rio Sado apresenta probabilidades de ocorrência moderadas ao longo do seu curso principal e afluentes, até uma zona, a montante, a partir da qual as probabilidades diminuem para menos de 1%. Nesta zona, que corresponde à zona Sul da bacia, são encontradas probabilidades moderadas em zonas muito específicas de cursos de

água de pequena dimensão, como o Barranco Brejo Largo e a Ribeira de São Domingos, nas quais foi confirmada a presença de *Lampetra* sp. durante as amostragens realizadas em 2009 (Fase I). A Ribeira de São Domingos constitui o limite Sul da distribuição do género *Lampetra*, no entanto ainda é possível observar no Barranco da Rata uma pequena área de probabilidade de ocorrência de 42%, recentemente prospectada numa fase posterior, mas na qual não foram capturadas lampreias. A restante área da bacia do Sado apresenta probabilidades de ocorrência reduzidas.

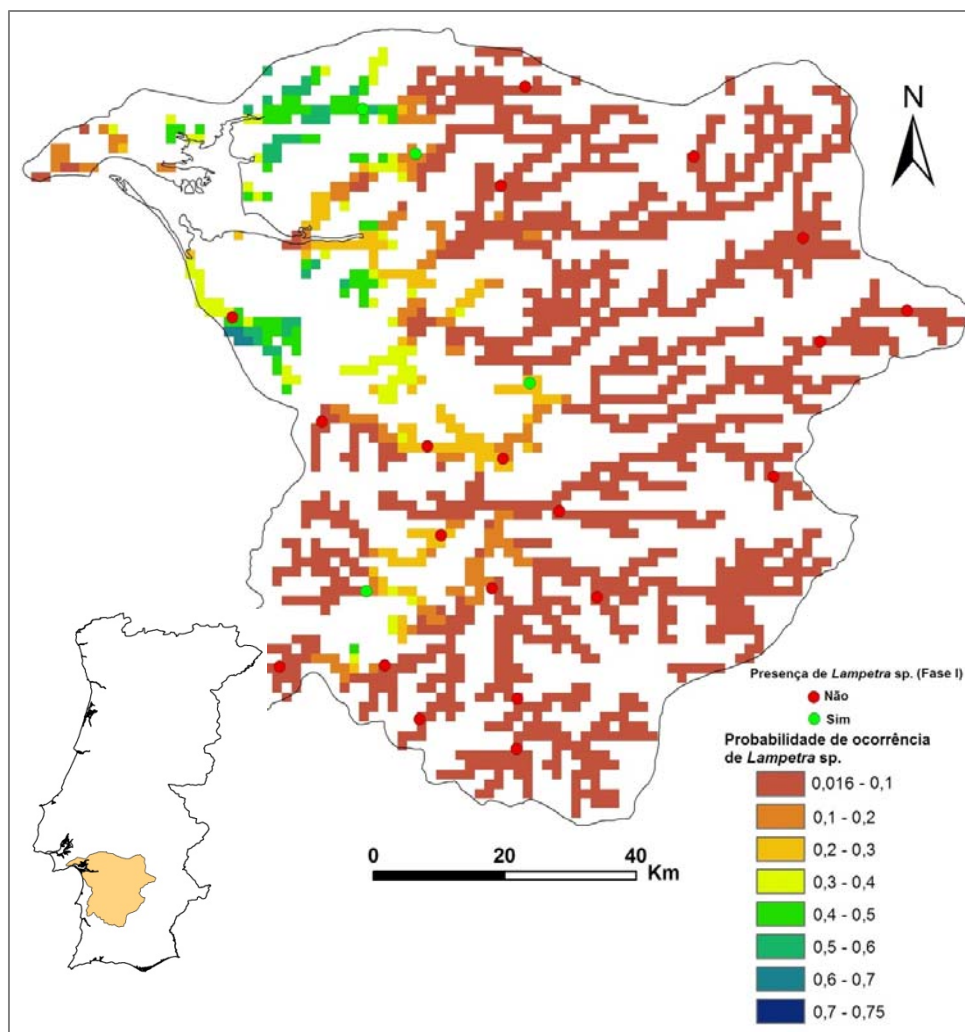


Figura 57. Probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Sado.

4.2. SELECÇÃO DE HABITAT AO NÍVEL BACIA HIDROGRÁFICA (FASE II)

4.2.1. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS NÚCLEOS POPULACIONAIS DOS RIOS VOUGA E SORRAIA

No total das 95 estações amostradas durante a campanha levada a cabo em 2010 para análise da selecção de habitat ao nível da bacia hidrográfica, a presença de indivíduos do género *Lampetra* foi registada em 23 locais (24% dos pontos amostrados), distribuídos conforme apresentado na figura 58.

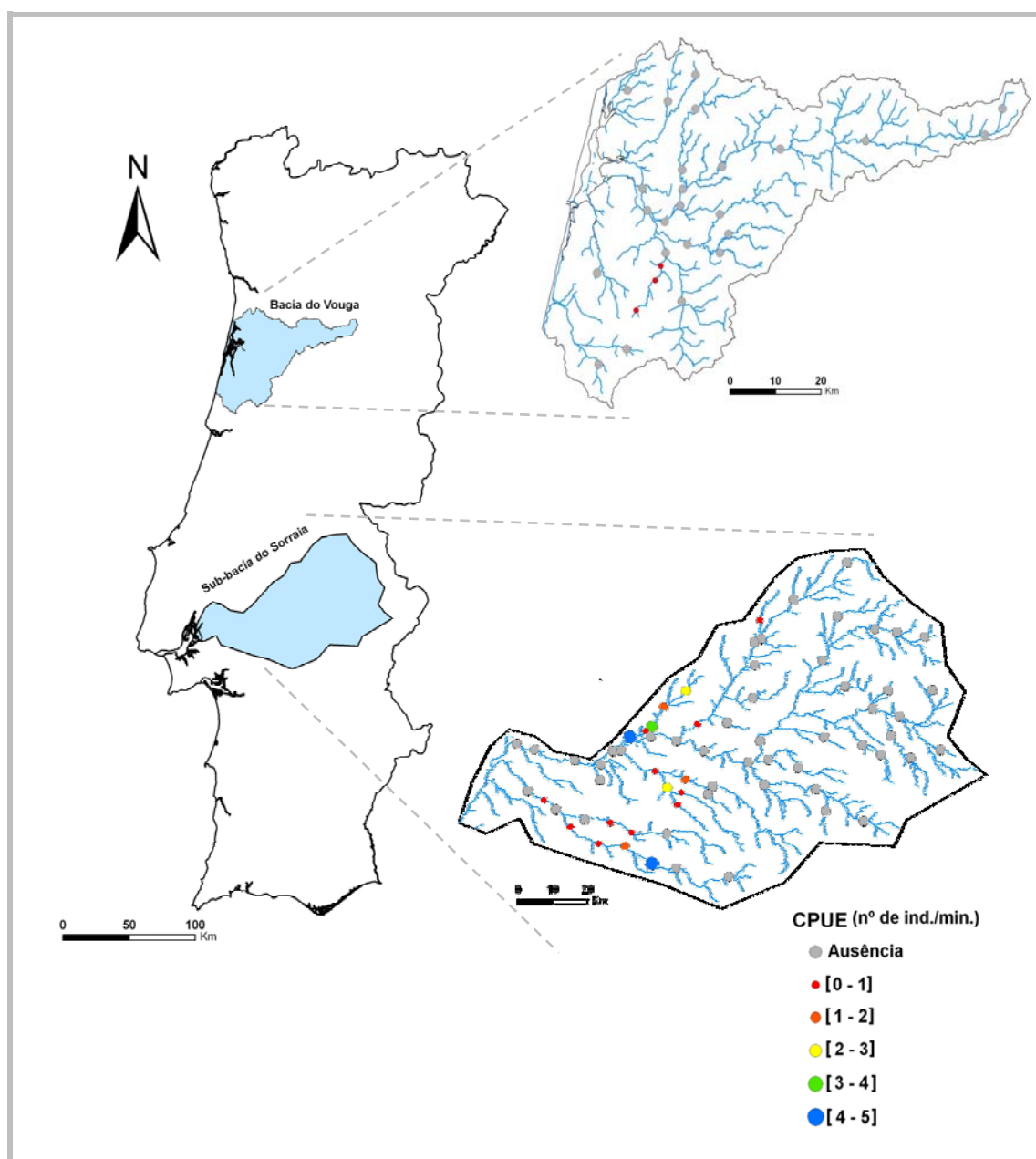


Figura 58. Distribuição e abundância do género *Lampetra* nos troços amostrados em 2010 no âmbito da Fase II do projecto.

Analisando separadamente as duas bacias prospectadas, verifica-se que dos 27 locais amostrados na bacia do Rio Vouga, apenas se registou a captura de indivíduos pertencentes a este género em três (11%). Na sub-bacia do Sorraia foi possível registar a ocorrência de *Lampetra* sp. em 20 dos 68 locais seleccionados (cerca de 30%).

Os locais onde se registou a captura deste animais na bacia do Rio Vouga apresentaram na totalidade abundâncias reduzidas, inferiores a 1 ind./min. (Fig. 58). Por outro lado, na sub-bacia do Rio Sorraia, apesar da maioria dos locais apresentar igualmente valores reduzidos de CPUE, foi possível registar abundâncias relativamente elevadas das espécies alvo em alguns dos locais amostrados, em especial nos troços seleccionados na Ribeira de Erra e no Rio Almansor (Fig. 58).

4.2.2. VARIÁVEIS AMBIENTAIS QUE CONDICIONAM A DISTRIBUIÇÃO DO GÉNERO LAMPETRA NA BACIA HIDROGRÁFICA

O resultado da análise das correlações existentes entre as variáveis ambientais encontra-se representado na tabela 12. Verificou-se a existência de correlações significativas elevadas entre os parâmetros Profundidade e Largura ($r = 0,741$; $p = 0,00$); Velocidade de Corrente e *Run* ($r = 0,737$; $p = 0,00$); Velocidade de Corrente e *Pool* ($r = -0,739$; $p = 0,00$) e entre *Pool* e *Run* ($r = -0,894$; $p = 0,00$). Foram seleccionadas as variáveis Profundidade e Velocidade de corrente para permanecerem na análise, sendo consequentemente eliminadas a Largura, o *Run* e o *Pool*. A base de dados ficou assim reduzida a 18 variáveis ambientais.

De acordo o diagrama da análise PCA da figura 59 podemos constatar que tanto os locais identificados com presença de *Lampetra* sp. como aqueles cuja probabilidade de ocorrência é mais elevada, encontram-se agrupados na zona superior esquerda do gráfico.

Começando pela análise e caracterização genérica dos locais onde foram capturadas lampreias pertencentes ao género *Lampetra*, podemos constatar que parece existir uma certa homogeneidade de características ambientais evidenciada na PCA pelo agrupamento destas estações de amostragem.

velcor	0,253*																					
ensomb	-0,265*	-0,176																				
graomed	0,092	0,155	-0,161																			
pH	-0,100	-0,271**	-0,095	0,245*																		
oxidissol	0,079	0,089	-0,251*	0,284**	0,192																	
conduti	-0,456***	-0,445***	0,058	-0,020	0,588***	-0,138																
galeribei	0,028	-0,087	0,494***	-0,107	0,007	-0,123	-0,060															
pool	-0,173	-0,739***	0,092	-0,210*	0,305**	-0,092	0,449***	0,119														
hidrof	-0,207*	0,104	-0,397***	0,037	-0,263*	-0,044	-0,109	-0,347**	-0,158													
afila	-0,267**	-0,102	-0,223*	0,042	0,126	0,021	0,263*	-0,077	0,009	0,457***												
fanero	0,242*	0,412***	-0,322**	-0,011	-0,280**	-0,058	-0,363***	-0,176	-0,248*	0,379***	-0,296**											
helof	-0,161	0,094	-0,360***	0,098	-0,064	0,216*	0,004	-0,535***	-0,123	0,367***	0,055	0,225*										
detlenho	0,141	0,110	0,301**	-0,012	-0,030	-0,091	-0,059	0,273**	-0,146	-0,334**	-0,078	-0,108	-0,262*									
reghidro	0,184	0,266**	-0,012	-0,041	-0,287**	0,039	-0,302**	0,005	-0,403***	0,016	-0,048	0,111	0,075	0,011								
distfo	0,139	0,068	-0,016	0,374***	0,319**	-0,030	0,011	-0,156	-0,040	-0,050	0,017	-0,111	-0,027	0,135	-0,101							
nbarrei	-0,028	-0,131	0,038	0,188	0,297**	-0,035	0,100	-0,142	0,237*	-0,087	-0,174	-0,154	-0,055	-0,089	-0,244*	0,688***						
ordemrio	-0,040	-0,263**	0,005	-0,206*	0,023	-0,080	0,164	0,182	0,411***	-0,082	-0,067	-0,027	-0,145	-0,228*	-0,052	-0,474***	-0,121					
gradi	-0,273**	-0,122	0,048	-0,112	0,106	0,016	0,033	-0,021	0,074	0,091	0,083	-0,144	0,027	-0,022	0,005	0,375***	0,283**	-0,522***				
larg	0,741***	0,136	-0,222*	0,191	0,098	0,140	-0,266**	0,087	0,024	-0,247*	-0,183	0,039	-0,187	0,182	0,067	0,292**	0,130	0,038	-0,200			
run	0,119	0,737***	-0,061	0,060	-0,291**	0,076	-0,370***	-0,104	-0,894***	0,161	-0,026	0,276**	0,073	0,105	0,378***	-0,037	-0,248*	-0,285**	-0,172	-0,053		
	prof	velcor	ensomb	graomed	pH	oxidissol	conduti	galeribei	pool	hidrof	afila	fanero	helof	detlenho	reghidro	distfo	nbarrei	ordemrio	gradi	larg		

*** - $P < 0,001$; ** - $P < 0,01$; * - $P < 0,05$; ver acrónimos da variáveis na Tabela 5.

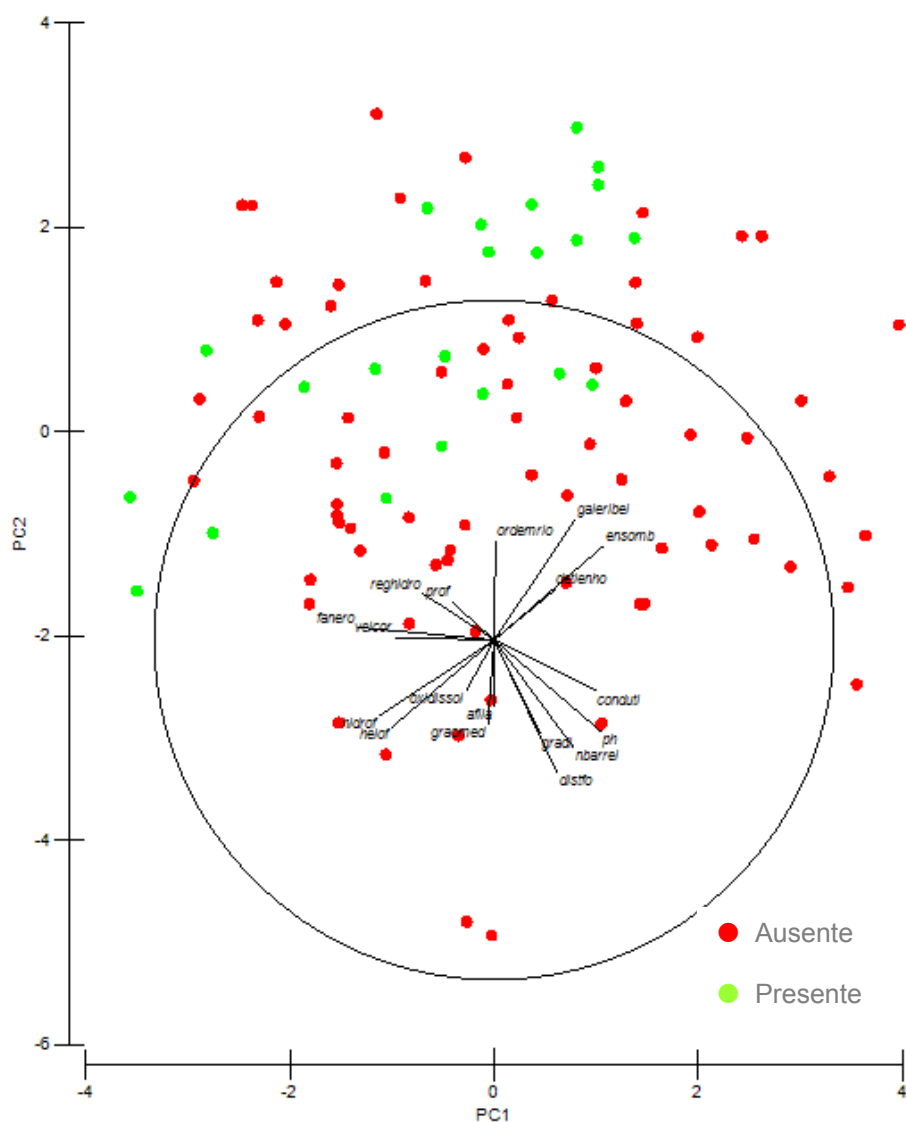


Figura 59. Diagrama da PCA utilizada para avaliar as relações existentes entre as variáveis ambientais nos locais onde foi identificada a presença (●) e ausência (●) de *Lampetra* sp.

Assim, podemos considerar que os locais onde foi identificada a presença de *Lampetra* sp. são zonas com uma velocidade de corrente ligeiramente mais elevada, com menores profundidades e com uma presença mais frequente de fanerogâmicas. Estes locais são também localizados em rios com um regime hidrológico permanente, com valores de ordem do rio mais elevadas e com uma galeria ribeirinha bem conservada.

Contrariamente, nos locais onde não foi identificada a presença do género *Lampetra* as características físico-químicas da água podem ser caracterizadas de uma forma genérica como tendo um pH e condutividade mais elevada. São zonas do rio com um gradiente mais elevado (*i.e.* maior declive), um grão médio de maiores dimensões (*i.e.*,

substrato mais grosseiro), e mais distantes da foz da bacia hidrográfica em que se inserem. O número de barreiras ao movimento longitudinal destas espécies também é mais frequente em locais onde não foram capturados indivíduos de *Lampetra* sp..

Para complementar a interpretação da análise PCA no que diz respeito à caracterização dos locais onde foi identificada a presença de *Lampetra*, apresenta-se de seguida uma informação mais detalhada relativa às distribuições (representadas por caixas de bigodes) e valores médios (representados por gráficos de barras) para as variáveis de registo contínuo e categórico, respectivamente, utilizadas nessa caracterização (Figs. 60 e 61 e Tab. 13).

Nos locais onde foram capturadas *Lampetra* sp. o tamanho médio do grão do substrato (Fig. 60a e Tab. 13) foi de 1,34 mm (mediana). Este valor é, comparativamente aos locais onde não foram capturadas lampreias, ligeiramente inferior. Nos locais onde não foram capturadas *Lampetra* sp. o tamanho do grão médio tem uma mediana de 1,74 mm. A grande maioria das lampreias foi capturada em locais com máximo de 1,71 mm (distribuição interquartil) de grão médio, correspondente a um substrato arenoso pouco grosseiro.

Relativamente ao pH da água, verificou-se a presença de um valor relativamente mais baixo em locais onde foram capturadas lampreias (Fig. 60b e Tab. 13). Estes locais apresentam, na sua grande maioria, pH entre os 6,56 e os 7,27 (distância interquartil), um intervalo mais restrito, comparativamente aos locais onde não foram capturadas *Lampetra* sp.. A mediana do pH dos locais onde não foram capturados exemplares de *Lampetra* sp. foi de 7,4 e nos locais com *Lampetra* sp. de 7,09.

A quantidade de oxigénio dissolvido na água (Fig. 60c e Tab. 13) revelou diferenças pouco marcadas entre locais com e sem capturas de exemplares *Lampetra* sp. As médias e limites de variação são muito semelhantes entre grupos, sendo que os as estações de amostragem onde foram capturados estes animais. caracterizam-se por uma mediana de 7,69 mg/L de oxigénio dissolvido na água, podendo variar maioritariamente entre os 6,22 mg/L e os 8,87 mg/L (distância interquartil). De uma maneira geral, constatou-se que nos locais onde foi identificada a presença destas espécies, os níveis de oxigénio dissolvido na água são considerados elevados.

No que diz respeito à condutividade da água, as *Lampetra* sp. foram capturadas em locais onde este parâmetro variou maioritariamente entre 0,14 e 0,51 mS/cm (distância interquartil), com um valor de mediana na ordem dos 0,38 mS/cm (Fig. 60d e Tab. 13). A condutividade nos locais onde não foram capturadas *Lampetra* sp. atingiu limites

superiores ligeiramente mais elevados que os locais com presença confirmada mas, em termos médios, sem diferenças marcadas.

Foram capturadas lampreias em locais onde a profundidade variou entre os 0,04 e os 0,18 m (distância interquartil), apresentando valores medianos de 0,11 m (Fig. 60e e Tab. 13). Estes valores são inferiores aos verificados nos locais onde não foram capturadas lampreias que apresentam valores medianos de 0,31 m, atingindo no máximo os 2 m. Acima dos 0,5 m apenas foram capturados exemplares de *Lampetra* sp. num único local. Trata-se de um ponto na Ribeira de Erra que apresentou uma profundidade média de 0,69 m. Convém relembrar que o método de captura utilizado só funciona de uma forma eficiente para este tipo de caracterização em troços até cerca de 0,7-1 m de profundidade. A largura da área molhada foi outro dos parâmetros ambientais medido mas acabou por não entrar na PCA por estar altamente correlacionado, de forma positiva, com a profundidade. Assim sendo, as *Lampetra* sp. foram capturadas em rios com uma largura da área molhada que variou entre 2,4 e 7,6 m (distância interquartil), com uma mediana de 3,53 m. Com esta informação, foi possível constatar que os indivíduos de *Lampetra* sp. parecem preferir rios pouco profundos de pequena dimensão.

A velocidade de corrente (Fig. 60f e Tab. 13) também revelou valores ligeiramente distintos entre locais com e sem a presença do género *Lampetra*. De uma maneira geral as lampreias parecem ocorrer em locais cuja velocidade de corrente é baixa (0,12 m/s de mediana), com os valores máximos verificados a não ultrapassarem os 0,33 m/s.

Os locais onde foram capturadas *Lampetra* sp. são consideravelmente mais próximos da foz do sistema hidrográfico do que os locais onde a presença não foi confirmada e estão maioritariamente entre os 66 e os 90 km da foz (distância interquartil) (Fig. 60g e Tab. 13). A mediana dos locais onde se verificou a presença de lampreias é de 78,97 km da foz, enquanto que a dos locais onde não foram capturadas lampreias é 131,80 km da foz. De destacar a presença de três pontos com presença de lampreias mais afastados: dois no Vouga que se encontram a 128,27 e 133,52 km da foz e um no Rio Sôr que se encontra a 128,83 km da foz.

A presença de lampreias parece estar associada a locais com gradientes relativamente baixos (Fig. 60h e Tab. 13). Apesar de em termos médios não se verificarem diferenças marcadas entre locais com e sem presença de *Lampetra* sp., os limites máximos são bastante diferentes: as lampreias foram capturadas na sua grande maioria (valores interquartis) em locais cujo gradiente é inferior a 3,50 m/km (mediana de 2,31 m/km e mínimo de 1,35 m/km), enquanto que os locais onde não

foram capturadas lampreias possuem um gradiente máximo de 6,26 m/km (mediana de 3,0 m/km e mínimo de 0,78 m/km).

Foram capturados indivíduos de *Lampetra* sp. em locais com uma cobertura ribeirinha bem constituída (Fig. 61a). Pelo contrário, nos locais onde não foram capturadas lampreias a galeria apresenta-se mais degradada. Este resultado vai de encontro ao verificado para a percentagem de ensombramento do leito do rio (Fig. 61b). Os locais onde foram capturadas *Lampetra* sp. apresentam cerca de 40% do leito ensombrado, um valor que baixa para os 30% nos locais onde não foram capturadas lampreias.

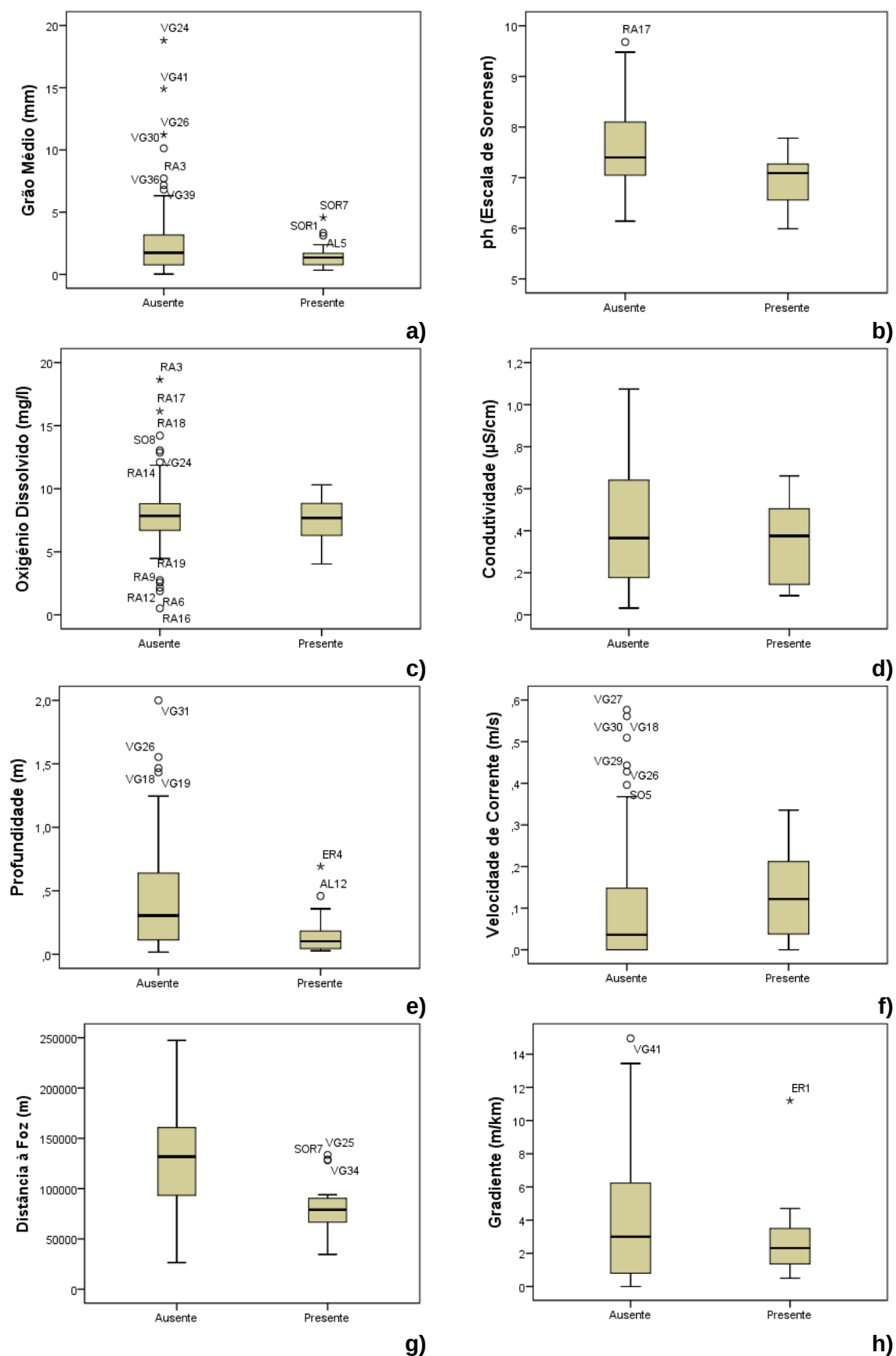
Relativamente à vegetação existente no leito do rio, verificou-se este parâmetro foi sempre mais elevado nos locais onde foram capturadas lampreias. As algas filamentosas (Fig. 61c) estão presentes em cerca de 28% do leito nos rios onde foi identificada a presença de *Lampetra* sp., sendo este valor inferior (cerca de 18%) nos locais onde estas não ocorrem. Em relação à percentagem de fanerogâmicas (Figura 61d), a diferença entre locais com presença ou ausência de *Lampetra* sp. é muito pequena. Em média os rios onde ocorre *Lampetra* sp. apresentam 28% do troço do rio coberto por fanerogâmicas. As hidrófitas (Figura 61e) apresentam em média valores próximos em ambos os grupos e de uma forma geral pouco abundantes. Não parece haver também diferenças aparentes na abundância de helófitas entre locais com e sem a presença de *Lampetra* sp. (Figura 61f), sendo de uma forma geral, e à semelhança do que acontece com as hidrófitas, pouco abundantes.

No que diz respeito à presença de detritos lenhosos, verificou-se uma baixa abundância em locais com e sem lampreias, sendo no entanto ligeiramente mais abundantes nos locais com lampreias (Figura 61g).

Nos locais onde foram capturadas lampreias o regime hidrológico foi sempre permanente (Figura 61h) o que é indicativo da importância da disponibilidade hídrica e da presença de cursos de água corrente para estas espécies.

Verificou-se que nos locais onde não foram capturadas animais pertencentes ao género *Lampetra* é mais frequente a presença de barreiras à circulação piscícola (Figura 61i). Estas barreiras, constituídas por barragens ou grandes açudes (não estando aqui incluídas barreiras mais pequenas) são praticamente inexistentes a jusante de locais onde foi identificada a presença de *Lampetra* sp..

Pela ordem do rio dos locais onde foi identificada a presença de *Lampetra* sp., é possível inferir que estes indivíduos ocorrem em rios de ordens intermédias (ordem 2 a 3), que correspondem a sistemas de pequena dimensão localizados essencialmente na zona intermédia a inferior das bacia hidrográficas (Figura 61j).



Figuras 60. Gráficos de caixa de bigodes representativos dos seguintes parâmetros abióticos caracterizados nas estações de amostragem onde foi detectada a presença ou ausência de *Lampetra* sp.: (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Condutividade, (e) Profundidade, (f) Velocidade de Corrente, (g) Distância à Foz e (h) Gradiente do rio.

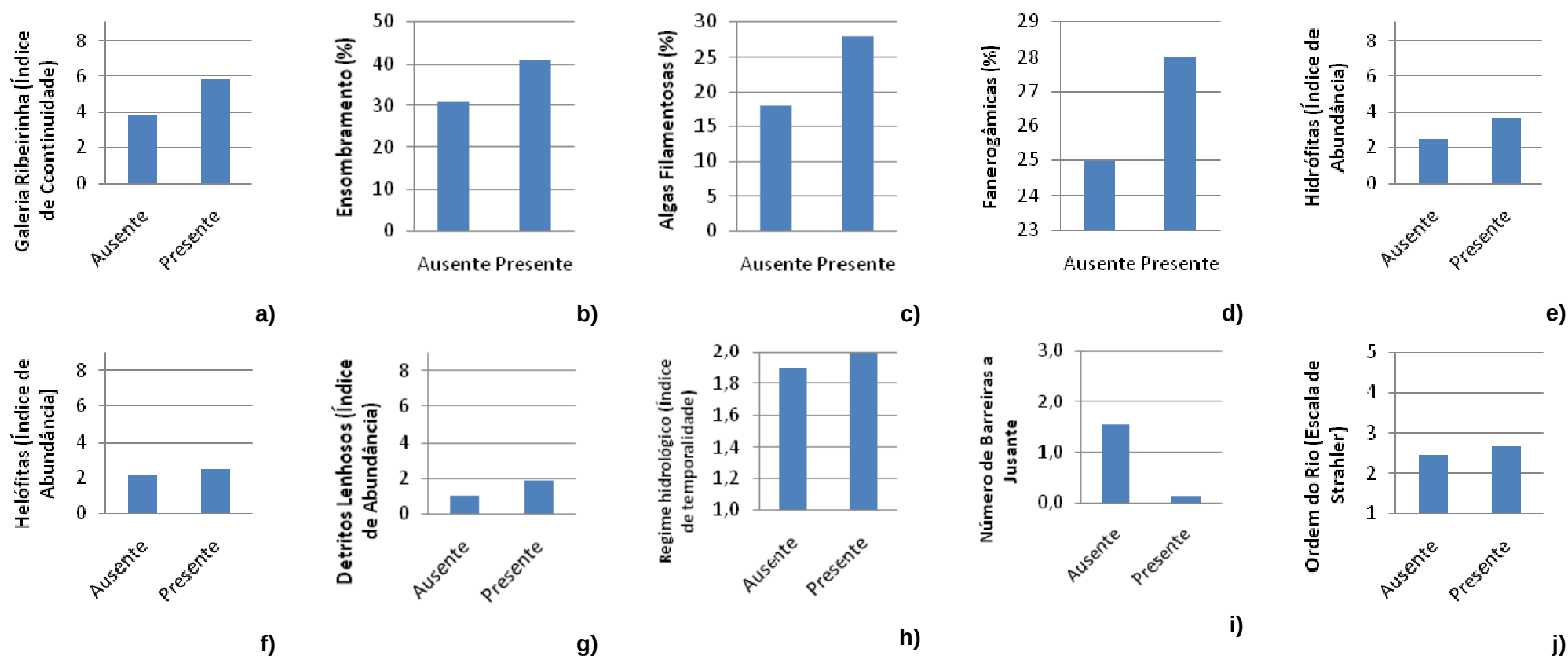


Figura 61. Gráficos de barras representativos dos seguintes parâmetros abióticos caracterizados nas estações de amostragem onde foi detectada a presença ou ausência de *Lampetra* sp.: (a) Galeria Ribeirinha, (b) Ensombramento, (c) Algas Filamentosas, (d) Fanerogâmicas, (e) Hidrófitas, (f) Helófitas, (g) Detritos Lenhosos, (h) Regime Hidrológico, (i) Número de Barreiras a Jusante e (j) Ordem do Rio.

Tabela 13. Mediana, dispersão interquartil e valores mínimos e máximos dos parâmetros abióticos registados nas estações de amostragem onde foi confirmada a presença de *Lampetra*

Variável	Mediana	Percentil 25 - 75	Minímo - máximo
Grão médio (mm)	1,36	0,77 – 1,71	0,34 – 4,56
pH	7,09	6,56 – 7,27	5,99 – 7,78
Oxigénio dissolvido (mg/l)	7,69	6,22 – 8,87	4,03 – 10,31
Conductividade (mS/cm)	0,376	0,144 – 0,506	0,091-0,661
Profundidade (m)	0,10	0,04 – 0,18	0,03 – 0,69
Velocidade corrente (m/s)	0,12	0,04 – 0,22	0,00 – 0,34
Distância à foz (km)	78,97	66,44 – 90,49	34,58 – 133,53
Gradiente (m/km)	2,31	1,35 – 3,50	0,50 – 11,20

Relativamente à representação dos grupos de probabilidades de ocorrência de *Lampetra* sp. é possível verificar a existência de estações de amostragem com probabilidades mais elevadas numa zona do diagrama da análise PCA correspondente também aos locais onde foi identificada a presença de lampreias (Fig. 62). Parece ser evidente que a presença de núcleos populacionais de *Lampetra* sp. foi identificada em locais que, de acordo com a probabilidade de ocorrência calculada com o tratamento de dados da Fase I, tinham uma probabilidade de ocorrência mais elevada. Este resultado obtido com os dados da Fase II corrobora o trabalho desenvolvido na Fase I e permite constatar que o modelo de probabilidade de ocorrência parece ter uma definição que lhe permite prever a presença de *Lampetra* sp. a uma escala espacial mais detalhada (*i.e.*, bacia hidrográfica) do que aquela a que foi desenvolvido (*i.e.*, regional/nacional).

Uma análise mais detalhada da tendência de variação dos parâmetros ambientais caracterizados permite constatar que, de uma forma genérica, parece haver uma certa homogeneidade entre as características abióticas avaliadas nos locais de probabilidade de ocorrência média e elevada de *Lampetra* sp., quando comparados com os locais de baixa probabilidade (Fig. 62).

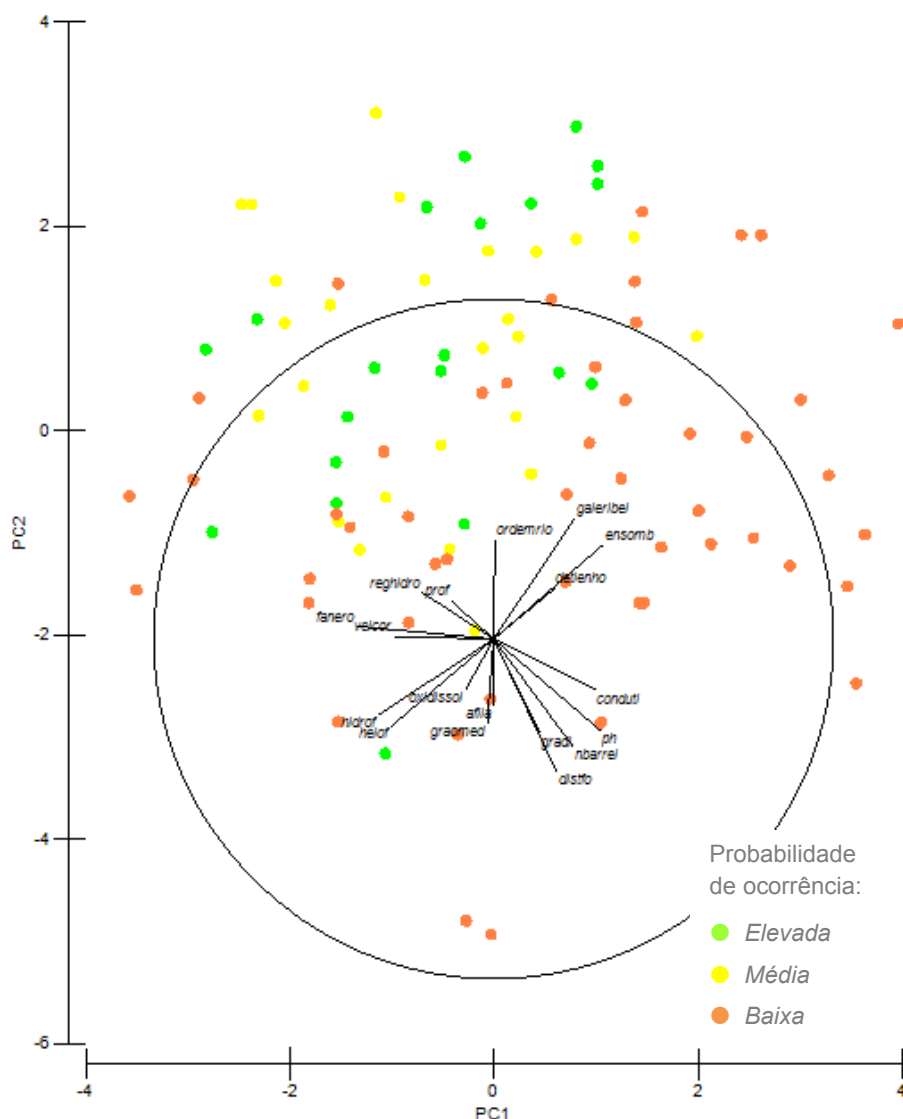


Figura 62. Diagrama da PCA utilizada para avaliar as relações existentes entre as variáveis ambientais e a probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. de acordo com os três níveis de probabilidade definidos na metodologia (● - probabilidade de ocorrência baixa; ● - probabilidade de ocorrência média; ● - probabilidade de ocorrência elevada).

O grão médio (Figura 63a; Tab. 14) diminui tendencialmente à medida que aumenta a probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp.. A diferença entre os vários grupos de probabilidades não é muito elevada, no entanto verifica-se uma tendência de diminuição do grão em locais com probabilidade de ocorrência mais elevada em termos de mediana e distância máxima e mínima da distribuição interquartil. A mediana do grão médio dos locais com probabilidade de ocorrência baixa é de 2,0 mm (distância interquartil entre 1,13 e 3,26 mm); o grão médio dos locais com probabilidade de ocorrência média apresentam uma mediana de 1,55 mm (distância interquartil entre 0,71 e 2,47 mm) e locais com probabilidade de ocorrência elevada

apresentam um grão médio com uma mediana de 1,11 mm (distância interquartil de 0,46 e 1,74 mm).

O mesmo padrão de variação ocorre com o parâmetro pH (Figura 63b; Tab. 14), que apresenta uma tendência decrescente com o aumento da probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp.. Os valores da mediana do pH diminuem em locais com maior probabilidade de ocorrência (7,47 em locais de probabilidade de ocorrência baixa; 7,27 em locais de probabilidade de ocorrência média e 7,21 em locais de probabilidade de ocorrência elevada), bem como os valores máximos da distribuição interquartil (8,5 em locais de probabilidade de ocorrência baixa; 7,54 em locais com probabilidade de ocorrência média e 7,37 em locais de probabilidade de ocorrência elevada), apesar das diferenças não serem muito marcadas.

Em relação ao oxigénio dissolvido (Figura 63c; Tab. 14), as diferenças entre locais cuja probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. é distinta não são evidentes. Os valores medianos foram de 7,53 mg/l para as estações de amostragem classificadas com baixa probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp., 7,68 mg/l para os locais com probabilidade média e 7,89 mg/l para os locais com elevada probabilidade de ocorrência.

A condutividade (Figura 63d; Tab. 14) não apresenta diferenças marcadas entre os vários níveis de probabilidade de ocorrência. A mediana da condutividade é de 0,43 mS/cm, 0,32 mS/cm e 0,42 mS/cm respectivamente, em locais de probabilidades de ocorrência baixa, média ou elevada. No entanto, locais com probabilidade de ocorrência baixa possuem um percentil 75 superior (0,69 mS/cm) a locais com probabilidade de ocorrência média (0,38 mS/cm) ou elevada (0,50 mS/cm).

A profundidade (Figura 63e; Tab. 14) apresenta valores semelhantes em locais com probabilidade de ocorrência baixa e elevada, sendo ligeiramente mais elevada em locais com probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. média. Os valores de profundidade mínimos são muito semelhantes nos três grupos, não evidenciando nenhum padrão de preferência de acordo com a probabilidade de ocorrência.

Parece existir uma clara tendência no que diz respeito ao parâmetro velocidade de corrente ao longo dos três níveis de probabilidade de ocorrência (Figura 63f; Tab. 14). A velocidade de corrente parece ser mais elevada nos locais classificados com probabilidades de ocorrência de *Lampetra* sp. mais elevadas. A velocidade de corrente é no entanto considerada reduzida (mediana de 0,13 m/s e percentil 75 de 0,24 m/s) em locais com probabilidade de ocorrência elevada, sendo este resultado indicador da

preferência destes animais por locais com água corrente mas de fluxo lento que propiciam a deposição de material sedimentar fino.

Também em relação à distância à foz parece existir uma clara tendência de diminuição ao longo dos três níveis de probabilidade de ocorrência (Figura 63g; Tab. 14). A probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. aumenta à medida que a distância à foz diminui. Não foram identificados locais com probabilidade de ocorrência média ou elevada, a partir de aproximadamente 145 km de distância da foz do rio.

Locais com probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. média a elevada possuem menor gradiente que locais com probabilidade de ocorrência baixa (Figura 63h; Tab. 14). O grupo de estações classificadas com probabilidades de ocorrência mais baixas apresenta um gradiente mínimo de 1,69 m/km e máximo de 7,05 m/km (distância interquartil). O grupo com probabilidades de ocorrência médias têm um gradiente máximo (percentil 75) de 3,68 m/km enquanto que o grupo com probabilidades de ocorrência mais elevadas possuem um gradiente de 4,18 m/km.

Tabela 14. Mediana, dispersão interquartil e valores mínimos e máximos dos parâmetros abióticos registados nas estações de amostragem classificadas com um nível de probabilidade de ocorrência de *Lampetra* considerado elevado

Variável	Mediana	Percentil 25 - 75	Minímo - máximo
Grão médio (mm)	1,11	0,46 – 1,74	0,08 – 18,79
pH	7,2	6,7 – 7,4	6,3 – 8,0
Oxigénio dissolvido (mg/l)	7,89	6,39 – 8,96	5,01 – 12,87
Conductividade (mS/cm)	0,419	0,15 – 0,50	0,082 – 0,847
Profundidade (m)	0,17	0,05 – 0,40	0,03 - 0,97
Velocidade corrente (m/s)	0,13	0,05 – 0,24	0 - 0,34
Distância à foz (km)	74,82	57,45 – 112,17	34,58 – 138,72
Gradiente (m/km)	2,26	1,3 – 4,18	0,14 – 11,2

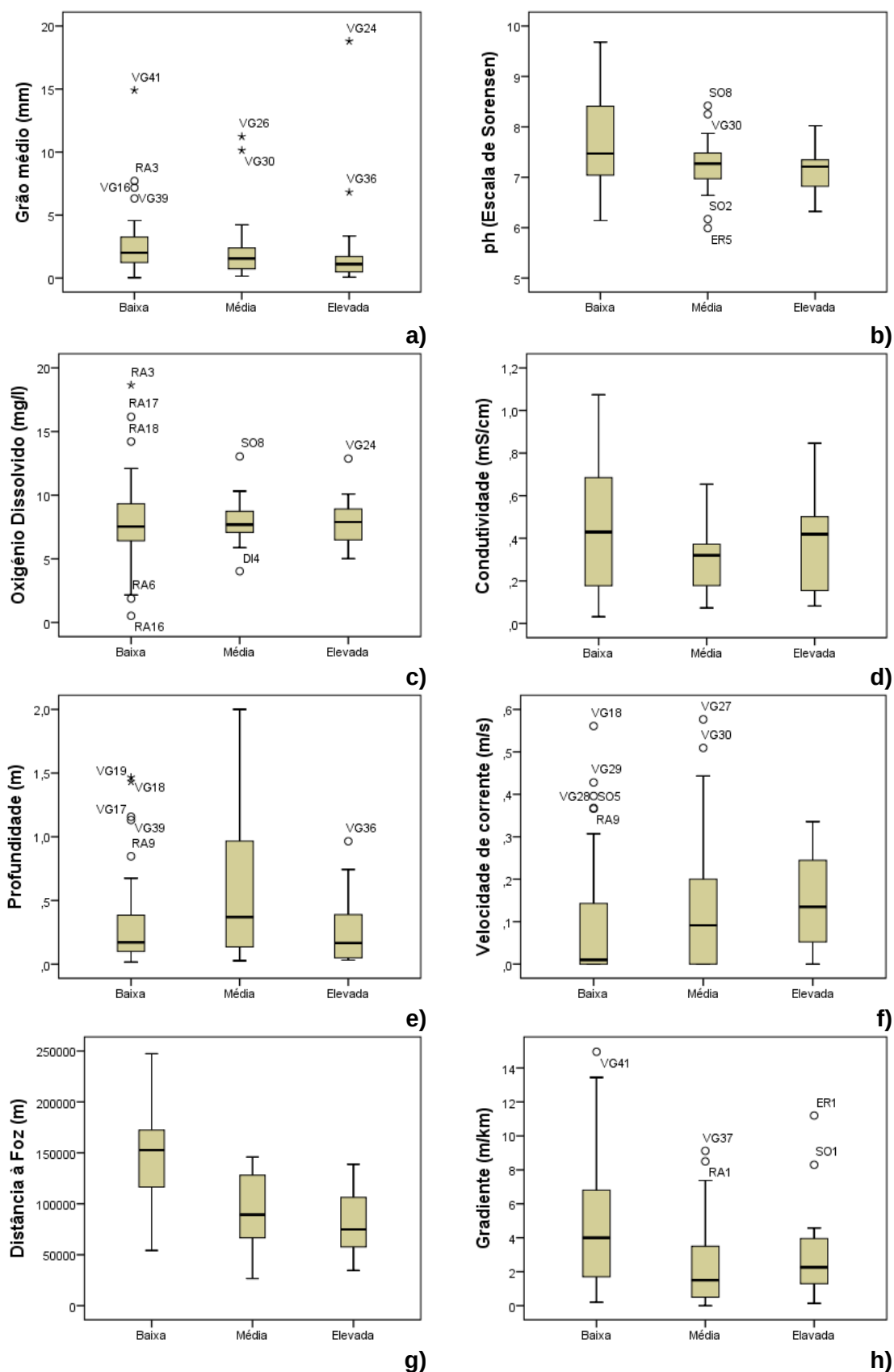


Figura 63. Gráficos de caixa de bigodes representativos dos seguintes parâmetros abióticos caracterizados nas estações de amostragem com probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. baixa, média e elevada: (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Condutividade, (f) Profundidade, (g) Velocidade de Corrente, (h) Distância à Foz e (i) Gradiente do Rio.

Verifica-se a existência de uma tendência crescente na continuidade da galeria ribeirinha em locais cuja probabilidade de ocorrência do género *Lampetra* sp. é mais elevada (Figura 64a). Este resultado indica uma maior probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp., quanto melhor constituída for a galeria ribeirinha

A percentagem de ensombramento (Figura 64b) não exhibe um padrão tão claro como a galeria ribeirinha, no entanto, parece ser em média mais elevada nos locais com uma probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. elevada, em relação aos locais com probabilidades de ocorrência média e baixa.

Relativamente à percentagem do leito ocupada por algas filamentosas (Figura 64c), esta é, em média, mais elevada em locais com probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. média a elevada (cerca de 25%) que locais com probabilidade de ocorrência baixa (cerca de 15%). Um padrão semelhante ao das algas filamentosas parece ocorrer com a percentagem de fanerogâmicas (Figura 64d), sendo no entanto os valores de ocupação mais elevados. Locais associados a baixas probabilidades de ocorrência apresentam cerca de 20% de ocupação do leito por fanerogâmicas, enquanto que locais com probabilidade de ocorrência média a elevada apresentam uma ocupação de cerca de 30%. Em relação à abundância de hidrófitas (Figura 64e), verifica-se que locais com probabilidade de ocorrência elevada apresentam maior abundância que locais com probabilidade de ocorrência baixa a média. Não parece haver diferenças acentuadas entre os três grupos de probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. e a abundância de helófitas (Figura 64f).

Os detritos lenhosos (Figura 64g) são pouco abundantes em todos os grupos de probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp., no entanto verifica-se uma maior abundância com o aumento desta probabilidade.

O regime hidrológico dos locais com probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. elevada foi sempre permanente. O maior número de estações de amostragem em troços com um regime hidrológico temporário foram detectadas em locais classificados com uma probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. baixa. (Figura 64h). Nos locais com probabilidade de ocorrência média, cerca de 96% das estações amostradas apresentaram um regime hidrológico permanente.

A frequência de barreiras a jusante dos locais amostrados exhibe uma tendência que evidencia que os locais com maior probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. são também aqueles com um menor número de barreiras à livre circulação piscícola (Figura 64i). Locais com baixa probabilidade de ocorrência apresentam, em média, mais de duas barreiras no leito do rio. Este valor baixa para perto de zero em locais

com probabilidade de ocorrência média, sendo nulo em locais com elevada probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp..

Não parecem existir diferenças marcadas entre a ordem dos rios e os três grupos de probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. (Figura 64j). Os locais cuja probabilidade de ocorrência é mais elevada são em troços de rio classificados de ordem 3 (moda) variando entre 1 e 4.

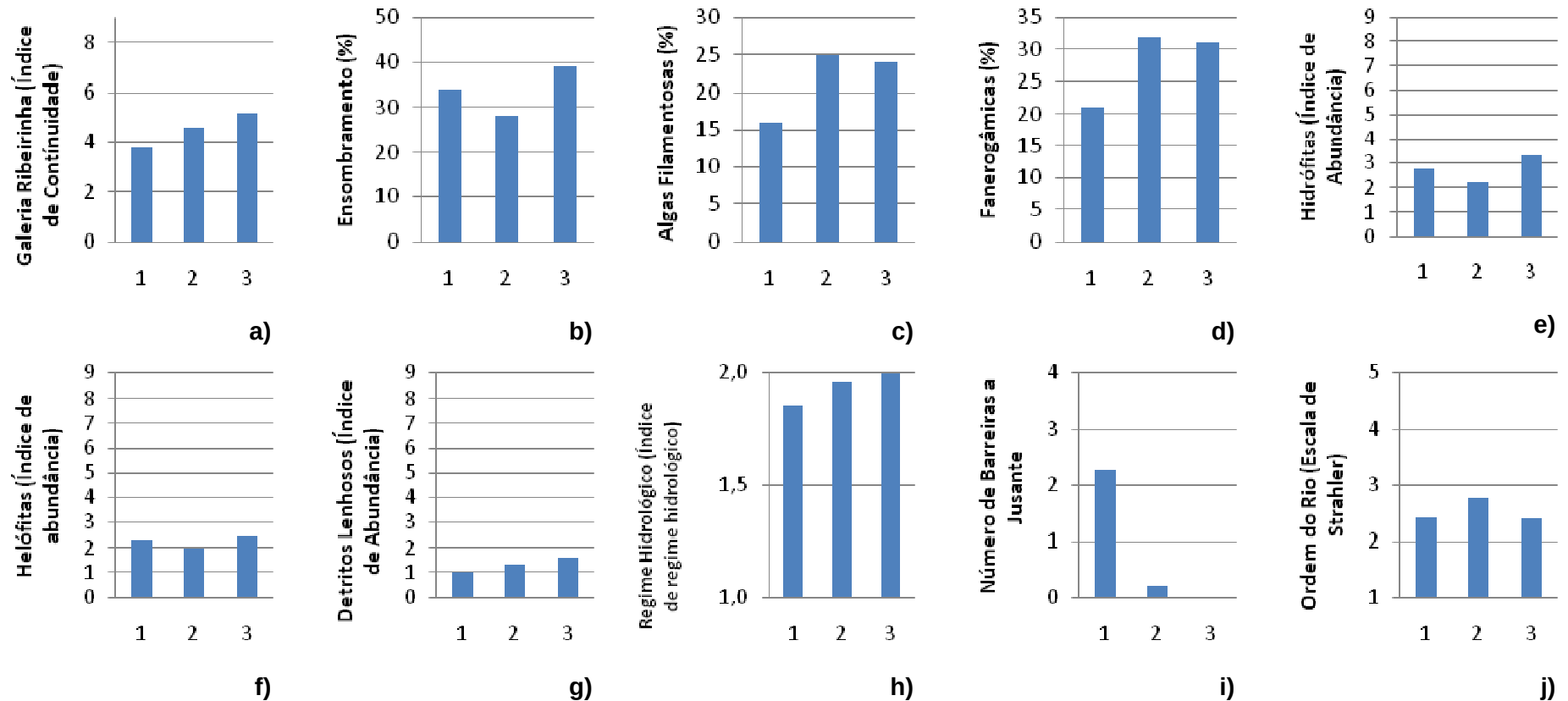


Figura 64. Gráficos de barras representativos dos seguintes parâmetros abióticos caracterizados nas estações de amostragem com probabilidade de ocorrência de *Lampetra sp.* Baixa (1), Média (2) ou Elevada (3): (a) Galeria Ribeirinha, (b) Ensombramento, (c) Algas Filamentosas, (d) Fanerogâmicas, (e) Hidrófitas, (f) Helófitas, (g) Detritos Lenhosos, (h) Regime Hidrológico, (i) Número de Barreiras a Jusante e (j) Ordem do Rio.

4.3. SELECÇÃO DE HABITAT AO NÍVEL MICRO-HABITAT (FASE III)

4.3.1. CARACTERIZAÇÃO DOS NÚCLEOS POPULACIONAIS DA SUB-BACIA DO RIO ÁGUEDA E RIBEIRA DE ERRA

Como referido, para avaliação da distribuição e selecção de habitat das populações de *Lampetra* sp. ao nível do micro-habitat, foram consideradas duas bacias hidrográficas, geograficamente distintas, com presença confirmada de núcleos populacionais deste género. Foi seleccionada a sub-bacia do Rio Águeda (Bacia do Rio Vouga), com 64 estações de amostragem distribuídas por seis troços de amostragem; e a Ribeira de Erra (sub-bacia do Rio Sorraia, Bacia do Rio Tejo), com 55 estações de amostragem distribuídas por cinco troços.

Das 119 estações amostradas foram capturados exemplares de *Lampetra* sp. em 78 estações, 37 na sub-bacia do Rio Águeda (representando 58% dos locais amostrados), e 41 na Ribeira de Erra (representando 75% das estações amostradas).

De um modo geral a Ribeira da Erra apresentou valores de densidade média, por troço de amostragem, superiores aos observados nas diferentes linhas de água consideradas na sub-bacia do Rio Águeda (Fig. 65). Na Ribeira da Erra os valores de densidade variaram entre 0,5 e 27,87 ind./m² (respectivamente nos troços E05 e E03) enquanto na sub-bacia do rio Águeda estes valores variaram entre 0,44 e 18,88 e ind./m² (ambos os valores observados no troço A06)

Os exemplares capturados apresentam uma distribuição de classes dimensionais muito semelhante nas duas sub-bacias consideradas (Tab. 15 e Fig. 66). As maiores diferenças são observadas nas classes dimensionais nos extremos da distribuição (indivíduos de menores e maiores dimensões), observando-se a captura de um maior número de indivíduos de menores dimensões (juvenis do ano) na Ribeira de Erra, e um maior número de capturas de indivíduos na fase adulta na sub-bacia do Águeda (Fig. 66).

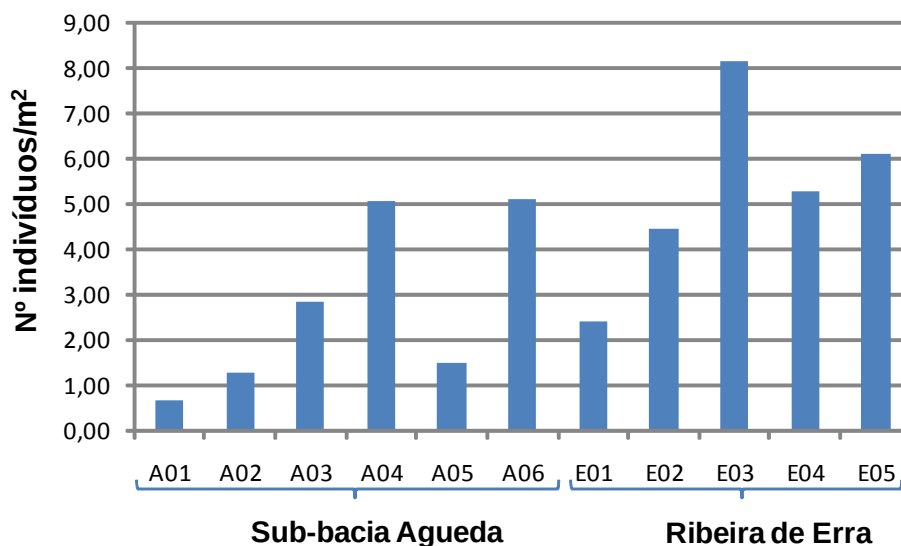


Figura 65. Valor médio de densidade de *Lampetra* sp. (nº indivíduos/m²) observado nos 11 troços amostrados. E01 a E05 – Ribeira de Erra (sub-bacia Rio Sorraia). A01 e A02 – rio Levira; A03 e A04 – Ribeira do Cadaval; A05 – Ribeira das Dornas; A06 – Rio Alfusqueiro (sub-bacia Rio Agueda).

Tabela 15. Valores mínimos e máximos observados para o comprimento total (C_T), peso total (P_T) e factor de condição corporal de Fulton (K), dos indivíduos de *Lampetra* sp. capturados nas duas sub-bacias em estudo

	Bacia	Amocete	Adulto
C_T (mm)	Águeda	[28; 161]	[96; 149]
	Erra	[23; 182]	[112; 133]
P_T (g)	Águeda	[0,08; 6,65]	[1,35; 6,24]
	Erra	[0,01; 4,97]	[2,24; 4,00]
K	Águeda	[0,13; 0,30]	[0,13; 0,20]
	Erra	[0,07; 0,59]	[0,16; 0,22]

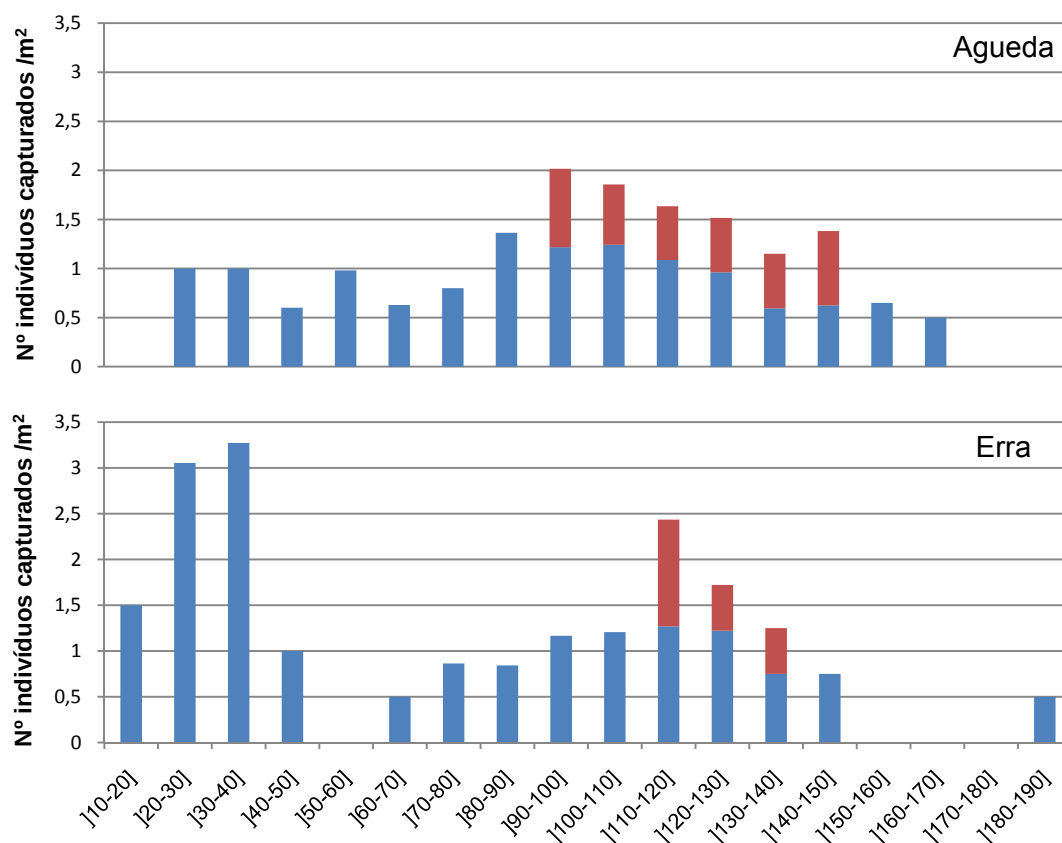


Figura 66. Abundância média de indivíduos do género *Lampetra* sp., por classes dimensionais (intervalo 10 mm), nas sub-bacias Águeda e Erra, durante a Fase III do projecto. Barras azuis representam os amocetes e barras vermelhas representam macroftálmicas/adultos.

4.3.2. SELECÇÃO DE HABITAT AO NÍVEL ESPACIAL MICRO-HABITAT

Durante o período de amostragens da Fase III, que decorreu entre Setembro e Outubro de 2010, os parâmetros da água registados apresentaram pequenas diferenças, provavelmente relacionadas com as diferenças geomorfológicas e edafoclimáticas entre as sub-bacias consideradas (Tab. 16).

Tabela 16. Valores médios (mínimos e máximos) de temperatura (T), pH, oxigénio dissolvido (OD) e Condutividade, registados para as sub-bacias em estudo

Sub-bacia		T (°C)	pH	OD (mg.L ⁻¹)	Cond (µm.cm ⁻¹)
Águeda	Média	14,4	7,2	7,9	282,2
	(mín.-máx.)	(12,5-18,3)	(6,6-7,9)	(4,3-9,8)	(65-570)
Erra	Média	17,9	6,7	6,7	162,6
	(mín.-máx.)	(16,8-19,6)	(6,5-6,8)	(4,7-8,0)	(138-204)

Nas estações de amostragem onde se efectuou captura de exemplares de *Lampetra* sp. a velocidade da corrente alternou entre valores nulos (ocorrendo em cerca de 40%

das estações de amostragem consideradas nas duas sub-bacias) e valores máximos de $0,62 \text{ m.s}^{-1}$ na Ribeira de Erra e $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ na sub-bacia do Águeda.

A profundidade média variou entre valores mínimos de 0,1 m (ambas as sub-bacias) e valores máximos 0,69 m na Ribeira de Erra e 0,84 na sub-bacia do Águeda. Estes resultados poderão no entanto estar condicionados pelo tipo de amostragem utilizado (pesca eléctrica), dado ser uma metodologia normalmente executada em locais com menos de 1m de profundidade.

No que diz respeito à presença de ensombramento, directamente resultante da galeria ripícola envolvente, verificou-se que muito poucas estações de amostragem não apresentaram qualquer grau de ensombramento. Cerca de 93% das estações amostradas na Ribeira da Erra apresentaram algum grau de ensombramento, com mais de 50% a apresentar percentagens de ensombramento superiores a 60%. Na sub-bacia do Águeda observou-se uma tendência semelhante, com cerca de 84% das estações com algum ensombramento, no entanto, nesta sub-bacia, a maior parte das estações apresentaram percentagens de ensombramento inferiores a 30% (54,1%).

Relativamente às variáveis relacionadas com a presença de vegetação no leito (hidrófitos e helófitos), verificou-se que estavam ausentes na maior parte das estações onde foram capturados exemplares de *Lampetra* sp.. As ausências corresponderam a 73,2 e 80,5%, respectivamente para as hidrófitas e para as helófitas, nas estações da Ribeira de Erra, e 75,7%, para ambos os tipos de vegetação, nas estações da sub-bacia do Rio Águeda.

Quanto à presença de grandes detritos lenhosos, ao nível da estação de amostragem, observaram-se grandes diferenças entre as duas sub-bacias amostradas. Na Ribeira da Erra, na maior parte das estações amostradas (83%), os grandes detritos lenhosos estavam ausentes ou eram esparsos (15%). Na sub-bacia do Águeda apenas numa pequena percentagem de estações amostradas (16,2%) os grandes detritos lenhosos estavam ausentes, em cerca de 27% a sua presença era abundante e as restantes estações apresentavam uma presença esparsa (37,8%) ou intermédia (cerca de 19%).

Das variáveis ambientais consideradas, a composição do sedimento foi a que revelou diferenças mais acentuadas entre as duas sub-bacias amostradas. Nos troços seleccionados na Ribeira de Erra a areia é o principal componente do substrato, com particular destaque para as classes areia e areia-cascalhenta (Fig. 67). Já nas linhas de água que representaram a sub-bacia do Rio Águeda observa-se uma maior diversidade do tipo de substrato, com o cascalho e a vasa a surgirem com alguma importância na composição do sedimento.

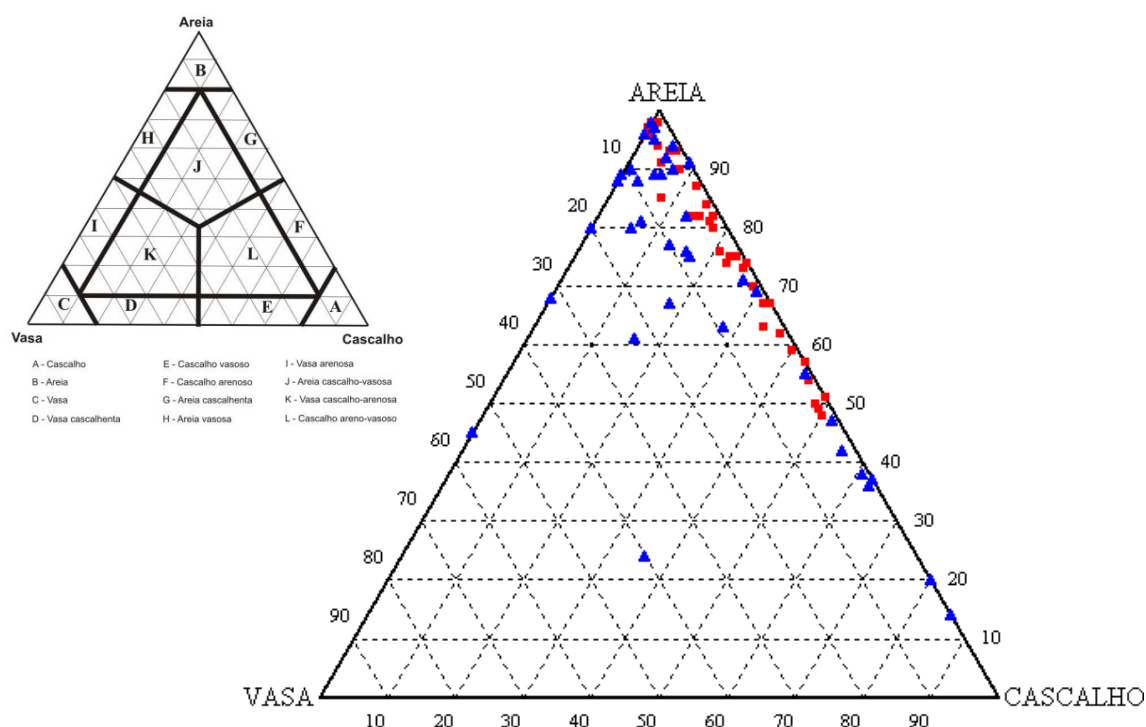


Figura 67. Composição granulométrica das estações de amostragem com presença de *Lampetra* sp., na sub-bacia do Rio Águeda (▲) e na Ribeira de Erra (■), representada através de um Diagrama de Shepard.

Estes resultados são também evidenciados na análise parcial das principais classes de sedimento (Tab. 17 e Fig. 68). Nesta análise as classes de sedimento Vasa e Areia Fina revelaram diferenças significativas entre as duas sub-bacias (teste t , $p < 0,05$), com a sub-bacia do Rio Águeda a apresentar maiores percentagens de presença de ambas. Um resultado semelhante foi obtido para a análise do parâmetro Matéria Orgânica (teste t , $p < 0,05$), parâmetro que, de um modo geral, apresenta percentagens reduzidas de presença nas amostras de sedimento, surgindo no entanto com mais relevância na sub-bacia do Rio Águeda (Fig. 69). Na Ribeira de Erra a classe de sedimento Areia Grossa apresentou percentagens de presença significativamente superiores às observadas na sub-bacia do Águeda (teste t , $p < 0,05$). Apesar das diferenças parciais observadas, a determinação do parâmetro Grão Médio não revelou diferenças significativas entre as duas sub-bacias analisadas assim como as variáveis Profundidade e Velocidade (Tab. 17 e Fig. 69).

Relativamente às restantes variáveis ambientais registadas (ao nível da estação de amostragem), obtiveram-se valores médios e intervalos de ocorrência semelhantes para as duas sub-bacias consideradas (Tab. 17 e Fig. 70). As principais diferenças foram observadas relativamente às variáveis *Detritos Lenhosos*, que revelou maiores

percentagens de abundância na sub-bacia do Águeda (teste t , $p<0,05$), e *Ensombramento*, que revelou uma maior presença nas estações amostradas na Ribeira de Erra (teste t , $p<0,05$).

Tabela 17. Análise t student das variáveis ambientais registadas ao nível da estação de amostragem: valores médios, valor de t e significância, para 78 graus de liberdade. Variáveis que apresentam valores de $p<0,05$ evidenciados a negrito

	Média		t	p
	Erra	Agueda		
Hidrófitas	0,390244	0,378378	0,06842	0,945634
Helófitas	0,268293	0,432432	-1,00882	0,316264
Detritos Lenhosos	0,195122	1,567568	-7,49819	0,000000
Ensombramento	2,292683	1,297297	4,56689	0,000019
Profundidade (média)	0,276829	0,305117	-0,76989	0,443751
Velocidade (média)	0,135203	0,121622	0,40341	0,687780
Matéria orgânica	1,084414	4,378410	-4,08457	0,000108
Cascalho	21,22487	21,04465	0,03892	0,969059
Areia grossa	56,9356	31,61355	6,89023	0,000000
Areia média	16,07544	17,55149	-0,54959	0,584209
Areia fina	4,09313	21,39387	-5,34913	0,000001
Vasa	1,67096	8,39644	-3,90715	0,000201
Grão médio	1,38427	1,23869	0,57736	0,5654

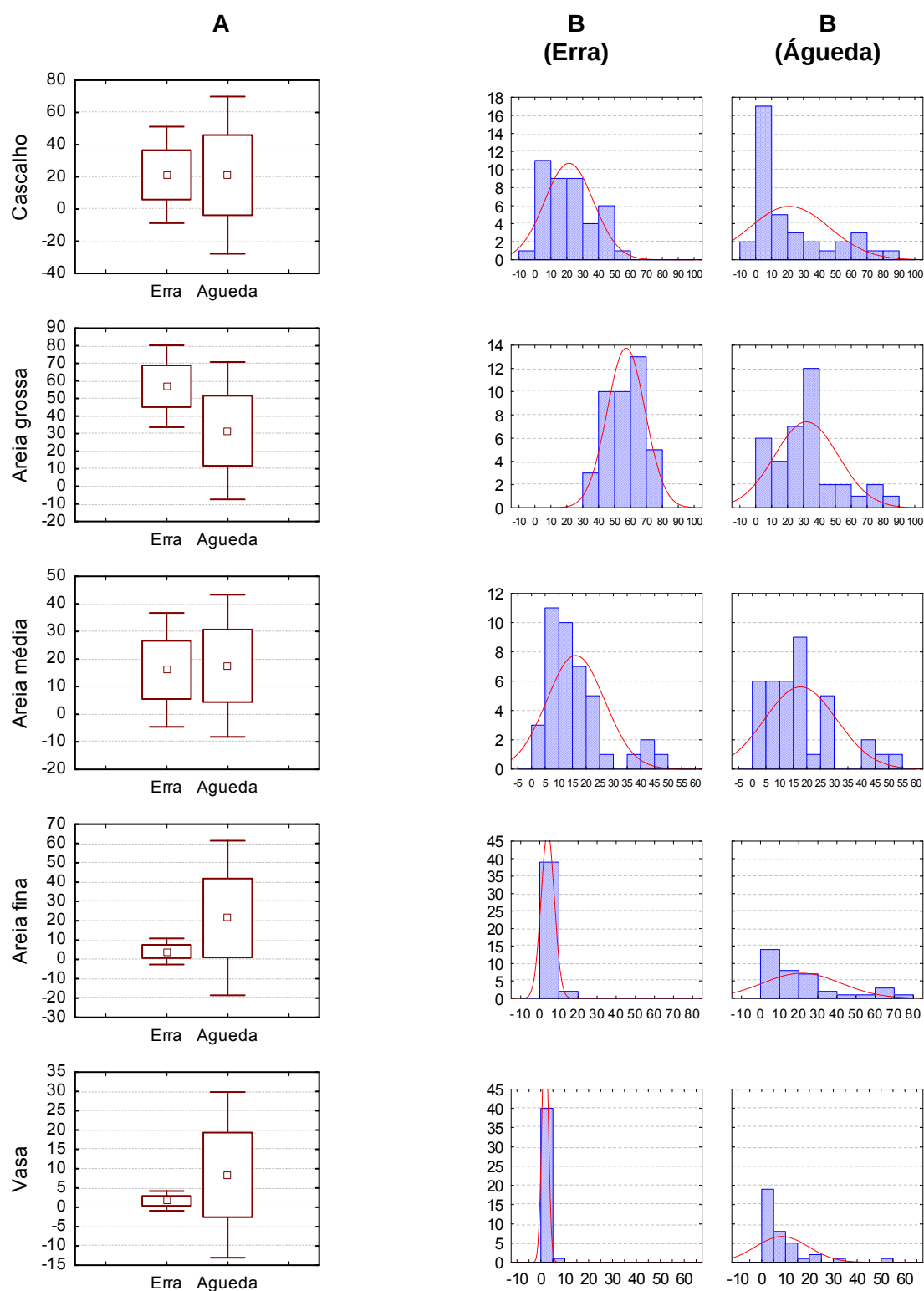


Figura 68. (A) Valor médio, μ (ponto), $\mu \pm$ desvio padrão, SD (quadrado) e $\mu \pm 1,6 \cdot SD$ (intervalo para 95% de probabilidade), determinados para as diferentes classes de substrato em análise. (B) Distribuição das classes percentuais e curva normal para as mesmas variáveis.

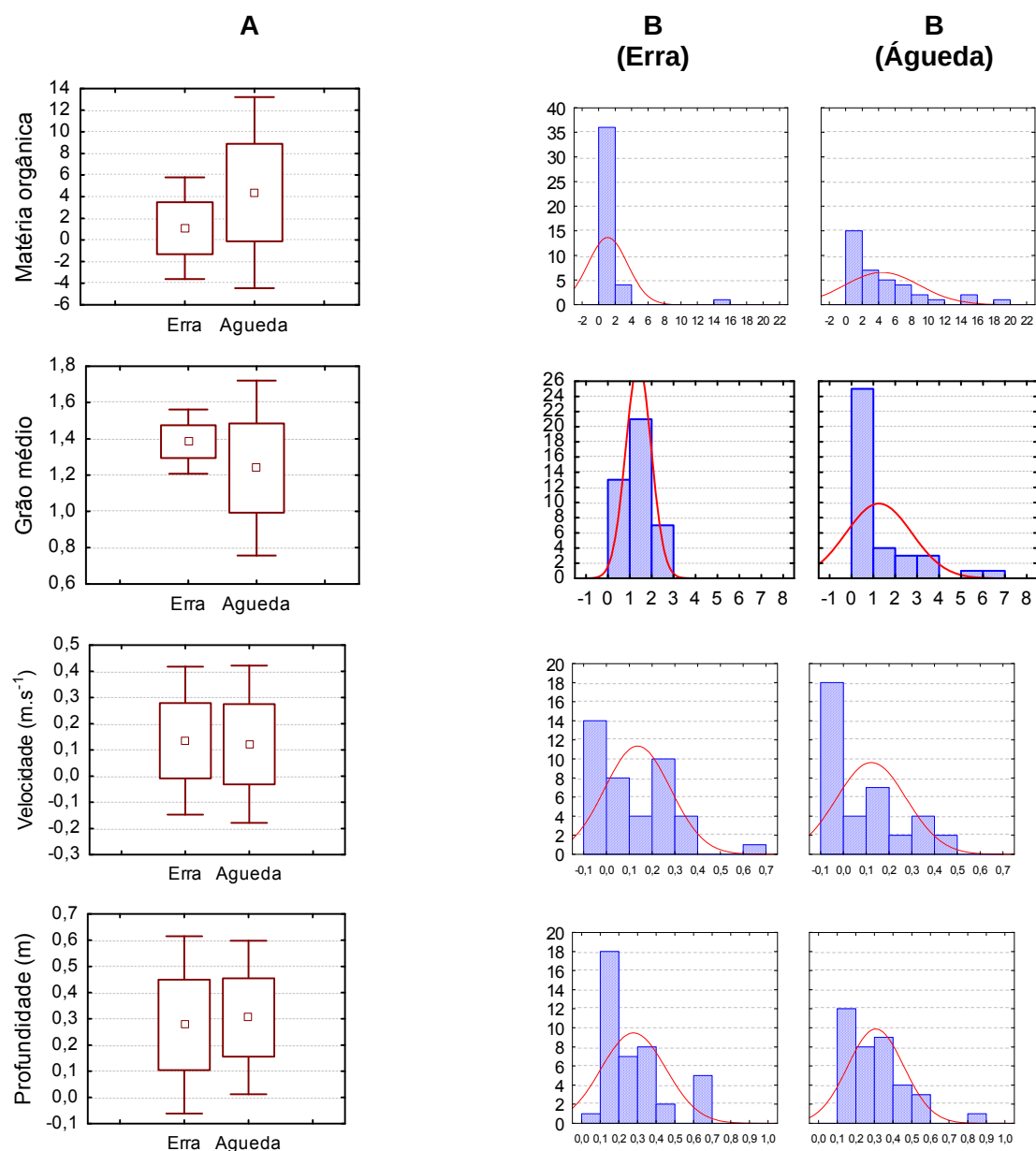
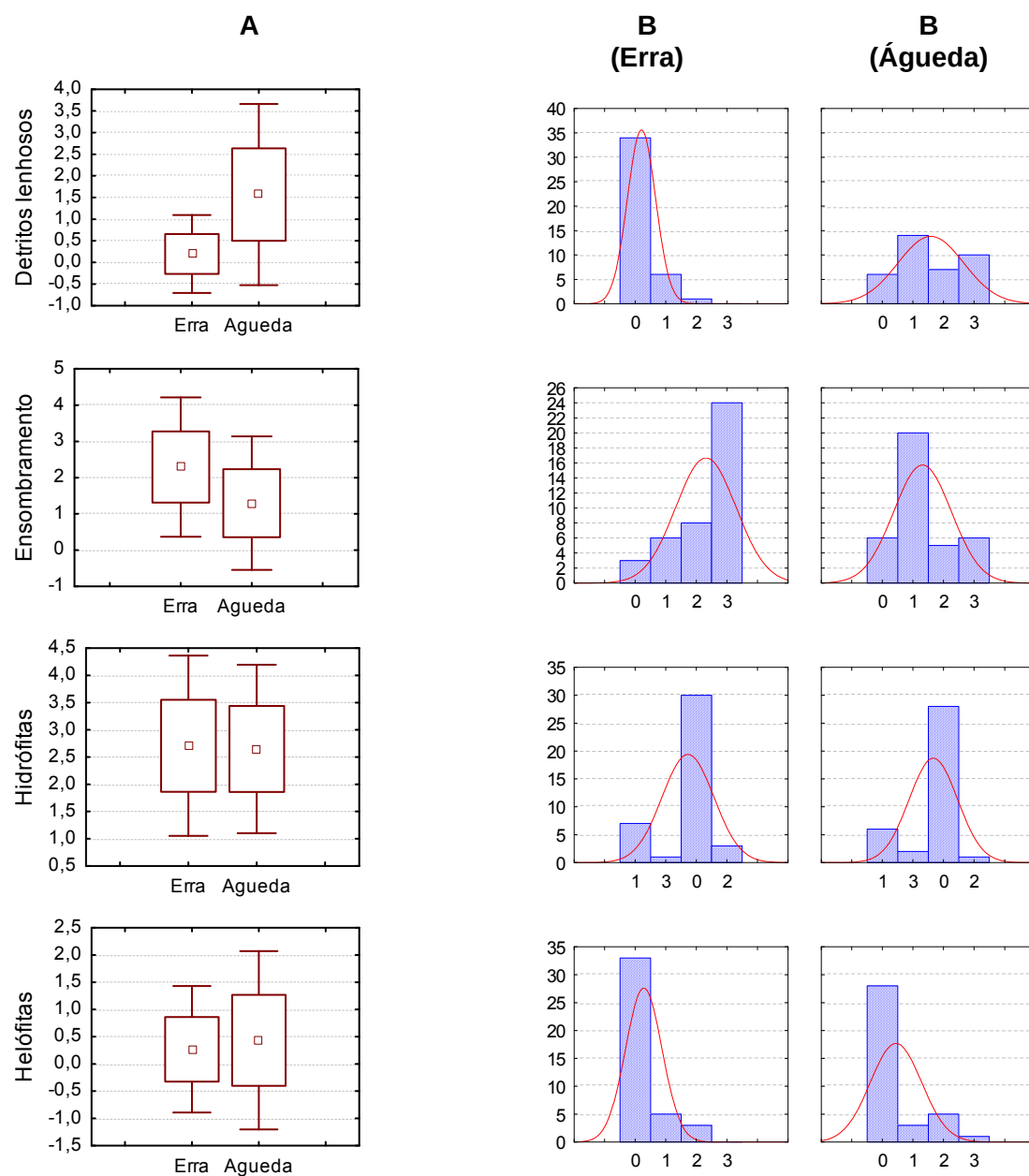


Figura 69. (A) Valor médio, μ (ponto), $\mu \pm \text{desvio padrão}$, SD (quadrado) e $\mu \pm 1,6 \cdot \text{SD}$ (intervalo para 95% de probabilidade), determinados para as variáveis Matéria orgânica e Grão médio. (B) Distribuição por classes percentuais (Matéria orgânica) e ordinais (Grão médio) e curva normal.



Foi realizada uma Análise Canónica de Correspondência Modificada (DCCA) de forma a identificar as variáveis ambientais que condicionam o padrão de ordenação das classes dimensionais (significância testada com o teste de Monte Carlo, 499 permutações; Ter Braak, 1986). Foram assim identificadas as variáveis Areia Grossa, Velocidade, Ensombramento e Profundidade, como principais gradientes ambientais, responsáveis por 25,4% da variabilidade espacial observada.

Apesar de não influenciarem significativamente a variabilidade espacial das classes dimensionais, algumas das variáveis associadas ao tipo de substrato (nomeadamente Cascalho, Areia Média, Areia Fina, Vasa e Matéria Orgânica) foram introduzidas na análise DCCA como variáveis suplementares. Este tipo de variável, embora não contribua para a formação dos eixos de ordenação, é possível representá-las no diagrama de ordenação.

Na análise DCCA realizada as relações observadas entre a variabilidade espacial das classes dimensionais explicada pelo primeiro eixo e por todos os eixos são estatisticamente significativas (significância testada com o teste de Monte Carlo, 499 permutações; Ter Braak, 1986). Os dois primeiros eixos explicam 19,4% da variabilidade espacial e 81,9% da relação entre a distribuição das classes dimensionais e os principais gradientes ambientais. A Areia Grossa é a variável que apresenta melhor correlação com o primeiro eixo, enquanto no segundo eixo a Profundidade apresenta-se como o principal gradiente ambiental (Tab. 18).

Tabela 18. Resultados da ordenação pela DCCA das classes dimensionais. *Eigenvalues*; coeficientes de correlação, classes dimensionais - variáveis ambientais para os dois primeiros eixos de correlação; coeficientes de correlação entre variáveis ambientais e os dois primeiros eixos de ordenação

	Eixo 1 $\lambda_1=0,251$	Eixo 2 $\lambda_2=0,045$
Classes dimensionais		
Variáveis ambientais	0,678	0,428
Areia-Grossa	-0,887	-0,508
Velocidade (média)	0,416	0,321
Ensombramento	-0,595	-0,561
Profundidade (média)	-0,089	-0,809

Pela observação do diagrama (Fig. 71), e tendo em consideração essencialmente o primeiro eixo, verifica-se que a distribuição das classes dimensionais em relação ao vector/predictor com maior representação neste eixo (a variável Areia Grossa) se dispõem de forma ordenada da classe mais pequena (lado esquerdo do diagrama, em

particular a classe [10-50] mm) para as classes de maiores dimensões (lado direito do diagrama, em particular as classes [130-190] mm e adultos). Indivíduos de maiores dimensões parecem preferir habitats de substrato menos grosseiro, enquanto classes de menores dimensões foram encontradas em locais com substrato mais grosseiro. As classes intermédias foram encontradas em substratos mais heterogéneos com contribuições mais equilibradas das várias classes granulométricas. A associação de indivíduos de menores dimensões (provavelmente juvenis do ano) a áreas de substrato grosseiro (locais com características adequadas à reprodução) poderá resultar do facto de não ter decorrido tempo suficiente após a eclosão para a sua redistribuição e eventual deslocamento para áreas compostas por substrato menos grosseiro e mais favoráveis aos hábitos de enterramento. O mesmo factor (tempo para redistribuição e eventual deslocamento para jusante) poderá igualmente explicar a selecção de locais com substrato menos grosseiro por parte de indivíduos de maiores dimensões.

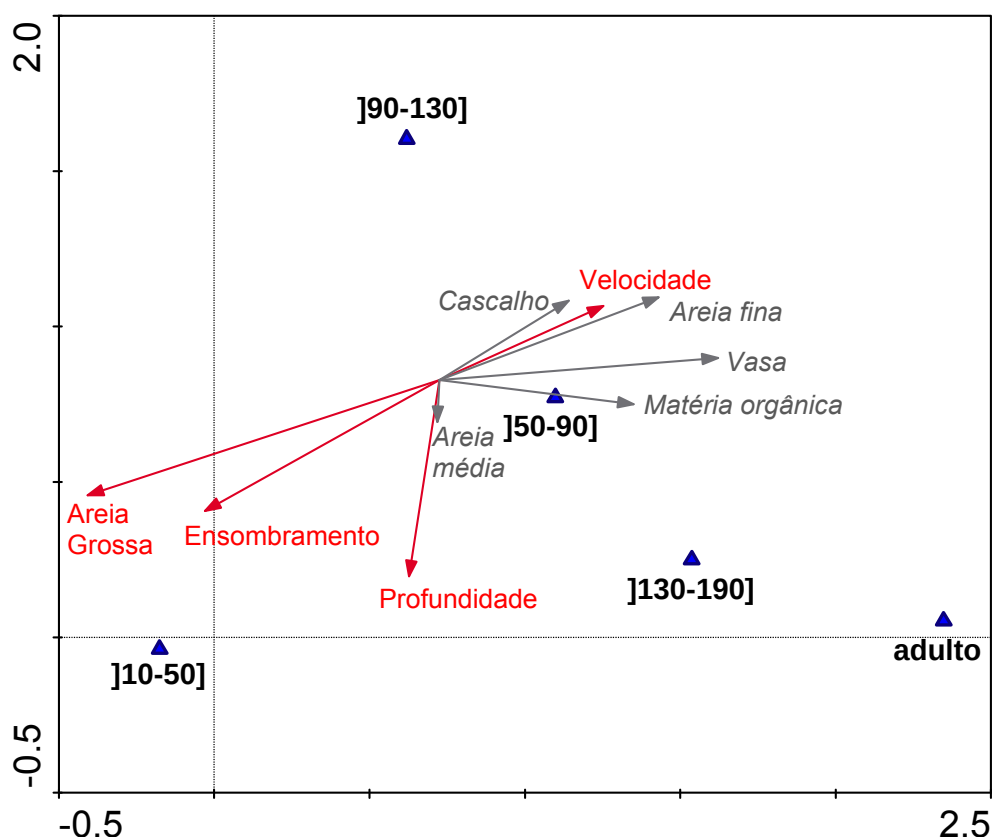


Figura 71. Diagrama de ordenação das classes dimensionais em análise (▲) e das variáveis explicativas (→), segundo os dois primeiros eixos da análise DCCA.

No mesmo eixo, e tendo em consideração a variável Velocidade de Corrente, também se observa um posicionamento gradual das várias classes dimensionais, entre áreas de menores velocidade (a classe [10-50] mm), de velocidade intermédia (classes [50-

90] e [90-130] mm) e áreas que apresentam valores superiores ao ponto ótimo (classes CT>130 mm).

Relativamente ao segundo eixo, os indivíduos de maiores dimensões (classes [130-190] mm e adultos), posicionados na metade inferior do diagrama, parecem preferir zonas mais profundas, enquanto classes intermédias se posicionam em áreas opostas do diagrama (em particular a classe [90-130]). A exceção a esta tendência é a classe dimensional mais pequena (a classe [50-90]) que também foi encontrada em zonas mais profundas.

Relativamente ao Ensombramento, esta variável aponta para, mais uma vez, um posicionamento gradual das diferentes classes dimensionais ao longo do 1º eixo, nomeadamente entre áreas mais ensombradas (as classes de menores dimensões), medianamente ensombradas (classes dimensionais intermédias) e áreas menos ensombradas (as classes de maiores dimensões e adultos).

Na análise foi considerada o conjunto de informação proveniente de todas as estações de amostragem para a determinação do padrão de ordenação das classes dimensionais. Apenas a título comparativo, é também representada, na figura 72, um diagrama de ordenação das estações de amostragem, por sub-bacia.

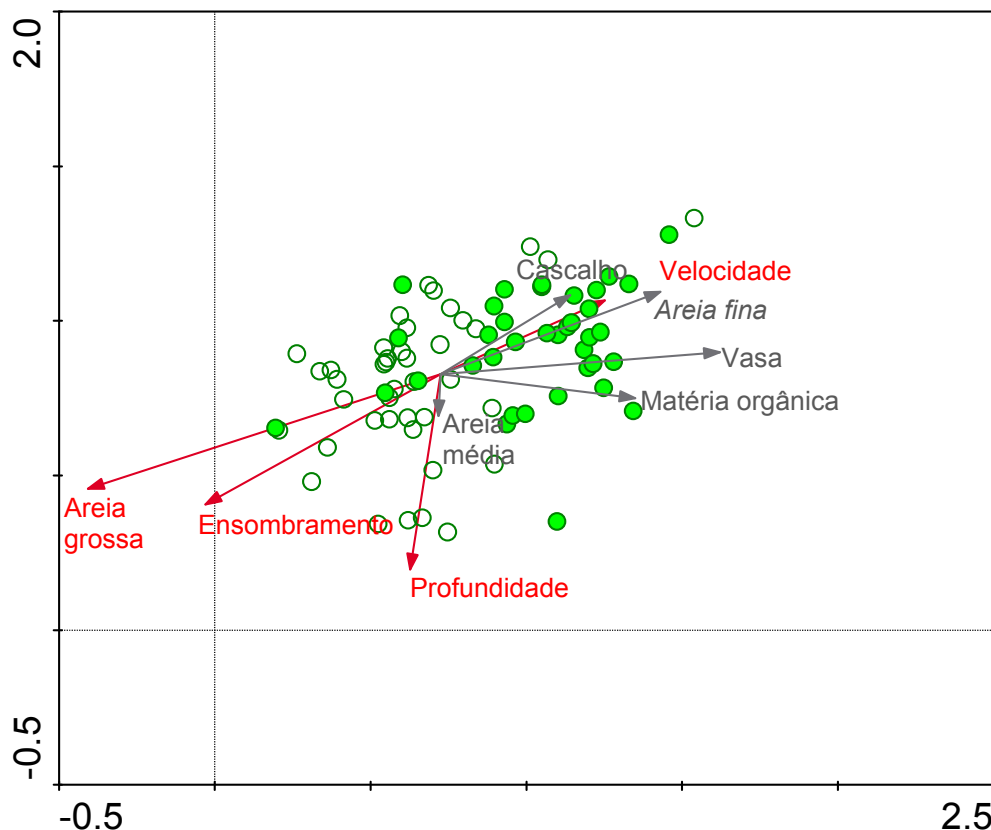


Figura 72. Diagrama de ordenação das estações de amostragem (● sub-bacia do Águeda e ○ ribeira de Erra) e das variáveis explicativas (→), segundo os dois primeiros eixos da análise DCCA.

4.4. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE REPRODUÇÃO EM CATIVEIRO DE LAMPETRA PLANERI

Todos os exemplares adultos capturados para avaliar a viabilidade de reprodução em cativeiro encontravam-se em avançado estado de maturação sexual.

No Rio Inha foram capturados 2 fêmeas e 4 machos, no entanto, ambas as fêmeas já se encontravam numa fase de pós-desova. Durante o período de prospecção os valores de temperatura da água registados no local de captura variaram entre 13,9 e 14,5 °C, e os valores de pH variaram entre 6,62 e 6,68.

Na bacia do Rio Vouga, apenas na Ribeira do Cadaval foi possível a captura de adultos reprodutores. No total foram capturados 4 fêmeas e 3 machos em avançado estado de maturação sexual (Tab. 19). Das quatro fêmeas capturadas, uma já se encontrava numa fase de pós-desova e as restantes encontravam-se numa fase muito avançada da ovulação, tendo inclusive uma delas desovado no aquário no dia da chegada. As duas fêmeas restantes foram utilizadas nos ensaios de reprodução artificial, juntamente com os machos provenientes da bacia do Rio Vouga.

Tabela 19. Parâmetros biométricos (valor médio, [mínimo-máximo]) dos adultos reprodutores capturados na Ribeira do Cadaval

	Comprimento total (mm)	Peso (g)	Factor condição de Fulton (K)	N
Fêmeas	103,25 [99-113]	1,66 [1,41-2,08]	0,15 [0,14-0,17]	4
Machos	101,33 [94-110]	1,62 [1,42-2,08]	0,15 [0,14-0,16]	3

Na altura das amostragens na Ribeira do Cadaval os valores de temperatura da água registados variaram entre 14,6 e 15,5 °C, e os valores de pH variaram entre 6,24 e 6,27.

Do primeiro ensaio de reprodução artificial (realizado a 24 de Março) foram recolhidos e fertilizados externamente 144 óvulos. Doze dias após a fertilização foram observadas as primeiras pro-larvas, e passados três dias (15 dias desde a fecundação) todos os ovos fertilizados tinham eclodido, tendo-se registado uma taxa de eclosão de cerca de 90% (Tab. 20).

Do segundo ensaio de reprodução artificial (realizado a 1 de Abril) foram recolhidos e fertilizados externamente cerca de 600 óvulos. As primeiras pro-larvas foram

observadas 11 dias após a fertilização, com uma taxa de eclosão final de cerca de 88% (Tab. 20).

Tabela 20. Taxas de eclosão, períodos de incubação e valores de temperatura da água registada na altura da eclosão

	Nºovos.g ⁻¹	Taxa de eclosão	Período incubação (dias)	Temperatura °C
Ensaio 1	103*	89,66	12	16,6
Ensaio 2	405	88,00	11	18,9

* Só inclui ovos recolhidos por compressão abdominal.

A diferença observada quanto ao número total de ovos obtido por cada fêmea utilizada nos ensaios poderá ser explicada pela desova prévia no aquário da fêmea utilizada no primeiro ensaio (provavelmente desovou parte dos ovos durante a noite que antecedeu o ensaio), já que o número total de ovos recolhido durante o segundo ensaio se encontra dentro dos valores descritos na literatura para a espécie (Hardisty & Potter, 1971d).

Em ambos os ensaios foi observado um número reduzido (inferior a 1%) de pro-larvas deformadas. Todos os adultos existentes em cativeiro, utilizados na reprodução artificial ou não, morreram pouco tempo após os ensaios.

O acompanhamento do desenvolvimento embrionário e larvar permitiu constatar que os diferentes estádios de desenvolvimento observados ocorreram dentro dos períodos previstos por Plavis (1971) (Fig. 73).

Poucos dias após a eclosão, e à medida que as larvas perdiam a curvatura posterior, tornando-se mais esguias, estas passavam pela rede de mosquiteiro caindo no substrato do aquário. Com excepção das larvas com deformação, todos os indivíduos rapidamente (em poucos dias) se enterraram no substrato do aquário. Nesta fase as larvas apresentavam um comprimento médio de 7,15 mm e ainda possuíam vesícula vitelina

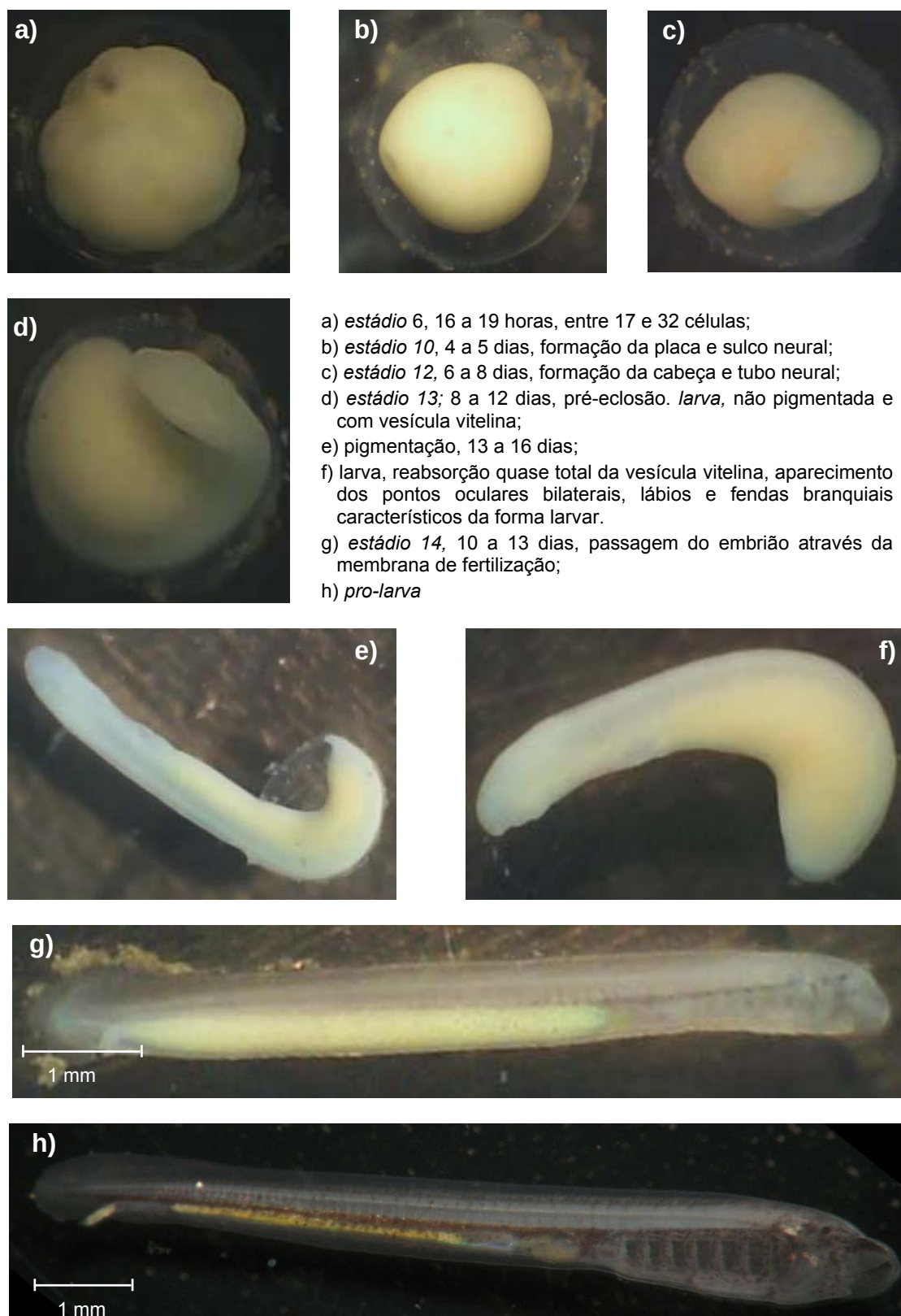


Figura 73. Estádios de desenvolvimento embrionário e larvar de lamproia-de-riacho

5. PLANO DE CONSERVAÇÃO

O estatuto de conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho em Portugal é considerado *Criticamente em Perigo* e o género está protegido por lei pela Directiva Habitats, o Anexo III da convenção de Berna e Lei da pesca nas águas interiores. A falta de conhecimento sobre a sua distribuição e requisitos ecológicos em Portugal tem sido um entrave à definição de medidas de protecção mais concretas e adequadas à conservação destas espécies ameaçadas de extinção.

Através da informação obtida no âmbito do presente projecto, é possível definir os locais mais importantes para a conservação do género *Lampetra* em Portugal. Para o efeito, é utilizada a informação relativa à ocorrência confirmada destas espécies e o modelo preditivo que classifica as várias linhas de água em território nacional de acordo com o seu potencial abiótico para constituir habitat adequado. O modelo desenvolvido, identificou e avaliou os parâmetros ambientais considerados determinantes na distribuição do género *Lampetra* em território nacional, atribuindo um valor de probabilidade de ocorrência. Esta metodologia permite uma avaliação de todas as linhas de água em Portugal, não apenas aquelas que foram efectivamente amostradas, e indica a extensão territorial que importa conservar.

A importância dos locais designados para protecção das lampreias não se resume apenas aos troços que se localizam em linhas de água com presença confirmada de *Lampetra* sp.. O trabalho de amostragem foi exaustivo mas a prospecção no campo em todas as linhas de água em território nacional é logisticamente inviável pelo que, para além da identificação das linhas de água onde esta espécie ocorre, importa identificar aquelas com características adequadas a estas espécies e que, em muitos casos, não foram amostradas não sendo por isso certa a ausência de lampreias. Com a informação recolhida, através dos trabalhos de prospecção no campo e através dos resultados analisados estatisticamente, foram designados três níveis de prioridade de conservação de acordo com os critérios já definidos na metodologia, mas aqui de novo explicitados no ponto 5.1.

No ponto 5.2. é feita uma caracterização mais aprofundada dos troços de rio classificados com o nível de prioridade mais elevado de conservação, onde são

salientados alguns constrangimentos ambientais identificados com base em observações *in situ* e referências bibliográficas consultadas.

No entanto, considera-se que qualquer troço designado deve ser tido em conta para a conservação destas espécies devendo para isso haver um ajuste de critérios de protecção de acordo com o nível de prioridade de conservação.

5.1. DEFINIÇÃO DE PRIORIDADES DE CONSERVAÇÃO

Como referido, foram definidos três níveis de prioridade de conservação para as bacias hidrográficas onde foi identificada a presença desta espécie, cujos mapas são os identificados nas figuras 74 a 82.

As linhas de água classificadas com a prioridade máxima de conservação (*Nível 1*) são aquelas com presença confirmada de *Lampetra* sp. e probabilidades de ocorrência, definidas pelo modelo preditivo, superiores a 50%. Foram apenas consideradas as linhas de água onde foram efectivamente capturadas lampreias e os limites dos troços designados foram definidos de acordo com a distribuição dos valores relativos à probabilidade de ocorrência ao longo da linha de água.

As linhas de água classificadas com a prioridade elevada (*Nível 2*) foram aquelas cuja probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. é elevada ($\geq 50\%$), mas apenas quando localizadas em bacias hidrográficas cuja presença de *Lampetra* sp. foi confirmada. Optou-se por classificar com este nível de probabilidade apenas as linhas de água cuja probabilidade de ocorrência é de facto muito elevada, mas onde não foi confirmada a presença de lampreias, tendo sido no entanto confirmada a presença na bacia que engloba estes sistemas. Este critério deixou de fora pequenos sistemas fluviais independentes, nomeadamente as Ribeiras do Sudoeste, que apesar de aparentarem ter condições favoráveis para o estabelecimento destas espécies, a pequena dimensão destas bacias e, provavelmente, as suas características edafoclimáticas, aparentemente inviabilizam a sua ocorrência.

As linhas de água classificadas com a prioridade moderada (*Nível 3*) foram aquelas cuja probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. varia entre 30 e 50%, localizadas em cursos de água pertencentes a bacias hidrográficas cuja presença de *Lampetra* sp. foi confirmada. Este nível de prioridade serve essencialmente para permitir uma continuidade entre linhas de água classificadas com o nível de prioridade máxima e, em algumas circunstâncias, como zonas tampão que permitem uma protecção marginal dos troços com o nível mais elevado de protecção.

A definição dos níveis de prioridade de conservação foi dificultada pela ocorrência de probabilidades correspondentes a diferentes níveis na mesma linha de água. A definição de vários níveis de prioridade em linhas de água relativamente pequenas não constitui unidades de conservação práticas, nem eficazes, pelo que sempre que possível, o nível de prioridade de um determinado troço foi homogeneizado para o nível de prioridade com maior extensão nesse troço e não por ajustamento directo à probabilidade de ocorrência em determinado *pixel* resultante do modelo preditivo desenvolvido.

Bacia Hidrográfica do Rio Douro

Na Bacia Hidrográfica do Rio Douro foi designada apenas uma linha de água para a conservação de *Lampetra* sp., o Rio Inha (Fig. 74). A bacia apresentou em geral probabilidades de ocorrência muito baixas, com áreas no troço principal do Rio Douro cuja probabilidade de ocorrência é moderada mas que, actualmente, estão localizados em troços altamente modificados em termos hidromorfológicos devido à presença de um elevado número de barragens.

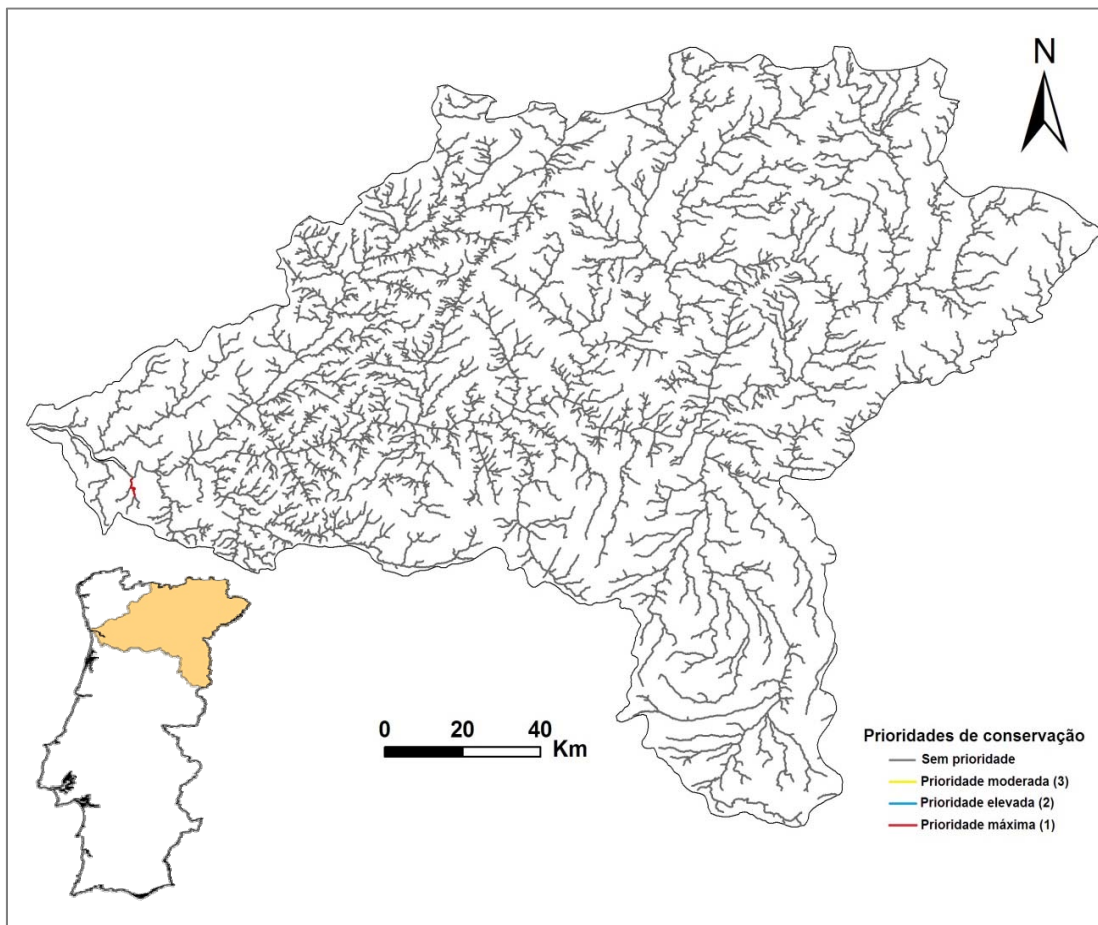


Figura 74. Prioridades de conservação de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Douro.

Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Norte

No sistema hidrográfico das Ribeiras do Norte, foi designada apenas uma ribeira para a conservação (nível 1) do género *Lampetra* (Fig. 75), nomeadamente a Ribeira de Mangas, o único local desta bacia onde foram capturados amocetes do género estudado. As restantes linhas de água apresentam probabilidades de ocorrência baixas, representativas da sua reduzida adequabilidade para os indivíduos do género *Lampetra*.

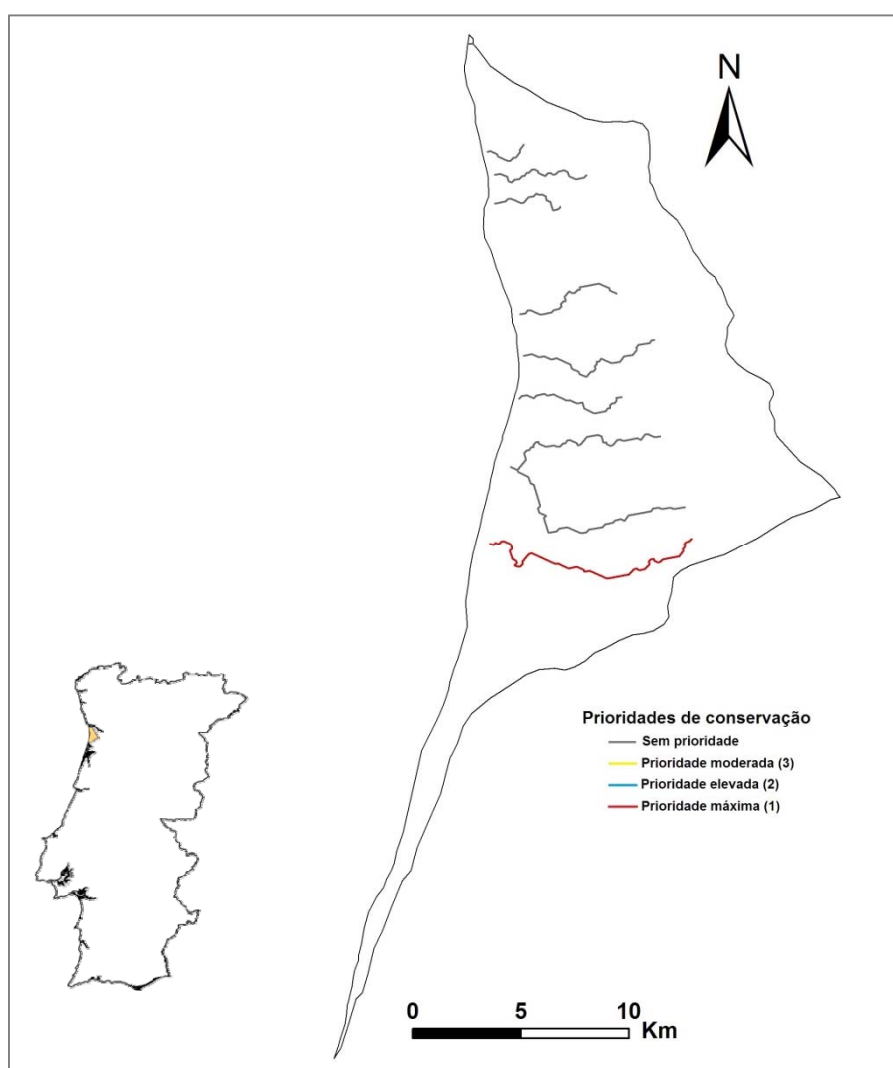


Figura 75. Prioridades de conservação de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Norte.

Bacia Hidrográfica do Rio Vouga

A bacia hidrográfica do Rio Vouga apresentou probabilidades de ocorrência mais elevadas, principalmente na zona Sul da bacia, o que se reflecte no maior número de linhas de água consideradas prioritárias para conservação do género *Lampetra* (Fig. 76). Para além do maior número de locais com presença confirmada, verifica-se um elevado número de locais classificados com prioridades de conservação elevadas, nível 1 ou 2, o que é indicativo da maior adequabilidade desta bacia para a presença de indivíduos de *Lampetra* sp. (Tab. 21). O troço inferior do Rio Vouga e o Rio Águeda e seus afluentes foram os locais da bacia hidrográfica com um registo mais frequente de troços prioritários para a conservação deste género. De salientar também algumas linhas de água que drenam directamente para a zona Norte da Ria de Aveiro.

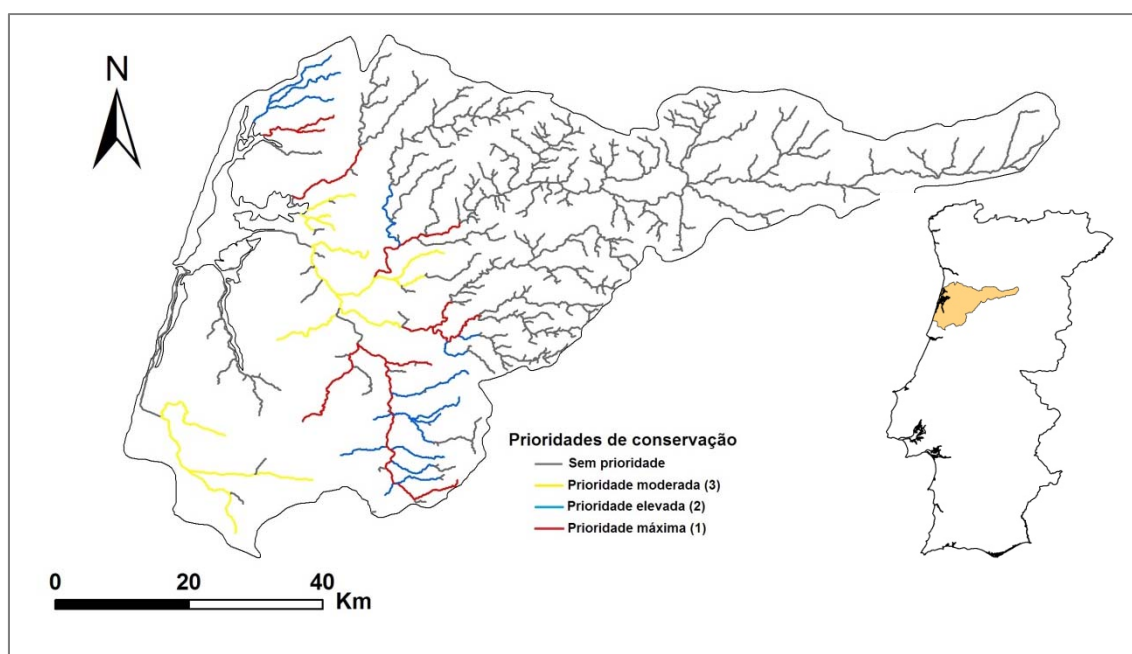


Figura 76. Prioridades de conservação de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Vouga.

Tabela 21. Lista de linhas de águas pertencentes à Bacia hidrográfica do Vouga classificadas com um nível de prioridade de conservação de *Lampetra* sp.

Prioridade máxima Nível 1	Prioridade elevada Nível 2	Prioridade moderada Nível 3
Rio Negro e Rib. de S. Miguel	Rio Caster	Rio Caima
Rio Antuã	Ribeira de São João	Rio Filvida
Rio Vouga	Senhora da Graça	Esteiro Canelas
Rio Alfusqueiro	Ribeira Negra	Ribeira Beco
Rio Águeda	Rio Águeda	Rio Marnel
Rio Certima	Rio Pano	Vala Mestra
Ribeira Cadaval	Ribeira Belazaima	Rio Vouga
Rio Levira	Ribeira Linda	Ribeira Vala do Monte
	Ribeira Boialvo	Ribeira Tabuaço
	Rio Serra	Ribeira Palhal
	Ribeira Amieiras	Vala Corujeira
	Rio Ponte	Ribeira Varziela
	Ribeira Vacariça	Vala Corgo
	Ribeira Lendiosa	Rio Serra

Bacia Hidrográfica do Rio Mondego

A bacia hidrográfica do Rio Mondego (Fig. 77) apresenta algumas zonas consideradas importantes para conservação de *Lampetra* sp.. No entanto, verificou-se a existência de probabilidades de ocorrência moderadas em locais do curso do rio alterados devido à presença de barragens e que por isso deixaram de apresentar condições adequadas à presença destas espécies. É o caso da zona imediatamente a jusante do Açude Ponte de Coimbra e da Barragem de Raiva. Por esta razão, estes locais não foram designados como prioritários para a conservação do género *Lampetra*. Os afluentes do troço inferior do Mondego têm, de uma maneira geral, uma probabilidade moderada a elevada no que diz respeito à ocorrência de *Lampetra*, pelo que foi considerada a região da bacia hidrográfica mais importante e na qual foram identificadas linhas de água prioritárias para a conservação destas espécies de acordo com a informação apresentada na tabela 22.

Tabela 22. Lista de linhas de águas pertencentes à Bacia Hidrográfica do Mondego classificadas com um nível de prioridade de conservação de *Lampetra* sp.

Prioridade máxima Nível 1	Prioridade elevada Nível 2	Prioridade moderada Nível 3
Rio Cris e Mau	Rio Fornos	Ribeiro Fraga
Ribeira Mortágua	Rio Resmungão	Rio Foja
Rio Ançã	Ribeira Eiras	Ribeira Arco Grande
Vala Vale Travesso	Ribeira Covões	Vala Tromelgo
Ribeira Corvo	Ribeira de Frades	Ribeira Gesteira
Rio Anços	Ribeira Cernache	Rio Arunca
	Ribeira Malga	Ribeira Milhariça
	Ribeira Caraglio Seco	Ribeira Venda Nova
	Ribeira Condeixa	Rio Ceira
	Rio Pranto	
	Rio Arunca	

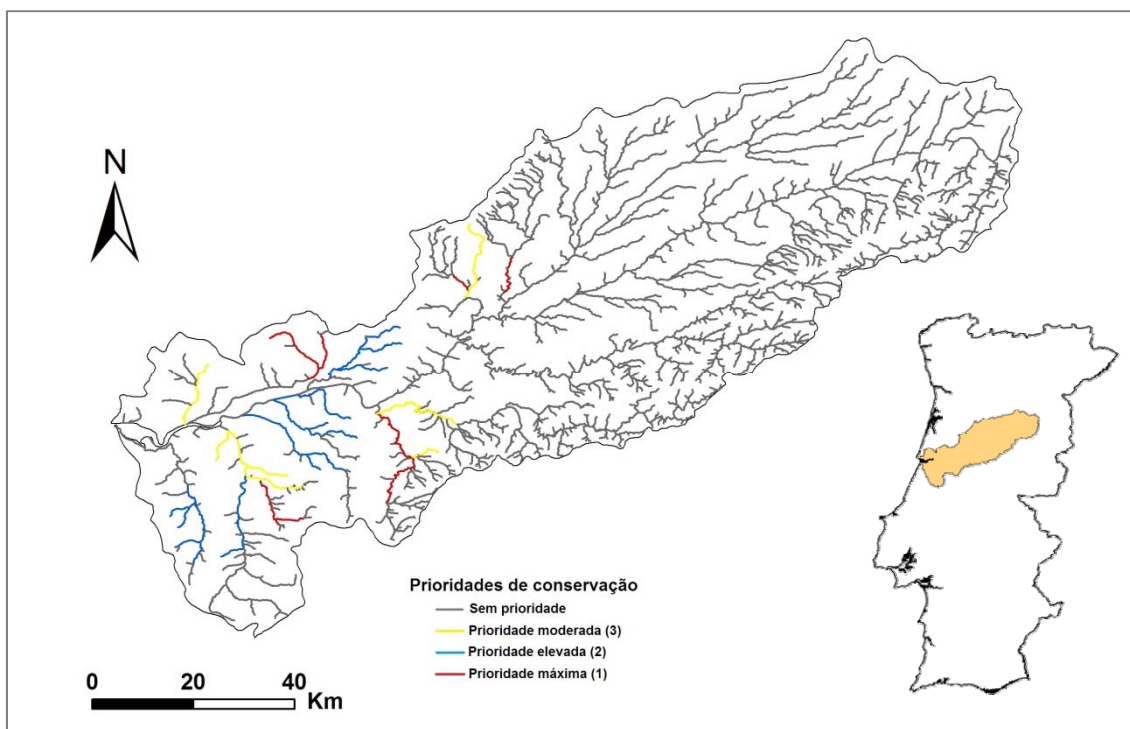


Figura 77. Prioridades de conservação de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Mondego.

Bacia Hidrográfica do Rio Lis

Na Bacia Hidrográfica do Rio Lis (Fig. 78) a presença de *Lampetra* sp. foi confirmada apenas em alguns afluentes da margem direita. No entanto, foram registadas probabilidades de ocorrência moderadas nos troços mais a sul, levando á nomeação nesta área de algumas linhas de água que poderão ser de interesse para a conservação do género (Tab. 23).

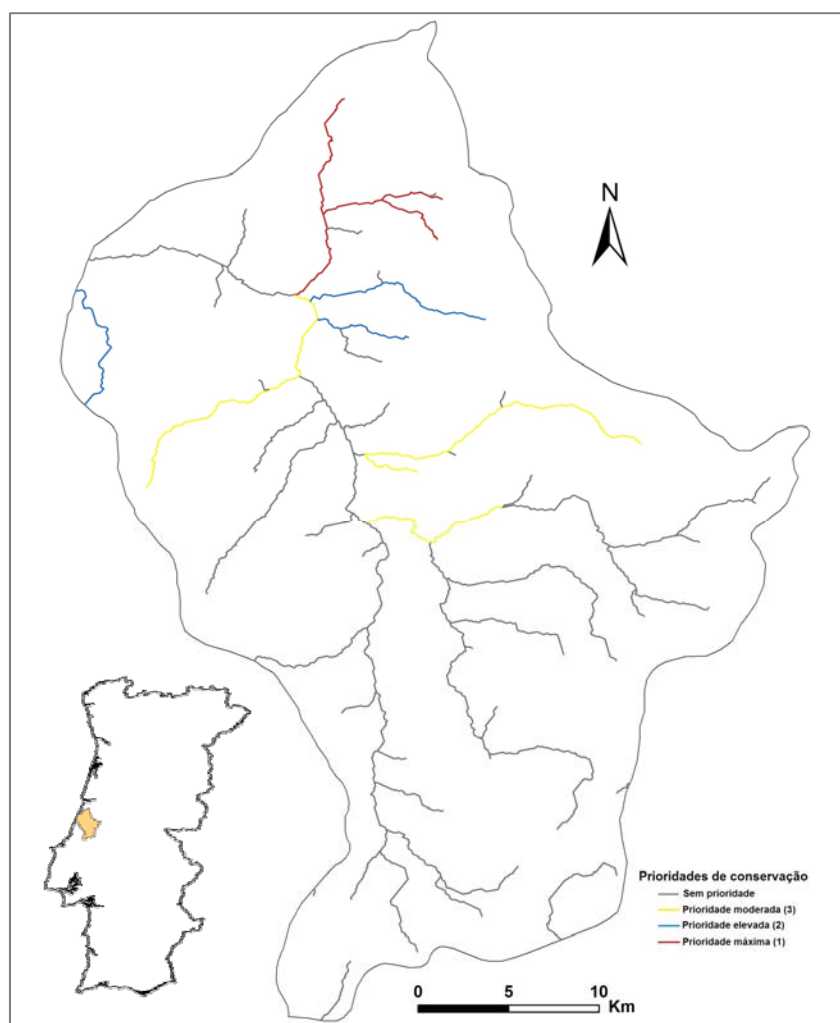


Figura 78. Prioridades de conservação de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Lis.

Tabela 23. Lista de linhas de águas pertencentes à Bacia hidrográfica do Lis classificadas com um nível de prioridade de conservação de *Lampetra* sp.

Prioridade máxima Nível 1	Prioridade elevada Nível 2	Prioridade moderada Nível 3
Ribeira Leca	Ribeira Carreira	Rio Lis
Ribeira de Santo Aleixo	Ribeiro Mãe de Água	Ribeira Escoura
Ribeira Bajouca	Ribeiro Tábua	Ribeira Milagres

Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste

Na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste (Fig. 79) todas as linhas de água em geral apresentaram baixas probabilidades de ocorrência, resultando na nomeação de apenas uma ribeira, a Ribeira de São Pedro, para o nível de prioridade máximo de conservação (nível 1) de *Lampetra* sp., devido à confirmação da presença deste género durante as amostragens efectuadas.

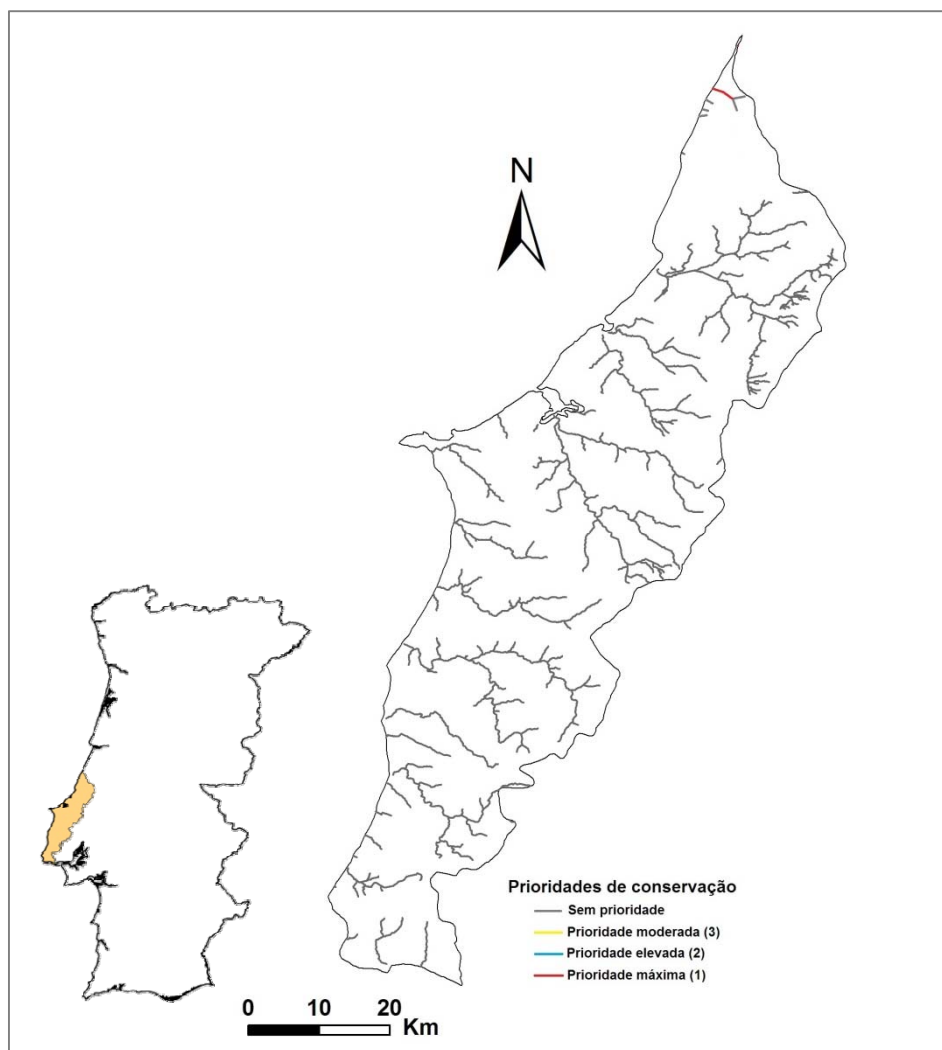


Figura 79. Prioridades de conservação de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste.

Bacia Hidrográfica do Rio Tejo

Para a Bacia Hidrográfica do Rio Tejo foram construídos dois mapas de prioridades, um para a lampreia-de-rio (Fig. 80) e outro para a lampreia-de-riacho (Fig. 81). Sendo esta a única bacia para a qual está confirmada a presença de *L. fluviatilis* optou-se por reforçar a importância dos troços potencialmente utilizados durante as migrações da espécie, devido ao seu carácter anádromo, troços esses que poderão ser menos importantes para a espécie não migradora. Por outro lado, foi retirada a prioridade de locais a montante de barragens com a presença de *Lampetra* sp. confirmada, como o caso da Ribeira de Longomel (afluente do Rio Sôr), aos quais a espécie *L. fluviatilis* já não tem acesso. Foi verificada a presença de elevadas probabilidades de ocorrência (correspondentes ao nível 2 de prioridade) na zona da bacia do concelho de Setúbal,

na margem Sul do Tejo. Por constituir uma zona muito urbanizada optou-se por não considerar estas ribeiras como prioritárias, não apenas pela provável elevada degradação da qualidade da água que aí se fará sentir, mas também porque qualquer projecto de conservação numa zona tão fortemente intervencionada seria de difícil sucesso.

No mapa de prioridades de conservação para a espécie *L. fluviatilis* (Fig. 80) pode ser observada a definição de alguns locais, onde se verificou uma baixa probabilidade de ocorrência do género e a presença da espécie anádroma em particular não foi confirmada, como locais de prioridade 1. É o caso de troços do Rio Sorraia, Ribeira de Ulme e Ribeira de Muge que, por manterem a conectividade com os prováveis locais de desova dos adultos e crescimento larvar e o Rio Tejo, foram também considerados prioritários para a conservação desta espécie (Tab. 24). Na margem Norte do Rio Tejo não foi designado nenhum local de protecção especial para *L. fluviatilis*, concentrando-se os níveis de prioridade na zona da margem sul do rio, limitada a Norte pelo concelho de Abrantes, a Este pelo de Coruche e a Sul pelo concelho de Benavente.

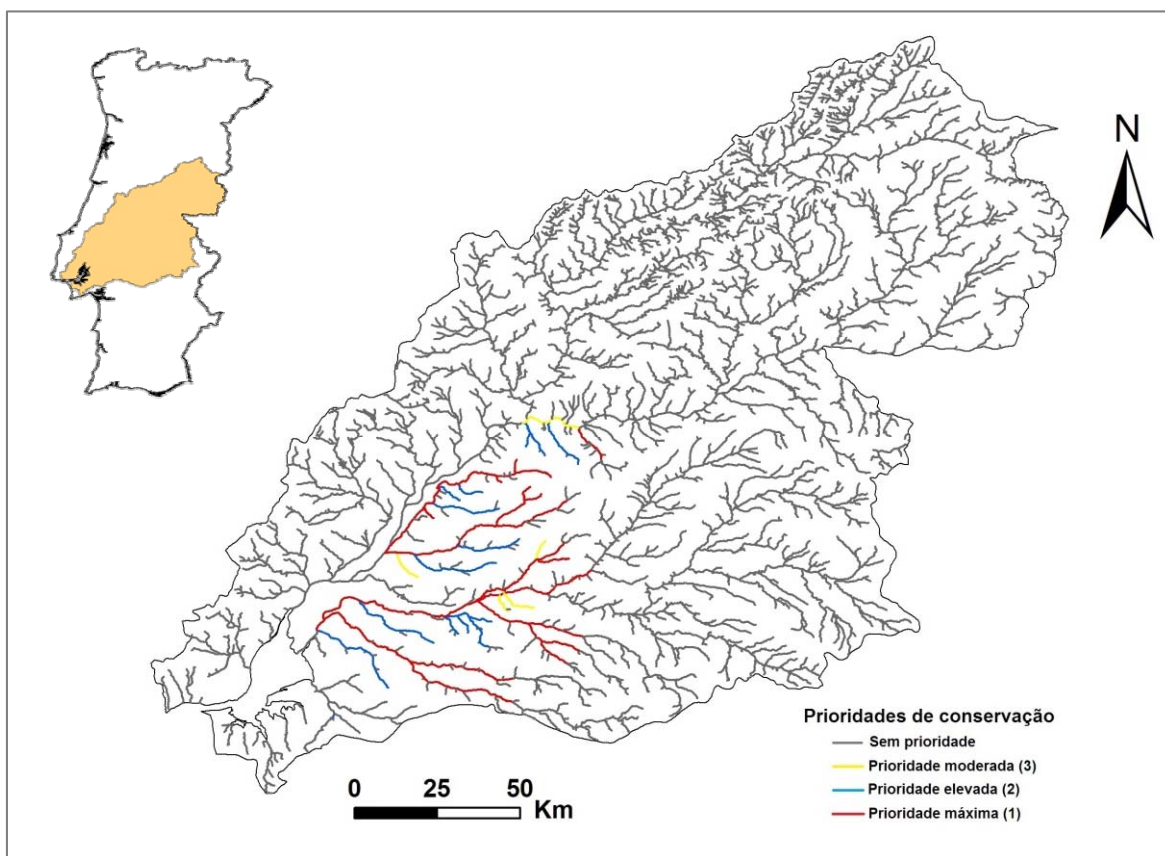


Figura 80. Prioridades de conservação para a lampreia-de-rio na Bacia Hidrográfica do Rio Tejo.

Tabela 24. Lista de linhas de águas pertencentes à Bacia hidrográfica do Tejo classificadas com um nível de prioridade de conservação para a lampreia-de-rio

Prioridade máxima Nível 1	Prioridade elevada Nível 2	Prioridade moderada Nível 3
Rio Torto	Ribeira Alcolobra	Rio Tejo
Ribeira Ulme	Ribeira Foz	Ribeira Arrão
Ribeira Chouto	Ribeira Carvalhos	Ribeira Vale de Coelho
Ribeira Muge	Ribeira Calha do Grou	Rib. Vale das Águas Belas
Ribeira de Erra	Ribeira Ovelhas	Ribeira Carregais
Rio Sor	Ribeira Vale dos Poços	
Rio Sorraia	Ribeira Vale de Sesmaria	
Rio Divor	Vala Real	
Ribeira Fanica	Ribeira Trejoito	
Ribeira Barrosas	Ribeira Vale Cobrão	
Rio Almansor		

No mapa de prioridades de conservação da espécie *L. planeri* para a Bacia do Rio Tejo foram adicionadas ao lote dos troços classificados com prioridade de nível 1 as ribeiras pertencentes à sub-bacia do Rio Nabão e a Ribeira de Longomel (afluente do Rio Sôr) (Tab. 25; Fig. 81). Algumas linhas de água com prioridade de nível 2 foram adicionadas em relação ao mapa de prioridades de *L. fluviatilis*, como a Ribeira de Magos, na qual a Barragem de Magos secciona o curso de água aproximadamente a meio impedindo a utilização deste troço por *L. fluviatilis*. Algumas zonas consideradas de prioridade muito elevada para a lampreia-de-rio foram aqui designadas sem prioridade ou então de prioridade mais baixa, como os troços inferiores de alguns afluentes que drenam directamente para o Rio Tejo.

Tabela 25. Lista de linhas de águas pertencentes à Bacia Hidrográfica do Tejo classificadas com um nível de prioridade de conservação para a lampreia-de-riacho

Prioridade máxima Nível 1	Prioridade elevada Nível 2	Prioridade moderada Nível 3
Rib. de Fárrio / Ancião Carvalhal	Ribeira Alcolobra	Ribeira de Muge
Ribeira de Olival	Ribeira Foz	Ribeira Vale de Coelho
Ribeira de Seça	Ribeira Carvalhos	Ribeira Arrão
Rio Nabão	Ribeira Calha do Grou	Rio Sorraia
Rio Torto	Ribeira Ovelhas	Rib. Vale das Águas Belas
Ribeira Ulme	Ribeira Lamarosa	Ribeira Carregais
Ribeira Chouto	Ribeira de Magos	Rio Almansor
Ribeira Muge	Ribeira Vale dos Poços	
Ribeira de Longomel	Ribeira Vale de Sesmaria	
Rio Sôr	Vala Real	
Ribeira de Erra	Ribeira Trejoito	
Rio Divor	Ribeira Vale Cobrão	
Ribeira Fanica		
Ribeira Barrosas		
Rio Almansor		

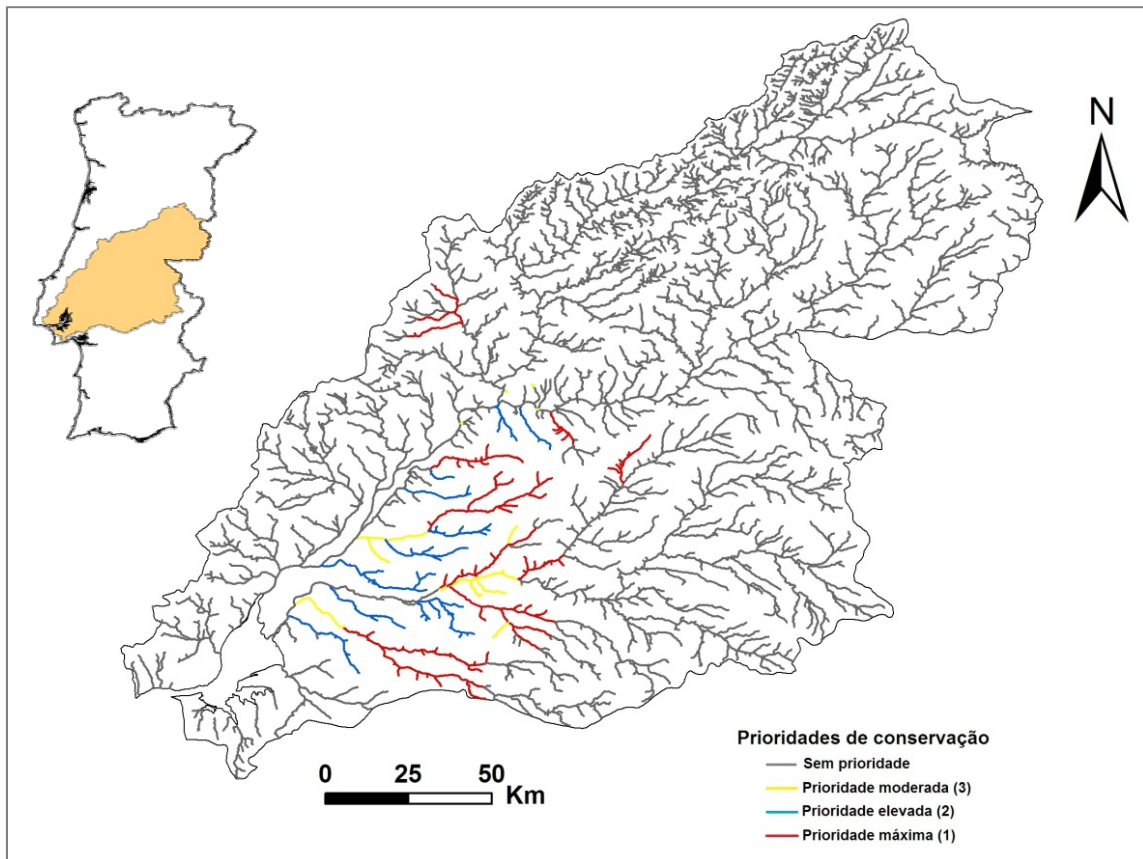


Figura 81. Prioridades de conservação para a lampreia-de-riacho na Bacia Hidrográfica do Rio Tejo.

Bacia Hidrográfica do Rio Sado

Na Bacia do Rio Sado, que constitui o limite sul da distribuição do género *Lampetra*, a designação de prioridades de conservação foi de mais difícil realização pela maior heterogeneidade de probabilidades de ocorrência e distribuições confirmadas que ocorrem em toda a bacia (Fig. 82; Tab. 26). A zona mais a Norte, correspondente às ribeiras da Marateca e São Martinho, apresenta probabilidades mais elevadas e longitudinalmente homogêneas. Na região Sul da bacia as presenças confirmadas resumem-se a linhas de água pequenas e distantes entre si. Por estes motivos, optou-se por definir o Rio Sado como rio de prioridade 3 nesta zona, de forma a garantir protecção de uma área mais extensa que permita a comunicação entre os núcleos de *Lampetra* sp. identificados e, paralelamente, proteger também locais que, apesar de não estarem descritos com presença confirmada, poderão na realidade apresentar lampreias devido à probabilidade de ocorrência moderada que se verifica neste troço.

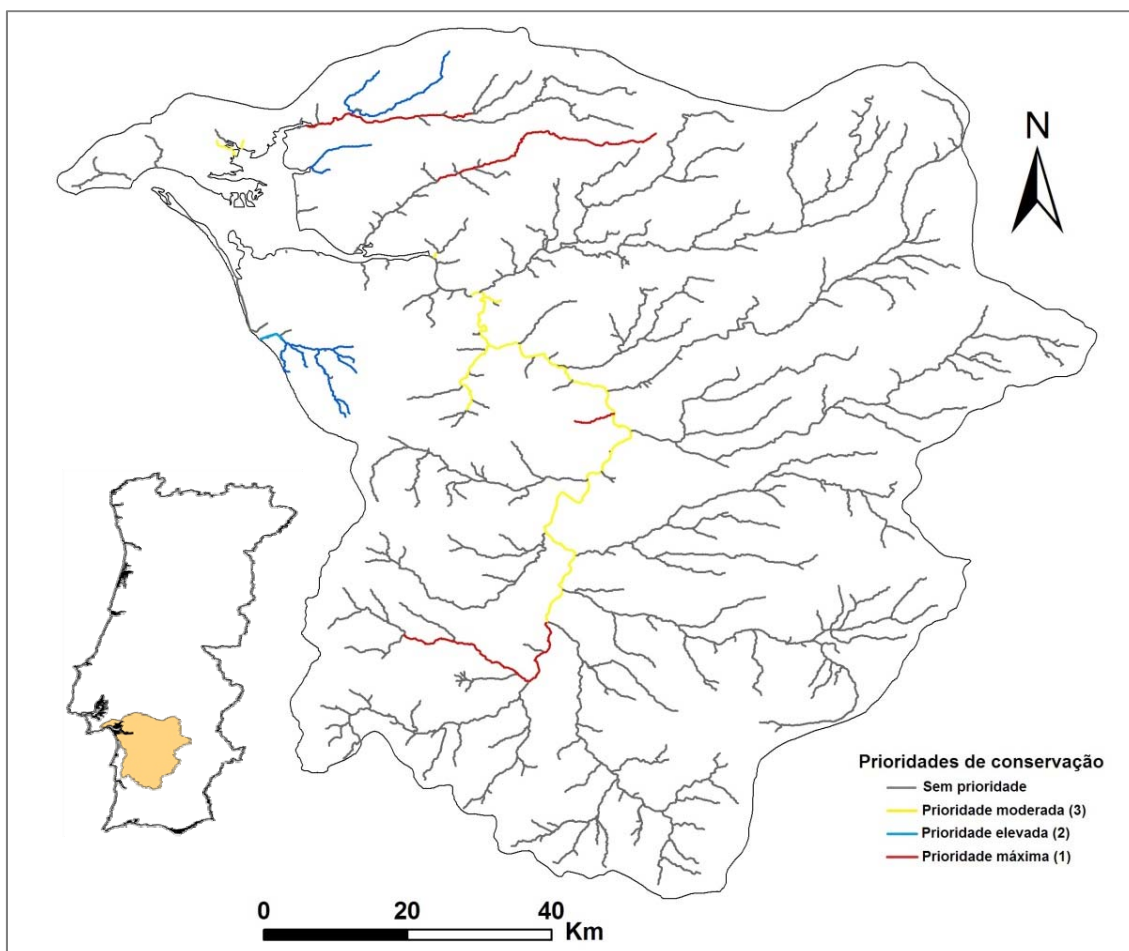


Figura 82. Prioridades de conservação de *Lampetra* sp. na Bacia Hidrográfica do Rio Sado.

Tabela 26. Lista de linhas de águas pertencentes à Bacia hidrográfica do Sado classificadas com um nível de prioridade de conservação de *Lampetra* sp.

Prioridade máxima Nível 1	Prioridade elevada Nível 2	Prioridade moderada Nível 3
Ribeira da Marateca	Ribeira Califórnia	Rio Sado
Ribeira de São Martinho	Ribeira Landeira	Rio Arcão
Barranco Brejo Largo	Ribeira do Vale Cão	
Ribeira de São Domingos e Ribeira de Campilhas	Ribeira Pernada do Marco	
	Barranco Brejo das Bicas	
	Barranco Coelhoiros	

5.2. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS PROPOSTOS PARA CONSTITUIREM ZONAS ESPECIAIS DE CONSERVAÇÃO (ZEC)

O Plano Nacional de Conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho tem como base de suporte a constituição de um conjunto de linhas de água consideradas prioritárias para a conservação destas espécies em Portugal Continental. O que se propõe é que algumas dessas linhas de água sejam incluídas no instrumento de gestão territorial Rede Natura 2000 de forma a potenciar a sua preservação. A Rede Natura 2000 é uma rede ecológica para o espaço Comunitário da União Europeia resultante da aplicação das Directivas nº 79/409/CEE (Directiva Aves) e nº 92/43/CEE (Directiva Habitats) que tem como finalidade assegurar a conservação a longo prazo das espécies e dos habitats mais ameaçados da Europa, contribuindo para parar a perda de biodiversidade. A Rede Natura 2000 constitui o principal instrumento para a conservação da natureza na União Europeia e é composta por:

- Zonas de Protecção Especial (ZPE), estabelecidas ao abrigo da Directiva Aves, que se destinam essencialmente a garantir a conservação das espécies de aves, e seus habitats, listadas no seu anexo I, e das espécies de aves migratórias não referidas no anexo I e cuja ocorrência seja regular;
- Zonas Especiais de Conservação (ZEC), criadas ao abrigo da Directiva Habitats, com o objectivo expresso de "contribuir para assegurar a Biodiversidade, através da conservação dos habitats naturais (anexo I) e dos habitats de espécies da flora e da fauna selvagens (anexo II), considerados ameaçados no espaço da União Europeia".

As lampreias que ocorrem em Portugal estão incluídas no Anexo II da Directiva Habitats e por conseguinte os estados membros da União Europeia, incluindo Portugal, são obrigados a definir ZECs para estas espécies.

No presente capítulo é apresentada uma caracterização pormenorizada de cada linha de água classificada, a nível nacional, com prioridade máxima em termos de conservação para o género *Lampetra*. Os troços classificados com o nível mais prioritário de conservação foram os locais considerados elegíveis para constituírem no futuro ZECs. De seguida é apresentada informação detalhada relacionada com a localização, área de abrangência, usos do solo e principais ameaças de origem antropogénica para cada ZEC proposta.

Para além das figuras onde é apresentada a localização geográfica e respectiva projecção espacial dos troços classificados como ZEC, cada ficha de caracterização contém ainda uma representação espacial dos usos do solo presentes na área de bacia de drenagem destes locais. Os códigos apresentados na legenda de cada figura são associados ao respectivo tipo de uso do solo conforme Anexo I.

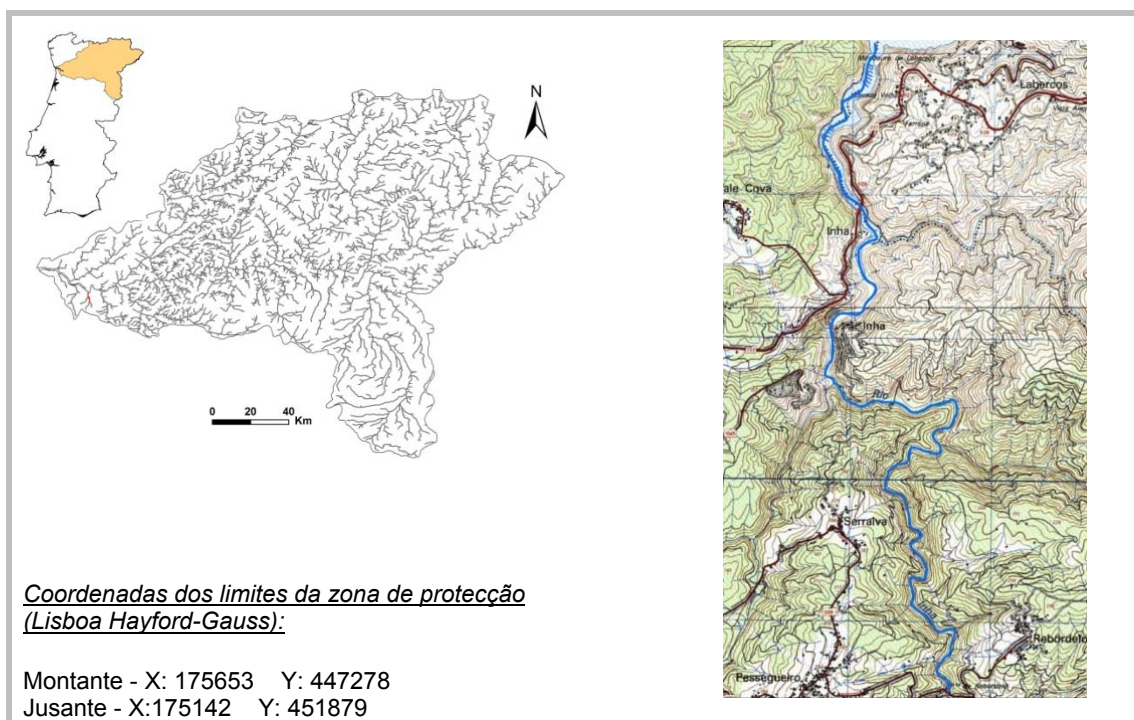
Bacia Hidrográfica: Douro**Curso de água:** Rio Inha

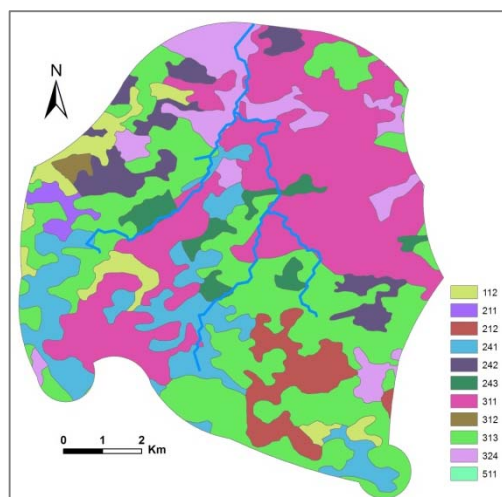
Figura 83. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Inha.

Caracterização: O Rio Inha é um afluente da margem esquerda da Bacia Hidrográfica do Rio Douro que nasce no lugar de Cimo de Inha, na freguesia de Escariz, concelho de Arouca, e passa pelo concelho de Santa Maria da Feira e Gondomar antes de desaguar no Rio Douro, a montante da barragem de Crestuma-Lever. É um rio que corre predominantemente encaixado em encostas íngremes, sendo muito rico em espécies com interesse piscatório (AFN, 2009).

Área de abrangência: Esta ZEC de *Lampetra* sp. do Rio Inha (Fig. 83) abrange o Rio Inha desde a sua confluência com o Rio Douro, junto à localidade de Labergos, até à confluência com o Rio Amieira perto do lugar de Ponte de Rebordelo, Rebordelo, concelho de Feira, a cerca de 7 km da foz do Rio Inha.

Usos do solo: A sub-bacia do Rio Inha é dominada por zonas naturais (cerca de 77%), apresentando também zonas agrícolas e tecido urbano em menores percentagens (7 e 1,5% repectivamente) principalmente nos seus cursos superiores (Fig. 84).

Figura 84. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Inha.



Principais ameaças: As principais ameaças existentes nesta linha de água são a extracção de areias e a poluição difusa proveniente de práticas agrícolas.

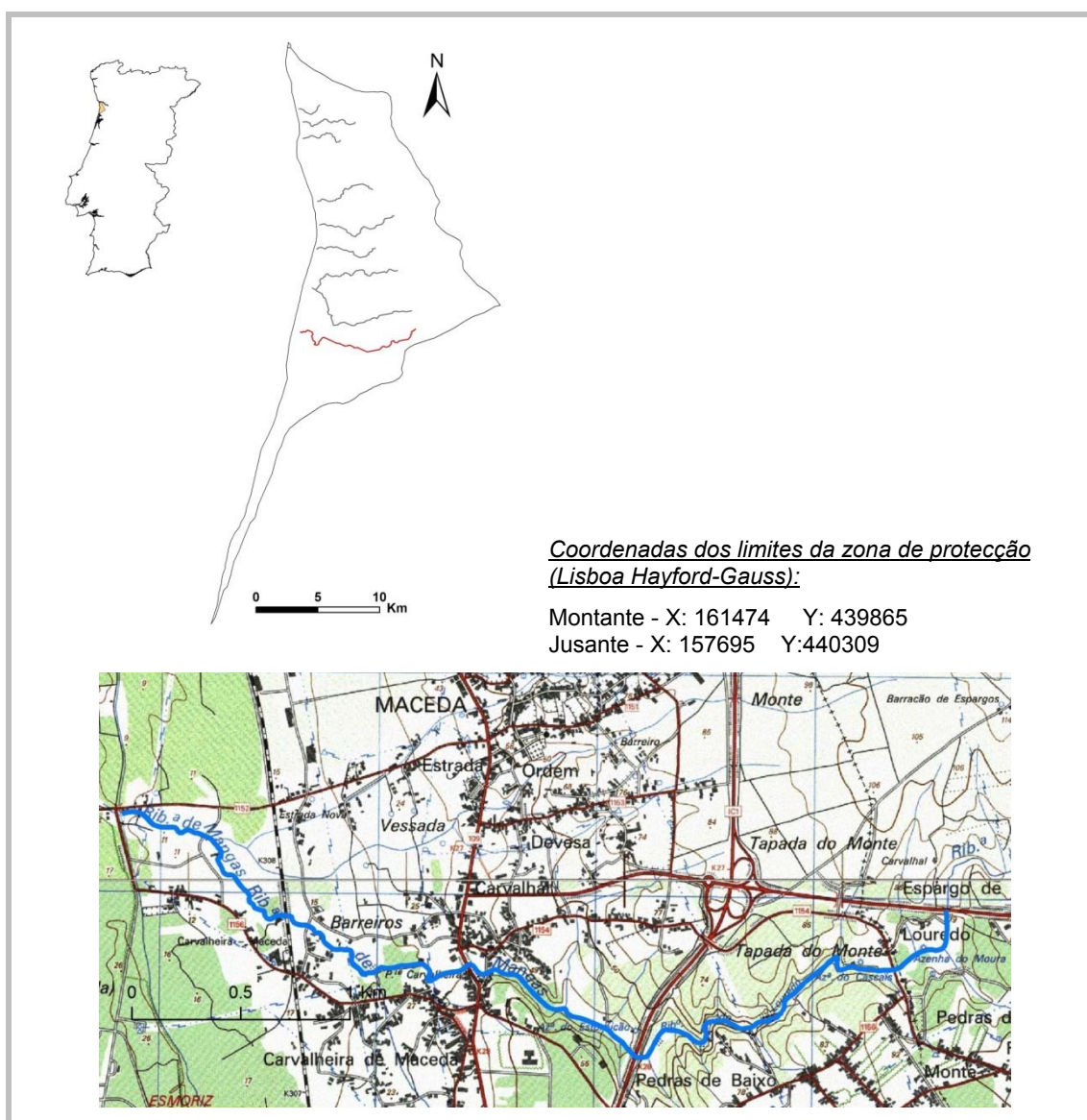
Bacia Hidrográfica: Ribeiras do Norte**Curso de água:** Ribeira de Mangas

Figura 85. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira de Mangas.

Caracterização: A Ribeira de Mangas, também designada por Rio de Lourido, é uma linha de água com cerca de 12 km de extensão que se junta à Vala da Maceda e, em conjunto com a Ribeira de Cortegaça, desaguam na Barrinha de Esmoriz (Esmoriz). Estas ribeiras nascem em S. João de Ver, Vila da Feira (Amorim, 1986).

Área de abrangência: Esta ZEC de *Lampetra* sp. (Fig. 85) é limitada a jusante pela confluência da Ribeira de Mangas com a Vala de Maceda e a montante pela confluência com a Ribeira da Remôlha, junto à localidade de Espargos de Baixo, concelho de Feira. Esta ZEC possui uma extensão de 5 km.

Usos do solo: Na sub-bacia da Ribeira de Mangas os usos do solo estão de acordo com a pressão industrial que existe nesta zona (Fig. 86), sendo que cerca de 52% dos usos da bacia correspondem a territórios artificializados maioritariamente por tecido urbano e indústria. As áreas agrícolas não apresentam grande representatividade, constituindo apenas cerca de 8% da área da bacia e o restante corresponde a zonas de floresta (40%) (EEA, 2010).

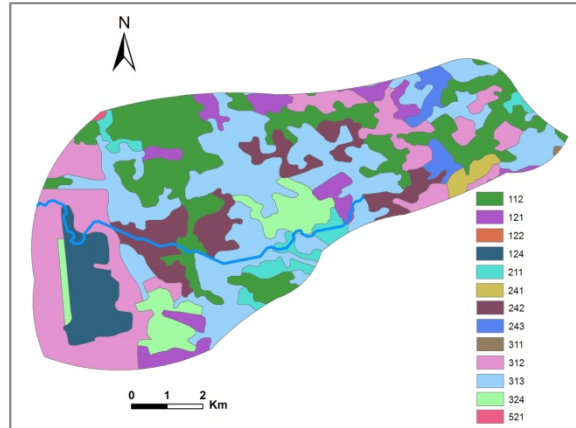


Figura 86. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira de Mangas.

Principais ameaças: A poluição aquática é inequivocamente o factor de degradação mais grave presente nesta bacia, devido à presença de indústrias que nem sempre possuem uma estação de tratamento dos seus efluentes, sendo particularmente importante para esta questão a indústria do papel (Dias, 2000). Na Ribeira de Mangas existem também descargas pontuais, sem qualquer tratamento prévio, de efluentes das indústrias do algodão e da tapeçaria (C.C.R.N., 1989). Apesar disso a Ribeira de Mangas aparece como a que apresenta a melhor qualidade da água, em relação ao conjunto de locais estudados por Dias (2000) nas bacias associadas à Barrinha de Esmoriz.

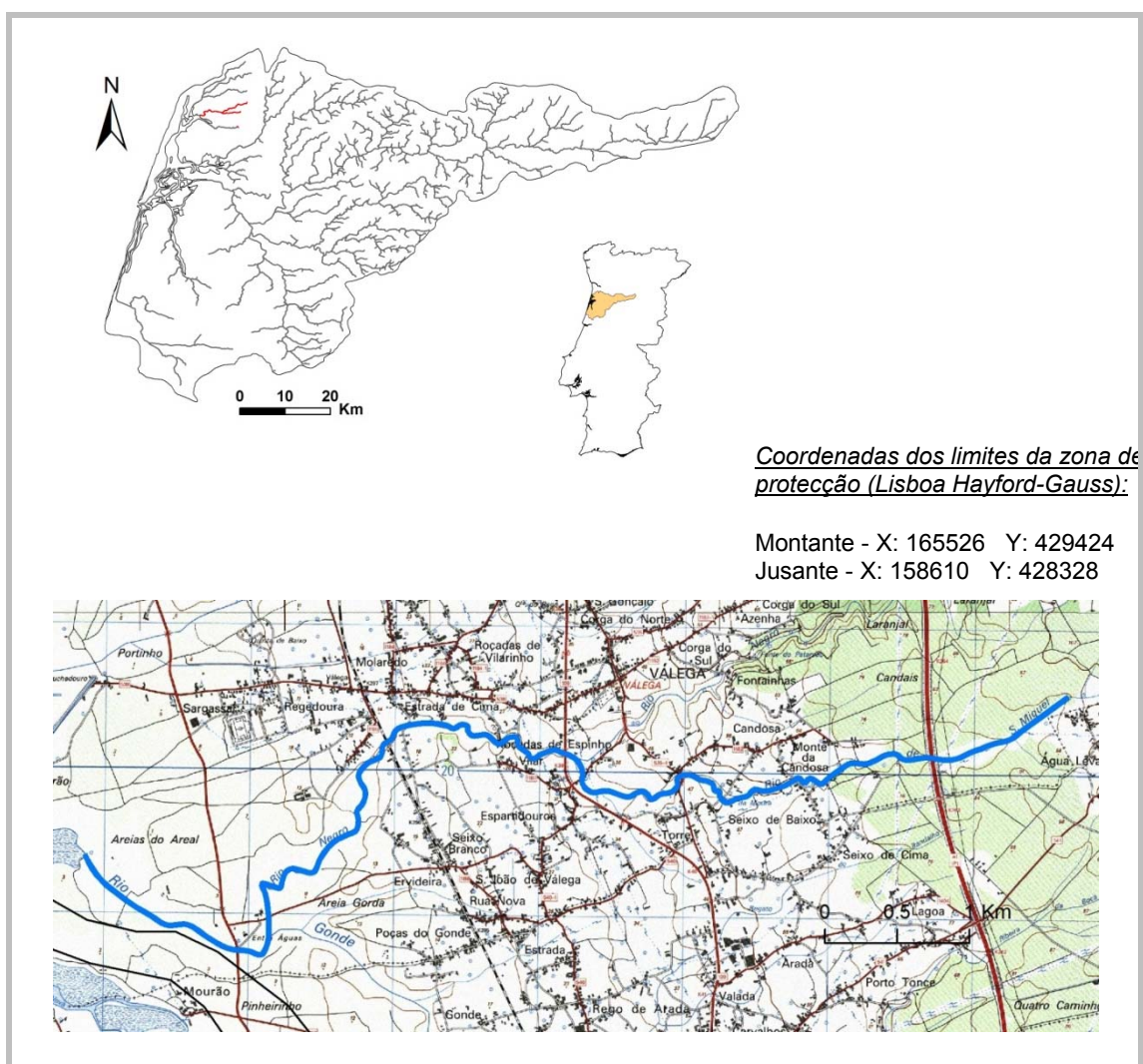
Bacia Hidrográfica: Vouga**Curso de água: Rio Negro e Ribeira de São Miguel**

Figura 87. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Negro e Ribeira de São Miguel.

Caracterização: O Rio Negro é um afluente que drena directamente para a zona Norte do sistema estuarino Ria de Aveiro ao qual conflui a Ribeira de São Miguel no concelho de Ovar.

Área de abrangência: A ZEC de *Lampetra* sp. do Rio Negro e Ribeira de São Miguel (Fig. 87) estende-se desde a foz do Rio Negro, na Ria de Aveiro, até ao Rio de S. Miguel, junto ao limite do concelho de Ovar com o concelho de Oliveira de Azeméis, localidade de Água Levada. Possui uma extensão de 9,44 km.

Usos do solo: Os principais usos do solo da área da bacia de drenagem são zonas florestais (cerca de 64%; Fig. 88). As zonas agrícolas situam-se junto aos cursos de água (totalizam 18% dos usos do solo) e o tecido urbano descontínuo localiza-se principalmente nas zonas mais periféricas da bacia (17%) (EEA, 2010).

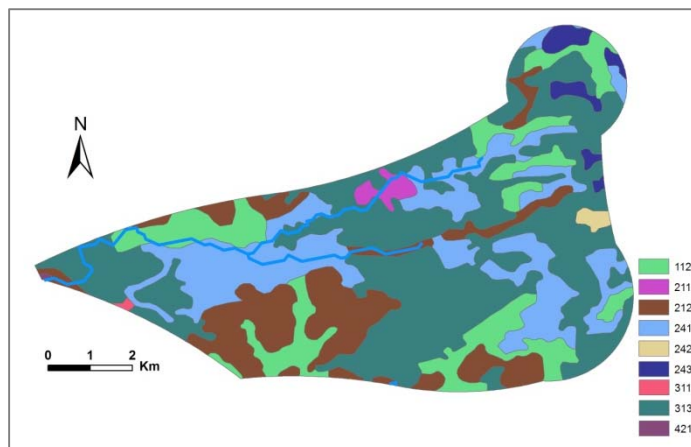


Figura 88. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do rio Negro e ribeira de São Miguel.

Principais ameaças: Os principais problemas que ocorrem nesta área são a agropecuária, poluição doméstica privada não tratada, lançamento de resíduos, existência de captações de água para agricultura e ocupação do leito de cheia dos cursos de água com aterros e/ou lixeiras (Borrego *et al*, 2006).

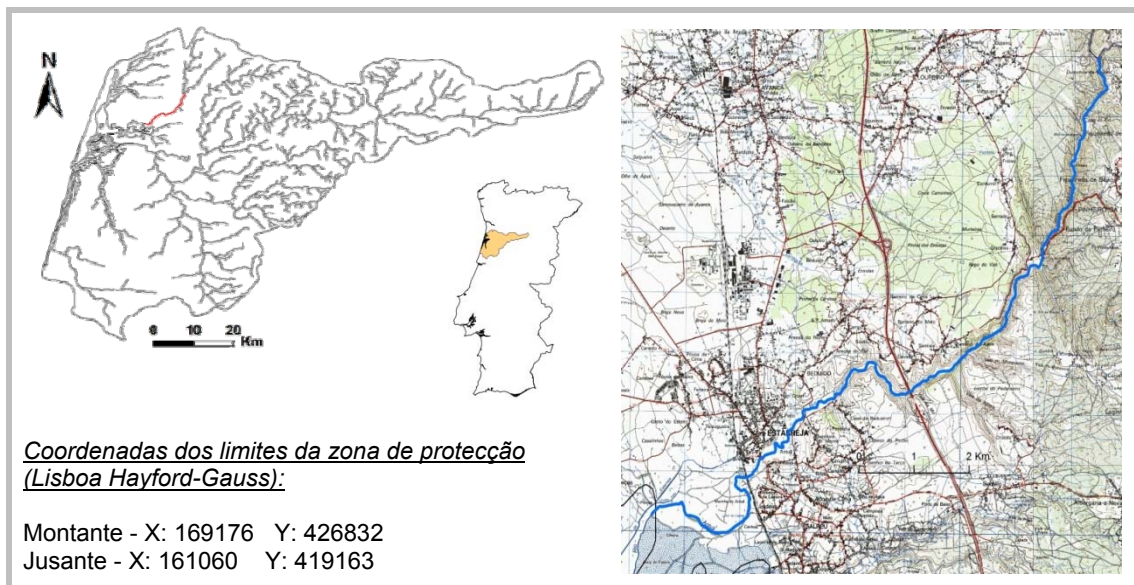
Bacia Hidrográfica: Vouga**Curso de água:** Rio Antuã

Figura 89. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Antuã.

Caracterização: O Rio Antuã é um afluente da margem direita da Bacia do Vouga. Tem cerca de 30 km de extensão e desagua na Ria de Aveiro no concelho de Estarreja.

Área de abrangência: A ZEC do Rio Antuã (Fig. 89) estende-se desde a zona onde o Rio Antuã desagua na Ria de Aveiro, concelho de Estarreja, até a zona em que o Rio Ínsua conflui com o Rio Antuã, perto da localidade de Dumonde de Baixo. O troço considerado tem 15 km de extensão.

Usos do solo: A utilização dos solos na bacia do Antuã é a seguinte (Moreno, 2000; Fig. 90): 46% da área total é ocupada por terrenos agrícolas; as áreas florestais correspondem a 45% do total, sendo dominadas pelo pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) e o eucalipto (*Eucalyptus globulus*); a restante área é ocupada maioritariamente por zonas urbanas e industriais que se distribuem no espaço de um modo desordenado.

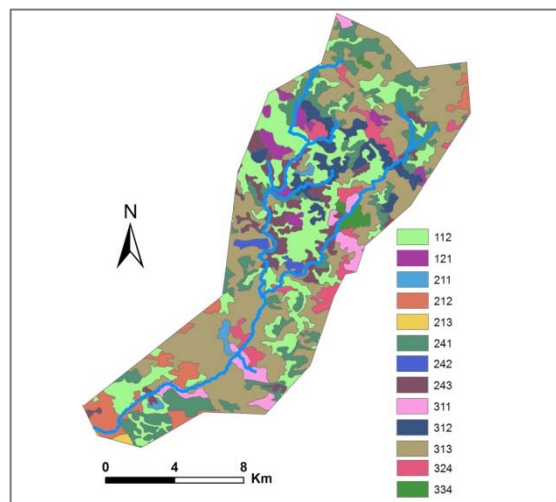


Figura 90. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Antuã.

Principais ameaças: A actividade industrial dentro dos limites da bacia é densa e diversificada, predominando as unidades de pequena e média dimensão, pertencentes maioritariamente aos sectores do calçado, metalúrgico, metalomecânico, têxtil e agro-alimentar. Segundo Moreno (2000) a situação do saneamento ao nível industrial é muito precária. O mesmo autor refere também a importância da actividade pecuária na bacia, em especial no que se refere à criação de bovinos para fins leiteiros. A zona do Rio Antuã que passa no concelho de Estarreja foi considerada uma zona sensível devido à implantação de unidades importantes de indústria química nas freguesias de Avanca e Beduído. Todos estes factores levam a que a qualidade da água do rio Antuã seja considerada muito má (SNIRH, 2009).

Bacia Hidrográfica: Vouga

Curso de água: Rio Vouga

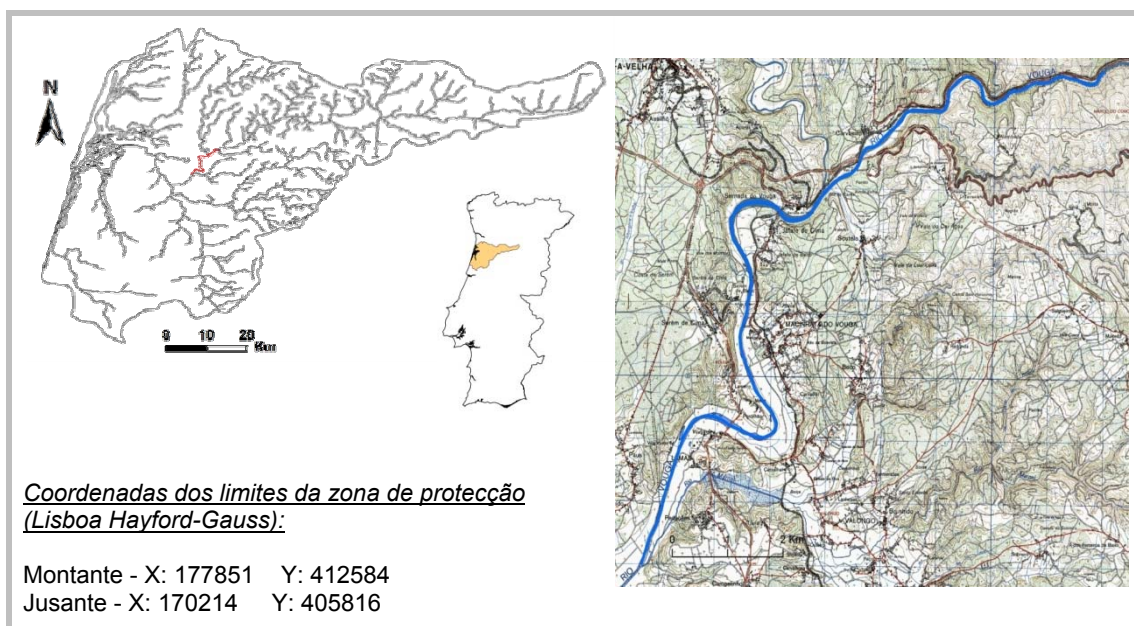


Figura 91. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Vouga.

Caracterização: O Rio Vouga é o principal curso de água que alimenta a Ria de Aveiro. A parte inicial do troço do rio corre num vale encaixado em cujas vertentes predominam matos e manchas de exóticas, apresentando uma galeria ripícola bem conservada. A jusante dá-se a abertura para a planície aluvial, com uma redução do grau de conservação da vegetação marginal, principalmente pelo efeito da pressão exercida nos campos agrícolas contíguos.

Área de abrangência: A zona de prioridade do Rio Vouga (Fig. 91) corresponde ao segmento do rio entre as localidades de Pessegueiro do Vouga (a montante) e Castanheira do Vouga (a jusante). Este segmento de 15 km atravessa três concelhos: Águeda, Albergaria-a-Velha e Sever do Vouga. A ZEC considerada prioritária para o género *Lampetra* sp. está incluída no Sítio do Rio Vouga, designado no Plano Sectorial da Rede Natura (ICNB, 2000), em parte por representar uma área muito importante para a conservação de espécies piscícolas migradoras, nomeadamente lampreia-marinha, sável (*Alosa alosa*) e savelha (*Alosa fallax*).

Usos do solo: Os principais usos do solo na bacia do rio Vouga, a montante da área de conservação e nas suas áreas adjacentes são (Fig. 92): florestas (56,7%), dominados por eucalipto; áreas agrícolas arbóreo-arbustivas (11,89%) e áreas agrícolas arvenses (16,41%). O espaço agrícola é dominado pelos sistemas culturais com especialização em bovinos de leite e a policultura baseada nas culturas arvenses (EEA, 2010).

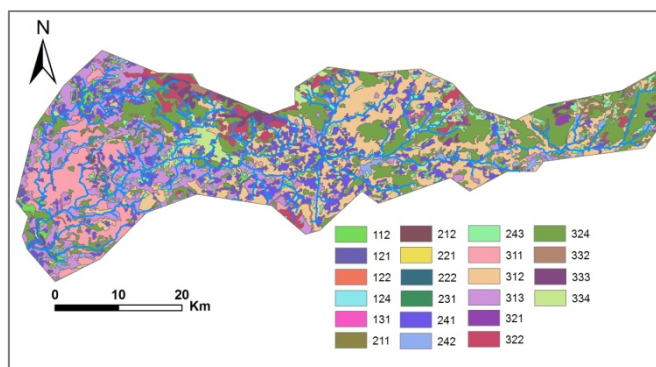


Figura 92. Usos do solo na bacia hidrográfica do rio Vouga.

Principais ameaças: Os principais factores de ameaça para a ZEC definida são a regularização do curso de água e a perda de conectividade fluvial devido à construção de açudes (Açude de Sernada, Açude do Carvoeiro, Mini-hídrica da Grela), florestação intensiva na área envolvente, forte pressão agrícola, poluição doméstica, agrícola e industrial, captações de água, presença de espécies de flora infestantes, nomeadamente acácias e háquias com a substituição da vegetação ripária endémica, e extracção de areias (ICNB, 2000).

Bacia Hidrográfica: Vouga

Curso de água: Rio Alfusqueiro

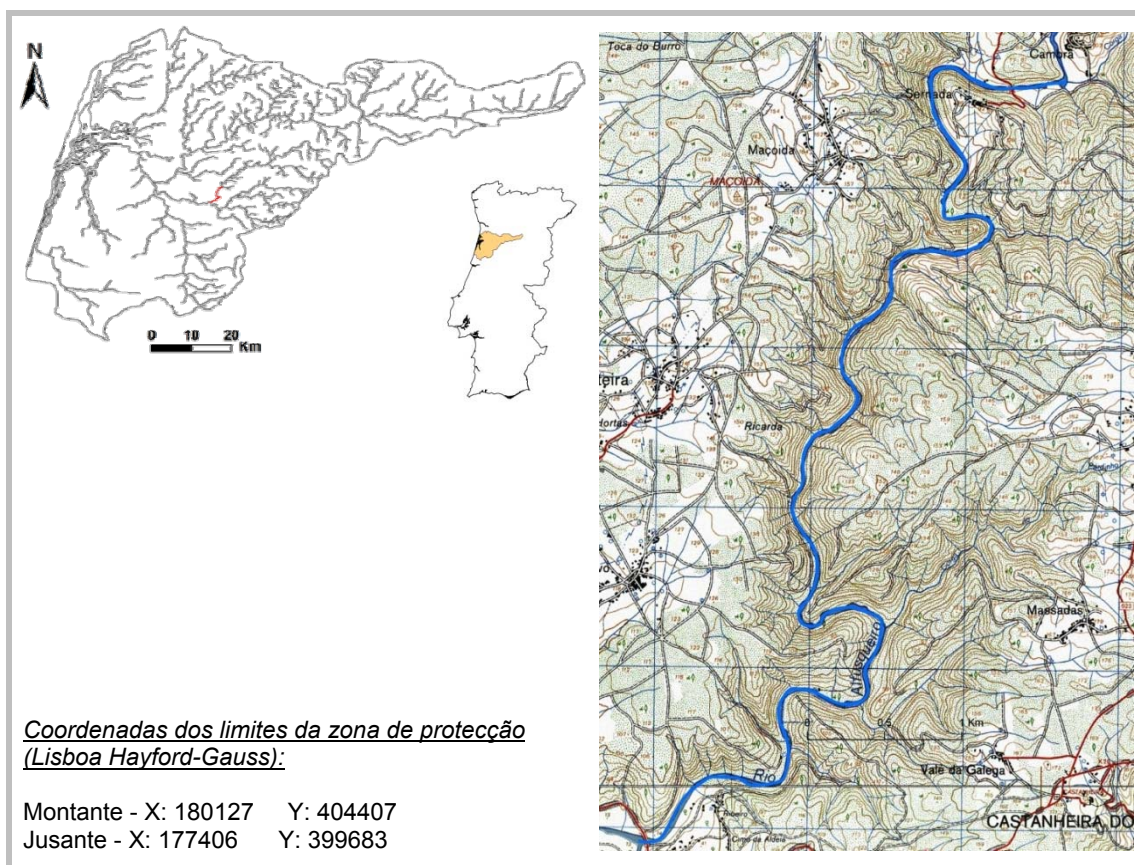


Figura 93. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Alfusqueiro.

Caracterização: O Rio Alfusqueiro é um dos afluentes mais importantes do Rio Águeda que por sua vez desagua na margem esquerda do Rio Vouga e no qual os recursos piscícolas assumem particular interesse.

Área de abrangência: A ZEC de *Lampetra* sp. no Rio Alfusqueiro (Fig. 93) corresponde à zona terminal do curso de água, desde a confluência com o Rio Águeda, na localidade de Cabeço Santo, até à zona em que o Rio Corgado se junta ao Rio Alfusqueiro, próximo da localidade de Cambra. Possui uma extensão de 8,90 km.

Usos do solo: Os usos do solo da bacia de drenagem associada a esta ZEC são maioritariamente florestais (89%) assumindo particular importância as florestas mistas e também espaços florestais degradados (Fig. 94). Os usos agrícolas estão pouco representados (cerca de 9%) e os usos industriais não chegam a 1% da bacia de drenagem (EEA, 2010).

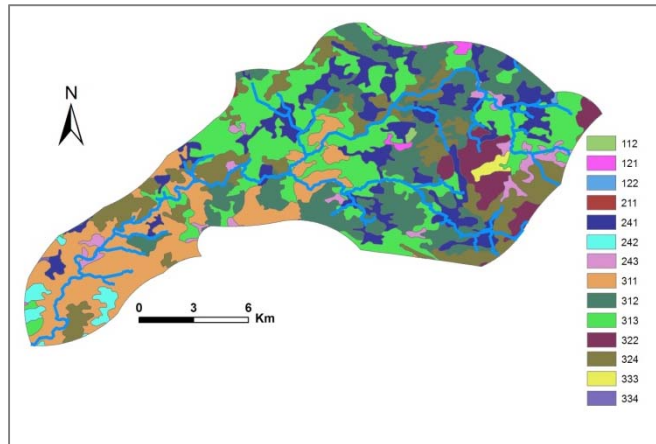


Figura 94. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Alfusqueiro.

Principais ameaças: A poluição aquática é uma ameaça séria no curso de água, uma vez que este foi considerado moderadamente contaminado pelo índice IBMWP, baseado nas comunidades de invertebrados (Teixeira *et al.*, 2008). A regularização do curso de água com a construção de açudes e mini-hídricas é um dos factores que constituem uma ameaça nesta bacia. No Rio Alfusqueiro estão presentes vários açudes de dimensões variadas, inclusive no troço proposto como ZEC no presente projecto (Almeida *et al.*, 2008). Recentemente, foi colocado a concurso a construção de uma mini-hídrica no Rio Alfusqueiro (Oliveira de Frades) para produção de energia hidroelétrica, que poderá contribuir para o aumento da pressão provocada pela interrupção da continuidade longitudinal e variações bruscas de caudal. Também a existência de captações de água e da extracção de inertes constituem ameaças à sobrevivência das populações de *Lampetra* sp..

Bacia Hidrográfica: Vouga

Curso de água: Rio Águeda

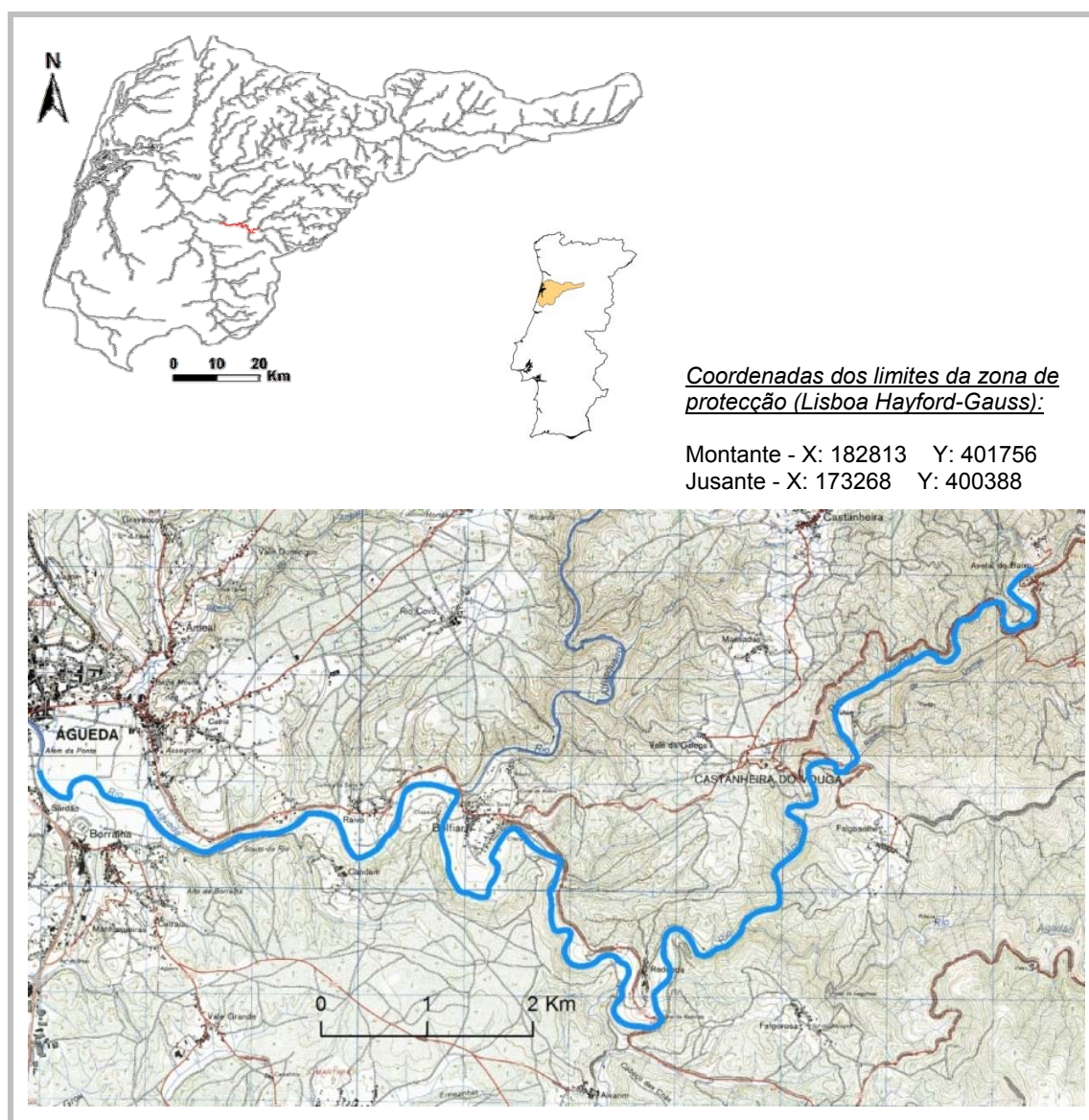


Figura 95. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Águeda.

Caracterização: O Rio Águeda é um afluente da margem esquerda do Rio Vouga, localizado no concelho de Águeda.

Área de abrangência: A ZEC do Rio Águeda (Fig. 95) compreende o troço do rio entre Águeda e a localidade de Avelal de Baixo. A localidade de Águeda situa-se a jusante da confluência dos rios Águeda e Alfusqueiro. A ZEC possui uma extensão de 19,25 km.

Usos do solo: Os usos do solo na bacia de drenagem do Rio Águeda (Fig. 96) são maioritariamente florestais (89%). Cerca de 11% dos usos correspondem a indústrias, que estão sobretudo concentradas nas zonas mais a jusante deste sistema, junto à localidade de Águeda. Os usos agrícolas representam apenas 9% da área da bacia e estão em parte também associados a espaços naturais (EEA, 2010).

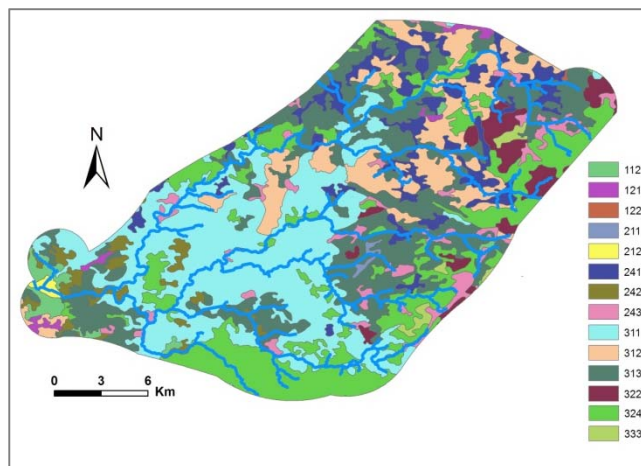


Figura 96. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Águeda.

Principais ameaças: A qualidade da água no Rio Águeda revela uma elevada contaminação industrial e doméstica, típica dos cursos de água localizados junto a aglomerados populacionais e indústrias, sendo por isso considerada uma zona sensível. Os valores de CBO5, CQO e de microrganismos sugerem a classificação deste rio como poluído ou muito poluído neste troço. Os valores de concentração de coliformes e estreptococos são dos mais elevados que ocorrem na bacia do Vouga (INAG, 1999a). Na área definida como ZEC neste projecto existe pelo menos um açude de características rudimentares (Almeida *et al.*, 2008).

Bacia Hidrográfica: Vouga

Curso de água: Rio Cértima

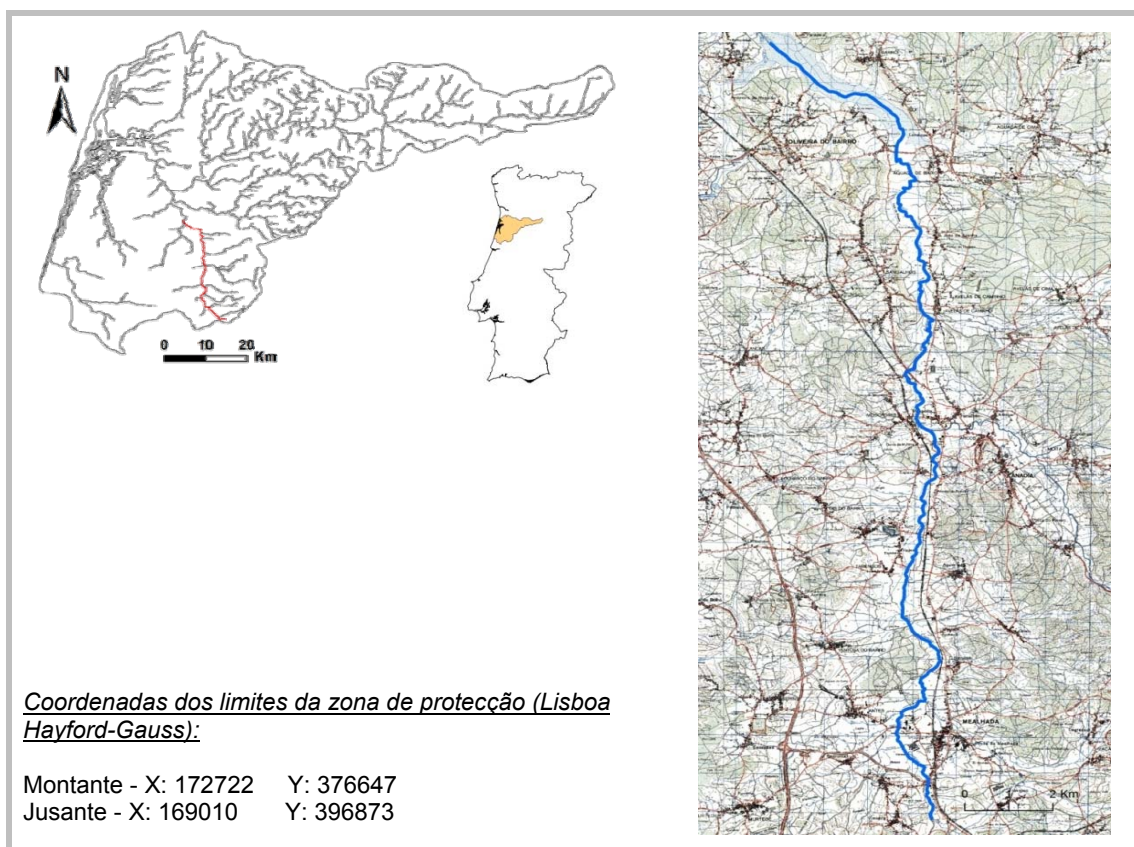


Figura 97. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Cértima.

Caracterização: O Rio Cértima nasce na vertente Oeste da Serra do Buçaco, a sudoeste da Mealhada, a uma altitude de cerca de 380 m. Prolonga-se por uma extensão de cerca de 43 km, atravessando os municípios da Mealhada, Anadia, Oliveira do Bairro e Águeda. No troço final, o vale do Rio Cértima abre-se numa lagoa natural (Pateira de Fermentelos), voltando a estreitar imediatamente antes de desaguar no Rio Águeda (Cassidy, 2010).

Área de abrangência: A ZEC definida para o rio Cértima (Fig. 97) estende-se desde a confluência com as ribeiras de Landiosa e Canedo, próximo da Vimieira, até à zona da confluência com o Rio Levira, entre as localidades de Paradela e Silveiro. Esta ZEC tem uma extensão de 22 km.

Usos do solo: Cerca de 48% da área da sub-bacia do Rio Cértima é ocupada por florestas indiferenciadas, enquanto os terrenos agrícolas ocupam cerca de 44% (dos quais 27% são vinha), essencialmente com culturas anuais indiferenciadas, podendo também ser encontradas culturas de regadio e de sequeiro e arrozais (Fig. 98). A restante área da bacia corresponde a ocupação urbana (EEA, 2010).

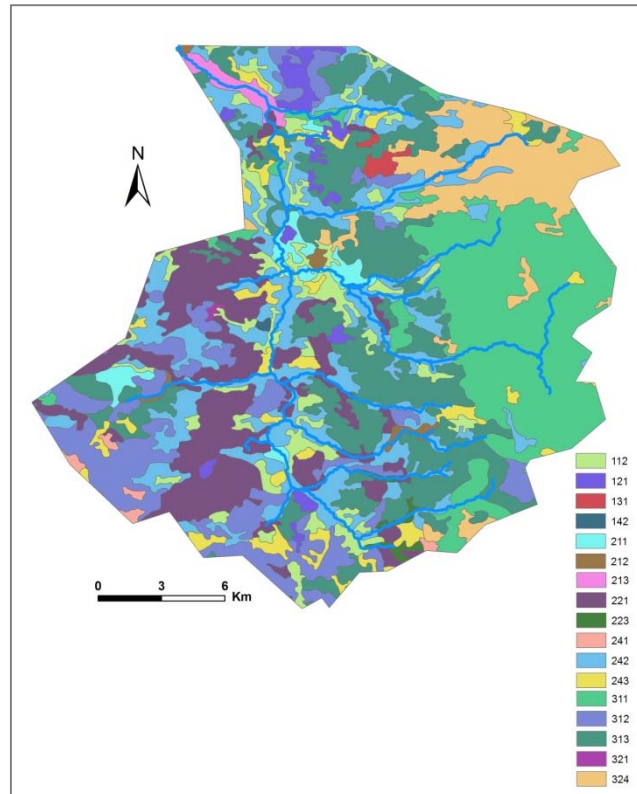


Figura 98. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Cértima.

Principais ameaças: As sub-bacias dos braços sul e norte da ria de Aveiro (entre elas a do rio Cértima, a Sul) representam as zonas mais populosas e industrializadas da bacia do Rio Vouga, com a sub-bacia do rio Cértima a apresentar ainda uma concentração de áreas agrícolas. A elevada densidade populacional, e uma actividade agrícola e pecuária expressiva, são assim responsáveis por uma pressão orgânica e inorgânica elevada, agravada pelos sistemas de colecta e tratamento de efluentes insuficientes e/ou ineficientes (INAG, 2001a). Um dos resultados da elevada carga poluente reflecte-se na eutrofização da Pateira de Fermentelos, que é parte integrante desta bacia e que se encontra classificada como uma Zona de Protecção Especial (ZPE) da Ria de Aveiro (Decreto-Lei N.º 384-B/99, de 23 de Setembro).

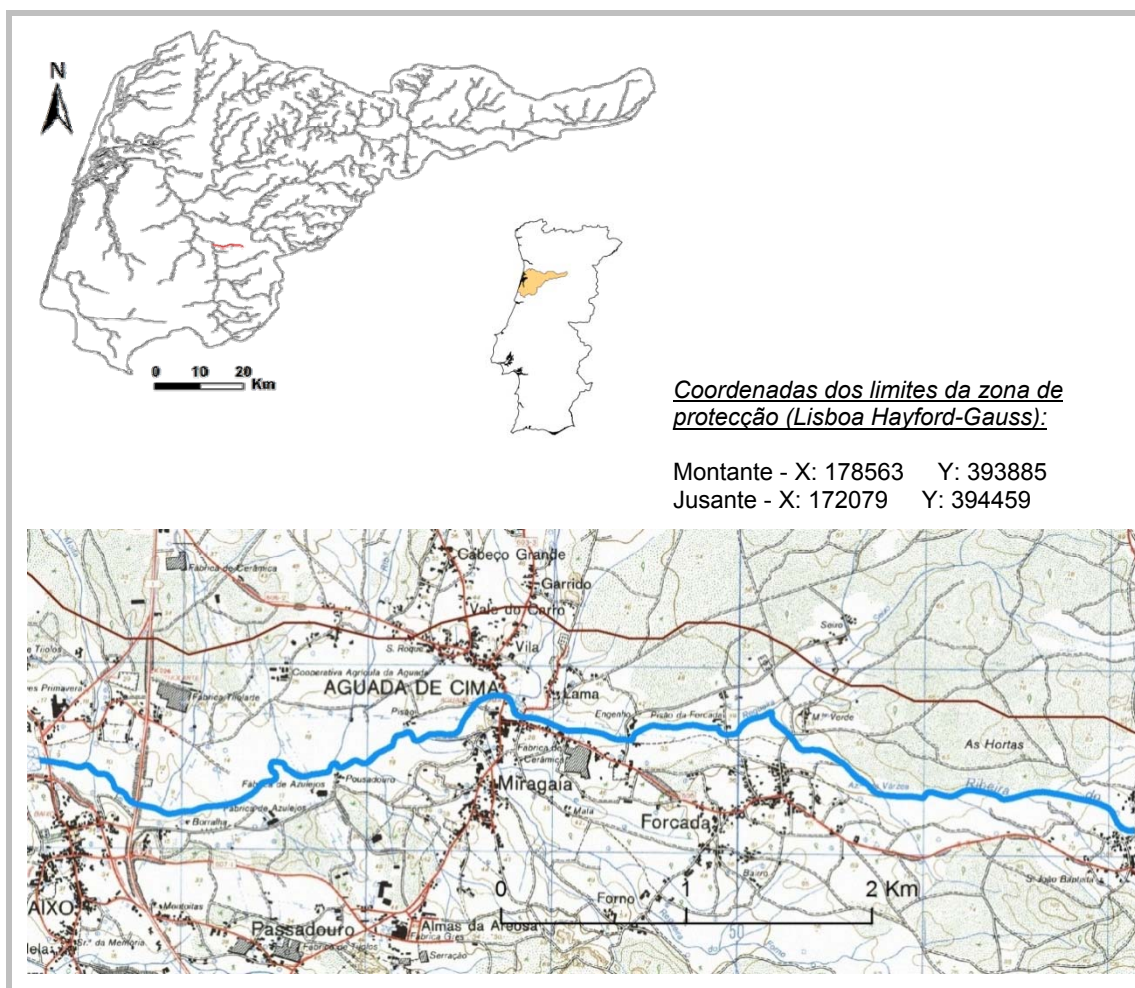
Bacia Hidrográfica: Vouga**Curso de água: Ribeira do Cadaval**

Figura 99. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira do Cadaval.

Caracterização: A Ribeira do Cadaval situa-se na zona sul do concelho de Águeda. Desagua no Rio Cértima junto à localidade de Aguada de Baixo (Fig. 99).

Área de abrangência: A zona de prioridade da Ribeira do Cadaval (Fig. 99) corresponde à zona entre a localidade de Aguada de Baixo, na confluência com o Rio Cértima, e a localidade do Bustelo. A ZEC tem uma extensão de aproximadamente 7 km.

Usos do solo: A bacia de drenagem é constituída maioritariamente por zonas florestais (91%), assumindo particular importância as florestas de folhosas e mistas (Fig. 100). A agricultura representa apenas 6% dos usos do solo totais da bacia, incluindo arrozais, vinhas, culturas anuais de sequeiro bem como agricultura com espaços naturais. Os territórios artificiais representam 3% dos usos, sendo de referir a existência de áreas de extracção mineira (EEA, 2010).

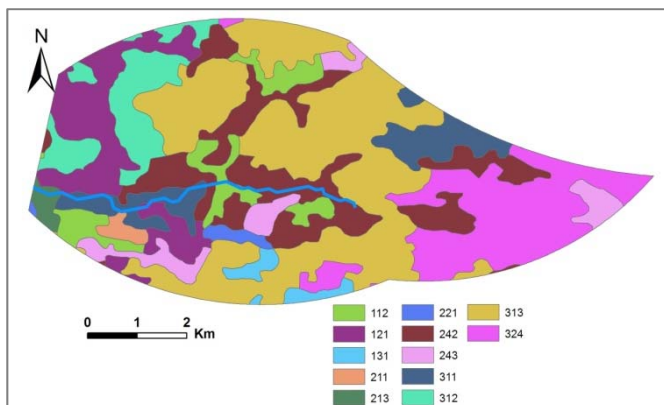


Figura 100. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira do cadaval.

Principais ameaças: A extracção mineira, a poluição aquática e alterações hidromorfológicas do leito constituem os principais factores de pressão às populações de *Lampetra sp.* desta ribeira.

Bacia Hidrográfica: Vouga

Curso de água: Rio Levira

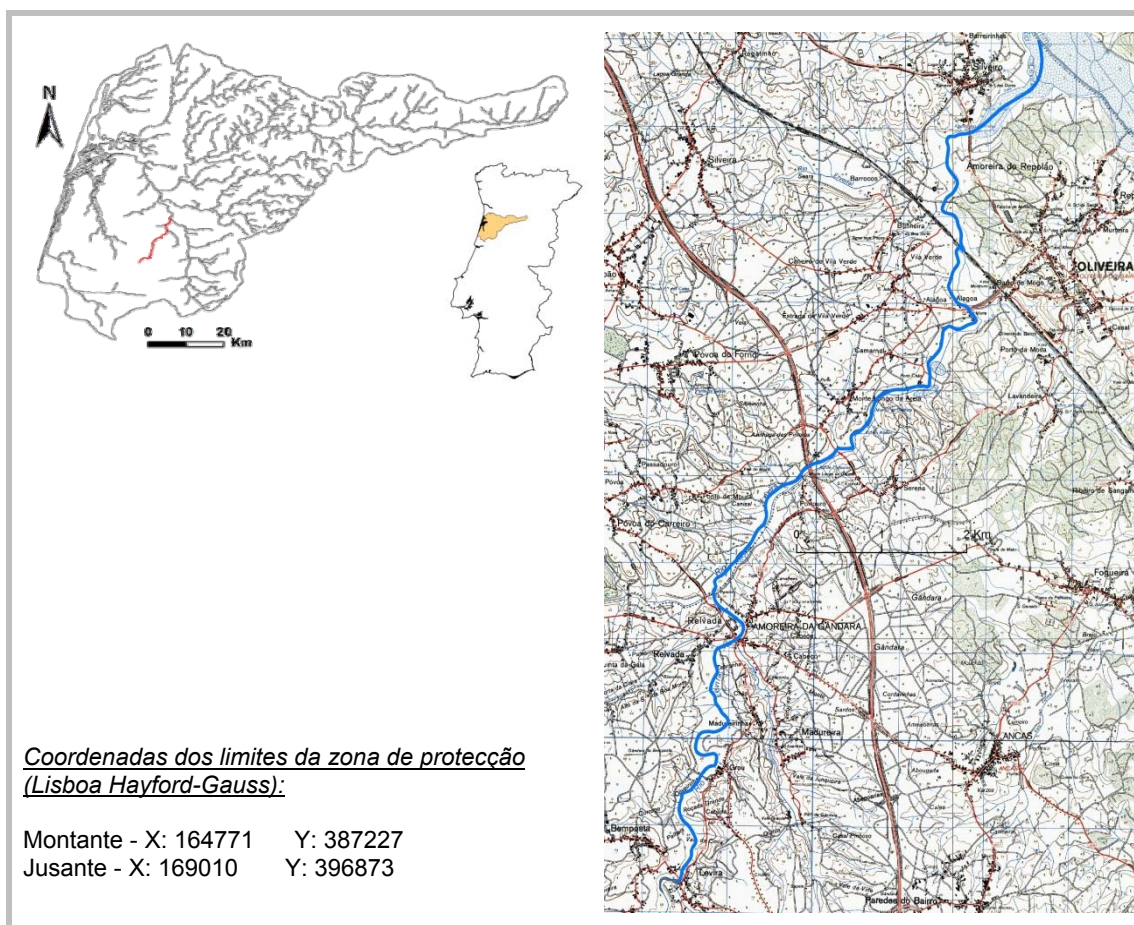


Figura 101. Zona Especial de Conservação de Lampetra sp. no Rio Levira.

Caracterização: O Rio Levira é o principal afluente da margem esquerda do rio Cértima e estende-se por um percurso de cerca de 20 km, no sentido Sul-Norte, desaguando no Rio Cértima próximo da Pateira de Fermentelos (Fig. 101). O Rio Levira nasce junto à povoação de Levira, que lhe dá o nome, e percorre os concelhos de Anadia e de Oliveira do Bairro. Toda a sua área de drenagem se encontra abaixo dos 100 m de altitude, sendo, à semelhança de toda a sub-bacia do Rio Cértima, considerado como um rio de planície sujeito a frequentes períodos de inundação (Silva, 2008).

Área de abrangência: A ZEC do Rio Levira (Fig. 101) estende-se desde a localidade de Levira até à confluência deste curso de água com o Rio Cértima, com uma de extensão de 13,8 km que passam nos concelhos de Anadia e Oliveira do Bairro.

Usos do solo: Os usos do solo agrícolas representam mais de metade dos usos totais da bacia de drenagem (52%), as florestas representam 40% dos usos do solo e as áreas artificiais cerca de 6% (Fig. 102; EEA, 2010).

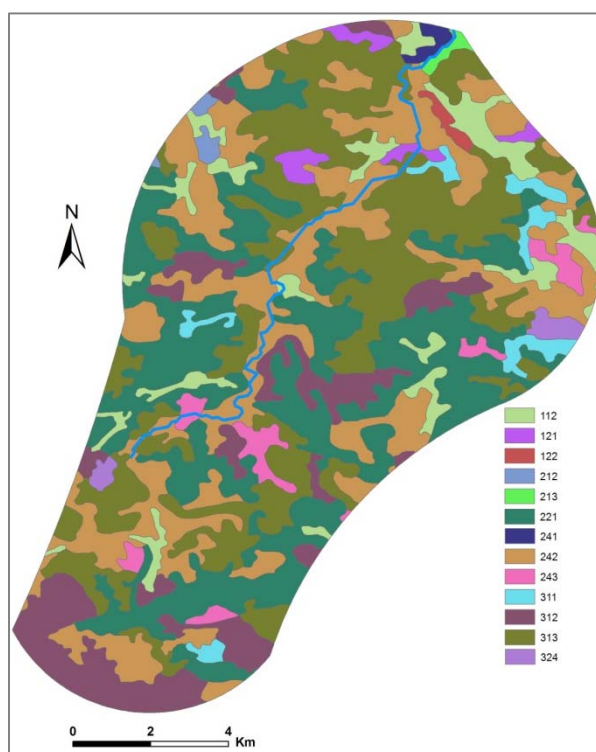


Figura 102. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Levira.

Principais ameaças: À semelhança do Rio Cértima, esta sub-bacia apresenta uma elevada densidade populacional, assim como uma actividade agrícola e pecuária intensa que são responsáveis por uma elevada pressão orgânica e inorgânica ao nível das linhas de água, agravada pelos sistemas de colecta e tratamento de efluentes insuficientes e/ou ineficientes (INAG, 2001a).

Bacia Hidrográfica: Mondego

Curso de água: Rio Ançã e Vala Vale Travesso

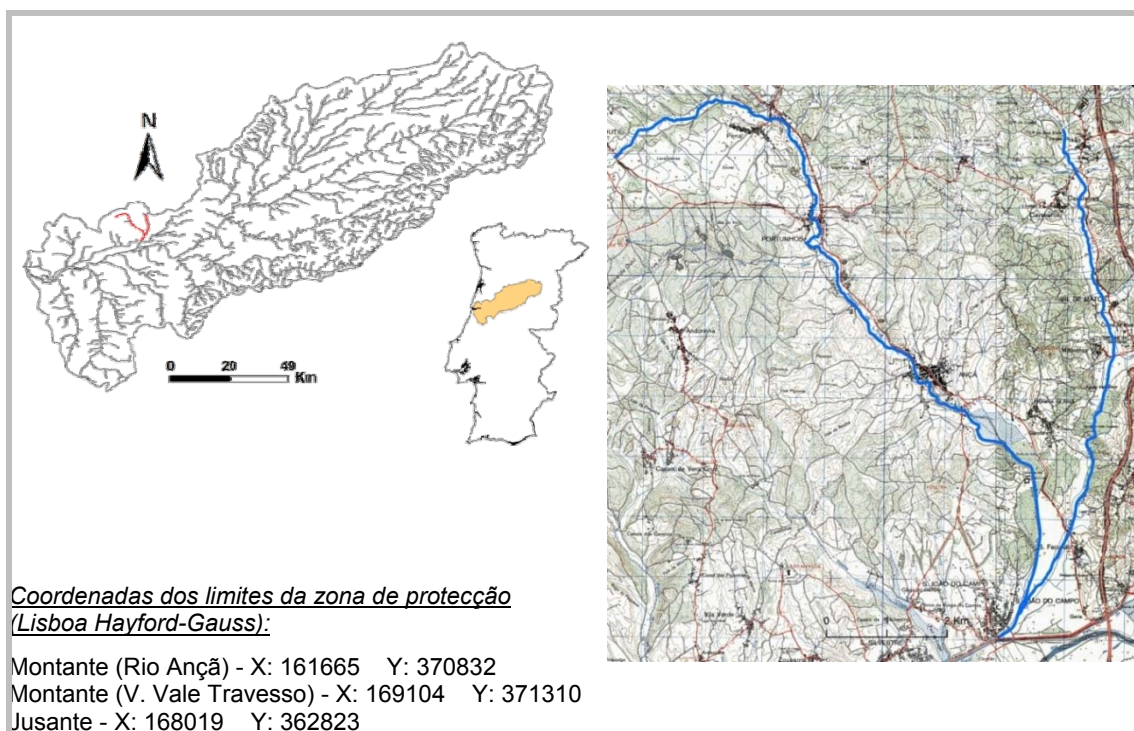


Figura 103. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Ançã e Vala Vale Travesso.

Caracterização: O Rio Ançã é um afluente da margem direita do Rio Mondego, a jusante do açude Ponte de Coimbra (Fig. 103). Ao Rio Ançã conflui a Vala Vale Travesso na localidade de São João do Campo, concelho de Coimbra, estando ambas as linhas de água situadas na zona denominada de Baixo Mondego.

Área de abrangência: A ZEC do Rio Ançã e Vala Vale Travesso (Fig. 103) está limitada a jusante pela confluência do Rio de Ançã com a Vala Real, localidade de S. João do Campo e estende-se para montante do Rio Ançã à localidade de Outil e pela Vala Vale Travesso até a confluência com a Ribeira de Pisão, na localidade de Pisão. Esta ZEC possui uma extensão de 23,6 km.

Usos do solo: A ocupação do solo na sub-bacia do Rio Ançã (Fig. 104) é distribuída entre as áreas de agrícolas (51,4%) e as florestas (45,4%). O tecido urbano e a indústria, comércio e equipamentos gerais ocupam 3,2% da área da bacia. As áreas agrícolas heterogêneas ocupam 20,1% dos usos totais, as vinhas 20,3%, os olivais 2,1% e as culturas anuais de regadio 8,1% (EEA, 2010).

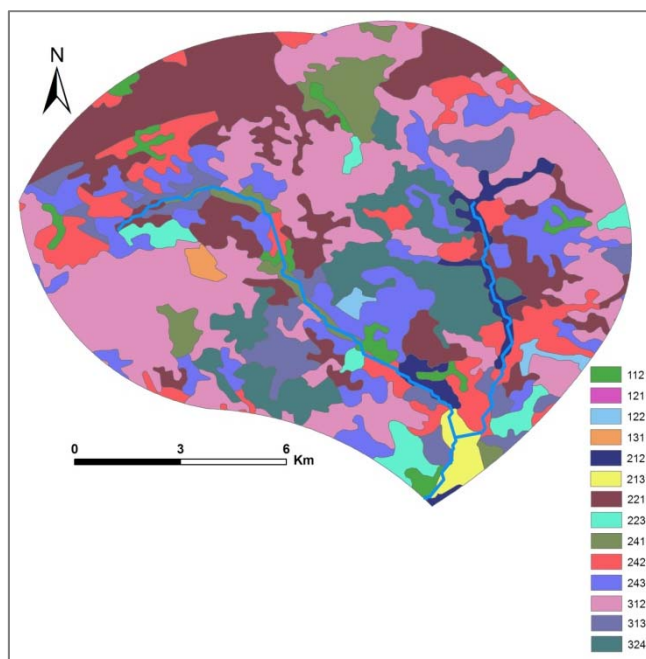


Figura 104. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Ançã e Vala Vale Travesso.

Principais ameaças: A qualidade da água do Rio Ançã foi considerada boa a razoável nas poucas medições efectuadas até ao momento (SNIRH, 2009). Nos planos de bacia hidrográfica a água foi considerada média a má (INAG, 1999b). Esta zona é alvo de fortes pressões, nomeadamente para regularização de alguns rios (entre eles o Rio Ançã e a Vala Vale Travesso) com vista à sua utilização para fins agrícolas.

Bacia Hidrográfica: Mondego

Curso de água: Ribeira de Mortágua

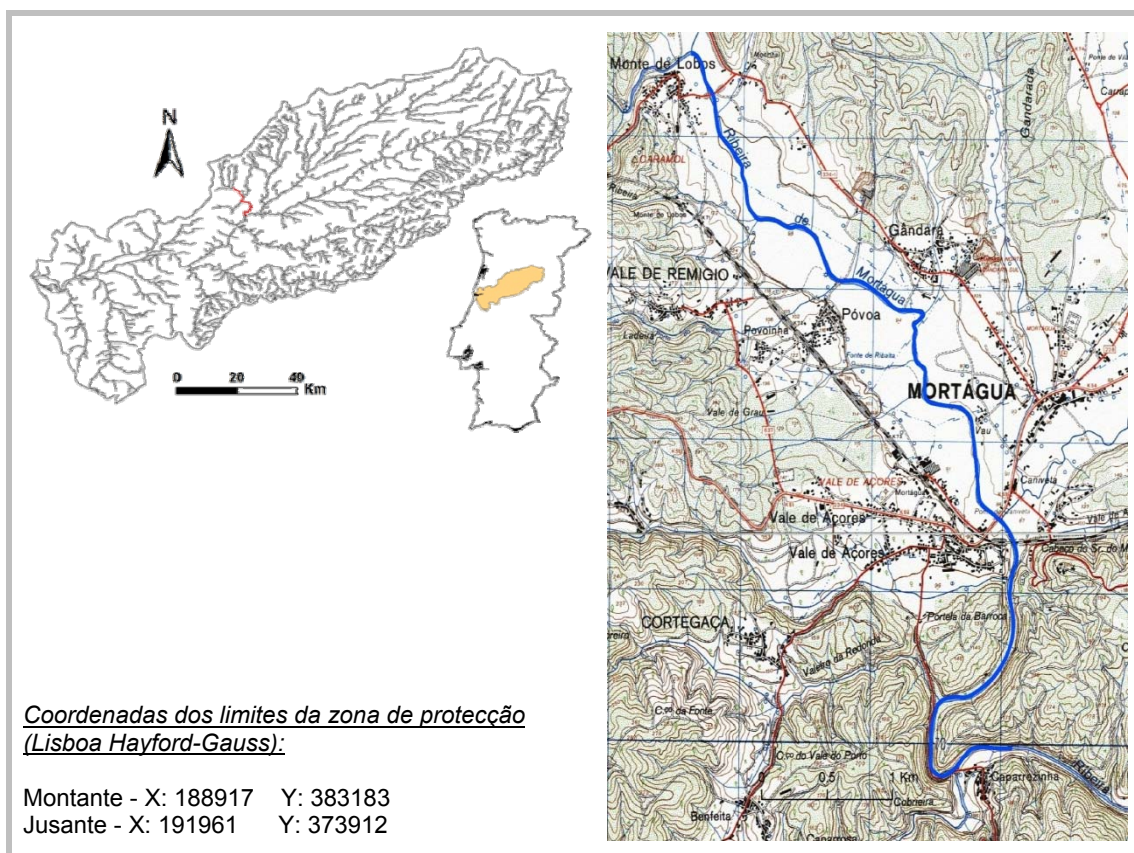


Figura 105. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira de Mortágua.

Caracterização: A Ribeira de Mortágua situa-se na zona do Alto Mondego, numa área da bacia inserida no maciço da Serra da Estrela na qual o rio corre ao longo de vales glaciares (Fig. 105). A Ribeira de Mortágua é um afluente da margem direita do Rio Mondego, localizado no concelho de Mortágua. Desagua no Rio Mondego entre a Barragem de Raiva e a da Aqueira, junto à localidade de Almaça.

Área de abrangência: A ZEC (da Ribeira de Mortágua é limitada a montante pela confluência com a Ribeira de Vida Boa, na localidade de Monte de Lobos e a jusante pela zona da ribeira junto à localidade de Caparrozinha, concelho de Mortágua (Fig. 105). Esta ZEC possui uma extensão de aproximadamente 7,3 km.

Usos do solo: A ocupação do solo da sub-bacia de drenagem da Ribeira de Mortágua (Fig. 106) distribui-se da seguinte forma: 93,4% correspondem a zonas florestais; 6% corresponde a áreas agrícolas e 0,6% correspondem a tecido urbano descontínuo (EEA, 2010).

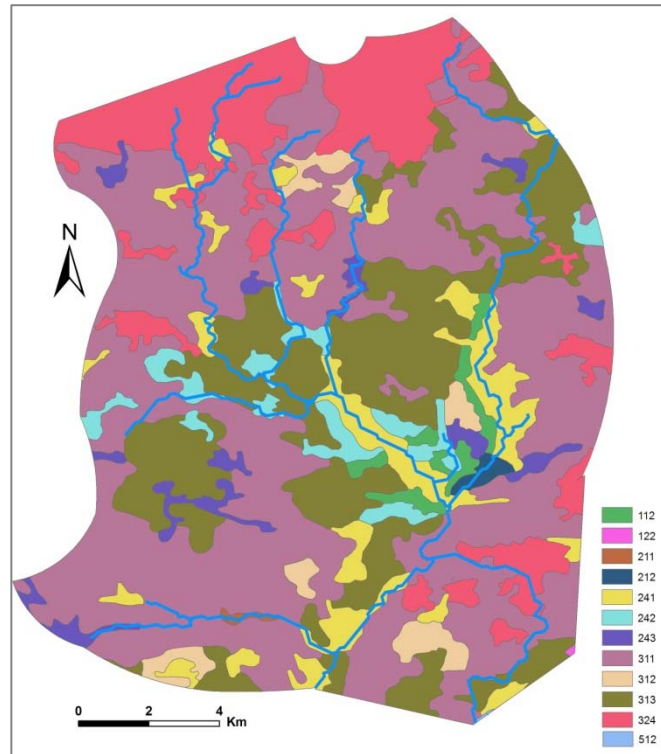


Figura 106. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira de Mortágua.

Principais ameaças: A área de conservação prioritária encontra-se numa zona muito fragmentada, não apenas para jusante, como para montante devido à construção de uma barragem na freguesia de Pala, a montante da localidade de Monte de Lobos. Esta barragem serve parte do Aproveitamento Hidroagrícola das Várzeas das ribeiras de Fraga e de Mortágua. A qualidade da água da Ribeira de Mortágua tem sido considerada razoável (SNIRH, 2009). No plano de bacia hidrográfica (INAG, 2001b) é recomendada a preservação da qualidade da água em toda a sub-bacia da Ribeira de Mortágua em virtude de englobar um conjunto de biótopos variados e uma elevada biodiversidade natural, que inclui a presença de espécies prioritárias em termos conservacionistas ou comerciais, em particular populações de lampreia-de-riacho e de truta, respectivamente.

Bacia Hidrográfica: Mondego

Curso de água: Rio Criz e Rio Mau

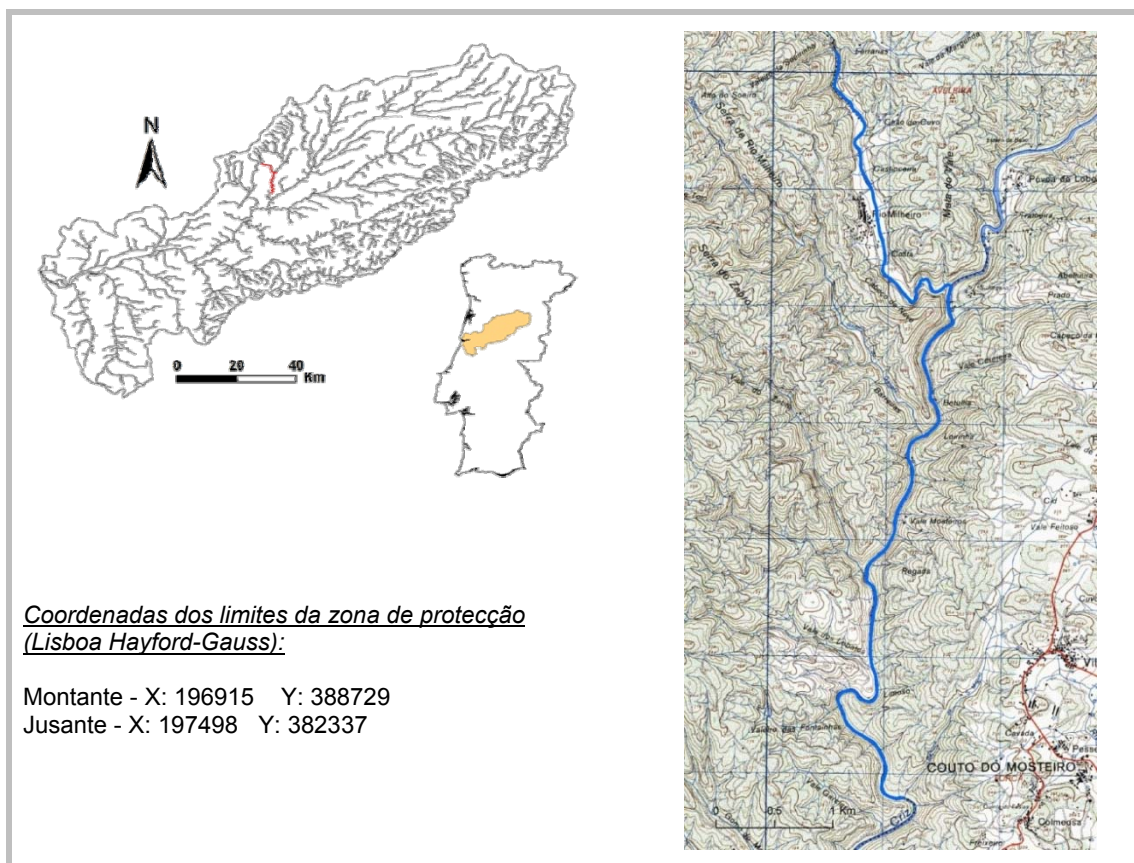


Figura 107. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Criz e Rio Mau.

Caracterização: Os rios Criz e Mau situam-se na área no concelho de Tondela, (Fig. 107) em duas áreas geomorfológicas distintas – a Serra do Caramulo, que o delimita a Noroeste, e uma outra de características aplanadas que se estende até ao Rio Dão, que é entrecortada pelos vales dos rios Dinha e Criz, que constituem estruturas por vezes sinuosas e apertadas. A orografia deste território é responsável pela variedade e multiplicidade de bacias hidrográficas com cursos de água de regime torrencial ou invernosu.

Área de abrangência: A ZEC do Rio Criz (Fig. 107) encontra-se limitada a jusante pela zona de regolho da Barragem da Aguieira, na zona de Santa Comba Dão. Por esse motivo inicia-se na confluência do Criz com a Barroca de São Miguel e estende-se para montante até ao Rio Mau, na zona de Ferrarias, na confluência com o Ribeiro do Vale. Esta ZEC possui uma extensão de 8,5 km.

Usos do solo: Na sub-bacia do Rio Criz a ocupação do solo é maioritariamente florestal (84,5%). As áreas agrícolas ocupam 14,1% da bacia e as zonas artificializadas cerca de 11,1% (Fig. 108). As áreas agrícolas são constituídas na sua maioria por sistemas culturais e parcelares complexos, com a agricultura com espaços naturais ocupando também uma área significativa da sub-bacia de drenagem. Os tecidos artificializados ocupam 1,4% da bacia e estão quase totalmente concentrados junto ao limite Este da bacia, na cidade de Tondela. Os planos de água ocupam 3% da sub-bacia de drenagem e correspondem a zonas mais a jusante da bacia, na albufeira da Aguieira (EEA, 2010)

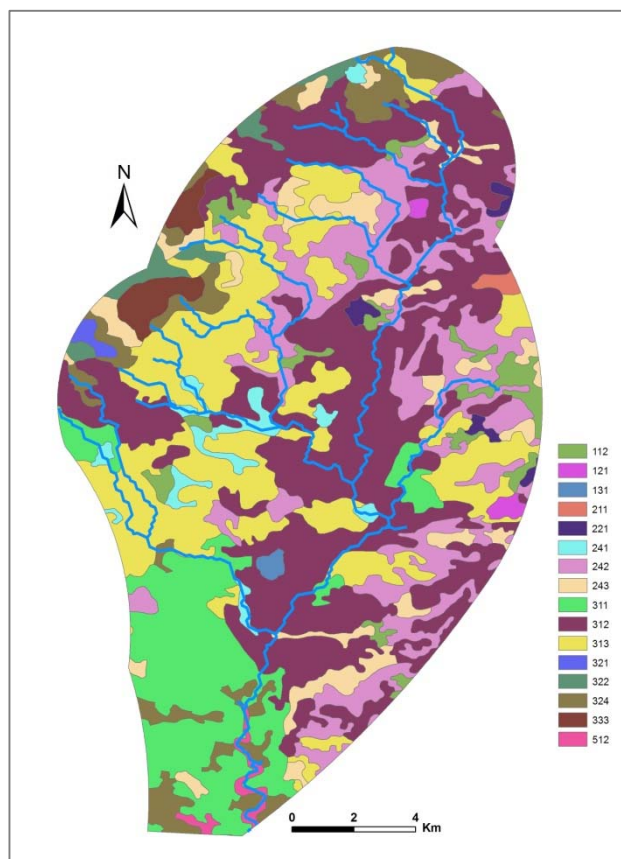


Figura 108. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Criz e Rio Mau.

Principais ameaças: A qualidade da água no Rio Criz é, em média, razoável, no entanto apresenta medições para apenas quatro anos (SNIRH, 2009), podendo por isso ser pouco representativa da situação real. Existe o projecto de construção de uma mini-hídrica no Rio Criz (Tondela) para utilização privativa de recursos hídricos do domínio público e produção de energia hidroelétrica, o que poderá causar um aumento da pressão em termos de perda de conectividade longitudinal e regularização do caudal.

Bacia Hidrográfica: Mondego

Curso de água: Rio Corvo

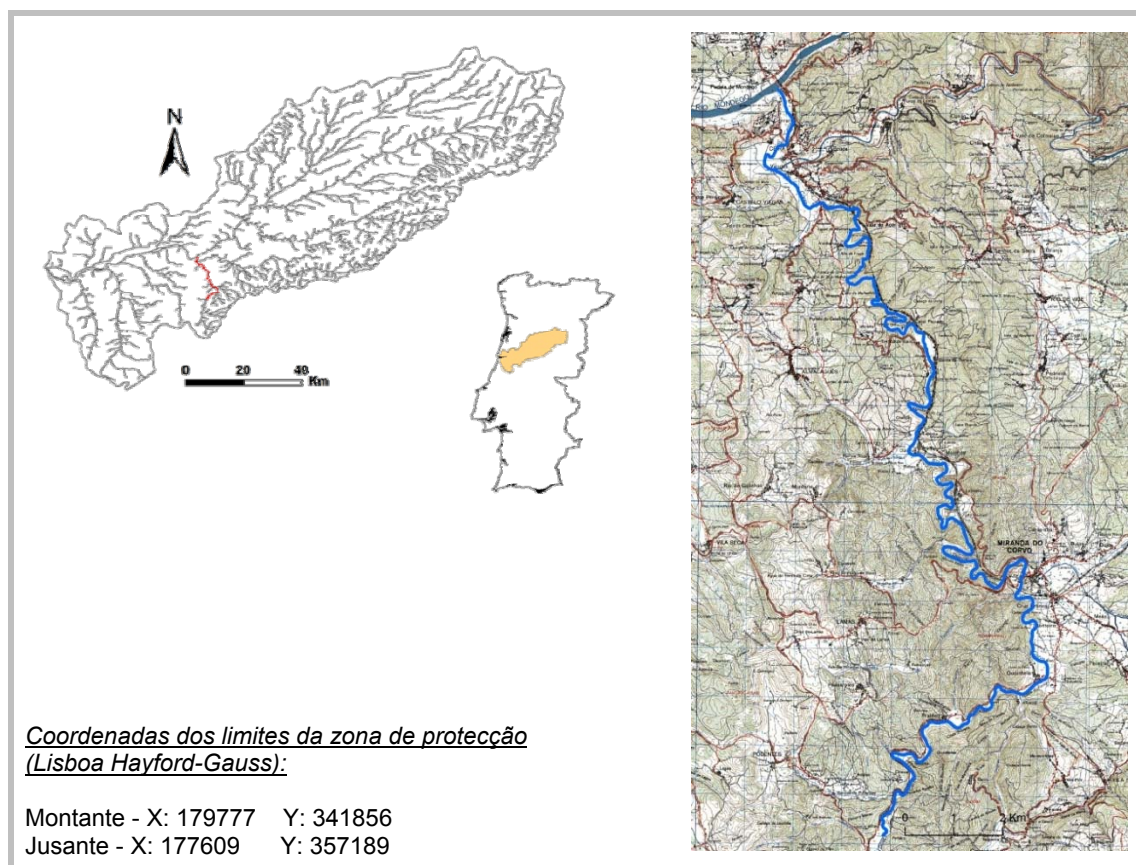


Figura 109. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Corvo.

Caracterização: Situado na zona do Baixo Mondego, o Rio Corvo é um afluente da margem esquerda do Rio Ceira que por sua vez conflui com o Rio Mondego a montante do Açude Ponte de Coimbra (Fig. 109). É um curso de água inserido em zonas de baixo-relevo, na sua maioria com inclinações inferiores a 5%. A galeria ripícola apresenta de um modo geral um elevado estado de conservação ao longo do rio e a água, para fins piscícolas, cumpre todos os parâmetros de qualidade (INAG, 2001b).

Área de abrangência: A ZEC do Rio Corvo (Fig. 109) estende-se desde a confluência com o Rio Ceira, até à confluência com a Ribeira do Vale Melhorado, junto à localidade de Pinheiro, concelho de Penela. Possui uma extensão de 12,6 km.

Usos do solo: As áreas adjacentes ao Rio Corvo são ocupadas por zonas florestais, florestas de resinosas e folhosas (Fig. 110). As principais culturas existentes na sub-bacia são o milho (59,8%), a batata (36,6%) e os pomares (3,5%), estes últimos localizados frequentemente nas margens do rio (EEA, 2010).

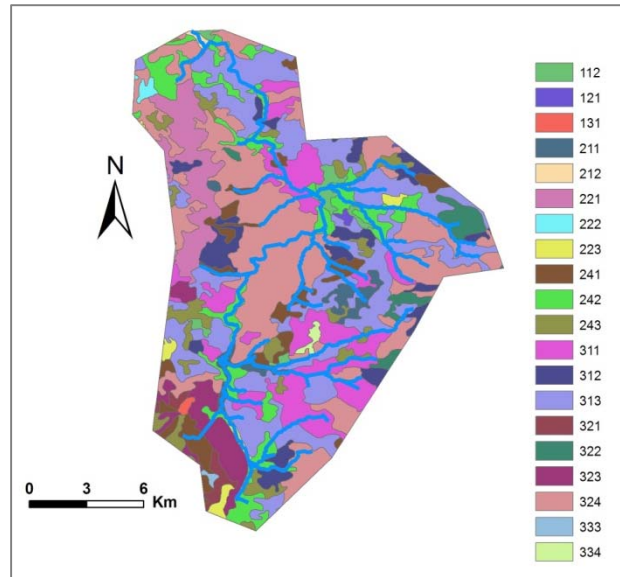


Figura 110. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Corvo.

Principais ameaças: No Rio Corvo existe uma pequena barragem que serve de abastecimento às actividades industriais. Ainda que não exerça uma acentuada regularização do caudal do rio, esta estrutura transversal causa problemas em termos de conectividade longitudinal, impedindo a movimentação dos organismos aquáticos e limitando o habitat disponível. Na zona mais a jusante do Rio Corvo verifica-se a existência de alguns problemas ambientais como a extracção de inertes e a existência de efluentes não tratados de origem domésticas.

Bacia Hidrográfica: Mondego

Curso de água: Rio Anços

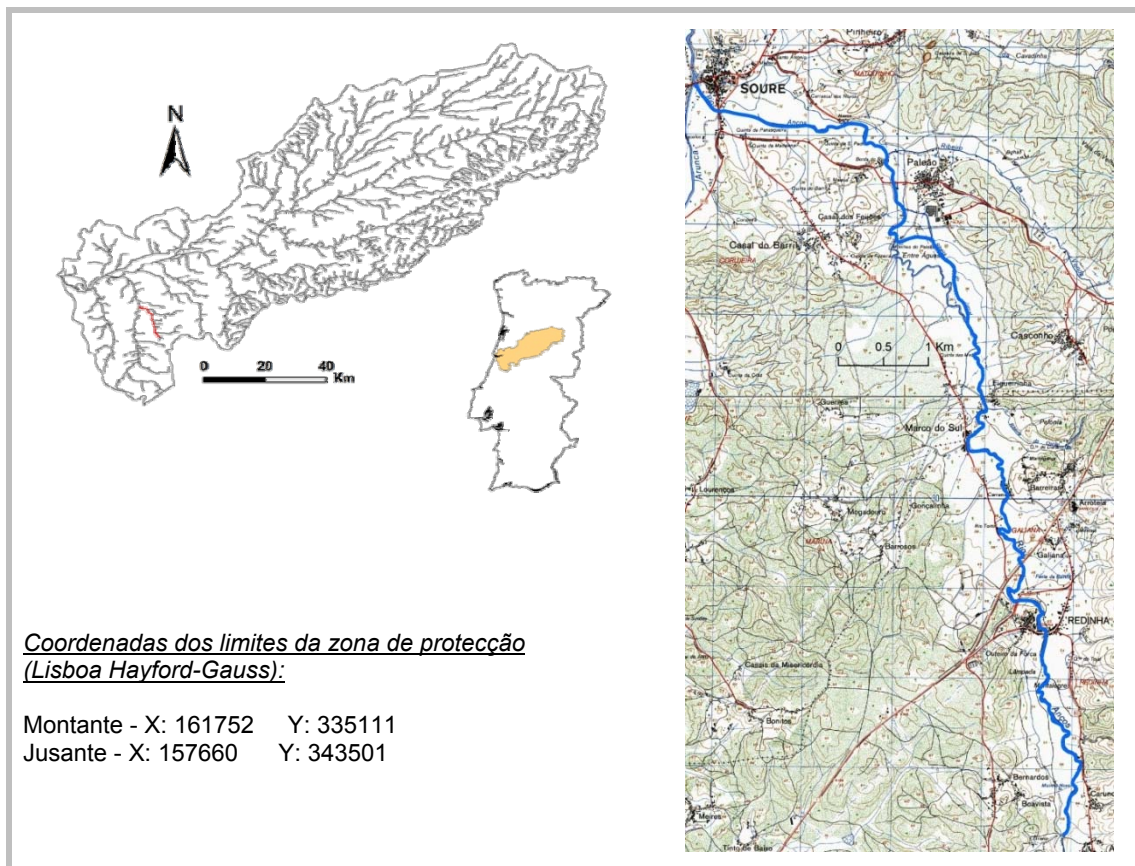


Figura 111. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Anços.

Caracterização: Na margem esquerda do Rio Mondego situa-se o Rio Arunca e o seu afluente, o Rio Anços (Fig. 111). Ambos apresentam uma abundância ictiofaunística elevada e caracterizam-se por possuírem zonas de corrente, possibilitando uma boa oxigenação da água e alguma integridade no meio envolvente e da qualidade da água (INAG, 2001b).

Área de abrangência: A ZEC do Rio Anços (Fig. 111) é limitada a jusante pela confluência do Rio Anços com o Rio Arunca, na localidade de Soure e estende-se para montante até a localidade de Anços. Possui uma extensão de aproximadamente 13 km e atravessa os concelhos de Soure e Pombal. No Rio Anços, junto à localidade de Soure, existe um açude com importância balnear.

Usos do solo: A sub-bacia do Rio Anços apresenta em 64,8% da sua área de ocupação, usos florestais diversificados (Fig. 112). Os usos agrícolas ocupam 33,4% da sub-bacia apresentando áreas agrícolas heterogéneas (22,6% dos usos totais da bacia), oliveais (8,9%) e outros usos em menor ocupação, como as vinhas (0,1%) e as culturas anuais de sequeiro (0,5%). De salientar a existência de áreas de extracção mineira que ocupam 1,2% dos usos do solo nesta sub-bacia (EEA, 2010).

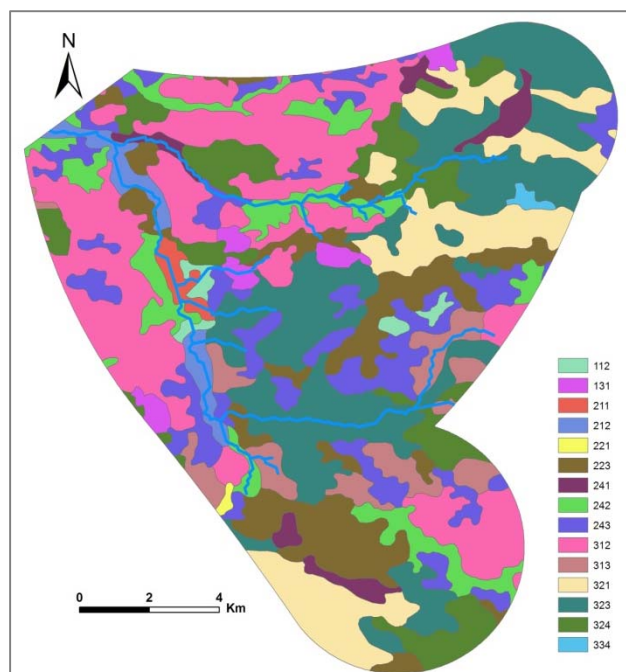


Figura 112. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Anços.

Principais ameaças: A perda de conectividade fluvial, com a presença de vários pequenos açudes, a poluição aquática e a degradação da galeria rípicola constituem os principais constrangimentos ambientais encontrados nesta linha de água.

Bacia Hidrográfica: Lis

Curso de água: Rio Fora

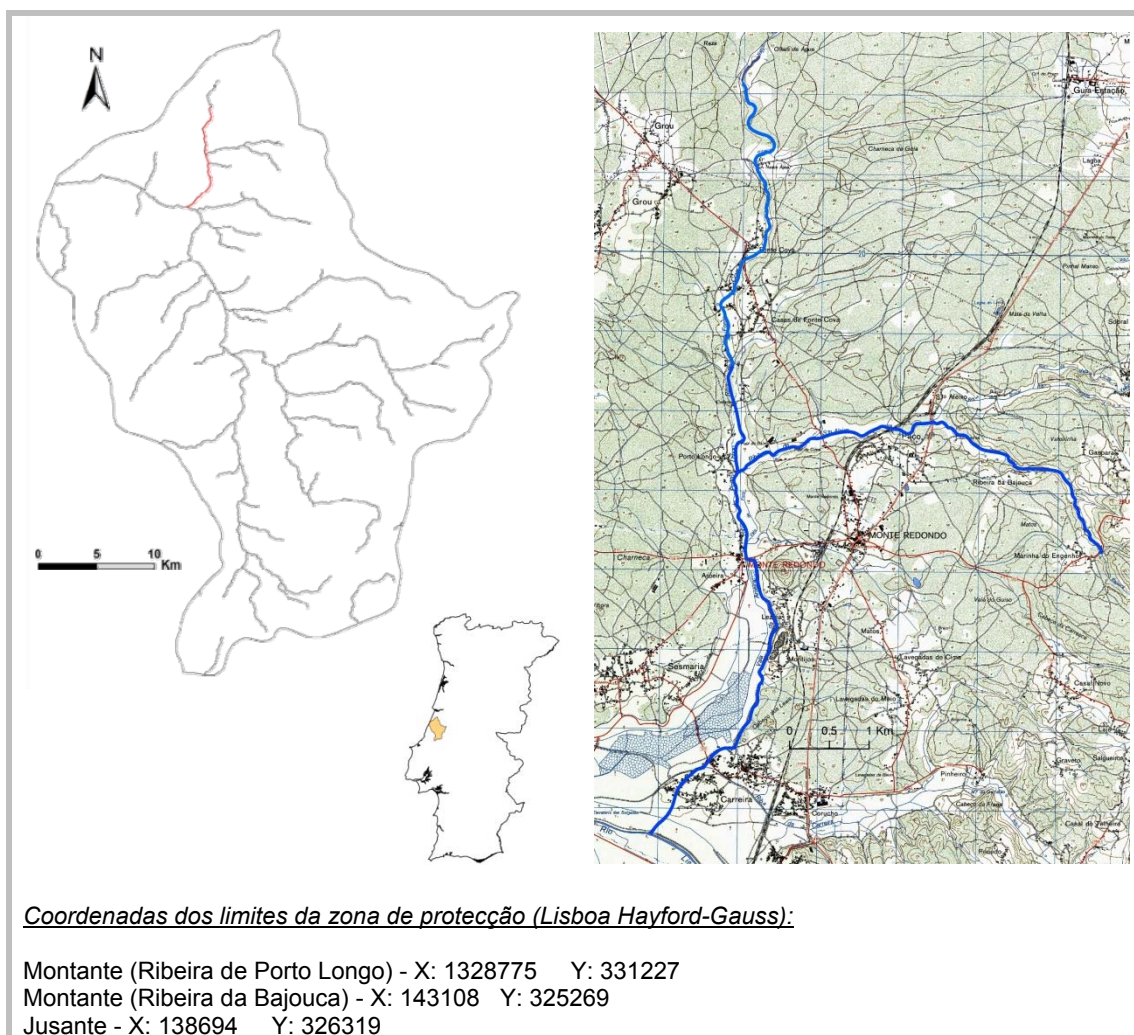


Figura 113. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Fora.

Caracterização: A Bacia Hidrográfica do Rio Lis é uma bacia costeira, localiza-se no centro do país e tem uma extensão de 945 km². O Rio Fora é um dos principais afluentes da margem direita do Rio Lis (Fig. 113).

Área de abrangência: A ZEC para a conservação de *Lampetra* sp. (Fig. 113) é limitada a jusante pela confluência da Vala da Aroeira junto à confluência com o Rio Lis, perto da localidade de Carreira. Segue para montante pela Ribeira de Porto Longo, Ribeira de Fonte Cova e Ribeira de Nasce Água, onde termina um pouco a montante da localidade de Grou, distrito de Leiria. A Ribeira de Santo Aleixo é um afluente da margem esquerda da Ribeira de Porto Longo, juntando-se a esta na localidade de Paço. Na Ribeira de Santo Aleixo desagua a Ribeira da Bajouca na qual

termina a zona de conservação junto à localidade de Marinha do Engenho, na Bajouca. Esta ZEC possui uma extensão de 18,36km.

Usos do solo: A sub-bacia do Rio Fora apresenta uma ocupação maioritariamente florestal (78% da área total), destacando-se as áreas ocupadas por florestas de resinosas que correspondem à zona da sub-bacia pertencente à Mata Nacional do Urso. Os usos agrícolas estão concentrados na zona mais a jusante da bacia e na zona junto ao limite Este (Fig. 114) ocupando 19% da área da sub-bacia enquanto os tecidos artificializados variados ocupam cerca de 3%. Nos usos agrícolas destacam-se as culturas anuais de regadio com 39.2% de ocupação e as áreas agrícolas heterogéneas com 56,6% (EEA, 2010).

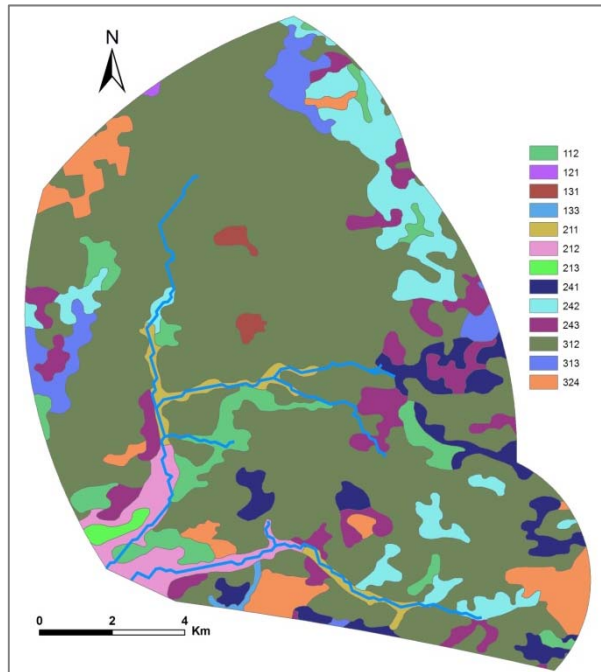


Figura 114. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Fora.

Principais ameaças: A actividade pecuária distribui-se ao longo de toda a bacia do Lis, com particular incidência na zona mais a jusante do rio, incluindo o Rio Fora (INAG, 2002). Na freguesia da Bajouca localizam-se várias empresas de fabricação de produtos cerâmicos não refractários e refractários, actividade que inclui a fabricação de artigos de porcelana, faiança de grés fino e a olaria (INAG, 2001c). A degradação da galeria ripícola com a substituição de espécies autóctones por canaviais ou margens regularmente limpas é também um factor pressão acrescida nesta sub-bacia.

Bacia Hidrográfica: Ribeiras do Oeste

Curso de água: Ribeira de São Pedro

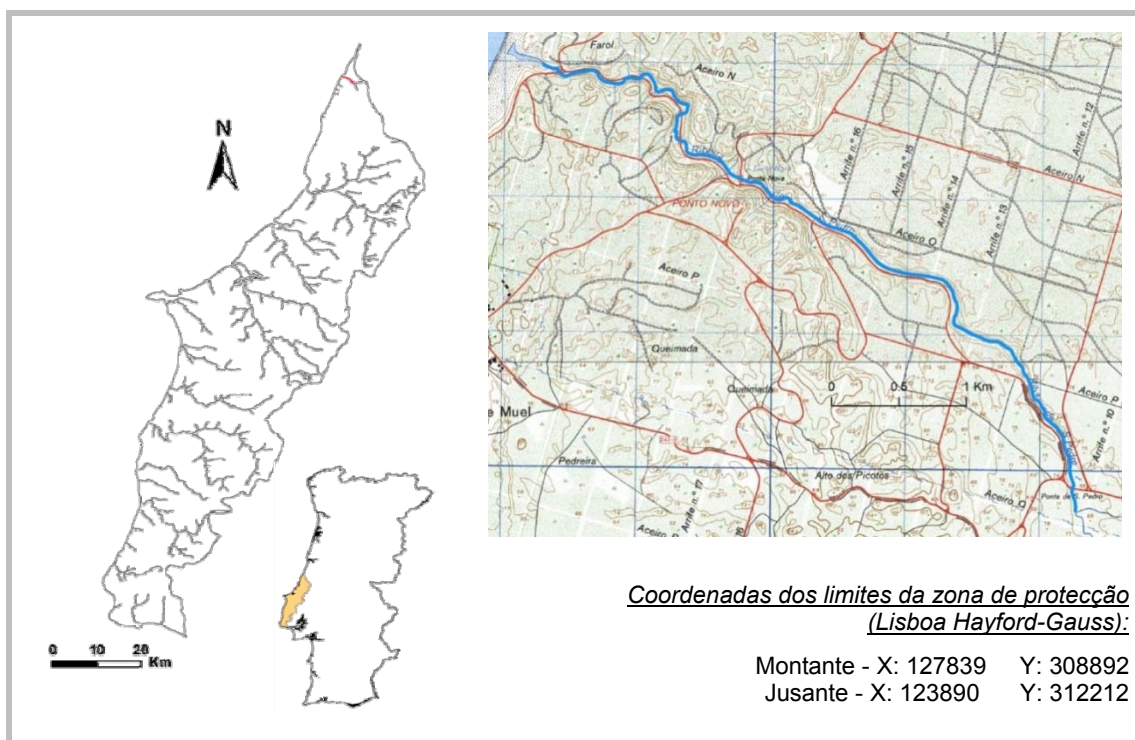


Figura 115. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira de São Pedro.

Caracterização: A Ribeira de São Pedro está incluída na Unidade Homogénea de Planeamento (UHP) do Baixo Lis, que corresponde à região da Bacia do Lis mais próxima do litoral. Esta zona caracteriza-se por uma morfologia aplanada, com bons solos agrícolas e alguma disponibilidade de água, ainda que com algumas carências durante os meses de Agosto e Setembro nos anos secos. Constitui uma região propícia à agricultura de regadio, situação que é complementada com características climáticas favoráveis.

Área de abrangência: A ZEC da Ribeira de São Pedro (Fig. 115) inclui o próprio curso de água um pouco a jusante da sua foz, na Praia Velha, até à confluência das ribeiras do Guarda e do Tremelgo, na zona do Pinhal de Leiria. A Ribeira de São Pedro situa-se no concelho da Marinha Grande, a norte de São Pedro de Moel e possui uma extensão de 6,2 km (SNIRH, 2009).

Usos do solo: A sub-bacia da Ribeira de São Pedro é dominada por usos florestais (92,7%) devido à sua localização privilegiada, em pleno Pinhal de Leiria (Fig. 116). Os usos agrícolas ocupam apenas 1,2% da área da bacia, o tecido urbano descontínuo ocupa 5,3% e a indústria, comércio e equipamentos gerais ocupam 0,8% dos usos do solo totais (EEA, 2010).

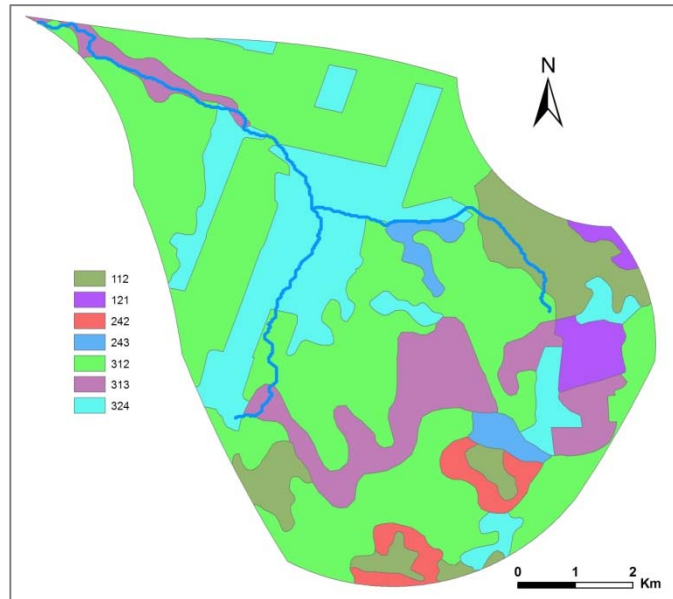


Figura 116. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira de São Pedro.

Principais ameaças: A qualidade da água da Ribeira de São Pedro tem sido em geral boa a razoável, no entanto já atingiu piores estados, nomeadamente em 2006 devido à presença de fenóis (SNIRH, 2009). A ETAR existente na Marinha Grande desagua na Ribeira de São Pedro e apresenta um tratamento secundário dos efluentes, encontrando-se em bom estado de funcionamento. As descargas de efluentes tratados merecem nesta zona uma atenção especial, face aos elevados padrões de qualidade exigíveis para a costa, em que o turismo e as praias assumem particular interesse.

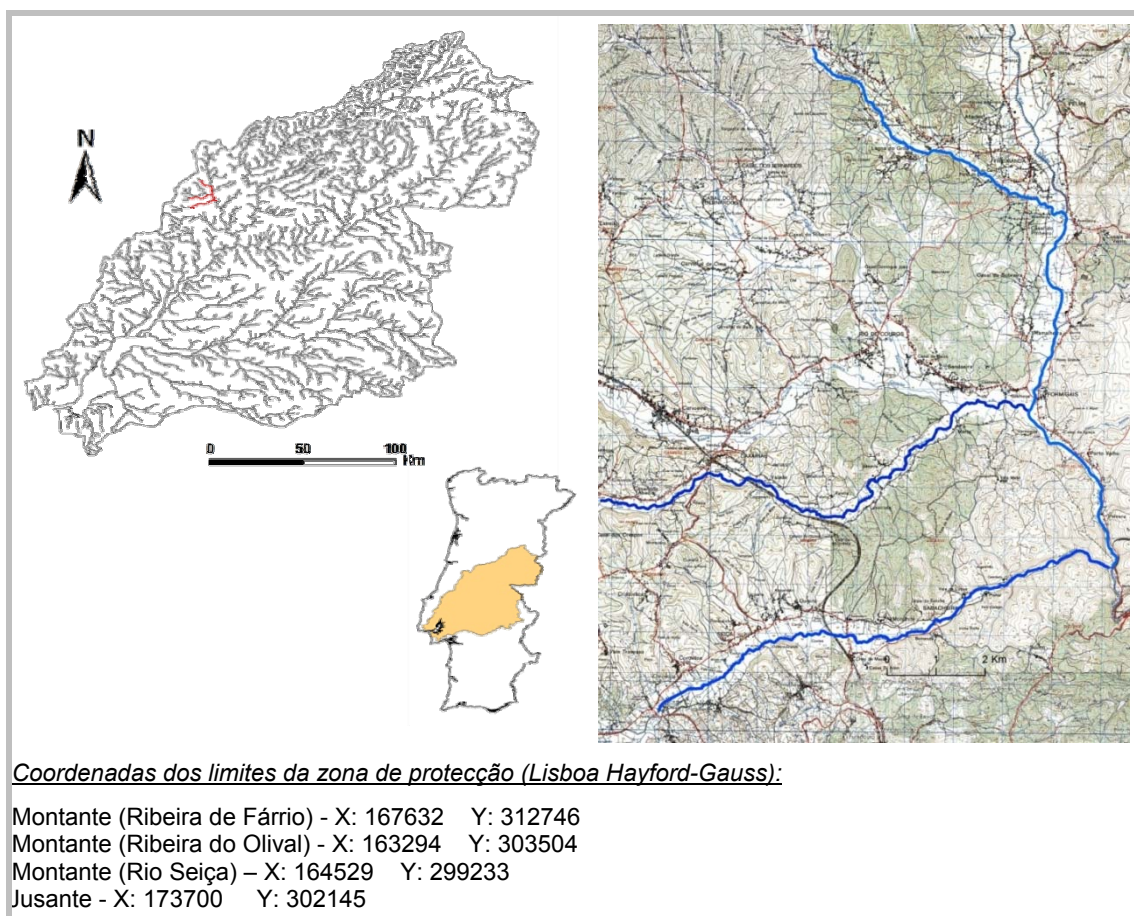
Bacia Hidrográfica: Tejo**Curso de água:** Rio Nabão e afluentes da margem direita

Figura 117. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Nabão, Ribeira de Fárrio, Rio Seça e Ribeira do Olival.

Caracterização: O Rio Nabão é um afluente da margem esquerda do Rio Tejo, localizado na UHP do Tejo Central (Fig. 117). Os afluentes do troço médio do rio Nabão são ribeiras de pequena ordem que fluem por canais estreitos e pouco profundos, de substrato dominado por areia e gravilha e com significativa diversidade de habitats.

Área de abrangência: A ZEC da sub-bacia do Rio Nabão (Figura 117) inclui como limite Norte a Ribeira de Fárrio e Sul a Ribeira do Olival, estendendo-se pelas linhas de água de forma a garantir a continuidade do habitat entre as populações dos afluentes do troço médio do Rio Nabão. A zona de conservação do Rio Nabão é limitada a montante pela Ribeira do Fárrio junto à localidade de Fárrio e a jusante pela confluência do Nabão com o Seça, próximo da localidade de Azenha, concelho de Vila Nova de Ourém. No Rio Seça a zona de conservação estende-se desde a

confluência com o Rio Nabão até à zona da linha de água junto à localidade de Olaia. Na Ribeira de Olival é limitada a montante pela confluência com a Ribeira do Almo, localidade de Casais da Abadia, e a jusante pela confluência com o Rio Nabão, junto à localidade de Formigas. Esta ZEC possui uma extensão de 38,52 km.

Usos do solo: Os usos do solo da sub-bacia do Rio Nabão (Fig. 118) são maioritariamente florestais (58%) e agrícolas (39%), sendo que apenas 3% correspondem a tecidos artificializados (EEA, 2010). Alguns problemas ambientais da UHP do Tejo central são as vastas áreas de cultura intensiva de regadio, que se verifica existirem nesta sub-bacia com uma percentagem de ocupação de 2%. Outros usos agrícolas de extensão mais importante para a sub-bacia do Rio Nabão em particular são as áreas agrícolas heterogêneas (69%) e os olivais (23%).

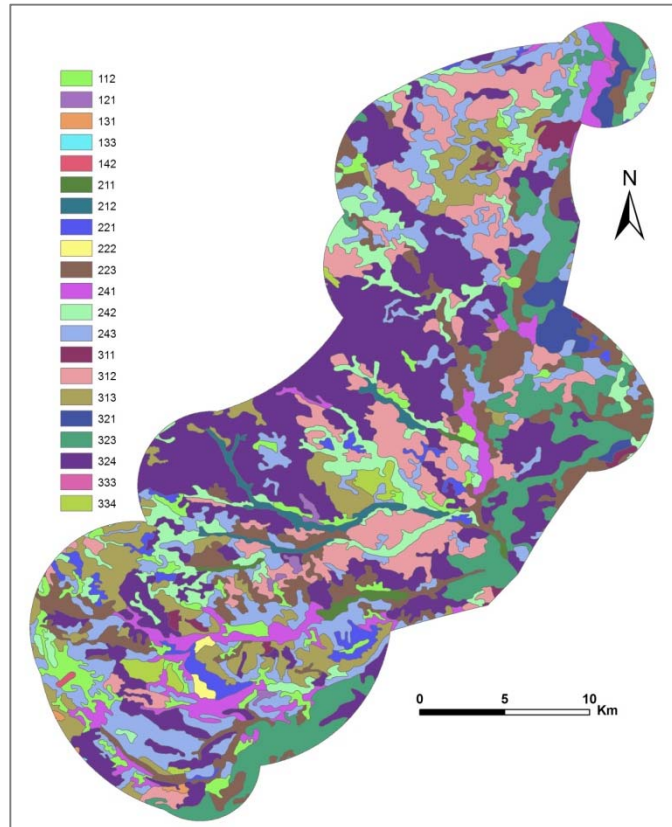
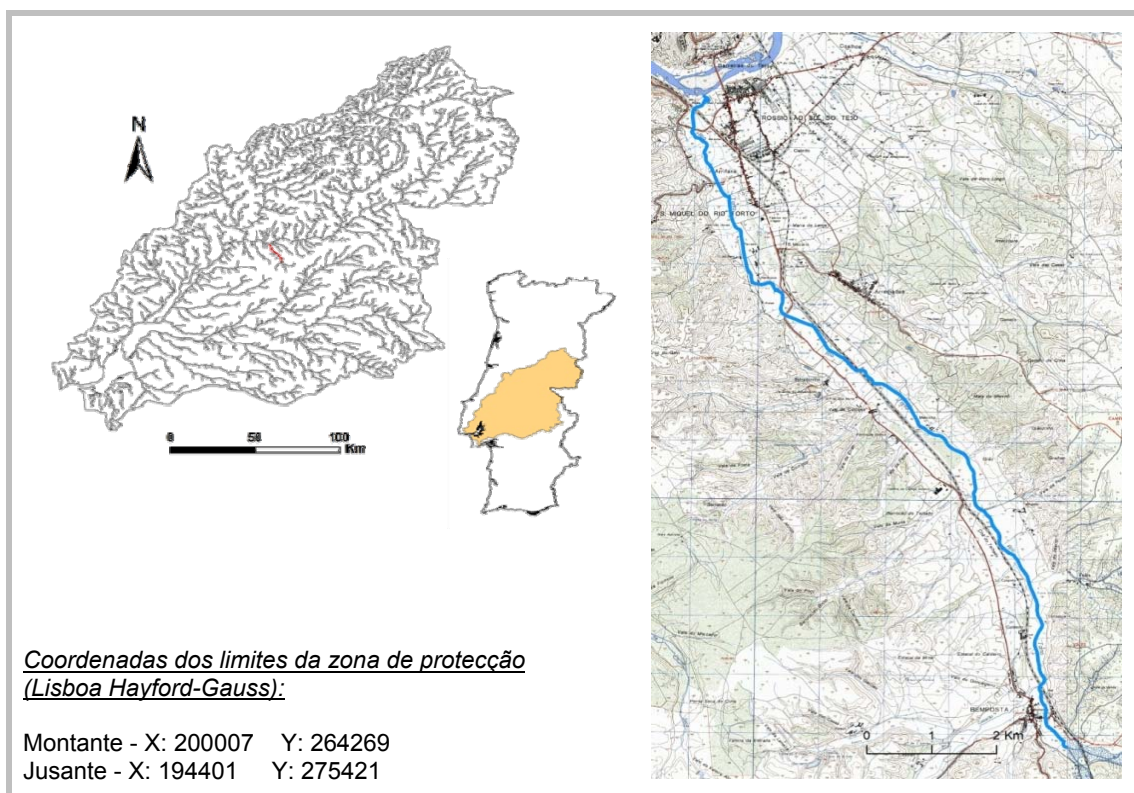


Figura 118. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Nabão, Ribeira de Fárrio, Rio Seça e Ribeira do Olival.

Principais ameaças: Os afluentes do troço médio do rio Nabão localizam-se numa área com significativa pressão humana, assinalada numa crescente degradação da qualidade da água, empobrecimento da mata ripária e modificações dos leitos dos rios. Também o Rio Nabão é considerado um troço muito alterado ou degradado devido a alterações antropogénicas, particularmente através da construção de estruturas como açudes e enrocamentos ou pelo enriquecimento nutritivo da água e sedimentos (INAG, 2001d). O Rio Nabão apresenta uma qualidade da água razoável a má (SNIRH, 2009). As estações com boa qualidade situam-se mais a montante da sub-bacia e os valores de qualidade da água mais baixos situam-se junto à foz do Rio Nabão, provavelmente associados a problemas de poluição orgânica (INAG, 2001d). São também referidos problemas pontuais de excesso de azoto amoniacal para esta linha de água, baixos níveis de tratamento de águas residuais e actividade industrial diversificada (INAG, 2001d).

Bacia Hidrográfica: Tejo**Curso de água:** Rio Torto

*Figura 119. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Torto*

Caracterização: O Rio Torto é um dos principais afluentes da margem esquerda do Rio Tejo com cerca de 54 km (SNIRH, 2009). Desagua no Rio Tejo perto da localidade de Rossio ao Sul do Tejo, mesmo em frente à cidade de Abrantes, localizada na outra margem do rio (Fig. 119).

Área de abrangência: O limite Sul da ZEC de *Lampetra* sp. situa-se junto à zona onde o Rio Torto desagua no Rio Tejo (Fig. 119) e estende-se para montante até a confluência do Ribeiro do Balancho e a Ribeira das Mós, na Bemposta. Esta ZEC possui uma extensão de 14 km.

Usos do solo: Os usos do solo da sub-bacia do Rio Torto são dominados por florestas e áreas semi-naturais, ocupando mais de 90% dos usos totais da bacia (Fig. 120). As zonas agrícolas e urbanas descontínuas ocupam respectivamente 9,7% e 0,1%. Os usos agrícolas existentes na sub-bacia de drenagem são: agricultura com espaços naturais (34%), sistemas agro-florestais (22%), olivais (15%), culturas anuais de sequeiro (12%), culturas anuais de regadio (9,5%), sistemas culturais e parcelares complexos (6%) e vinhas (1,5%) (EEA, 2010).

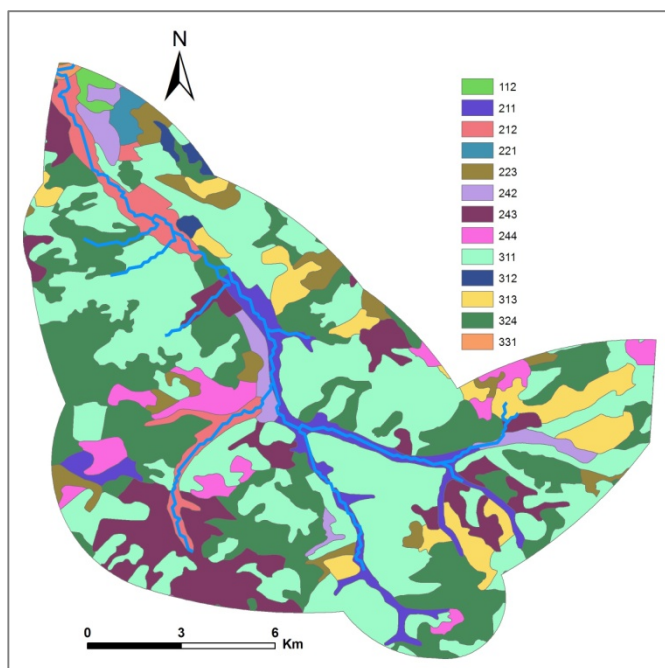


Figura 120. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Torto.

Principais ameaças: A poluição aquática de origem doméstica e a degradação das margens e galeria ripícola são os factores que poderão contribuir para um aumento na ameaça às comunidades aquáticas presentes nesta linha de água.

Bacia Hidrográfica: Tejo

Curso de água: Ribeira de Ulme

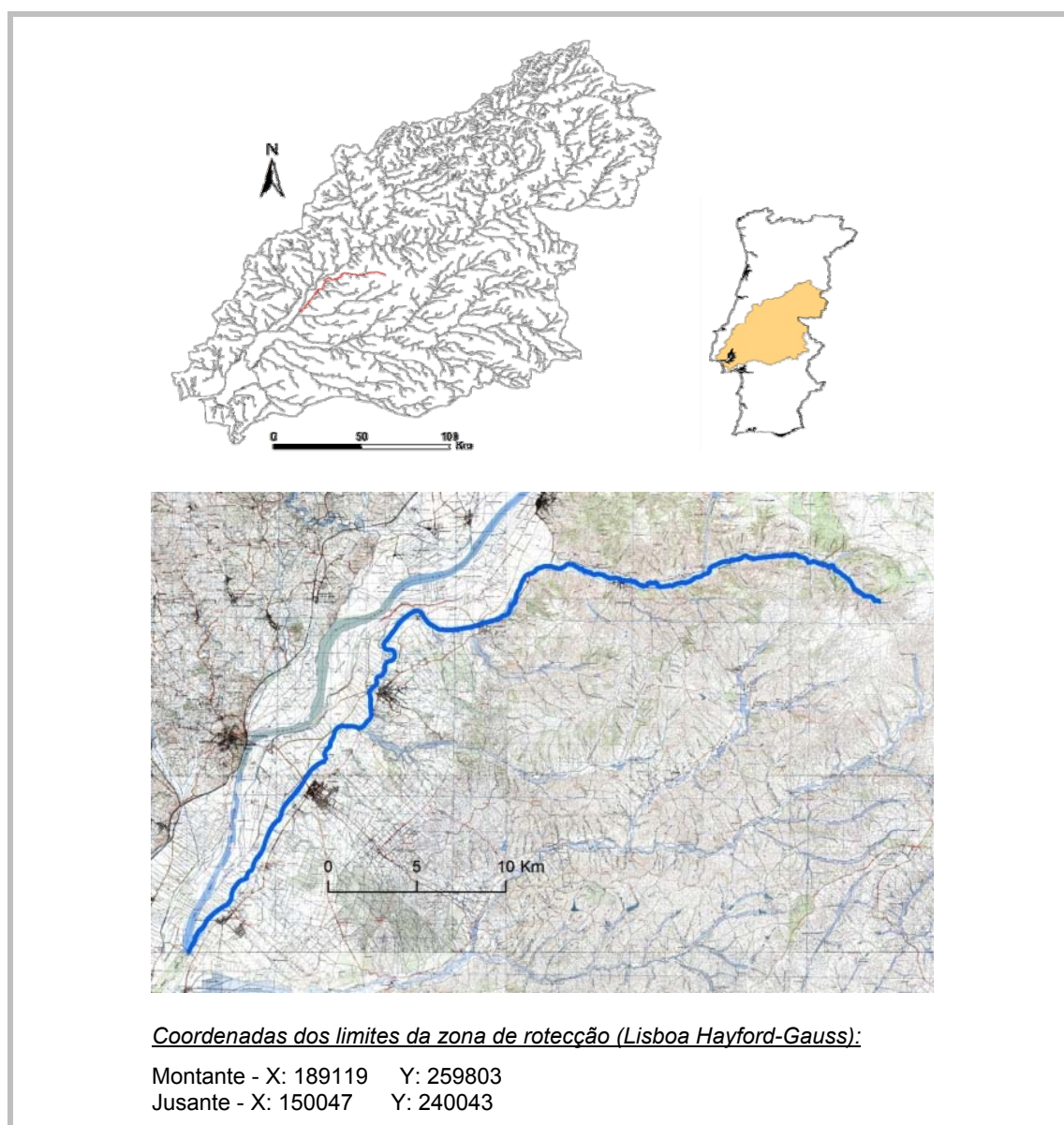


Figura 121. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira de Ulme.

Caracterização: A Ribeira de Ulme (designada, no seu troço final, por Vala de Alpiarça) é um dos principais afluentes da margem esquerda do Rio Tejo (Fig. 121; INAG, 2001d).

Área de abrangência: A ZEC de *Lampetra* sp. da Ribeira de Ulme possui uma extensão de 57 km (Fig. 121). Inicia-se na confluência da Vala de Alpiarça com o Rio Tejo, na localidade de Benfica do Ribatejo e atravessa os concelhos de Almeirim, Alpiarça, Chamusca, e Abrantes, terminando na localidade de Aranhas de Cima.

Usos do solo: A bacia de drenagem da Ribeira de Ulme apresenta uma área ocupada maioritariamente por tecido florestal a montante, e agrícola a jusante, junto à Vala de Alpiarça (Fig. 122).

Cerca de 44% dos usos do solo correspondem a zonas agrícolas, ocupando a maior área as culturas anuais de regadio, sendo também importantes as vinhas e áreas agrícolas heterogéneas. As zonas florestais ocupam 51% dos usos da bacia e os restantes correspondem a linhas de água e a zonas húmidas interiores (EEA, 2010).

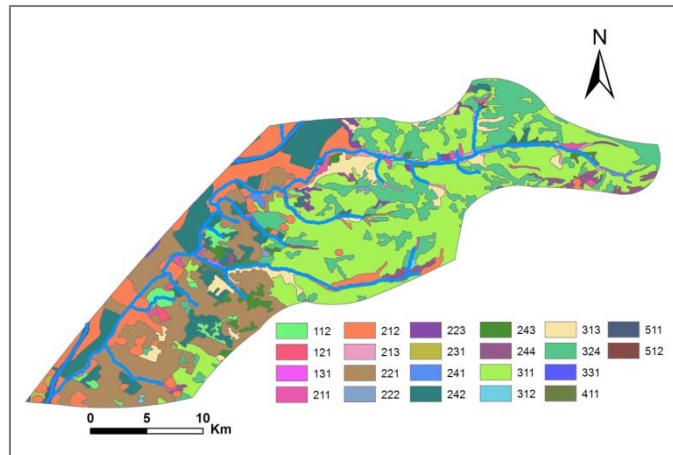


Figura 122. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira de Ulme.

Principais ameaças: A qualidade da água da Ribeira de Ulme - Vala de Alpiarça tem sido considerada má a muito má nos últimos anos, sendo a oxidabilidade o parâmetro mais frequentemente responsável por este resultado (SNIRH, 2009). A regularização do leito do rio e das margens também constituem importantes problemas ambientais para este rio. Para isso, contribuem as actividades agrícolas intensivas que se desenvolvem nos terrenos adjacentes que drenam para esta linha de água.

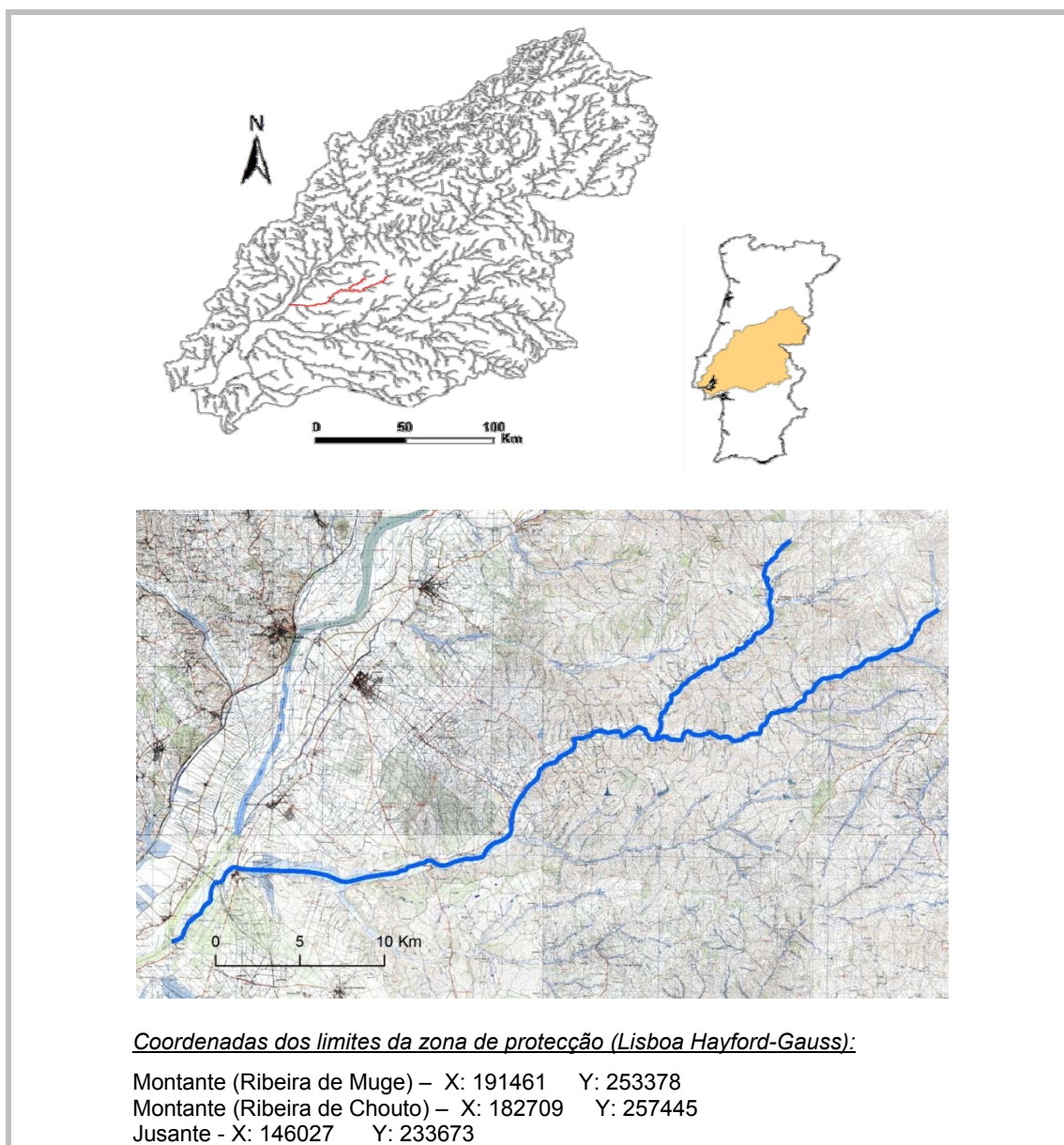
Bacia Hidrográfica: Tejo**Curso de água:** Ribeira de Muge e Ribeira do Chouto

Figura 123. Zona Especial de Conservação de Lampetra sp. nas ribeiras de Muge e Chouto.

Caracterização: A Ribeira de Muge é um dos principais afluentes da margem esquerda do Rio Tejo (INAG, 2001d). A Ribeira de Chouto conflui com a Ribeira de Muge perto de Moinho de Vale de Flores, no concelho da Chamusca e a última desagua no Rio Tejo em Escaroupim (Fig. 123). Esta zona está integrada na região agro-ecológica designada por Lezíria do Tejo. Apresenta extensas áreas de agricultura intensiva de regadio e arrozais que frequentemente sofrem os efeitos das cheias (INAG, 2001d).

Área de abrangência: A ZEC de *Lampetra* sp. (Fig. 123) abrange a Ribeira do Chouto, limitada a montante pela localidade de Anafe de Cima (Chouto), e a Ribeira de Muge desde Tojeiras de Baixo até ao Rio Tejo. Este troço possui uma extensão de 74,7 km.

Usos do solo: A sub-bacia de drenagem da Ribeira de Muge (Fig. 124) apresenta um uso fortemente florestal (73%). Os usos agrícolas e industriais estão concentrados na zona mais a jusante da sub-bacia, com percentagens de ocupação de 26% e 0,5% respectivamente (EEA, 2010).

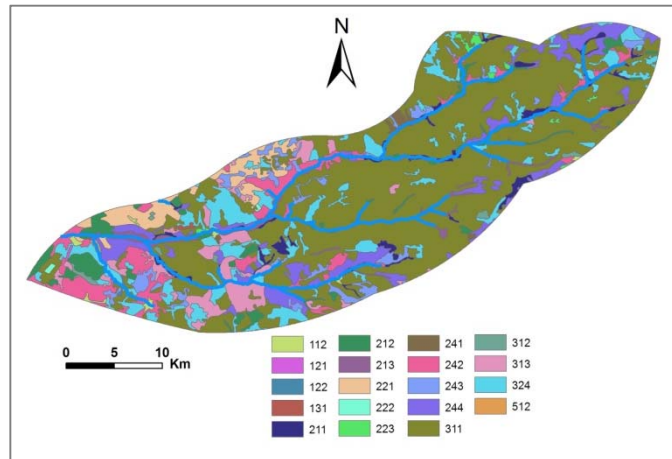


Figura 124. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira de Ulme.

Principais ameaças: Nas zonas agrícolas existem bastantes locais com evidências de contaminação orgânica (INAG, 2001d). Aquando da realização dos Planos de Bacia Hidrográfica (INAG, 2001d) verificou-se que os troços lóticos apresentavam-se muito degradados e quase todos canalizados, com uma diversidade habitacional pobre. A fauna piscícola capturada no referido estudo compreende espécies, na sua maioria, médio/muito tolerantes, o que em conjunto com a leitura de parâmetros físico-químicos, indicaram má qualidade da água.

Bacia Hidrográfica: Tejo

Curso de água: Ribeira de Longomel

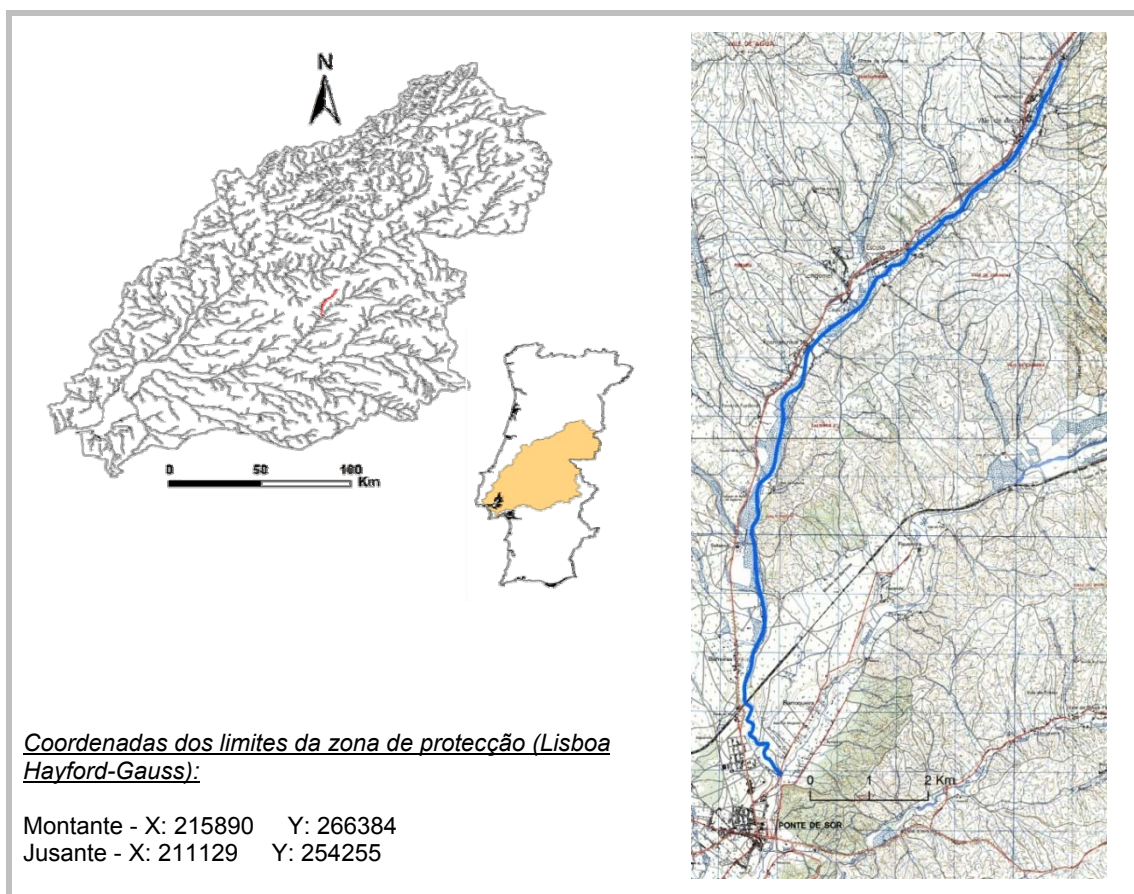


Figura 125. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira de Longomel.

Caracterização: O Alto Sorraia abrange a zona a montante das barragens de Montargil e Maranhão (INAG 2001c), estando incluída nesta zona a Ribeira de Longomel (Fig. 125).

Área de abrangência: A ZEC está limitada a jusante pela confluência da Ribeira de Longomel com a Ribeira de Sôr, a Norte de Ponte de Sôr, e a montante com a Ribeira de São Bartolomeu na localidade de Monte Velho (Fig. 125). Este troço prolonga-se por uma extensão de 15,20 km. Uma vez que esta zona possui a jusante um obstáculo intransponível, serve exclusivamente para conservação da espécie não migradora, a lampreia-de-riacho.

Usos do solo: Os usos do solo existentes na sub-bacia da ribeira de Longomel (Fig. 126) são quase totalmente florestais (96%). Os usos agrícolas estão concentrados na zona mais a jusante da sub-bacia de drenagem e também junto à linha de água principal (EEA, 2010). A Ribeira de Longomel encontra-se rodeada por arrozais no leito de cheia (INAG, 2001d). Os principais usos agrícolas constituem áreas de agricultura associada a espaços naturais, sistemas agro-florestais e culturas anuais de sequeiro (EEA, 2010).

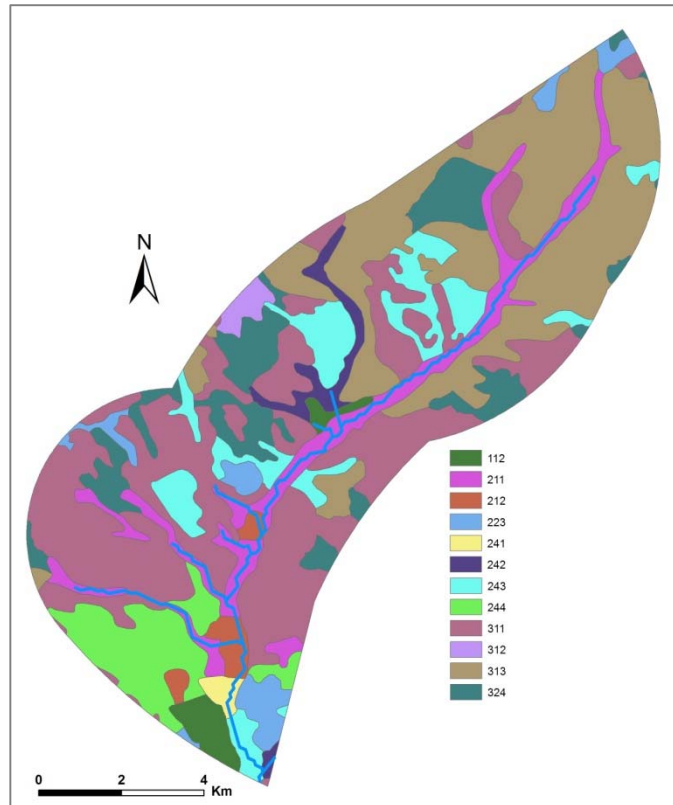


Figura 126. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira de Longomel.

Principais ameaças: De acordo com o plano de bacia hidrográfica (INAG, 2001d) a qualidade da água desta linha de água é afectada por contaminação orgânica, sobretudo junto às zonas agrícolas do Alto Sorraia. O nível de tratamento das águas residuais é reduzido (INAG, 2001d). Alguns dos troços da ribeira apresentam um nível elevado de degradação da mata ripária.

Bacia Hidrográfica: Tejo

Curso de água: Ribeira de Sôr

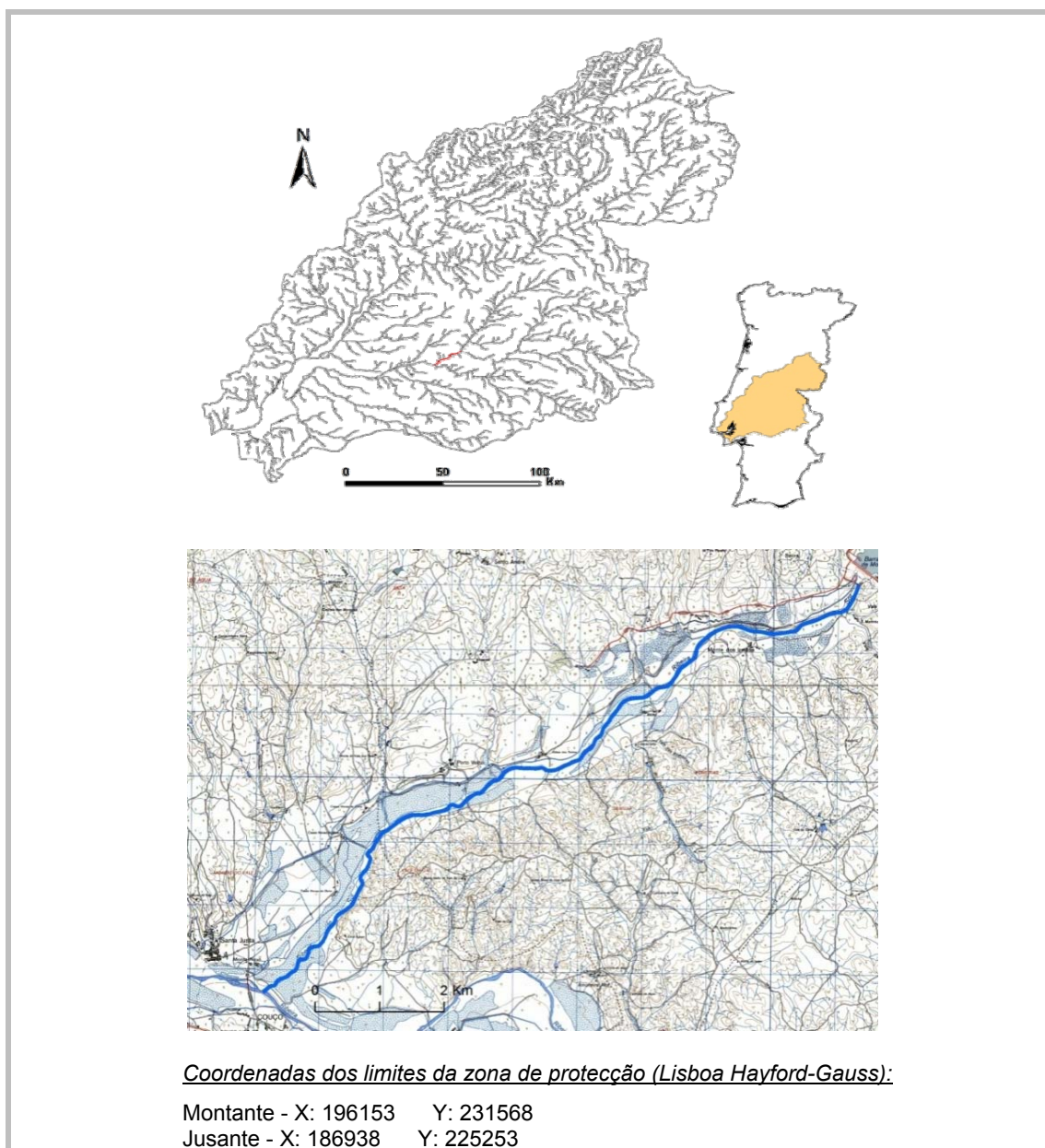


Figura 127. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira de Sôr.

Caracterização: A ZEC de *Lampetra* sp. da Ribeira de Sôr está situada no Baixo Sorraia (Fig. 127) que apresenta vastas áreas de agricultura de regadio e extensas zonas inundáveis.

Área de abrangência: A ZEC da Ribeira de Sôr (Fig. 127) constitui um segmento de 12 km desde a confluência da Ribeira de Sôr com o Rio Sorraia na localidade de Santa Justa, concelho de Coruche, até à zona a jusante da Barragem de Montargil.

Usos do solo: Os usos do solo na sub-bacia da Ribeira de Sôr (Fig. 128) indicam a maior ocupação por áreas florestais (70%), seguindo-se os usos agrícolas com uma percentagem de ocupação de 29%. Os restantes usos (1%) correspondem a tecidos artificializados e planos de água. As zonas agrícolas são muito diversificadas e encontram-se concentradas na sua maioria na zona montante da sub-bacia. As áreas florestais são dominadas por florestas de folhosas (EEA, 2010).

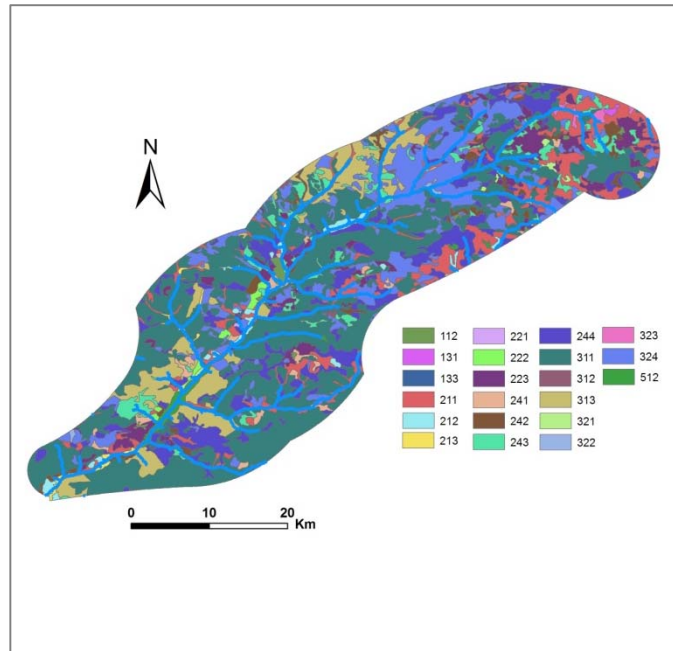


Figura 128. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira de Sôr.

Principais ameaças: O tratamento das águas residuais na Ribeira de Sôr é reduzido (INAG, 2001d), sendo a qualidade da água variável entre boa ou má (SNIRH, 2009). Para além da poluição aquática, a regularização do caudal e a fragmentação do habitat devido à presença nesta zona de barragens e outros obstáculos à continuidade longitudinal, constituem ameaças às populações de *Lampetra* sp.

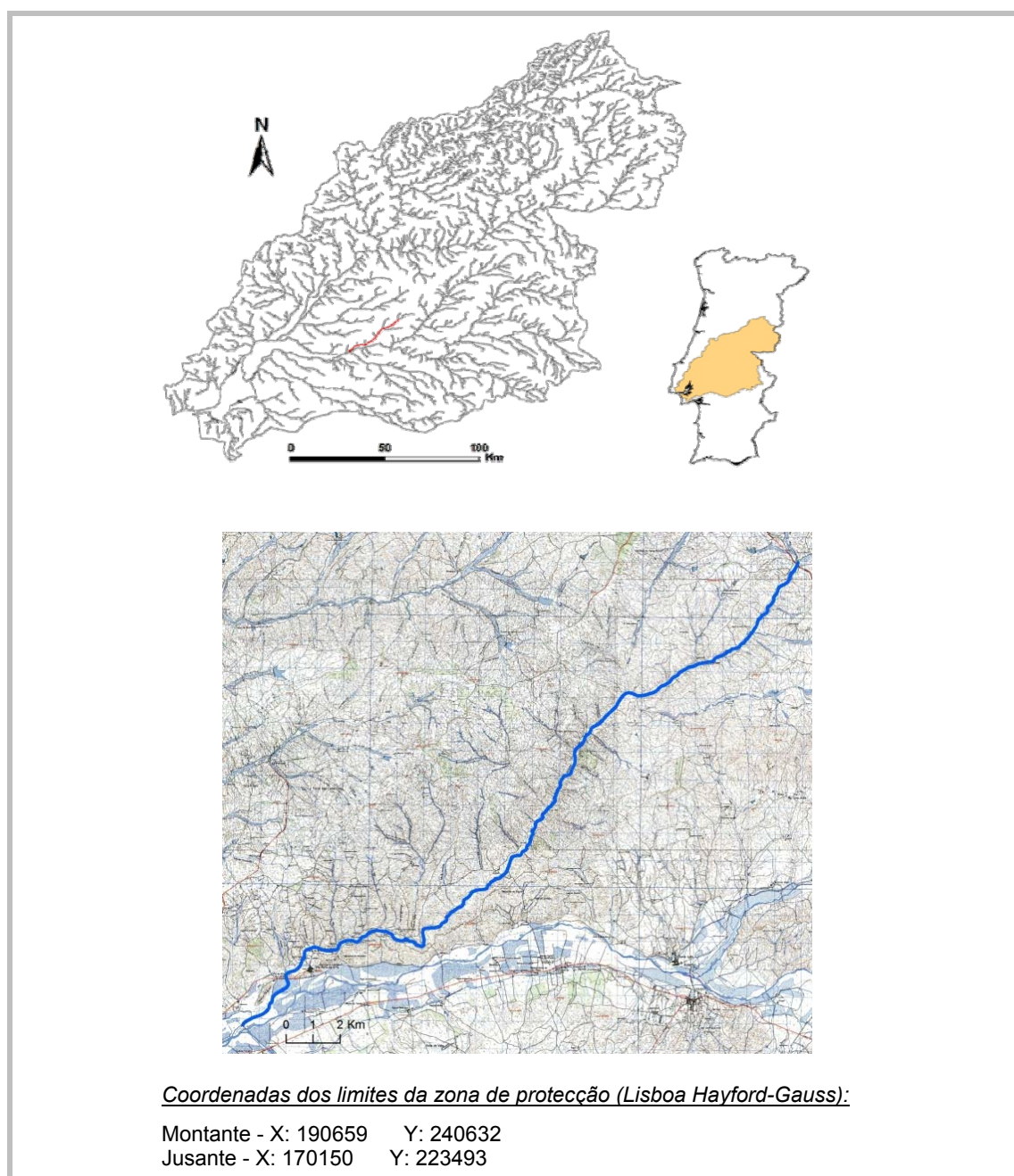
Bacia Hidrográfica: Tejo**Curso de água: Ribeira de Erra**

Figura 129. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira de Erra.

Caracterização: A Ribeira de Erra é um pequeno afluente na margem direita do Rio Sorraia com cerca de 37,9 km de comprimento (Fig. 129; SNIRH, 2009). No estudo de Ferreira (2004), a Ribeira de Erra revelou a existência de condições muito boas para a existência de *Lampetra* sp. e verificou-se a existência de elevadas densidades de indivíduos do género com boa representação de todas as classes dimensionais, o que

pode ser indicativo da estabilidade da população desta ribeira. A Ribeira de Erra apresenta uma elevada homogeneidade das condições ambientais, como o caudal regular e o substrato arenoso com granulometria de menores dimensões, variáveis importantes para a ocorrência das larvas das lampreias (Ferreira, 2004).

Área de abrangência: A zona especial de conservação de *Lampetra* sp. da Ribeira de Erra (Fig. 129) é limitada a jusante pela confluência da Ribeira de Erra com o Rio Sorraia, perto de Vila Nova de Erra, e a montante pela confluência da ribeira com o Vale das Permanchas (localidade de Pego da Caldeira, concelho de Ponte de Sôr). Possui uma extensão de 31,15 km.

Usos do solo: A maior parte do percurso da Ribeira de Erra (Fig. 130) passa por áreas semi-naturais (cerca de 68% da bacia de drenagem) existindo também uma significativa percentagem de utilização do solo para fins agrícolas (27%) (Ferreira, 2004).

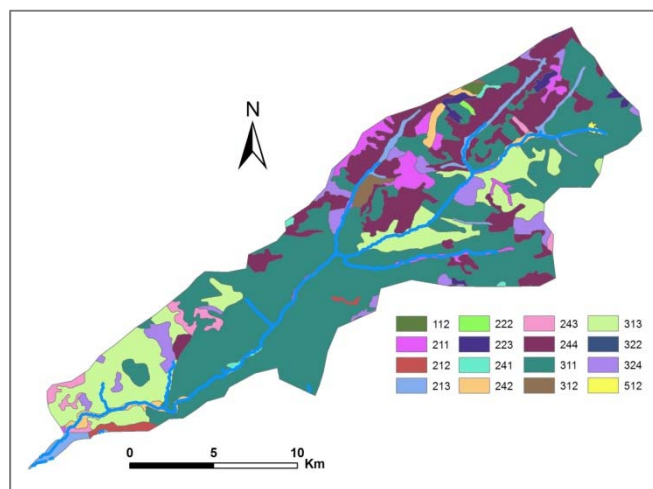


Figura 130. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira de Erra.

Principais ameaças: Para além da poluição difusa resultante das práticas agrícolas, a única ameaça às populações de lampreias que ocorre nesta ribeira é a extracção de areia efectuada de forma ilegal, em vários troços do rio com presença de amocetes confirmada. Esta actividade destrói directamente o habitat das larvas das lampreias, podendo ocorrer elevadas taxas de mortalidade se os locais seleccionados para a extracção de inertes coincidirem com as áreas de leitos de amocetes (Almeida *et al.*, 2002).

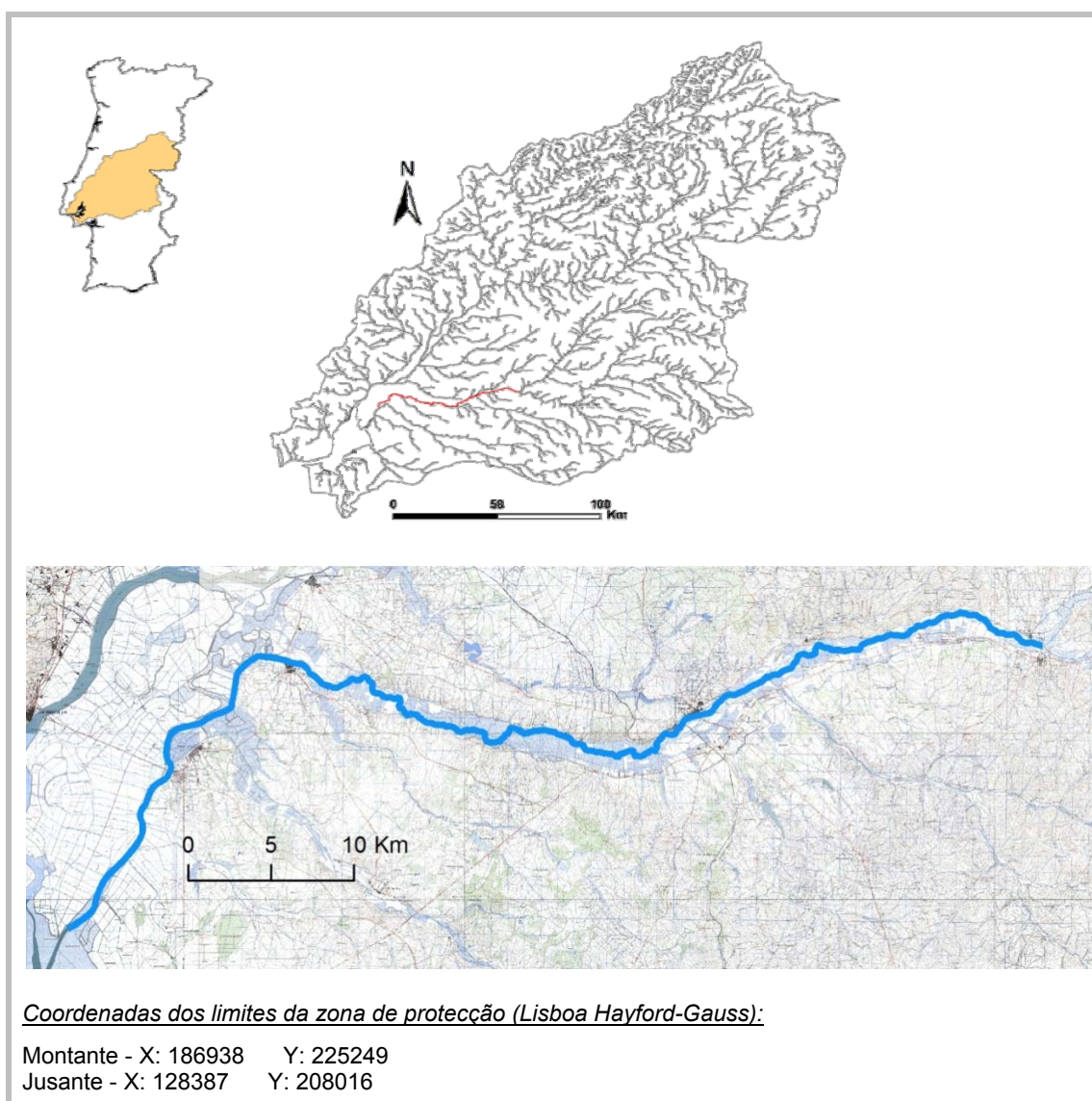
Bacia Hidrográfica: Tejo**Curso de água: Rio Sorraia**

Figura 131. Zona Especial de Conservação de Lampetra sp. no Rio Sorraia.

Caracterização: O Rio Sorraia é um dos principais afluentes da margem esquerda do Rio Tejo (Fig. 131). O Rio Sorraia (7520 km²) e o Rio Zêzere (4980 km²) totalizam cerca de 50% da área da bacia do Tejo portuguesa (INAG, 2001d).

Área de abrangência: O Rio Sorraia desagua no Rio Tejo junto ao Sapal da Marinha, sendo esse o limite Sul da respectiva ZEC (Fig. 131). A montante, a zona de conservação estende-se até ao açude do Furadouro que se encontra na Ribeira da Raia, a montante da confluência desta linha de água com a Ribeira de Sôr dando

origem ao Rio Sorraia na localidade de Santa Justa. Esta ZEC possui uma extensão de 79,32 km.

Usos do solo: O Vale do Sorraia está incluído na região agro-ecológica da Lezíria do Tejo e destaca-se pelas importantes áreas de regadios ocupadas com a cultura do arroz (Fig. 132). Outras culturas importantes do Vale do Sorraia são o milho, tomate, tabaco e girassol (INAG, 2001d).

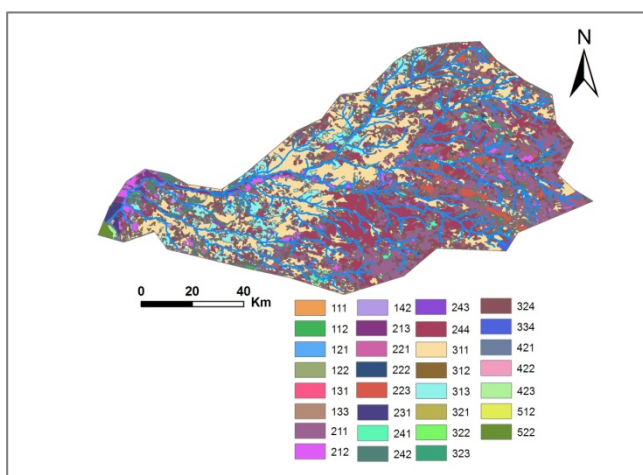


Figura 132. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Sorraia.

Principais ameaças: Os principais factores de ameaça às comunidades faunísticas do Rio Sorraia são a poluição química no meio aquático resultante de um sistema intensamente agricultado, corte indiscriminado das sebes arbóreo-arbustivas e a grande intervenção no corredor fluvial (e.g. dragagens, extracção de areias, tomadas de água para a agricultura, cortes de vegetação, etc.) (INAG, 2001d). Também a perda de conectividade fluvial, em particular com a construção da Barragem de Montargil na Ribeira de Sôr e o Açude do Furadouro, Açude do Gameiro e Barragem do Maranhão na Ribeira da Raia, limitam o habitat disponível em particular para a espécie migradora, a lampreia-de-rio. Mais recentemente, a construção de um açude no concelho de Coruche, o Açude do Monte da Barca (INAG, 2001d), veio agravar a fragmentação nesta sub-bacia.

Bacia Hidrográfica: Tejo

Curso de água: Ribeira do Divôr

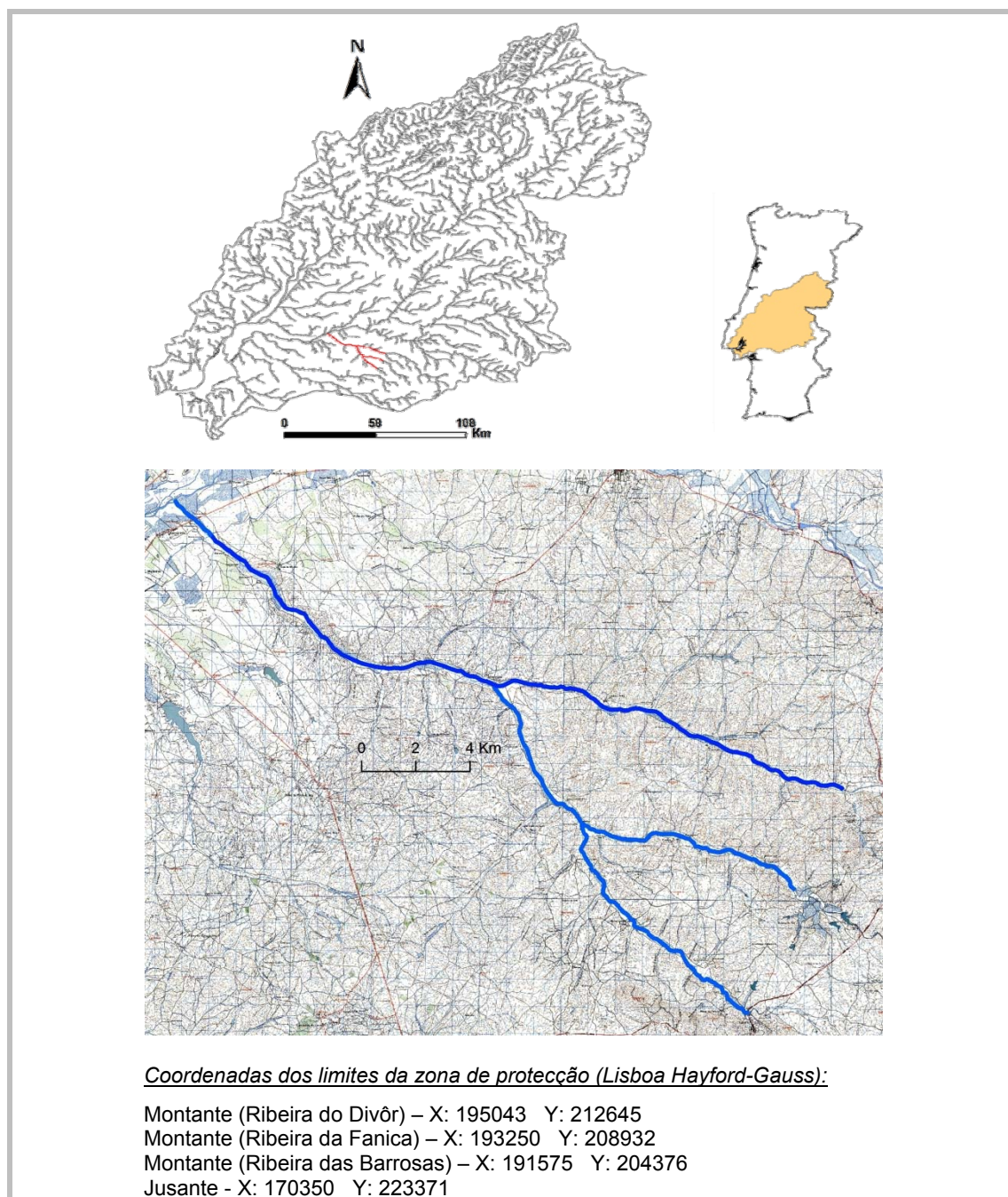


Figura 133. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. nas ribeiras do Divôr, Fanica e Barrosas.

Caracterização: A Ribeira do Divôr, afluente da margem esquerda do Rio Sorraia, junta-se a este no concelho de Coruche. Tem uma extensão de cerca de 16 km. De entre os seus inúmeros afluentes, a Ribeira da Fanica é o mais importante, à qual se junta a Ribeira das Barrosas (Fig. 133).

Área de abrangência: A ZEC da Ribeira do Divôr (Fig. 133) está limitada a montante pela confluência com a Ribeira do Peral, localidade de Peral, e a jusante pela confluência com o Rio Sorraia, perto de Azervadinha. A zona de conservação abrange também um afluente da Ribeira do Divôr, a Ribeira da Fanica, que se junta à Ribeira do Divôr na localidade de Courelinhas. Inclui também um afluente da Ribeira da Fanica, a Ribeira das Barrosas. A ZEC da Ribeira da Fanica está limitada a montante pela confluência com o Vale da Vaca, na localidade do Peso. O limite Norte da zona de conservação da Ribeira das Barrosas é na confluência com o Ribeiro dos Pombos, na localidade do Ciborro. Esta ZEC possui uma extensão total de 54,52 km.

Usos do solo: A sub-bacia do Divôr apresenta um uso maioritariamente agrícola, com uma ocupação de aproximadamente 80% da área total de bacia (Fig. 134). A área florestal representa 19% da área total, estando mais concentrada na metade da bacia mais a jusante, coincidente com o fim da zona de conservação. Mais de metade dos usos agrícolas são culturas anuais de sequeiro (55%);

39% são sistemas agro-florestais e os restantes usos apresentam percentagens de ocupação muito baixas, entre elas as culturas de regadio (2,2%) e os arrozais (1%) (EEA, 2010).

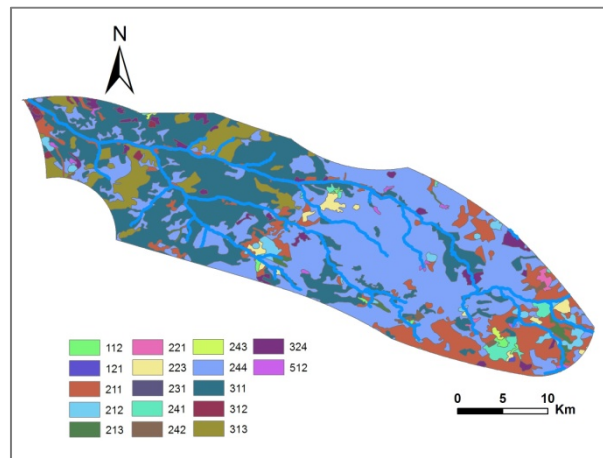


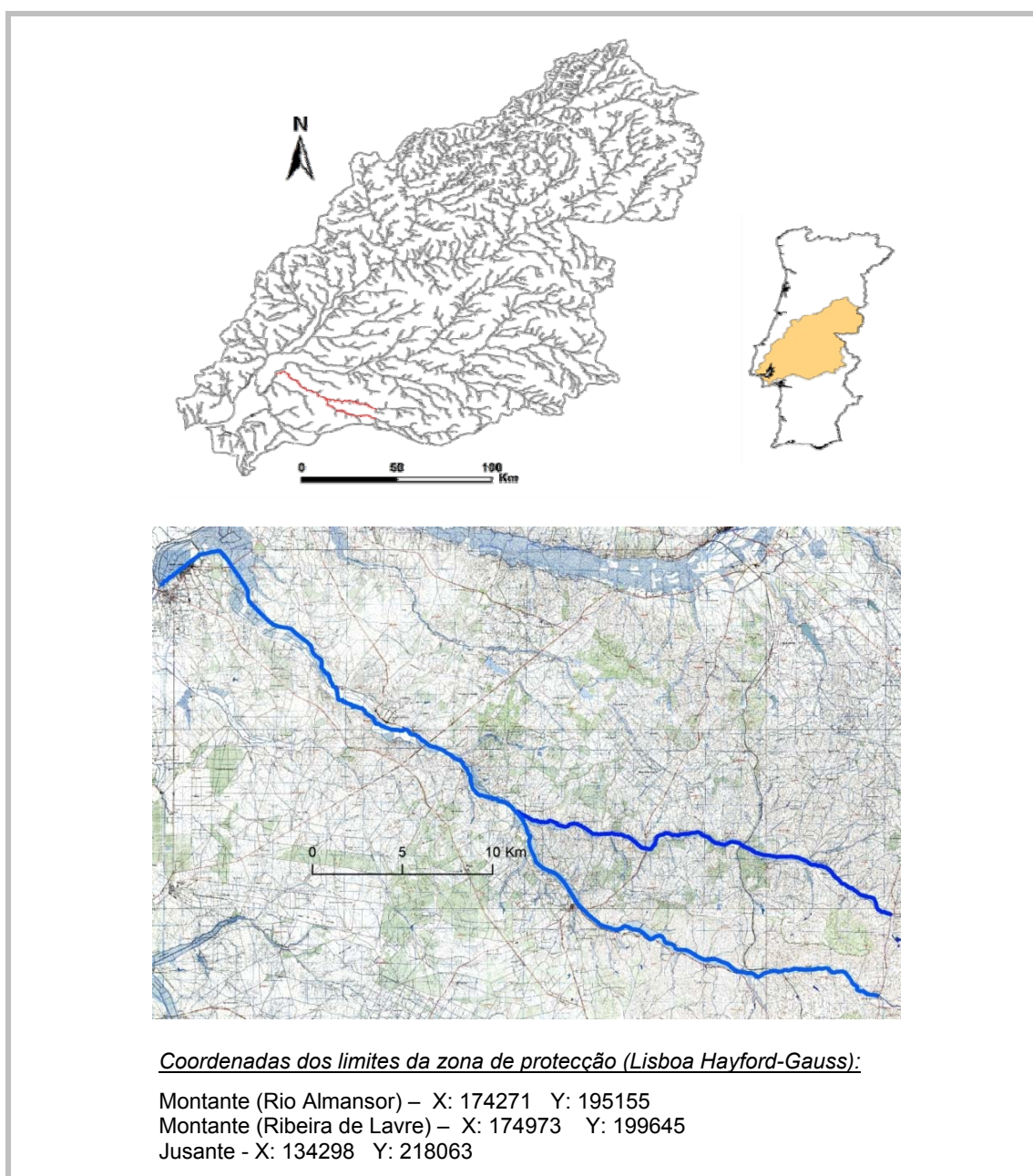
Figura 134. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira do Divôr.

Principais ameaças: Devido à vasta ocupação agrícola que algumas ribeiras do sudoeste da Bacia do Tejo apresentam, entre elas a Ribeira do Divôr, são frequentes algumas acções que têm vindo a transformar largamente os cursos de água, nomeadamente a remoção da vegetação natural, extracção de água para agricultura, canalização e extracção de inertes (INAG, 2001d). A Ribeira das Barrosas é considerada um troço lótico extremamente degradado, no qual as populações piscícolas apresentam um decréscimo da riqueza específica e dominância de espécies tolerantes como a gambúsia (*Gambusia holbrooki*, Girard 1859) e a perca-sol (*Lepomis gibbosus* L.) (INAG, 2001d). A qualidade da água da Ribeira do Divôr apresenta alguma variação temporal e espacial nas poucas medições efectuadas até ao momento ao longo da linha de água. Durante três anos de medições a água

apresentou uma qualidade excelente (SNIRH, 2009), que pode, no entanto, não ser constante ao longo de toda a sub-bacia, como é referido nos planos de bacia hidrográfica (INAG, 2001d).

Bacia Hidrográfica: Tejo

Curso de água: Rio Almansor



*Figura 135. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Rio Almansor.*

Caracterização: O Rio Almansor é um dos principais afluentes da sub-bacia do Rio Sorraia (Fig. 135). O seu troço intermédio é também conhecido por Ribeira de Canha que após confluência com a Ribeira de Lavre origina o troço final também denominado de Ribeira de Santo Estêvão (Ferreira, 2004).

Área de abrangência: A ZEC do Rio Almansor (Fig. 135) é limitada a jusante pela confluência com o Rio Sorraia (Samora Correia) e estende-se pela Ribeira de Lavre até à localidade de Petamariça de Baixo, concelho de Montemor-o-Novo, e pela Ribeira de Canha até a localidade de Sesmaria da Amieira, entre os concelhos de Vendas Novas e Montemor-o-Novo. Esta ZEC prolonga-se por uma extensão de 77,89 km.

Usos do solo: Em virtude de, no seu percurso, passar por várias localidades, o Rio Almansor apresenta-se fortemente humanizado, sendo a área circundante ocupada em grande parte por campos agrícolas (Fig. 136): 45% da área da bacia de drenagem é ocupada por agricultura extensiva; 54% por áreas semi-naturais e cerca de 1% por áreas de agricultura intensiva (Ferreira, 2004).

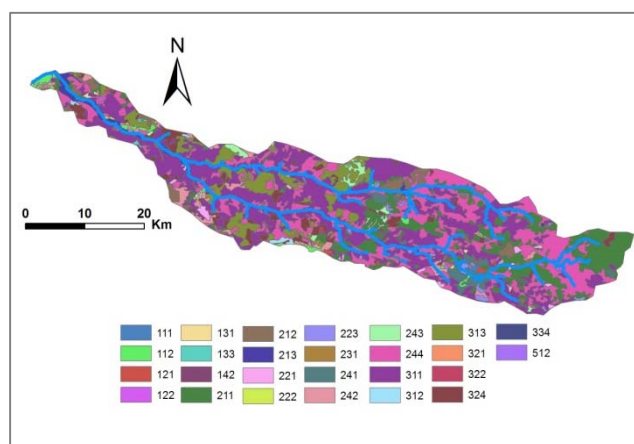


Figura 136. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Almansor.

Principais ameaças: O Rio Almansor apresenta um regime hidrológico temporário o que se deve não apenas a factores climáticos, mas também a pressões relacionadas com a agricultura, particularmente a extracção de água para fins agrícolas (Ferreira, 2004). A combinação entre agricultura intensiva e rios com um regime hidrológico intermitente pode ser drástica para as lampreias, uma vez que diminui sazonalmente a capacidade de diluição de substâncias poluentes, agravando as condições para a sobrevivência das lampreias (Ferreira & Oliveira, 1996). A Ribeira de Lavre apresenta-se extremamente fragmentada, verificando-se a existência de inúmeros açudes de areia e cimento que alteraram completamente o habitat na zona mais a jusante desta linha de água. Verifica-se também a destruição da vegetação ripícola principalmente nos troços que atravessam locais muito urbanizados, como é caso do concelho de Vendas Novas.

Bacia Hidrográfica: Sado

Curso de água: Ribeira da Marateca

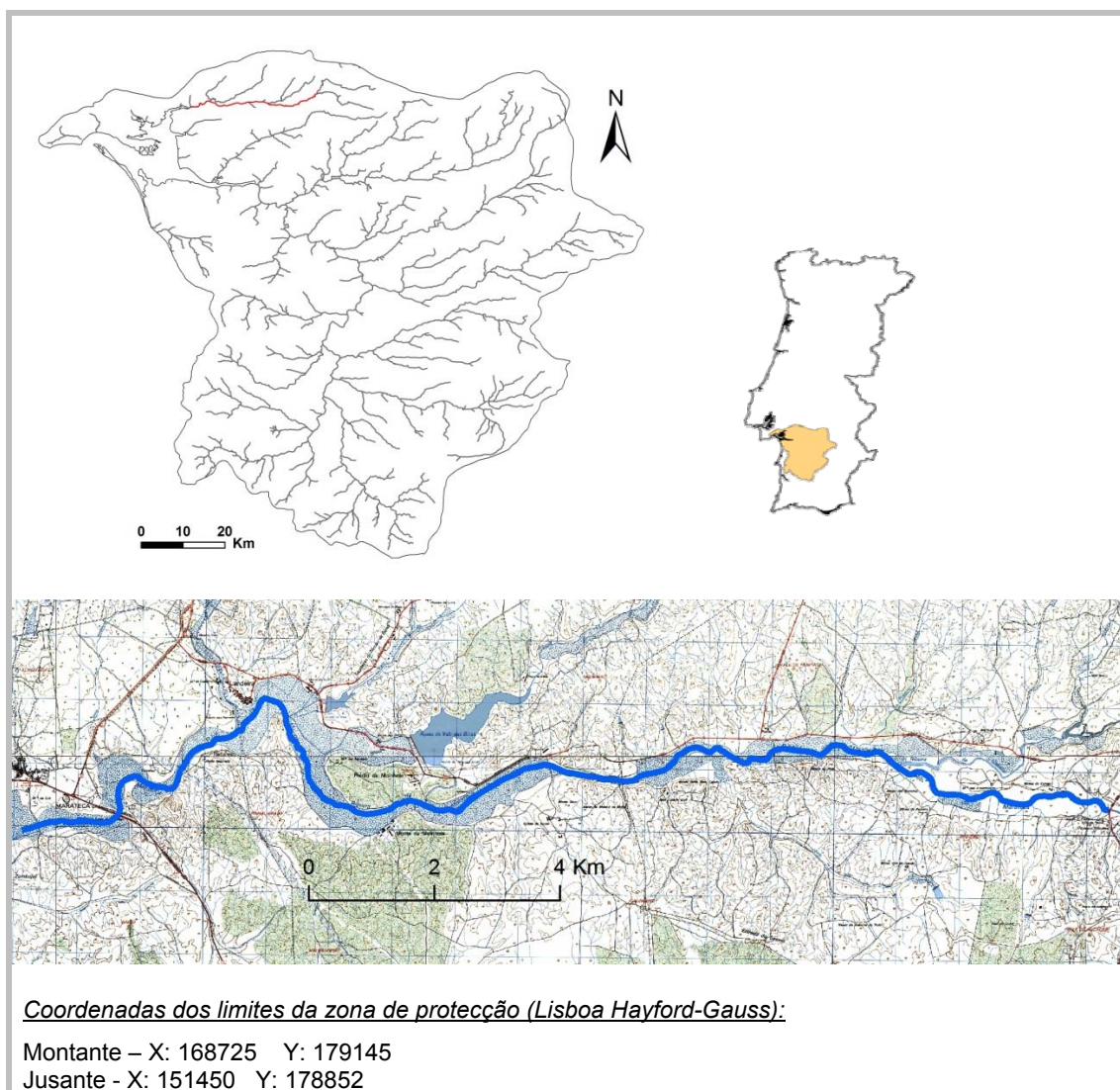


Figura 137. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira da Marateca.

Caracterização: A Ribeira da Marateca é um dos principais afluentes da margem direita do Rio Sado (INAG, 2000) e tem cerca de 40 km de extensão (Fig. 137).

Área de abrangência: A ZEC da Ribeira da Marateca (Fig. 137) é limitada a montante pelo Monte do Pomar, concelho de Montemor-o-Novo e a jusante pela localidade de Águas de Moura, a montante do Canal de Águas de Moura que desagua no Rio Sado na localidade de Pinheirinho. Atravessa os concelhos de Palmela, Vendas Novas e Montemor-o-Novo. Esta ZEC prolonga-se por uma extensão de 20,65 km.

Usos do solo: Os usos do solo na sub-bacia da Ribeira da Marateca estão distribuídos entre as zonas florestais (Fig. 138), que ocupam 65% da área da sub-bacia, e as agrícolas com 34% de ocupação. Os sistemas agro-florestais são os usos agrícolas que apresentam maior representatividade na sub-bacia da Ribeira da Marateca (41%), seguidos das culturas anuais de sequeiro (31%), das vinhas (11%) e arrozais (7%) (EEA, 2010).

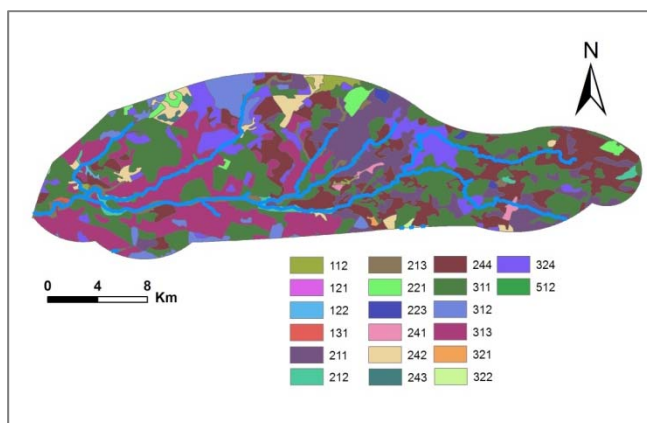
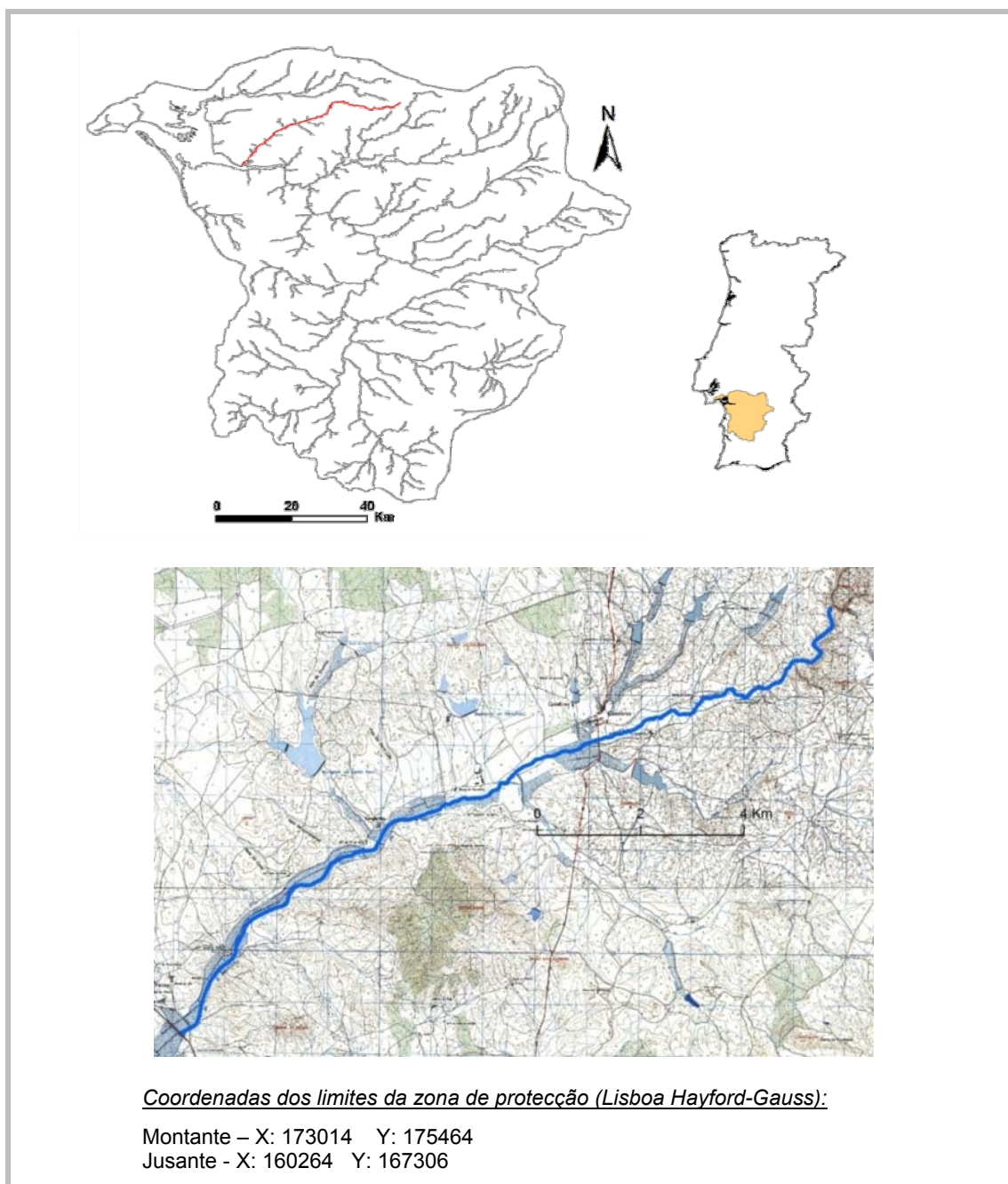


Figura 138. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira da Marateca.

Principais ameaças: A Ribeira da Marateca apresenta uma grande concentração de unidades pecuárias nas áreas adjacentes, que constituem importantes fontes de poluição orgânica proveniente das escoaduras dos terrenos em que é efectuado a descarga dos produtos sobranes e das lagoas em que estes são armazenados (INAG, 2000). Esta ribeira está ainda mais sujeita às consequências da poluição devido aos reduzidos caudais disponíveis na rede hidrográfica do Sado, essencialmente durante o período estival, que, associados às temperaturas elevadas que se fazem sentir durante esse período e às captações de água para fins agrícolas, conduzem a uma acrescida vulnerabilidade da rede hidrográfica, e consequentemente de toda a fauna aquática ocorrente, à poluição (INAG, 2000).

Bacia Hidrográfica: Sado

Curso de água: Ribeira de São Martinho



*Figura 139. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. na Ribeira de São Martinho.*

Caracterização: A Ribeira de São Martinho é um dos principais afluentes da margem direita do Rio Sado (INAG, 2000) com aproximadamente 30 km de extensão (Fig. 139; SNRIH, 2009).

Área de abrangência: A ZEC da Ribeira de São Martinho (Fig. 139) encontra-se limitada a jusante pela zona da ribeira junto à localidade de Palma, concelho de Alcácer do Sal e a montante pela confluência com o Barranco do Rio Vermelho, Cabeça Gorda, Concelho de Montemor-o-Novo. Possui uma extensão de aproximadamente 17 km.

Usos do solo: A ocupação do solo na sub-bacia da Ribeira de São Martinho distribui-se da seguinte forma (Fig. 140): 72% correspondem a áreas florestais; 27% áreas agrícolas; 0,2% tecido urbano descontínuo e 0.2% planos de água (EEA, 2010). Os usos agrícolas constituem maioritariamente culturais anuais de sequeiro (45%) e sistemas agro-florestais (37%) (EEA, 2010).

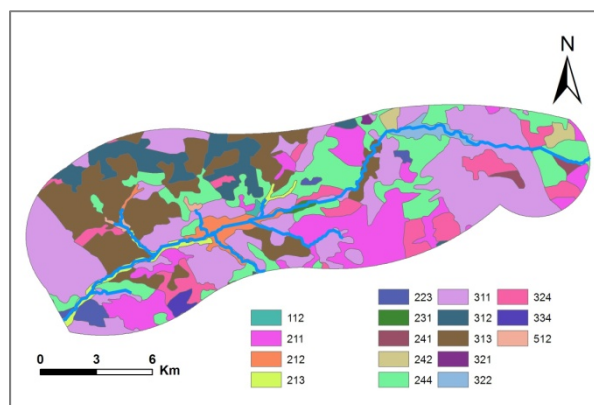


Figura 140. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica da Ribeira de São Martinho.

Principais ameaças: As principais ameaças presentes nesta ribeira são idênticas às verificadas para a Ribeira da Marateca. Existem importantes fontes de poluição difusa, devido à existência de unidades pecuárias (INAG, 2000), e captações de água que reduzem a disponibilidade hídrica em sistemas onde naturalmente este recurso é escasso durante o período estival.

Bacia Hidrográfica: Sado

Curso de água: Barranco do Brejo Largo

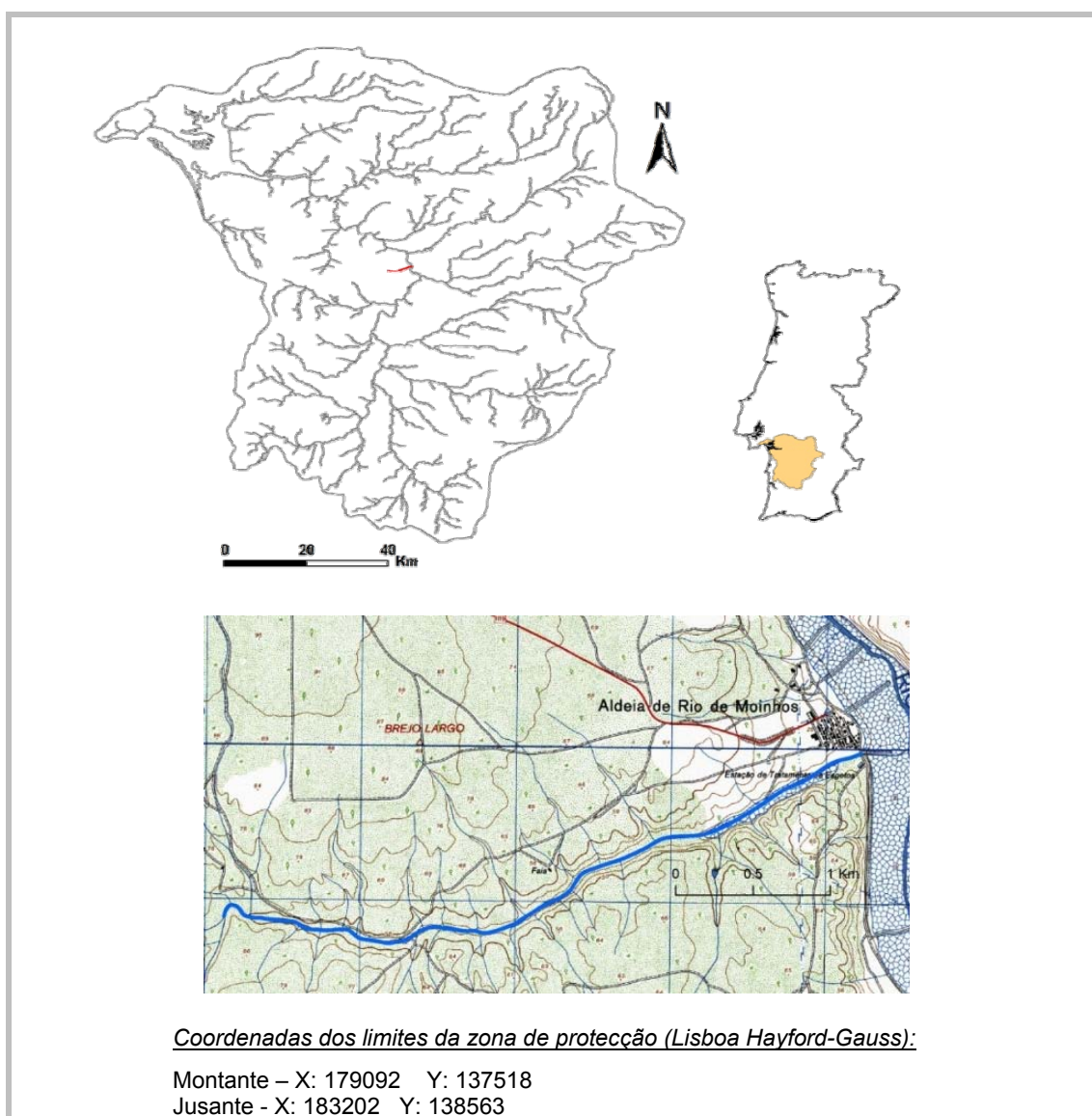


Figura 141. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. no Barranco do Brejo Largo.

Caracterização: O Barranco Brejo Largo é um pequeno afluente da margem esquerda do Rio Sado com apenas 6 km (SNIRH, 2009) e localiza-se a jusante da confluência do Rio Sado com a Ribeira de Odivelas (Fig. 141).

Área de abrangência: A localidade de Aldeia de Rio de Moinhos é a mais próxima da confluência entre o Barranco e o Rio Sado e constitui o limite jusante da zona especial de conservação de *Lampetra* sp. (Fig. 141). A zona de conservação termina a montante, entre as localidades de Monte de Batão e a Aldeia de Rio Moinhos (Brejo Largo). Esta ZEC prolonga-se por uma extensão de 4,57 km.

Usos do solo: A sub-bacia de drenagem do Barranco do Brejo Largo é constituída maioritariamente por zonas florestais (Fig. 142). As áreas agrícolas ocupam os restantes 14,2% de área de ocupação, distribuídos por sistemas agro-florestais (7%), culturas anuais de sequeiro (4%), sistemas culturais e parcelares complexos (2,5%) e culturas anuais de regadio (0,7%) (EEA, 2010).

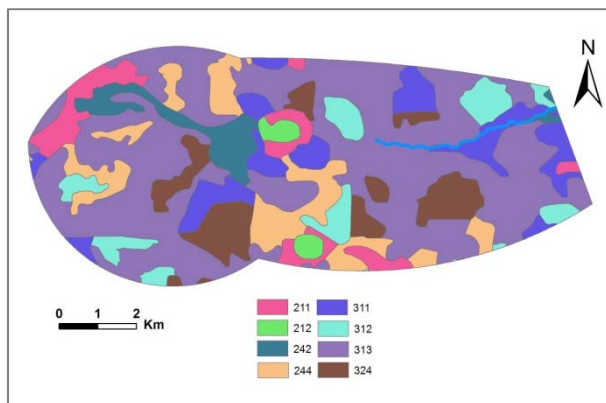


Figura 142. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica do Barranco do Brejo Largo.

Principais ameaças: Provavelmente devido ao facto de se tratar de um curso de água de dimensão reduzida, este sistema é pouco conhecido e existem poucas informações relevantes no que diz respeito às principais pressões que actuam na respectiva comunidade aquática. A poluição aquática e captações de água existentes nas áreas adjacentes à linha de água deverão pertencer ao grupo das principais ameaças à continuidade da presença de *Lampetra* sp. neste sistema.

Bacia Hidrográfica: Sado

Curso de água: Ribeira de São Domingos e Ribeira de Campilhas

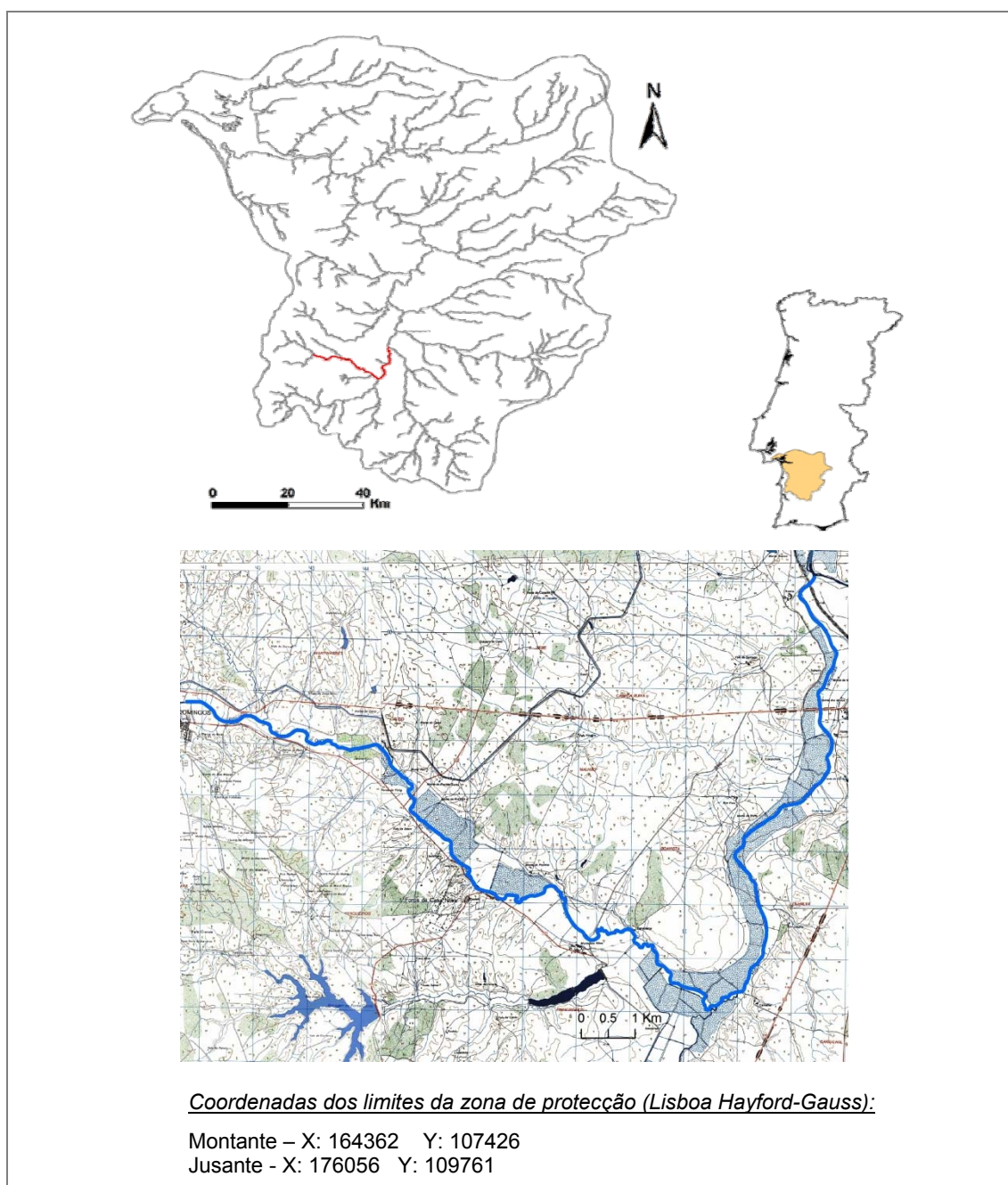


Figura 143. Zona Especial de Conservação de *Lampetra* sp. nas ribeiras de São Domingos e Campilhas.

Caracterização: A Ribeira de Campilhas é um importante afluente da margem esquerda do Rio Sado (INAG, 2000) à qual conflui a Ribeira de São Domingos, com uma extensão de cerca de 14 km, localizada no concelho de Santiago do Cacém (Fig.

143; SNIRH, 2009). A Ribeira de São Domingos constitui o limite Sul de distribuição do género *Lampetra* em Portugal e consequentemente da sua área de distribuição global.

Área de abrangência: A ZEC da Ribeira de São Domingos e Campilhas (Fig. 143) é limitada a jusante pela Ribeira de Campilhas, desde a sua confluência com o Rio Sado (na localidade de Alvalade) até à confluência com a Ribeira de São Domingos e desta até a zona próxima da localidade de São Domingos. Possui uma extensão de 24,51 km.

Usos do solo: Os usos do solo na sub-bacia da Ribeira de Campilhas e São Domingos são maioritariamente florestais (62%), no entanto os usos agrícolas também representam uma área significativa da ocupação do solo, cerca de 37% dos usos do solo totais (Fig. 144). Destacam-se nos usos agrícolas as áreas de culturas anuais de sequeiro (44,9% dos usos agrícolas totais), os sistemas agro-florestais (28,2% de ocupação), a agricultura com espaços naturais (8,3%) e as culturas anuais de regadio (5,7%).

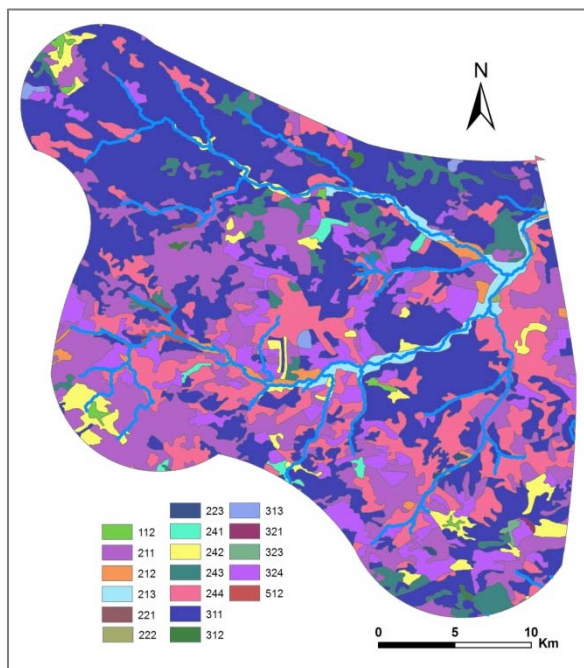


Figura 144. Usos do solo na sub-bacia hidrográfica das ribeiras de São Domingos e Campilhas.

Principais ameaças: A Ribeira de Campilhas apresenta uma qualidade da água, junto à sua confluência com o Rio Sado de má a muito má (SNIRH, 2009), e apresenta um caudal regulado pelo funcionamento da Barragem de Campilhas. Ambas apresentam regularização do leito e margens, sendo estas ameaças mais acentuadas na Ribeira de Campilhas. Também se verificou a ocorrência de captações de água para usos agrícolas nas duas ribeiras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido no âmbito do presente projecto foi dividido em quatro fases distintas. Na Fase I foram identificadas as bacias hidrográficas onde o género *Lampetra* ocorre em Portugal Continental e, paralelamente, identificadas as variáveis ambientais que condicionam a sua distribuição a uma escala regional (*i.e.*, macro-escala). Na Fase II seleccionaram-se duas bacias hidrográficas representativas de sistemas fluviais nos limites de distribuição Norte e Sul do género *Lampetra* em Portugal Continental. Com esta abordagem foi possível constatar que o modelo de probabilidade de ocorrência do género *Lampetra*, desenvolvido na Fase I, parece ter uma definição que lhe permite prever a presença destas espécies a uma escala espacial mais detalhada (*i.e.*, bacia hidrográfica) do que aquela a que foi desenvolvido (*i.e.*, regional/nacional). A Fase III serviu sobretudo para perceber os requisitos/preferências das várias fases do ciclo de vida destas espécies (*i.e.*, amocetes pertencentes a diferentes classes etárias/dimensionais e adultos) ao nível do micro-habitat, a escala espacial mais reduzida. Estas três fases foram desenvolvidas para servirem de suporte a medidas de gestão que visam sobretudo a identificação de habitats importantes e a sua protecção/reabilitação. Numa situação limite em termos de conservação onde, para determinados núcleos populacionais a protecção/reabilitação de habitat poderá não ser suficiente para a sua preservação, acções de conservação *ex situ*, como a reprodução em cativeiro, podem surgir como medida meramente transitória até que se criem condições naturais para a manutenção e/ou recuperação dos efectivos populacionais. Foi nesse sentido que foi desenvolvida uma quarta fase de trabalhos para avaliar a viabilidade de reprodução das lampreias em cativeiro.

A lampreia-de-rio e lampreia-de-riacho, embora presente em vários sistemas hidrográficos, distribuem-se por uma área de ocupação efectiva bastante restrita, pois está reduzida a pequenos núcleos populacionais, muito fragmentados, espalhados pelos sistemas hidrográficos em Portugal Continental. Foram identificados núcleos populacionais de *Lampetra* sp. nas bacias hidrográficas do Rio Douro, Ribeiras do Norte, Rio Vouga, Rio Mondego, Rio Lis, Ribeiras do Oeste, Rio Tejo e Rio Sado. Na bacia do Douro só foi identificado um núcleo populacional, no Rio Inha um afluente da margem esquerda do troço inferior do rio Douro. No sistema composto por várias

ribeiras na região Norte de Portugal que desaguam directamente no Oceano Atlântico, só foi identificada a presença do género na Ribeira de Mangas, uma pequena linha de água que desagua na Barrinha do Esmoriz. No Rio Vouga foram identificados vários núcleos populacionais distribuídos por duas regiões da bacia. Os rios Negro e Antuã que drenam directamente para a zona Norte da Ria de Aveiro, e várias linhas de água que compõem a sub-bacia do Águeda (troço principal do Rio Águeda, Rio Alfusqueiro, Rio Cértima e alguns dos seus afluentes) são os locais mais importantes para o género *Lampetra* na bacia hidrográfica do Rio Vouga. O Mondego, à semelhança do Vouga, é uma bacia muito importante para este género em território nacional. Nesta bacia foram identificados vários núcleos populacionais, em particular nos afluentes das duas margens do troço inferior do Rio Mondego. Assim, foi confirmada a presença de *Lampetra* sp. no Rio Ançã / Vala Vale Travasso, Ribeira de Mortágua, Rio Criz / Rio Mau (Dão), Rio Corvo (Ceira) e Rio Anços (Arunca). Na bacia hidrográfica do Lis, foi identificado um núcleo populacional no Rio Fora, um afluente da margem direita que conflui com a linha de água principal na zona inferior deste sistema. A Ribeira de São Pedro, que desagua em São Pedro de Moel (região de Leiria), foi a única linha de água pertencente ao sistema hidrográfico Ribeiras do Oeste onde se capturou *Lampetra*. No Rio Tejo, o género *Lampetra* está presente em várias linhas de água, nomeadamente: Rio Nabão e seus afluentes da margem direita, Rio Torto, Ribeira de Ulme e Ribeira de Muge (três afluentes da margem esquerda do troço principal do Rio Tejo) e na sub-bacia hidrográfica do Sorraia. O Rio Sorraia é um dos sistemas mais importantes para o género *Lampetra* em Portugal por ser o único onde até à data se confirmou a presença de lampreia-de-rio e pela quantidade de troços onde se identificou a presença de amocetes destas espécies. Finalmente, o Rio Sado foi o sistema mais a Sul onde foram identificados núcleos populacionais de *Lampetra* nas linhas de água Ribeira da Marateca, Ribeira de São Martinho, no troço principal do Sado junto a um pequeno afluente o Barranco Brejo Largo, e no sistema Ribeira de São Domingos / Ribeira de Campilhas.

A área de distribuição efectiva do género *Lampetra* em Portugal Continental é restrita, assim como a área com características adequadas à ocorrência destas espécies. O modelo de distribuição desenvolvido para o género *Lampetra* representa o principal produto final associado ao presente projecto. Com o trabalho desenvolvido, foi possível identificar as variáveis ambientais de macro-escala que condicionam a distribuição da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho em Portugal Continental. Os preditores com maior poder explicativo foram a percentagem de areia do solo, a altitude, a temperatura máxima média do mês mais quente, a poluição industrial e a

precipitação máxima média do mês mais seco. Em geral, as lampreias ocorrem em locais cujo principal componente do substrato que constitui o leito é a areia, a baixas altitudes, temperaturas e precipitações moderadas (quando comparadas com as condições climáticas do restante território nacional) e em locais que podem estar associados a algum grau de degradação ambiental nomeadamente ao nível de poluentes na água de origem industrial.

A presença de elevadas percentagens de areia conjuntamente com baixas altitudes, constituem as duas variáveis que mais condicionam a distribuição das *Lampetra* sp. em Portugal Continental. O modelo desenvolvido é consistente com a ecologia destas espécies, descrevendo com precisão a sua ocorrência em locais com grande abundância de areia, frequentemente perto da costa, mas também penetrando no interior, desde que a baixas altitudes. A altitude foi seleccionada pelo modelo como preditor explicativo não porque condicione directamente (pela variação da pressão atmosférica) a presença destas espécies mas porque condiciona a hidromorfologia do rio nomeadamente ao nível do tipo de fluxo (velocidade e quantidade) e granulometria do substrato que compõe o leito. Altitudes mais elevadas estão geralmente associadas a gradientes do rio mais elevados com velocidades de corrente mais rápidas e, conseqüentemente, substrato mais grosseiro. A presença de amocetes de *Lampetra* sp. foi identificada como altamente relacionada com sítios localizados a altitudes baixas, geralmente abaixo dos 150 m. Também a precipitação e a temperatura estão relacionadas com a altitude, mas parecem descrever padrões de distribuição mais específicos. As lampreias ocorrem mais frequentemente em locais associados à presença de humidade durante todo o ano, indicando que a sua distribuição está condicionada a locais com alguma disponibilidade hídrica. Em Portugal, as lampreias habitam próximo do seu limite térmico máximo, facto que foi confirmado pelo decréscimo significativo da probabilidade de ocorrência de lampreias em locais com temperaturas máximas acima dos 30°C. Em Portugal as larvas de *Lampetra* sp. ocorrem frequentemente em locais associados a algum grau de degradação ambiental, o que se verificou estar intimamente relacionado com o maior grau de pressão industrial existente na zona centro litoral do país. A maior densidade de indústrias está localizada numa região que apresenta condições particularmente favoráveis à ocorrência da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho, nomeadamente ao nível dos parâmetros percentagem de areia, que é elevada, e baixa altitude. Este resultado é preocupante porque indica que uma parte considerável da área considerada favorável à ocorrência deste género em Portugal Continental é afectada pela presença de uma forte pressão industrial que poderá ser responsável pela

degradação do habitat aquático e um constrangimento adicional ao já naturalmente restrito habitat disponível.

A importância de factores climáticos nos padrões de distribuição das lampreias, nomeadamente temperatura e pluviosidade, pode ser crucial para a alteração da sua distribuição num cenário de alterações climáticas. O previsível aumento de temperatura na região Sul do território nacional que, do conjunto de sistemas onde estas espécies ocorrem incidirá em particular nas bacias hidrográficas do Sado e Sorraia, nas quais as lampreias já parecem habitar numa situação muito próxima do seu limite de stress térmico, aumenta substancialmente o risco de desaparecimento desses núcleos populacionais num horizonte temporal a médio/longo prazo.

Ao nível da bacia hidrográfica, os locais onde a probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp. foi considerada mais elevada, correspondem a troços de gradiente baixo, associados a um leito composto por substrato mais fino e velocidade de corrente reduzida. O pH da água é genericamente mais baixo e a galeria ribeirinha contínua e bem preservada e o regime hidrológico permanente, com a manutenção de sistemas lóticos (i.e., água corrente) durante todo ano. Estes locais são também relativamente próximos da foz e o número de obstáculos à continuidade longitudinal é praticamente nulo em linhas de água onde a probabilidade de ocorrência é elevada.

No que diz respeito à preferência de habitat a uma micro-escala, pode-se constatar que um troço de rio adequado à presença de *Lampetra* deverá ter sobretudo um leito constituído por sedimento arenoso. Este substrato deverá ser heterogéneo na sua constituição já que a preferência granulométrica varia de acordo com as dimensões dos amocetes e varia entre amocetes e adultos. Um troço com características adequadas à presença de leitos de amocetes é sobretudo aquele que em termos hidromorfológicos tem as características adequadas a duas fases críticas do ciclo de vida, a fase de crescimento dos amocetes enterrados no sedimento, para a qual precisam sobretudo de substrato adequado e suficiente disponibilidade alimentar (matéria orgânica e microalgas), e a construção do ninho e reprodução dos adultos onde a presença de substrato suficientemente grosseiro (areia cascalhenta) é determinante.

Os resultados obtidos com as experiências desenvolvidas em laboratório para avaliar a viabilidade de reprodução artificial em cativeiro, indicaram que este procedimento poderá ser utilizado como acção de conservação *ex situ* numa situação limite em que

se constate que qualquer acção direccionada para a reabilitação de habitat com vista à recuperação de populações, seja ineficaz.

A gestão da biodiversidade aquática requer a compreensão da forma como estão distribuídas as espécies e a capacidade de prever a sua ocorrência numa determinada área (Vaughan & Ormerod, 2003). A elevada qualidade preditiva do modelo obtido permitiu gerar um mapa de probabilidades de ocorrência do género *Lampetra* a nível nacional. O mapa descreve a ocorrência das lampreias de forma precisa e permite delimitar a extensão da linha de água com características adequadas à presença destas espécies. Esta metodologia permite uma avaliação de todas as linhas de água em Portugal, não apenas aquelas que foram efectivamente amostradas, e fornece uma indicação da extensão territorial que importa conservar. Tendo por base a probabilidade de ocorrência de *Lampetra* sp., e os registos de presença confirmada, foram definidos três níveis de prioridade de conservação das linhas de água: prioridade máxima, prioridade elevada e prioridade moderada. Esta abordagem serviu de suporte à identificação de locais importantes para a conservação de *Lampetra* sp., aqui denominados como Zonas Especiais de Conservação (ZEC) especificamente designados para este género. As linhas de água identificadas com o nível máximo de prioridade de conservação são aquelas para as quais são propostas a criação de ZEC. A utilização do acrónimo ZEC neste estudo não é alheia à terminologia utilizada no âmbito do Plano Sectorial da Rede Natura 2000. A aplicação mais desejável de todo este trabalho seria integrar as ZEC aqui identificadas no âmbito da Rede Natura 2000, dotando-as de todo o contexto legal que poderá potenciar a sua conservação no futuro (c.f., ICNB, 2006).

Verificou-se no entanto a existência de probabilidades de captura de lampreias elevadas em linhas de água que não foram prospectadas sugerindo que, em algumas bacias hidrográficas, poderão continuar a existir núcleos populacionais não identificados. As zonas de prioridade de conservação moderada e elevada constituem por isso locais a ter em conta para a protecção da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho a nível nacional apesar de não estarem englobadas pelas ZEC aqui propostas.

Os locais onde foram capturadas lampreias (ZEC) revelaram a existência de vários constrangimentos à sobrevivência destas espécies. Verificou-se a existência de poluição aquática de várias origens na generalidade dos cursos de água designados; captações de água (particularmente problemáticas nos cursos de água nos sistemas fluviais mais a Sul), regularização do caudal, do leito e das margens, destruição da vegetação ripícola, perda de conectividade fluvial devido à construção de barragens e

açudes e actividades extractivas de areia. Constatou-se também a existência de projectos de construção de mini-hídricas em duas das linhas de água onde foram designados troços com a prioridade máxima de conservação (o Rio Alfusqueiro na Bacia do Vouga e o Rio Criz na Bacia do Mondego), o que representa um constrangimento adicional à conservação desses núcleos populacionais.

A lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho apesar de terem o mesmo estatuto de ameaça têm realidades distintas no que diz respeito à sua presença em Portugal Continental. A lampreia-de-riacho está presente em oito bacias hidrográficas distintas, enquanto que a lampreia-de-rio ocorre apenas na bacia hidrográfica do Tejo, o que faz com que a sua área de distribuição conhecida seja consideravelmente mais reduzida do que a da sua congénere. Para além disso, a lampreia-de-rio é uma espécie anádroma, com a obrigatoriedade inerente de migrar entre o mar e a água doce para completar o ciclo de vida. Esta necessidade aumenta a susceptibilidade desta espécie à presença de obstáculos nos corredores migratórios que interrompem esta comunicação entre ambientes distintos e, com isso, o incremento inerente da sua vulnerabilidade a alterações das linhas de água. Um trabalho filogeográfico recente de Mateus *et al.* (2011) indica a presença de quatro linhas evolutivas distintas (UES – Unidades Evolutivas Significativas) do género *Lampetra* na Península Ibérica que terão evoluído por alopatria. Neste trabalho foi detectada uma elevada diferenciação genética entre as quatro linhagens, o que sugere a existência de um complexo de espécies crípticas da forma residente na Península Ibérica. Foram definidas quatro UES para a espécie residente (*L. planeri*) na Península Ibérica e uma UES para a espécie migradora (*L. fluviatilis*) que inclui não só a população da Península Ibérica mas também as populações do resto da Europa. As quatro unidades de conservação propostas neste trabalho para a forma residente são constituídas pelos grupos: núcleos populacionais do Rio Sado (Grupo 1); núcleos populacionais do Rio Nabão (Grupo 2); núcleos populacionais dos Rios Esmoriz e Vouga (Grupo 3) e as restantes linhas de água nas quais se capturaram lampreias na Península Ibérica (Grupo 4). Esta informação recente requer que se tenha uma preocupação adicional neste plano de conservação porque a prevalência de UES distintas em espécies já consideradas extremamente ameaçadas faz com que os vários grupos que constituem as unidades de conservação, e que têm características distintivas e únicas que interessa preservar, se distribuam por uma área ainda mais restrita pelo que, a perspectiva de conservação deve ser nestes casos ao nível dos grupos definidos como UES e não apenas ao nível da espécie.

O trabalho desenvolvido reforça a premência de medidas de gestão que potenciem a conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho em território nacional com a identificação de áreas muito restritas com condições favoráveis à ocorrência destas espécies. No entanto, importa salientar que com este estudo foi dado um contributo substancial no sentido de colmatar a falta de informação que existia sobre estas espécies em Portugal. É de todo desejável que esta informação venha a contribuir para a implementação de acções de protecção concretas que potenciem a conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho, duas espécies que correm risco considerável de virem a ser consideradas extintas em Portugal, se nada for feito para contrariar a tendência de redução de habitat disponível.

7. PRODUTOS FINAIS ASSOCIADOS AO PROJECTO

O presente projecto, para além da realização das tarefas relacionadas com a prospecção e identificação dos núcleos populacionais do género *Lampetra* em território nacional (Tarefa 1), a identificação das variáveis abióticas que condicionam a selecção de habitat deste género a três níveis biogeográficos distintos: regional, bacia hidrográfica e micro-habitat (Tarefa 2), e a avaliação da viabilidade de reprodução em cativeiro (Tarefa 3), preconizava ainda a elaboração de outros produtos finais. Assim, estavam previstas no início do projecto a realização de (1) exposições temporárias no Fluviário de Mora e no Aquamuseu do Rio Minho; (2) a elaboração de desdobráveis de divulgação associados às exposições temporárias previstas; (3) fornecimento de conteúdos para a publicação de um livro sobre a conservação da lampreia-de-rio e lampreia-de-riacho em Portugal Continental.

7.1. ELABORAÇÃO DE EXPOSIÇÕES TEMÁTICAS (FLUVIÁRIO DE MORA/AQUAMUSEU DO RIO MINHO)

As duas exposições temáticas que se encontravam previstas foram inauguradas no Aquamuseu do Rio Minho e no Fluviário de Mora em Junho e Outubro de 2010, respectivamente. Os conteúdos da exposição que se encontra patente no Fluviário de Mora foram elaborados pela equipa responsável pela região Sul (Centro de Oceanografia/Universidade de Évora), enquanto que os conteúdos da exposição do Aquamuseu foram elaborados pela equipa responsável pela região Norte (Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental/ Centro de Investigação Ambiental - Planeta Vivo).

Nas figuras 145 e 146 são apresentados, respectivamente, alguns pormenores das exposições “Lampreias de Portugal” inaugurada no Fluviário de Mora e da exposição “A Lampreia-de-Rio e a Lampreia-de-Riacho” inaugurada no Aquamuseu do Rio Minho. Os placares elaborados para a exposição do Fluviário de Mora e do Aquamuseu do Rio Minho são apresentados de forma mais pormenorizada no Anexo II e III, respectivamente.



Figura 145. Imagens da exposição temática inaugurada no Fluviário de Mora: a) vista geral da exposição; b) painel 1; c) painel 2; d) painel 3.

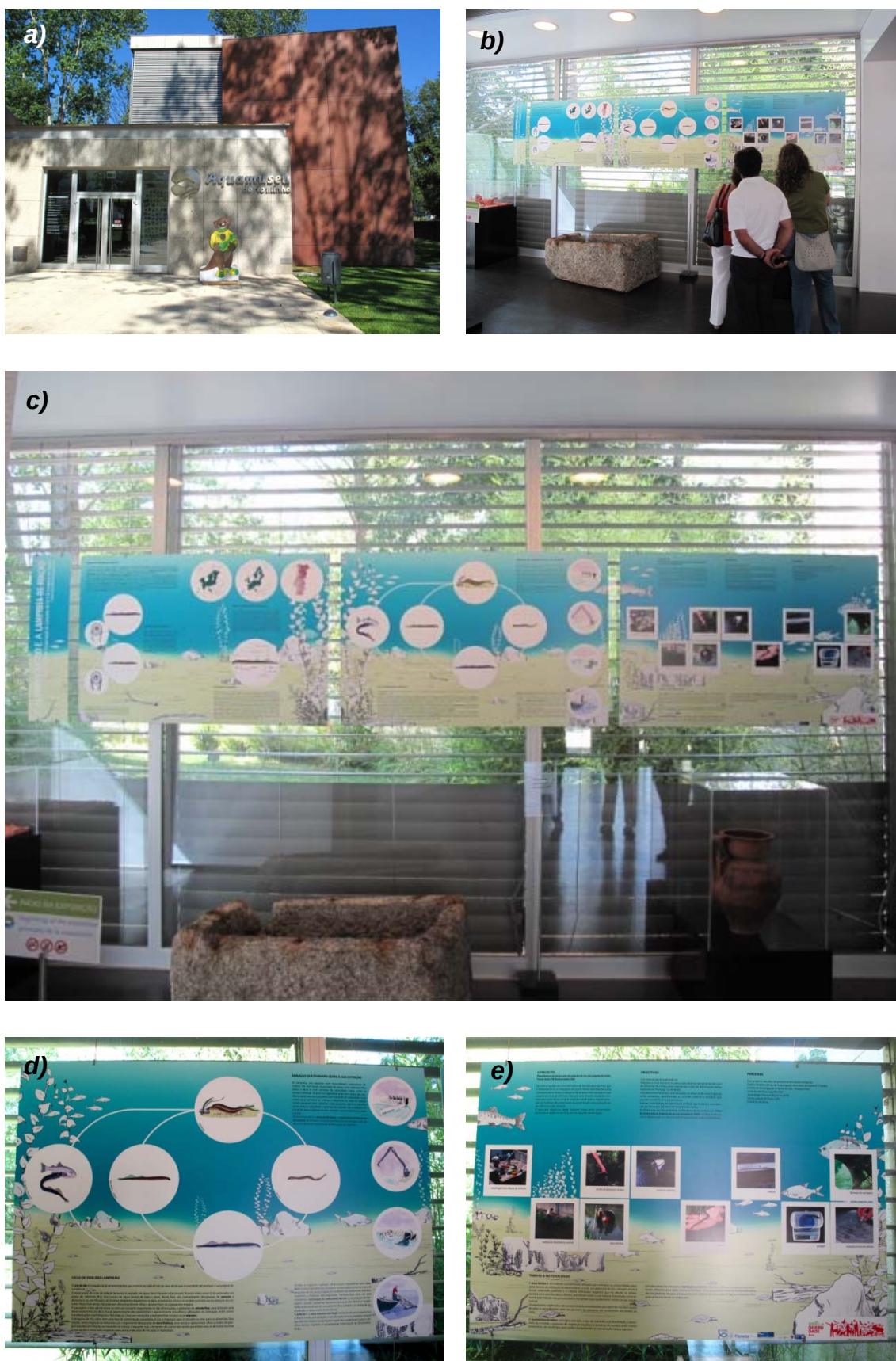


Figura 146. Imagens da exposição temática inaugurada no Aquamuseu do Rio Minho: a) Aquamuseu; b) e c) vista geral da exposição; d) painel 1; e) painel 3.

7.2. ELABORAÇÃO DE DESDOBRÁVEIS DE DIVULGAÇÃO

Na sequência das exposições temporárias foram também elaborados desdobráveis associados às temáticas abordadas nas referidas exposições (Fig. 147). Uma apresentação mais detalhada dos desdobráveis referentes às duas exposições está disponível nos Anexo IV e V.



Figura 147. Exterior dos desdobráveis de apresentação das exposições “As lampreias de Portugal” e “A lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho”.

7.3. FORNECIMENTO DE CONTEÚDOS PARA A PUBLICAÇÃO DE UM LIVRO

Também como produto final associado a este projecto está previsto o fornecimento de conteúdos, a partir dos quais, poderá ser elaborado um livro, após edição gráfica apropriada, sobre a conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho em Portugal. Este documento será elaborado com base nos resultados obtidos no âmbito dos trabalhos realizados no presente projecto e pretende sintetizar a informação de uma forma mais legível e aprazível para o público em geral.

7.4. FORMAÇÃO PÓS-GRADUADA

Parte da informação recolhida no presente projecto está a ser utilizada para elaboração das seguintes teses de pós-graduação:

- Tese de doutoramento de Catarina Mateus intitulada “Definição de unidades de conservação e gestão das lampreias (Petromyzontidae) através da análise da estrutura genética, filogeografia e ecologia. Universidade de Évora.”
- Tese de mestrado de Ana Filipa Ferreira intitulada “Distribuição da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho em Portugal Continental: identificação dos parâmetros ambientais que condicionam a selecção de habitat ao nível regional e de bacia hidrográfica. Mestrado em Gestão e Conservação de Recursos Naturais. Universidade de Évora e Instituto Superior de Agronomia (UTL)”

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFN- Autoridade Florestal Nacional. 2009. *Concessão Pesca do Rio Inha – concelho: Santa Maria da Feira. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas*. Disponível em: <http://www.afn.min-agricultura.pt/portal/pesca/concessoes-pesca-desportiva/aveiro/concessao-pesca-rio-inha-2013-concelho-santa-maria-feira> Acesso a: 28-3-2011.
- Almaça, C. & Collares-Pereira, M.J. 1988. On the occurrence of the european river lamprey, *Lampetra Fluviatilis* (Linnaeus, 1758), in the Iberian Peninsula. *Cybiu* 12 (1): 9-15.
- Almaça, C. & Cortes, P.A. 1991. On the european brook lamprey, *Lampetra Planeri* (Bloch, 1784) (Petromyzontidae), in Portugal. *Cybiu* 15 (3): 189-192.
- Almeida, P.R. & B.R. Quintella. 2002. Larval habitat of the sea lamprey (*Petromyzon marinus* L.) in the River Mondego (Portugal). In: M.J. Collares-Pereira, M.M. Coelho & I.G. Cowx (eds.). *Freshwater fish conservation: options for the future*. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford: 121-130.
- Almeida, P.R., Quintella, B.R. & Alexandre, C. 2008. Estudo de Impacte Ambiental do Aproveitamento Hidroeléctrico de Ribeiradio-Ermida- Componente Ictiofauna. Instituto de Oceanografia. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa. 108pp.
- Almeida, P.R., Quintella, B.R., Dias, N.M. & Andrade, N. 2002. The anadromous sea lamprey in Portugal: biology and conservation perspectives. *Proceedings of the International Congress on the Biology of Fishes – The Biology of Lampreys*. Vancouver, Canada. 49-58.
- Amorim, A., 1986. *Esmoriz e a sua História*. Edição da Comissão de Melhoramentos. Esmoriz. 575pp.
- Bagenal, T.B. & F.W. Tesch. 1978. Age and Growth. In: T.B. Bagenal (ed.). *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. IBP Handbook 3, Oxford: Blackwell Scientific Pub., 101-136.
- Baldaque da Silva, A.A. 1891. *Estado actual das pescas em Portugal: compreendendo a pesca marítima, fluvial e lacustre em todo o continente do reino, referido ao anno de 1886*. Imprensa Nacional. Lisboa. 519pp.
- Beecher, H.A., Dott, E.R. & Fernau, R.F. 1988. Fish species richness and stream order in Washington State streams. *Environmental Biology of Fishes*. 22(3): 193-209.
- Böhner, J. & Selige, T. 2006. Spatial Prediction of Soil Attributes Using Terrain Analysis and Climate Regionalisation. In: Boehner, J., McCloy, K.R. & Strobl, J., *SAGA – Analysis and Modelling Applications*. Goettinger Geographische Abhandlungen. 115: 13-27.
- Böhner, J., Köthe, R., Conrad, O., Gross, J., Ringeler, A. & Selige, T. 2002. Soil regionalisation by means of terrain analysis and process parameterisation. In: Micheli, E., Nachtergaele, F., Montanarella, L. (eds.). *Soil Classification 2001*. EUR 20398 EN. The European Soil Bureau. Joint Research Centre. Ispra. 213–222.

- Borrego, C., Coutinho, M., Silva, M., Fidélis, T., Figueiredo, J., Leão, F., Pinho, R., Bento, S. & Mata, P. 2006. *Plano Municipal da Água- Diagnóstico*. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro. 158pp.
- Buchanon, J.B. & J.M. Kain. 1971. Measurement of the physical and chemical environment. In: Holme & McIntyre (eds.). *Methods for the Study of Marine Benthos*. IBP Handbook 16, Oxford: Blackwell Scientific Pub., 30-58.
- C.C.R.N. 1989. Comissão de Coordenação da Região Norte. *Barrinha de Esmoriz- estudos preliminares*. Policopiado. Porto. 268pp.
- Cabral, M.J. (coord), J. Almeida, P.R. Almeida, T. Dellinger, N. Ferrand de Almeida, M.E. Oliveira, J.M. Palmeirim, A.I. Queiroz, L. Rogado, & M. Santos-Reis, (eds.), 2005. Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto de Conservação da Natureza, Lisboa. 660 pp.
- Capinha, C. 2008. Modelação espacial da adequabilidade de habitat a espécies invasoras: o *Carpobrotus edulis* em terreno não dunar. *Finisterra*. 86: 53-68.
- Cassidy, J.S. 2010. Avaliação da qualidade da água do rio Cértima através de ensaios ecotoxicológicos. Tese Mestrado. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro. Aveiro. 83pp.
- Crawley, M.J. 2007. *The R Book*. John Wiley & Sons, Ltd. 950pp.
- De'ath, G. 2007. Boosted trees for ecological modeling and prediction. *Ecology*. 88: 243-251.
- Dias, A. 2000. Estudo da Dinâmica Espacial e Temporal dos Principais Factores Abióticos e da Comunidade Fitoplancónica da Vala de Maceda. Tese de mestrado. Mestrado em Hidrobiologia. Departamento de Zoologia e Antropologia. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 165pp.
- Doadrio I (ed.) (2001). Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- EEA, 2010. European Environmental Agency. *Corine Land Cover 2000*. Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/themes/landuse/interactive/clc-download>. Acesso a: 07-04-2010.
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L.G., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.McC., Peterson, A.T., Phillips, S.J., Richardson, K.S., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R.E., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M.S. and Zimmermann, N.E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*. 29: 129-151
- Elith, J., Leathwick, J.R. & Hastie, T. 2008. A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology*. 77: 802-813.
- Espanhol, R., P.R. Almeida & M.J. Alves, 2007. Evolutionary history of lamprey paired species *Lampetra fluviatilis* (L.) and *Lampetra planeri* (Bloch) as inferred from mitochondrial DNA variation. *Molecular Ecology*, 16: 1904-1924.
- ESRI, 2009. ArcGIS 9.3 Desktop Help. ESRI © ArcMap™ 9.3.1
- FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC, 2009. Harmonized World Soil Database. Version 1.1. FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.
- Ferreira, J.G. 2004. Selecção de *habitat* de *Lampetra* sp. (Família Petromyzontidae) na bacia hidrográfica do Tejo. Trabalho de Fim de Curso. Universidade de Évora. 92pp.

- Ferreira, M.T. & Oliveira, J.M. 1996. Gestão da lampreia marinha *Petromyzon marinus* no rio Tejo. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*. 45: 401-439.
- Friedman, J.H. 2001. Greedy Function Approximation: A gradient boosting machine. *The Annals of Statistics*. 29(5): 1189–1232.
- Friedman, J.H. 2002. Stochastic gradient boosting. *Computational Statistics and Data Analysis*. 38: 367–378.
- Froeschke, J., Stunz, G.W. & Wildhaber, M.L. 2010. Environmental influences on the occurrence of coastal sharks in estuarine waters. *Marine Ecology Progress Series*. 407: 279–292.
- Gardiner, R., 2003. Identifying Lamprey: A Field Key for Sea, River and Brook Lamprey (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* and *L. planeri*) Conserving Natura 2000 Rivers. Conservation Techniques. Series, No. 4, English Nature, Peterborough, 27 pp.
- Goodwin, C.E., J.T.A. Dick, D.L. Rogowski & R.W. Elwood, 2008. Lamprey (*Lampetra fluviatilis* and *Lampetra planeri*) ammocoete habitat associations at regional, catchment and microhabitat scales in Northern Ireland. *Ecology of Freshwater Fishes*, 17: 542–553
- Hardisty, M.W. & I.C. Potter, 1971a. Paired species. In: Hardisty M.W. & I.C. Potter (eds.). The biology of lampreys, Vol 1. London, Academic Press: 249-277.
- Hardisty, M.W. & I.C. Potter, 1971b. The general biology of adult lampreys. In: Hardisty M.W. & I.C. Potter (eds.). The biology of lampreys, Vol 1. London, Academic Press: 127-247.
- Hardisty, M.W. & I.C. Potter, 1971c. The behaviour, ecology and growth of larval lampreys. In: Hardisty M.W. & I.C. Potter (eds.). The biology of lampreys, Vol 1. London, Academic Press: 85-125.
- Hardisty, M.W. & I.C. Potter, 1971d. The behaviour, ecology and growth of larval lampreys. In: Hardisty M.W. & I.C. Potter (eds.). The biology of lampreys, Vol 1. London, Academic Press: 85-125.
- Hardisty, M.W. 2006. Lampreys. Life Without Jaws. Forrest Text. UK.
- Hardisty, M.W., 1986. *Lampetra planeri* Bloch, 1758. In: Holčík, J. (ed.). The freshwater fishes of Europe Vol.1, Part I – Petromyzontiformes. Wiesbaden, Aula-Verlag: 279-304.
- Hastie, T., Tibshirani, R. & Friedman, J.H. 2009. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Second Edition. Springer-Verlag, New York. 745pp.
- Hengl, T. & H.I. Reuter, (Eds) 2009. Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. In: Hartemink, A.E. & McBratney, A.B. Developments in Soil Science. Elsevier. Oxford Vol. 33. 765 pp.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 25: 1965-1978.
- Hill M.O. & Gauch H.G. (1980.): Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. - *Vegetatio*, 42: 47 - 58
- Huggins, R.J. and Thompson, A. (1970). Communal spawning of brook and river lampreys, *Lampetra planeri* Bloch and *Lampetra fluviatilis* L. *Journal of Fish Biology* 2: 53-54.

- ICNB, 2000. Plano Sectorial Rede Natura 2000. Disponível em: <http://www.icn.pt/psrn2000/> Acesso a: 29-12-2010.
- ICNB. 2006. Sítios da Lista Nacional e Zonas de Protecção Especial/Fichas de ZPE. Disponível em http://www.icnb.pt/propfinal/_Vol.IIS%C3%ADtios%20da%20Lista%20Nacional%20e%20Zonas%20de%20Protec%C3%A7%C3%A3o%20Especial/Fichas%20de%20ZPE/ Acesso a: 24-3-2010.
- INAG I.P. 1999a. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Vouga. 1ª Fase – Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Volume IV- Diagnóstico*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 62pp.
- INAG I.P. 1999b. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego. Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Volume IV – Diagnóstico*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 21pp.
- INAG I.P. 2000. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego. 1ª Fase- Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo 1 – Análise Biofísica*. Volume II. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 165pp.
- INAG I.P. 2001a. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Vouga. Relatório do Plano*. Volume I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- INAG I.P. 2001b. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego. Relatório do Plano. Volume I*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 437pp.
- INAG I.P. 2001c. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lis. Relatório do Plano*. Volume I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 387pp.
- INAG I.P. 2001d. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. Relatório do Plano*. Volume I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 500pp.
- INAG I.P. 2008. *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva Quadro da Água Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. 15pp.
- IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 21 December 2010.
- Kohavi, R. 1995. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. In: San Mateo, C.A. (ed), *Proceedings of the Fourteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann. 1137–1143.
- Kottelat M. & J. Freyhof, 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin. 646 pp.
- LandScan, 2010. Geographic Information Science and Technology. OakRidge National Laboratory. UT- Battelle. US Department of Energy. Disponível em: <http://www.ornl.gov/sci/landscan/> Acesso a: 24-03-2010.
- Lane, J.Q., Raimondi, P.T. & Kudela, R. M. 2009. Development of a logistic regression model for the prediction of toxigenic *Pseudo-nitzschia* blooms in Monterey Bay, California. *Marine Ecology Progress Series*. 383: 37–51.

- Leathwick, J.R., Elith, J., Chadderton, W.L., Rowe, D. & Hastie, T. 2008. Dispersal, disturbance, and the contrasting biogeographies of New Zealand's diadromous and non-diadromous fish species. *Journal of Biogeography*. 35:1481-1497.
- Leathwick, J.R., Elith, J., Francis, M.P., Hastie, T. & Taylor, P. 2006. Variation in demersal fish species richness in the oceans surrounding New Zealand: an analysis using boosted regression trees. *Marine Ecology Progress Series*. 321: 267–281.
- Lelek, A., 1987. The Freshwater Fishes of Europe Vol. 9, Threatened Fishes of Europe. Wiesbaden, Aula-Verlag. 343pp.
- Maia, C., Mendes, D. & Gomes, N., 2008. Plano de Recuperação da Comunidade de Peixes Migradores na bacia hidrográfica do rio Douro, Relatório Final, EDP, 119 pp.
- Maitland, P.S. 2003. Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series*. Vol. 5. Peterborough: English Nature.
- Maitland, P.S., 1972. A Key to British Freshwater Fishes. Freshwater Biological Association. Ambleside (UK). 139 pp.
- Mateus C.S., B.R. Quintella, R. Rodríguez-Muñoz & P.R. Almeida (in press). Presence of the genus *Lampetra* in Asturias (Northern Spain). *Cymbium*.
- Meador MR, McIntyre JP, Pollock KH. 2003. Assessing the efficacy of single-pass backpack electrofishing to characterize fish community structure. *Transactions of the American Fisheries Society* 132: 39-46.
- Moore, I.D., Burch, G.J., Mackenzie, D.H., 1988. Topographic effects on the distribution of surface soil water and the location of ephemeral gullies. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*. 31(4): 1098–1107.
- Moreno, F.S.B.A. 2000. Estudo dos mecanismos de dispersão de elementos vestigiais em sedimentos de corrente e águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Antuã. Tese de doutoramento. Universidade de Aveiro, Aveiro. 243pp.
- Olaia, V. 2004. A gentle introduction to SAGA GIS. Edition 1.1. Disponível em: <http://geosun1.uni-geog.gwdg.de/saga/html/index.php>. Acesso a: 24-09-2010.
- Parisien, M.A. & Moritz, A.M. 2009. Environmental controls on the distribution of wildfire at multiple spatial scales. *Ecological Monographs*. 79: 127–154.
- Peterson JT, Thurow RF, Guzevich JW. 2004. An evaluation of multipass electrofishing for estimating the abundance of stream-dwelling salmonids. *Transactions of the American Fisheries Society* 133: 462-475.
- Plavis, G.W., 1971. Embriology. In The Biology of lampreys. In: Hardisty M.W. & I.C. Potter (eds.). The biology of lampreys, Vol 1. London, Academic Press.
- Potter, I.C. & Osborne, T.S., 1975. The systematics of British larval lampreys. *Journal of Zoology, London*, 176: 311-329.
- R Development Core Team 2004. *R: a language and environment for statistical computing*. Versão 2.7.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org> Acesso a: 5-5-2010.
- Ridgeway, G. 2006. *GBM: Generalized boosted regression models*. R package. Versão 1.6-3. Disponível em: <http://www.i-pensieri.com/gregr/gbm.shtml>. Acesso a: 5-5-2010.
- Rodrigues, P.D. 2009. Modelação de populações e comunidades. Departamento de Biologia Animal. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 324pp.
- Roux, R.M. 1964. Les sediments de l'étange de Reine. *Recueils des Travaux de la Station Marine d'Endoume* 35 : 257-285.

- SAGA 2010. *System for Automated Geoscientific Analysis*. Versão 2.0.6. SAGA User Group Association.
- Schapire, R. 2003. The boosting approach to machine learning – an overview. *In*: Denison, D.D., Hansen, M.H., Holmes, C., Mallick, B. & Yu, B. (eds), *MSR/Workshop on Nonlinear Estimation and Classification*. 2003. Springer. New York.
- Schreiber, A. & Engelhorn, R., 1998. Population genetics of a cyclostome species pair, river lamprey (*Lampetra fluviatilis* L.) and brook lamprey (*Lampetra planeri* Bloch). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 36: 85-99.
- Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). 2010. US Geological Survey. US Department of the Interior. Retirado de: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/spain.htm> Acesso a: 17-02-2010.
- Silva, M. H. M. P. 2008. Avaliação e monitorização integrada do estado de qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Cértima. Tese Mestrado. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro. Aveiro. 100pp.
- Snelder, T.H. & Lamouroux, N. 2010. Co-variation of fish assemblages, flow regimes and other habitat factors in French rivers. *Freshwater Biology*. 55(4): 881–892.
- SNIRH. 2009. Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. INAG. Disponível em: <http://snirh.pt/> Acesso a: 10-03-2011.
- Strahler, A. N. (1952), "Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology", *Geological Society of America Bulletin* 63(11): 1117–114.
- Teixeira, A., Gerales, A., Oliveira, J., Bochechas, J. & Ferreira, M. 2008. Avaliação da Qualidade Ecológica de Rios Portugueses (Projecto AQUARIPORT): Síntese dos resultados referentes à análise das comunidades de macroinvertebrados bentónicos. *9º Congresso da Água*. Cascais. 12pp.
- Ter Braak C. (1986) Canonical correspondence analysis. A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:, 1167–1179.
- Ter Braak C. (1987) CANOCO – a Fortran program for canonical community ordination by correspondence analysis, principal correspondence analysis and redundancy analysis. TNO Institute of Applied Computer Science, Wageningen, 82 pp.
- Vaughan, I.P. & Ormerod, S.J. 2003. Improving the quality of distribution models for conservation by addressing shortcomings in the field collection of training data. *Conservation Biology*. 17: 1601–1611.
- Worldclim 2010. Global Climate Data. Versão 1.4. Retirado de: <http://www.worldclim.org/> Acesso a: 03-02-2010.

ANEXO I

Códigos de usos do solo
(*Corine Land Cover V.2006*)

ANEXO I - Códigos de usos do solo (*Corine Land Cover V.2006*)

Grupo	Código	Subgrupo	Tipo
Superfícies artificiais	111	Tecido urbano	Tecido urbano contínuo
	112	Tecido urbano	Tecido urbano descontínuo
	121	Indústria, comércio e transportes	Indústria, comércio e equipamentos gerais
	122	Indústria, comércio e transportes	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados
	123	Indústria, comércio e transportes	Zonas portuárias
	124	Indústria, comércio e transportes	Aeroportos
	131	Áreas em construção, de extracção e de depósitos de resíduos	Áreas de extracção mineira
	132	Áreas em construção, de extracção e de depósitos de resíduos	Áreas de deposição de resíduos
	133	Áreas em construção, de extracção e de depósitos de resíduos	Áreas em construção
	141	Zonas verdes ordenadas	Espaços verdes urbanos
	142	Zonas verdes ordenadas	Equipamentos desportivos e de lazer
Áreas agricultadas	211	Culturas anuais	Culturas anuais de sequeiro
	212	Culturas anuais	Culturas anuais de regadio
	213	Culturas anuais	Arrozais
	221	Culturas permanentes	Vinhas
	222	Culturas permanentes	Pomares
	223	Culturas permanentes	Olivais
	231	Pastagens	Pastagens
	241	Áreas agrícolas heterogéneas	Culturas anuais associadas às culturas permanentes
	242	Áreas agrícolas heterogéneas	Sistemas culturais e parcelares complexos
	243	Áreas agrícolas heterogéneas	Agricultura com espaços naturais
	244	Áreas agrícolas heterogéneas	Sistemas agro-florestais
Florestas e áreas seminaturais	311	Florestas	Florestas de folhosas
	312	Florestas	Florestas de resinosas
	313	Florestas	Florestas mistas
	321	Vegetação arbustiva e herbácea	Pastagens naturais
	322	Vegetação arbustiva e herbácea	Matos
	323	Vegetação arbustiva e herbácea	Vegetação esclerofítica
	324	Vegetação arbustiva e herbácea	Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações
	331	Zonas descobertas e com pouca vegetação	Praias, dunas e areiais
	332	Zonas descobertas e com pouca vegetação	Rocha nua
	333	Zonas descobertas e com pouca vegetação	Vegetação esparsa
	334	Zonas descobertas e com pouca vegetação	Áreas áridas
	335	Zonas descobertas e com pouca vegetação	Neves eternas e glaciares
Zonas húmidas	411	Zonas húmidas interiores	Pauís
	412	Zonas húmidas interiores	Turfeiras
	421	Zonas húmidas costeiras	Sapais
	422	Zonas húmidas costeiras	Salinas
	423	Zonas húmidas costeiras	Zonas intertidais
Massas de água	511	Águas interiores	Linhas de água
	512	Águas interiores	Planos de água
	521	Águas marinhas	Lagunas litorais
	522	Águas marinhas	Estuários
	523	Águas marinhas	Mar e oceano
Sem dados	999	Sem dados	Sem dados
Não classificados	990	Superfície terrestre não classificada	Superfície terrestre não classificada
	995	Massa de água não classificada	Massa de água não classificada
	990	Não classificado	Não classificado

ANEXO II

**Painéis elaborados para a exposição
realizada no Fluviário de Mora**



1.

CONHECE AS NOSSAS LAMPREIAS?

As lampreias são ciclóstomos e não são consideradas verdadeiros peixes e a principal característica que os distingue é a ausência de mandíbulas. A boca das lampreias é em forma de disco com um formato muito característico que se assemelha a uma ventosa.

Existem três espécies de lampreias em Portugal:

- 1 — a lampreia-marinha (*Petromyzon marinus* L.)
- 2 — a lampreia-de-rio (*Lampetra fluviatilis* L.)
- 3 — a lampreia-de-riacho (*Lampetra planeri* Bloch, 1784)



Os adultos das três espécies atingem dimensões máximas muito diferentes: a lampreia-marinha pode alcançar 120 cm, a lampreia-de-rio cerca de 50 cm e a lampreia-de-riacho geralmente não ultrapassa os 20 cm.

A lampreia-marinha é a espécie apreciada na nossa gastronomia sendo alvo de uma pesca dirigida por altura da migração reprodutiva anual. Contudo, as espécies de lampreia mais raras em Portugal são a lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho. Estas duas lampreias têm ciclos de vida bastante distintos, divergindo essencialmente durante a fase adulta.

A lampreia-de-rio é anádroma, ou seja, efectua uma migração para se reproduzir em água doce após um período de alimentação parasitária em ambiente marinho (alimenta-se do sangue de peixes a que se agarra com a boca em forma de ventosa).

A lampreia-de-riacho é residente e não parasita, completa todo o seu ciclo de vida em água doce e não se alimenta durante a curta fase adulta.

As larvas das lampreias, ou amocetes nome por que também são conhecidas, filtram a água para se alimentarem de pequenos organismos em suspensão. Durante a fase larvar, os amocetes encontram-se enterrados no leito dos rios nas zonas arenosas. Neste período são cegos, desenvolvendo olhos apenas na transição para adultos, durante um processo de metamorfose marcado também pelo desenvolvimento do disco oral em forma de ventosa e aparecimento dos dentes. A fase larvar tem uma duração aproximada de 5 anos e as larvas das duas espécies são morfologicamente idênticas. Após este processo de transformações profundas que consiste a metamorfose, as duas espécies adoptam diferentes estratégias de vida.

Os juvenis de lampreia-de-rio executam a migração trófica, em direcção ao mar ou estuário, onde permanecem cerca de dois anos a parasitar peixes. Quando chega a altura de se reproduzirem, deixam de se alimentar e iniciam a migração em direcção ao rio, onde desovam em ninhos que não são mais do que pequenas depressões no leito do rio escavadas pelos reprodutores que arrastam pequenas pedras com a ventosa da boca. A lampreia-de-riacho não se alimenta durante toda a fase adulta, iniciando a maturação sexual e migração para os locais de reprodução pouco depois da metamorfose, tendo um ciclo de vida mais curto e exclusivamente em água doce. Ambas as lampreias morrem pouco depois de se reproduzirem.

Ficha Técnica

Introdução: espécies

Centro de Oceanografia

Fluviário de Mora

Coordenador: Pedro Raposo de Almeida (Coordenador - Universidade do Évora/ Centro de Oceanografia)

Elaborado: Helena Almeida (Centro de Oceanografia - FCT)

Carlos Alexandre, Catarina Mendes & Ana Tânia Ferreira (Centro de Oceanografia)

João Lopes (Universidade do Minho)

Artigo: Helena Almeida

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

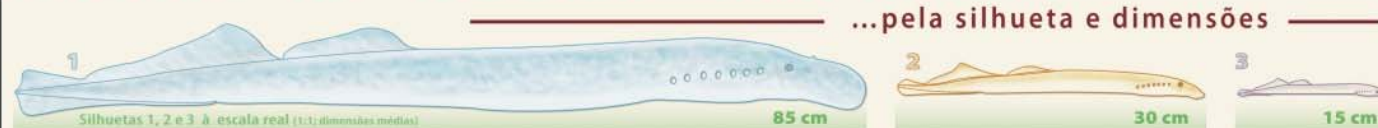
Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

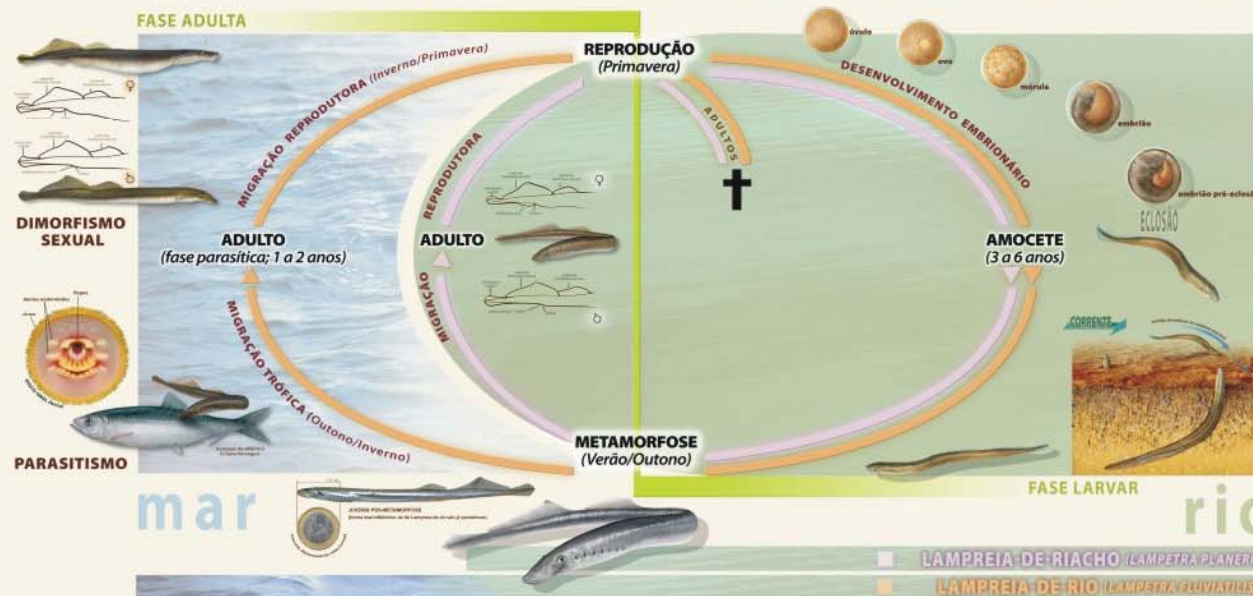
Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01

Atualizado: 2019/01/01



...pela silhueta e dimensões

REPRODUÇÃO:
CONSTRUÇÃO DO NINHO
& FECUNDAÇÃO

2.

AMEAÇAS

Os obstáculos à continuidade longitudinal, a extração de areias e a degradação da qualidade da água dos rios são os principais factores de ameaça para a lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho.

Obstáculos à continuidade longitudinal

A construção de açudes e barragens nos rios pode causar um efeito de barreira à migração destas espécies de lampreia, impedindo-as de atingir os locais desova. Este problema é particularmente grave no caso da lampreia-de-rio e da lampreia-marinha, devido à sua natureza anádroma, pela redução do habitat disponível que impõe a estas espécies.

Extração de areias

As larvas das lampreias tendem a formar agregados populacionais, denominados de leitos de amocetes, em zonas de substrato predominantemente arenoso. São estas mesmas zonas que por sua vez são bastante procuradas pela indústria extractiva de materiais inertes para vários fins, nomeadamente para a construção civil. A remoção de areias em leitos de amocetes destrói o habitat ocupado pelos amocetes, provocando uma elevada mortalidade destes indivíduos.

Degradação da qualidade da água

A degradação das zonas fluviais, nomeadamente a poluição aquática resultante da agricultura ou de efluentes domésticos e industriais, a regularização e desmatamento das margens e vegetação ribeirinha, a extração de água para fins agrícolas ou de consumo, deterioram o habitat disponível para a lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho. Este tipo de intervenções de origem humana pode ser responsável pelo desaparecimento destas espécies em determinados cursos de água mais impactados.

Alterações climáticas e tendência populacional

Não existe informação quanto à actual tendência populacional da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho em Portugal. Tendo em conta as especificidades destas espécies em termos ecológicos, é provável que se tenha verificado, nos últimos anos, uma acentuada redução do efectivo populacional destas espécies. As alterações climáticas que ocorrem nos dias de hoje, principalmente o aquecimento global, podem vir a ter efeitos particularmente nefastos nas comunidades aquáticas nos rios do território Sul português e, consequentemente, nestas duas espécies de lampreia. Se nada for feito para minimizar esta situação, é possível que no futuro se assista a um declínio da sua área de ocupação, da qualidade do habitat e uma redução do efectivo populacional que, em casos extremos, pode levar ao desaparecimento destas espécies do território nacional.

Ficha Técnica

Instituições envolvidas:



Coordenador: Pedro Raposo de Almeida (Coordenação - Universidade de Évora) Centro de Oceanografia
Benedita Ruivo Quintela (Centro de Oceanografia - FCTM)
Carlos Alexandre, Catarina Mateus & Ana Filipa Ferreira (Centro de Oceanografia)
Júlio Lopes (Fluviano de Moura)

Fotógrafos: Carlos Alexandre e Fernando Carreira

Ilustrações, concepção e design: Fernando Carreira (www.afecarreira-artstudio.com)

AS NOSSAS LAMPREIAS ESTÃO EM PERIGO?



LAMPREIA-DE-RIO

(Lampetra fluviatilis L.)

A lampreia-de-rio ocorre unicamente no Continente Europeu. Distribui-se desde as águas costeiras e rios do Norte da Europa, ao longo das costas dos mares do Norte e Báltico, até ao Mar Mediterrâneo.

Na Península Ibérica a sua distribuição é extremamente reduzida, sendo considerada extinta em Espanha e incluída na categoria Criticamente em Perigo (CR) na última versão do Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal.

Em Portugal, a sua presença apenas foi confirmada na Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. Tratando-se de uma espécie migradora, a sua distribuição encontra-se delimitada pelos obstáculos existentes nesta área, estendendo-se até ao Açude do Furadouro e à Barragem de Montargil no Rio Sorrala, à Barragem de Belver no Rio Tejo e à Barragem de Castelo de Bode no Rio Zêzere.

LAMPREIA-DE-RIACHO

(Lampetra planeri Bloch, 1784)

Tal como a sua congénere, a lampreia-de-riacho também ocorre exclusivamente no Continente Europeu. A distribuição é semelhante à da lampreia-de-rio embora na Europa Central se estenda mais para o interior.

Na Península Ibérica, esta espécie apresenta uma distribuição mais alargada no território português, onde foi igualmente incluída na categoria Criticamente em Perigo (CR) do Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Em Espanha existe apenas uma pequena população, em claro declínio, cuja área de ocupação é inferior a 10 km².

Em Portugal continental a sua presença está confirmada nas bacias hidrográficas do Douro, ribeiras entre Douro e Vouga, Vouga, Mondego, Lis, Ribeiras do Oeste, Tejo e Sado.

...uma distribuição restricta

LAMPREIA-DE-RIO



LAMPREIA-DE-RIACHO



3.



2010 foi declarado como sendo o Ano Internacional da Biodiversidade, pelas Nações Unidas.

O principal objectivo desta iniciativa foi o de aumentar a sensibilidade dos povos de todo o Mundo para a importância da Biodiversidade na manutenção dos ecossistemas e biomassas, bem como para as consequências da sua perda. A biodiversidade, ou a diversidade biológica, refere-se ao conjunto de todas as formas de vida, tão diversas, que podem ser encontradas no nosso planeta, a Terra — desde os organismos mais pequenos (por ex., as bactérias) até aos seres vivos mais complexos e de grandes dimensões (as plantas, como as árvores, e animais superiores, como os mamíferos, por ex.).

A espécie humana é parte integrante dessa biodiversidade mas infelizmente também foi identificada como o principal responsável pela sua perda, de uma forma cada vez mais rápida e à escala planetária. Hoje, todos nós sabemos, estas perdas são irreversíveis e conduzem à extinção de muitas espécies, que irão desaparecer para sempre. A alteração desta tendência terá obrigatoriamente que passar pelas acções de todos nós.

A EDP tem vindo a apoiar a investigação sobre as várias componentes da biodiversidade, através do Fundo EDP para a Biodiversidade. Em 2008, o Plano Nacional de Conservação da Lampreia-de-rio e da Lampreia-de-riacho foi um dos projectos candidatos e, graças à sua pertinência e valor científico, acabou por ser um dos galardoados com o Fundo EDP.

O principal objectivo deste inovador projecto passa pela conservação dessas duas espécies de lampreia que estão seriamente ameaçadas de extinção nas bacias hidrográficas do nosso país.

Já na recta final dos trabalhos de campo, após a análise de todos os dados recolhidos espera-se conseguir:

- cartografar a distribuição da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho em Portugal Continental;
- identificar linhas de água com características propícias para o seu desenvolvimento e que possam funcionar no futuro como áreas especiais para a conservação destas espécies;
- identificar as principais variáveis ambientais que condicionam a selecção do habitat pelas duas espécies de lampreias;
- avaliar a viabilidade da reprodução da lampreia-de-riacho em cativeiro, para acções de repovoamento e/ou (re)introdução.

O corolário de todo o esforço desenvolvido por uma vasta e multidisciplinar equipa será a elaboração de um Plano Nacional de Conservação da Lampreia-de-rio e da Lampreia-de-riacho através da definição de medidas de gestão específicas para cada bacia hidrográfica que conduzam à conservação destas duas espécies no nosso país e à redução da ameaça de extinção que sobre elas paira.

Ficha do Projecto

Título: Plano Nacional de Conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho

Financiamento: 235.000 €



Fundo EDP para a Biodiversidade 2008

Duração: Janeiro de 2009 a Dezembro de 2010

Instituições envolvidas: Centro de Oceanografia, Universidade do Porto, Fluvário de Mora, Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Centro de Investigação Ambiental Puro e Vivo, Autoridade Florestal Nacional.

Ficha Técnica

Instituição promotora: CENTRO DE OCEANOGRAPHIA

Coordenador: Pedro Raposo da Almeida (Coordenador, Universidade do Porto/ Centro de Oceanografia) / Rui Quaresma (Centro de Oceanografia / FCAL) / Carlos Alexandre, Catarina Matos e Ana Filipa Ferreira (Centro de Oceanografia) / João Lopes (Fluvário de Mora).

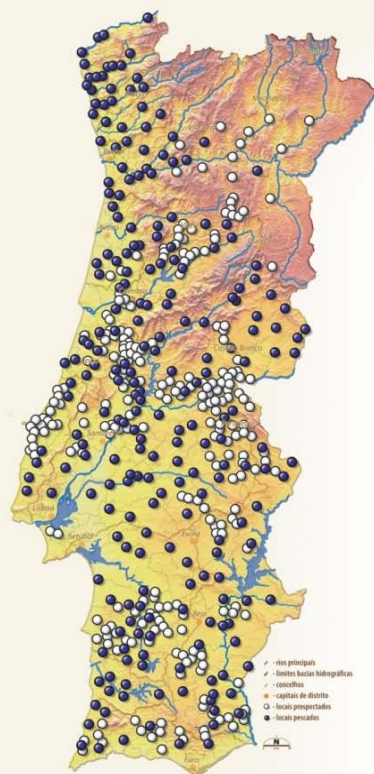
Relatores: Carlos Alexandre, Catarina Matos e Ana Filipa Ferreira

Ilustrações, concepção e design: Fernando Correia (www.afecorreia-artstudio.com)

A INVESTIGAÇÃO AO SERVIÇO DA CONSERVAÇÃO



O projecto iniciou-se em Janeiro de 2009 e os trabalhos realizados até ao momento focaram-se, numa primeira fase, ao nível da definição da distribuição destas espécies no nosso território e na identificação de variáveis que poderão explicar a sua presença restrita a apenas algumas bacias hidrográficas portuguesas. O trabalho de campo realizado em Portugal Continental teve por base uma rede de 500 pontos amostrados de acordo com uma metodologia padronizada.



Metodologia de amostragem

1. Seleção dos locais

A localização dos pontos de amostragem foi efectuada de uma forma criteriosa. É sabido que uma das características mais importantes para a presença de amocetes é o tipo de substrato encontrado no leito de curso de água. Nesse sentido, foram seleccionadas preferencialmente troços de rio com características à partida favoráveis à presença de lampreias (e.g. abundância de areia, corrente moderada, escuridão presente), no entanto, habitats considerados menos favoráveis também foram prospectados.



2. Captura das lampreias

Os amocetes foram capturados com um aparelho de pesca eléctrica, que funciona com um camarozeiro electrificado capaz de, através de uma leve e controlada descarga eléctrica, atordar e imobilizar as larvas de lampreia, facilitando a sua posterior captura com redes camarozeiras auxiliares.



3. Medições

Todas as lampreias capturadas foram anestesiadas para serem medidas e pesadas. No final todos os indivíduos foram devolvidos incólumes ao meio ambiente, onde continuarão o seu desenvolvimento.



4. Caracterização dos locais de amostragem

Em cada estação (local) de amostragem foram também medidos uma série de parâmetros ambientais como a velocidade de corrente, a granulometria do substrato, a profundidade e variáveis físico-químicas da água, entre outros. É através destes registos que serão posteriormente identificadas as variáveis ambientais que mais contribuem para a presença ou ausência destas espécies, em determinadas linhas de água.



5. Tratamento da informação

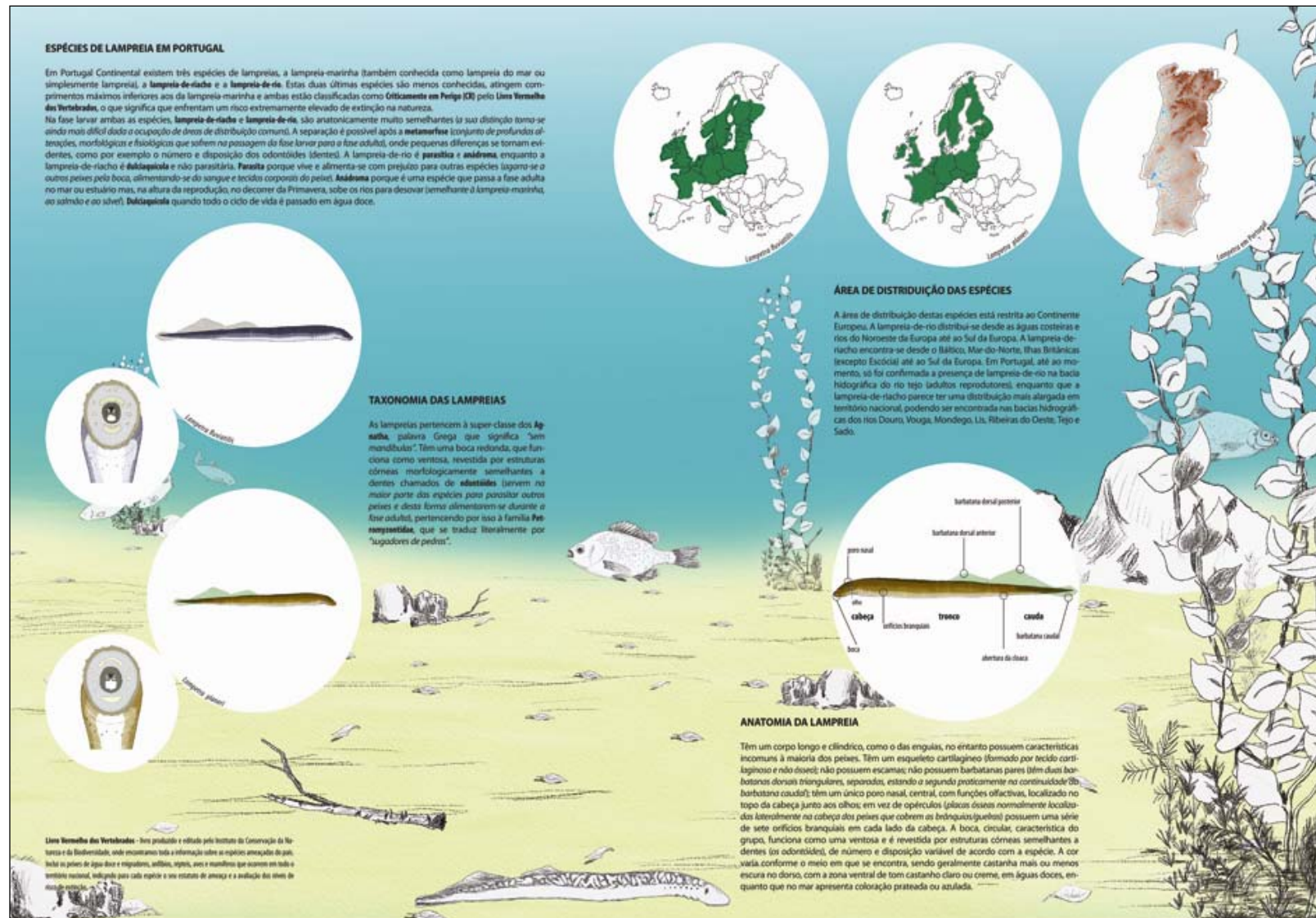
A informação recolhida no campo é inserida e complementada com dados obtidos a partir de sistemas de informação geográfica, nomeadamente: a altitude, a disponibilidade hídrica, a pressão difusa e pontual (como a poluição e degradação dos sistemas ribeirinhos), entre outros. Desta forma, obtém-se um conjunto de dados, científicos e objectivos, capazes de sustentar fidedignamente as conclusões finais deste projecto e a elaboração do Plano Nacional de Conservação da Lampreia-de-rio e da Lampreia-de-riacho.

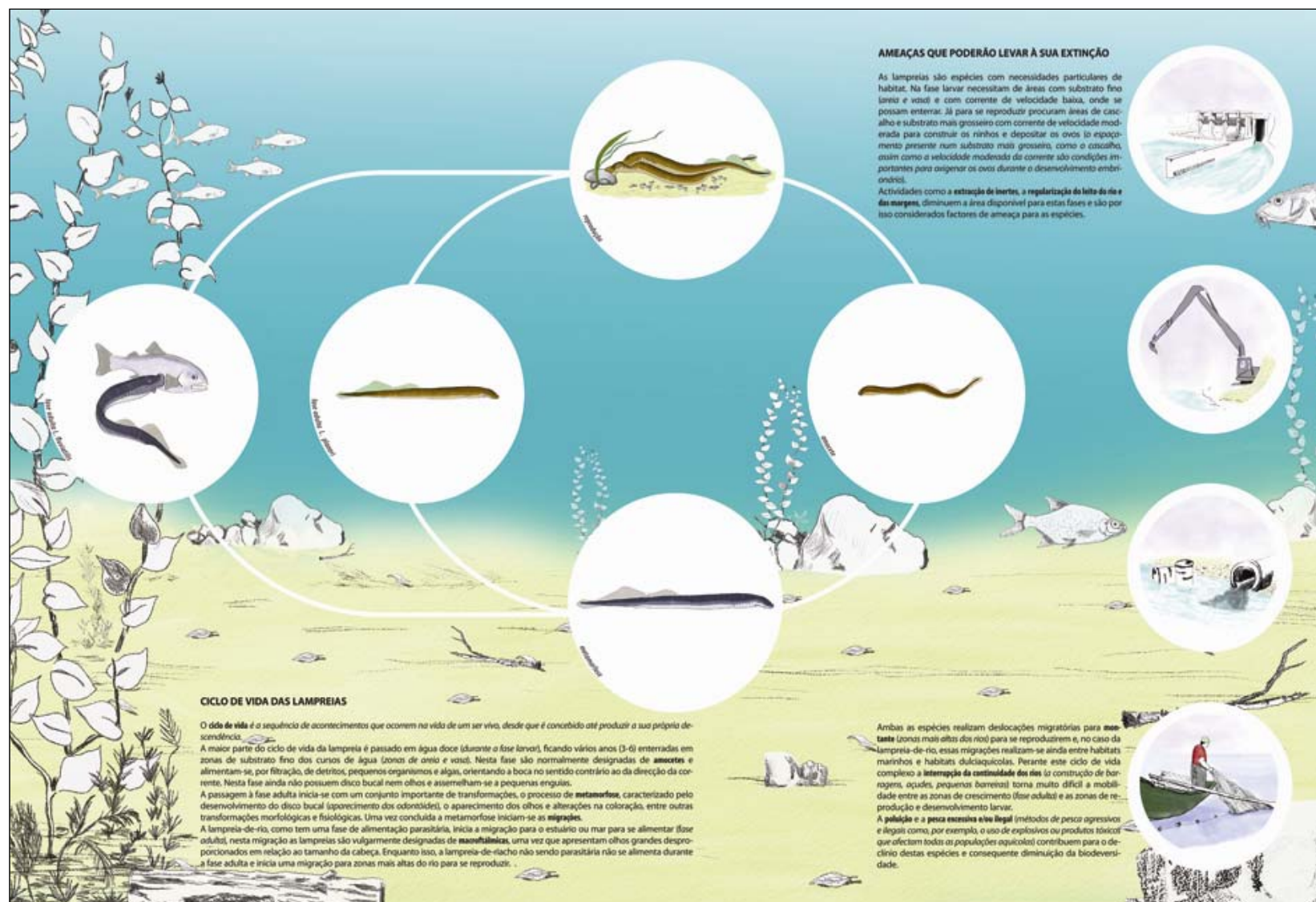


ANEXO III

**Painéis elaborados para a exposição
realizada no Aquamuseu de Vila Nova
de Cerveira**







O PROJECTO

Plano Nacional de Conservação da Lampreia-de-rio e da Lampreia-de-riacho
Plano Fundo (FP Biodiversidade 2008)

Na última revisão do Livro Vermelho de Vertebrados de Portugal, a lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho foram classificadas como **Criticamente em Perigo**, a categoria de ameaça mais elevada no que respeita ao risco de extinção. São, por isso mesmo, espécies consideradas prioritárias no que respeita à definição e implementação de medidas de conservação que permitam a recuperação do seu efectivo populacional.

O principal objectivo deste projecto passa pela conservação destas duas espécies de lampreia ameaçadas de extinção.

OBJECTIVOS

Com este projecto pretende-se:

- Detectar, a nível nacional, núcleos populacionais de lampreia-de-rio e de lampreia-de-riacho, para caracterizar a área de distribuição destas espécies em Portugal Continental;
- Simultaneamente serão caracterizadas as áreas onde estas espécies estão presentes, identificando as variáveis bióticas e abióticas que possam condicionar a sua presença;
- Ensaiar a viabilidade de reprodução artificial assim como a manutenção de larvas em cativeiro de lampreia-de-riacho.

A informação reunida permitirá, no fim do projecto, elaborar um **Plano de Conservação da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho**, evidenciando recomendações para a manutenção de populações auto-sustentáveis.

PARCERIAS

Este projecto resultou da parceria entre várias entidades:

- Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR);
- Centro de Investigação Ambiental Lda. - Planeta Vivo;
- Instituto de Oceanografia (IO);
- Autoridade Florestal Nacional (AFN);
- Universidade de Évora (UE);
- Fluviário de Mora.



amostragem num afluente do rio Minto



recolha de parâmetros da água



recolha de substrato



medição



libertação dos exemplares



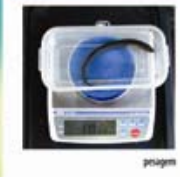
medição da velocidade da corrente



pesca eléctrica



amostragem



pesagem



incubação de ovos em cativeiro

TAREFAS & METODOLOGIAS

A **pesca eléctrica** é um método normalmente utilizado para amostrar as comunidades piscícolas; através da utilização de electricidade, cria-se um potencial de alta voltagem entre o ânodo (electrodo positivo) e o cátodo (electrodo negativo) que irá afectar os peixes, atordoi-los e atrai-los para o ânodo, permitindo assim a sua captura. Executado correctamente este método não provoca danos nos peixes, que rapidamente voltam ao seu estado normal.

Os exemplares capturados são posteriormente anestesiados para permitir recolher dados de peso e comprimento; após recuperarem da anestesia são novamente devolvidos ao meio.

As **características do habitat**, como por exemplo, o tipo de substrato, a profundidade, a velocidade da corrente, a presença de vegetação aquática, a presença de sombra, entre outros parâmetros, são recolhidos para melhor compreender as necessidades destas espécies.

Em laboratório foi ensaiada a **reprodução em cativeiro**. Machos e fêmeas prontos a reproduzir foram utilizados para obter ovos e os fertilizar. Ovos que posteriormente foram colocados em incubadoras situadas em aquários com sistema de circulação da água e substrato fino para as futuras larvas se enterrarem.



ANEXO IV

**Desdobrável de divulgação
Fluviário de Mora**



Onde ocorre a lampreia-de-rio *Lampetra fluviatilis* L.

Europa

- na principal
- bacia hidrográfica
- rio
- apanha de destino

A lampreia-de-rio ocorre unicamente no Continente Europeu. Distribui-se desde as águas costeiras e rios do Norte da Europa, ao longo das costas dos mares do Norte e Báltico, até ao Mar Mediterrâneo.

Na Península Ibérica a sua distribuição é extremamente reduzida, sendo considerada extinta em Espanha e incluída na categoria Criticamente em Perigo (CR) na última versão do Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal.

Em Portugal, a sua presença apenas foi confirmada na Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. Tratando-se de uma espécie migradora, a sua distribuição encontra-se delimitada pelos obstáculos existentes nesta área, estendendo-se até ao Açude do Faradoiro e à Barragem de Montargil no Rio Sorraia, à Barragem de Belver no Rio Tejo e à Barragem de Castelo de Bode no Rio Zézere.

Ameaças à sobrevivência das lampreias

Obstáculos à continuidade longitudinal

A construção de açudes e barragens nos rios pode causar um efeito de barreira à migração das lampreias, impedindo-as de atingir os locais de desova. Este problema é particularmente grave no caso da lampreia-de-rio e da lampreia-marinha, devido à sua natureza anádroma, pela redução do habitat disponível que assim impõe a estas espécies.

Extração de areias

As lavas das lampreias tendem a formar agregados populacionais, denominados de lotos de amocetes, em zonas de substrato predominantemente arenoso. Estas mesmas zonas e ribeiras são bastante procuradas pela indústria extractiva de materiais inertes (utilizados na construção civil, por exemplo). A remoção de areias em lotos de amocetes provoca uma elevada mortalidade nos delicados estádios larvares das lampreias.

Degradação da qualidade da água

A degradação das zonas fluviais, nomeadamente a poluição aquática resultante da agricultura ou de efluentes domésticos e industriais (esgotos), a regularização e desmatagem das margens e vegetação ribeirinha, a extração de água para fins agrícolas ou de consumo, deterioram o habitat disponível para as lampreias e pode ser responsável pelo desaparecimento destas espécies em determinados cursos de água mais impactados.

Alterações climáticas e tendência populacional

Actualmente ainda não existe informação quanto à tendência populacional da lampreia-de-rio e da lampreia-de-riacho em Portugal. Tendo em conta as especificidades destas espécies em termos ecológicos, é provável que se tenha verificado, nos últimos anos, uma acentuada redução do efectivo populacional destas espécies.

As alterações climáticas que ocorrem nos dias de hoje, principalmente o aquecimento global, podem vir a ter efeitos particularmente nefastos nas comunidades aquáticas nos rios do território Sul português e, consequentemente, nestas duas espécies de lampreia. Se nada for feito para minimizar esta situação, é possível que no futuro se assista a um declínio da sua área de ocupação, da qualidade do habitat e uma redução do efectivo populacional que, em casos extremos, pode levar ao desaparecimento destas espécies do território nacional.

Onde ocorre a lampreia-de-riacho *Lampetra planeri* Bloch, 1784

Europa

- na principal
- bacia hidrográfica
- rio
- apanha de destino

A lampreia-de-riacho ocorre exclusivamente no Continente Europeu. A distribuição é semelhante à da lampreia-de-rio, embora na Europa Central se estenda mais para o interior. Na Península Ibérica, esta espécie apresenta uma distribuição mais alargada no território português, onde foi incluída na categoria Criticamente em Perigo (CR) do Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Em Espanha existe apenas uma pequena população, em claro declínio, cuja área de ocupação é inferior a 10 km².

Em Portugal continental a sua presença está confirmada nas bacias hidrográficas do Douro, ribeiras entre Douro e Vouga, Vouga, Mondego, Lis, Ribeira do Oeste, Tejo e Sado.

LAMPREIAS DE PORTUGAL

lampreia-marinha, lampreia-de-rio & lampreia-de-riacho

Apoiado por:

edp

Instituições parceiras:

CENTRO DE OCEANOGRAPHIA

FLUVIÁRIO DE MORA

Conselho:

Patrício Lago do Almeida (Coordenador - Universidade de Évora/Centro de Oceanografia)

Dezoberto Raposo (Coordenador - Centro de Oceanografia / ICS)

Carlos Alexandre, Catarina Ribeiro & Ana Filipa Ferreira (Secretaria de Oceanografia)

Adriana Lopes (Unidade de Meio Ambiente)

Adaptado por: Bernardo Quintela

Revisão: Ana Margarida Araújo & Bernardo Quintela (www.becceciencia-artisticidade.com)

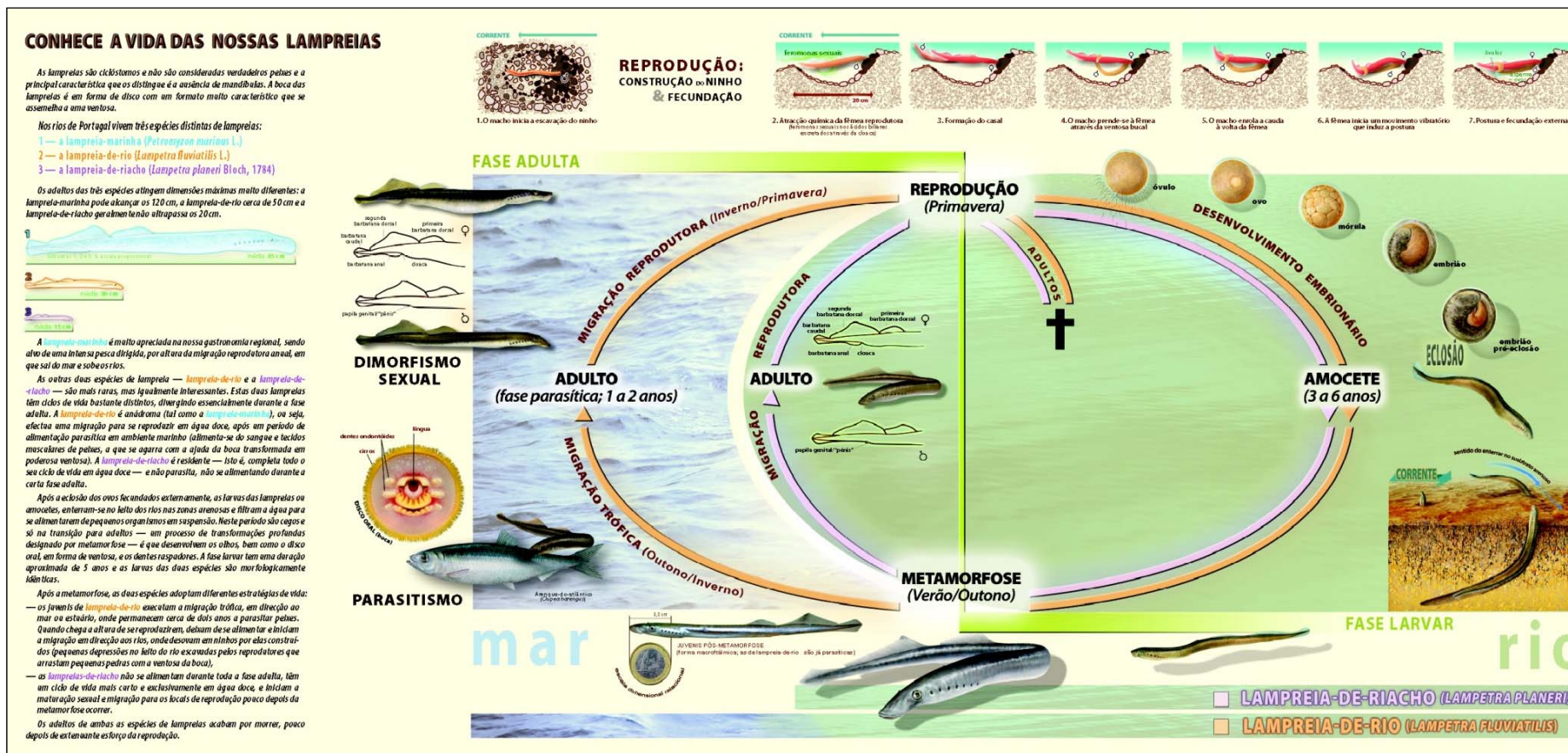
Edição: Francisco de Moraes

Impressão: Media Actua, Lda

Tiragem: 15.000 ex.

Agosto 2010

ANEXO IVB – Vista interior



ANEXO V

**Desdobrável de divulgação
Aquamuseu de Vila Nova de Cerveira**





LAMPREIA-DE-RIACHO



Reino: Animalia
Filo: Chordata
Sub-filo: Vertebrata
Super-classe: Agnatha
Classe: Cephalaspidomorphi
Família: Petromyzontidae
Género: Lampetra
Espécie: *Lampetra planeri* (Bloch, 1784)
Adulto: 12 - 18 cm
Biologia: Dulciaquícola; não parasítica
Distribuição em Portugal: Bacias hidrográficas dos rios Douro, Vouga, Mondego, Lis, Ribeiras do Oeste, Tejo, Sado.



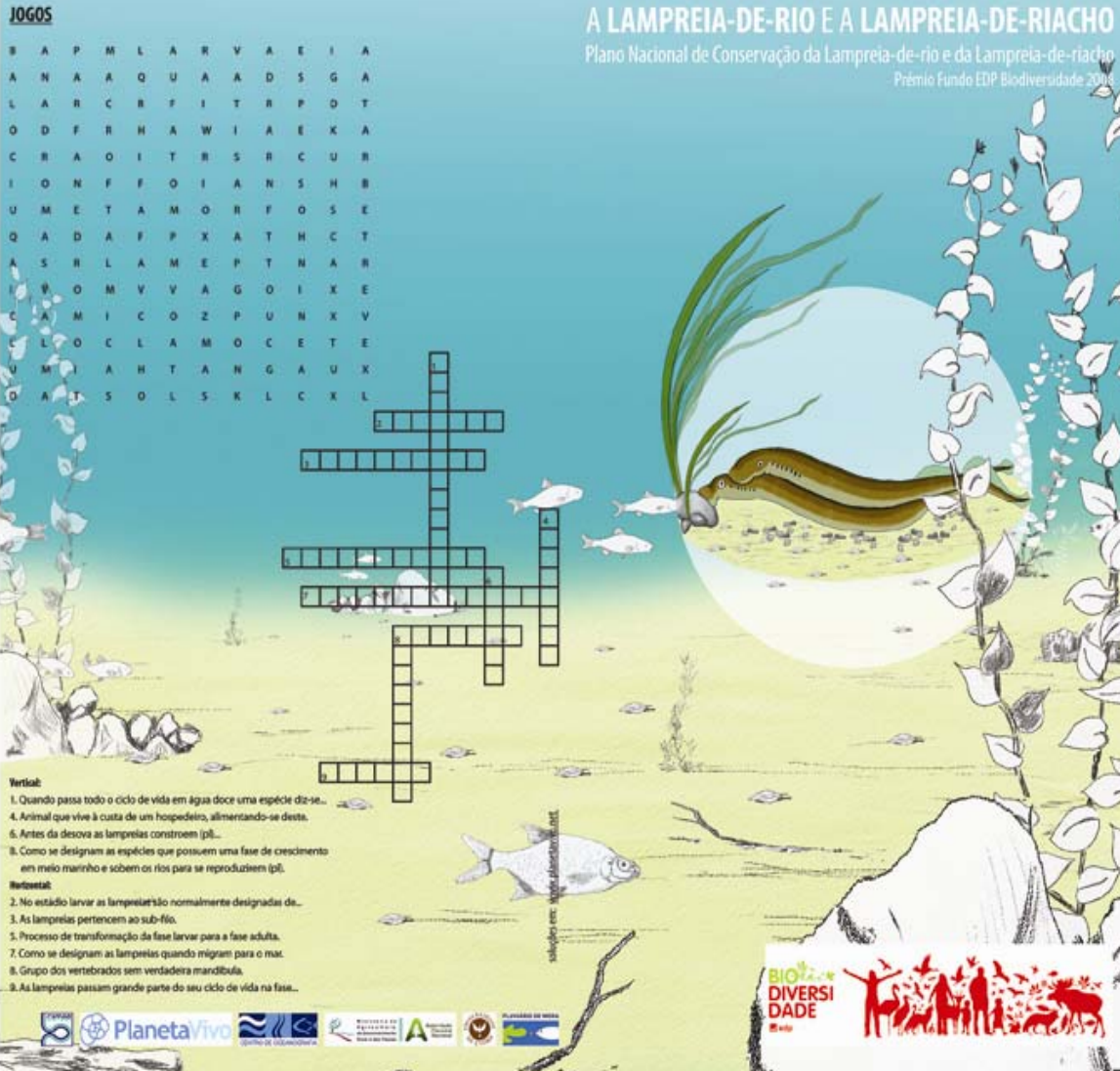
LAMPREIA-DE-RIO



Reino: Animalia
Filo: Chordata
Sub-filo: Vertebrata
Super-classe: Agnatha
Classe: Cephalaspidomorphi
Família: Petromyzontidae
Género: Lampetra
Espécie: *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus, 1758)
Adulto: 30 - 40 cm
Biologia: Migrador anádromo; parasítica
Distribuição em Portugal: Bacia hidrográfica do rio Tejo.

JOGOS

A LAMPREIA-DE-RIO E A LAMPREIA-DE-RIACHO
 Plano Nacional de Conservação da Lampreia-de-rio e da Lampreia-de-riacho
 Prémio Fundo EDP Biodiversidade 2006



Vertical:

- Quando passa todo o ciclo de vida em água doce uma espécie diz-se...
- Animal que vive à custa de um hospedeiro, alimentando-se desta.
- Antes da desova as lampreias constroem (pl)...
- Como se designam as espécies que possuem uma fase de crescimento em meio marinho e sobem os rios para se reproduzirem (pl).

Horizontal:

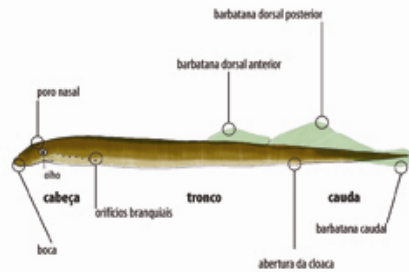
- No estado larvar as lampreias são normalmente designadas de...
- As lampreias pertencem ao sub-filo...
- Processo de transformação da fase larvar para a fase adulta.
- Como se designam as lampreias quando migram para o mar.
- Grupo dos vertebrados sem verdadeira mandíbula.
- As lampreias passam grande parte do seu ciclo de vida na fase...

criado em: 2006/01/01

Logos: PlanetaVivo, ciimar, FLUVIÁRIO DE MORA, Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território, Autoridade Florestal Nacional

BIO DIVERSIDADE

ANATOMIA DA LAMPREIA



AMEAÇAS QUE PODERÃO LEVAR À SUA EXTINÇÃO

As lampreias são espécies com necessidades particulares de habitat. Actividades como a **extração de inertes**, a **regularização do leito do rio e das margens**, diminuem a área disponível para a reprodução e desenvolvimento da fase larvar.

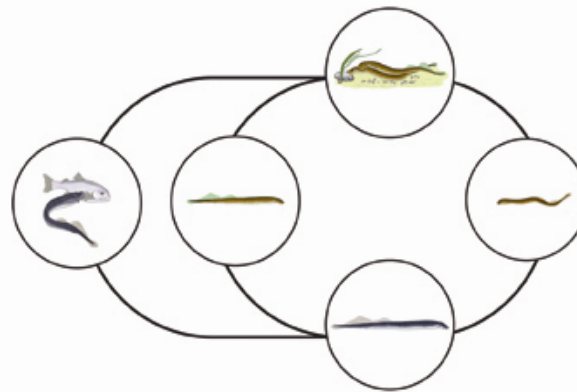
Têm um ciclo de vida complexo, pelo que a **interrupção da continuidade dos rios** (a construção de barragens, açudes, pequenas barreiras) torna muito difícil a mobilidade entre as zonas de crescimento (*fase adulta*) e as zonas de reprodução e desenvolvimento larvar. A **poluição** e a **pesca excessiva e/ou ilegal** (métodos de pesca agressivos e ilegais como, por exemplo, o uso de explosivos ou produtos tóxicos que afectam todas as populações aquícolas) são também factores de ameaça.



Livro Vermelho dos Vertebrados - livro produzido e editado pelo Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, onde encontramos toda a informação sobre as espécies ameaçadas do país. Indicando para cada espécie o seu estatuto de ameaça e a avaliação dos níveis de risco de extinção. A Lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho estão classificadas como **Criticamente em Perigo (CR)**.

CICLO DE VIDA DAS LAMPREIAS

A maior parte do ciclo de vida das lampreias é passado em água doce (*durante a fase larvar*), ficando vários anos (3-6) enterradas em zonas de substrato fino dos cursos de água (*zonas de areia e vaso*). Nesta fase são normalmente designadas de **amocetes** e alimentam-se, por filtração, de detritos, pequenos organismos e algas, orientando a boca no sentido contrário ao da direcção da corrente. A passagem à fase adulta inicia-se com um processo de **metamorfose**, caracterizado pelo desenvolvimento do disco bucal, o aparecimento dos olhos e alterações na coloração, entre outras transformações morfológicas e fisiológicas. Uma vez concluída a metamorfose iniciam-se as **migrações**. A lampreia-de-rio, como tem uma fase de alimentação parasitária, inicia a migração para o estuário ou mar para se alimentar (*fase adulta*), nesta migração as lampreias são vulgarmente designadas de **macroftálmicas**. A lampreia-de-riacho não é parasitária, não se alimenta durante a fase adulta e inicia uma migração para zonas mais altas do rio para se reproduzir.



CURIOSIDADES: As larvas presentes num determinado rio libertam substâncias que funcionam como feromonas, chamando dessa forma a atenção dos adultos para os bons locais de reprodução. Os machos são os primeiros a chegar às zonas de reprodução, onde libertam substâncias semelhantes para atrair as fêmeas. Após a reprodução os progenitores morrem (só se reproduzem uma vez na vida).

FÓSSEIS VIVOS COM 360 MILHÕES DE ANOS

As lampreias são consideradas **fósseis vivos**, pois representam o grupo vivo mais primitivo de **vertebrados** (grupo que se caracteriza pela presença de coluna vertebral segmentada e de crânio que lhes protege o cérebro). Especializaram-se como parasitas há cerca de 360 milhões de anos (*Éra Paleozoica/ Período Devónico; anterior aos dinossauros e a muitos grupos de plantas*) e mantiveram-se praticamente inalteradas desde então. A ausência de mandíbula, a persistência de **notocórdio** (*corda dorsal*) e a presença de um poro nasal único são características primitivas e únicas à escala animal.

PLANO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA LAMPREIA-DE-RIO E DA LAMPREIA-DE-RIACHO

Projecto vencedor do **Fundo EDP Biodiversidade 2008**, que tem como objectivo principal a conservação de duas espécies de lampreia ameaçadas de extinção, a lampreia-de-rio e a lampreia-de-riacho. Resultou da parceria de várias entidades: Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR); Centro de Investigação Ambiental Lda. - Planeta Vivo; Instituto de Oceanografia (IO); Universidade de Évora (UE); Fluvial de Mora e a Autoridade Florestal Nacional (ANF).

Para atingir o objectivo definido e elaborar *Plano de Conservação da Lampreia-de-rio e da Lampreia-de-riacho*, evidenciando recomendações para a manutenção de populações auto-sustentáveis, foram definidos os seguintes objectivos secundários: Detectar, a nível nacional, núcleos populacionais de lampreia-de-rio e de lampreia-de-riacho, e caracterizar a área de distribuição destas espécies em Portugal Continental. Caracterizar as áreas onde estas espécies estão presentes, identificando as variáveis bióticas e abióticas que possam condicionar a sua presença. Ensaiar a viabilidade de reprodução artificial assim como a manutenção de larvas em cativeiro de lampreia-de-riacho.





CENTRO DE OCEANOGRAFIA



FLUVIÁRIO DE MORA

