



**ipb**

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA  
Escola Superior Agrária



**Rede  
Douro  
Vivo**

# **Análise de impactos e definição de medidas minimizadoras numa albufeira localizada numa KBA: Serra Serrada como caso de estudo**

## **Relatório**

**Fevereiro, 2020**

## Ficha técnica

**Título:** Análise de impactos e definição de medidas minimizadoras numa albufeira localizada numa área KBA: Serra Serrada como caso de estudo

**Data:** fevereiro, 2020

**Autor:** Ana M. Antão-Geraldes

Este estudo é composto pelos seguintes documentos:

- Resumo executivo
- Executive summary
- Relatório
- Adenda com fotografias

Contactos:

Ana M. Antão-Geraldes  
CIMO, Escola Superior Agrária  
Instituto Politécnico de Bragança  
Campus de Santa Apolónia  
5300-253 Bragança  
Telefone: (251) 273 303 217  
e-mail: gerald@ipb.pt

Este Estudo foi realizado âmbito da Rede Douro Vivo, com financiamento GEOTA através da MAVA –Fondation pour la Nature



# Índice

AGRADECIMENTOS .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	6
1.1 Enquadramento geral.....	6
1.2. Metodologia.....	9
2. BARRAGEM DE SERRA SERRADA: DIAGNÓSTICO .....	10
2.1. Território.....	10
2.2. Bacia hidrográfica.....	22
2.3. Entorno de S. Serrada .....	34
4. A albufeira.....	42
2.5. Troço fluvial a jusante de S. Serrada .....	56
3. PROPOSTAS DE MEDIDAS CONDUCENTES AO BOM POTENCIAL ECOLÓGICO E À MITIGAÇÃO DE IMPACTOS DE S. SERRADA.....	61
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	80
5.REFERÊNCIAS .....	83
ANEXOS .....	93
Anexo I – Glossário .....	94
Anexo II- Grandes barragens existentes na Bacia do Douro (Portugal) .....	98
Anexo III- Impactos da implementação de uma barragem .....	100
Anexo IV- Informação adicional sobre o PNM.....	105
Anexo V– Características da Barragem de Veiguiñas .....	109
Anexo VII- Dados adicionais sobre o solo no entorno de S. Serrada e da banda árida.....	111
Anexo VIII- Exemplo de uma autorização para um passeio pedestre na área do PNM .....	113
Anexo IX- Dados suplementares sobre S. serrada .....	116
Anexo X- Dinâmica do Fósforo em lagos e albufeiras.....	119
Anexo XI- Soluções baseadas na natureza para a segurança da água .....	121

## AGRADECIMENTOS

A autora está grata às seguintes pessoas, parceiros e instituições que tornaram possível a realização deste relatório:

- À Luísa Jorge, Chefe de Divisão das Áreas Classificadas do ICNF; à Isabel Rodrigues de Freitas Chefe de Divisão de Cogestão de Áreas Protegidas do Norte do ICNF, à técnica Alcinda Tavares, aos técnicos do PNM José Luís Rosa, Ana Paula Rodrigues, Telmo Afonso, aos vigilantes Alexandre Ferreira e Sandrina Gomes pela disponibilidade, por toda a informação facultada e apoio logístico.
- Aos colegas Tomás de Figueiredo e Felícia Fonseca do CIMO/ESA/IPB que elaboram o estudo do solo no entorno e no litoral da albufeira; ao Eduardo Moreira que desenvolveu a tese de mestrado nesta área.
- À colega Flora Silva da ESTIG/IPB pela discussão frutuosa sobre uso da água em Bragança e à sua equipa, nomeadamente, Tiago Morais, Patrícia Vale e Carmen Zavattieri cujas teses de mestrado forneceram informação particularmente importante sobre o assunto mencionado.
- Ao Pedro Teiga da Engenho & Rios pela informação prestada sobre as medidas de recuperação de lameiros e outras zonas húmidas e do rio a jusante da barragem previstas no RECAPE referente ao Processo de AIA” Reforço do Abastecimento de Água a Bragança”.
- Ao Presidente da Junta de Freguesia de França e da Associação de Caça e Pesca Amigos de Montesinho, Carlos Silva, por toda a informação prestada sobre as espécies piscícolas existentes em S. Serrada.
- À Camara Municipal de Bragança nas pessoas de João Praça e Orlando Gomes pela informação respeitante ao consumo de água e à gestão de S. Serrada.

- Aos habitantes da aldeia de Montesinho, na pessoa do Sr. Isaías, por todos os esclarecimentos prestados sobre a área de S. Serrada antes da sua construção.
- Ao técnico João Pereira da APA pela disponibilidade mostrada quando se tratou de consultar algumas partes do EIA “Reforço do Abastecimento de Água a Bragança” que não se encontravam no SIAIA.
- Ao Francisco Comín do Instituto Pirenaico de Ecologia e à Elena Lopez – Gunn da ICATLIST pela troca de impressões que acabou por dar boas ideias para este relatório.
- Finalmente, a todos os parceiros das diferentes instituições que integram a Rede Douro VIVO (FCT, CIBIO, CEDOUA, CITAB, CBMA, CIIMAR, INDUCAR, WWF, LPN, IUCN, WI) pela troca de conhecimentos. À equipa do GEOTA pela excelente coordenação deste projeto.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento geral

As **barragens**<sup>1</sup> e as **albufeiras**, criadas pela construção das primeiras, são estruturas que geram conflitos: por um lado, são consideradas necessárias; por outro lado, determinados “interesses económicos” impuseram, e ainda impõem, o desenvolvimento de muitos destes projetos de forma desadequada, causando desnecessariamente impactos ambientais e sociais.

Em regiões influenciadas pelo clima mediterrânico, como é o caso da Península Ibérica, o regime de precipitação é sazonal e irregular, ocorrendo, em alternância, anos com invernos muito secos e anos com invernos extremamente chuvosos. Por seu turno, os verões são quentes e secos (Ninyerola et al.2005; IPMA, 2019). Estas características climáticas associadas à quase inexistência de lagos naturais e ao constante aumento da procura de água para os mais diversos fins - abastecimento urbano, rega, produção de energia elétrica - levaram à criação de um grande número de albufeiras nos rios ibéricos. Só em Portugal, existem cerca de 256 grandes barragens (CNA, 2017). De acordo com ICOLD (sem data) são consideradas grandes barragens, empreendimentos com mais de 15 m de altura ou com entre 5 e 15 m, mas com capacidade de armazenamento igual ou superior a 3 milhões de metros cúbicos. Na bacia do Douro, em Portugal, existem atualmente cerca de 50 grandes barragens – Figura 1; Anexo II. Na parte espanhola desta bacia existem cerca de 28 grandes barragens (CHD, 2019).

Quando é construída uma barragem toda a dinâmica do sistema fluvial envolvido é alterada de forma irreversível, originando modificações inevitáveis no volume e na temporalidade dos caudais, que se traduzem em mudanças importantes nos habitats, e no transporte de sedimentos e nutrientes (ANEXO III). A verdadeira intensidade e magnitude destes impactos vai depender da sensibilidade da bacia em questão, estando esta essencialmente relacionada com as suas características naturais e com a amplitude das pressões já existentes (e.g. número de barragens anteriormente construídas - impactos cumulativos).

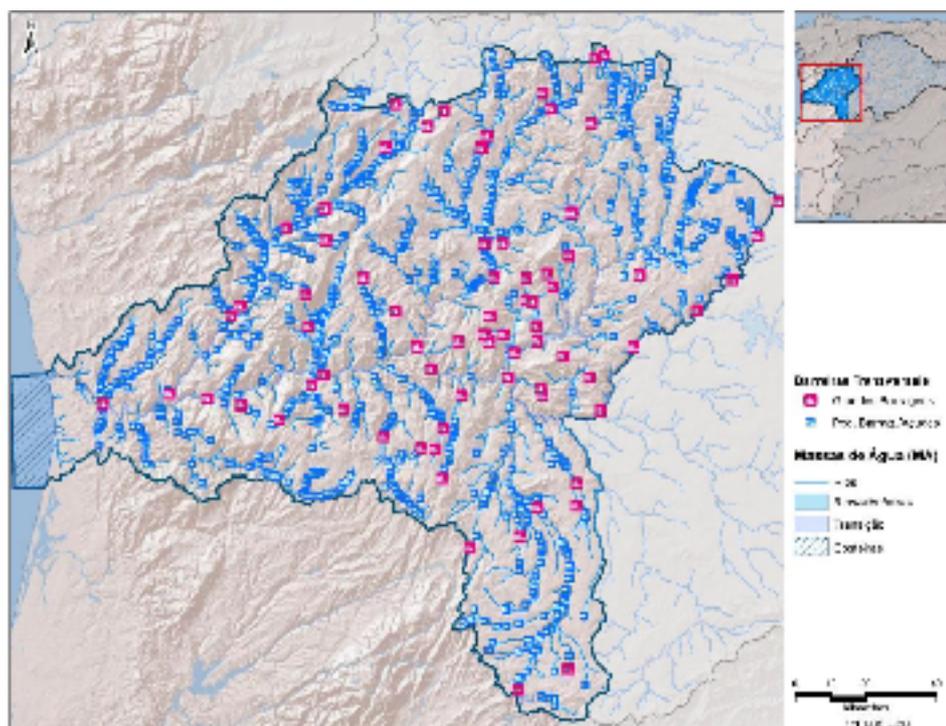


Figura 1. Infraestruturas transversais na parte portuguesa da Bacia do Douro: Grandes (a vermelho) e pequenas barragens e açudes (a azul) (APA, 2019).

A mitigação de alguns destes impactos poderá passar pelo estabelecimento de **caudais ecológicos** ou ambientais (Alves e Bernardo, 2002) ou pela criação de passagens para peixes (Santo, 2005). No entanto, uma ampla minimização dos impactos nos ecossistemas fluviais, criados pela instalação de uma barragem/albufeira, passa obrigatoriamente pela manutenção do bom potencial ecológico desta massa de água. A gestão das albufeiras, classificadas como Massas de Água Fortemente Modificadas pela Diretiva Quadro da Água (Diretiva 2000/60 de 23 de outubro, alterada em 2019) visa que se atinja o seu bom ou muito bom **potencial ecológico**. De facto, uma albufeira com um bom potencial ecológico pode albergar toda uma comunidade típica de **ecossistemas lênticos**, ter água de melhor qualidade e em maior disponibilidade. Assim, as condições de qualidade e quantidade de água no sistema fluvial localizado a jusante do empreendimento

<sup>1</sup> O significado de todas as palavras assinaladas a negrito encontra-se apresentado no Glossário: Anexo I

dependem, como já foi referido, em larga medida, da forma como é gerida a albufeira que se encontra a montante.

Uma albufeira deverá ser gerida de forma integrada. Todos os autores territoriais (e não só a entidade que gere diretamente a albufeira) deverão ser envolvidos na sua gestão de forma a estabelecer prioridades de atuação, nos seguintes níveis geográficos: (1) Território; (2) Bacia Hidrográfica; (3) Entorno da Albufeira; (4) Albufeira, e (5) Sistema Fluvial a Jusante. De acordo MARM (2010), ao nível do “Território”, uma albufeira vai para além da dimensão “exploração da água” e do seu uso social. Controversa, ou não, esta massa de água modifica a paisagem e o ecossistema global. A abordagem ao nível da “Bacia Hidrográfica” é também necessária, pois para uma correta gestão ambiental, é importante conhecer e caracterizar as atividades que aí decorrem e que podem exercer pressões difusas ou pontuais na albufeira que recebe as suas águas. O “Entorno da Albufeira” é a área imediatamente contígua a este sistema aquático e corresponde a uma zona de influência de cerca de 1 km ao redor da albufeira (considerando o nível de água normal) e onde as pressões ambientais se exercem de forma mais direta sobre a massa de água. Na “Albufeira”, vão ter-se em conta os aspetos que são objeto da sua própria gestão (e.g. qualidade da água e flutuações no seu nível, que espécies aquáticas existem, processos de sedimentação...). Por seu turno, a gestão que é feita no “Sistema Fluvial a Jusante” não é independente da gestão realizada na albufeira, sendo, o seu bom estado ecológico profundamente influenciado por o que se passa a montante.

A presente abordagem insere-se no âmbito da “Rede Douro Vivo” que visa desenvolver ferramentas que permitam implementar medidas de conservação nos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas. Neste contexto, o objetivo é propor medidas de gestão e de mitigação de impactos que sejam aplicáveis às grandes barragens em funcionamento, de fins múltiplos, transfronteiriças, e que possam, ou não, estar localizadas em “**Key Biodiversity Areas**” (IUCN, 2016). Para esta abordagem foi selecionada, como caso de estudo, a Barragem de Serra Serrada, localizada na

Ribeira das Andorinhas (sub-bacia do Sabor/bacia do Douro), próximo da fronteira com Espanha, em Pleno Parque Natural de Montesinho.

## **1.2. Metodologia**

Nesta atividade (Análise de impactos e definição de medidas minimizadoras numa albufeira localizada numa área KBA: Serra Serrada como caso de estudo – indicador 3.1.5) foi realizado, numa primeira instância, o diagnóstico do estado ambiental em todos os níveis geográficos que são suscetíveis de influenciar o potencial ecológico da albufeira de Serra Serrada ou que por ele são influenciados: (1) Território; (2) Bacia Hidrográfica; (3) Entorno da albufeira; (4) Albufeira e (5) Sistema Fluvial a jusante (Capítulo 2). A informação utilizada nesta abordagem foi obtida com recurso a trabalho de campo, a pesquisa bibliográfica e ao contacto a diversas entidades e stakeholders. No Capítulo 3, com base nos dados elencados no capítulo anterior são propostas medidas que permitam ao mesmo tempo que a albufeira atinja o “bom ou muito bom potencial ecológico” e a mitigação de alguns dos impactos causados pela sua instalação/utilização no corredor fluvial a jusante. Finalmente, são também mencionadas as limitações inerentes a este estudo e futuras sugestões de trabalho (Capítulo 4).

Em adenda, junta-se também uma pasta que inclui documentação fotográfica referente ao processo de diagnóstico realizado no âmbito dos diferentes níveis geográficos abordados.

## **2. BARRAGEM DE SERRA SERRADA: DIAGNÓSTICO**

### **2.1. Território**

A barragem/albufeira de Serra Serrada (S. Serrada) localiza-se no território do Parque Natural de Montesinho (PNM), no Nordeste Transmontano e inclui a parte setentrional dos concelhos de Bragança e Vinhais, fazendo fronteira a nascente, norte e poente com Espanha (Figura 2).

O PNM tem cerca de 75 000 hectares, foi criado pelo Decreto-Lei n.º 355/79, de 30 de agosto, com o objetivo de conservar o importante património florístico, faunístico e cultural existente nesta área geográfica. Esta área protegida encontra-se também abrangida pela Zona de Proteção Especial (ZEP) das Serras de Montesinho e Nogueira e no Sítio Montesinho Nogueira – Rede Natura 2000. Mais recentemente, o PNM foi também incluído na Reserva da Biosfera Transfronteiriça da Meseta Ibérica (UNESCO) que engloba mais 4 áreas protegidas: Parque Natural do Douro Internacional, Parque Natural de los Arribes del Duero, Parque Natural Lago de Sanabria y Sierras Segundera y de Porto e Parque Natural Regional do Vale do Tua (Anexo IV- Figura 1).

O Plano de Ordenamento do PNM (Resolução n.º 179/2008, de 24 de novembro), considerando a importância dos valores naturais e a sensibilidade ecológica, define três níveis de proteção: áreas de Proteção Parcial do tipo I (PP1), áreas de Proteção Parcial do tipo II (PP2) e áreas de Proteção Complementar (PC) (Figura 3). Os dois primeiros tipos de área ocupam, respetivamente de 24% e 39% da área total do PNM e possuem valores naturais e de natureza paisagística com valor excepcional do ponto de vista conservacionista e têm sensibilidade ecológica moderada a elevada. As áreas PC são zonas tampão e são necessárias à proteção das outras, pois funcionam como áreas de transição ou amortecedoras de impactos e ocupam a restante área do PNM.

O clima do PNM é mediterrânico com influências continentais. A precipitação anual varia entre os 700 mm (nas menores altitudes) e superior a 1 200 mm (nas maiores altitudes). O coberto vegetal é constituído, nos pontos de maior altitude, por matos, áreas florestais e lameiros. Nas cotas mais baixas os mosaicos de agricultura extensiva são comuns, se bem que nas últimas duas décadas, parte destes tenham sido ocupados por matos devido ao abandono agrícola. Os solos de natureza

granítica predominam nas maiores cotas, predominando os xistos nas menores. Na área do PNM existem 92 aldeias e o número total de habitantes ronda os 9 mil (INE, 2011). Desde 1960, assiste-se a uma redução acentuada da população, aumentando cada vez mais a população idosa (idade superior a 65 anos). Quanto mais as aldeias estão afastadas dos principais centros urbanos (Bragança e Vinhais), maior é o decréscimo populacional.

Este território complexo e heterogéneo permite a ocorrência de elevados níveis de biodiversidade, estando representada uma parte muito significativa de toda a fauna terrestre portuguesa, tendo sido já detetadas cerca de 250 espécies de vertebrados. Muitas destas espécies encontram-se ameaçadas, são endémicas, raras ou têm uma distribuição muito reduzida em Portugal. De salientar a importância deste território para a conservação do lobo-ibérico.

Os cursos de água mais importantes que percorrem o PNM são os Rios Mente, Rabaçal, Tuela e Baceiro (sub-bacia do Tua) e os Rios Sabor, Igrejas, Onor e Maçãs (sub-bacia do Sabor). Ainda ocorrem pequenas ribeiras e linhas de água torrenciais, afluentes dos rios mencionados.

As fontes de poluição e contaminação são reduzidas se se considerar todo o território em geral. No entanto, na proximidade das aldeias, poderão existir algumas fontes de contaminação difusas e pontuais (devido ao mau funcionamento de alguns sistemas de saneamento). A contaminação relacionada com a atividade mineira outrora existente também poderá ser pontualmente problemática em determinados locais uma vez que não foi feita qualquer recuperação destas estruturas, permanecendo as escombrelas a céu aberto (Geraldos et al. 2013). Como estas minas estão numa cota abaixo de S. Serrada não afetam esta massa de água diretamente (que seja do nosso conhecimento, não existem estudos sobre a dinâmica do transporte atmosférico das partículas originadas nestas escombrelas que permitam avaliar se poderá ocorrer deposição na S. Serrada). No entanto, o sistema fluvial a jusante, como é o caso da Ribeira da Aveleda, afluente do Rio Sabor, é visivelmente afetado quando ocorre arrastamento pela água da chuva. Este fenómeno é particularmente notório quando ocorrem grandes chuvadas de inverno (Figura 4).

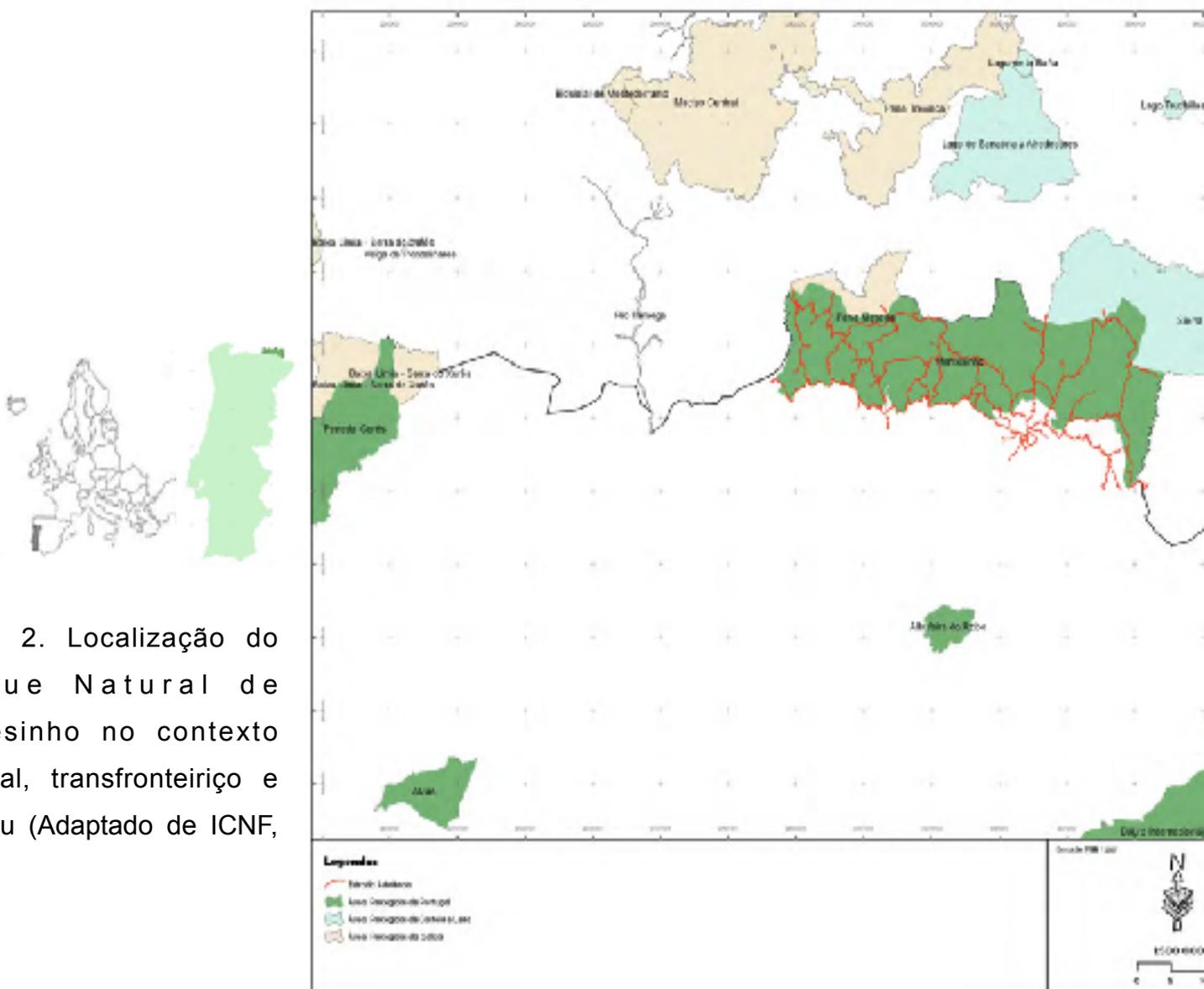


Figura 2. Localização do Parque Natural de Montesinho no contexto nacional, transfronteiriço e europeu (Adaptado de ICNF, 2007).

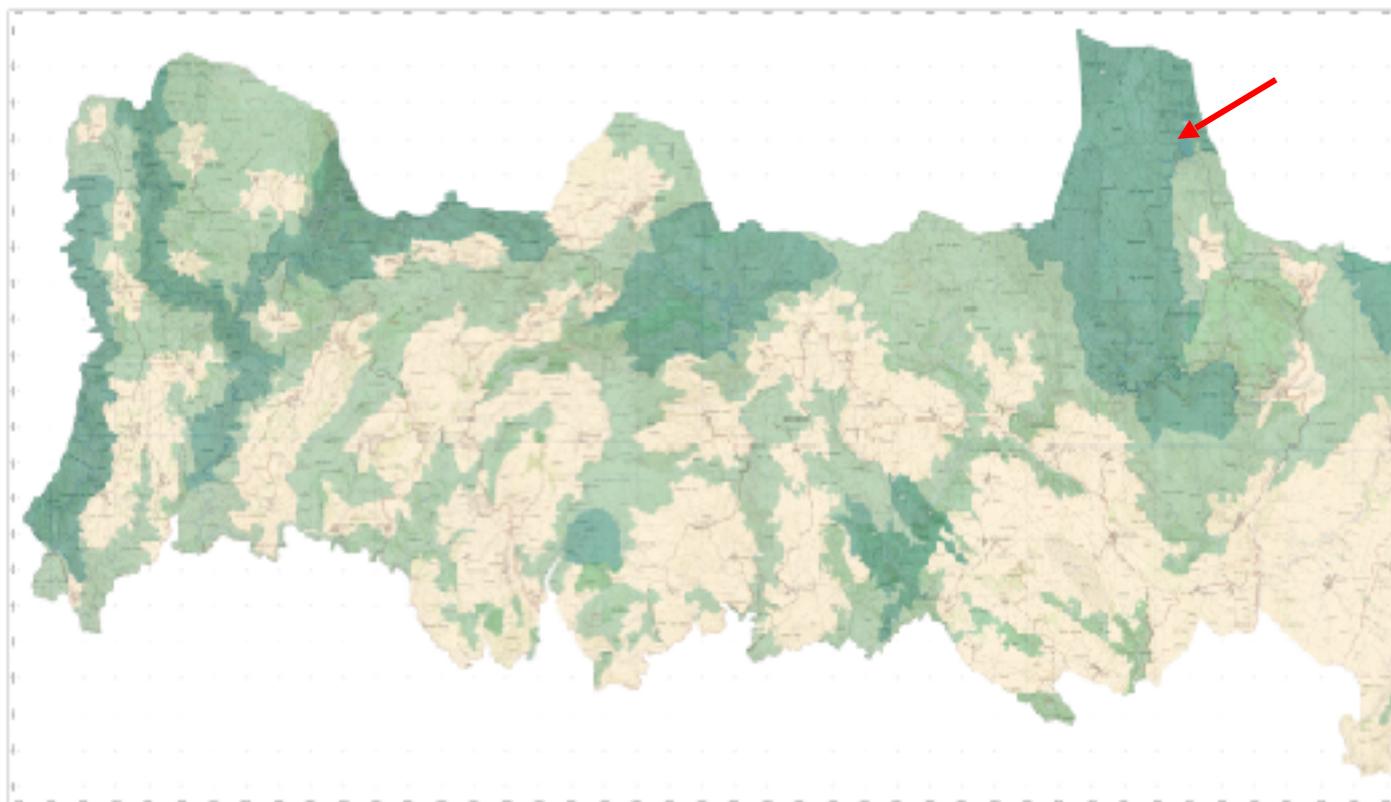


Figura 3. Localização das áreas PPI (verde escuro); PP II (verde claro) e PC (amarelo). A seta indica a localização da barragem de Serra Serrada. Escala 1:25000 (Adaptado de POPNM, 2007).

Mais informação sobre todos os aspetos relacionados com o PNM, abordados aqui de forma muito sucinta, pode ser encontrada nos Relatórios de Caracterização, Diagnóstico e Ordenamento, referentes ao Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho POPNM (2007), em Castro et al. (2010) e em Carvalho-Santos et al. (2017). No Anexo IV (Figuras 2 a 4) podem encontrar-se várias cartas referentes à localização do PNM, aos valores de precipitação e recursos hídricos.



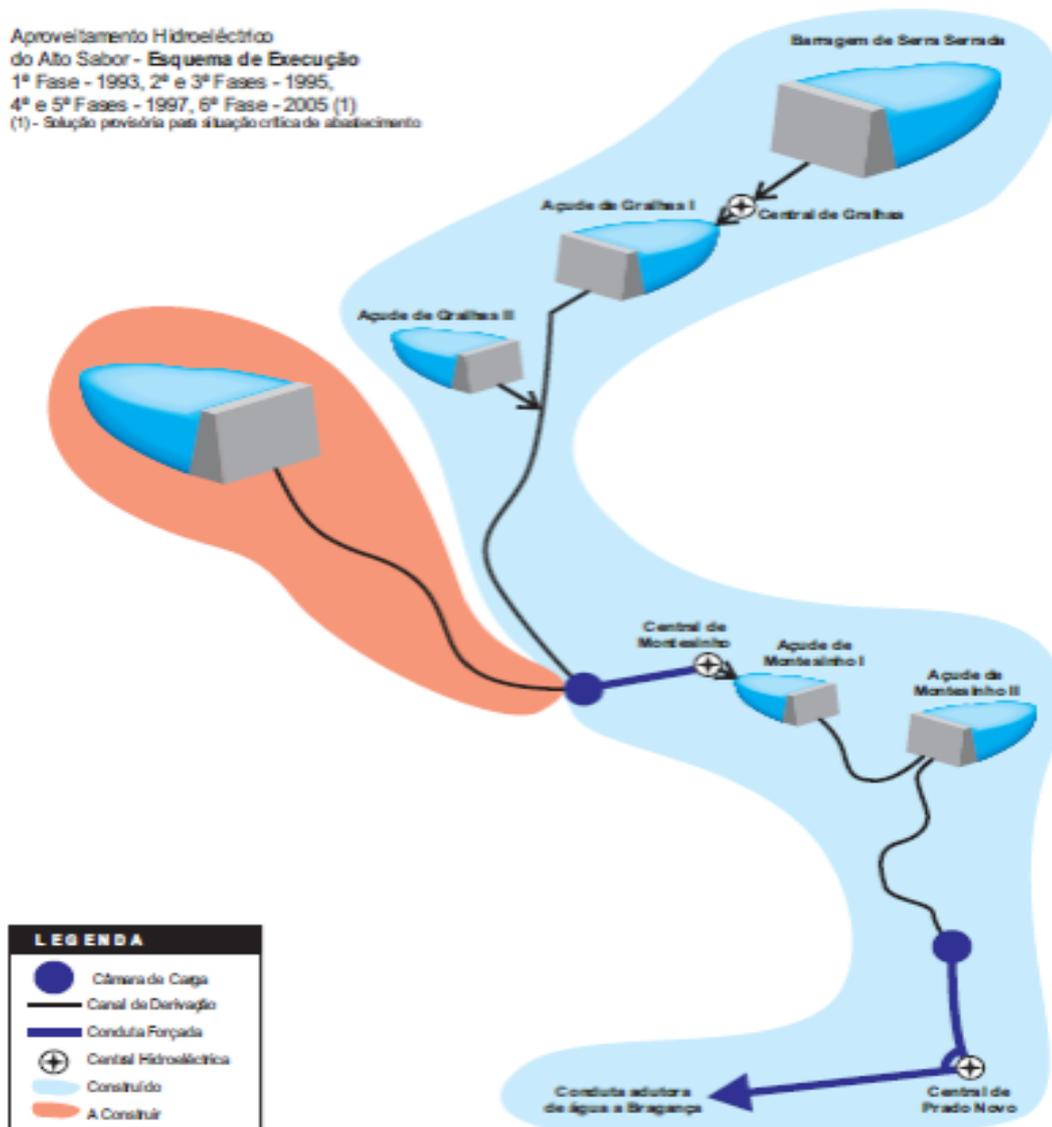
Figura 4. Minas do Portelo. Rio Sabor e afluente quando há chuvadas intensas.

O Aproveitamento Hidroelétrico do Alto Sabor (AHAS) (Figuras 5, 6 e 7), do qual S. Serrada faz parte, localiza-se no PNM em áreas PP1 e PP2 (Figura 3).

A construção do AHAS iniciou-se ainda na década de 80 do século XX e ficou concluída em 2015 com a criação da Barragem de Veiguinhas (Veiguinhas). Embora também destinado à produção hidroelétrica, o objetivo principal subjacente a este aproveitamento, é o abastecimento de água à cidade de Bragança (23 186 habitantes perímetro da cidade; 35 341 no concelho INE, 2016) e também a algumas povoações

Análise de impactos e definição de medidas minimizadoras numa albufeira localizada numa área KBA: Serra Serrada como caso de estudo

que fazem parte deste concelho. Apesar da construção recente de Veiguiñas



(Anexo V), a principal fonte de abastecimento de água a Bragança continua a ser S. Serrada.

Figura 5. Esquema do Empreendimento hidroelétrico do Alto Sabor (Adaptado de APA, 2011).

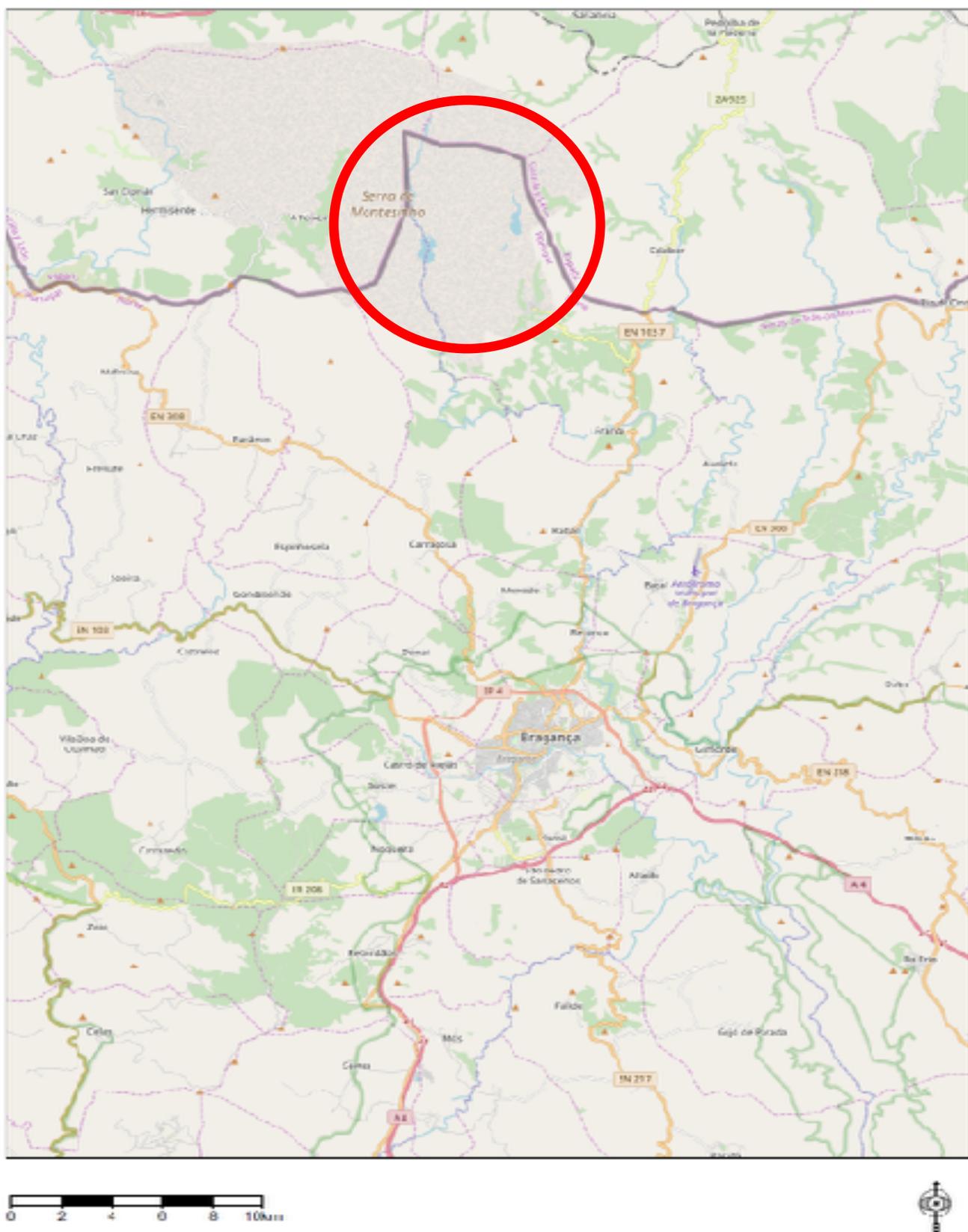


Figura 6. Enquadramento da barragem de Veiguiñas e S. Serrada no contexto do PNM e do território português (mapa criado em <https://snig.dgterritorio.gov.pt/>).





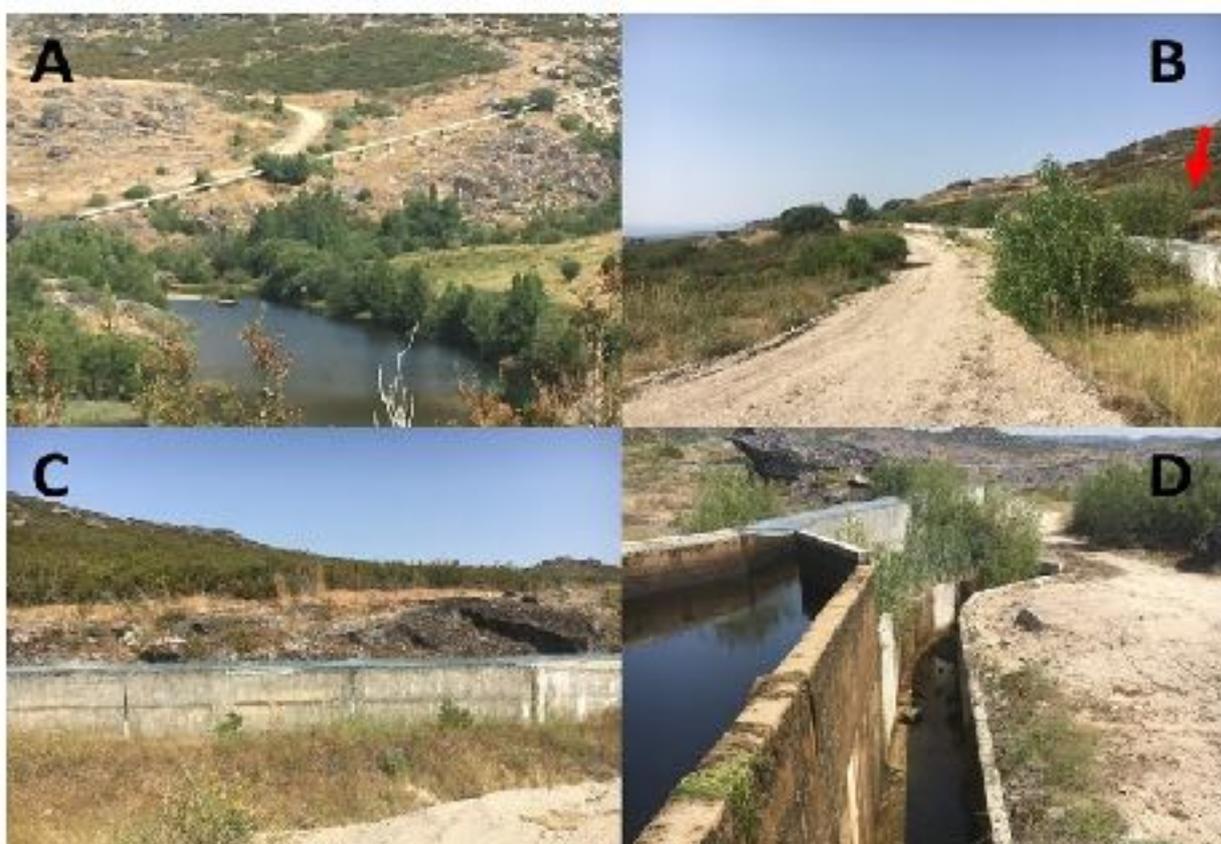
Figura 7. Enquadramento da barragem de Veiguiñas e S. Serrada no contexto transfronteiriço (mapa criado em <https://snig.dgterritorio.gov.pt/>).

De acordo com a informação cedida pela Câmara Municipal de Bragança (CMB), são gastos por ano nesta área urbana cerca de 2 751 884 m<sup>3</sup> de água, sendo que todos os dias, em média, são captados, na estação de tratamento, 7 600 m<sup>3</sup>. Cerca 80% desta água destina-se ao consumo doméstico, sendo o restante para fins comerciais e industriais. Atualmente, S. Serrada pode fornecer anualmente para abastecimento urbano, com 95% de segurança, cerca de 2,10 hm<sup>3</sup>. Assim, a origem de água de S. Serrada é sempre complementada com outros sistemas alternativos. E quando necessário, por Veiguinhas que tem capacidade para fornecer cerca de 2,43 hm<sup>3</sup>. No entanto, estas albufeiras, embora pertençam ambas ao AHAS são geridas por entidades diferentes: S. Serrada pela CMB e Veiguinhas pelas Águas de Portugal.

Segundo a ERSAR (2016), Bragança é uma das cidades de Portugal onde se gasta mais água por dia/ habitante (> 200 L/dia). De salientar que alguns edifícios da cidade ainda são abastecidos parcial ou integralmente por furos (e.g. IPB e Edifício do Loreto), não sendo os consumos contabilizados. Caso este tipo de abastecimento já não existisse, as pressões sobre a S. Serrada seriam maiores do que na realidade são. Na Tabela 1 são apresentadas, a título de exemplo, as estimativas anuais de consumo de água em vários espaços públicos desta cidade. Os autores dos estudos salientam que com medidas simples e relativamente pouco dispendiosas, como a substituição de torneiras por outras mais eficientes e a reutilização das águas cinzentas para rega, poder-se-ia reduzir o consumo de forma significativa sem afetar a qualidade de vida dos cidadãos.

Importa salientar que também foram observadas perdas de água importantes (não quantificadas) nas condutas de cimento que saem de S. Serrada e do Açude das Gralhas e que levam a água para a camara de carga (Figuras 8 e 9). Podem ser observadas mais fotos na pasta “Fugas de Água em S. Serrada” em adenda a este relatório. No Anexo VI são apresentadas as coordenadas geográficas das principais fugas observadas no campo em 27 de julho de 2019. A partir da camara de carga a água segue por condutas metálicas e fechadas, que aparentemente não apresentam fugas.

Tabela 1. Consumos anuais de água (m<sup>3</sup>) em vários edifícios públicos de Bragança.



Instituição	N.º médio de utentes	Consumo médio (m <sup>3</sup> /ano)	Autores
C. Escolar Sé	406 (2018/2019)	5 016,66	Morais, 2019
C. Escolar S. Maria	314 (2018/2019)	2 604,17	Vale, 2019
Piscinas e Pavilhão Municipal	36 873 (2015/2018)	20 061	Zavattieri, 2020



Figura 8. Conduto de água de S. Serrada a Açude das Gralhas (A); conduita de água em cimento aberta, apenas tapada por uma rede, de Açude das Gralhas (B e C) até à camara de carga (D).

Figura 9. Fugas de água nas condutas que saem do Açude das Gralhas.

## Sumário

- ✓ O AHAS, do qual S. Serrada faz parte, localiza-se num território importante do ponto de vista conservacionista, a nível local, nacional e transfronteiriço;
- ✓ A população de Bragança depende deste território para abastecimento de grande parte da água que consome;
- ✓ Na cidade de Bragança, há indícios da ocorrência de consumo de excessivo de água e desperdício desde a origem até ao local de consumo;
- ✓ As entidades gestoras de S. Serrada e de Veiguiñas são diferentes.

## **2.2. Bacia hidrográfica**

S. Serrada (41° 57' 12" N; 6°46'44"W; 1248 m) foi construída na Ribeira das Andorinhas, um afluente do Rio Sabor, localizado na parte superior da bacia deste rio (Alto Sabor). O Alto Sabor corresponde, assim, à parte superior da sub-bacia do rio Sabor (afluente da margem direita do rio Douro). Cerca de um quarto desta sub-bacia (nascente do Sabor e alguns troços de cabeceira dos seus afluentes) localiza-se em Espanha (Figuras 10 e 11).

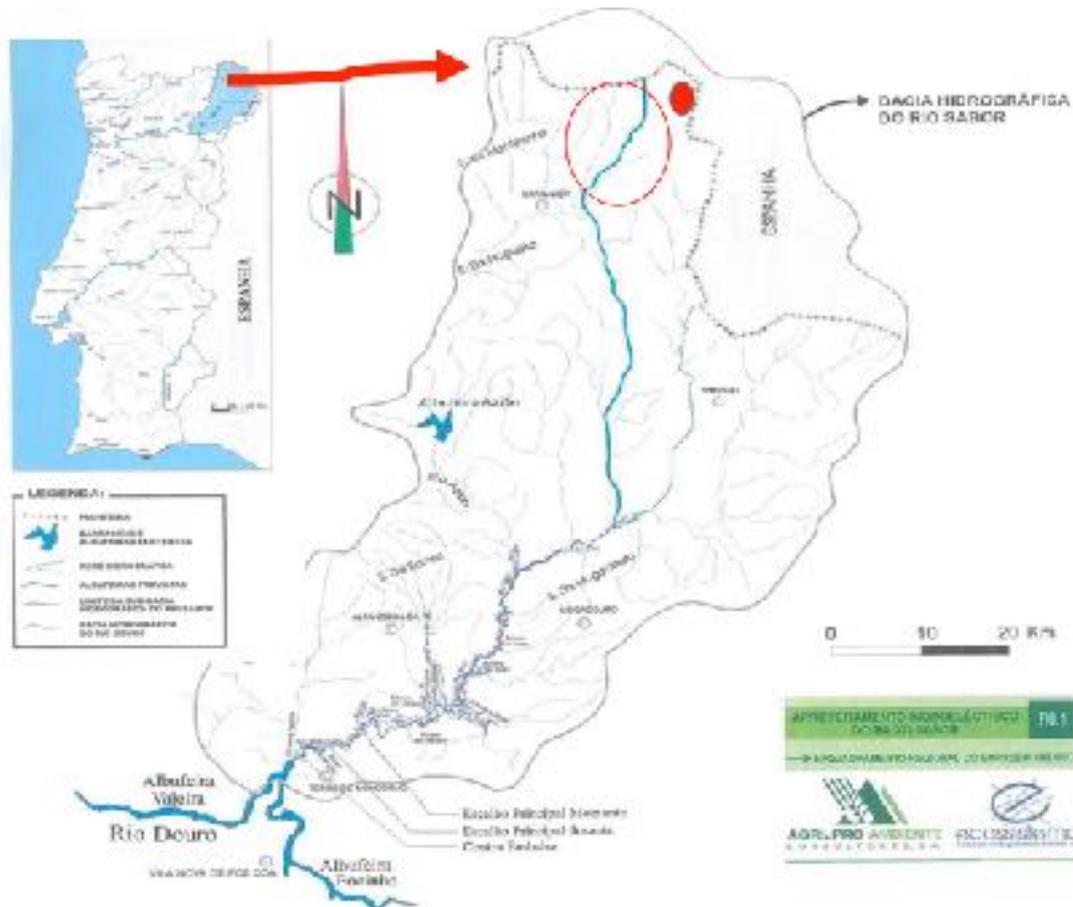


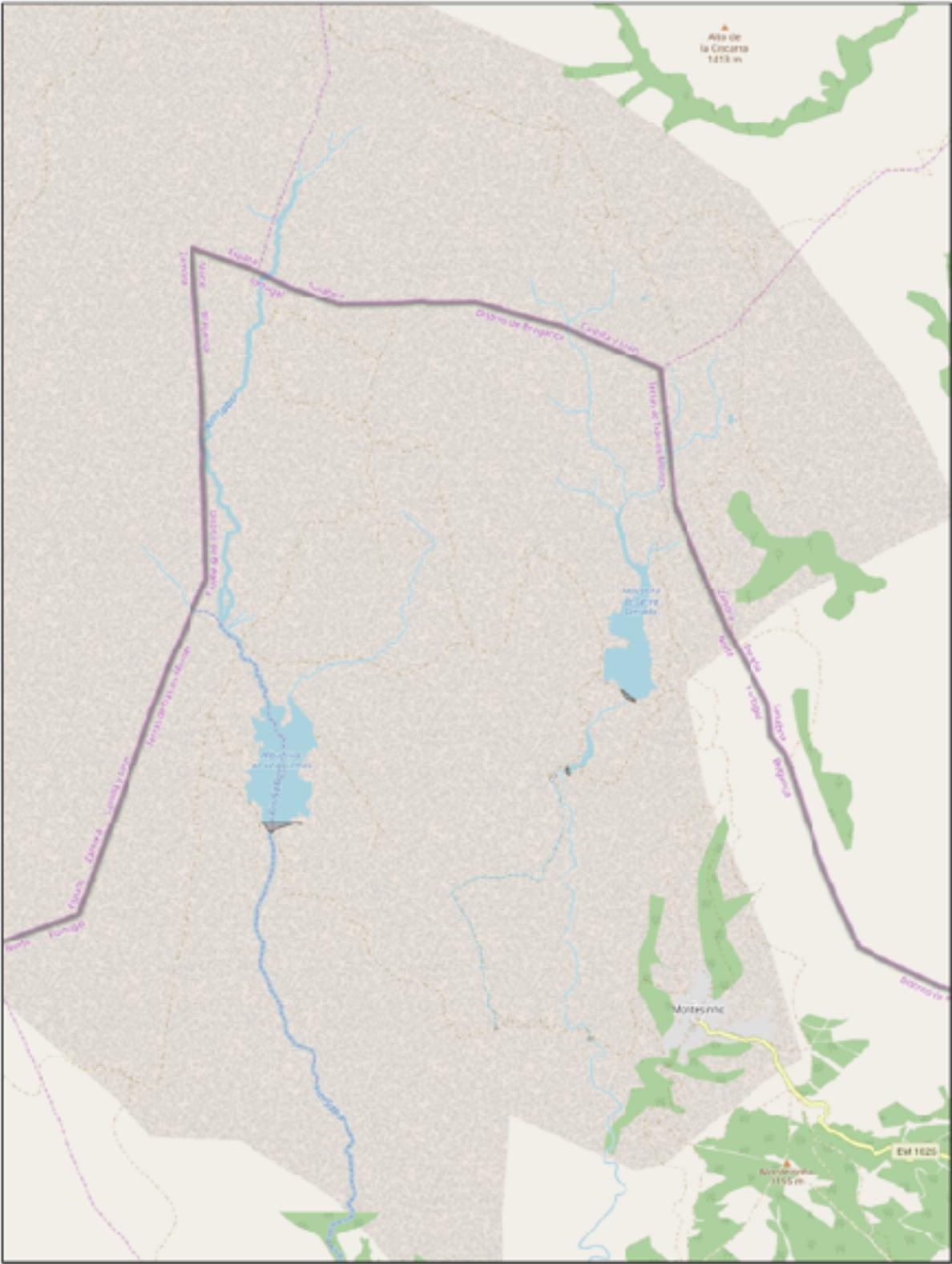
Figura 10: Sub-bacia hidrográfica do Sabor em Portugal (Adaptada de APA, 2002).  
Avermelho: (1) sem preenchimento (Alto Sabor); (2) com preenchimento localização aproximada de S. Serrada (Adaptado de APA, 2002).

Na Figura 12 está representada pormenorizadamente a parte superior da sub-bacia da Ribeira das Andorinhas, localizada em território espanhol. Como é possível observar nesta figura, e também nas Figuras 10 e 11, estas linhas de água e a própria Ribeira das Andorinhas são cursos de água de **baixa ordem**. As linhas de água de baixa ordem são a mais extensa interface a nível global entre os ecossistemas aquáticos e terrestres, sendo, por isso, importantes em termos conservacionistas.

S. Serrada localiza-se na zona de maior altitude do PNM: O Planalto da Serra de Montesinho. Aqui a precipitação anual é igual ou superior a 1 200 mm (Anexo IV-Figura 4) e a temperatura média anual é inferior ou igual a 9°C. A paisagem é caracterizada por afloramentos graníticos, sendo a vegetação dominante composta por áreas de vegetação arbustiva resultante da degradação de mosaicos de carvalhais e vidoais (POPNM, 2007). As Figuras 13 e 14 mostram a densidade da cobertura vegetal e os afloramentos graníticos na área onde S. Serrada se insere.

Apesar de não existir nenhuma aldeia neste território, no passado era praticada, em algumas áreas, agricultura de subsistência. No entanto, e de acordo com habitantes da aldeia de Montesinho, desde há cerca de 30 anos que não existe atividade agrícola na área de drenagem de S. Serrada. Atualmente, ainda subsiste alguma pastorícia itinerante que é exercida, durante os meses de verão, por pastores de aldeias próximas (e.g. Carragosa) que arrendam os baldios de Montesinho para esse fim. No passado, ocorria também a transumância de pequenos ruminantes provenientes de Espanha.

Análise de impactos e definição de medidas minimizadoras numa albufeira localizada numa área KBA: Serra Serrada como caso de estudo



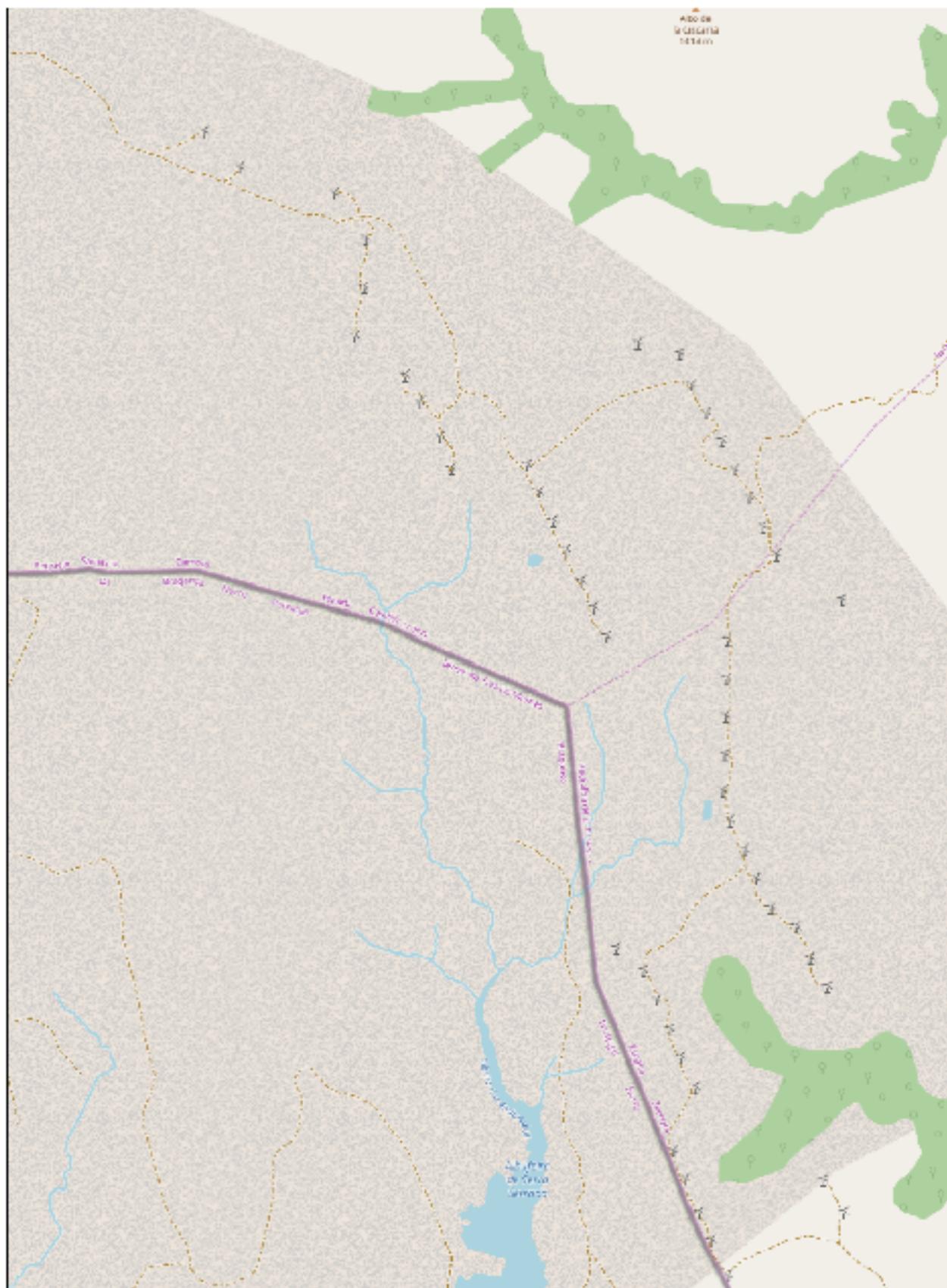


Figura 11. Localização de S. Serrada (Ribeira das Andorinhas) e Veiguiñas (Rio

Sabor) no contexto do Alto Sabor (mapa criado em <https://snig.dgterritorio.gov.pt/>).

Figura 12. Parte superior da Bacia da Ribeira das Andorinhas.

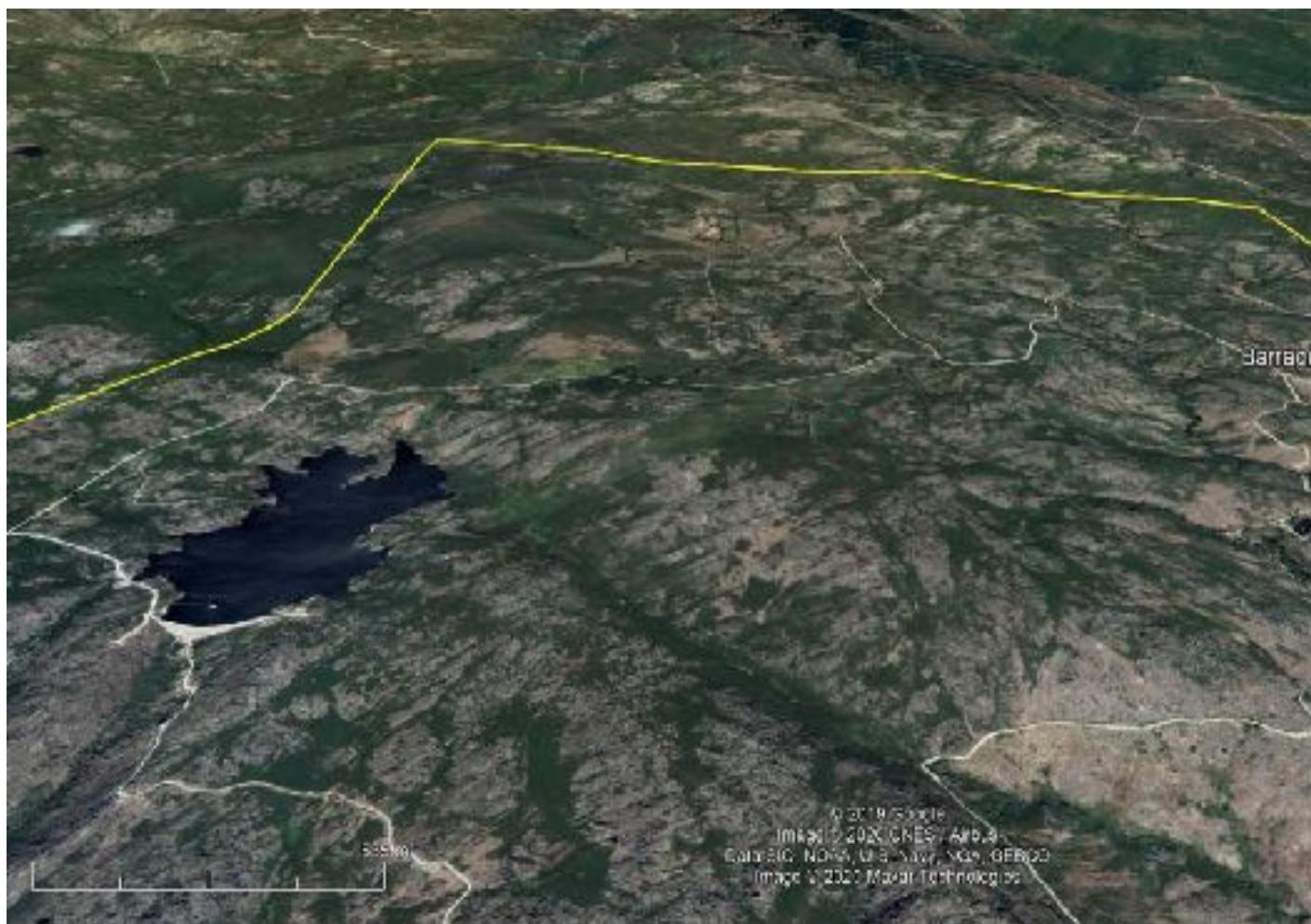


Figura 13. Cobertura vegetal, afloramentos graníticos e relevo na área da bacia onde se insere S. Serrada (a linha amarela indica a fronteira entre Portugal e Espanha).

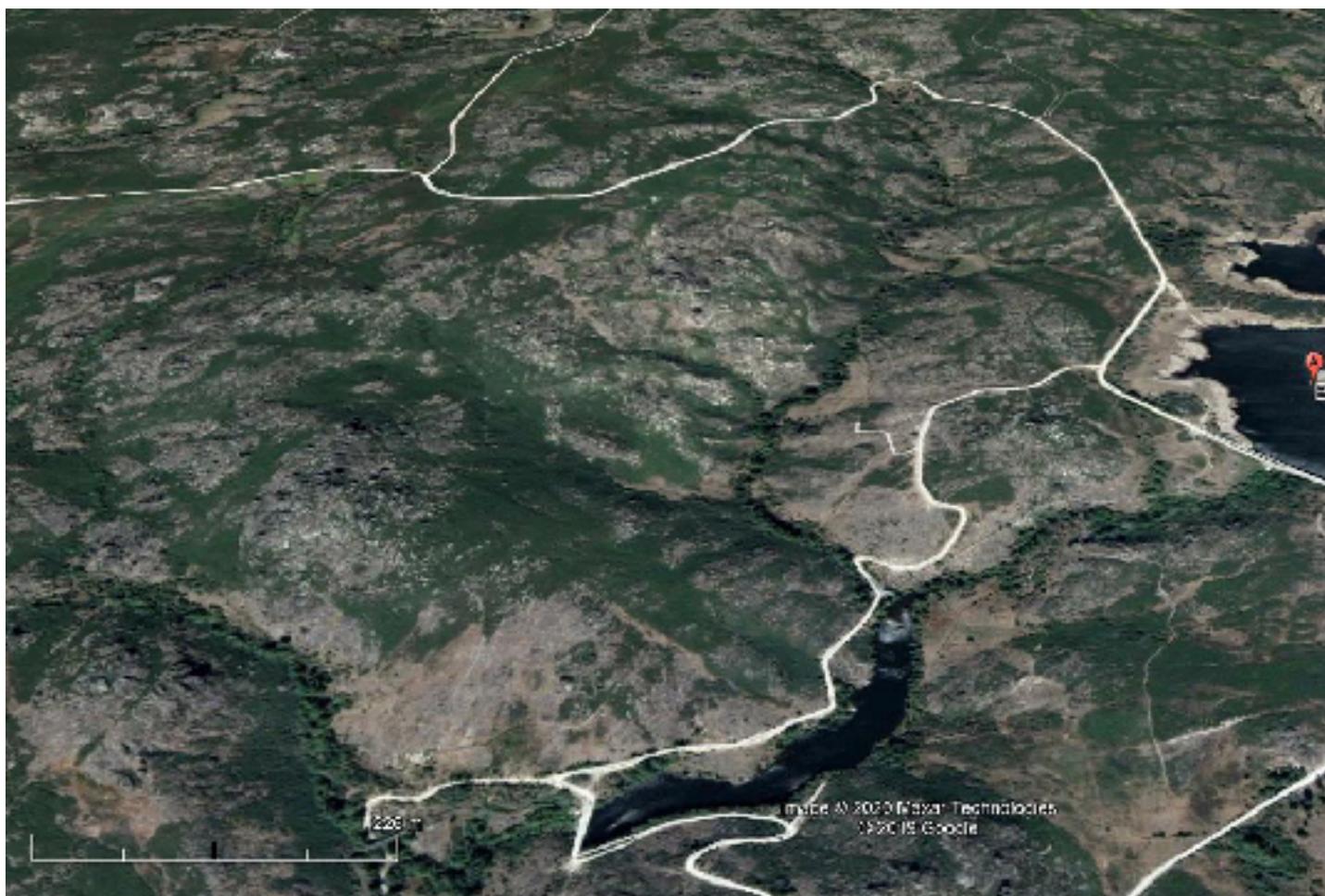
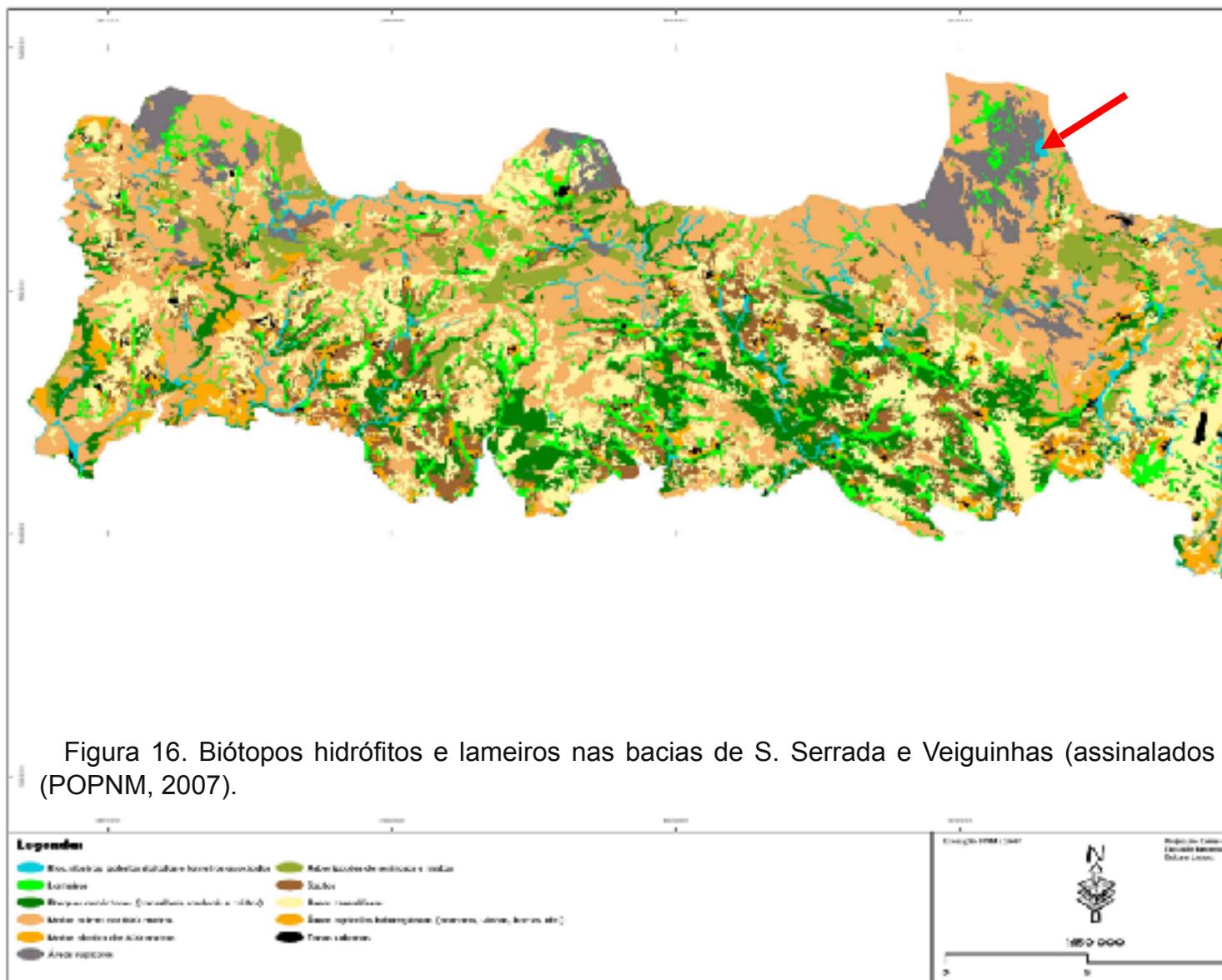


Figura 14. Bacia da Ribeira das Andorinhas, S. Serrada e Açude das Galhas.

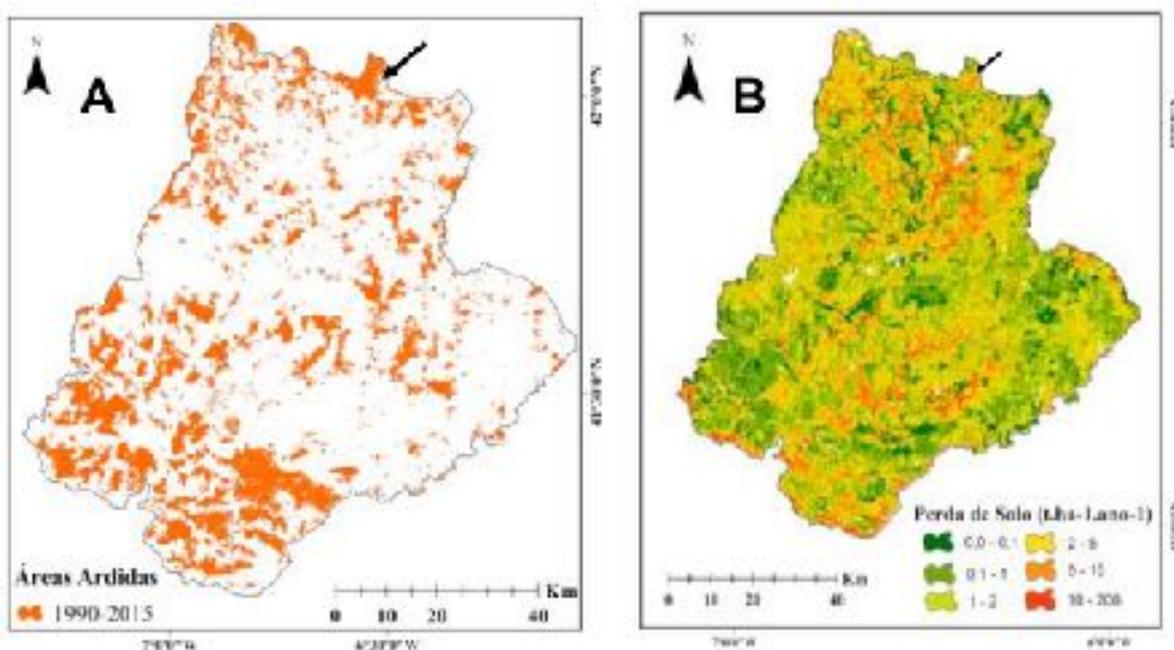
De salientar, que a montante e no entorno de S. Serrada e Veiguiñas, nas respetivas bacias de drenagem, existem várias **zonas húmidas** como lameiros de montanha, cervunais e turfeiras, intercetadas pela rede hidrográfica, de baixa ordem, que constituem potenciais habitats ribeirinhos e comunidades higrófilas (e.g. 4020, 6230, 6410 - Diretiva Habitats - ver POPNM, 2007) (Figuras 15 e 16). Estas comunidades, para além de serem importantes repositórios de biodiversidade, são extremamente importantes para a regulação do ciclo da água e para manutenção da qualidade da água nos sistemas aquáticos localizados a jusante, pois funcionam como zonas tampão de retenção de sedimentos, poluentes e nutrientes (e.g. Singh et al. 2019). No entanto, parte destes **biótopos** encontram-se degradados, devido ao abandono de algumas destas áreas anteriormente utilizadas essencialmente para pastorícia extensiva e também aos incêndios que entretanto foram ocorrendo (Engenho & Rio, 2017a).



Figura 15. Pormenor de um biótopo com comunidades hidrófilas.



Mesmo nesta área, mais remota do PNM, também se tem sentido o efeito do envelhecimento da população e do despovoamento. Se estes fatores contribuíram, por um lado, para um aumento das áreas naturais, por outro lado, a paisagem tornou-se mais homogénea e menos resiliente a perturbações como incêndios e oscilações climáticas. Os incêndios, para além de promoverem a degradação da vegetação autóctone, expõem o solo a processos de erosão. A transferência de calor à superfície durante um incêndio ocasiona o aumento da temperatura no solo, afetando as suas propriedades e, por vezes, os resíduos gerados pela queima podem causar uma condição de solo repelente à água que acentua ainda mais o escoamento e a erosão pós-fogo (Cavalli et al. 2017; Fonseca et al. 2011; 2017). Nestas circunstâncias os efeitos sobre a qualidade da água poderão ser significativos. De salientar que o risco de incêndio na área onde se localizam ambas as albufeiras é alto (Freire de Carvalho, 2006; Sil et al., 2019). Na Figura 17 são apresentadas as áreas ardidas no concelho de Bragança entre 1990 e 2015 e o



risco de perda de solo.

Figura 17. Áreas ardidas no concelho de Bragança entre 1990 e 2015 (A) e risco de perda de solo (B). A seta indica a localização aproximada de S. Serrada. (Fonte: Cavalli et al. 2017).

De acordo com Engenho & Rios (2017b) para esta bacia admite-se um valor médio de produção de sedimentos constante e igual a 450 ton/km<sup>2</sup>/ano, valores que estão em linha com os propostos por Cavalli et al. (2017).

## Sumário

- ✓ Ocorrência de zonas húmidas e cursos de água de baixa ordem associados às sub-bacias onde S. Serrada e Veiguiñas se inserem. Estes ecossistemas são importantes para a regulação do ciclo da água e para a manutenção da qualidade da água nestas albufeiras;
- ✓ Devido às alterações do uso do solo algumas destas áreas são muito suscetíveis a incêndios e oscilações climáticas;
- ✓ O risco de incêndio é elevado na área onde se inserem S. Serrada e Veiguiñas.
- ✓ Em caso de ocorrência de um grande incêndio o potencial ecológico e a qualidade da água podem ser afetados nas duas albufeiras.

## 2.3. Entorno de S. Serrada

Como já foi referido na Metodologia (Capítulo 1), este território corresponde a uma área de 1 km ao redor da albufeira (Figura 18). Todas as perturbações que ocorram aqui têm impacto direto no potencial ecológico de S. Serrada. Neste ponto, foi feita uma caracterização exaustiva da vegetação e do solo. Ambos os parâmetros foram escolhidos, porque neste nível de análise são aqueles que mais diretamente condicionam o potencial ecológico desta albufeira.

Os dados aqui apresentados foram obtidos por Moreira (2019) na investigação realizada no âmbito desta ação.

Na envolvência terrestre da albufeira predominam os matos (vegetação arbustiva) estando representados essencialmente pelas espécies urze (*Erica australis*), representa 51% de cobertura da superfície, carqueja (*Chamaespartium tridentatum*), representa 39% e sargaço (*Teucrium fruticans*), representa 10% (Figura 19). A urze é a espécie que apresenta maior altura e diâmetro (82,9 cm e 3,1 mm, respetivamente), seguida do sargaço (65,3 cm e 2,0 mm) e finalmente da carqueja (53,7 cm e 1,6 mm). A matéria seca está diretamente relacionada com a percentagem de cobertura vegetal, assim, a urze possui uma maior quantidade de matéria seca (613,56 kg m<sup>-2</sup>) seguida da carqueja (385,02 kg m<sup>-2</sup>) e por fim do sargaço (208,12 Kg m<sup>-2</sup>).

De salientar também a ocorrência de pequenas matas de salgueiros (*Salix* sp) salpicadas por videiros (*Betula celtibérica*) a circundar a própria albufeira junto à linha de água (Figura 20).

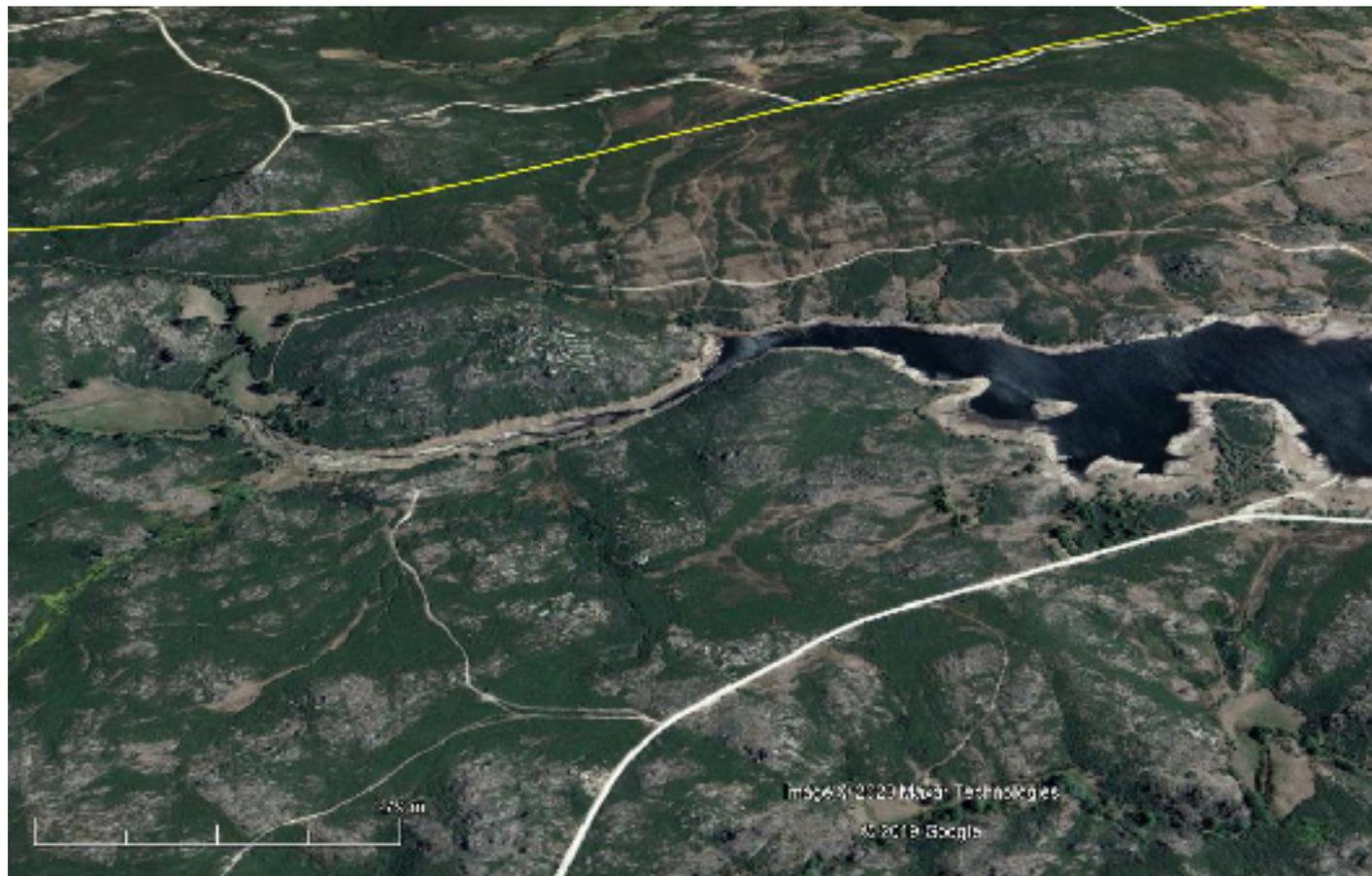


Figura 18. Paisagem do entorno de S. Serrada.

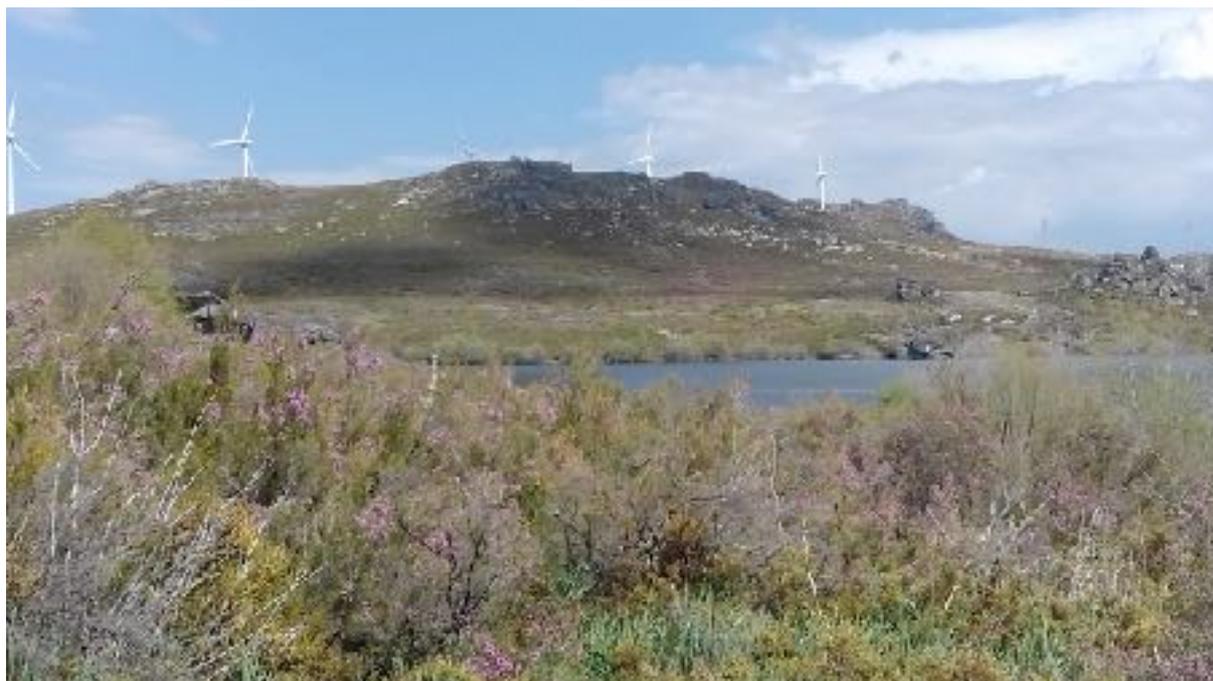


Figura 19. Vegetação dominante no entorno da albufeira de S. Serrada.



Figura 20. Mancha de salgueiros pontuadas com algumas bétulas no entorno de S. Serrada.

Nesta área os solos só excepcionalmente ultrapassam os 30 cm de profundidade, sendo classificados como leptossolos úmbricos de granito. Estes são relativamente ricos em matéria orgânica. Os maiores teores de matéria orgânica foram registados nos primeiros 20 cm de profundidade. Estes valores são explicados pelo tipo de vegetação, constituída essencialmente por matos, e pelo clima que por sua vez é influenciado pela elevada altitude ( $\geq 1\ 252$  m). Estas condições, associadas à acidez

do solo, fazem com que as taxas de decomposição sejam baixas, conduzindo à acumulação de matéria orgânica. Os valores de fósforo extraível ( $P_2O_5$ ) e de potássio extraível ( $K_2O$ ), bem como outras características destes solos são apresentadas nas Tabelas do Anexo VII. A densidade aparente do solo aumenta com a profundidade. No entanto, em todas as camadas estes valores são inferiores a 1. Este facto deve-se principalmente à elevada quantidade de matéria orgânica existente, que por sua vez se traduz num aumento da porosidade do solo, a qual mostra valores frequentemente acima de 65%. A permeabilidade foi calculada apenas na primeira camada (0-5 cm) e é classificada como muito rápida, o que seria de esperar face aos elevados teores de matéria orgânica, elevada porosidade e baixa densidade aparente do solo. Esta muito rápida permeabilidade favorece a infiltração da água contribuindo para um menor escoamento superficial e perda de solo. Contudo, como os solos aqui são muito delgados, apresentam baixa capacidade de retenção para a água, podendo gerar escoamento mesmo para precipitações relativamente baixas, facto este que poderá ser potenciado pelos acentuados declives da paisagem. No entanto, como a densidade de matos é elevada, nestes solos, o processo erosivo é pouco evidente no entorno da albufeira. Uma das vias de entrada de nutrientes e sedimentos para S. Serrada são as linhas de água que para aí fluem (ver Figura 12) e, principalmente, quando ocorrem cheias. A Figura 21 é ilustrativa desse processo.



Figura 21. Aspectos do processo erosivo que ocorre ao longo de linhas de água que afluem à albufeira.

Outro fator de impacto a considerar no entrono de S. Serrada é a prática da pesca desportiva e de outras atividades turísticas (Figura 22).



Figura 22. Pesca desportiva em S. Serrada.

À semelhança de outros ecossistemas aquáticos localizados noutras regiões do mundo, o impacto das atividades turísticas no potencial ecológico de S. Serrada e no seu entorno permanece desconhecido (e.g. Venohr et al. 2018). Apesar de atividades como nadar e andar de barco serem proibidas, passeios pedestres e pesca desportiva são permitidos nesta área. No entanto, estas atividades para além dos impactos que poderão ter na fauna e na flora circundantes e nas comunidades aquáticas, também poderão influenciar a qualidade da água da própria albufeira, contribuindo para a sua **eutrofização**. Segundo Szyper e Gołdyn (2002) a carga de azoto e fósforo que pode ser imputada a cada pescador por dia de pesca, devido ao uso de determinados tipos de isco, é respetivamente 156 g de azoto e 28,8 g de fósforo. A contaminação por determinados materiais como plástico, pontas de cigarros e outro tipo de substâncias (é possível um carro ligeiro chegar à zona da albufeira), também poderá não ser negligenciável (e.g. Free et al. 2014; Schmeller et

al. 2018). Não existem dados sobre o número de pessoas que visitam o entorno de S. Serrada.

Apenas são registados pelos serviços do PNM os turistas que visitam os Centros de Informação do Parque. O número total de turistas que visitaram estes centros, entre 2016 e 2019 foi de 27 442. O que significa que uma percentagem (desconhecida) destes poderá ter visitado a zona do parque onde se encontra a albufeira. No entanto, as atividades organizadas por empresas de turismo ou associações de pedestrianismo e outras carecem obrigatoriamente de autorização/parecer por parte do PNM. A autorização/parecer, quando positivo, vem acompanhado por uma série de normas e comportamentos que deverão ser respeitados pelos visitantes (Anexo VIII).

Relativamente à pesca desportiva é de salientar que esta se encontra concessionada na Ribeira das Andorinhas, S. Serrada e Açude das Gralhas. Por ano, são emitidas 100 licenças. De acordo com a informação prestada pela Associativa de Caça e Pesca Amigos de Montesinho, o número de pescadores total por temporada é de aproximadamente 500.



A pastorícia extensiva, referida em 2.2, também acontece no entorno de S. Serrada (Figura 23).

Figura 23. Pastorícia extensiva no entorno de S. Serrada.

A ocorrência de animais a pastar próximo da albufeira também poderá ser uma fonte não só de matéria orgânica (que irá contribuir para a eutrofização) mas também de contaminação fecal (e.g. Sherer et al. 1992). Por outro lado, a pastorícia extensiva também poderá contribuir para o controlo da densidade da vegetação, impedindo a ocorrência de grandes incêndios que poderão ameaçar a qualidade da água.

Na primeira década do século XXI ainda ocorria, durante os meses de verão, uma grande afluência de pequenos ruminantes, provenientes de Espanha, que pastavam durante este período na envolvência da albufeira. Atualmente, nos baldios do entorno de S. Serrada apenas pastam cerca de 100 vacas de um habitante da aldeia da Carragosa que arrendou os terrenos baldios de Montesinho. De salientar que cada vaca pode ser fonte de 100 kg de Azoto (N) e 35 kg de Fósforo (P)/ano, podendo uma percentagem destes valores entrar no ecossistema aquático (Geraldes e Boavida, 2003).

## Sumário

√N  
o  
ent  
orn  
o  
da  
alb  
ufe  
ira  
a  
ve  
get  
aç  
ão  
é  
do  
mi  
na  
da  
por  
ma  
tos  
;  
√D  
e  
sal  
ien  
tar  
a  
oc  
orr  
ên  
cia

## **4. A albufeira**

Como já foi referido, S. Serrada foi instalada na Ribeira das Andorinhas, um afluente do rio Sabor, e entrou em funcionamento em 1989. A Ribeira das Andorinhas possui carácter torrencial e intermitente, secando, na maior parte dos anos, durante os meses de verão a montante da albufeira. S. Serrada, é assim alimentada pelas escorrências desta e de outras pequenas ribeiras (Figura 12) que têm um caudal elevado nos meses de inverno quando a precipitação é máxima. Nesta época o caudal da bacia da Ribeira das Andorinhas está estimado em 7,17 milhões de m<sup>3</sup> (Tabela 2).

Tabela 2. Características da S. Serrada (CNPGB, 2017).

<b>BARRAGEM DE SERRA SERRADA</b>	
<b>UTILIZAÇÕES</b> - Abastecimento / Energia / Navegação	
<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>DADOS GERAIS</b>
<i>Distrito - Bragança</i>	<i>Promotor - C. M. Bragança</i>
<i>Concelho - Bragança</i>	<i>Dono da Obra (RSO) - C. M. Bragança</i>
<i>Local - Serra Serrada</i>	<i>Projectista - Hidrotécnica Portuguesa</i>
<i>Bacia Hidrográfica - Douro</i>	<i>Construtor - Somague</i>
<i>Linha de Água - Albufeira das Andorinhas</i>	<i>Ano de Projecto - 1986</i>
	<i>Ano de Conclusão - 1989</i>
<b>CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA ALBUFEIRA</b>
<i>Área da Bacia Hidrográfica - 6,7 km<sup>2</sup></i>	<i>Área inundada ao NPA - 264,7 x 1000m<sup>2</sup></i>
<i>Precipitação média anual - 1400 mm</i>	<i>Capacidade total - 1680 x 1000m<sup>3</sup></i>
<i>Caudal integral médio anual - 7170 x 1000 m<sup>3</sup></i>	<i>Capacidade útil - 1500 x 1000m<sup>3</sup></i>
<i>Caudal de cheia - 46 m<sup>3</sup>/s</i>	<i>Volume morto - 180 x 1000m<sup>3</sup></i>
<i>Período de retorno - 500 anos</i>	<i>Nível de pleno armazenamento (NPA) - 1252 m</i>
	<i>Nível de máxima cheia (NMC) - 1252,6 m</i>
	<i>Nível mínimo de exploração (Nme) - 1241,5 m</i>
<b>CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM</b>	<b>DESCARREGADOR DE CHEIAS</b>
<i>Betão - Gravidade</i>	<i>Localização - Centro</i>
<i>Altura acima da fundação - 25 m</i>	<i>Tipo de controlo - Sem controlo</i>
<i>Altura acima do terreno natural - 20 m</i>	<i>Tipo de descarregador - Sobre a barragem</i>
<i>Comprimento do cornamento - 1254 m</i>	<i>Cota da crista da soleira - 1252m</i>
<i>Comprimento do cornamento - 170 m</i>	<i>Desenvolvimento da soleira - 40 m</i>
<i>Largura do cornamento - 2 m</i>	<i>Caudal máximo descarregado - 46 m<sup>3</sup>/s</i>
<i>Fundação - Granito</i>	<i>Dissipação de energia - Trampolim</i>
<i>Volume de betão - 14,6 x 1000 m<sup>3</sup></i>	
<b>DESCARGA DE FUNDO</b>	<b>CENTRAL HIDROELÉCTRICA</b>
<i>Localização - Talvega</i>	<i>Nº de grupos instalados - 2</i>
<i>Tipo - Através da barragem</i>	<i>Tipo de grupos - Pelton</i>
<i>Secção da conduta - d 800 mm</i>	<i>Potência total instalada - 3,4 MW</i>
<i>Caudal máximo - 3,7 m<sup>3</sup>/s</i>	<i>Energia produzida em ano médio - 8,71 GWh</i>
<i>Controlo a jusante - Válvulas de Cunha</i>	
<i>Dissipação de energia - Trampolim</i>	

A profundidade máxima S. Serrada (junto à barragem) é de 17 m. No entanto, devido

à utilização da água, essencialmente para abastecimento urbano a Bragança, e às variações da precipitação próprias de um clima com influências mediterrânicas, o ciclo hidrológico de S. Serrada caracteriza-se pelo seguinte padrão: (1) fase de nível máximo (Janeiro - princípios de Junho); (2) fase de esvaziamento (meados de Junho - princípios de Setembro); (3) fase de nível mínimo (meados de Setembro - primeiras chuvas). Pequenas variações inter-anuais podem ocorrer neste padrão em linha com a variação da precipitação (Figura 24). As flutuações no nível de água, em S. Serrada, oscilam entre os 6 e os 10 m (Figura 25). De salientar que estas variações no nível de água se devem essencialmente ao uso da água para os fins a que se destina. As taxas de evaporação estimadas rondam no total os 10-12% do total de água armazenada (ver Anexo IX -Tabela 1).

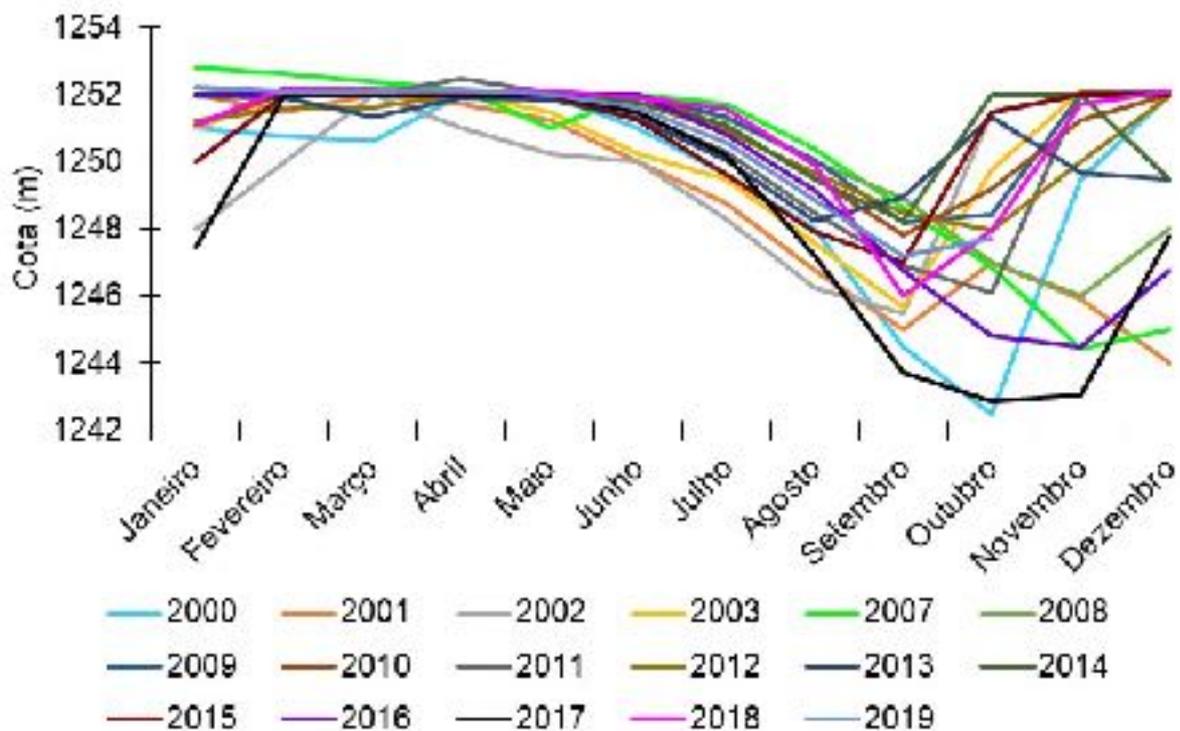


Figura 24. Variação sazonal e inter-anual do nível de água em S. Serrada (Fonte: SNIRH, 1995-2020).

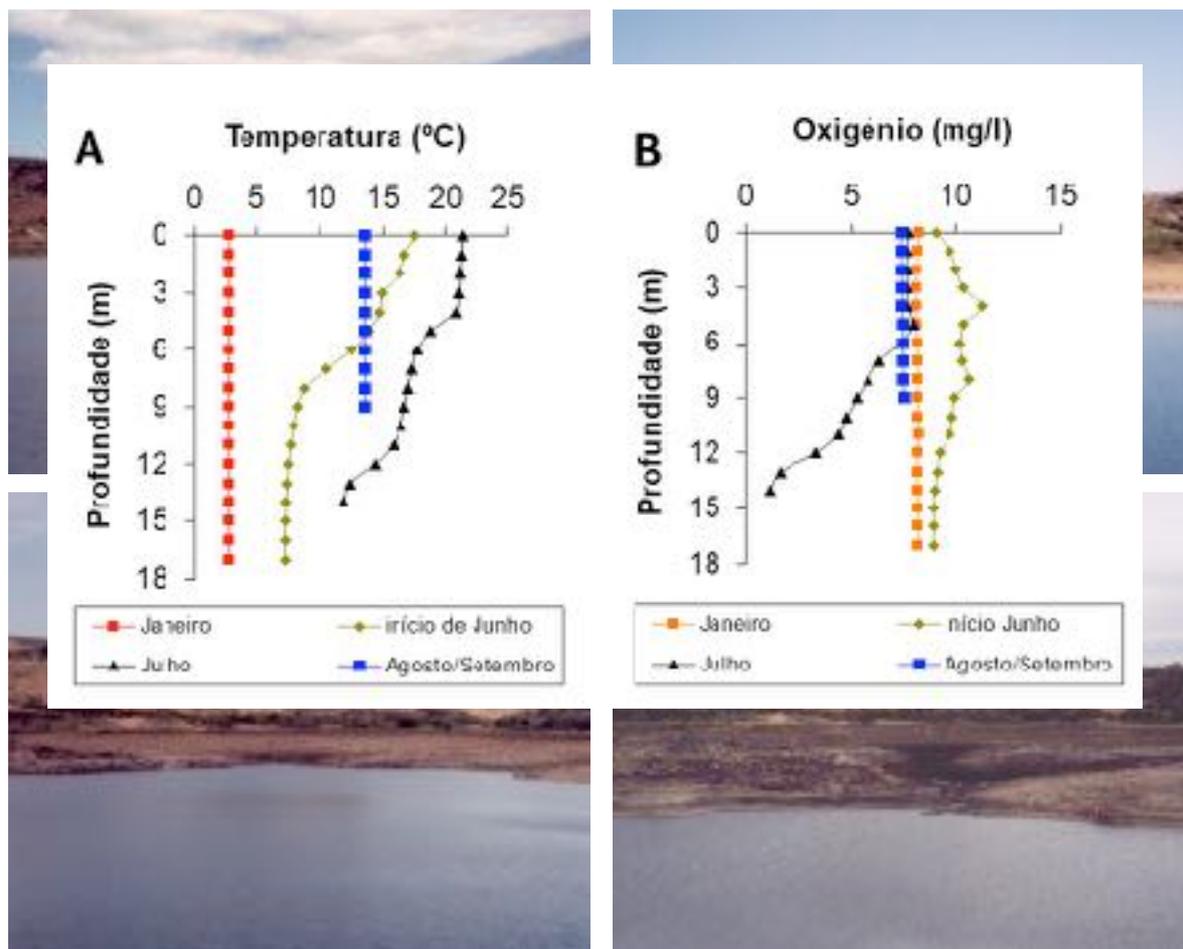


Figura 25. Variações no nível de água em S. Serrada ao longo do ano.

À semelhança de muitas outras albufeiras, esta possui **estratificação térmica** durante os meses de verão. No entanto, a estratificação é quebrada precocemente no final da fase de esvaziamento antes do final do verão ao contrário do que é habitual em albufeiras mais estáveis (Figura 26).

Figura 26. Estratificação térmica (A) e padrão da variação do oxigénio dissolvido em profundidade (B).

Em seguida, é realizada uma avaliação do potencial ecológico de S. Serrada. Esta baseia-se em Geraldes e Boavida (2005) e no trabalho de campo realizado entre 2018 e 2019 no âmbito do presente estudo. Esta última avaliação não mostrou

indícios de alterações significativas no estado da albufeira relativamente ao primeiro estudo.

As variações dos diferentes parâmetros ambientais estudados nas três fases do ciclo hidrológico de S. Serrada encontram-se representados na Tabela 3. Na fase de nível máximo ocorre a fase de maior estabilidade na albufeira e a deposição/sedimentação de partículas predomina. O aumento contínuo das concentrações de fósforo total (TP), ortofosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e nitratos ( $\text{N-NO}_3$ ), que se inicia na fase de esvaziamento e culmina na fase de nível mínimo, deve-se à rápida descida no nível de água, causando um aumento da turbulência e a quebra repentina da estratificação térmica. Consequentemente, ocorre a ressuspensão dos sedimentos do fundo, aumentando a quantidade de nutrientes (nomeadamente de fósforo: Anexo X) e de outro material particulado na coluna de água. Simultaneamente, ocorre um incremento das concentrações de clorofila *a* (indicador da **biomassa** do fitoplâncton), pois estes organismos têm mais nutrientes disponíveis. Todo este processo reflete-se no aumento do Índice de Estado Trófico de Carlson (1977). Este índice permite, com base nas concentrações de TP, de clorofila *a*, e nos valores da transparência da água avaliar o **estado trófico** das albufeiras. Assim, quando S. Serrada está cheia poderá ser classificada como mesotrófica, sendo considerada meso-eutrófica quando os níveis de água são mais baixos (Tabela 4).

Os resultados obtidos para o **plâncton** (fito e zooplâncton) estão em linha com o padrão encontrado para os parâmetros físico-químicos da água. No caso do fitoplâncton, durante a fase de esvaziamento e de nível mínimo de S. Serrada, verifica-se a dominância do género *Staurastrum* e um aumento abundância relativa de outros géneros de algas verdes (Chlorophyta) como é o caso de *Scenedesmus* e *Crucigenia* que são típicos de ambientes mais eutróficos (Reynolds, 1998). De salientar também um pequeno aumento na abundância de cianobactérias quando a albufeira se encontra num nível mais baixo (Anexo IX -Tabela 2). No caso do zooplâncton, dominam sempre organismos que se alimentam de detritos e bactérias (Anexo IX- Tabela 3). Este tipo de comunidade zooplanctónica é típico de albufeiras sujeitas a grandes flutuações periódicas no nível de água e caracterizadas, por isso, por terem elevados níveis de perturbação interna, não permitindo, assim, a

instalação de espécies adaptadas a ambientes mais estáveis (Schmid-Araya & Zuñiga 1992; DeBoer et al. 2016). As métricas para o zooplâncton desenvolvidas por Haberman e Haldna (2014) refletem esta situação, estando em linha com os valores obtidos para o índice de Carlson (Tabela 4).

Tabela 3. Valores dos parâmetros ambientais estudados (média desvio-padrão) e limites máximos e mínimos de pH obtidos durante a fase de nível máximo (1), na fase de esvaziamento (2) e na fase de nível mínimo (3).

<b>.Parâmetros ambientais</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Transparência da água (m)</b>	2,9 ± 0,9	3,1 ± 1,2	1,8 ± 0,3
<b>Temperatura da água (°C)</b>			
Superfície	9,2 ± 5,0	19,9 ± 2,3	10,4± 4,5
Zona intermédia da coluna de água	9,2 ± 5,0	16,5 ± 1,9	10,4± 4,5
Fundo	9,2 ± 5,0	11,0 ± 2,1	10,4± 4,5
<b>Oxigénio dissolvido (mg l<sup>-1</sup>)</b>			
Superfície	8,9 ± 1,4	8,6 ± 0,6	8,7 ± 1,0
Zona intermédia da coluna de água	8,9 ± 1,4	6,9 ± 1,9	8,7 ± 1,0

Fundo	8,9 ± 1,4	3,5 ± 3,3	8,7 ± 1,0
<b>Condutividade (µS cm<sup>-1</sup>)</b>			
Superfície	7,0 ± 1,1	8,3 ± 0,9	8,1 ± 1,6
Zona intermédia da coluna de água	7,0 ± 1,1	8,6 ± 3,5	8,1 ± 1,6
Fundo	7,0 ± 1,1	14,9 ± 10,0	8,1 ± 1,6
<b>pH</b>			
Superfície	6,7-7,2	5,9-7,9	7,1-7,5
Zona intermédia da coluna de água	6,7-7,2	6,6-7,5	7,1-7,5
Fundo	6,7-7,2	5,9-7,6	7,1-7,5
<b>N-NO<sub>3</sub> (mg l<sup>-1</sup>)</b>			
Superfície	5,3 ± 8,9	0,5 ± 0,9	13,1± 15,7
Zona intermédia da coluna de água	5,3 ± 8,9	0,7 ± 1,2	13,1± 15,7
Fundo	5,3 ± 8,9	6,9 ± 10,3	13,1± 15,7
<b>N-NH<sub>4</sub> (mg l<sup>-1</sup>)</b>			
Superfície	0,2 ± 0,5	0,1± 0,2	0,4 ± 0,8
Zona intermédia da coluna de água	0,2 ± 0,5	0,1± 0,2	0,4 ± 0,8
Fundo	0,2 ± 0,5	1,0 ± 2,5	0,4 ± 0,8
<b>TP (µg l<sup>-1</sup>)</b>			
Superfície	45,9± 15,7	70,0 ± 19,1	82,0± 11,4
Zona intermédia da coluna de água	45,9± 15,7	93,4 ± 25,9	82,0± 11,4
Fundo	45,9± 15,7	100,5±34,1	82,0± 11,4
<b>PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> (µg l<sup>-1</sup>)</b>			
Superfície	8,0 ± 7,3	7.6 ± 4,8	8,5 ± 7,2
Zona intermédia da coluna de água	8,0 ± 7,3	9,7 ± 6,1	8,5 ± 7,2

Fundo	8,0 ± 7,3	19,2 ± 13,0	8,5 ± 7,2
<b>Clorofila a (µg l<sup>-1</sup>)</b> Amostra integrada	1,5 ± 1,2	2,1 ± 1,8	8,0 ± 4,2

Tabela 4. Valores do índice trófico de Carlson (Média ± desvio padrão) e métricas para o zooplâncton obtidos durante a fase de nível máximo (1), na fase de esvaziamento (2) e na fase de nível mínimo (3).

	1	2	3
<b>Índice trófico de Carlson</b>			
<b>TSI (SD)</b>	45,5±5,0	45,5±6,0	53,1±3,8
<b>TSI (TP)</b>	46,0±6,0	64,9±4,1	67,6±2,2
<b>TSI (CHL)</b>	31,4±10,4	33,9±9,9	49,7±5,2
<b>Métricas zooplâncton</b>			
<b>TSI<sub>N rot</sub></b>	63,0 ± 12,1	65,5±8,3	70,3±7,2
<b>Ncrus/Nrot</b>	5,5±19,4	15,0±33,5	2,8±6,1
<b>NLargeClad/NClad</b>	0,3±0,3	0,1±0,2	0,4±0,4

O nível de água tem uma profunda influência nos processos e funcionamento dos sistemas aquáticos lênticos, porque afeta a sua zona litoral. A existência de uma zona litoral estável é de primordial importância para o bom funcionamento destes ecossistemas. As plantas e as algas do litoral são responsáveis pela maior da parte da sua **produção primária**, suportando vasta biodiversidade, pois constituem uma zona de refúgio, de reprodução e de alimentação para peixes e outros organismos aquáticos e até mesmo terrestres. Por outro lado, a zona litoral pode funcionar uma zona de retenção de nutrientes e de poluentes (Moss, 2008; Zohary & Ostrovsky, 2011; Krolová et al. 2013). As flutuações do nível de água que ocorrem naturalmente, devido aos processos de evaporação, variam entre os poucos centímetros até a um máximo de 3 m e espoletam, por exemplo, a reprodução de peixes e de outras espécies criando habitats favoráveis (Hirsch, et al. 2014). As

flutuações com origem antropogénica têm variações muito maiores e impedem a existência de uma zona litoral estável, promovendo a formação de uma **banda árida** (Figura 27), causando ainda, como já foi referido, a ressuspensão dos sedimentos do fundo, o aumento da quantidade de partículas em suspensão e o acréscimo das concentrações de nutrientes na coluna de água. Outra consequência das flutuações extremas no nível de água é a perda da capacidade de adsorção de nutrientes dos solos ou sedimentos litorais, que fazem parte da banda árida.

Moreira (2019) também analisou as propriedades destes solos litorais. Estes têm cerca de 3 cm de espessura, são mais pobres em nutrientes e matéria orgânica e tendem a ser mais densos, compactos e menos permeáveis que os solos circundantes não expostos a este ciclo de dessecação/reinundação. A camada superior é rica em areão. (Anexo VII -Tabelas 3 e 4). Também foram estimados, através da realização de duas simulações de chuva os valores médios da taxa de transporte de sedimentos dos solos litorais para o interior de S. Serrada. Estes valores atingiram 195,4 g/m<sup>2</sup> e 198,1 g/m<sup>2</sup> na primeira e na segunda simulação, respetivamente. Da primeira simulação resultou um **escoamento** médio de 34,6 L/m<sup>2</sup> e da segunda um escoamento de 40,6 L/m<sup>2</sup>, traduzindo-se em coeficientes de escoamento superiores a 77% em todos os ensaios. Todos estes valores podem ser considerados elevados. A concentração de partículas em suspensão variou entre os 0,14 e os 0,70 g/L e o seu diâmetro oscilou entre os 2 e os 4 mm. As características dos sedimentos exportados para o interior da albufeira podem ser consultadas em Anexo VII -Tabela 5.

A quantidade (mg/m<sup>2</sup>) de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, azoto total (NT), TP e PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> transportados no escoamento superficial, por tempo e simulação de chuva encontram-se representados na Tabela 5. Estes resultados vão de encontro ao facto de que sedimentos sujeitos a estes a ciclos de dessecação/reinundação têm menos capacidade para adsorver nutrientes do que aqueles que estão permanentemente inundados ou nunca estão inundados. Os resultados aqui obtidos são corroborados por vários autores (e.g. Fabre, 1988; Watts, 2000) que concluíram que solos sujeitos a estes ciclos têm menos capacidade para adsorver nutrientes do que aqueles que estão permanentemente inundados. Estimou-se que a área da banda árida quando a cota da albufeira desce 6 a 8 m, geralmente em finais de setembro, seja aproximadamente de 121 569 m<sup>2</sup>, ou seja, cerca de 45% da área inundável. Assim,

por exemplo, como resultado de uma chuvada poderão ser arrastados para o interior da albufeira cerca de 0,157 kg de fósforo total proveniente da banda árida.



Figura 27. Banda árida em S. Serrada (as setas mostram largura da banda árida)

Tabela 5. Quantidade (mg/m<sup>2</sup>) de nitratos, azoto total (NT), fósforo total (P total) e ortofosfato (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) transportados no escoamento superficial da banda árida, por tempo e simulação de chuva.

Tempo (minutos)	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NT	TP	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
(mg/m <sup>2</sup> )				
<b>Simulação 1</b>				
5	18,54 ± 30,95	55,65 ± 39,01	1,72 ± 1,01	0,46 ± 0,38
10	31,45 ± 26,43	37,61 ± 8,08	2,13 ± 0,57	1,66 ± 0,62
15	3,06 ± 3,54	23,41 ± 4,45	1,31 ± 0,76	0,40 ± 0,36
20	38,59 ± 27,27	22,26 ± 22,78	1,29 ± 1,26	1,30 ± 0,29
25	21,98 ± 23,61	13,66 ± 11,44	2,03 ± 0,81	0,84 ± 0,56
30	6,93 ± 8,21	9,99 ± 11,68	0,67 ± 0,63	0,23 ± 0,31
<b>Simulação 2</b>				
5	16,92 ± 21,47	8,94 ± 17,89	1,03 ± 0,54	0,94 ± 0,58
10	34,25 ± 37,24	22,21 ± 28,30	1,08 ± 0,52	1,30 ± 0,51
15	6,23 ± 9,71	22,79 ± 26,59	1,67 ± 1,35	0,48 ± 0,49
20	26,55 ± 36,54	0	1,44 ± 1,16	0,44 ± 0,53
25	11,82 ± 13,90	12,36 ± 4,42	0,77 ± 0,57	0,87 ± 0,43
30	10,48 ± 13,02	63,39 ± 93,59	0,44 ± 0,07	0,42 ± 0,45

Relativamente à fauna piscícola é de realçar a ocorrência com populações estáveis de duas espécies de **ciprinídeos**: a boga-do-norte (*Pseudochondrostoma duriense*) e o escalo-do-norte (*Squalius carolitertii*) que são **endemismos ibéricos**. Também existe truta-fário (*Salmo trutta*), sendo a maior parte dos indivíduos provenientes de várias ações de repovoamento levadas a cabo pela Associação de Caça e Pesca Amigos de Montesinho. Embora não exista nenhuma lista criada especificamente com base em observações de ocorrências em S. Serrada, é plausível considerar que existirão na área da albufeira muitas das espécies de vertebrados terrestres e aquáticos que se encontram inventariados para o PNM e que poderão utilizar esta

albufeira e o seu entorno como área de abrigo e alimento, pois este sistema constitui um ponto permanente de água, conferindo uma maior heterogeneidade à paisagem.

À semelhança de outros lagos e albufeiras localizados em regiões idênticas do ponto de vista climático e geológico (e.g. Boavida, 2000; Negro et al. 2000), seria de esperar que S. Serrada fosse oligotrófica ou, quando muito, mesotrófica. No entanto, ao contrário dos sistemas acima mencionados, esta albufeira, está sujeita a elevados níveis de perturbação interna (flutuações extremas no nível da água). As potenciais perturbações de origem externa que podem ocorrer na envolvência ou na bacia (risco de incêndios, pastorícia, turismo e pesca desportiva) apesar de os seus efeitos parecerem negligenciáveis não podem ser descurados.

## Sumário

√S

.  
Serra  
rada  
da  
apre  
sent  
a  
gra  
ndes  
es  
flut  
ua  
çõ  
es  
no  
nív  
el  
de  
ág  
ua  
qu  
e  
infl  
ue  
nci  
am  
ne  
gat  
iva  
me  
nte

## 2.5. Troço fluvial a jusante de S. Serrada

Como se pode observar nas Figuras 5 e 14, a jusante de S. Serrada, ainda na Ribeira das Andorinhas, existe um açude de grandes dimensões: o Açude das Galhas (I) e outro de mais pequenas dimensões Galhas (II). Ocorrem, assim, vários obstáculos que induziram a quebra na conectividade longitudinal da Ribeira, provocando alterações bem conhecidas no sistema fluvial (ver Anexo III). Saliente-se que neste conjunto de infraestruturas não está contemplada, ao contrário do que se verifica em Veiguinhas, (Anexo V), a existência de um caudal ecológico. No SNIRH (1995-2020) não foram encontradas séries referentes aos caudais e escoamentos da Ribeira das Andorinhas. No entanto, segundo relatos dos habitantes da aldeia de Montesinho (a povoação mais próxima de S. Serrada), esta ribeira deixa de ter caudal nos meses de verão a montante da albufeira. Quando S. Serrada se encontra à cota máxima começa a descarregar para jusante, apresentando neste período o que se poderá eventualmente considerar um caudal ecológico. Todos os anos a albufeira tem enchido e descarregado, bastando para isso que ocorra duas a três semanas de chuva intensa (obs. pess). No verão, provavelmente mesmo antes da implantação da albufeira não haveria **caudal** nem **escoamento**. Dada a ausência de dados históricos relativamente a estes parâmetros não nos foi possível confirmar esta hipótese. Foi feita uma tentativa de avaliação da variação dos caudais antes e depois da entrada em funcionamento de S. Serrada, analisando dados de caudais e escoamentos mensais do rio Sabor na estação de Rabal (02Q/01H - SNIRH 1995-2020), localizada a jusante da confluência da Ribeira das Andorinhas com o rio Sabor (Figura 28). No entanto, devido à série temporal existente (1982 a 2007) estar muito incompleta, optou-se por analisar as séries para este mesmo caudal,

Análise de impactos e definição de medidas minimizadoras numa albufeira localizada numa área KBA: Serra Serrada como caso de estudo

simuladas por Carvalho-Santos et al. (2017). O impacto de S. Serrada no caudal do Sabor na referida estação é inconclusivo (Figura 29).



Figura 28. Confluência da Ribeira das Andorinhas com o Rio Sabor (círculo vermelho) de S. Serrada

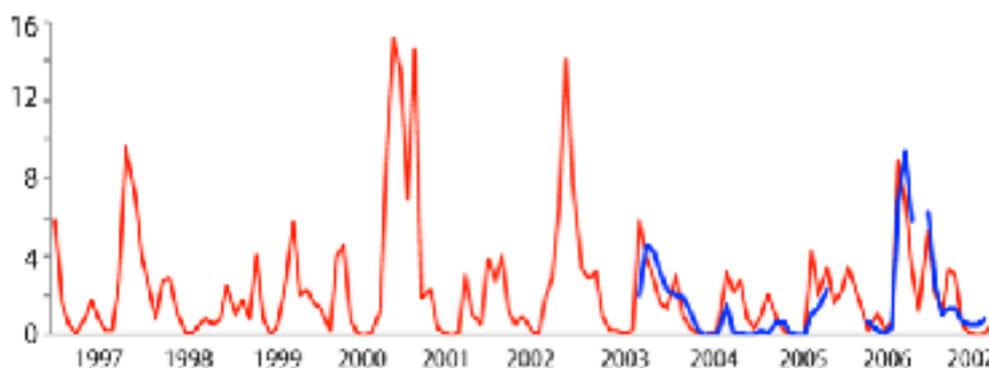
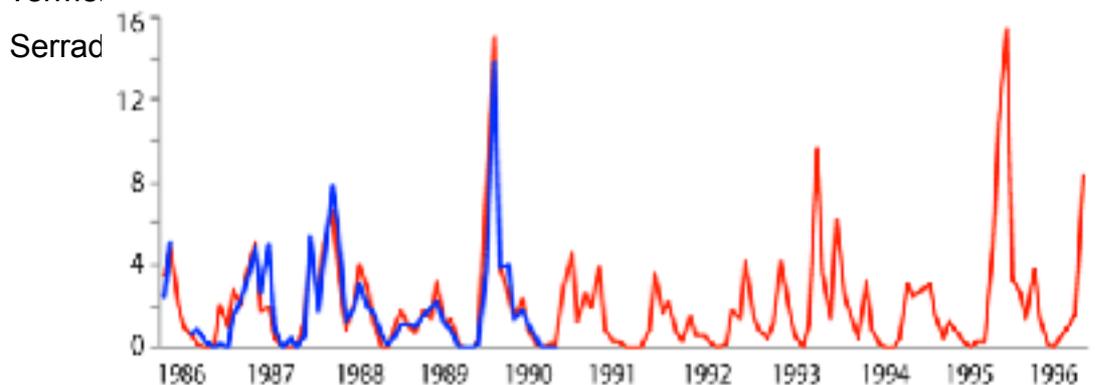


Figura 29. Variação do caudal do rio Sabor ( $m^3/s$ ) na estação de Rabal. Valores simulados: linha vermelha; valores observados: linha azul (adaptado de Carvalho-Silva et al. 2017).

Ainda relativamente a S. Serrada, também não foram encontrados quaisquer dados sobre a gestão de sedimentos, se bem que a entidade gestora (CMB) mencione a ocorrência de descargas de fundo periódicas durante o período de inverno para que os sedimentos possam ser transportados para jusante com o menor impacto possível.

O caudal do Rio Sabor sempre foi permanente e, assim, em Veiguinhas foi estipulada existência de um caudal ecológico. Segundo APA (2011) o seu valor

nunca deverá inferior a 10% do seu módulo. No entanto, não foi possível apurar se este valor está a ser cumprido. No Rio Sabor (Alto Sabor) verifica-se também a ocorrência de vários obstáculos. Logo junto à entrada deste rio em território português está, como já foi referido, Veiguiñas e a jusante deste empreendimento mais um conjunto de açudes que põem em causa a conectividade longitudinal e até mesmo lateral deste troço de rio (Engenho & Rios, 2017b). De salientar que nesta zona do Sabor existem várias espécies de peixes ciprinídeos endémicos (Oliveira et al. 2007) e também está registada a ocorrência de toupeira - de - água (*Galemys pyrenaicus*).

## Sumário

√E  
mb  
ora  
nã  
o  
est  
eja  
est  
a b  
ele  
cid  
o  
po  
de  
co  
nsi  
der  
ar-  
se  
qu  
e  
no  
s  
me  
se  
s  
de  
inv  
ern  
o ,  
en  
qu  
ant

### **3. PROPOSTAS DE MEDIDAS CONDUCENTES AO BOM POTENCIAL ECOLÓGICO E À MITIGAÇÃO DE IMPACTOS DE S. SERRADA**

A maior parte das medidas de gestão aqui apresentadas inserem-se no âmbito das “Soluções Baseadas na Natureza para a Segurança da Água”. Estas soluções definem-se como ações que visam conservar, reabilitar e gerir ecossistemas naturais ou artificiais, abordando os desafios relacionados com a segurança sustentável dos recursos hídricos de forma eficaz, flexível e com baixo custo energético. O objetivo desta abordagem é, assim, promover a resiliência destes ecossistemas, o bem-estar das populações, a conservação da biodiversidade, a adaptação às alterações climáticas e a participação de todos os parceiros territoriais (Trémolet et al. 2019). No Anexo XI estão elencadas as várias “Soluções Baseadas na Natureza” que podem ser promovidas nesta perspetiva. No presente capítulo são apresentadas as soluções que melhor se adaptam a este caso de estudo e que poderão contribuir para a melhoria do potencial ecológico de S. Serrada, bem como para melhoria de biótopos, importantes para a conservação quer a montante, quer a

jusante da albufeira. Estas medidas também poderão contribuir para a valorização do ponto de vista social e económico de algumas destas áreas. As medidas/objetivos propostos são apresentadas sob a forma de fichas, onde são mencionadas a justificação, as ações a desenvolver e as entidades territoriais que deverão ser envolvidas no processo em questão.

<b>Objetivo/ Medida</b>
Gestão de S. Serrada e Veiguihas em rede com outros sistemas aquáticos transfronteiriços.
<b>Nível Geográfico</b>
Território
<b>Justificação</b>

Em ambos os lados deste território transfronteiriço existem ecossistemas aquáticos (rios, lagos naturais, albufeiras, zonas húmidas) que apesar de pertencerem a sub-bacias independentes, encontram-se inseridos na Bacia do Douro. Estes podem ou não estar incluídos em áreas protegidas (Figuras 2 e 6; Anexo 4 - Figura 1). Num território com elevados níveis de biodiversidade e de valores naturais, como é o caso deste, a gestão dos ecossistemas, bem como da paisagem circundante, em rede poderá facilitar os fluxos de algumas espécies aquáticas e terrestres, promovendo a conservação destas populações e a integridade ecológica destes ecossistemas. Esta forma de abordagem é particularmente importante para a conservação de espécies que formam **metapopulações** e que ocorrem em habitats fragmentados. (e.g. Semlitsch, 2002; Robson et al. 2013). Apesar da criação de albufeiras ter impactos ambientais bem conhecidos (Anexo III), S. Serrada e Veiguinhas poderão ter um papel complementar aos sistemas aquáticos naturais quando se considera a criação de corredores ecológicos e a gestão do território com o objetivo de conservação da biodiversidade (Jones, 2010; Miranda, 2017; Deacon et al. 2018; Schofield et al. 2018). Neste contexto e num cenário de alterações climáticas que induzem mudanças no ciclo da água e nos balanços hídricos, a disponibilidade de recursos hídricos será um fator crítico para a conservação (Hickling et al. 2005; Moritz et al. 2008). Assim, a manutenção/melhoria da conectividade à escala do território será determinante para a conservação de muitas espécies e habitats. S. Serrada e Veiguinhas, já que foram criadas, poderão ter um contributo importante para a manutenção de uma maior heterogeneidade territorial.

As ações neste nível geográfico dependem de outras que serão implementadas nas outras escalas geográficas. Assim, são sugeridas as seguintes ações:

✓ Criação de corredores ecológicos (recuperação das galerias ripícolas

## Entidades

PNM - ICNF, Junta de Castilla y León - Parque Natural Lago de Sanabria y Sierras Segundera y de Porto. Entidades com responsabilidades diretas a nível local (e.g. Junta de Freguesia de França e Comissão de Baldios de Montesinho), IPB.

## Objetivo/ Medida

Promoção do uso eficiente da água em Bragança

## Nível Geográfico

Território

## Justificação

A escassez de água não é apenas dependente da precipitação. A elevada demanda e a falta de uma gestão adequada dos recursos hídricos são também fatores que influenciam a sua disponibilidade. De acordo com o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNEUA, 2012-2020), em 2020 existirá ainda nos setores urbano, agrícola e industrial uma ineficiência no uso da água que rondará os 20, 35 e 15%, respetivamente. Considerando o setor urbano (como já foi referido S. Serrada visa essencialmente o abastecimento urbano) e, apesar destes objetivos, continua a verificar-se que nem toda a água captada é utilizada. A existência de perdas associadas à captação de água, distribuição e ao uso ineficiente impede uma redução do consumo de água, desejável num cenário de alterações climáticas em que o risco de períodos de seca prolongada é cada vez mais uma realidade. Uma diminuição no volume de água usado implicaria a redução das águas residuais e dos encargos financeiros associados ao seu tratamento e também poupança de energia (de acordo com o PNEUA, 6 a 18% da energia consumida nas cidades deve-se ao transporte e tratamento da água). Neste caso em particular, iria também reduzir as pressões em S. Serrada, minimizando as amplitudes das flutuações no nível de água. Para além de se tornar possível prolongar o abastecimento em caso de seca extrema também o potencial ecológico de S. Serrada seria potencialmente melhorado, aumentando a qualidade do habitat de espécies que vivem neste sistema aquático, no seu entorno e até nos restantes níveis geográficos.

## **Ações**

✓In  
ter  
ve  
nç  
õe  
s  
par  
a  
red  
uzi  
r  
per  
da  
s  
de  
ág  
ua  
na  
s  
co  
nd  
uta  
s  
de  
S .  
Se  
rra  
da  
e  
Aç  
ud  
e  
da  
s

### **Entidades**

CMB, Águas de Portugal, IPB, Escolas de todos os níveis de ensino, Centro de Ciência Viva, ONG.

### **Objetivo/ Medida**

Recuperação de lameiros, de outras zonas húmidas e galerias ripícolas nas linhas de água que fluem para S. Serrada e Veiguiñas.

### **Nível Geográfico**

Território, Bacia Hidrográfica, Entorno da Albufeira

## Justificação

Todos estes habitats para além de serem repositórios extremamente importantes de biodiversidade realizam serviços ecológicos de elevada importância, salientando-se: (1) purificação da água; (2) retenção de sedimentos e poluentes; (3) minimização dos efeitos das inundações e das secas devido à elevada capacidade de retenção de água, libertando-a lentamente (efeito de esponja); (4) promoção da recarga de aquíferos; (5) sumidouros de CO<sub>2</sub>; (6) regulação do ciclo da água; (7) redução da erosão; (8) redução da propagação de incêndios. Os dados disponíveis apontam para uma das maiores fontes de sedimentos e nutrientes para S. Serrada sejam as ribeiras que drenam direta ou indiretamente para esta albufeira. Assim, medidas que visem a recuperação da mata ripícola dessas ribeiras e das zonas húmidas envolventes são cruciais para que esta albufeira atinja um bom potencial ecológico. A recuperação de todas estas zonas húmidas e de todas estas ribeiras de baixa ordem é também importante pelo facto de estes ecossistemas terem elevada capacidade de retenção de água, fazendo com que o seu escoamento na bacia de drenagem seja mais lento. Assim, sua recuperação também irá ser mais um contributo para a redução das flutuações de grande amplitude no nível de água de S. Serrada.

## Ações

	✓P
	r o
	mo
	ver
	me
	did
	a s
	d e
	g e
	stã
	o
	d a
	v e
	get
	a ç
	ã o
	(e.
	g .
	cor
	t e
	e
	r e
	mo
	ç ã
	o
	d e
	ma
	teri
	a l
	ard
	ido
	,
	d e
	nie

### **Entidades**

PNM-ICNF, Comissão de Baldios de Montesinho, Junta de Freguesia de França, IPB.

### **Objetivo/ Medida**

Redução do risco de incêndio.

### **Nível Geográfico**

Território, Bacia Hidrográfica, Entorno da Albufeira

### **Justificação**

Como foi referido no ponto 2.2, este território está sujeito a um elevado risco de incêndio, sendo esperado que num cenário de alterações climáticas ocorra um aumento da sua intensidade e frequência. Os incêndios provocam alterações na estrutura do solo e potenciam a sua erosão. Nas bacias onde ocorreram incêndios há um aumento, logo após as primeiras chuvas, de parâmetros como a turbidez, as concentrações de fósforo e de azoto total e, em alguns casos, de metais pesados, compostos alifáticos e outros poluentes (Hohner et al. 2019; Sequeira et al. 2020). Estas alterações na qualidade da água podem afetar com maior ou menor intensidade a integridade dos ecossistemas aquáticos, refletindo-se na qualidade ecológica e nas espécies que aí ocorrem (Rust, et al. 2019).

## **Ações**

	✓G
	est
	ã o
	d e
	ma
	tos
	e
	d e
	out
	r a
	v e
	get
	a ç
	ã o
	c o
	mo
	o
	obj
	e ti
	v o
	d e
	pro
	mo
	ver
	a
	red
	u ç
	ã o
	d a
	bio
	ma
	s s
	a
	v e

### **Entidades**

PNM-ICNF, Junta de Castilla y León, Associação de Baldios de Montesinho, Junta de Freguesia de França, IPB.

### **Objetivo/ Medida**

Redução os impactos do turismo, pesca desportiva e pastorícia

### **Nível Geográfico**

Entorno da albufeira, Albufeira

### **Justificação**

Apesar de S. Serrada ser um ecossistema artificial, as atividades turísticas, de pesca desportiva e a pastorícia realizada no entorno da albufeira, junto à água, podem ter impactos negativos no potencial ecológico e, conseqüentemente, na própria qualidade da água se não forem devidamente reguladas. A degradação do potencial ecológico de albufeiras, cuja água se destina em parte ao consumo humano pode trazer incrementos significativos no custo do seu tratamento. A introdução de espécies piscícolas exóticas, por parte de alguns pescadores menos esclarecidos, tem impacto negativo nas populações autóctones que ocorrem nesta albufeira e em todo o sistema fluvial a jusante.

### **Ações**

	✓A
	ç õ
	e s
	d e
	s e
	n s i
	b i l i
	z a
	ç ã
	o
	a m
	b i e
	n t a
	l e
	v i g
	i l â
	n c i
	a
	d i r i
	g i d
	a s
	a
	t u r i
	s t a
	s e
	p e
	s c
	a d
	o r e
	s
	d e
	s p
	o r t i
	v o

## Entidades

PNM- ICNF, Junta de Freguesia de França, Comissão de Baldios de Montesinho, Associação de Caça e Pesca de Montesinho, Escolas da Cidade de Bragança, IPB.

## Objetivo/ Medida

Melhoria do potencial ecológico da albufeira.

## Nível Geográfico

Território, Bacia Hidrográfica, Entorno da Albufeira, Albufeira

## Justificação

A melhoria do potencial ecológico desta albufeira depende principalmente da implementação das medidas mencionadas anteriormente. A implementação destas levará à redução das flutuações no nível de água, à estabilização da zona litoral e à redução da entrada de nutrientes e sedimentos provenientes de fontes externas e da banda árida. Os níveis de biodiversidade que seriam alcançados com a estabilização da zona litoral possibilitariam também a potenciação de serviços ecossistémicos relacionados com a purificação da água (aumento das populações de **macrófitas** e das populações de biofilme associadas às raízes destas plantas (Dhote e Dixit, 2009). De salientar ainda que aqui ocorrem populações estáveis de duas espécies de peixes ciprinídeos que são endemismos da Península Ibérica: a boga-do-norte (*Pseudochodrostoma duriense*) e o escalo-do-norte (*Squalius carolitertii*) que poderiam ser beneficiadas, pois as macrófitas e outras estruturas (Santos et al. 2008) funcionam como áreas de refúgio, alimento e de reprodução para peixes e outros organismos.

## Ações

	✓G
	est
	ã o
	d o
	s
	ma
	tos
	n o
	ent
	orn
	o ,
	n a
	b a
	cia
	e
	n o
	terr
	itór
	i o
	o n
	d e
	s e
	loc
	ali
	z a
	S .
	Se
	rra
	da;
	✓R
	e d
	u ç
	ã o
	d a

### Entidades

PNM- ICNF, Junta de Freguesia de França, Comissão de Baldios de Montesinho, CMB e IPB.

### Objetivo/ Medida

Melhoria/recuperação da conectividade com, e do, sistema fluvial a jusante.

### Nível Geográfico

Albufeira, Sistema Fluvial a Jusante

### Justificação

A restauração da conectividade longitudinal neste sistema é um processo bastante complexo, pois existem vários obstáculos que fazem parte do AHAS e a jusante destes (Figura 5). Uma das primeiras etapas será o estudo que vise a implementação de caudais ecológicos adequados a partir de S. Serrada e Veiguinhas. No entanto, esta abordagem deverá ter em consideração que o caudal ecológico depende, em primeira instância, do estabelecimento de “níveis de água ambientais” nas albufeiras. Todo este processo implicará o estabelecimento de um compromisso entre níveis de água nas albufeiras que permitam simultaneamente manter o potencial ecológico destas, o caudal ecológico para jusante e utilização da água para os diversos fins (Hirsh et al. 2014). Paralelamente, deverá estabelecer-se também a conectividade lateral do sistema fluvial promover o uso sustentável da água para os diversos fins.

### Ações

	√E
	sta
	bel
	e c
	e r
	nív
	eis
	d e
	á g
	u a
	am
	bie
	nta
	i s
	em
	S .
	Se
	rra
	d a
	e
	Vei
	gui
	n h
	as;
	√E
	sta
	bel
	e c
	e r
	c a
	u d
	ais
	e c
	oló

## Entidades

PNM-ICNF, Junta de Freguesia de França, CMB, Águas de Portugal, IPB.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não existem duas albufeiras iguais. O potencial ecológico destes sistemas aquáticos depende de fatores intrínsecos e extrínsecos. Entre os primeiros são de salientar a idade e a sua morfologia. Relativamente aos segundos, são de realçar as características climatológicas, geológicas, edáficas da bacia de drenagem e do território onde a albufeira está implantada e também as perturbações de origem antropogénica. Todos estes fatores vão definir que tipo de comunidades se irão estabelecer na albufeira. Apesar do grande número de albufeiras existentes em Portugal a sua gestão ainda é realizada considerando apenas o seu uso primário: a grande preocupação continua a ser a quantidade de água que está disponível para os principais fins a que se destina (abastecimento urbano, rega ou produção hidroelétrica). Esta abordagem desequilibrada dificulta que estes sistemas atinjam o bom potencial ecológico. Neste sentido, o atual paradigma de gestão terá que se alterar no sentido de uma gestão que envolva e articule várias escalas ou níveis geográficos, várias áreas do conhecimento e os diferentes atores territoriais. A falta de articulação entre estes diferentes componentes é bem visível, por exemplo, quando se tenta estabelecer o caudal ecológico a jusante de uma albufeira.

A existência de um caudal ecológico permanente a jusante resulta do compromisso entre manter níveis de água que permitam salvaguardar o potencial ecológico da albufeira, a montante, e a utilização da água para os diversos fins (Hirsh et al. 2014). Mas esta perspetiva quase nunca é considerada quando se debate “qual deverá ser o caudal ecológico a estabelecer a jusante de uma albufeira?” A boa gestão de qualquer ecossistema implica conhecer, compreender os seus componentes e os processos ecológicos que aí ocorrem. No entanto, muitas destas albufeiras nunca foram alvo de qualquer estudo ou foram-no de forma fragmentada sem qualquer continuidade.

Esta falta de informação acaba por também limitar a própria elaboração dos Planos de Bacia. Assim, torna-se urgente a realização de estudos continuados, integrando os vários aspetos hidrológicos, físico-químicos e ecológicos, visando a obtenção de séries longas de dados. Outro constrangimento é a dificuldade em envolver todos os parceiros territoriais e em definir o papel de cada um deles no processo de gestão nos diferentes níveis geográficos. E finalmente, há a considerar, por vezes, e apesar da existência de potenciais programas de financiamento, as limitações de natureza financeira. Todas as limitações elencadas acarretam a dificuldade acrescida em priorizar medidas e ações.

As dificuldades mencionadas foram também sentidas na análise do presente caso de estudo. A inexistência de séries climáticas e hidrológicas suficientemente extensas e recentes fez com que fossem utilizadas outras que foram previamente extrapoladas a partir de outros locais, próximos, mas com características climáticas ligeiramente diferentes, implicando que algumas conclusões ou propostas careçam de exatidão. A falta de dados sobre o afluxo de turistas ao entorno de Serra Serrada e sobre as variações mensais no consumo de água foram outras limitações sentidas. Sempre que possível e no limite temporal e financeiro permitido, foram feitos alguns estudos preliminares (características do solo no entorno e na zona litoral/banda árida da albufeira e nova monitorização de alguns parâmetros ambientais que caracterizam o potencial ecológico da albufeira). No entanto, dados recentes sobre escoamentos e caudais mensais verificados na Ribeira das Andorinhas, zonas de infiltração de aquíferos são, aparentemente, inexistentes. Futuramente, Serra Serrada e Veiguiñas e os seus entornos deverão ser geridos conjuntamente uma vez que fazem parte da mesma bacia e território. Nesta abordagem, sempre que possível Veiguiñas, foi incluída na análise realizada.

O presente caso de estudo - Serra Serrada – dadas as circunstâncias: a localização num território de baixa densidade populacional e numa área protegida; o abastecer uma cidade de médias dimensões e o facto de existirem alguns estudos preliminares que permitem ter alguma informação sobre o seu funcionamento, poderá ser o laboratório ideal para implementar e avaliar a eficiência das medidas sugeridas. No entanto, em próximas abordagens será necessário proceder à priorização das

medidas elencadas: Quais é que garantem resultados mais promissores, usando menos recursos? Que medidas poderão esperar durante algum tempo até que se consiga financiamento e coordenar os diversos autores territoriais numa abordagem conjunta com vista à sua implementação?

Os grandes objetivos finais, neste caso, são dois: manter o nível da água na albufeira o mais elevado possível e o seu bom potencial ecológico, permitindo salvaguardar a qualidade da água. Embora, no consórcio Rede Douro Vivo exista massa crítica para propor projetos que permitam implementar a maior parte das medidas propostas, bastando somente integrar no processo alguns parceiros territoriais, nesta análise apenas foram referidos os atores do território, cuja inclusão no processo de gestão de Serra Serrada e Veiguiñas é relevante. Apesar de todos os parceiros mencionados serem importantes neste processo, dois são cruciais para que as medidas propostas possam ser implementadas. O PNM-ICNF é um parceiro imprescindível em todos os níveis geográficos. O protocolo de colaboração existente entre o CIMO/IPB e o ICNF poderá alavancar a elaboração de projetos futuros com vista à implementação da maior parte das medidas sugeridas. A CMB é também um parceiro fundamental especialmente na promoção do uso sustentável da água e no combate ao seu desperdício desde a Serra Serrada até ao consumidor.

Talvez fosse interessante implementar e monitorizar, numa primeira fase, as ações que visem o uso sustentável da água em Bragança. Como foi referido, já existem dados que mostram que é possível reduzir em muito o consumo de água em edifícios públicos, fazendo pequenas obras, com custos ao alcance do orçamento da CMB, que se podem traduzir pela substituição de equipamentos existentes por outros mais eficientes e pela possibilidade de reutilizar as águas cinzentas para rega com gastos ao alcance do orçamento da CMB. Outros estudos envolvendo a eficiência no uso da água estão também já em curso noutros edifícios públicos relevantes. Projetos que já estão em curso em outras áreas do PNM como o HabMonte e o SOS PRADERAS, cujo objetivo é a recuperação de lameiros, poderão ser, no futuro, transpostos e adaptados aos objetivos deste caso de estudo.

## 5.REFERÊNCIAS

Alves, M.H. & Bernardo, J.M. 2002. Caudais ecológicos em Portugal. Instituto da Água. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.

MARM 2010. Gestión de embalses: Buenas prácticas ambientales en la gestión de embalses. Ministério de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Dirección General da Água.

APA, 2002. EIA do Aproveitamento do Baixo Sabor e Avaliação Comparada com o Alto Côa. Volume 1: Resumo Não Técnico.

APA, 2011. Reforço de abastecimento de água a Bragança. Estudo de impacte ambiental. Volume 1: Resumo Não Técnico.

APA, 2019. Fichas de questão Questões Significativas da Gestão da Água (QSiGA) 3.º ciclo de planeamento (2022-2027) <https://participa.pt/pt/consulta/3-ciclo-pgrh-qsiga-da-regiao-hidrografica-do-douro-rh3> (acedido em 5 de Fevereiro de 2020).

Boavida, M. J. 2000. Os lagos da Serra da Estrela (Portugal). In: Conservación de Los Lagos y Humedales de Alta Montaña de la Península Ibérica. (eds I. G. Martínez & M. T. Velasco) pp. 79–86. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain.

Carlson. R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22: 361-369.

Carvalho-Santos, C., Monteiro, A.T., Azevedo, J.C. et al. 2017. Climate Change Impacts on Water Resources and Reservoir Management: Uncertainty and Adaptation for a Mountain Catchment in Northeast Portugal Water Resource Manage 31: 3355.

Castro, J., Figueiredo, T., Fonseca, F., Castro, J.P., Nobre, S., Pires, L.C. 2010. Montesinho Natural Park: general description and natural values. In Evelpidou, N., Figueiredo, T., Mauro, F., Tecim, V., Vassilopoulos, A. (eds) Natural Heritage from East to West: case studies from 6 EU Countries. New York: Springer, p. 119-132.

Cavalli, A., Neta, M. C., Figueiredo, T., Fonseca, F., Hernández, Z. 2017. Solos e Risco de Erosão nas áreas áridas no último quarto de século no Distrito de Bragança, NE de Portugal: abordagem cartográfica. In Livro de Atas do III Congresso Ibero-Americano de Empreendedorismo, Energia, Ambiente e Tecnologia (CIEEMAT 2017). Bragança; Instituto Politécnico. p. 315-320.

CHD, 2019. Información sobre la cuenca de Duero. <https://www.chduero.es/> (accedido em 13 de Novembro de 2019)

CNA, 2017. Grupo de Trabalho para a identificação, estudo e planeamento da remoção de infraestruturas hidráulicas obsoletas. Conselho Nacional da Água.

CNPGB, 2017. Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens. Barragens de Portugal. [http://cnpgb.apambiente.pt/gr\\_barragens/gbportugal/SerraSerrada.htm](http://cnpgb.apambiente.pt/gr_barragens/gbportugal/SerraSerrada.htm) (accedido em 15 de Novembro de 2019)

Comín, F.A. 2015. Manual de restauración de humedales en cuencas agrícolas. Comarca de Los Monegros. [http://www.creamagua.com/documentos/Manual\\_humedales.pdf](http://www.creamagua.com/documentos/Manual_humedales.pdf)

DeBoer, J.A., Webber, C.M., Dixon, T.A., Pope, K.L. 2016. The influence of a severe reservoir drawdown on springtime zooplankton and larval fish assemblages in red willow Reservoir, Nebraska. *Journal of Freshwater Ecology*.31(1):131-46

Deacon, C., Samways, M. J., & Pryke, J. S. 2018. Artificial reservoirs complement natural ponds to improve pondscape resilience in conservation corridors in a biodiversity hotspot. *PloS one*, 13(9), e0204148.

Dhote S., Dixit, S. 2009. Water quality improvement through macrophytes—a review. *Environ Monit Assess* 152:149–153.

Engenho & Rio, 2017a. Medidas compensatórias da afetação dos valores naturais - No âmbito do projeto de reforço de abastecimento de água a bragança - memória descritiva.

Engenho & Rio, 2017b. Melhoria da conectividade fluvial do rio sabor. - No âmbito do projeto de reforço de abastecimento de água a bragança - memória descritiva.

ERSAR, 2016. Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos. <http://www.ersar.pt/pt>. Acedido em Janeiro 2020.

Fabre, A. 1988. Experimental studies on some factors influencing phosphorus solubilisation in connection with the drawdown of a reservoir. *Hydrobiologia*. 159:153-158.

Fonseca, F., Leite, M., Figueiredo, T. 2011. Soil properties in burned and unburned Mediterranean shrublands of Montesinho Natural Park, Northeast Portugal. In Gonçalves, A. B., Vieira, A. (Eds.) *Proceedings of the 3rd International Meeting of Fire Effects on Soil Properties*.

Fonseca, F., Figueiredo, T., Nogueira, C., Queirós, A., 2017. Effect of prescribed fire on soil properties and soil erosion in a Mediterranean mountain area. *Geoderma* 307: 172-180.

Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, S. A., Nicholas, J. M., Williamson, N. J., & Boldgiv, B. 2014. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin*, 85, 156–163

Freire de Carvalho, P.A. C. 2006. Modelação do risco de incêndio florestal com redes neuronais artificiais: aplicação ao Parque Natural de Montesinho. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica. Universidade Nova.

Gattenlöhner, U., Hammerl-Resch, M, Jantschke, S. Eds. 2004. Restauración de Humedales: Manejo Sostenible de Humedales y Lagos Someros. ([http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIVING\\_LAKES\\_manual\\_ES.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIVING_LAKES_manual_ES.pdf))

Geraldes, A. M., Boavida, M.J. 2003. Distinct age and landscape influence on two reservoirs under the same climate. *Hydrobiologia* 504: 277-288.

Geraldes, A. M., Boavida, M.J., 2005. Seasonal water level fluctuation: Implications for reservoir limnology and management. *Lakes and Reservoirs: Research & Management* 10: 59-69.

Geraldes, A. M., Ramalhosa, E. Caetano, M., Teixeira, A. 2013. Large spill of mining wastes in Portelo stream: Impacts on ecosystem integrity and on angling potential. In 7º Congresso Florestal Nacional Florestas – Conhecimento e Inovação. Vila Real.

Haberman, J., Haldna, M. 2014. Indices of zooplankton community as valuable tools in assessing the trophic state and water quality of eutrophic lakes: Long term study of Lake Vörtsjärv. *J. Limnol.* 73(2):263-73.

HabMonte, 2018. Projeto de Prevenção Estrutural e Conservação de Habitats Naturais Protegidos e Espécies Prioritárias do Parque Natural de Montesinho. Memória descritiva.

Hickling, R., Roy, D. B., Hill, J. K., & Thomas, C. D. 2005. A northward shift of range margins in British Odonata. *Global Change Biology*, 11(3), 502–506.

Hirsch, P.E., Schillinger, S., Weigt, H., Burkhardt-Holm, P. 2014. A Hydro-Economic Model for Water Level Fluctuations: Combining Limnology with Economics for Sustainable Development of Hydropower. *PLoS ONE* 9(12): e114889.

Hohner, A. K., Rhoades, C.C., Wilkerson, P., Rosario-Ortiz, F.L. 2019. Wildfires Alter Forest Watersheds and Threaten Drinking Water Quality *Acc. Chem. Res.* 52: 1234–1244.

ICOLD, sem data. International Commission on Large Dams. Definition of a Large Dam. [https://www.icold-cigb.org/GB/dams/definition\\_of\\_a\\_large\\_dam.asp](https://www.icold-cigb.org/GB/dams/definition_of_a_large_dam.asp) (acedido em 13 de Novembro de 2019)

INE, 1011; 2016. Instituto Nacional de Estatística. [www.ine.pt](http://www.ine.pt). (acedido em dezembro de 2019)

IPMA, 2019. Boletins climatológicos. <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=-1> (acedido em Dezembro 2019)

IUCN, 2016. A Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas, Version 1.0. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.

IWA, 2016. Water Utility Pathways in a Circular Economy International Water Association.

Jones, N.E. 2010. Incorporating lakes within the river discontinuum: longitudinal changes in ecological characteristics in stream–lake networks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 67: 1350–1362 .

Krolová, M., Cížková, M., Hejzlar, J., Poláková, S. 2013. Response of littoral macrophytes to water level fluctuations in a storage reservoir. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*: 408:07

Miranda, L.E. 2017. Reservoir fish habitat management. Lightning Press, Totowa, New Jersey. 306 pp.

Morais, T. J. S. 2019. Avaliação do potencial de eficiência hídrica num edifício público da cidade de Bragança: o caso do Centro Escolar da Sé. Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança para obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Construção.

Moreira, E. M. 2019. Caracterização dos solos e sedimentos exportados por erosão na bacia de drenagem da albufeira de Serra Serrada, Parque Natural de Montesinho. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança para obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Construção para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Moritz, C., Patton, J. L., Conroy, C. J., Parra, J. L., White, G. C., & Beissinger, S. R. 2008. Impact of a century of climate change on small-mammal communities in Yosemite National Park, USA. *Science*, 322(5899), 261–264.

Moss, B. 2008. The kingdom of the shore: achievement of good ecological potential in reservoirs. *Freshwater Reviews*, 1:29-42.

Negro, A. I., De Hoyos, C., Vega J. C. 2000. Phytoplankton structure and dynamics in Lake Sanabria and Valparaíso reservoir (NW Spain). *Hydrobiologia* 424, 25–37.

Ninyerola, M., Pons, X., Roure, J.M. 2005. Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica. ISBN 932860-8-7. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.

Oliveira, J.M., Santos, J.M., Teixeira, A., Ferreira, M. T., Pinheiro, P.J., Geraldés, A. M., Bochechas, J. 2007. Projeto AQUARIPORT: programa nacional de monitorização

de recursos piscícolas e de avaliação da qualidade ecológica de rios. Lisboa: Direção Geral dos Recursos Florestais. <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/781>

PNUEA (2012-2020) Programa Nacional Para o Uso Eficiente Da Água (Implementação 2012-2020). APA.

POPNM 2007. Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho. <http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ordgest/poap/popnm/popnm> (acedido em 15 de Novembro 2019).

Reynolds, C.S. 1998. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status? *Hydrobiologia* 369/370: 11-26

Robson, B.J., Chester, E.T., Mitchell, B.D., Matthews, T.J. 2013. Disturbance and the role of refuges in Mediterranean climate streams. *Hydrobiologia* 719: 77-91.

Rust, A.J., Randell, J., Todd, A.S., Hoque, T.S. 2019. Wildfire impacts on water quality, macroinvertebrate, and trout populations in the Upper Rio Grande. *Forest Ecology and Management*, 453.

Santo, M. 2005. Dispositivos de passagem para peixes em Portugal. Direcção-Geral dos Recursos Florestais.

Santos, L.N., Araújo, F.G., Brotto, D.S. 2008. Artificial structures as tools for fish habitat rehabilitation in a neotropical reservoir *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*: 18: 896-908

Schmeller, D. S., Loyau, A., Bao, K., Brack, W., Chatzinotas, A., De Vleeschouwer, F., Vredenburg, V. T. 2018. People, pollution and pathogens – global change impacts in mountain freshwater ecosystems. *Science of the Total Environment*, 622–623, 756–763.

Schmid-Araya J.M., Zuñiga L.R. 1992. Zooplankton community structure in two Chilean reservoirs. *Arch Hydrobiol.* 123: 305-335.

Schofield, K. A., Alexander, L.C., Ridley, C.E., Melanie K. Vanderhoof, M.K., Fritz, K.M., Autrey, B.C., DeMeester, J. E., Kepner, W.G., Lane, C.R., Kepner, S.G., Pollard, A.I. 2018. Biota Connect Aquatic Habitats throughout Freshwater Ecosystem Mosaics. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)* 1–28.

Semlitsch, R.D. 2002. Critical Elements for Biologically Based Recovery Plans of Aquatic-Breeding Amphibians. *Conservation Biology* 16: 619–629

Sequeira, M.D., Castilho, A.M., Tavares, A.O., Dinis, P. 2020. Assessment of superficial water quality of small catchment basins affected by Portuguese rural fires of 2017. *Ecological Indicators* 111.

Sherer, B. M., J. R. Miner, J. A. Moore., Buckhouse, J. C. 1992. Indicator bacterial survival in sediments. *Journal of Environmental Quality*, 21(4): 591-595.

Sil, A., Fernandes, P.M., Rodrigues, A.P., Alonso, J. M., Honrado, J. P., Perera, A., Azevedo, J.C. 2019. Farmland abandonment decreases the fire regulation capacity and the fire protection ecosystem service in mountain landscapes. *Ecosystem Services* 36: 100908

Singh, N., Gourevitch J.D., Wemple B. C., Watson, K.B., Rizzo, D.M., Polasky, S., Ricketts, T.H. 2019. Optimizing wetland restoration to improve water quality at a regional scale. *Environ. Res. Lett.* 14 064006

SNIG 2019. Sistema Nacional de Informação Geográfica. Mapas. <https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/map> (Acedido em janeiro de 2020).

SNIRH, 1995-2020. Sistema Nacional de Recursos Hídricos: Dados Sintetizados - Características das albufeiras. <https://snirh.apambiente.pt/> (Acedido em Dezembro de 2019).

SOS PRADERAS- Projeto SOS PRADERAS <https://www.sospraderas.eu/> (Acedido em 10 Fevereiro 2020).

Szyper, H. Goldyn, R. 2002. Role of catchment area in the transport of nutrients to lakes in the Wielkopolska National Park in Poland. *Lakes e Reservoirs: Research and Management* 7: 25-33.

Trémolet S. et al. 2019. Investing in Nature for Europe Water Security. The Nature Conservancy, Ecologic Institute and ICLEI. London, United Kingdom. <https://www.ecologic.eu/17059>

Vale, P.L. 2019. Estudo de viabilidade de eficiência hídrica no Centro Escolar de Santa Maria da Cidade de Bragança. Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança para obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Construção.

Venohr, M., Langhans, S. D., Peters, O., Hölker, F., Arlinghaus, R., Mitchell, L., & Wolter, C. 2018. The underestimated dynamics and impacts of water-based recreational activities on freshwater ecosystems. *Environmental Reviews*.

Watts, C.J. 2000. Seasonal phosphorus release from exposed, re-inundated littoral sediments of two Australian reservoirs. *Hydrobiologia*, 431:27-39.

Zavattieri, C.S. 2020. Uso eficiente de água nas piscinas municipais da cidade de Bragança. Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança para obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Construção.

Zohary, T., Ostrovsky I. 2011. Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes. *Inland Waters*, 1:47-59.

.

# **ANEXOS**

## Anexo I – Glossário

**Albufeira:** lago artificial criado pela construção de uma barragem.

**Banda árida (drawdown area):** É a zona litoral de uma albufeira ou de um lago que fica exposta quando o nível de água desce.

**Barragem:** Dique construído transversalmente num rio para reter água.

**Biótopo:** Área física na qual determinada comunidade vive. Por exemplo, o habitat do barbo-do-norte é a água doce, como, por exemplo, a da bacia do Douro, o **biótopo** rio Douro é o local onde vivem todas as populações de organismos vivos desse rio, entre elas, a de barbos-do-norte.

**Biomassa:** Toda a matéria que constitui os seres vivos.

**Caudal:** O caudal médio é a relação entre o volume de água que passa numa secção desse curso de água e o respetivo tempo de passagem. Expressa-se, geralmente, em  $m^3s^{-1}$ .

**Caudal ecológico:** Regime de caudais mínimos que permitem assegurar os processos ecológicos e satisfazer as necessidades humanas em água.

**Ciprinídeos:** A família Cyprinidae é a maior família de peixes de água doce (cerca de 2070 espécies). Devido às características biogeográficas da Península Ibérica existe um grande número de endemismos pertencentes a esta família.

**Ecosistema lêntico:** Ecosistema aquático de águas paradas (e.g. lago, lagoa, charco...). As albufeiras são consideradas ecossistemas semi-lênticos. Em oposição um rio, riacho ou ribeira são ecossistemas lótico, isto é, ecossistemas com corrente.

**Endemismo ibérico:** Espécie cuja distribuição natural está restrita à Península Ibérica.

**Epilimnion:** Camada superior de um lago ou albufeira mais densa onde se estabeleceu a estratificação térmica e caracterizada por uma temperatura alta e uniforme.

**Escoamento:** O escoamento de uma bacia hidrográfica é a quantidade de água que atravessa uma secção de um curso de água, num determinado intervalo de tempo (ano, mês, dia, ...). Pode ser expresso em volume ( $m^3$ ,  $hm^3$ ,  $km^3$ ) ou em altura de água uniformemente distribuída sobre a área da bacia hidrográfica (mm).

**Estado trófico** de um sistema aquático define-se como o grau de eutrofização de um sistema aquático. Um sistema aquático pode ser classificado como: oligotrófico (pobre em nutrientes – **produção primária** baixa); mesotrófico (riqueza moderada em nutrientes – produção primária moderada); eutrófico (riqueza elevada em nutrientes – produção primária elevada) e hipertrófico (grau mais elevado de eutrofização). No caso do Índice Trófico de Carlson (1977) quando os seus valores estão abaixo de 20 o sistema é ultra-oligotrófico, entre 21 e 30 é oligotrófico, de 31 a 50 é mesotrófico, de 51 a 70 é eutrófico e acima de 70 hipertrófico.

**Estratificação térmica:** Nos lagos e albufeiras profundas no verão as águas superficiais aquecem muito rapidamente, tornam-se menos densas, não se misturando com as águas mais profundas. Formam-se três camadas diferentes que não se misturam entre si: **epilimnion**, **metalimnion** e o **hipolimnion**. A camada mais profunda (hipolimnion) apresenta baixas temperaturas e, no caso de sistemas muito eutróficos, reduzidas concentrações de oxigénio. Só no final do verão é que a estratificação desaparece. Este fenómeno condiciona por exemplo a dinâmica do fósforo e a distribuição dos organismos em profundidade.

**Eutrofização** (ou eutroficação): É o aumento exagerado de nutrientes, em especial, das diferentes formas de fósforo. A eutrofização é uma das principais causas da degradação da qualidade ecológica dos ecossistemas aquáticos.

**Hipolimnion:** Camada inferior de um lago ou albufeira mais densa onde se estabeleceu a estratificação térmica e caracterizada por uma temperatura baixa e uniforme. Nas massas de água eutróficas as concentrações de oxigénio são baixas. A quase ausência de oxigénio deve-se à ação dos decompositores, que consomem este gás, e ao facto de a sua renovação não ocorrer devido às diferentes camadas de água não se misturarem durante este período.

**Key Biodiversity Areas:** Áreas que contribuem de forma significativa para a manutenção da biodiversidade a nível global. São representativas dos locais mais importantes mundialmente para a conservação da biodiversidade.

**Macrófitas:** São plantas aquáticas podem ser enraizadas ou flutuantes.

**Metalimnion:** camada intermédia num lago ou albufeira onde se estabeleceu a estratificação térmica localizada entre o epilimnion e o metalimnion caracterizada por um gradiente térmico.

**Metapopulação:** Define-se como um conjunto de populações fragmentadas e que são conectadas por indivíduos que se movem entre elas. A formação de metapopulações tem aumentado em consequência do aumento da fragmentação do habitat devido à ação humana.

**Ordem fluvial:** Classificação hierárquica dos cursos de água numa dada bacia. Os cursos de água de primeira ordem correspondem às nascentes e o volume de água é pequeno. Os rios de segunda ordem resultam da junção de dois rios de primeira ordem e assim sucessivamente. Em micro-bacias os rios principais são no máximo de terceira ordem.

**Plâncton:** Organismos, em geral microscópicos, que flutuam errantemente na coluna de água. Considera-se como fitoplâncton os organismos fotossintéticos (produtores) como as microalgas e as cianobactérias. O zooplâncton engloba animais (consumidores). Os animais que são considerados como verdadeiramente planctónicos estão distribuídos por três grandes grupos: classe Rotifera e por duas sub-classes dos Crustacea: Cladocera e Copepoda. Ocasionalmente também se

encontra, entre o verdadeiro zooplâncton, larvas de vários invertebrados, de peixes e protozoários.

**Potencial ecológico:** É o conceito de bom estado ecológico (“sensu” Diretiva Quadro da Água) aplicado às massas de água fortemente modificadas. De acordo com esta Diretiva uma “massa de água fortemente modificada é um sistema aquático que em resultado de alterações físicas derivadas da atividade humana, adquiriu um carácter substancialmente diferente. Para as massas de água designadas como fortemente modificadas aplica-se o conceito de Potencial ecológico, que representa o desvio que a qualidade do ecossistema aquático da massa de água apresenta relativamente ao máximo que pode atingir (Potencial Ecológico Máximo – PEM), após implementação de todas as medidas de mitigação que não têm efeitos adversos significativos sobre os usos específicos ou no ambiente em geral.

**Produção primária:** Resulta da fixação do carbono inorgânico pelos seres fotossintéticos.

**Zonas húmidas:** ecossistemas inundados de forma permanente ou periódica. De acordo com a Convenção de Ramsar, podem ser consideradas zonas húmidas áreas de sapal, paul, turfeira, ou água, sejam naturais ou artificiais, permanentes ou temporários, com água que está estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo águas marinhas cuja profundidade na maré baixa não exceda seis metros”

## Anexo II- Grandes barragens existentes na Bacia do Douro (Portugal)

Barragem	Finalidade	Regime de caudais ecológicos (S/N)	Volume útil (hm <sup>3</sup> )
Bastelos	Abastecimento pública	N	1,20
Sambada		S	1,06
Alfajo		N	1,53
Valtonio		S	1,17
Kanladus		N	1,79
Pretanica		S	2,62
Teja		N	2,74
Vasconcelo		N	2,40
Arneses		S	4,55
Cimico / Alvão		N	1,50
Pinhão		S	3,00
Vale de Madeiro	Rega	N	1,14
Hogo do Milho		N	1,88
Bunga		N	1,38
Selgueiro		N	1,65
Santa Justa		N	3,48
Vermiosa	Produção de energia	N	2,20
Cerejo		N	4,68
Gosteir		N	1,88
Ribeiro Grande e Arco		N	4,33
Aldeavila (ES)		N	56,03
Baixa Sabor / Escalão Montante		Cascata	470,00
Baixa Sabor / Escalão Interante		Cascata	172,00
Rêgua		Cascata	12
Vansa		N	17,94
Valeira		Cascata	6,00
Saucele (LS)		Cascata	181,00
Bouçóis Sonim		S	1,37
Catapereiro		S	4,08
Ribeirão		S	3,13
Azilbo	Usos Múltiplos	S	46,67
Serra Serrada		N	1,50
Comba		N	1,08
Nilândia da Fe / Fetevalinha		N	1,30
Amansar		N	2,80
Vilar		N	95,27
Santa Maria de Aguiar		N	5,12
Miranda do Douro		Cascata	6,4
Plote		Cascata	13,4
Demposta		Cascata	20
Podinho		Cascata	12
Carrapeteiro		Cascata	15,6
Lunço		Cascata	77,00
Crestuma Levar		Rio de Água	22,7
Sabugal		S	10,40
Mirandela		S	0,55

## **Referências**

APA, (2019). Plano de gestão da Região Hidrográfica do Douro (RH3) 3.º Ciclo |2022 - 2027 <https://participa.pt/pt/consulta/3-ciclo-pgrh-qsiga-da-regiao-hidrografica-do-douro-rh3> (acedido em 5 de Fevereiro 2020)

Nota: As Barragens de Foz Tua e Veiguiñas não constam desta lista.

## Anexo III- Impactos da implementação de uma barragem

### 1. Impactos negativos

#### 1.1.. Fase de construção

<b>Atividade</b>	<b>Impacto</b>
Desvio provisório do leito do rio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alteração da qualidade da água</li><li>• Degradação do habitat</li></ul>
Criação de estaleiros, acessos, exploração de pedreiras no local	<ul style="list-style-type: none"><li>• Destruição do solo</li><li>• Destruição da vegetação/habitat</li><li>• Alteração das formas naturais de relevo e da paisagem</li></ul>
Desmatação da área a inundar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Destruição da vegetação/ degradação do habitat</li></ul>
Operação da maquinaria (aumento da quantidade de partículas em suspensão na atmosfera)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diminuição da atividade fotossintética</li><li>• Degradação/destruição do habitat.</li></ul>
Expropriação de terrenos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desaparecimento de certas formas de uso do solo</li><li>• Desaparecimento de tradições</li><li>• Êxodo de populações</li></ul>

#### 1.2.-Fase de exploração

<b>Variável ambiental</b>	<b>Impacto/modificações</b>
Clima	<ul style="list-style-type: none"><li>• Redução das amplitudes térmicas</li><li>• Aumento da frequência de nevoeiros, neblinas e da precipitação a nível local</li><li>• Redução da frequência de geadas</li></ul>
Ruído (funcionamento da central hidroelétrica)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Perturbação de algumas espécies existentes na área</li></ul>

Geologia e geomorfologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destabilização de taludes e deslizamento de encostas</li> <li>• Aumento do risco de sismos devido à acumulação de uma grande massa de água.</li> </ul>
Solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdas devido á inundação da área</li> <li>• Fenómenos de erosão na faixa marginal da albufeira sujeita às variações no nível da água.</li> </ul>
Morfologia do leito do rio (jusante)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devido à retenção de sedimentos pode ocorrer o escavamento do leito do rio e aumento da erosão das margens</li> </ul>
Meio aquático (montante)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meio lótico a semi-léntico/léntico</li> <li>• Aumento da deposição de sedimentos</li> <li>• Aumento da taxa de erosão das margens (flutuações extremas no nível da água)</li> <li>• Alterações na qualidade da água (eutrofização).</li> </ul>
Meio aquático (jusante)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição do nível médio das águas</li> <li>• Redução da quantidade de sedimentos (retidos na albufeira)</li> <li>• Redução e flutuações extremas de caudais (caudais nulos alternados com descargas consideráveis)</li> <li>• Diminuição da capacidade de diluição</li> <li>• Alterações súbitas na temperatura e qualidade da água (descargas do hipolimnion)</li> <li>• Aumento da zona de influência das marés</li> <li>• Impactos na zona do estuário</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetação (montante)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alterações no coberto vegetal devido a:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• passagem do meio lótico a léntico</li> <li>• alterações das condições climáticas (e.g. aumento da humidade atmosférica)</li> <li>• Flutuações súbitas no nível da água: Aparecimento de uma “banda árida” (falta de uma zona de transição entre o meio aquático e terrestre).</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetação (jusante)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificação do regime natural do rio: Alterações da vegetação ribeirinha e possível degradação da mata ripícola.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fauna terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeitos provocados pela destruição do habitat (e.g. mata ripícola)</li> <li>• Efeito de barreira</li> <li>• A existência de uma “banda árida” impede que algumas espécies animais colonizem a área</li> <li>• Aumento das taxas de mortalidade de algumas espécies (e.g. cabos de alta tensão)</li> <li>• Perturbação de algumas espécies (e.g. ruído gerado pela turbinação).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fauna aquática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades afetadas devido: Destruição da vegetação ripícola e aquática</li> <li>• Alterações e compactação do substrato</li> <li>• Modificações do regime natural do rio (variações súbitas na albufeira e nos caudais a jusante)</li> <li>• Efeito de barreira</li> <li>• Alterações na qualidade da água</li> <li>• Introdução de espécies exóticas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paisagem</li> </ul>	<p>Degradação da sua qualidade devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desaparecimento de elementos característicos (e.g. matas ripícolas)</li> <li>• Introdução de elementos estranhos (e.g. barragem, vias de acesso, construções associadas)</li> <li>• “Banda árida”.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspetos socioeconómicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alterações no uso do solo</li> <li>• Êxodo de populações</li> <li>• Desaparecimento de tradições perda de património histórico e arquitetónico</li> <li>• Desaparecimento de espécies piscícolas com elevado interesse comercial</li> </ul>

## **2. Atividades induzidas pela construção da barragem (com potenciais impactos negativos)**

- Incremento de certas formas de agricultura que podem ser inadequadas à área em questão;
- Incremento das florestas de produção;

- Construção de canais e infraestruturas que possibilitem diversas formas do uso da água;
- Desenvolvimento de atividades e de infraestruturas relacionadas com o turismo;
- Instalação de linhas de alta e muito alta tensão;
- Emissão de metano, com potencial efeito de estufa.

### 3.Potenciais impactos positivos

- Produção de energia elétrica de uma forma barata (?);
- Minimização de episódios de ocorrência de cheias (???);
- Reserva de água para diversos fins (desde que haja uma gestão adequada);
- Criação de postos de trabalho (fase de construção): impacto temporário;
- Implementação de atividades recreativas e de lazer (depende da gestão adequada da albufeira);
- Criação de novos habitats (e.g. favorece algumas espécies de aves aquáticas);
- Diversificação da paisagem devido à criação de um lago (?).

### Resumo:

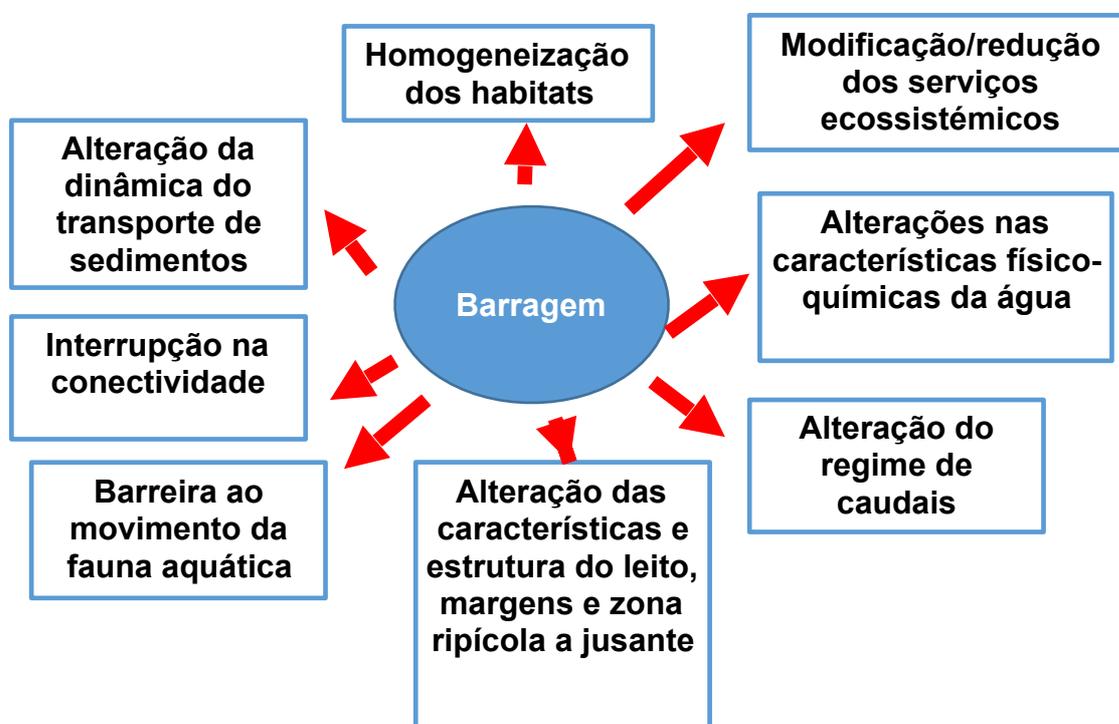
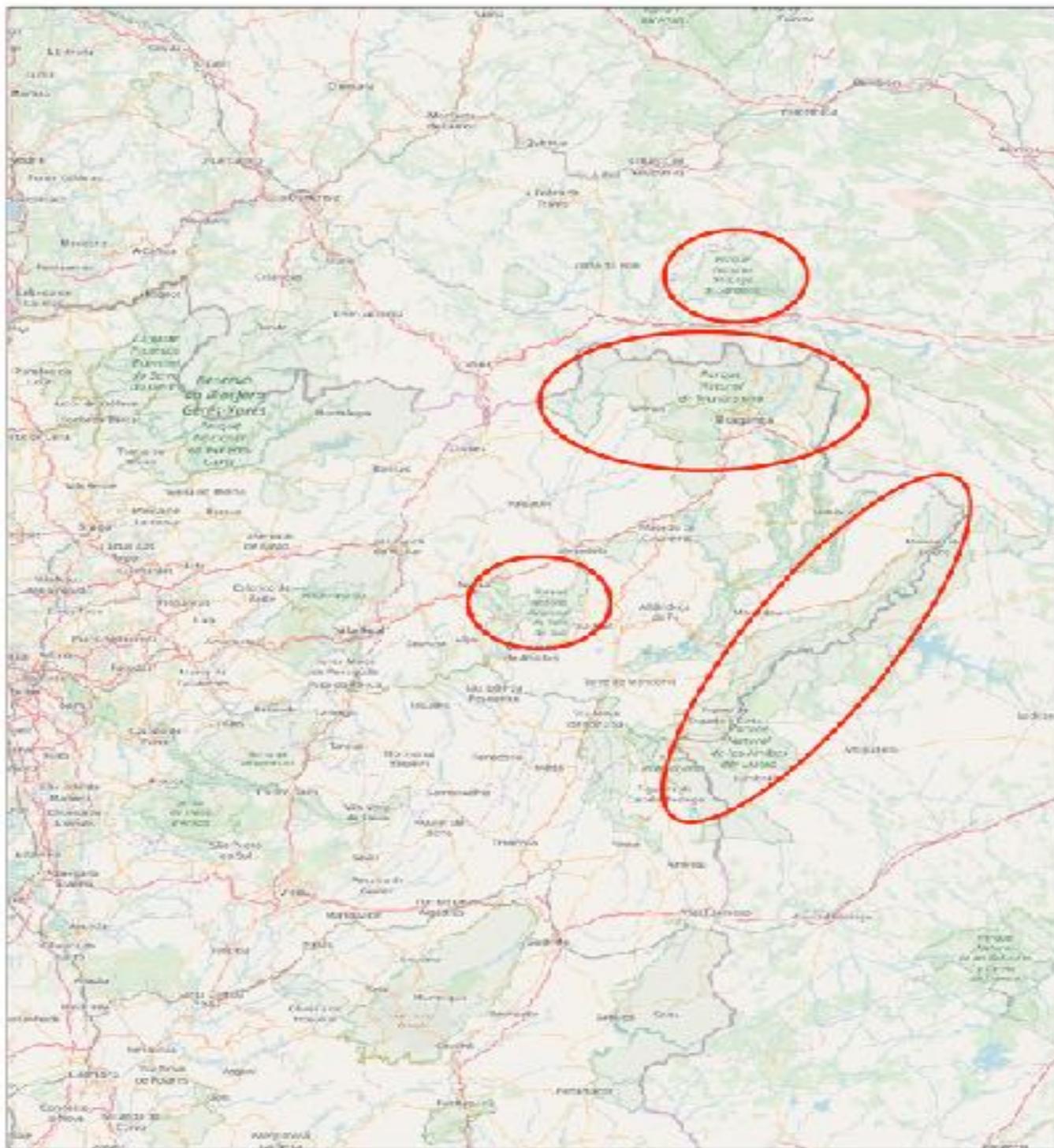


Figura 2. Principais impactos da criação de uma barragem nos ecossistemas fluviais (Schmutz & Moog, 2018).

## Referências

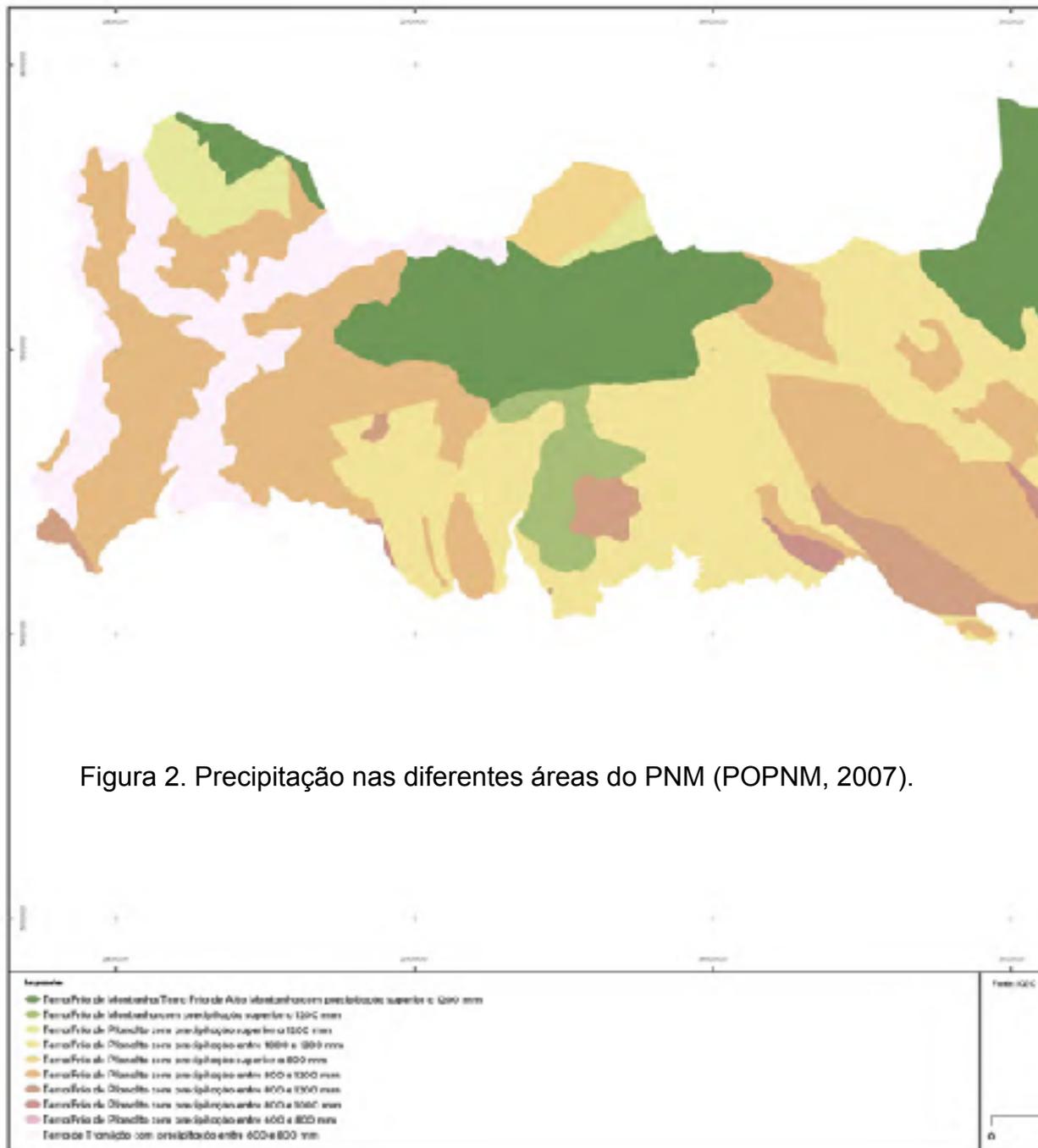


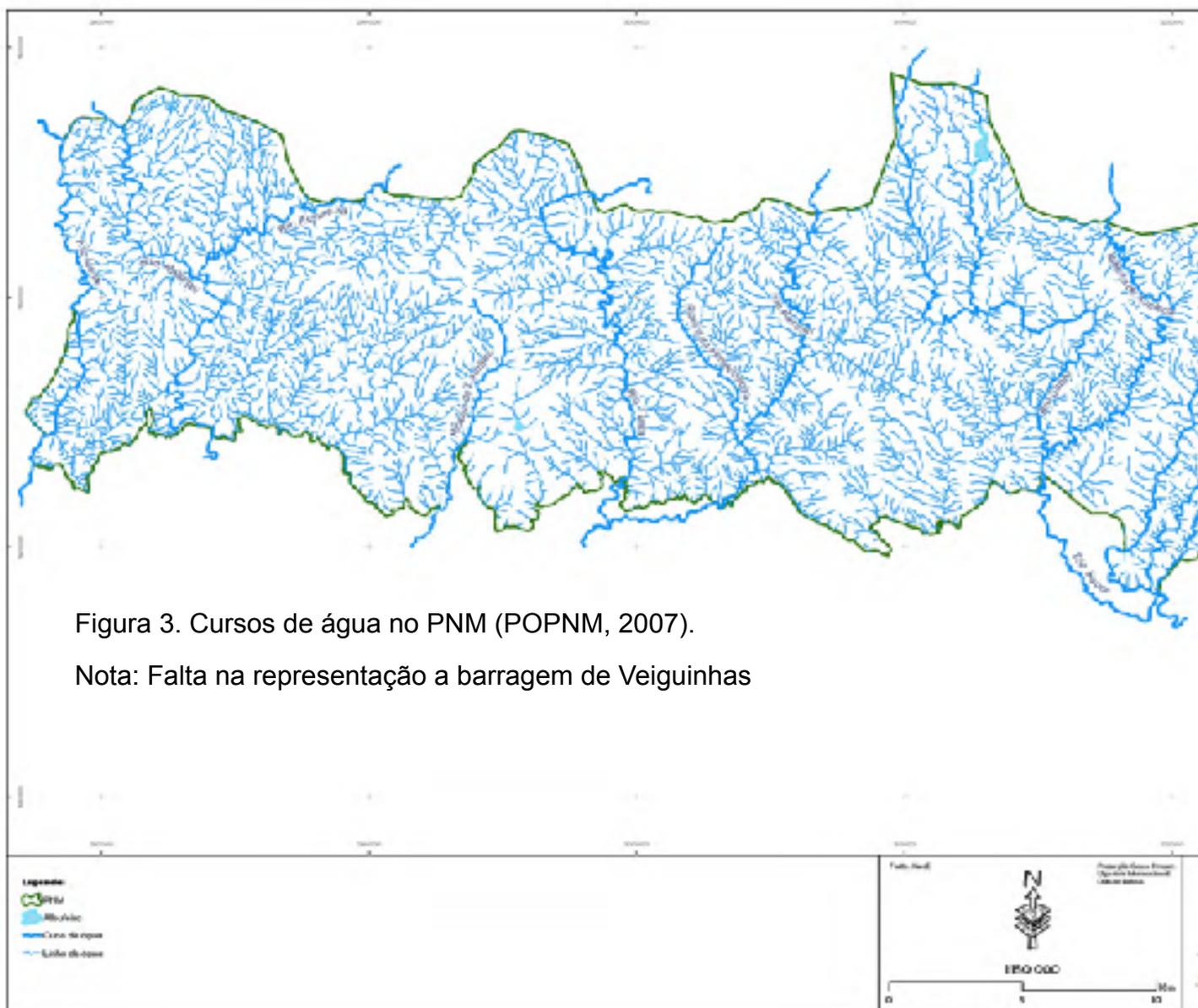
MOPT (1989). Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental: 2 grandes presas. MOPT, Madrid, 199pp

Schmutz S., Moog O. 2018. Dams: Ecological Impacts and Management. In: Schmutz S., Sendzimir J. (eds) Riverine Ecosystem Management. Aquatic Ecology Series, vol 8. Springer, Cham [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-73250-3\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-73250-3_6)

## **Anexo IV- Informação adicional sobre o PNM**

Figura 1. Áreas protegidas que integram a Reserva Transfronteiriça da Meseta Ibérica (mapa criado em <https://snig.dgterritorio.gov.pt/>).





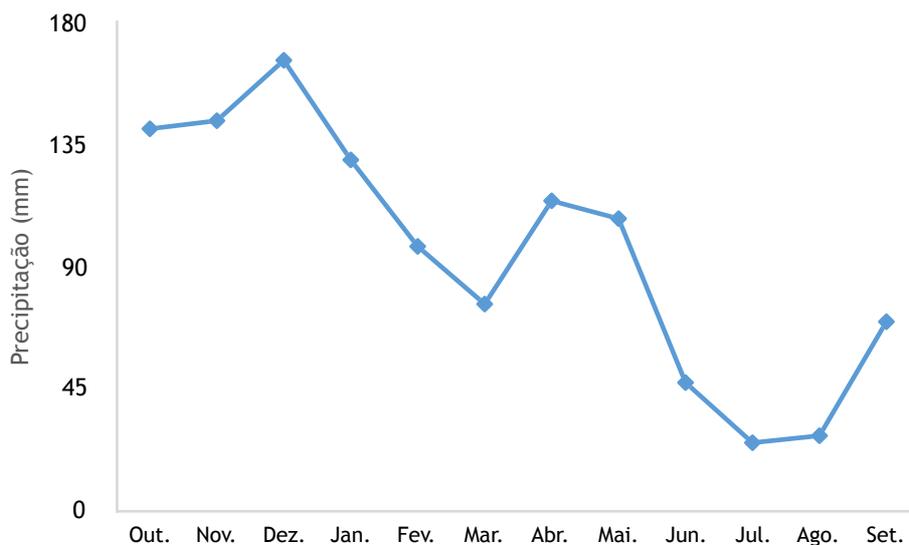


Figura 4. Valores médios de precipitação no planalto de Montesinho entre os anos hidrológicos de 80/81 a 09/10 (de acordo com Moreno Ferreira, 2011).

## Referências

Moreno-Ferreira, M.H. 2011. Estudo Prévio de Alteamento da barragem de Serra Serrada In APA 2012- Relatório de Consulta Pública do AIA. Reforço de abastecimento de água a Bragança.

POPNM 2007. Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho. <http://www2.icnf.pt/porta/pn/biodiversidade/ordgest/poap/popnm/popnm> (acedido em 15 de Novembro 2019).

## Anexo V– Características da Barragem de Veiguinhas

BARRAGEM DE VEIGUINHAS	
UTILIZAÇÕES – Afecção pública	
<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>DADOS GERAIS</b>
Distrito – Braga Concelho – Braga Local – Montezinho Bacia Hidrográfica – Rio Sabor Linha de Água – Rio Sabor	Projetista – ATMAD Dono de Obra (RSB) – Águas do Norte, S.A. Projectista – Genar/Hogera Samora Construtor – AMÂNDIO CARVALHO Ano de Projecto – 2010 Ano de Conclusão – 2012
<b>CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA ALBUFEIRA</b>
Área da Bacia Hidrográfica – 10,1 km <sup>2</sup> Caudal de cheia – 164,75 m <sup>3</sup> /s Período de retorno – 1000 anos	Área inundada ao NPA – 35,8 ha. Capacidade total – 3 858 053 m <sup>3</sup> Capacidade útil – 3 534 806 m <sup>3</sup> Nível de plene avaranamento (NPA) – 1217,50; Nível de máxima cheia (NMC) – 1210,73; Nível mínimo de exploração (NME) – 1197,00;
<b>CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM</b>	<b>DESCARREGADOR DE CHEIAS</b>
Aterro – Enrocamento compactado com cortina de betão a montante Altura acima da fundação – 35,5 m Cota do coroamento – 1221,10 Comprimento do coroamento – 310 m; Largura do coroamento – 7,0 m; Número de banquetas a jusante – 1 Fundação – Volume de aterro – 174 000 m <sup>3</sup>	Localização – margem direita Tipo de controlo – sem controlo Tipo de descarregador – canal trapezoidal de leito duplo; Cota de resto na secção mais elevada: 1217,50 Largura de resto do leito de cheias: 25 m; Caudal máximo transportado: 94,95 m <sup>3</sup> /s.
<b>DESCARGA DE FUNDO</b>	<b>CAUDAL ECOLÓGICO</b>
Localização – No interior da calha do deão (passivo) Secção da conduta – DN 900 mm Caudal máximo – 3,0 m <sup>3</sup> /s no NPA Controlo a montante – comporta plana de voo com 0,90x10,90 m <sup>2</sup> , comandada por servomotor a partir do topo da torre de tomada de água na albufeira Controlo a jusante – válvula Howell-Dunger DN 700 mm	Barragem dotada de dispositivo de caudal ecológico

### Referência:

CNPGB, 2017. Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens. Barragens de Portugal. [http://cnpgb.apambiente.pt/gr\\_barragens/gbportugal/FICHAS/Veiguinhasficha.htm](http://cnpgb.apambiente.pt/gr_barragens/gbportugal/FICHAS/Veiguinhasficha.htm) (acedido em 15 de Novembro de 2019)

## **Anexo VI- Coordenadas geográficas das principais fugas de água observadas nas condutas de água entre o Açude das Gralhas e a Camara de Carga**

Tabela 1. Coordenadas das principais fugas de água observadas entre Açude das Gralhas e a Camara de Carga em 27/7/2019.

<b>Fugas de água (Montesinho)</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>
<b>1</b>	41.9540N	-6.7780W	1194.5m
<b>2</b>	41.9519N	- 6.7776W	1193.3m
<b>3</b>	41.9504N	-6.7784 W	1191.8m
<b>4</b>	41.9501N	-6.7785W	1192.6m
<b>5 (queda de água)</b>	41.9486N	-6.7828W	1191.4m
<b>6</b>	41.9485N	-6.7842W	1198.0m
<b>7</b>	41.9480N	-6.7866 W	1192.6m
<b>8</b>	41.9475N	-6.7874 W	1191.5m
<b>9</b>	41.9468N	-6.7861 W	1192.1m
<b>10</b>	41.9442N	-6.7854 W	1194.6m
<b>11</b>	41.9436N	-6.7851 W	1197.6m
<b>12</b>	41.9408N	-6.7846 W	1198.7m
<b>13 (camara de carga)</b>	41.9381N	-6.7838 W	1192.3m

## Anexo VII- Dados adicionais sobre o solo no entorno de S. Serrada e da banda árida

Tabela 1. Matéria orgânica (MO), pH solo (pH) e fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) extraíveis, por classe de profundidade do solo do entorno da albufeira de Serra Serrada (média  $\pm$  desvio-padrão).

Profundidade (cm)	MO (%)	pH ( $H_2O$ )	$P_2O_5$	$K_2O$
			(mg $kg^{-1}$ )	
0 - 5	15,3 $\pm$ 3,5	4,2 $\pm$ 0,2	83 $\pm$ 45	176 $\pm$ 67
5 - 10	12,1 $\pm$ 2,8	4,3 $\pm$ 0,3	78 $\pm$ 65	121 $\pm$ 26
10 - 15	10,7 $\pm$ 2,4	4,4 $\pm$ 0,3	80 $\pm$ 78	104 $\pm$ 30
15 - 20	10,3 $\pm$ 3,4	4,5 $\pm$ 0,3	81 $\pm$ 91	94 $\pm$ 28
20 - 30	8,4 $\pm$ 3,3	4,5 $\pm$ 0,2	53 $\pm$ 48	71 $\pm$ 22

Tabela 2. Elementos grosseiros (EG), densidade aparente (Dap), porosidade e permeabilidade, por classe de profundidade do solo do entorno de S. Serrada (média  $\pm$  desvio-padrão).

Profundidade (cm)	EG (%)	Dap ( $g/cm^3$ )	Porosidade (%)	Permeabilidade (cm/h)
0 - 5	23,9 $\pm$ 5,0	0,76 $\pm$ 0,07	71,3	176,5
5 - 10	28,7 $\pm$ 5,8	0,83 $\pm$ 0,08	68,7	-
10 - 15	29,5 $\pm$ 6,8	0,94 $\pm$ 0,05	64,5	-
15 - 20	31,7 $\pm$ 6,4	0,92 $\pm$ 0,06	65,3	-
20 - 30	29,4 $\pm$ 7,1	0,93 $\pm$ 0,03	64,9	-

Tabela 3. Matéria orgânica (MO), reação do solo (pH), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) extraíveis, por classe de profundidade no solo da banda árida de S. Serrada.

Ensaio	Profundidade (cm)	MO (%)	pH ( $H_2O$ )	$P_2O_5$	$K_2O$
				(mg $kg^{-1}$ )	
1	0 - 1	1,0	5,2	1,5	21,0
	1 - 10	7,1	4,7	35,2	20,0
2	0 - 1,5	1,8	4,9	6,5	20,0
	1,5 - 6	3,8	4,7	14,7	18,0
	6 - 14	8,1	4,5	8,4	22,0
3	0 - 3	2,9	4,6	12,5	18,0
	3 - 11	11,2	4,5	57,3	28,0
	11 - 20	8,0	4,4	17,2	28,0
	20 - 25	7,8	4,4	3,7	27,0
4	0 - 2,5	3,5	4,8	8,1	21,0
	2,5 - 12	6,6	4,6	17,6	40,0
	12 - 20	4,8	4,5	9,0	36,0

Tabela 4. Densidade aparente ( $D_{ap}$ ), permeabilidade e porosidade na camada 0-5 cm do solo da banda árida de S. Serrada.

Ensaio	$D_{ap}$	Permeabilidade (cm/h)	Porosidade (%)
	(g/cm <sup>3</sup> )		
1	1,33	17,1	49,8
2	1,34	435,6	49,4
3	1,21	75,2	54,3
4	0,91	7,1	65,7

Tabela 5. Características dos sedimentos produzidos pela simulação de chuva e arrastados da banda árida para o interior de S. Serrada.

Parâmetro	Média ± DP
Elementos grosseiros (%)	52 ± 11
Matéria orgânica (%)	3,1 ± 1,7
Fósforo extraível (mg kg <sup>-1</sup> )	16 ± 8
Potássio extraível (mg kg <sup>-1</sup> )	22 ± 5
Ca <sup>2+</sup> (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	2,53 ± 1,21
Mg <sup>2+</sup> (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	1,28 ± 0,72
K <sup>+</sup> (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	0,41 ± 0,22
Na <sup>+</sup> (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	0,70 ± 0,42
Al <sup>3+</sup> (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	4,50 ± 0,93
Soma bases de troca (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	4,9
Acidez de troca (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	5,1 ± 1,2
CTCe (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	10,0 ± 1,9
Grau saturação bases (%)	49
pH (H <sub>2</sub> O)	4,4 ± 0,3

## **Anexo VIII- Exemplo de uma autorização para um passeio pedestre na área do PNM**

<table border="1"><tr><td>ICNF, I.P.</td><td>SAÍDA</td></tr><tr><td colspan="2">DATA</td></tr><tr><td colspan="2">12-12-2019</td></tr><tr><td colspan="2">Nº 59652</td></tr></table>		ICNF, I.P.	SAÍDA	DATA		12-12-2019		Nº 59652			
		ICNF, I.P.	SAÍDA								
		DATA									
12-12-2019											
Nº 59652											
SUA REFERÊNCIA	SUA COMUNICAÇÃO DE	Nossa Referência									
	14-11-2019	19052 /2019/DRCNF-N/DCAP									

**ASSUNTO PASSEIO PEDESTRE "DIA INTERNACIONAL DAS MONTANHAS"**

No seguimento do pedido formulado por V. Exa, datado de 14 do novembro de 2019, para emissão de parecer relativo à realização de **Passeio Pedestre** integrado no dia Internacional das Montanhas, com data prevista para 14 de dezembro de 2019, foi o mesmo analisado à luz das competências do ICNF.

Da cartografia apresentada verifica-se que o percurso atravessa áreas do Parque Natural de Montesinho, Zona de Proteção Especial Seras de Montesinho e Nogueira (PTZPE003), Sítio de Importância Comunitária Montesinho/Nogueira (PTCON002) e Perímetro Florestal da Serra de Montesinho.

Assim, foi o pedido analisado ao abrigo da seguinte legislação: Decreto-Lei nº 140/99 de 24 de abril, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 49/2005, de 24 de fevereiro, bem como de acordo com o Regulamento do Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho (PO PNM), aprovado e Publicado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 179/2008, de 24 de novembro de 2008 e da legislação florestal em vigor.

Após análise dos documentos apresentados por V. Exa., emite-se **parecer favorável** para a realização do passeio Pedestre, sujeito ao cumprimento das seguintes condicionantes:

1. Cumprimento rigoroso do percurso proposto;
2. Deverá ser respeitado o limite de capacidade de carga (grupos de 15 pessoas com saídas espaçadas de 5 minutos para cada grupo);
3. Cumprimento do previsto no n.º 4 e n.º 5 do artigo 5º do Decreto-Lei n.º 108/2009, de 15 de maio, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 186/2015, de 3 setembro;
4. A entidade organizadora deve promover a informação junto das populações cujas áreas sejam atravessadas, de forma a evitarem-se conflitos;
5. A organização deve limitar ao máximo qualquer perturbação no meio envolvente, minimizando as atividades geradoras de ruídos;

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P.  
Parque Florestal, 5000-567 Vila Real, PORTUGAL

TEL + 351 259 330 401 FAX +351 259 322 199  
E-MAIL [drcnf@icnf.pt](mailto:drcnf@icnf.pt) [www.icnf.pt](http://www.icnf.pt)

1/2

circular com veículos motorizados nos caminhos florestais, caminhos rurais e outras vias que as atravessam (alínea b) do n.º 2 do art.º 22.º);

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P.  
Parque Florestal, 5000-567 Vila Real, PORTUGAL

TEL + 351 259 330 401 FAX +351 259 322 199  
E-MAIL [drcnf@icnf.pt](mailto:drcnf@icnf.pt) [www.icnf.pt](http://www.icnf.pt)



- Quando se verifique o índice de risco de incêndio de níveis elevado e superior, todas as pessoas que circulem no interior das áreas supracitadas e nos caminhos florestais, caminhos rurais e outras vias que as atravessam ou delimitam estão obrigadas a identificarem-se perante as entidades com competência em matéria de fiscalização no âmbito do presente decreto-lei [alínea c) do n.º 2 do artº 22.º];

Fora do período crítico (\*):

- Quando se verifique o índice de risco de incêndio de níveis muito elevado e máximo, não é permitido aceder, circular e permanecer no interior das áreas supracitadas, bem como nos caminhos florestais, caminhos rurais e outras vias que as atravessam [n.º 3 do artº 22.º];

- Quando se verifique o índice de risco de incêndio de níveis elevado e superior, todas as pessoas que circulem no interior das áreas supracitadas e nos caminhos florestais, caminhos rurais e outras vias que as atravessam ou delimitam estão obrigadas a identificarem-se perante as entidades com competência em matéria de fiscalização no âmbito do presente decreto-lei [n.º 4 do artº 22.º].

O índice de risco temporal de incêndio é emitido pela ANPC e pelo IPMA.

(\*) Período crítico: o período durante o qual vigoram medidas e ações especiais de prevenção contra incêndios florestais, por força de circunstâncias meteorológicas excecionais;

16. Devem ser respeitadas eventuais indicações dos Vigilantes da Natureza do ICNF ou de qualquer outra entidade oficial.

Caso se verifiquem contradições legais ou quando deixarem de se verificar os pressupostos que determinaram a emissão deste parecer, este ficará suspenso até que o interessado reponha a situação legal.

O presente parecer resulta das competências do ICNF, não dispensando outros pareceres ou autorizações que se mostrem necessários para o licenciamento da iniciativa em causa.

O responsável pela realização da atividade deve fazer-se acompanhar do presente título no decorrer da mesma.

Com os melhores cumprimentos,

A Diretora Regional da Conservação da Natureza e Florestas do Norte

Sandra Sarmento

## Anexo IX- Dados suplementares sobre S. serrada

### Evaporação

Tabela 1. Valores estimados de evaporação para os diferentes meses em S. Serrada.

<b>Mês</b>	<b>Coef. de Tina</b>	<b>Evaporação mensal em Tina (mm)</b>	<b>Evaporação Albufeira (mm)</b>	<b>Evaporação Albufeira (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Outubro</b>	0,7	66,9	46,8	4 955,2
<b>Novembro</b>	0,7	51,3	35,9	7 602,2
<b>Dezembro</b>	0,6	38,8	23,3	6 167,5
<b>Janeiro</b>	0,6	34,2	20,5	5 426,4
<b>Fevereiro</b>	0,6	39,2	23,5	6 220,4
<b>Março</b>	0,6	94,8	56,9	15 061,4
<b>Abril</b>	0,7	130,3	91,2	24 140,6
<b>Mai</b>	0,7	158,9	111,2	29 434,6
<b>Junho</b>	0,8	161,3	129,0	34 146,3
<b>Julho</b>	0,8	232,8	186,2	39 429,7
<b>Agosto</b>	0,8	232,1	185,7	24 577,3
<b>Setembro</b>	0,8	163,5	130	13 764,4
<b>Total</b>				21 0926

A metodologia para calcular a evaporação em tina é complexa e depende de vários fatores. No presente caso foram utilizados os dados de evaporação em tina disponíveis mais próximos de S. Serrada. Os dados foram obtidos em Moimenta da Raia (41°56' 57 N; 6°58'31 W e 950 m de altitude) nos anos hidrológicos de 1981/82 e 1983/84 (SNIGH, 1995-2020)

Os valores dos coeficientes de tina são os que se encontram padronizados para Portugal (Rodrigues, 2017). Os valores de evaporação em albufeira foram multiplicados pela superfície de S. Serrada obtendo-se o volume da quantidade de água evaporada. A superfície da albufeira variou ao longo do ano: no período em

que está cheia considerou-se o valor da área inundada como sendo 264 700 m<sup>2</sup> a área que está referenciada quando a albufeira esta no Nível Pleno de Armazenamento (NPA). Em julho, considerou-se que a área inundada era 80% da área inicial e este valor foi decrescendo até setembro em atingir o valor mínimo que é 40% do NPA. O resultado indicia que as taxas de evaporação são no máximo 10 a 12%. De salientar que quando a albufeira está no NPA que está a descarregar água para jusante, sendo a evaporação compensada pela água que vai fluindo para a albufeira. A altitude e as condições de temperatura e precipitação nesta área do PNM fazem supor a existência de taxas de evaporação baixas e que não põe em risco a disponibilidade de água na albufeira para os diversos fins a que se destina.

Tabela 2. Abundâncias relativas dos grupos de fitoplâncton mais comuns nas diferentes fases hidrológicas de S. Serrada.

	1	2	3
<b>Chlorophyceae</b>			
<i>Cosmarium</i>	5,30 ± 14,21	6,69 ± 18,74	1,08 ± 1,22
<i>Crucigenia</i>	1,68 ± 2,01	1,61 ± 2,64	2,64 ± 4,53
<i>Dictyosphaerium</i>	4,96 ± 8,97	2,78 ± 3,40	6,59 ± 8,60
<i>Monoraphidium</i>	14,00 ± 20,06	2,93 ± 2,10	5,96 ± 7,54
<i>Scenedesmus</i>	0,62 ± 1,89	1,90 ± 4,04	2,63 ± 2,24
<i>Staurastrum</i>	5,25 ± 13,39	26,05 ± 38,86	37,00 ± 26,70
<i>Staurodesmus</i>	0,34 ± 0,71	2,28 ± 2,50	4,46 ± 8,63
<b>Bacillariophyceae</b>			
<i>Cyclotella</i>	13,12 ± 17,09	8,10 ± 12,30	7,69 ± 9,30
Pennate diatoms	2,94 ± 7,70	3,48 ± 8,56	3,79 ± 5,83
<i>Tabellaria</i>	8,81 ± 14,83	2,97 ± 2,83	2,54 ± 2,31
<b>Cyanophyceae</b>			
<i>Anabaena</i>	2,67 ± 3,26	1,20 ± 0,99	5,01 ± 2,03
<b>Dinophyceae</b>			
<i>Peridinium</i>	0,31 ± 0,59	3,08 ± 5,50	0,05 ± 0,13
<b>Cryptophyceae</b>			

<i>Cryptomonas</i>	18,10 ± 24,14	16,67 ± 11,30	20,20 ± 18,39
<b>Chrysophyceae</b>			
<i>Dinobryon</i>	21,90 ± 31,80	20,26 ± 24,98	0,36 ± 0,61

---

Tabela 3. Abundâncias relativas dos grupos de zooplâncton mais comuns nas diferentes fases hidrológicas de S. Serrada.

	1	2	3
<b>Rotifera</b>	68,40±33,20	30,37 ± 28,60	48,72±22,22
<b>Cladocera</b>	19,40±21,22	19,46 ± 22,70	11,28±7,31
<b>Copepoda</b>	12,20±16,15	50,17 ± 29,46	40,00±24,35
<b>Rotifera</b>			
<i>Asplanchna</i>	20,30 ± 29,45	4,87 ± 8,85	6,03 ± 12,33
<i>Conochilus</i>	27,46 ± 33,55	2,59 ± 7,46	2,67 ± 6,40
<i>Gastropus</i>	0,21 ± 0,83	0,47 ± 1,72	0,35 ± 0,63
<i>Hexarthra</i>	0,05 ± 0,15	1,58 ± 1,72	0,35 ± 0,60
<i>Keratella</i>	7,03 ± 14,04	16,82 ± 28,21	16,06 ± 24,05
<i>Polyarthra</i>	11,15 ± 25,00	1,41 ± 2,08	6,42 ± 10,30
<i>Synchaeta</i>	2,20 ± 4,70	2,63 ± 3,84	16,84 ± 19,74
<b>Cladocera</b>			
<i>Ceriodaphnia</i>	7,40 ± 18,41	19,04 ± 24,89	9,71 ± 8,19
<i>Daphnia</i>	12,00 ± 14,40	0,42 ± 0,76	1,57 ± 2,31
<b>Copepoda</b>			
<i>Tropocyclops</i>	7,27 ± 16,03	19,30 ± 22,30	26,76 ± 30,55
Nauplii	4,93 ± 9,76	30,87 ± 28,53	13,24 ± 13,42

## Referências

Rodrigues, C. M. 2017. Capítulo 8 - Evaporação e evapotranspiração. In: Guimarães, R. C., Shahidian, S. e Rodrigues, C. M. (Editores). Hidrologia Agrícola, 2ª edição. ISBN: 978-989-8550-40-8. ECT e ICAAM. Évora, 215-234.

SNIRH, 1995-2020. Sistema Nacional de Recursos Hídricos: Dados Sintetizados - Características das albufeiras. <https://snirh.apambiente.pt/> (Acedido em Dezembro de 2019).

## Anexo X- Dinâmica do Fósforo em lagos e albufeiras

O aumento exagerado de nutrientes, em especial, das diferentes formas de fósforo, conduz à **eutrofização** rápida de lagos e albufeiras. A eutrofização é uma das principais causas da degradação da qualidade ecológica dos ecossistemas aquáticos (Harper, 1992). Na maioria dos sistemas aquáticos o fósforo é o primeiro nutriente a limitar a produção biológica, pois está presente em quantidades muito reduzidas em relação a outros macronutrientes e só é absorvido pelas bactérias e fitoplâncton sob a forma de ortofosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) (Wetzel, 1993). Normalmente, só uma pequena fração de  $\text{PO}_4^{3-}$  está disponível para os seres vivos, pois como este é muito reativo, uma parte está adsorvida aos sedimentos e na presença de oxigénio liga-se com vários catiões como o  $\text{Fe}^{3+}$  e o  $\text{Ca}^{3+}$ . A dinâmica do fósforo num lago ou numa albufeira encontra-se representado na Figura 1.

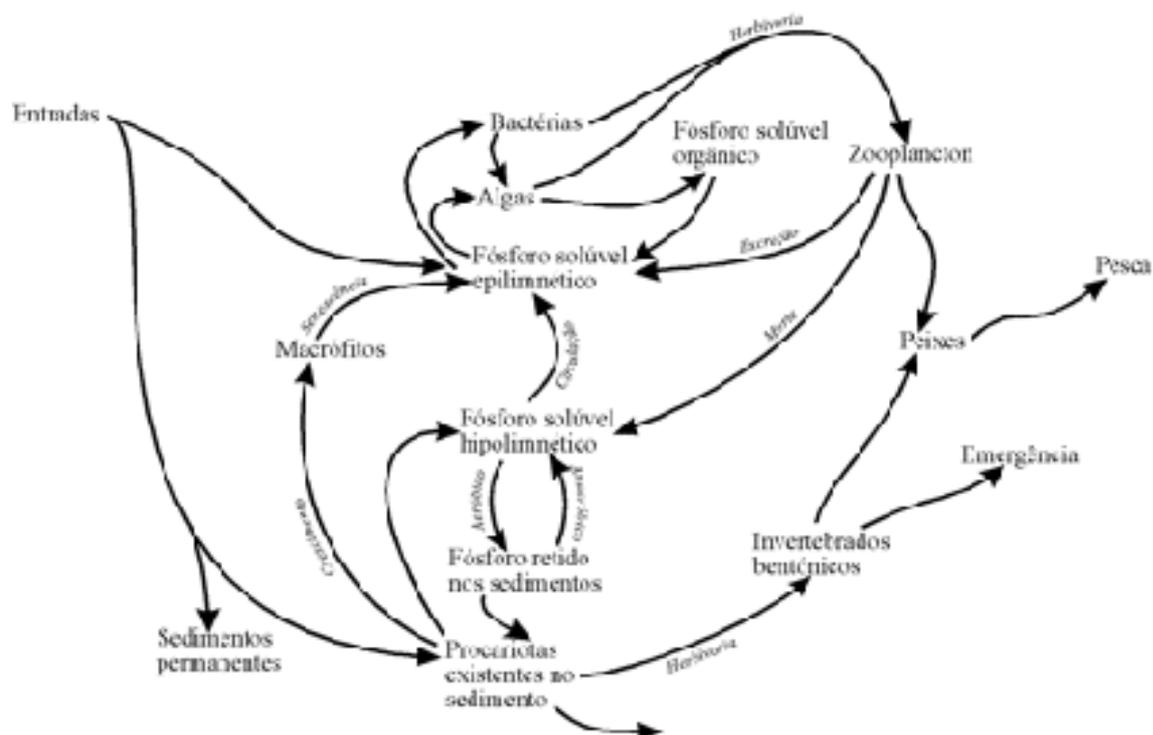


Figura 1. Dinâmica do fósforo num lago/albufeira (Harper, 1992).

As principais fontes de fósforo e azoto são a água proveniente da bacia de drenagem, o transporte atmosférico de partículas de origem terrestre e os processos de

reciclagem intrínsecos ao próprio sistema aquático. Uma vez nos lagos ou nas albufeiras, grande parte do fósforo deposita-se nos sedimentos do fundo a uma taxa dependente do grau turbulência do sistema, da sua profundidade, do tempo de retenção da água e da massa das partículas. As concentrações relativas dos fosfatos, dos iões metálicos  $Fe^{3+}$  e  $Ca^{3+}$  do oxigénio e o pH do meio são outros fatores que influenciam o tempo de retenção das partículas nos sedimentos, bem como a sua nova libertação para a coluna de água. Durante os períodos de estratificação, o **hipolimnion** dos lagos torna-se anóxico e os catiões  $Fe^{3+}$  e  $Ca^{3+}$  passam à forma reduzida  $Fe^{2+}$  e  $Ca^{2+}$ . Consequentemente dá-se a libertação do fosfato para a coluna de água ficando este novamente disponível para os seres vivos após o advento do período de circulação. O fósforo que permanece no permanece no **epilimnion** (camada mais superficial) e é rapidamente assimilado pelos seres vivos aí existentes.

## **Referências**

Harper, D. 1992. Eutrophication of freshwaters - principles, problems and restoration. Chapman e Hall, London.

Wetzel, R.G. 1993. Limnologia. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

## **Anexo XI- Soluções baseadas na natureza para a segurança da água**

Tabela 1. Soluções baseadas na natureza e desafios no setor da água.



Tabela 2. Benefícios das Soluções Baseadas na Natureza.

## Referências

Trémolet S. et al. 2019. Investing in Nature for Europe Water Security. The Nature Conservancy, Ecologic Institute and ICLEI. London, United Kingdom. <https://www.ecologic.eu/17059>