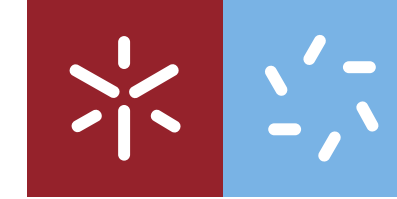




Catarina Sofia Gomes  
Guise Machado Da Silva

**Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal**

UMinho | 2022



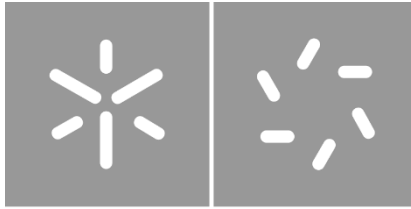
**Universidade do Minho**  
Escola de Ciências

Catarina Sofia Gomes Guise Machado Da Silva

**Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal**

outubro de 2022





**Universidade do Minho**

Escola de Ciências

Catarina Sofia Gomes Guise Machado Da Silva

**Mapeamento de serviços dos ecossistemas  
culturais relacionados com os rios do  
Noroeste de Portugal**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Biodiversidade, Ecologia e Alterações  
Globais

Trabalho efetuado sob a orientação da

**Doutora Cláudia Maria Carvalho dos Santos**

**Professora Doutora Maria Cláudia Gonçalves Cunha**

**Pascoal**

## DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### *Licença concedida aos utilizadores deste trabalho*



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações

CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## Agradecimentos e apoio financeiro

A presente dissertação não poderia ser possível sem o apoio incondicional das grandes e magníficas pessoas que me rodeiam.

À Doutora Cláudia Carvalho-Santos agradeço a disponibilidade e prontidão que teve para comigo nestes meses de trabalho árduo. Ao longo de todo o projeto foi incansável no apoio demonstrado e procurou sempre promover a busca de novos conhecimentos. Agradeço também pelas sugestões, críticas e opiniões que foram imprescindíveis para a redação desta dissertação.

À Professora Doutora Cláudia Pascoal agradeço todo o conhecimento e o espírito de resiliência que me transmitiu.

Aos meus amigos mais chegados, por todo o apoio incondicional e todos os momentos bons que passamos.

À minha mãe e irmã, as pessoas mais importantes na minha vida, que me apoiaram e ajudaram durante todo o processo.

E por fim, a todo o resto dos meus familiares por se preocuparem sempre com o meu desenvolvimento académico e pessoal.

O decurso dos trabalhos de investigação teve acolhimento no Centro de Biologia Molecular e Ambiental, da Escola de Ciências da Universidade do Minho e no Instituto de Ciência e Inovação para Bio Sustentabilidade. Este trabalho foi elaborado no âmbito do projeto River2Ocean - Socio-ecological and biotechnological solutions for the conservation and valorisation of aquatic biodiversity in the Minho Region (NORTE-01-0145- FEDER-000068).



**River2Ocean**



União Europeia

Fundo Europeu de  
Desenvolvimento Regional

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## **Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal**

### Resumo

Os rios oferecem diversos serviços dos ecossistemas culturais (SEC) que beneficiam diretamente o bem-estar humano e a qualidade de vida. O objetivo deste estudo é fornecer uma metodologia de mapeamento de SEC relacionados com os rios utilizando dados fotográficos e variáveis ambientais. Primeiro, foi feito o *download* das imagens do Flickr e do iNaturalist para os anos de 2018 e 2019 nos três rios principais do noroeste de Portugal (Minho, Lima e Cávado). Em seguida, as imagens foram agrupadas manualmente em quatro categorias: biodiversidade, recreação e praias fluviais, herança histórica e paisagem. As categorias de imagens mais representadas foram: recreação e praias fluviais no rio Cávado (62%), biodiversidade no rio Lima (70%) e herança histórica no rio Minho (39%). Os Modelos Lineares Generalizados (MLG) foram aplicados para perceber a relação entre a distribuição das fotos e variáveis espaciais relacionadas com os SEC. Em geral, as variáveis que melhor explicam a distribuição das imagens e indiretamente a procura pelos SEC são a presença de áreas protegidas, distância às áreas urbanas, número de trilhos, pontos de recreação e turismo e temperatura média anual, que podem ser utilizadas para mapear potencialmente a oferta de SEC. Para isso foi usada a técnica estatística de Inferência do Multimodelo. Os resultados do mapeamento potencial indicam um “hotspot” de provisão de SEC relacionados com os rios nos estuários, especialmente no estuário do rio Minho. Foi interessante ver a congruência espacial entre o mapeamento potencial de SEC e o mapeamento participativo de serviços culturais. Como validação do estudo, foi aplicada a mesma metodologia com dados relativo ao período mais restritivo da Pandemia COVID-19. Os resultados indicam que só se mantiveram os valores na categoria de fotos de biodiversidade, sendo que nas restantes categorias existiam zero fotografias nas redes sociais (recreação e paisagem), ou valores muito baixos (herança histórica). Em conclusão, a valorização dos SEC relacionados com os rios onde são mais procurados auxiliam gestores de território e decisores a tomarem decisões para proteger a biodiversidade, garantindo ao mesmo tempo a prestação de serviços dos ecossistemas.

**Palavras-chave:** Serviços dos ecossistemas culturais (SEC), rios, mapeamento de SEC, fotografias das redes sociais, NW de Portugal

## Cultural ecosystem services related to rivers mapping in the Northwest of Portugal

### Abstract

Rivers provide a variety of cultural ecosystem services (CES) that directly benefit human well-being and the quality of life. The objective of this study is to provide a methodology for mapping river related CES using photographic data and environmental variables. First, images from Flickr and iNaturalist were downloaded for the years 2018 and 2019 in the three main rivers of northwest Portugal (Minho, Lima and Cávado). Then, the images were manually grouped into four categories: biodiversity, recreation and river beaches, historical heritage, and landscape. The most represented categories of images were: recreation and river beaches in the Cávado river (62%), biodiversity in the Lima river (70%) and historical heritage in the Minho river (39%). The General Linear Models (GLM) were applied to understand the relationship between the distribution of photos and spatial variables related to the CES. In general, the variables that best explain the distribution of images and indirectly the demand for SEC are the presence of protected areas, distance from urban areas, number of trails, recreation and tourism points and average annual temperature, which can be used to potentially map CES supply. For this, the statistical technique of Multimodel Inference was used. Potential mapping results indicate a “hotspot” of SEC provision related to rivers in estuaries, especially in the Minho River. Interestingly, there was a spatial congruence between the potential mapping of CES and the participatory mapping of cultural services. As a validation of the study, the same methodology was applied with data related to the period with more restrictions under COVID-19 Pandemic. Results indicate that biodiversity was the only category where values and pattern were maintained, and in the remaining categories there were zero photos on social networks (recreation and landscape), or incredibly low values (historical heritage). In conclusion, unrevealing CES that are related to rivers and identifying where they are most demanded will help land managers and decision makers to protect biodiversity, while ensuring the provision of ecosystem services.

**Keywords:** Cultural ecosystem services (CES), rivers, mapping CES, social media pictures, NW Portugal



## Índice Geral

|   |     |
|---|-----|
| DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS .....           | ii  |
| Agradecimentos e apoio financeiro.....  | iii |
| DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE.....  | iv  |
| Resumo.....   | v   |
| Abstract.....   | vi  |
| Índice Geral.....   | vii |
| Índice de Figuras.....  | ix  |
| Índice de Tabelas .....   | xi  |
| 1. Introdução .....   | 1   |
| 1.1. Importância de estudo dos SEC.....   | 3   |
| 1.2. Avaliação tradicional VS Avaliação digital dos SEC.....                          | 4   |
| 1.3. Importância do contexto biofísico para a caracterização de SEC .....             | 7   |
| 2. Motivação e Objetivos da dissertação.....  | 9   |
| 3. Métodos.....   | 10  |
| 3.1. Área em estudo.....  | 10  |
| 3.1.1. Ligação entre o ser humano e a água .....                                      | 11  |
| 3.2. Recolha e tratamento de dados das redes sociais .....                            | 12  |
| 3.3. Recolha e tratamento das variáveis espaciais.....                                | 13  |
| 3.4. Modelo estatístico e preditivo.....  | 14  |
| 3.5. Inferência de modelos múltiplos .....  | 17  |
| 3.6. Mapeamento potencial dos SEC relacionados com rios.....                          | 17  |
| 3.7. Comparação entre o mapeamento potencial de SEC e o mapeamento participativo..... | 20  |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|   |    |
|---|----|
| 3.8. Validação da metodologia proposta através de dados fotográficos correspondentes ao período mais restritivo da pandemia COVID-19..... | 20 |
| 4. Resultados.....  | 21 |
| 4.1. Fotografias das redes sociais.....   | 21 |
| 4.2. Relação entre a ocorrência das fotografias e as variáveis espaciais .....  | 21 |
| 4.3. Inferência de modelos múltiplos .....  | 22 |
| 4.4. Mapeamento potencial de SEC relacionados com rios.....   | 25 |
| 4.5. Comparação entre o mapeamento potencial de SEC e o mapeamento participativo.....   | 26 |
| 4.6. Validação da metodologia proposta através de dados fotográficos correspondentes ao período mais restritivo da pandemia COVID-19..... | 28 |
| 5.1. Os SEC relacionados com os rios .....  | 35 |
| 5.2. Metodologia, vantagens e incertezas.....   | 38 |
| 5.3. Oportunidades para uma melhor gestão territorial dos SEC.....  | 40 |
| 6. Conclusão.....   | 42 |
| Referências Bibliográficas .....  | 44 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1-</b> Contribuição dos serviços dos ecossistemas para o bem-estar humano (Fonte: MEA, 2005).....  | 1  |
| <b>Figura 2-</b> As cinco chaves fundamentais para o termo conservação digital (Fonte: Arts et al., 2015).<br>.....  | 5  |
| <b>Figura 3-</b> a) Distribuição do número de fotografias pela área em estudo com 4 fotos representativas das categorias: b) Paisagem (Fonte: Flickr, Sergei Gussev), c) Herança histórica (Fonte: Flickr, Richard Alonso), d) Biodiversidade (Fonte: Inaturalist, miguelborges), e) Recreação/praias fluviais (Fonte: Flickr, jmquintanamurillo)..... | 10 |
| <b>Figura 4-</b> Património ligado à água: a) Moinho desativado junto à Ponte do Bico em Palmeira (Fonte: Câmara de Braga, 2021), b) Moinho no rio Minho em Vilar de Mouros (Fonte: Pinterest, Fernando Igrejas) e c) Ponte romana de Ponte de Lima (Fonte: Flickr, José Carlos Babo). .....   | 12 |
| <b>Figura 5-</b> Número de fotografias do Flickr e iNaturalist de cada categoria de serviços culturais no Rio Cávado, Lima e Minho entre 2018 e 2019. ....   | 21 |
| <b>Figura 6-</b> Projeção espacial dos SEC de todas as fotografias sem categoria. O vermelho representa os locais com maior potencial e a verde escuro os locais com menor potencial segundo as variáveis espaciais selecionadas. ....   | 25 |
| <b>Figura 7-</b> Projeção espacial dos SEC para cada categoria de fotografias. O vermelho representa os locais com maior potencial e a verde escuro os locais com menor potencial segundo as variáveis espaciais selecionadas. ....  | 26 |
| <b>Figura 8-</b> Sobreposição do mapeamento potencial dos SEC relacionados com os rios (Figura 7) com o mapeamento participativo relativo a todos os serviços culturais realizado em três workshops no âmbito do projeto River2Ocean (março e abril de 2022). ....   | 27 |
| <b>Figura 9-</b> a) Média anual 2018 e 2019 para efeitos de comparação b) Número de fotografias do Flickr e iNaturalist de cada categoria de serviços culturais nos rios Cávado, Lima e Minho no período de medidas mais restritivas durante a pandemia COVID-19.....  | 28 |
| <b>Figura 10-</b> Projeção espacial dos SEC de todas as fotografias sem categoria. O vermelho representa os locais com maior potencial e a verde escuro os locais com menor potencial segundo as variáveis espaciais selecionadas. ....  | 33 |

**Figura 11-** Projeção espacial dos SEC para cada categoria de fotografias. O vermelho representa os locais com maior potencial e a verde escuro os locais com menor potencial segundo as variáveis espaciais seleccionadas. .... 33

## Índice de Tabelas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1-</b> Variáveis explicativas que potenciam o mapeamento de SEC relacionados rios. ....  | 15 |
| <b>Tabela 2-</b> Reclassificação das variáveis explicativas para o mapeamento potencial dos SEC relacionados com rios.....   | 18 |
| <b>Tabela 3 -</b> Resultados de inferência de vários modelos: Critério de informação de Akaike (AIC), peso de inferência do multimodel (Weight) e desvio ajustado explicado (D2) dos modelos de inferência com os melhores resultados das variáveis explicativas para cada categoria dos SEC (inferidos a partir do conteúdo das fotografias das redes sociais). ....  | 24 |
| <b>Tabela 4-</b> Resultados de inferência de vários modelos: Critério de informação de Akaike (AIC), peso de inferência do multimodel (Weight) e desvio ajustado explicado (D2) dos modelos de inferência com os melhores resultados das variáveis explicativas para cada categoria dos SEC (inferidos a partir do conteúdo das fotografias das redes sociais no ano do período mais restritivo relativo à pandemia COVID-19( as variáveis e valores a verde são as correspondentes à inferência dos modelos relativos ao ano de 2018-2019 para efeitos de comparação). .... | 34 |

## 1. Introdução

Os ecossistemas são o suporte de vida do planeta para a humanidade e todas as outras formas de vida tal como está representado na Figura 1 (MEA, 2005). Os Serviços dos Ecossistemas (SE), ou mais recentemente chamados de contribuições da Natureza para os seres humanos (Díaz *et al.*, 2018) estão relacionados com a capacidade de processos naturais fornecerem serviços que satisfazem as necessidades humanas, direta ou indiretamente (De Groot, 1992). Os serviços fornecidos pelos ecossistemas incluem os de aprovisionamento (por exemplo, madeira e alimentos), de regulação (por exemplo, sequestro de carbono e polinização), bem como os serviços culturais (por exemplo, recreação e turismo) (MEA, 2005; Díaz *et al.*, 2018).



Figura 1- Contribuição dos serviços dos ecossistemas para o bem-estar humano (Fonte: MEA, 2005).

Os serviços dos ecossistemas culturais (SEC) podem ser diferenciados em seis categorias, nomeadamente a identidade cultural, os valores patrimoniais, serviços espirituais, inspiração, apreciação estética de paisagens naturais ou cultivadas e, por fim, recreação e turismo (De Groot, 1992; Ramakrishnan, 1998; Rössler, 2000; De Groot *et al.*, 2002; MEA, 2005; De Groot *et al.*, 2005; Hirons *et al.*, 2016). A identidade cultural refere-se à ligação cultural que os seres humanos têm em relação ao ambiente que os rodeia (De Groot *et al.*, 2005; Daniel *et al.*, 2012). Ao longo da evolução, as sociedades humanas desenvolveram uma interação muito estreita com o ambiente natural, que moldou a identidade cultural, os valores, a economia e o bem-estar (Balée, 1989). Os valores patrimoniais estão associados a ecossistemas e paisagens com características especiais que nos fazem lembrar as nossas raízes históricas, tanto individuais como coletivas (como árvores especiais, geralmente antigas, restos de sistemas de cultivo tradicionais ou artefactos históricos) (Ferreira *et al.*, 2003; Wascher, 2004; James, 2015). A maioria das pessoas sente necessidade de perceber qual é o seu propósito no universo e então procuram conexões espirituais com o meio ambiente envolvente, tanto pela reflexão pessoal como através de experiências mais organizadas (Sponsel, 2001; De Groot *et al.*, 2005). Assim, os ecossistemas fornecem uma medida importante para essa orientação no tempo e no espaço, que é refletida por valores espirituais colocados em certos ecossistemas (como florestas "sagradas"), espécies (plantas e animais sagrados, por exemplo) e características da paisagem (De Groot, 2006). O ambiente natural é, de facto, uma fonte importante de apreciação estética para a população mundial (De Groot *et al.*, 2005; Chan *et al.*, 2011). O elevado valor estético da natureza reflete-se em muitas áreas do comportamento humano, como o uso de plantas e flores como elementos decorativos no interior de habitações (Taylor *et al.*, 1998; Hernández-Morcillo *et al.*, 2013). Por fim, a nível de recreação e turismo vários ecossistemas têm um valor importante porque albergam locais que permitem às pessoas descansar, relaxar, refrescar-se e divertir-se (De Groot *et al.*, 2005; Tallis *et al.*, 2011; Thiele *et al.*, 2020). Devido às qualidades estéticas e da variedade quase ilimitada de paisagens, os ambientes naturais oferecem muitas oportunidades para atividades recreativas baseadas na natureza, como caminhadas, observação de aves, campismo, pesca, natação, estudo da natureza, desporto ao ar livre, entre outros (Weaver, 2005; Bell *et al.*, 2009).

### 1.1. Importância de estudo dos SEC

Nos últimos anos, o estudo dos SEC tem-se tornado extremamente relevante incentivando a melhoria de áreas associadas ao planeamento urbano e projetos paisagísticos, devido à crescente procura das pessoas a participarem em atividades relacionadas com a conservação e a manutenção dos espaços naturais e de ecossistemas, muito influenciado pelos confinamentos durante os períodos mais críticos da pandemia COVID-19 (Richards and Tunçer, 2018; Martinez-Harms *et al.*, 2018). A avaliação dos SEC tem sido bastante desafiadora ao longo dos anos devido à sua natureza intangível e, muitas vezes, subjetiva que resulta de interações intelectuais (por exemplo, estética) ou físicas (por exemplo, recreação) entre os seres humanos e o meio ambiente (Leopold, 1969; Cheng *et al.*, 2019). Segundo Yoshimura and Hiura (2017) os SEC estão sub-representados na literatura uma vez que, apenas 18% dos trabalhos são dedicados a estes serviços, enquanto os serviços de regulação representam 46% e os serviços de provisionamento 30% (Crossman *et al.*, 2013; Yoshimura and Hiura, 2017).

Por outro lado, ao negligenciarmos o valor cultural que resulta dos ecossistemas podemos ter grandes perdas de identidade cultural e patrimonial, educação ambiental, qualidade de vida e oportunidades para usufruir da natureza (Soga and Gaston, 2016; Díaz *et al.*, 2018), que poderão despoletar num menor apoio social e, conseqüentemente, numa menor conservação do meio ambiente (Infield, 2001; Nuñez and Simberloff, 2005). Os SEC podem ser influenciados por uma má gestão principalmente a nível político e económico uma vez que, se tem assistido a uma intensificação agrícola e um grande desenvolvimento turístico e recreativo que, conseqüentemente, leva a uma modificação da paisagem, alterando também a procura pelos SEC relacionados com a paisagem (Schirpke *et al.*, 2020). Os valores estéticos, de identidade cultural, histórica, senso de lugar, memória da paisagem, entre outros, são afetados pela intensificação da agricultura (Minga *et al.*, 2019; Sarmiento and Cotacachi, 2019) mas também têm sido foco de grande interesse económico e político devido ao desenvolvimento do turismo à escala global (Schirpke *et al.*, 2018). Embora as infraestruturas de turismo tenham sido criadas para sustentar a economia local, trazendo ainda mais turistas para locais "imaculados" e áreas ambientalmente sensíveis, o conflito dos diferentes interesses das pessoas, incluindo as que precisam destes serviços, tem sido cada vez mais reconhecido por residentes e turistas (Schirpke *et al.*, 2020).

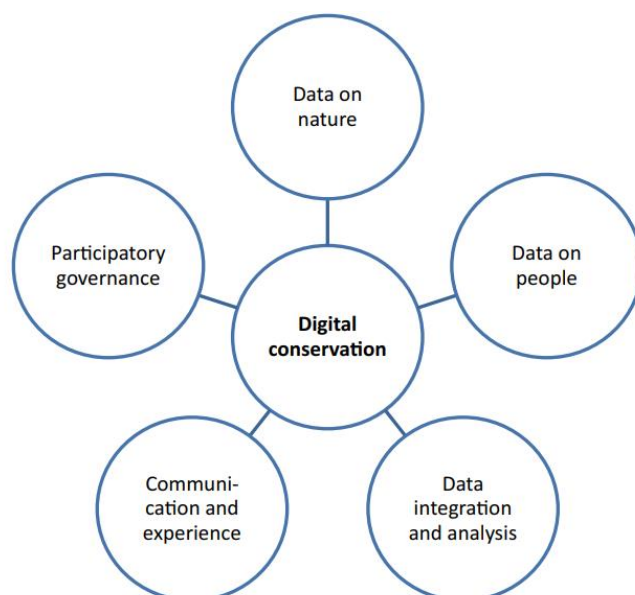


Deste modo, será necessário apoiar abordagens inter e transdisciplinares, de modo a conseguirmos usufruir dos SEC de maneira mais sustentável, ou seja, sem prejudicar a biodiversidade e o bom funcionamento dos ecossistemas (Sarmiento and Cotacachi, 2019). É reconhecido que falta criar uma metodologia padrão apropriada para se conseguir atribuir um valor para os SEC que seja aproximado da realidade tendo em conta o bem-estar humano (Chan *et al.*, 2011; Wolff *et al.*, 2015).

## 1.2. Avaliação tradicional VS Avaliação digital dos SEC

As avaliações tradicionais pela procura destes serviços incluem: i) avaliações monetárias que são subjetivas e sujeitas à disponibilidade de dados (Chan *et al.*, 2011; Wolff *et al.*, 2015); ii) o uso de questionários públicos que são dispendiosos em termos financeiros e de difícil implementação, para além de terem uma cobertura espacial e temporal limitada (Wood *et al.*, 2013) e por fim, iii) o mapeamento do valor da biodiversidade que nem sempre demonstra todo o potencial dos serviços culturais (Vaz *et al.*, 2019). Para superar as limitações das avaliações tradicionais e tendo em conta a melhoria rápida no poder computacional e na capacidade de armazenamento de dados durante os últimos anos, os campos emergentes de Conservação Digital (Arts *et al.*, 2015) e da iEcology (Jarić *et al.*, 2020; Cardoso *et al.*, 2022) trouxeram novas oportunidades para abordar os SEC. Assim, as redes sociais tornaram-se uma abordagem promissora para monitorizar as preferências e as perceções culturais em relação à natureza, nomeadamente através da avaliação de fotografias partilhadas pelo público em plataformas online (Nahuelhual *et al.*, 2013; Figueroa-Alfaro and Tang, 2017) tais como o Instagram, o Flickr e o iNaturalist (Gliozzo *et al.*, 2016; Oteros-Rozas *et al.*, 2018; Rosário *et al.*, 2019; Vaz *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020; Kleemann *et al.*, 2022; Cardoso *et al.*, 2022; Crouzat *et al.*, 2022). A análise de conteúdo fotográfico tornou-se popular porque permite a identificação e o mapeamento de características físicas, visuais e sensoriais de paisagens que sustentam a oferta de serviços culturais (Figueroa-Alfaro and Tang, 2017). Além da geolocalização, as fotografias partilhadas em redes sociais estão associadas a uma variedade de conteúdos. A própria imagem e o texto associado - legendas, descrições, *tags* - podem ser usados para entender os tipos de SEC fornecidos no espaço (Pastur *et al.*, 2016; Heikinheimo *et al.*, 2017).

Tendo assim surgido novas áreas de pesquisa transdisciplinares, como *conservation culturomics* (conservação digital) (Arts *et al.*, 2015; Di Minin *et al.*, 2015; Ladle *et al.*, 2016) ou a *iEcologia* (Jarić *et al.*, 2020). A conservação digital (Figura 2) ascendeu recentemente como uma área adjacente da ciência da conservação da natureza que se dedica ao uso de dados inovadores, como os dados das redes sociais, observações da Terra por satélite e outros conjuntos de *big data*, com a finalidade de analisar e mitigar problemas relacionados com a biodiversidade e os desafios ambientais (boyd and Crawford, 2012; Arts *et al.*, 2015; Toivonen *et al.*, 2019).



**Figura 2-** As cinco chaves fundamentais para o termo conservação digital (Fonte: Arts *et al.*, 2015).

Esta área fornece-nos um conjunto de ferramentas como serviços digitais que possibilitam a criação de informação através das redes sociais e grupos virtuais. Este *big data* gerado pelos utilizadores das redes sociais podem fornecer perceções sobre a interação homem/natureza, perceber quais são os interesses da população sobre a mesma (Arts *et al.*, 2015; Toivonen *et al.*, 2019) e fornecer novas oportunidades de avaliação de baixo custo dos SEC (Cardoso, 2020). Também o campo da *iEcology* fornece uma oportunidade para melhor compreensão das

interações entre o Homem e a Natureza no meio digital, dedicando-se ao estudo da informática ecológica, utilizando fontes inovadoras de dados produzidos online pela sociedade humana, sendo que os dados não são propositadamente produzidos para estudos ecológicos e/ou ambientais (Ladle *et al.*, 2016; Jarić *et al.*, 2020). Assim, combinar fotografias georreferenciadas de redes sociais com dados geoespaciais é uma oportunidade metodológica para avançar na compreensão dos serviços culturais (Tenerelli *et al.*, 2016).

Embora as abordagens das redes sociais sejam para muitos autores a melhor metodologia para modelar os SEC, este método ainda apresenta algumas falhas. As metodologias que utilizam as redes sociais produzem uma quantidade enorme de dados, que muitas vezes requerem processos de filtragem substanciais para identificar dados "válidos" e muitas vezes esse processo tem que ser feito manualmente (Hale *et al.*, 2019). Devido a esta desvantagem, alguns autores desenvolveram filtros automáticos permitindo uma automatização na identificação das fotografias (Wäldchen and Mäder, 2018; Christin *et al.*, 2019; Cardoso *et al.*, 2022), o que constitui uma grande vantagem uma vez que os dados das redes sociais são sempre em grande escala como foi referido. Por outro lado, alguns autores apontam que a melhor abordagem é uma abordagem híbrida de *crowdsourcing*, ou seja, a conjugação dos filtros automáticos, mas sempre com uma pessoa a verificar e a fazer com que o filtro fique cada vez mais preciso (Reuter *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2017; Cardoso *et al.*, 2022). Esta última abordagem provavelmente será a mais eficiente atualmente porque ainda é muito difícil conseguir um algoritmo que consiga compreender todas as interações entre o Homem-Natureza ou a atividades naturais interligadas com os SEC (Cardoso *et al.*, 2022). Por outro lado, estes algoritmos têm que estar em mudança permanente uma vez que, a interação Homem-Natureza são bastante pragmáticas e voláteis ao longo do tempo (Havinga *et al.*, 2021). Para além disso, nem todos os usuários de SEC partilham as suas experiências nas redes sociais, e mesmo os que participam, podem ser influenciados com o tipo de imagens que partilham podendo assim não ser totalmente sinceros sobre a sua opinião. Do mesmo modo, outro tipo de viés que poderá ser introduzido são as desigualdades socioeconómicas e da comunicação associadas ao uso desta tecnologia (Martinez-Harms *et al.*, 2018). Embora os *smartphones* tenham impulsionado uma maior acessibilidade tecnológica para o dia-a-dia de quase todos os cidadãos (Chen *et al.*, 2018), existem ainda muitas diferenças

socioeconómicas que influenciam o acesso a este tipo de informação. Finalmente, a falta de informação demográfica completa em relação às redes sociais torna impossível a obtenção de informação sobre idade, emprego, rendimento dos utilizadores em questão o que é fundamental para as análises (Chen *et al.*, 2018). É difícil também, saber se os utilizadores vivem localmente e se conhecem bem aqueles ecossistemas e, conseqüentemente, os SEC que são fornecidos.

Outras questões relevantes prendem-se com a partilha de informação por parte dos investigadores e instituições, e saber se estas estão dispostas a partilhar códigos e dados (Peterson *et al.*, 2010), ou se os bancos de dados estão ligados a infraestruturas cibernéticas em sistemas de acesso aberto (Campbell *et al.*, 2013). Finalmente, também será importante identificar quem irá financiar a extração e a manutenção de dados em meta-conjuntos de dados compartilhados (Peterson *et al.*, 2010).

### 1.3. Importância do contexto biofísico para a caracterização de SEC

O contexto biofísico também é bastante importante para o mapeamento e valorização dos SEC pela parte da oferta dos ecossistemas para estes serviços (Van Berkel *et al.*, 2018). O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para a gestão de dados geográficos pode ser bastante útil para descrever e analisar o contexto biofísico que está georreferenciado nas fotografias das redes sociais (Molinier *et al.*, 2016; Xu *et al.*, 2020). Nos últimos anos, devido ao desenvolvimento das redes sociais, os conteúdos produzidos pelos utilizadores fornecem informação geográfica voluntária (Goodchild, 2007). A taxa rápida de *upload* de fotografias nas plataformas de partilha de fotografias, em particular, oferece potencial para um novo paradigma de mapeamento (Leadley *et al.*, 2014; Tenerelli *et al.*, 2016) definido por uma multidão de observadores atuando como sensores (Singleton, 2010). Uma das vantagens desta metodologia é que podemos utilizar o número de fotografias de um determinado local como um *proxy* de interesse público relacionado com uma área específica e conseqüentemente com os serviços culturais que aquela região providencia (Mouattaki *et al.*, 2021). Assim, podemos identificar *hotspots* de interações Homem-Natureza, que contribuem para a compreensão dos valores da paisagem, atividades humanas na natureza, preferências das pessoas, entre outros (Tenkanen *et al.*, 2017; Lunstrum, 2017). Esses dados são bastante compartilhados graças à utilização progressiva e cada vez mais frequente de

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

*smartphones*, que permitem registar a localização das pessoas por meio de serviços da operadora de rede móvel e aplicações móveis como plataformas de redes sociais, para identificar mudanças na distribuição de pessoas, bem como quanto à compreensão dos padrões de movimento dos utilizadores (Frank *et al.*, 2014).

## 2. Motivação e Objetivos da dissertação

Como referido anteriormente, os serviços dos ecossistemas culturais são importantíssimos para o bem-estar do ser humano. De todos os serviços dos ecossistemas os culturais são os menos estudados. Depois de uma análise expansiva na literatura apercebemo-nos que a maior parte das análises que envolve o mapeamento de serviços culturais acontece maioritariamente em áreas protegidas terrestres (Sumarga *et al.*, 2015; Willemen *et al.*, 2015; Gandarillas R *et al.*, 2016; Gosal *et al.*, 2019; Vaz *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020). Por outro lado, existem atividades relacionadas com os SEC aquáticos nomeadamente de natureza recreativa, tal como natação, pesca, passeios de canoa, de barco e desportos aquáticos que são exclusivas deste contexto aquático e que não devem ser desvalorizadas (Thiele *et al.*, 2020). Por exemplo, Thiele et al (2020) mapeou os SEC relacionados com rios na Alemanha, mas não utilizou os dados das redes sociais como variável de resposta, tendo quantificado diversas variáveis espaciais de 0-100 de modo a conseguir mapear o potencial das diferentes zonas ribeirinhas (Thiele *et al.*, 2020).

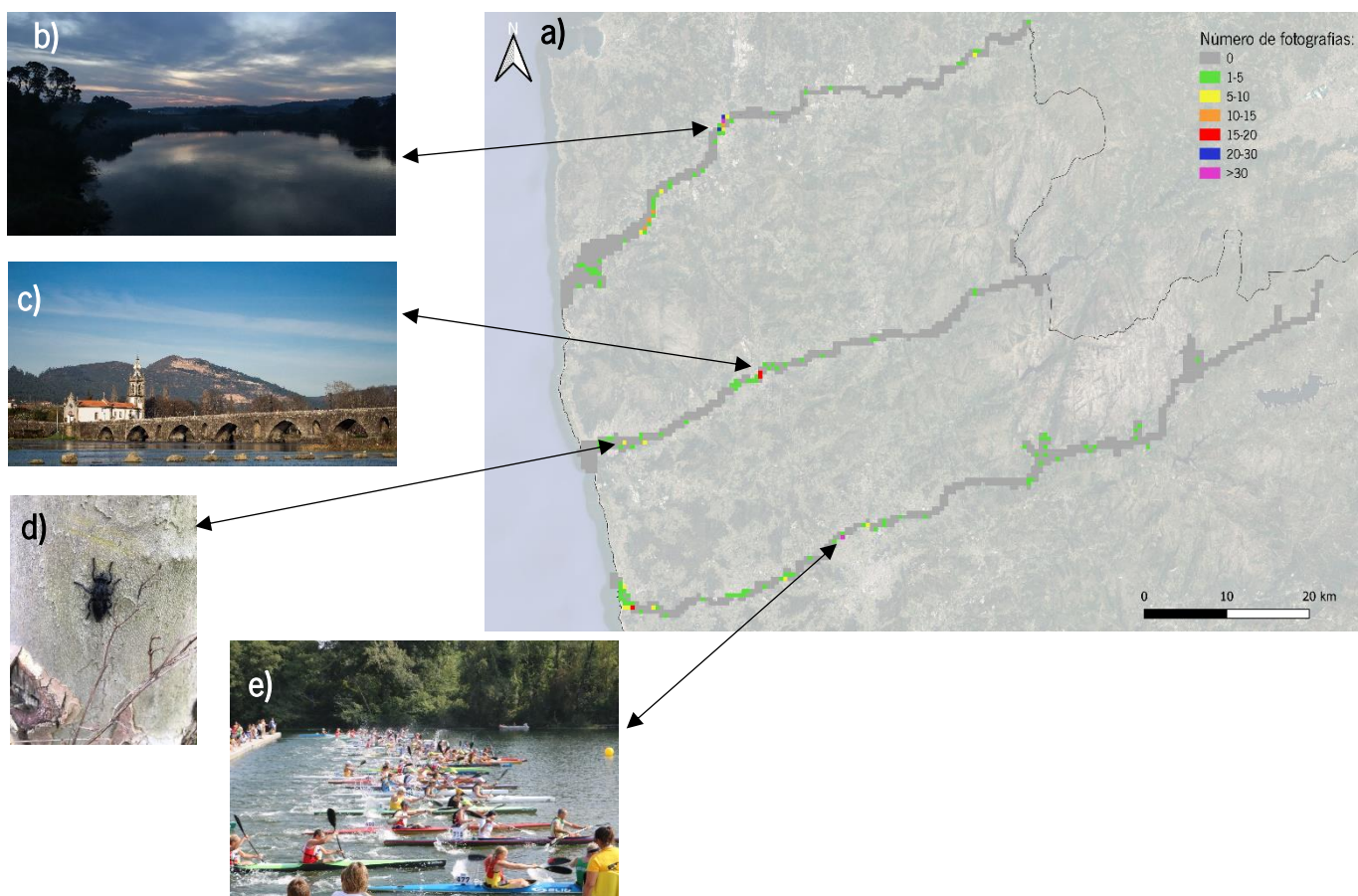
Deste modo, este projeto de dissertação de mestrado visa desenvolver uma metodologia eficiente para modelar e mapear os serviços dos ecossistemas culturais relacionados com rios através de dados fotográficos de redes sociais e variáveis espaciais para suportar medidas de gestão e conservação nos ecossistemas de rio. Para além disso, pretende-se fornecer uma visão inovadora à comunidade científica sobre o mapeamento dos SEC relacionados com os rios.

Especificamente, com este trabalho pretendemos responder às seguintes questões: (1) que tipo de serviços culturais os rios e as áreas ribeirinhas fornecem ao bem-estar humano? (2) quais as variáveis espaciais que melhor explicam a distribuição das fotografias das redes sociais nas áreas em estudo? (3) podemos mapear locais potenciais para a provisão de SEC relacionados com os rios? (4) será que as variáveis espaciais que melhor explicam a localização de SEC variam em anos atípicos?

### 3. Métodos

#### 3.1. Área em estudo

As áreas em estudo neste projeto englobam os troços dos três principais rios do Noroeste de Portugal (região do Minho). O rio Cávado que possui uma área total de 1.699 km<sup>2</sup> desde a nascente na Serra do Larouco (Lacasta and Seixas, 2016). O rio Minho que é um rio internacional, com cerca de 799 km<sup>2</sup> em Portugal e os restantes em Espanha (Pacheco, 2014). Por fim, o rio Lima também é um rio internacional, com cerca de 67 km em território português (Costa et al., 2017).



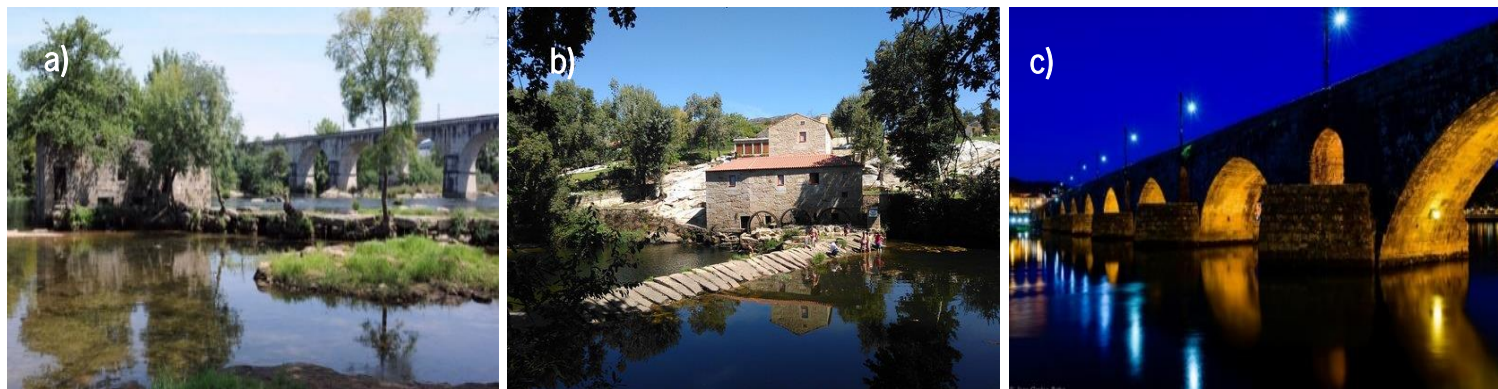
**Figura 3-** a) Distribuição do número de fotografias pela área em estudo com 4 fotos representativas das categorias: b) Paisagem (Fonte: Flickr, Sergei Gussev), c) Herança histórica (Fonte: Flickr, Richard Alonso), d) Biodiversidade (Fonte: Inaturalist, miguelborges), e) Recreação/praias fluviais (Fonte: Flickr, jmquintanamurillo).

O clima na área de estudo é caracterizado por invernos suaves e verões frescos com temperaturas médias anuais de 15°C (Pacheco, 2014). O clima apresenta um gradiente entre as áreas do litoral mais frescas, e as áreas do interior mais montanhosas, quentes e com maior precipitação devido à altitude. A área em estudo apresenta locais bastante importantes para a conservação, que estão mencionadas nas listagens dos sítios protegidos pela Rede Natura 2000 e Áreas Protegidas. Como por exemplo, o Parque Nacional da Peneda-Gerês com uma variedade de habitats protegidos como as charnecas húmidas de *Erica ciliaris* (Fernandes, 2008). As zonas de proteção especial (ZPE) da Serra do Gerês são zonas bastante importantes pois constituem um habitat favorável para uma grande diversidade de espécies, destacando-se os habitats prioritários de floresta aluvial de salgueiros e amieiros (habitat 91E0); é extraordinária também a nível geológico e geomorfológico visto que apresenta um relevo muito escarpado, com uma paisagem marcada por cristas rochosas, escarpas verticais e desfiladeiros profundos, principalmente no curso do rio Cávado (Quinta-Nova *et al.*, 2019). Os estuários do rio Minho e Lima são considerados zona especial de conservação (ZEC), bem como as lagoas de Bertandos no rio Lima (Brito *et al.*, 2008; Lacasta and Seixas, 2016; Oliveira, 2019). O estuário do Cávado está incluído no Parque do Litoral Norte. Por fim, existem zonas classificadas como zona de proteção especial (ZPE) no âmbito da Rede Natura 2000, como por exemplo a Veiga de São Simão no rio Lima (Azevedo, 2002) que resulta da implementação de duas Diretivas comunitárias distintas: a Diretiva "Aves" e a Diretiva "Habitats" (Silva, 2012).

### 3.1.1. Ligação entre o ser humano e a água

A presença de água desempenha um papel muito importante na fixação humana, na sua qualidade de vida e desenvolvimento. O rio Minho, Lima e Cávado têm constituído, ao longo da história, um elemento nuclear na fixação da população minhota (Luís, 2014). Ao longo da sua extensão podemos perceber o património ligado a água, como os moinhos construídos sobre o rio (Figura 4), (Câmara de Braga, 2021) moinho em Vilar de Mouros e a ponte romana de Ponte de Lima, muito importantes para a procura de SEC pelos utilizadores das redes sociais.





**Figura 4-** Património ligado à água: a) Moinho desativado junto à Ponte do Bico em Palmeira (Fonte: Câmara de Braga, 2021), b) Moinho no rio Minho em Vilar de Mouros (Fonte: Pinterest, Fernando Igrejas) e c) Ponte romana de Ponte de Lima (Fonte: Flickr, José Carlos Babo).

### 3.2. Recolha e tratamento de dados das redes sociais

Neste estudo, os dados das redes sociais nomeadamente fotografias georreferenciadas foram retirados da plataforma Flickr (<https://www.flickr.com/>) (Nahuelhual *et al.*, 2013; Tenerelli *et al.*, 2016; Figueroa-Alfaro and Tang, 2017; Vaz *et al.*, 2018a; Hale *et al.*, 2019; Ghermandi *et al.*, 2020; Cardoso *et al.*, 2022) e da plataforma iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>) (Belaire *et al.*, 2015; Havinga *et al.*, 2020) publicados durante o ano 2018 e 2019 relacionadas com o rio Minho, Lima e Cávado (troço principal). Não foram utilizados os dados de 2020, 2021 ou 2022 uma vez que, não são representativos da realidade da procura pelos serviços culturais devido à Pandemia COVID-19, ou seja, não são anos exemplificativos da procura que os serviços culturais possam ter. O Flickr foi selecionado devido à sua alta cobertura temporal e ao facto de os utilizadores que usufruem desta plataforma serem geralmente mais “orientados para a natureza” (Zhang *et al.*, 2020). Assim, as fotografias que os utilizadores carregam na plataforma estão relacionadas com o ambiente e a natureza circundante (que engloba o âmbito deste estudo – o troço principal dos rios Minho, Lima e Cávado). O iNaturalist foi escolhido porque é uma das maiores plataformas para georreferenciação e identificação de espécies (Nugent, 2018). Outra plataforma como Wikiloc (<https://www.wikiloc.com>) foi equacionada como fonte de dados, mas

na impossibilidade de se poder selecionar as fotos por data, foi rejeitada. No entanto, foi utilizada como fonte de variáveis espaciais (Tabela 1). Em relação ao Regulamento Geral de Proteção de Dados 2016/679, os dados das redes sociais usados serão protegidos pelos direitos dos utilizadores. Mesmo os dados públicos que potencialmente contenham informação pessoal dos utilizadores das redes sociais foram mantidos anónimos durante o estudo. Foi feito o *download* dos dados fotográficos através do uso da *interface* do Flickr e iNaturalist, disponível gratuitamente, indicando uma janela de tempo (2018-2019) dos respetivos troços dos rios em estudo. Esses dados foram guardados num ficheiro Excel com os seguintes atributos: *id* do utilizador, data do *upload*, latitude, longitude, o link identificador da imagem (url). Depois do *download* das fotografias, foi utilizado o *software* QGIS 3.16.11 onde as coordenadas das respetivas fotografias foram inseridas através da ferramenta *numerical digitize*. Posteriormente, através das *shapefiles* pré-existentes dos respetivos rios foi feito um *buffer* de 20 metros, 100 metros e 500 metros. Foi selecionado o *buffer* de 500 metros porque nos fornece uma representatividade maior de fotografias visto que as fotografias não são publicadas em cima dos respetivos rios, mas sim nas imediações (Anexo I) e sujeitas a erros de localização/georreferenciação.

Seguidamente, foi feita a categorização das fotografias para que fossem integradas em quatro categorias selecionadas, intimamente ligadas com SEC relacionados com rios: i) Recreação/praias fluviais são fotografias onde está claro que o utilizador evidencia atividades como apanhar sol, nadar, e algum tipo de desporto que pode ser praticado em praias fluviais; ii) Herança histórica são fotografias onde está evidenciado monumentos históricos tais como igrejas, passadiços, pontes entre outras; iii) Biodiversidade são fotografias onde estão evidenciados seres vivos; iv) Paisagem são fotografias em que o utilizador está a evidenciar elementos da natureza em grande plano.

### 3.3. Recolha e tratamento das variáveis espaciais

Estes dados foram trabalhados através de variáveis espaciais explicativas (Tabela 1) com o objetivo de encontrar relações explicativas da procura por serviços culturais e mapear potencialmente os SEC da área em estudo. Estas variáveis foram inspiradas em estudos anteriores que mostraram a sua eficiência na explicação da procura por serviços culturais (Fonseca and

Santos, 2018; Clemente *et al.*, 2019; Vaz *et al.*, 2019; Vaz *et al.*, 2020; Crouzat *et al.*, 2022). Foi criada uma grelha de píxeis de 500 x 500 metros que será a métrica de estudo para as onze variáveis abordadas: i) ocupação do solo, ii) pontos de recreação e turismo, iii) distância das praias fluviais e pontos turísticos às áreas urbanas, iv) declive, v) precipitação média anual, vi) temperatura média anual, vii) número de trilhos, viii) popularidade de trilhos, ix) praias fluviais, x) áreas protegidas e xi) *viewshed dimension*. Todas estas variáveis foram recortadas pela grelha de píxeis e modeladas no *software* QGIS 3.16.11.

### 3.4. Modelo estatístico e preditivo

O número de fotografias relacionadas com os SEC em cada célula da grelha foi usado como variável resposta. Foram aplicados oito Modelos Lineares Generalizados (MLG) uma vez que os nossos dados não apresentam uma distribuição normal (Nelder and Wedderburn, 1972), e aplicámos uma distribuição de Poisson (uma vez que foram utilizados dados de contagem) (Burnham and Anderson, 2002) através da linguagem R (R, 2022) do *software* Rstudio (Rstudio, 2022). O primeiro modelo diz respeito ao número de fotos totais relativamente às variáveis resposta; os três modelos seguintes dizem respeito ao número de fotos pelas diferentes bacias hidrográficas; e por fim, os últimos modelos dizem respeito ao número de fotografias pelas quatro categorias de fotografias distintas. Primeiramente foi feito um teste de Spearman (Anexo II) para evitar autocorrelação e multicolinearidade entre variáveis explicativas, sendo que apenas preditores com um valor de teste de Spearman entre pares menor que 0,6 foram seleccionados (Fox and Weisberg, 2018; Vaz *et al.*, 2020). Assim, foram retiradas as variáveis precipitação média anual, que se correlaciona com a distância das praias fluviais, pontos turísticos a áreas urbanas e com a temperatura média anual; e o declive que se correlaciona com as praias fluvias. Assim, foram consideradas apenas nove variáveis finais para a construção dos modelos. Foram considerados valores estatisticamente significativos quando  $p < 0,05$ .

Tabela 1- Variáveis explicativas que potenciam o mapeamento de SEC relacionados rios.

| Variáveis explicativas   | Protocolo   | Métrica   | Referência dos dados  |
|--|---|---|---|
| <b>Ocupação do solo</b> (Acrónimo: OS)   | Função zonal estatística associa a classe da ocupação do solo com maior área no respetivo pixel                               | Maior área de ocupação do solo por pixel (área/pixel)                             | COS 2018 (Direção-Geral do Território, 2018)                        |
| <b>Pontos de recreação e turismo</b> (Acrónimo: PRT)                                       | Função contar pontos em polígonos que associa a cada pixel da grelha a quantidade de pontos de recreação e turismo existentes | Quantidade de pontos de recreação e turismo por pixel (nº pontos/pixel)           | <i>Open street map</i>  |
| <b>Distância das praias fluviais e pontos turísticos a áreas urbanas</b> (Acrónimo: APPAU) | Módulo NN join que calcula a distância dos pontos turísticos e praias fluviais às áreas urbanas por pixel                     | Distância dos pontos de turismo e praias fluviais às áreas urbanas (metros/pixel) | COS 2018, SNIAmb e <i>Open Street Map</i>                           |
| <b>Declive</b> (Acrónimo: DCL)   | Função estatística zonal que associou a cada pixel a média de declives para os respetivos píxeis                              | Média de todos os declives presentes no pixel (metros/pixel)                      | Modelo Europeu de Elevação Digital (EU-DEM) (produto da Copernicus) |
| <b>Precipitação média anual</b> (Acrónimo: PMA)  | Função estatística zonal que associa a média da precipitação média anual para os respetivos píxeis                            | Média da precipitação média anual por pixel (mm/pixel)                            | (Fonseca and Santos, 2018)  |

Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| <b>Temperatura média anual</b><br>(Acrónimo: TMA) | Função estatística zonal que associa a média da temperatura média anual para os respetivos píxeis  | Média da temperatura média anual por píxel (°C/píxel)                              | (Fonseca and Santos, 2018)  |
| <b>Número de trilhos</b> (Acrónimo: NT)           | Função soma dos comprimentos de linha que associa o comprimento dos trilhos e a quantidade de trilho que intercetam os respetivos píxeis.  | Quantidade de trilhos que aparecem no píxel (nº de trilhos/ píxel)                 | Wikiloc   |
| <b>Popularidade de trilhos</b><br>(Acrónimo: PT)  | Função juntar atributos por localização que associa o número de vezes que o trilho foi repetido nos respetivos píxeis  | Quantidade de vezes que um trilho específico foi repetido (popularidade/ píxel)    | Wikiloc   |
| <b>Praias Fluviais</b> (Acrónimo: P)              | As praias fluviais foram mapeadas pela localização indicada no SNIAmb. Posteriormente, foram mapeadas outras praias através do Google Satélite que não estavam indicadas. Foi utilizada a função estatística zonal que permitiu associar a área das praias fluviais para os respetivos píxeis. | Área das praias fluviais presentes no píxel (m <sup>2</sup> /píxel)                | SNIAmb (Sistema nacional de informação do ambiente) e Google Satélite   |
| <b>Viewshed dimension</b><br>(Acrónimo: VD)       | Módulo “análise de visibilidade” que cria pontos sobre os píxeis com base no DEM num raio de 5 km. Este módulo associa a visão/ ou não visão dos respetivos pontos sobre os outros   | Quantidade de pontos que são vistos por píxel ( <i>Viewshed dimension</i> / píxel) | Modelo Europeu de Elevação Digital (EU-DEM) (produto da Copernicus)   |
| <b>Áreas Protegidas</b> (Acrónimo: AP)            | Os píxeis que coincidem com as áreas protegidas foram atribuídos com o número 1 e os que não coincidem foram atribuídos com 0.   | Presença ou ausência de áreas protegidas no píxel                                  | ICNF no geocatalogo e Diretiva Quadro da Água em rios retirada da <i>European Environment Agency</i> (datada de 2016) |

### 3.5. Inferência de modelos múltiplos

Depois de aplicados os Modelos Lineares Generalizados, foram feitas cinco inferências de modelos múltiplos para cada categoria de fotografias. Estas inferências de modelos múltiplos selecionam as variáveis que melhor explicam a distribuição das fotografias consoante o critério de informação de Akaike (AIC), peso de inferência do multimodelo (Weight) e desvio ajustado explicado (D2).

O Critério de Informação de Akaike (AIC) de cada modelo foi tido em conta na nossa análise, ou seja, quanto menor for o valor de AIC mais explicativo é o modelo e conseqüentemente mais o modelo se aproxima aos dados com a menor perda de informação possível (Link and Barker, 2006; Arnold, 2010). O peso de inferência do multimodelo (Weight) é a probabilidade de um determinado modelo ser mais explicativo do que outro utilizando o AIC (Burnham *et al.*, 2004; Link and Barker, 2006). Por fim, o desvio ajustado explicado (D2) utiliza o modelo com o seu erro associado e faz uma avaliação do ajuste do modelo (Hale *et al.*, 2019).

### 3.6. Mapeamento potencial dos SEC relacionados com rios

Para fazer o mapeamento potencial dos SEC relacionados com os rios foram utilizadas as variáveis espaciais selecionadas da inferência de modelos múltiplos. Cada variável espacial foi reclassificada no *software* QGIS 3.16.11. de 1 a 5 (Tabela 2) em intervalos iguais. Posteriormente, cada mapa de cada variável foi somado e dividido aritmeticamente pelo número de variáveis que constituíam o melhor modelo das categorias em questão. Foi considerado fazer uma média ponderada entre as variáveis, mas essa possibilidade foi descartada uma vez que todas as variáveis que entravam no melhor modelo apresentavam  $p < 0,05$  nos Modelos Lineares Generalizados tendo todas as variáveis significância estatística e o mesmo peso na construção dos mapas.

**Tabela 2-** Reclassificação das variáveis explicativas para o mapeamento potencial dos SEC relacionados com rios.

| Variáveis explicativas   | Unidades   |
|--|--|
| <b>Áreas protegidas</b> (Acrónimo: AP)   | 1= não existe área protegida 5=área protegida  |
| <b>Distância das praias fluviais e pontos turísticos a áreas urbanas</b> (Acrónimo: APPAU) | 1- 24907,26 a 19925,81 metros<br>2- 19925,81 a 14944,36 metros<br>3- 14944,36 a 9962,91 metros<br>4- 9962,91 a 4981,46 metros<br>5- 4981,46 a 0 metros   |
| <b>Número de trilhos</b> (Acrónimo: NT)  | 1- 0 trilhos<br>2- 1 trilhos<br>3- 2 trilhos<br>4- 3 a 5 trilhos<br>5- 6 a 7 trilhos   |
| <b>Ocupação do solo</b> (Acrónimo: OS)   | 1- Espaços descobertos ou com pouca vegetação, Matos, Pastagens e Agricultura (Ano 2018-2019)<br>1- Agricultura, Espaços descobertos ou com pouca vegetação, Florestas, Massas de água superficiais, Matos e Zonas húmidas (Ano relativo à pandemia COVID-19)<br>5- Zonas húmidas (Biodiversidade, Ano 2018-2019)<br>5- Massas de água superficiais (Paisagem ,Ano 2018-2019)<br>5- Territórios artificializados (Herança Histórica e todas as fotos ,Ano 2018-2019)<br>5- Floresta (Todas as fotos ,Ano 2018-2019)<br>5- Territórios Artificializados (Biodiversidade e Todas as fotos, Ano relativo à pandemia COVID-19) |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Praias Fluviais (Acrónimo: P)</b></p>                 | <p>1- 0 a 67487,86 metros<sup>2</sup><br/>                 2- 67487,87 a 134975,71 metros<sup>2</sup><br/>                 3- 134975,72 a 202463,57 metros<sup>2</sup><br/>                 4- 202463,58 a 269951,42 metros<sup>2</sup><br/>                 5- 269951,43 a 337439,28 metros<sup>2</sup></p> |
| <p><b>Pontos de recreação e turismo (Acrónimo: PRT)</b></p> | <p>1- 0 a 81 pontos<br/>                 2- 82 a 162 pontos<br/>                 3- 163 a 242 pontos<br/>                 4- 243 a 323 pontos<br/>                 5- 324 a 404 pontos</p>   |
| <p><b>Popularidade de trilhos (Acrónimo: PT)</b></p>        | <p>1- 0 a 308 repetições de trilho<br/>                 2- 309 a 616 repetições de trilho<br/>                 3- 617 a 924 repetições de trilho<br/>                 4- 925 a 1232 repetições de trilho<br/>                 1233 a 1540 repetições de trilho</p>   |
| <p><b>Temperatura média anual (Acrónimo: TMA)</b></p>       | <p>1- 10 aos 11 graus<br/>                 2- 11,1 aos 12 graus<br/>                 3- 12,1 aos 13 graus<br/>                 4- 13,1 aos 14 graus<br/>                 5- 14,1 aos 15 graus</p>  |
| <p><b><i>Viewshed dimension</i> (Acrónimo: VD)</b></p>      | <p>1- 0 a 11 pontos<br/>                 2- 12 a 21 pontos<br/>                 3- 22 a 32 pontos<br/>                 4- 33 a 42 pontos<br/>                 5- 43 a 53 pontos</p>  |



### 3.7. Comparação entre o mapeamento potencial de SEC e o mapeamento participativo

O mapeamento participativo foi feito através da organização de três workshops no âmbito do projeto River2Ocean (<https://river2ocean.pt/>). Foram selecionadas e convidadas várias pessoas ligadas à administração de empresas ou entidades locais e regionais diretamente interligadas com os serviços dos ecossistemas. Através de uma ficha informativa de vários serviços foi pedido que, em grupos de 2 ou 3 pessoas, assinalassem no mapa da bacia hidrográfica (A3 a cores) quais os serviços dos ecossistemas mais produzidos. Para este exercício apenas consideramos os pontos correspondentes aos serviços culturais.

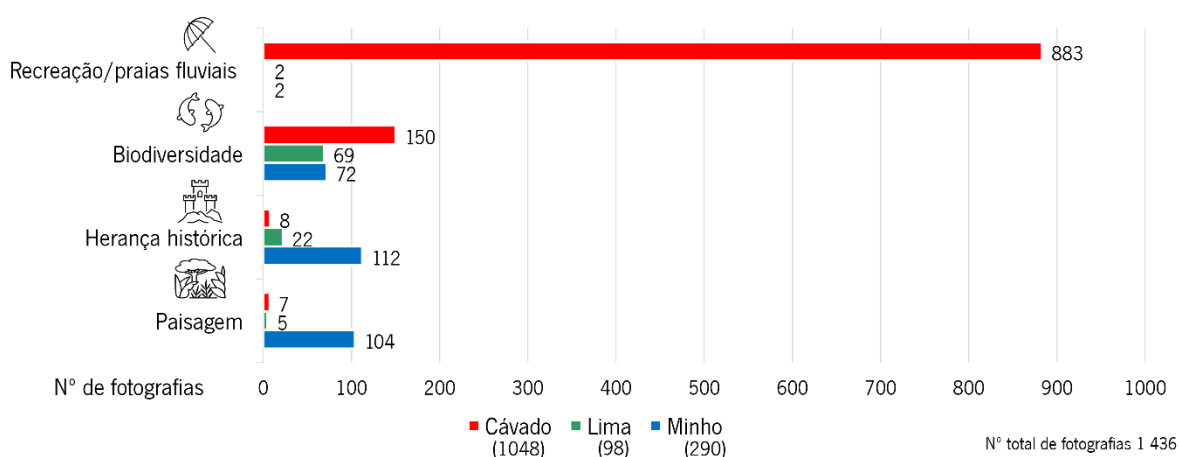
### 3.8. Validação da metodologia proposta através de dados fotográficos correspondentes ao período mais restritivo da pandemia COVID-19

Foi feito o *download* nas plataformas Flickr e iNaturalist de fotografias correspondentes ao ano mais restritivo da pandemia COVID-19 (março de 2020 a março de 2021) de modo a percebermos se em anos atípicos a metodologia descrita acima se pode aplicar e de que maneira as variáveis espaciais mudam durante um período temporal diferente do selecionado.

## 4. Resultados

### 4.1. Fotografias das redes sociais

A nível geral a categoria recreação/ praias fluviais foi a mais representada com 62% de 1436 fotografias recolhidas, sendo que 883 dessas fotografias correspondem a um só ponto geográfico coincidente com a Praia Fluvial de Merelim (São Paio) em Braga. A categoria herança histórica foi a categoria mais frequentemente representada no rio Minho (39%) (Figura 5). No rio Lima, a categoria mais representada nas fotografias foi a biodiversidade (70%). No rio Cávado, a categoria mais representada foi recreação/ praias fluviais (84%).



**Figura 5-** Número de fotografias do Flickr e iNaturalist de cada categoria de serviços culturais no Rio Cávado, Lima e Minho entre 2018 e 2019.

### 4.2. Relação entre a ocorrência das fotografias e as variáveis espaciais

No modelo linear generalizado com as fotografias das três bacias hidrográficas (Anexo X), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram os pontos de recreação e turismo, a temperatura média anual, o número de trilhos e praias fluviais ( $p < 0,001$ ).

No modelo linear generalizado da bacia do rio Cávado (Anexo VII), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram a temperatura média anual, número de trilhos e praias fluviais ( $p < 0,001$ ).

No modelo linear generalizado da bacia do rio Lima (Anexo VIII), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram os pontos de recreação e turismo, o número

de trilhos ( $p < 0,001$ ), a presença de florestas, de territórios artificializados e de zonas húmidas ( $p < 0,01$ ).

No modelo linear generalizado do rio Minho (Anexo IX) as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram os pontos de recreação e turismo, o número de trilhos ( $p < 0,001$ ), e a presença de zonas húmidas ( $p < 0,05$ ),

No modelo linear generalizado da categoria de biodiversidade (Anexo III), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram a presença de florestas, territórios artificializados, zonas húmidas, número de pontos de recreação e turismo, temperatura média anual e o número de trilhos ( $p < 0,001$ ), e a presença de áreas protegidas ( $p < 0,01$ ).

No modelo linear generalizado da categoria recreação e praias fluviais (Anexo IV), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram os pontos de recreação e turismo, a distância a áreas urbanas, a temperatura média anual, o número de trilhos, a presença de praias fluviais, de áreas protegidas e a *viewshed dimension* ( $p < 0,001$ ).

No modelo linear generalizado da categoria de paisagem (Anexo V), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram a presença de massas de água superficiais, pontos de recreação e turismo, distância a áreas urbanas, número de trilhos e a presença de áreas protegidas ( $p < 0,001$ ), a presença de territórios artificializados, a popularidade de trilhos e a *viewshed dimension* ( $p < 0,01$ ) e a presença de florestas ( $p < 0,05$ ).

No modelo linear generalizado da categoria de herança histórica (Anexo VI), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram os pontos de recreação e turismo, o número de trilhos ( $p < 0,001$ ), a presença de territórios artificializados ( $p < 0,01$ ), a distância a áreas urbanas, temperatura média anual e as áreas protegidas ( $p < 0,05$ ).

### 4.3. Inferência de modelos múltiplos

Depois de correr os modelos com as diversas combinações de variáveis, a inferência de modelos múltiplos selecionou como melhor modelo para a categoria biodiversidade (Tabela 3) aquele que tinha as seguintes variáveis: presença de áreas protegidas, distância a áreas urbanas, número de trilhos, ocupação do solo, pontos de recreação e turismo, temperatura média anual e *viewshed dimension*. O modelo da categoria recreação/praias fluviais é constituído pelas seguintes variáveis: presença de áreas protegidas, distância a áreas urbanas, número de trilhos, praias fluviais, pontos de recreação e turismo, temperatura média anual e *viewshed dimension*. O modelo

da categoria paisagem é constituído pelas seguintes variáveis: presença de áreas protegidas, distância a áreas urbanas, número de trilhos, ocupação do solo, pontos de recreação e turismo, popularidade de trilhos, temperatura média anual e *viewshed dimension*. O modelo da categoria herança histórica é constituído pelas seguintes variáveis: presença de áreas protegidas, distância a áreas urbanas, número de trilhos, ocupação do solo, praias fluviais, pontos de recreação e turismo e temperatura média anual. Por fim, o modelo com todas as fotografias é constituído pelas seguintes variáveis: presença de áreas protegidas, distância a áreas urbanas, número de trilhos, ocupação do solo, praias fluviais, pontos de recreação e turismo, temperatura média anual e *viewshed dimension*.

No geral, as variáveis espaciais que se repetem em todos os modelos foram a presença de áreas protegidas, distância a áreas urbanas, número de trilhos, pontos de recreação e turismo e temperatura média anual. As variáveis espaciais significativas dos resultados dos modelos GLM são congruentes com os resultados da inferência dos melhores modelos na visão geral de todas as categorias de fotografias.

Em relação aos valores de AIC na Tabela 3, o valor de AIC mais alto é correspondente ao modelo de todas as fotografias e o mais baixo é o modelo relativo a categoria herança histórica; assim, podemos dizer que o modelo da categoria herança histórica apresenta um AIC baixo que pode indicar ser um bom modelo uma vez que quanto menor o valor de AIC menor a perda de informação da explicação das variáveis espaciais para com a variável de resposta que neste caso são as fotografias. Em relação ao *weight* o valor mais baixo é do modelo da biodiversidade e o mais alto é da recreação/praias fluviais, sendo este o modelo mais provável de ser o mais explicativo nesta métrica. Por fim, em relação ao D2 o valor mais baixo é o da categoria paisagem e o maior de todas as fotos e recreação/praias fluviais podendo dizer que estes últimos dois modelos referidos tem um maior erro associado.

**Tabela 3** - Resultados de inferência de vários modelos: Critério de informação de Akaike (AIC), peso de inferência do multimodel (Weight) e desvio ajustado explicado (D2) dos modelos de inferência com os melhores resultados das variáveis explicativas para cada categoria dos SEC (inferidos a partir do conteúdo das fotografias das redes sociais).

| Melhores modelos para cada categoria  | AIC  | Weight | D2   |
|---|------|--------|------|
| <b>Todas as fotos</b><br>(AP+ APPAU + NT + OS+ P + PRT + TMA + VD)          | 8634 | 0,44   | 0,99 |
| <b>Biodiversidade</b><br>(AP+ APPAU + NT + OS + PRT + TMA + VD)             | 1561 | 0,25   | 0,47 |
| <b>Recreação/ Praias Fluviais</b><br>(AP + APPAU + NT + P + PRT + TMA + VD) | 521  | 1      | 0,99 |
| <b>Paisagem</b><br>(AP+ APPAU + NT + OS + PRT + PT + TMA + VD)              | 634  | 0,33   | 0,62 |
| <b>Herança Histórica</b><br>(AP+ APPAU + NT + OS + P + PRT + TMA)           | 420  | 0,47   | 0,77 |

#### 4.4. Mapeamento potencial de SEC relacionados com rios

As projeções espaciais dos SEC relacionados com os rios (Figuras 6 e 7) mostram que, de um modo geral, as zonas mais perto da costa, relacionadas com os estuários, apresentam um potencial maior para fornecer os SEC. No caso da categoria herança histórica, os *hotspots* de serviços culturais no rio Minho encontram-se na zona de Caminha e Vila Nova de Cerveira. No rio Lima esta categoria não é muito predominante, tendo maior influência na zona de Viana do Castelo. No rio Cávado esta categoria é mais predominante na zona de Esposende e Braga. No caso da categoria recreação/praias fluviais esta é muito influente na zona de Caminha apresentando a pontuação máxima. No caso das categorias de paisagem e biodiversidade a zona mais influente é em Caminha, com maior influência da biodiversidade em Esposende. Os locais com menor potencial para oferecer os SEC relacionados com os rios não variam de categoria para categoria, ou seja, o rio Minho tem menor potencial na região de Melgaço; o rio Lima na região de Ponte de Lima; e o rio Cávado na região de Póvoa de Lanhoso e de Montalegre. Reitera-se que as fotografias e as análises espaciais só foram feitas para os troços principais dos rios Minho, Lima e Cávado, excluindo as potencialidades dos rios afluentes.



**Figura 6-** Projeção espacial dos SEC de todas as fotografias sem categoria. O vermelho representa os locais com maior potencial e a verde escuro os locais com menor potencial segundo as variáveis espaciais seleccionadas.

## Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal

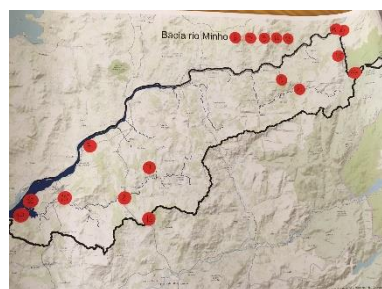


**Figura 7-** Projeção espacial dos SEC para cada categoria de fotografias. O vermelho representa os locais com maior potencial e a verde escuro os locais com menor potencial segundo as variáveis espaciais selecionadas.

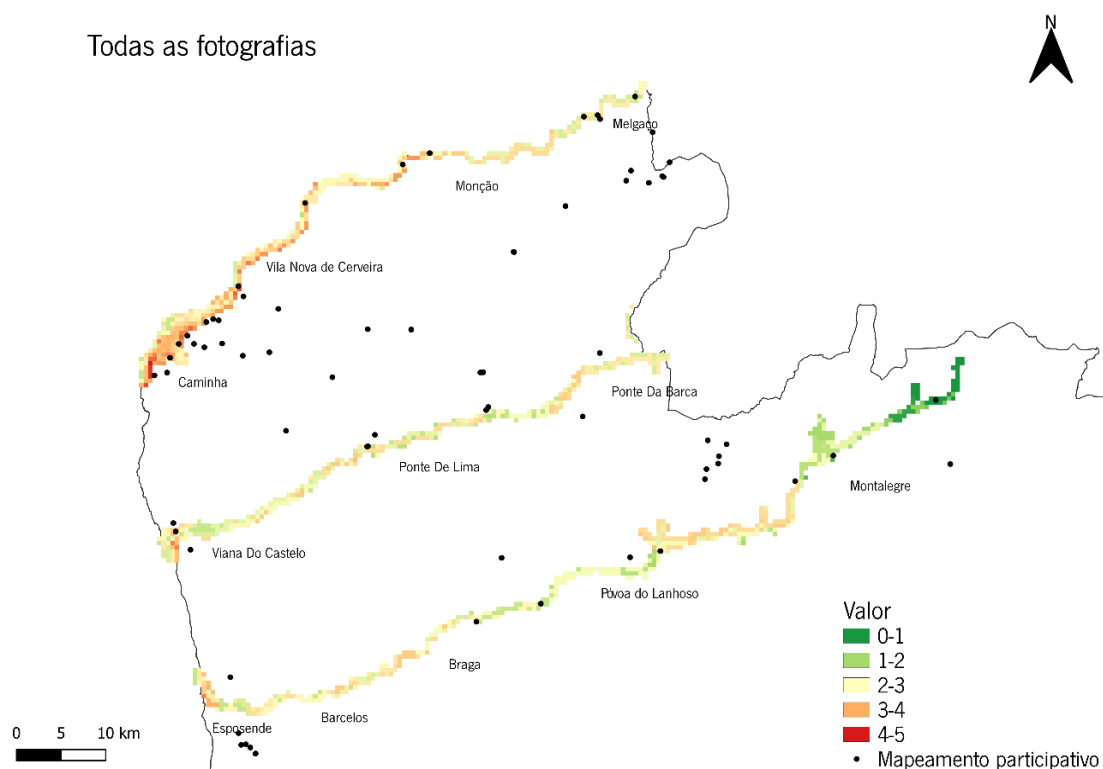
### 4.5. Comparação entre o mapeamento potencial de SEC e o mapeamento participativo

Tal como referido no ponto anterior, os locais que apresentam um maior potencial para os serviços dos ecossistemas culturais através do mapeamento potencial são as zonas de Caminha e Vila Nova de Cerveira no caso do rio Minho, Viana do Castelo no caso do rio Lima, e Esposende no caso do rio Cávado (Figura 7). Comparando estes dados com os do mapeamento participativo (Figura 8) podemos dizer que são bastante congruentes principalmente na zona de Caminha e Esposende.

## Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal



Todas as fotografias



**Figura 8-** Sobreposição do mapeamento potencial dos SEC relacionados com os rios (Figura 7) com o mapeamento participativo relativo a todos os serviços culturais realizado em três workshops nos âmbito do projeto River2Ocean (março e abril de 2022).

Alguns dos pontos do mapeamento participativo não estão sobrepostos sobre o troço principal do rio, provavelmente devido a não termos tido em conta os afluentes dos três rios. Embora com menor dimensão, os afluentes são bastante importantes para os cidadãos principalmente os que vivem nessas regiões ou então que tem os seus negócios nesses locais. Entre Terras do Bouro e Vila Verde encontra-se o rio Homem, um dos principais afluentes do rio Cávado, situado na serra do Gerês, e que através do mapeamento participativo conseguimos constatar que é um local onde as pessoas consideram que os SEC relacionados com os rios são mais providenciados e procurados (Figura 8).



#### 4.6. Validação da metodologia proposta através de dados fotográficos correspondentes ao período mais restritivo da pandemia COVID-19

Os dados fotográficos correspondentes ao ano de medidas mais restritivas relativas à pandemia COVID-19, entre março de 2020 a março de 2021 (Figura 9) são bastante diferentes daqueles que obtivemos na média anual 2018/2019. Ao compararmos os dados podemos observar primeiramente que o número de fotografias total é muito menor descendo de 874 para 312 fotografias. Além disso, as fotografias foram reduzidas a duas categorias, biodiversidade e herança histórica, sendo a categoria biodiversidade é a mais representativa constituindo 98% do total de fotografias no rio Cávado, 99% no rio Lima e 91% no rio Minho.

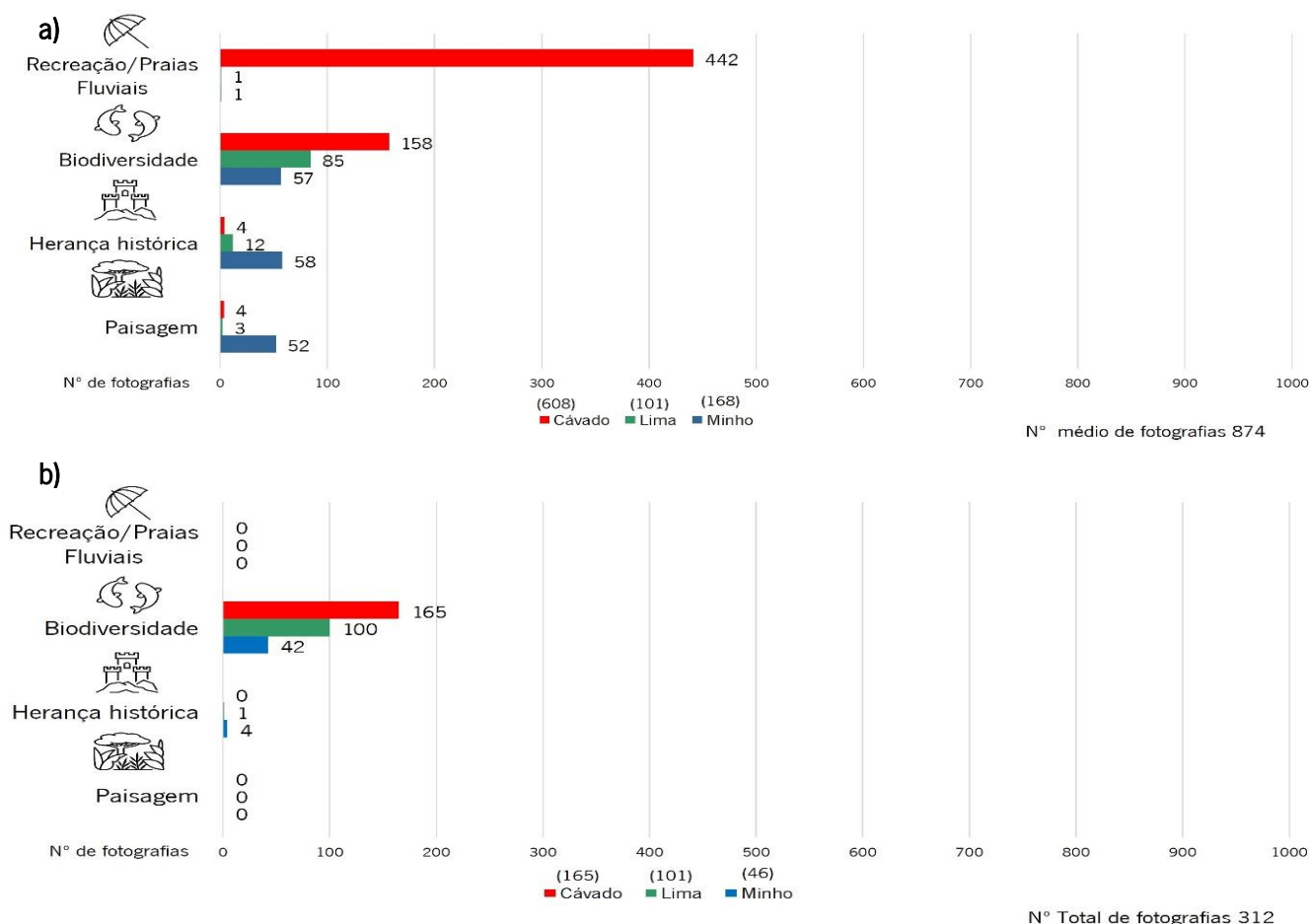


Figura 9- a) Média anual 2018 e 2019 para efeitos de comparação b) Número de fotografias do Flickr e iNaturalist de cada categoria de serviços culturais nos rios Cávado, Lima e Minho no período de medidas mais restritivas durante a pandemia COVID-19.

No modelo linear generalizado com todas as fotografias da área de estudo nas três bacias hidrográficas (Anexo XIII), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram a presença territórios artificializados, pontos de recreação e turismo, temperatura média anual, número de trilhos e viewshed dimension ( $p < 0,001$ ).

No modelo linear generalizado da bacia do rio Cávado (Anexo XIV), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram a presença de massas de água superficiais, a presença de territórios artificializados, pontos de recreação e turismo, a temperatura média anual, número de trilhos, praias fluviais, viewshed dimension ( $p < 0,001$ ), e a presença de áreas protegidas ( $p < 0,01$ ).

No modelo linear generalizado da bacia do Lima (Anexo XV), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram a presença de florestas, número de trilhos ( $p < 0,001$ ), pontos de recreação e turismo ( $p < 0,01$ ), a presença de matos, zonas húmidas e áreas protegidas ( $p < 0,05$ ).

No modelo linear generalizado do Minho (Anexo XVI), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram a presença de zonas húmidas ( $p < 0,01$ ) e número de trilhos ( $p < 0,001$ ).

No modelo linear generalizado da categoria de biodiversidade (Anexo XI), as variáveis espaciais que melhor explicaram a distribuição das fotografias foram a presença de territórios artificializados, pontos de recreação e turismo, temperatura média anual, o número de trilhos e viewshed dimension ( $p < 0,001$ ), a distância a áreas urbanas ( $p < 0,01$ ), a presença de massas de água, de zonas húmidas e, por fim, as praias fluviais ( $p < 0,05$ ).

No modelo linear generalizado da categoria de herança histórica (Anexo XII) não encontramos qualquer relação explicativa entre as variáveis espaciais e as fotografias desta categoria.

Em relação à inferência de modelos múltiplos (Tabela 4), o modelo da biodiversidade é constituído pelas seguintes variáveis: distância a áreas urbanas, número de trilhos, ocupação do solo, praias fluviais, pontos de recreação e turismo, popularidade de trilhos, temperatura média

anual e *viewshed dimension*. O modelo da categoria herança histórica é constituído pelas seguintes variáveis: número de trilhos e pontos de recreação e turismo. Por fim, o modelo com o total de fotografias é constituído pelas seguintes variáveis: distância a áreas urbanas, número de trilhos, ocupação do solo, praias fluviais, pontos de recreação e turismo, popularidade de trilhos, temperatura média anual e *viewshed dimension*. Em relação aos valores de AIC na Tabela 4, o valor de AIC mais alto é correspondente ao modelo de todas as fotografias e o mais baixo é correspondente ao modelo relativo à categoria herança histórica. Em relação ao *weight*, o valor mais baixo é do modelo da herança histórica e o mais alto é o de todas as fotografias, sendo que este parece corresponder ao modelo mais explicativo segundo esta métrica. Por fim, em relação ao D2, o valor mais baixo é o da herança histórica e o maior corresponde a todas as fotos e à categoria biodiversidade, podendo dizer-se que estes últimos dois modelos têm um grande erro associado.

Se compararmos os dados obtidos no ano 2018-2019 com os dados referentes ao ano de maiores restrições da pandemia COVID-19, podemos verificar algumas diferenças. A primeira grande diferença é apenas haver duas categorias de fotografias tal como foi referido no início desta secção. Por outro lado, o modelo linear generalizado aplicado a todas as fotos do ano mais restritivo relativo à pandemia COVID-19 e o modelo do ano 2018-2019 têm em comum a significância das variáveis explicativas espaciais pontos de recreação e turismo, temperatura média anual e número de trilhos. No ano do período mais restritivo da COVID-19 também foram relevantes as variáveis explicativas ocupação do solo/territórios artificializados e a *viewshed dimension*, e no ano 2018-2019 a variável praias fluviais apresentaram valores significativos. No caso da biodiversidade, os diferentes modelos salientam a significância da ocupação do solo/territórios artificializados, pontos de recreação e turismo, temperatura média anual, número de trilhos, e ocupação do solo/zonas húmidas. No que respeita às diferenças, no caso do modelo do ano mais restritivo da COVID-19 salientam-se as variáveis explicativas *viewshed dimension*, distância das praias fluviais e pontos turísticos a áreas urbanas, ocupação do solo/ águas superficiais e praias fluviais, e no modelo do ano 2018-2019 têm maior capacidade preditiva as variáveis ocupação do solo/florestas e áreas protegidas. Por fim, em relação a herança histórica o modelo linear generalizado não teve nenhuma relação significativa entre a variável de resposta

(fotografias) e as variáveis espaciais. Isto contrasta com o observado para o ano 2018-2019 em que se obteve uma relação significativa com os pontos de recreação e turismo, ocupação do solo/territórios artificializados, distância das praias fluviais e pontos turísticos a áreas urbanas, temperatura média anual e áreas protegidas.

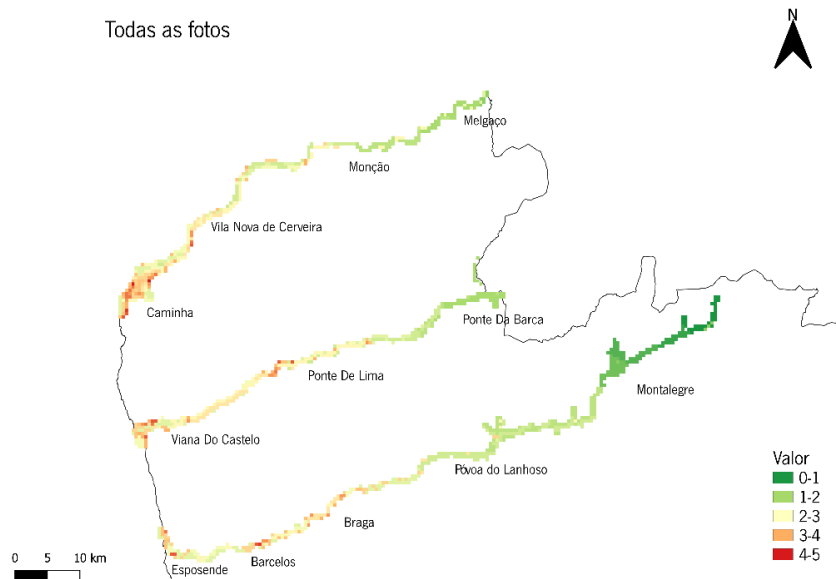
No caso da inferência de modelos múltiplos (Tabela 4) para o total de fotografias, quase todas as variáveis explicativas são as mesmas, diferindo apenas na popularidade de trilhos no ano mais restritivo da COVID-19 e nas áreas protegidas no ano 2018-2019. No caso da categoria biodiversidade, quase todas as variáveis explicativas são as mesmas, diferindo apenas nas praias fluviais e na popularidade de trilhos no ano mais restritivo da COVID-19, e nas áreas protegidas no ano 2018-2019. Por fim, a herança histórica é a que apresenta uma diferença maior nas variáveis que construíram o melhor modelo da inferência. Neste caso, o número de trilhos e pontos de recreação e turismo foram os mais significativos no ano mais restritivo da COVID-19, ao contrário do ano 2018-2019 onde o modelo foi construído pelas variáveis anteriores e também pelas variáveis áreas protegidas, distância das praias fluviais e pontos turísticos a áreas urbanas, ocupação do solo, praias fluviais e temperatura média anual. Os valores obtidos na categoria herança histórica no ano mais restritivo da COVID-19 não podem ser comparáveis, nem representativos uma vez que, não foi obtido um número suficientemente representativo de fotografias.

No caso do AIC, vemos que os valores mais baixos e mais altos correspondem às mesmas categorias, ou seja, o valor maior de AIC corresponde a todas as fotografias e o menor valor à categoria herança histórica. Em relação ao *weight* e ao D2 as variáveis não são correspondentes nos dois anos analisados uma vez que no ano mais restritivo da COVID-19 não tivemos fotografias relativas a recreação/praias fluviais e paisagem.

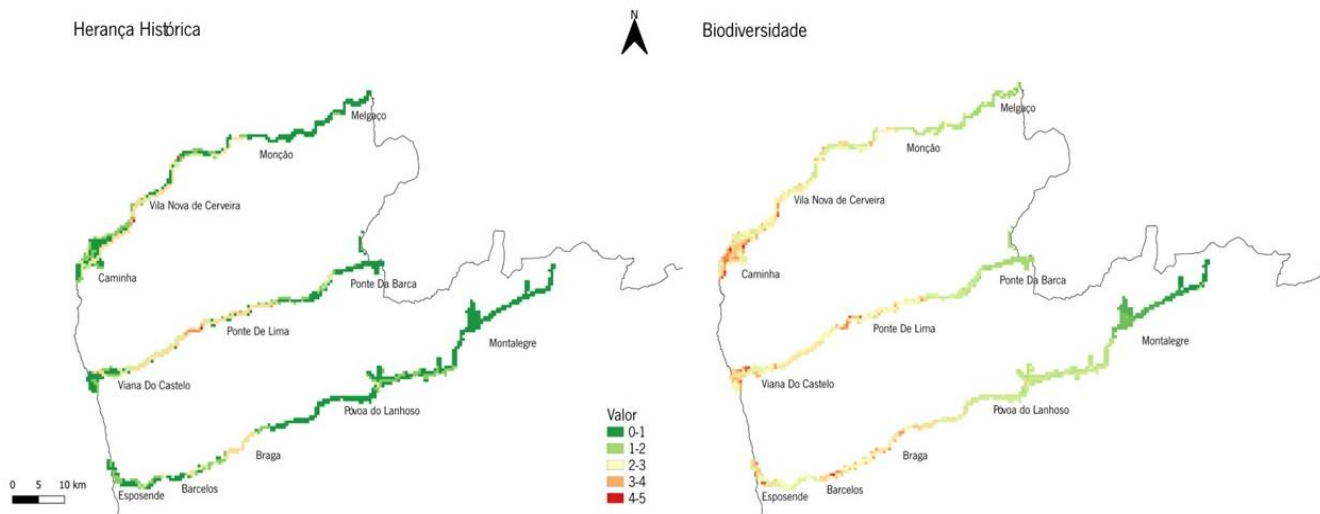
Posteriormente, foi feita uma reclassificação das variáveis espaciais (Tabela 2), tal como descrito na secção 3.6 para as categorias biodiversidade e herança histórica, através da inferência de modelos múltiplos para o mapeamento potencial de SEC relacionados com os rios. Em relação as projeções espaciais (Figuras 10 e 11) verificámos que no caso da categoria herança histórica no rio Minho, a zona que apresenta a pontuação mais alta é Vila Nova de Cerveira e algumas

zonas perto de Monção. No caso do rio Lima, a zona de Ponte de Lima é aquela que apresenta uma pontuação mais elevada. Finalmente, no caso do rio Cávado, é Braga que apresenta uma pontuação mais elevada embora nenhum sítio deste troço de rio apresente a pontuação muito elevada. Em relação às regiões com pontuação mais baixa, podemos apontar para Caminha e Melgaço no rio Minho, Viana do Castelo e Ponte da Barca no rio Lima, e para Esposende, Barcelos, Póvoa do Lanhoso e Montalegre no rio Cávado. Esta incongruência no caso da categoria herança histórica pode ser explicada pelo número bastante baixo e pouco representativo de fotografias recolhidas nas redes sociais. Como apenas cinco de um total de 312 fotografias foram classificadas nesta categoria, a robustez estatística e a capacidade preditiva é muito baixa. Na verdade, esta categoria não teve nenhuma relação significativa com nenhuma das variáveis espaciais (Anexo XIII) e a inferência do modelo também apresentou valores bastante abaixo (Tabela 4) do que foram encontrados anteriormente. A categoria biodiversidade é congruente com a projeção anterior, em que as pontuações mais altas são nas zonas litorais. No rio Minho a pontuação mais elevada é na zona de Caminha, no rio Lima em Viana do Castelo e Ponte de Lima, e no rio Cávado em Esposende, Barcelos e Braga. O local com pontuação mais baixa no rio Minho corresponde a Melgaço, no rio Lima a Ponte da Barca, e no rio Cávado a Montalegre.

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*



**Figura 10-** Projeção espacial dos SEC de todas as fotografias sem categoria. O vermelho representa os locais com maior potencial e a verde escuro os locais com menor potencial segundo as variáveis espaciais selecionadas.



**Figura 11-** Projeção espacial dos SEC para cada categoria de fotografias. O vermelho representa os locais com maior potencial e a verde escuro os locais com menor potencial segundo as variáveis espaciais selecionadas.

**Tabela 4-** Resultados de inferência de vários modelos: Critério de informação de Akaike (AIC), peso de inferência do multimodel (Weight) e desvio ajustado explicado (D2) dos modelos de inferência com os melhores resultados das variáveis explicativas para cada categoria dos SEC (inferidos a partir do conteúdo das fotografias das redes sociais no ano do período mais restritivo relativo à pandemia COVID-19 ( as variáveis e valores a verde são as correspondentes à inferência dos modelos relativos ao ano de 2018-2019 para efeitos de comparação).

| Melhores modelos para cada categoria   | AIC                                       | Weight                                    | D2  |
|--|---|---|---|
| <p><b>Todas as fotos</b><br/>                     (APPAU+NT+OS+P+PRT+PT+TMA+VD)<br/>                     (AP+ APPAU + NT + OS+ P + PRT + TMA + VD)</p> | <p>1646<br/>                     8634</p> | <p>0,58<br/>                     0,44</p> | <p>0,47<br/>                     0,99</p> |
| <p><b>Biodiversidade</b><br/>                     (APPAU+ NT+ OS+ P+PRT+PT+TMA+VD)<br/>                     (AP+ APPAU + NT + OS + PRT + TMA + VD)</p> | <p>1638<br/>                     1561</p> | <p>0,57<br/>                     0,25</p> | <p>0,47<br/>                     0,47</p> |
| <p><b>Herança Histórica</b><br/>                     (NT+PRT)<br/>                     (AP+ APPAU + NT + OS + P + PRT + TMA)</p>                       | <p>40<br/>                     420,30</p> | <p>0,10<br/>                     0,47</p> | <p>0,08<br/>                     0,77</p> |

## 5. Discussão

### 5.1. Os SEC relacionados com os rios

Este trabalho teve como principal objetivo descrever uma metodologia eficiente para mapear o potencial que os SEC relacionados com os rios para a região do Noroeste de Portugal através de dados das redes sociais nomeadamente fotografias, e de que forma as variáveis espaciais explicativas se relacionam com a presença dessas fotografias.

Na análise das fotografias das redes sociais Flickr e iNaturalist (Figura 5), a contribuição das fotografias por categoria foi bastante diferenciada, o que sugere que os utilizadores das redes sociais apreciam diferentes SEC nas três diferentes bacias. Recreação/praias fluviais têm uma maior prevalência na bacia do Cávado, sugerindo que os visitantes nestas zonas apreciam mais os SEC relacionados com desportos aquáticos, apanhar sol, banharem-se nos dias mais quentes nas lagoas e rios e fazer caminhadas em trilhos. Também é das três bacias a que apresenta mais praias fluviais e com ótima qualidade de água para atividades balneares (Oliveira, 2019). Deste modo apresenta mais condições de acesso para este tipo de serviços culturais. A biodiversidade apresenta uma maior prevalência na bacia do rio Lima o que vai ao encontro com alguns trabalhos que sugerem que a presença de áreas protegidas promove uma maior valorização da biodiversidade e que está intimamente ligada aos serviços culturais, nomeadamente os de espiritualidade e de identidade cultural (Richards and Friess, 2015; Haines-Young and Potschin, 2018; Vaz *et al.*, 2020). Neste caso, a área protegida que podemos destacar é o Parque Nacional da Peneda-Gerês que é o único parque nacional em território português, neste caso em específico devemos destacar a zona de Lindoso que abrange o rio Lima. Esta zona também reúne três tipos de habitats prioritários, tais como as charnecas húmidas atlânticas meridionais de *Erica ciliaris* e *Erica tetralix*, as florestas aluviais residuais à base de amieiros (*Alnus glutinosa*), e as turfeiras de cobertura das terras baixas. As comunidades piscícolas, nomeadamente de espécies migradoras como a lampreia (*Petromyzon marinus*), o salmão (*Salmo salar*) e o sável (*Alosa alosa*), encontram neste rio ainda boas condições para a sua sobrevivência, assim como as aves aquáticas, nomeadamente em locais ribeirinhos como a Veiga de São Simão, com especial importância para a conservação (Silva, 2012). Todos estes fatores biológicos poderão ser impulsionadores para que



os utilizadores se foquem mais nas fotografias de biodiversidade em volta da bacia do Lima. Por fim, herança histórica é a categoria mais representada no rio Minho. O rio Minho apresenta perto das suas margens alguns monumentos ou infraestruturas tais como, a Catedral de Tui e a Ponte Rodoferroviária de Valença, que poderão atrair os utilizadores para a apreciação destes locais. Também é sabido que ao longo de toda a história a região do Minho sempre esteve intimamente ligada à religião católica (Vaz *et al.*, 2020), que promove muito turismo para a visita desses monumentos.

A nível de mapeamento, os nossos dados apontam que os locais com ocupação de solo de tipo espaços com pouca vegetação, matos, pastagem e agricultura apresentam uma pontuação mais baixa a nível de potencial de provisão de SEC e os locais de zonas húmidas, massas de água superficial, territórios artificializados e florestas apresentam a pontuação mais alta. Estes resultados vão ao encontro de alguns trabalhos publicados. Por exemplo Thiele *et al.* (2020) apresenta as áreas de florestas com maior potencial de oferta de SEC, e os espaços com pouca vegetação com menor potencial para os SEC. Outros autores também apontam que os territórios mais ligados à agricultura têm pouco potencial para fornecer SEC (Paracchini *et al.*, 2014). Outra das variáveis espaciais importantes no mapeamento são as áreas protegidas, que foram referidas em todos os modelos de inferência. Peña *et al.* (2015) obteve valores mais altos em áreas protegidas naturais, o que vai ao encontro dos nossos resultados. A acessibilidade medida através da variável distância das praias fluviais e pontos turísticos a áreas urbanas também foi uma das variáveis que teve uma elevada cotação em todos os modelos de inferência. Então podemos afirmar que locais com acesso facilitado são mais propensos à utilização de SEC relacionados com os rios tal como outros autores já tinham referido (Ridding *et al.*, 2018; Gerstenberg *et al.*, 2020; Crouzat *et al.*, 2022). De facto, quando observamos os mapas de provisão potencial de SEC relacionados com os rios, vemos que as áreas mais remotas e distantes, tal como os concelhos de Montalegre (nascente do rio Cávado), apresentam baixo potencial e pouca procura do ponto de vista da partilha de fotos nas redes sociais. Isto pode indicar por um lado a distância às áreas urbanas mais densas, e por outro lado, uma menor propensão da população local aderir às plataformas de partilha de fotos. Existem pessoas sem acesso a *smartphones* ou computadores (Chen *et al.*, 2018) e, conseqüentemente, sem acesso a plataformas de partilha de dados digitais

seja por razões socioeconómicas ou culturais e, dessa forma, criam-se desigualdades no modo como os SEC são representados nas redes sociais e na forma de atenuar a desigualdade em usufruir dos SEC. É reconhecida uma tendência para que pessoas oriundas de municípios mais prósperos viajam e visitem áreas protegidas mais frequentemente, enquanto que as pessoas que vivem em municípios mais pobres tendem a visitar apenas áreas protegidas mais próximas dos seus locais de origem (Shanahan *et al.*, 2014; Martinez-Harms *et al.*, 2018). Se assim for, as pessoas mais desfavorecidas, para além de não terem acesso às plataformas e redes sociais, não conseguem usufruir da variedade de SEC que estão disponíveis nos ecossistemas. Deste modo, é necessário encontrar um equilíbrio adequado entre o desenvolvimento e a conservação, entre ciências naturais e as ciências sociais que, em conjunto, podem melhorar tanto a conservação destes SEC como da equidade da sua utilização (Sarkki and Acosta García, 2019; Oldekop *et al.*, 2016).

A nível de comparação dos dados das redes sociais do ano 2018/2019 e o ano de maior restrição devido à pandemia COVID-19 verifica-se que as partilhas de fotos mantiveram a preferência na categoria biodiversidade, distribuído igualmente e com o mesmo padrão pelos três rios, indicando que quem fazia partilhas de fotos de biodiversidade, continuou a fazê-lo mesmo havendo restrições. Na verdade, acreditava-se até que a procura pela biodiversidade e passeios na Natureza seria maior no ano de maiores restrições. Alguns autores corroboram a ideia de que a procura pela Natureza aumentou no ano de confinamento obrigatório devido à COVID-19 (Derks *et al.*, 2020; Beckmann-Wübbelt *et al.*, 2021). O primeiro trabalho feito na floresta Kottenforst na Alemanha e mostrou que houve um aumento substancial das atividades de recreação nesta floresta urbana (Derks *et al.*, 2020). O segundo trabalho conseguiu mostrar através de questionários públicos na cidade alemã de Karlsruhe que houve um aumento da procura de parques naturais uma vez que a maior parte dos entrevistados não tinha acesso a um jardim público ou partilhado nas suas habitações (Beckmann-Wübbelt *et al.*, 2021). Uma das razões para que isto aconteça é que a observação/contemplação da fauna e flora é uma atividade muitas vezes solitária, e que em muitas vezes tem de ser muito calma e sem perturbação para que os seres vivos possam ser capturados pelas câmaras, e por isso respeita as restrições impostas pela pandemia de distanciamento social. É também importante salientar que durante este período não houve

qualquer foto partilhada nas categorias recreação/praias fluviais e paisagem, o que pode indicar que efetivamente quem fazia estas atividades sentiu medo e não as fez, ou retraiu-se de partilhar as fotos nas redes sociais por medo de sanções sociais ou das autoridades aquando do confinamento obrigatório.

## 5.2. Metodologia, vantagens e incertezas

Uma das grandes vantagens do método aqui apresentado é que pode ser aplicado em SEC relacionados com rios e não apenas com ambiente terrestre, de onde são provenientes a maioria dos trabalhos nesta área (Sumarga *et al.*, 2015; Willemen *et al.*, 2015; Gandarillas R *et al.*, 2016; Gosal *et al.*, 2019; Vaz *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020). Deste modo, com esta metodologia é possível obter uma perceção dos SEC relacionados com os rios e as suas respetivas ligações com as variáveis explicativas que foram mencionadas para a construção de modelos de outros rios e utilizar as fotografias como variável de resposta pela procura de SEC dos cidadãos desde que as variáveis estejam disponíveis ao público.

A nível de metodologia, uma das maiores dificuldades foi a obtenção das variáveis explicativas, ou seja, havia várias variáveis que poderão ter bastante influência no estudo de SEC, como as que Thiele *et al.* (2020) utilizou, mas que não estão disponíveis gratuitamente e, assim não foram consideradas no nosso trabalho levando ao aumento do grau de incerteza dos nossos resultados. Algumas variáveis a que não tivemos acesso, tais como número e distância a estradas, distância a estabelecimentos públicos das estradas principais, trajetos mapeados de transportes públicos, tais como autocarros, comboios e metros que facilitam o acesso ao público, poderiam e deveriam estar disponíveis para utilização uma vez que, iriam ser bastante úteis para incluir nos modelos aplicados no nosso estudo.

Outro constrangimento é o facto de as fotografias não serem todas públicas, nomeadamente as do Flickr, uma vez que as pessoas podem seleccionar na rede social a proibição do *download* das fotografias, prejudicando assim este tipo de trabalhos e tornando a amostra fotográfica mais pequena do que na realidade é na rede social. Por outro lado, o facto de não se ter informação sobre o contexto socioeconómico dos utilizadores nas redes sociais limita também

uma análise socioeconómica importante de associação deste indicador com a procura pelos SEC. Também seria interessante ter dados sobre se a pessoa é local ou turista na localidade inerente à fotografia, sexo, idade e profissão, pois estes dados poderiam ajudar a perceber ainda melhor os nossos resultados (Cao *et al.*, 2022).

Por outro lado, pode-se considerar uma limitação do estudo a não consideração dos rios afluentes dos três rios principais estudados. Embora com menor dimensão, os afluentes são bastante importantes para os cidadãos em termos de procura por SEC relacionados com os rios, principalmente os que vivem nessas regiões ou os que tem os seus negócios nesses locais. Tal como podemos confirmar na Figura 8 em que os dados do mapeamento potencial de SEC foram comparados com o mapeamento participativo, verificou-se que o rio Homem, um dos principais afluentes do rio Cávado, situado na zona da serra do Gerês, apresentou uma grande valorização por parte dos atores locais. Estudos futuros poderão incidir na validação da metodologia de mapeamento aqui apresentada nesses rios mais pequenos e validar posteriormente se as fotos partilhadas nas redes sociais coincidem efetivamente com os locais onde as variáveis espaciais indicam *hotspots* de provisão de SEC relacionados com os rios.

A verdadeira justificação para a publicação de fotografias pelos utilizadores pode ser uma das maiores incertezas desta metodologia. Podendo levar a uma má interpretação dos dados, ou mesmo levar a uma indução errada da publicação das fotografias (Dorwart *et al.*, 2009). Assim, a utilização das variáveis espaciais é imprescindível para que os resultados sejam o mais aproximado possível da realidade (Fonseca and Santos, 2018; Clemente *et al.*, 2019; Vaz *et al.*, 2019; Vaz *et al.*, 2020; Crouzat *et al.*, 2022). Deste modo, se esforços forem feitos no sentido da criação de base de dados aberta e ampla com este tipo de metodologia implementada pode ajudar a conter informações sobre os SEC, e, conseqüentemente, sobre a biodiversidade de vários locais de modo que seja mais fácil priorizar a conservação e a gestão dos locais numa maneira mais fácil e concisa.

### 5.3. Oportunidades para uma melhor gestão territorial dos SEC

Como já foi referido, as florestas e áreas protegidas são bastante importantes para a oferta de SEC relacionados com os rios. Isto mostra o quão importante é renaturalização de paisagens ribeirinhas e que estas podem ter um efeito positivo na oferta de SEC relacionados com os rios (Seidl and Stauffacher, 2013; Thiele *et al.*, 2020). Outra medida que poderá ser abordada para uma melhor gestão dos SEC é mapear os SEC oferecidos antes e depois de uma intervenção paisagística através da metodologia abordada neste trabalho para que se possa comparar efetivamente se as alterações ofereceram mais oportunidades de utilização de SEC pelos utilizadores. Por outro lado, Crouzat et al (2020) refere um ponto bastante importante para a gestão destes locais, dizendo que não basta terem um alto potencial de produção de SEC a nível biofísico é necessário também haver um investimento na divulgação e construção de infraestruturas de modo que a obtenção dos serviços seja o mais produtiva possível. É neste ponto que entra a necessidade dos municípios a nível local investirem num *marketing* turístico, como por exemplo, trilhos com visitas guiadas acompanhados com placas explicativas dos percursos e da fauna e flora circundante (Elwell *et al.*, 2020), bancos nas margens dos rios para que possibilitem espaços públicos para incentivar mais familiaridade com a natureza (hMiddle *et al.*, 2014), publicações regulares nas redes sociais e os fatores culturais tais como, a gastronomia são bastante atrativos (Vaz *et al.*, 2018b). Outro ponto que pode ser melhorado é a acessibilidade aos vários locais ao longo do rio para fins culturais, de modo que a população em geral possa ter mais facilidade em usufruir destas zonas (Barbosa *et al.*, 2007; Haaland and van den Bosch, 2015; Elwell *et al.*, 2020). Porém, a criação destes acessos deverá ser contraindicada quando os valores naturais necessitarem de ser protegidos, de forma a evitar a intervenção humana. Por outro lado, mais esforços podem ser feitos por organizações científicas, Universidades e estabelecimentos de ensino de modo a investir nesta temática e estudando de que maneira estes “refúgios” naturais (Elwell *et al.*, 2020) podem ser melhorados a nível ecológico e quais as consequências para a procura por SEC relacionados com os rios. Os municípios podem estar também num contacto mais permanente com a sua população podendo interrogar os cidadãos a nível municipal se gostaram do novo investimento e que ideias teriam para uma melhor ligação dos cidadãos aos

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

SEC a nível principalmente local, interligando com as opções territoriais a nível regional e enquadrando nos quadros de gestão do território (Martinez-Harms *et al.*, 2018).

## 6. Conclusão

Através da metodologia proposta neste trabalho conseguimos obter dados importantes sobre o mapeamento potencial de SEC relacionados com os rios, embora seja uma metodologia ambiciosa uma vez que, engloba dados de redes sociais, dados espaciais, construção de modelos lineares generalizados, inferência de modelos, e por fim o mapeamento potencial. Como referido ao longo deste trabalho, todas estas etapas tem vantagens e desvantagens que devem sempre estar presentes no estudo dos SEC. A nível de número de fotografias conseguimos perceber se cada rio apresenta uma categoria mais representativa e distinta do outro, sendo que no rio Minho há mais prevalência na categoria herança histórica, no rio Lima biodiversidade e rio Cávado recreação/praias fluvias. Podemos assim dizer que, embora a recreação e o turismo sejam os SEC mais estudados, todas as categorias são importantes para a compreensão e preservação dos ecossistemas e das suas interações com o Homem. Podemos ainda referir que as variáveis espaciais distância das praias fluviais e pontos turísticos a áreas urbanas, número de trilhos, tipo de ocupação do solo, praias fluviais, pontos de recreação e turismo e temperatura média anual foram importantíssimas para perceber a distribuição das fotografias ao longo dos rios. Os resultados do mapeamento potencial indicam um *hotspot* de provisão de SEC relacionados com os rios nos estuários, especialmente no estuário do rio Minho. Foi interessante ver a congruência espacial entre o mapeamento potencial de SEC e o mapeamento participativo de serviços culturais, realizado por atores locais em 3 workshops durante o projeto River2Ocean. Adicionalmente e como validação do estudo, foi aplicada a mesma metodologia de recolha e categorização das fotos com ligação às variáveis espaciais explicativas para o período de março de 2020 a março de 2021, relativo ao período mais restritivo da pandemia COVID-19. Os resultados indicam que só se mantiveram os valores na categoria de fotos de biodiversidade, e com o mesmo padrão de procura nos 3 rios, sendo que nas restantes categorias existiam zero fotografias nas redes sociais (recreação e paisagem), ou valores muito baixos (herança histórica). As variáveis explicativas partilhadas com a análise anterior de 2018-2019 são pontos de recreação e turismo, temperatura média anual e número de trilhos. O mapeamento potencial revela um padrão semelhante a COVID-19, mas com mais *hotspots* de provisão distribuídos por todos os estuários e refletindo apenas a relação das fotos da categoria biodiversidade. Com uma interpretação cuidada e

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

cautelosa estes dados têm potencialidade para ajudar investigadores e gestores ambientais a perceber cada vez melhor as interações Homem-Natureza que demonstram os valores e benefícios dos SEC. Desde modo, estratégias para uma gestão mais adequada das bacias hidrográficas podem ser desenvolvidas, uma vez que é uma das maiores preocupações a nível local. Será, pois, necessária uma adaptação eficaz dos ecossistemas às mudanças globais em que muitas ações podem e devem ser implementadas a nível local.

Em suma, comparar a oferta de SEC “oferecidos” com o potencial através do mapeamento pode evidenciar alguns défices em SEC específicos e promover uma oportunidade para um melhor planeamento e gestão da paisagem e conseqüentemente dos SEC.



## Referências Bibliográficas

- Arnold, T. W. J. T. J. o. W. M. (2010). Uninformative parameters and model selection using Akaike's Information Criterion. *The Journal of Wildlife Management* 74(6): 1175-1178.
- Arts, K., van der Wal, R. & Adams, W. M. (2015). Digital technology and the conservation of nature. *Ambio* 44(4): 661-673.
- Azevedo, J. (2002). A Caracterização Biofísica da Zona Húmida da Veiga de S. Simão (Viana do Castelo). (Ed C. M. d. V. d. Castelo).
- Balée, W. J. A. i. e. b. (1989). The culture of Amazonian forests. 1-21.
- Barbosa, O., Tratalos, J. A., Armsworth, P. R., Davies, R. G., Fuller, R. A., Johnson, P. & Gaston, K. J. (2007). Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK. *Landscape and Urban Planning* 83(2): 187-195.
- Beckmann-Wübbelt, A., Fricke, A., Sebesvari, Z., Yakouchenkova, I. A., Fröhlich, K. & Saha, S. (2021). High public appreciation for the cultural ecosystem services of urban and peri-urban forests during the COVID-19 pandemic. *Sustainable Cities and Society* 74: 103240.
- Belaire, J. A., Westphal, L. M., Whelan, C. J. & Minor, E. S. (2015). Urban residents' perceptions of birds in the neighborhood: Biodiversity, cultural ecosystem services, and disservices. *The Condor* 117(2): 192-202.
- Bell, S., Simpson, M., Tyrväinen, L., Sievänen, T. & Pröbstl, U. (2009). *European forest recreation and tourism: a handbook*. Taylor & Francis.
- boyd, d. & Crawford, K. (2012). CRITICAL QUESTIONS FOR BIG DATA. *Information, Communication & Society* 15(5): 662-679.
- Brito, A., Pinho, J. & Costa, S. (2008). Estudo de valorização e desenvolvimento estratégico dos Rios Cávado e Homem: conhecer e preservar para usufruir: relatório final, documento síntese. Associação de Municípios do Vale do Cávado.
- Burnham, K. & Anderson, D. R. (2002). Model Selection and Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. 2nd Edition, Springer-Verlag, New York.
- Burnham, K. P., Anderson, D. R. J. S. m. & research (2004). Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. 33(2): 261-304.
- Câmara de Braga, P. F. (2021). Área de Lazer da Ponte do Bico, disponível em: <https://www.cm-braga.pt/pt/1201/viver/ambiente/praias-fluviais/item/item-1-764> Consultado a 03-02-2022.
- Campbell, J. L., Rustad, L. E., Porter, J. H., Taylor, J. R., Dereszynski, E. W., Shanley, J. B., Gries, C., Henshaw, D. L., Martin, M. E., Sheldon, W. M. & Boose, E. R. (2013). Quantity is Nothing without Quality: Automated QA/QC for Streaming Environmental Sensor Data. *BioScience* 63(7): 574-585.
- Cao, H., Wang, M., Su, S. & Kang, M. (2022). Explicit quantification of coastal cultural ecosystem services: A novel approach based on the content and sentimental analysis of social media. *Ecological Indicators* 137: 108756.
- Cardoso, A. S., Renna, F., Moreno-Llorca, R., Alcaraz-Segura, D., Tabik, S., Ladle, R. J. & Vaz, A. S. (2022). Classifying the content of social media images to support cultural ecosystem service assessments using deep learning models. *Ecosystem Services* 54: 101410.

- Cardoso, A. S. C. (2020). Deep learning to Automate the Assessment of cultural ecosystem services from social media data.
- Chan, K. M., Goldstein, J., Satterfield, T., Hannahs, N., Kikiloj, K., Naidoo, R., Vadeboncoeur, N., Woodside, U. J. N. c. T. & services, p. o. m. e. (2011). Cultural services and non-use values. 206-228.
- Chen, Y., Parkins, J. R. & Sherren, K. (2018). Using geo-tagged Instagram posts to reveal landscape values around current and proposed hydroelectric dams and their reservoirs. *Landscape and Urban Planning* 170: 283-292.
- Cheng, X., Van Damme, S., Li, L. & Uyttenhove, P. (2019). Evaluation of cultural ecosystem services: A review of methods. *Ecosystem Services* 37: 100925.
- Christin, S., Hervet, É. & Lecomte, N. (2019). Applications for deep learning in ecology. 10(10): 1632-1644.
- Clemente, P., Calvache, M., Antunes, P., Santos, R., Cerdeira, J. O. & Martins, M. J. J. E. i. (2019). Combining social media photographs and species distribution models to map cultural ecosystem services: The case of a Natural Park in Portugal. 96: 59-68.
- Costa, N. C. D. d. B., Venâncio, S. d. S., Pinho, J. L. d. S., Vieira, J. M. P. J. R. A. & Água (2017). Análise hidrodinâmica do estuário do rio Lima, Portugal, a partir de simulação numérica. 12: 476-488.
- Crossman, N. D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemsen, L., Petz, K., Palomo, I., Drakou, E. G., Martin-Lopez, B., McPhearson, T., Boyanova, K., Alkemade, R., Egoh, B., Dunbar, M. B. & Maes, J. (2013). A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem Services* 4: 4-14.
- Crouzat, E., De Frutos, A., Grescho, V., Carver, S., Büermann, A., Carvalho-Santos, C., Kraemer, R., Mayor, S., Pöpperl, F. & Rossi, C. (2022). Potential supply and actual use of cultural ecosystem services in mountain protected areas and their surroundings. 53: 101395.
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M., Costanza, R., Elmquist, T., Flint, C. G. & Gobster, P. H. J. P. o. t. N. A. o. S. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. 109(23): 8812-8819.
- De Groot, R. (2006). Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning* 75(3): 175-186.
- De Groot, R., van de Berg, A., Amelung, B. J. E., State, H. W. B. C., Condition, T. F. o. t. & Group, T. W. (2005). Cultural and amenity services. 1: 455.
- De Groot, R. S. (1992). *Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Wolters-Noordhoff BV.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A. & Boumans, R. M. J. E. e. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. 41(3): 393-408.
- Derks, J., Giessen, L. & Winkel, G. (2020). COVID-19-induced visitor boom reveals the importance of forests as critical infrastructure. *Forest Policy and Economics* 118: 102253.
- Di Minin, E., Tenkanen, H. & Toivonen, T. (2015). Prospects and challenges for social media data in conservation science. 3.
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K. M. A., Baste, I. A., Brauman, K. A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie,

- A., Leadley, P. W., van Oudenhoven, A. P. E., van der Plaat, F., Schröter, M., Lavorel, S., Ameeruddy-Thomas, Y., Bukvareva, E., Davies, K., Demissew, S., Erpul, G., Failler, P., Guerra, C. A., Hewitt, C. L., Keune, H., Lindley, S. & Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *359(6373): 270-272.*
- Direção-Geral do Território, R. T. (2018). Especificações técnicas da Carta de uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 1995, 2007, 2010 e 2015.
- Dorwart, C. E., Moore, R. L. & Leung, Y.-F. J. L. S. (2009). Visitors' perceptions of a trail environment and effects on experiences: A model for nature-based recreation experiences. *32(1): 33-54.*
- Elwell, T. L., López-Carr, D., Gelcich, S. & Gaines, S. D. (2020). The importance of cultural ecosystem services in natural resource-dependent communities: Implications for management. *Ecosystem Services 44: 101123.*
- Fernandes, M. J. U. d. T.-o.-M. e. A.-D., Vila Real, Portugal (2008). Recuperação ecológica de áreas invadidas por *Acácia dealbata* Link no vale do rio Gerês: um trabalho de Sisifo.
- Ferreira, A., Correia, T. P. & Olmo, R. M. J. (2003). Learning from transfrontier Landscapes: Montado/Dehesas: Case Study.
- Figueroa-Alfaro, R. W. & Tang, Z. (2017). Evaluating the aesthetic value of cultural ecosystem services by mapping geo-tagged photographs from social media data on Panoramio and Flickr. *Journal of Environmental Planning and Management 60(2): 266-281.*
- Fonseca, A. & Santos, J. (2018). High-resolution temperature datasets in Portugal from a geostatistical approach: Variability and extremes. *57(3): 627-644.*
- Fox, J. & Weisberg, S. (2018). *An R companion to applied regression.* Sage publications.
- Frank, M. R., Williams, J. R., Mitchell, L., Bagrow, J. P., Dodds, P. S. & Danforth, C. M. J. a. p. a. (2014). Constructing a taxonomy of fine-grained human movement and activity motifs through social media.
- Gandarillas R, V., Jiang, Y. & Irvine, K. (2016). Assessing the services of high mountain wetlands in tropical Andes: A case study of Caripe wetlands at Bolivian Altiplano. *Ecosystem Services 19: 51-64.*
- Gerstenberg, T., Baumeister, C. F., Schraml, U. & Plieninger, T. (2020). Hot routes in urban forests: The impact of multiple landscape features on recreational use intensity. *Landscape and Urban Planning 203: 103888.*
- Ghermandi, A., Camacho-Valdez, V. & Trejo-Espinosa, H. J. T. M. (2020). Social media-based analysis of cultural ecosystem services and heritage tourism in a coastal region of Mexico. *77: 104002.*
- Gliozzo, G., Pettorelli, N., Haklay, M. J. E. & Society (2016). Using crowdsourced imagery to detect cultural ecosystem services: a case study in South Wales, UK. *21(3).*
- Goodchild, M. F. J. G. (2007). Mapping the Sovereign State: Technology, Authority, and Systemic Change. *69(4): 211-221.*
- Gosal, A. S., Geijzendorffer, I. R., Václavík, T., Poulin, B. & Ziv, G. (2019). Using social media, machine learning and natural language processing to map multiple recreational beneficiaries. *Ecosystem Services 38: 100958.*

- Haaland, C. & van den Bosch, C. K. (2015). Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review. *Urban Forestry & Urban Greening* 14(4): 760-771.
- Haines-Young, R. & Potschin, M. B. (2018). Common international classification of ecosystem services (CICES) V5. 1 and guidance on the application of the revised structure. Nottingham: Fabis Consulting Ltd.
- Hale, R. L., Cook, E. M. & Beltrán, B. J. (2019). Cultural ecosystem services provided by rivers across diverse social-ecological landscapes: A social media analysis. *Ecological Indicators* 107: 105580.
- Havinga, I., Bogaart, P. W., Hein, L. & Tuia, D. (2020). Defining and spatially modelling cultural ecosystem services using crowdsourced data. *Ecosystem Services* 43: 101091.
- Havinga, I., Marcos, D., Bogaart, P. W., Hein, L. & Tuia, D. (2021). Social media and deep learning capture the aesthetic quality of the landscape. *Scientific Reports* 11(1): 20000.
- Heikinheimo, V., Minin, E. D., Tenkanen, H., Hausmann, A., Erkkonen, J. & Toivonen, T. (2017). User-Generated Geographic Information for Visitor Monitoring in a National Park: A Comparison of Social Media Data and Visitor Survey. 6(3): 85.
- Hernández-Morcillo, M., Plieninger, T. & Bieling, C. (2013). An empirical review of cultural ecosystem service indicators. *Ecological Indicators* 29: 434-444.
- Hirons, M., Comberti, C., Dunford, R. J. A. R. o. E. & Resources (2016). Valuing cultural ecosystem services. 41(1): 545-574.
- hMiddle, I., Dzidic, P., Buckley, A., Bennett, D., Tye, M. & Jones, R. (2014). Integrating community gardens into public parks: An innovative approach for providing ecosystem services in urban areas. *Urban Forestry & Urban Greening* 13(4): 638-645.
- Infield, M. J. C. B. (2001). Cultural values: a forgotten strategy for building community support for protected areas in Africa. 15(3): 800-802.
- James, S. P. (2015). Cultural Ecosystem Services: A Critical Assessment. *Ethics, Policy & Environment* 18(3): 338-350.
- Jarić, I., Correia, R. A., Brook, B. W., Buettel, J. C., Courchamp, F., Di Minin, E., Firth, J. A., Gaston, K. J., Jepson, P., Kalinkat, G., Ladle, R., Soriano-Redondo, A., Souza, A. T. & Roll, U. (2020). iEcology: Harnessing Large Online Resources to Generate Ecological Insights. *Trends in Ecology & Evolution* 35(7): 630-639.
- Kleemann, J., Koo, H., Hensen, I., Mendieta-Leiva, G., Kahnt, B., Kurze, C., Inclan, D. J., Cuenca, P., Noh, J. K., Hoffmann, M. H., Factos, A., Lehnert, M., Lozano, P. & Fürst, C. (2022). Priorities of action and research for the protection of biodiversity and ecosystem services in continental Ecuador. *Biological Conservation* 265: 109404.
- Lacasta, N. R. & Seixas, A. (2016). Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2). Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. Agência Portuguesa do Ambiente.
- Ladle, R. J., Correia, R. A., Do, Y., Joo, G. J., Malhado, A. C., Proulx, R., Roberge, J. M., Jepson, P. J. F. i. E. & Environment, t. (2016). Conservation culturomics. 14(5): 269-275.
- Leadley, P., Proença, V., Fernández-Manjarrés, J., Pereira, H. M., Alkemade, R., Biggs, R., Bruley, E., Cheung, W., Cooper, D., Figueiredo, J., Gilman, E., Guénette, S., Hurtt, G., Mbow, C., Oberdorff, T., Revenga, C., Scharlemann, J. P. W., Scholes, R., Smith, M. S., Sumaila, U.

- R. & Walpole, M. (2014). Interacting Regional-Scale Regime Shifts for Biodiversity and Ecosystem Services. *BioScience* 64(8): 665-679.
- Leopold, L. B. (1969). *Quantitative comparison of some aesthetic factors among rivers*. US Geological Survey.
- Link, W. A. & Barker, R. J. J. E. (2006). Model weights and the foundations of multimodel inference. *87(10)*: 2626-2635.
- Luis, J. C. M. (2014). Hidroconflitos na bacia hidrográfica do rio Cávado: uma análise geográfica a partir do contributo do Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente.
- Lunstrum, E. J. G. (2017). Feed them to the lions: Conservation violence goes online. *79*: 134-143.
- Martinez-Harms, M. J., Bryan, B. A., Wood, S. A., Fisher, D. M., Law, E., Rhodes, J. R., Dobbs, C., Biggs, D. & Wilson, K. A. (2018). Inequality in access to cultural ecosystem services from protected areas in the Chilean biodiversity hotspot. *Science of The Total Environment* 636: 1128-1138.
- MEA (2005). *Ecosystems and human well-being*. Island press Washington, DC.
- Minga, D., Cordero, P., Donoso-Correa, M., Montesinos, K., Jimenez, M., Antaki, B. & Sarmiento, F. (2019). El microrefugio de Uchucay: un relicto de bosque interandino con una importante riqueza arbórea en el sur del Ecuador. *Pirineos* 174(0): e047.
- Molinier, M., López-Sánchez, C. A., Toivanen, T., Korpela, I., Corral-Rivas, J. J., Tergujeff, R. & Häme, T. (2016). Relasphone—Mobile and Participative In Situ Forest Biomass Measurements Supporting Satellite Image Mapping. *8(10)*: 869.
- Mouttaki, I., Khomalli, Y., Maanan, M., Bagdaničiūtė, I., Rhinane, H., Kuriqi, A., Pham, Q. B. & Maanan, M. J. E. (2021). A new approach to mapping cultural ecosystem services. *8(6)*: 56.
- Nahuelhual, L., Carmona, A., Lozada, P., Jaramillo, A. & Aguayo, M. (2013). Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. *Applied Geography* 40: 71-82.
- Nelder, J. A. & Wedderburn, R. W. J. J. o. t. R. S. S. A. (1972). Generalized linear models. *135(3)*: 370-384.
- Nguyen, D. T., Alam, F., Ofli, F. & Imran, M. J. a. p. a. (2017). Automatic image filtering on social networks using deep learning and perceptual hashing during crises.
- Nugent, J. (2018). iNaturalist. *Science Scope* 41(7): 12-13.
- Núñez, M. A. & Simberloff, D. (2005). Invasive Species and the Cultural Keystone Species Concept. *Ecology and Society* 10(1).
- Oldekop, J. A., Holmes, G., Harris, W. E. & Evans, K. L. J. C. B. (2016). A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. *30(1)*: 133-141.
- Oliveira, M. A. V. (2019). Avaliação da qualidade da água das praias fluviais na Bacia do Rio Cávado: propostas de melhoria ambiental.
- Oteros-Rozas, E., Martín-López, B., Fagerholm, N., Bieling, C. & Plieninger, T. (2018). Using social media photos to explore the relation between cultural ecosystem services and landscape features across five European sites. *Ecological Indicators* 94: 74-86.
- Pacheco, M. F. d. O. (2014). Pesqueiras do Rio Minho: valorização do património cultural e gestão de recursos naturais.

- Paracchini, M. L., Zulian, G., Kopperoinen, L., Maes, J., Schägner, J. P., Termansen, M., Zandersen, M., Perez-Soba, M., Scholefield, P. A. & Bidoglio, G. (2014). Mapping cultural ecosystem services: A framework to assess the potential for outdoor recreation across the EU. *Ecological Indicators* 45: 371-385.
- Pastur, G. M., Peri, P. L., Lencinas, M. V., García-Llorente, M. & Martín-López, B. J. L. e. (2016). Spatial patterns of cultural ecosystem services provision in Southern Patagonia. 31(2): 383-399.
- Peterson, A. T., Knapp, S., Guralnick, R., Soberón, J. & Holder, M. T. (2010). The big questions for biodiversity informatics. *Systematics and Biodiversity* 8(2): 159-168.
- Quinta-Nova, L., Guiomar, N., Viegas Firmino, A. M., Fernandez, P., Alegria, C., Pedro, N., Monteiro, J. M., Almeida, C. & Ferreira, D. J. S. P. F.-S. C. T. R. a. F. (2019). Paisagens Fire-Smart. Criando Territórios Resilientes ao Fogo: resumos.
- R, C. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical.
- Ramakrishnan, P. J. I. J. o. S. E. (1998). Ecology, economics and ethics: Some key issues relevant to natural resource management in developing countries. 25(2/3/4): 207-225.
- Reuter, C., Ludwig, T., Kaufhold, M.-A. & Pipek, V. (2015). XHELP: Design of a Cross-Platform Social-Media Application to Support Volunteer Moderators in Disasters. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 4093–4102 Seoul, Republic of Korea: Association for Computing Machinery.
- Richards, D. R. & Friess, D. A. (2015). A rapid indicator of cultural ecosystem service usage at a fine spatial scale: Content analysis of social media photographs. *Ecological Indicators* 53: 187-195.
- Richards, D. R. & Tunçer, B. (2018). Using image recognition to automate assessment of cultural ecosystem services from social media photographs. *Ecosystem Services* 31: 318-325.
- Ridding, L. E., Redhead, J. W., Oliver, T. H., Schmucki, R., McGinlay, J., Graves, A. R., Morris, J., Bradbury, R. B., King, H. & Bullock, J. M. (2018). The importance of landscape characteristics for the delivery of cultural ecosystem services. *Journal of Environmental Management* 206: 1145-1154.
- Rosário, I. T., Rebelo, R., Cardoso, P., Segurado, P., Mendes, R. N. & Santos-Reis, M. (2019). Can geocaching be an indicator of cultural ecosystem services? The case of the montado savannah-like landscape. *Ecological Indicators* 99: 375-386.
- Rössler, M. (2000). World heritage cultural landscapes. In *The George Wright Forum*, Vol. 17, 27-34: JSTOR.
- Rstudio, T. (2022). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Sarkki, S. & Acosta García, N. J. C. B. (2019). Merging social equity and conservation goals in IPBES.
- Sarmiento, F. O. & Cotacachi, C. (2019). Framing cultural ecosystem services in the Andes: Utawallu as sentinels of values for biocultural heritage conservation. *Thematic Review*. 31.
- Schirpke, U., Meisch, C. & Tappeiner, U. (2018). Symbolic species as a cultural ecosystem service in the European Alps: insights and open issues. *Landscape Ecology* 33(5): 711-730.
- Schirpke, U., Scolozzi, R., Dean, G., Haller, A., Jäger, H., Kister, J., Kovács, B., Sarmiento, F. O., Sattler, B. & Schleyer, C. (2020). Cultural ecosystem services in mountain regions:

- Conceptualising conflicts among users and limitations of use. *Ecosystem Services* 46: 101210.
- Seidl, R. & Stauffacher, M. J. W. R. R. (2013). Evaluation of river restoration by local residents. 49(10): 7077-7087.
- Shanahan, D. F., Lin, B. B., Gaston, K. J., Bush, R. & Fuller, R. A. (2014). Socio-economic inequalities in access to nature on public and private lands: A case study from Brisbane, Australia. *Landscape and Urban Planning* 130: 14-23.
- Silva, H. F. B. F. d. (2012). Proposta de ordenamento para as zonas húmidas do Baixo Lima. Universidade do Minho.
- Singleton, A. J. G. D. (2010). Neogeography: Engaging People for Common Good. 14(2): 26-29.
- Soga, M. & Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: the loss of human–nature interactions. 14(2): 94-101.
- Sponsel, L. (2001). Do anthropologists need religion, and vice versa? Adventures and dangers in Spiritual Ecology. 177-200.
- Sumarga, E., Hein, L., Edens, B. & Suwarno, A. (2015). Mapping monetary values of ecosystem services in support of developing ecosystem accounts. *Ecosystem Services* 12: 71-83.
- Tallis, H., Ricketts, T. H., Daily, G. C. & Polasky, S. (2011). *Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services*. Oxford University Press.
- Taylor, A. F., Wiley, A., Kuo, F. E. & Sullivan, W. C. (1998). Growing Up in the Inner City: Green Spaces as Places to Grow. 30(1): 3-27.
- Tenerelli, P., Demšar, U. & Luque, S. (2016). Crowdsourcing indicators for cultural ecosystem services: A geographically weighted approach for mountain landscapes. *Ecological Indicators* 64: 237-248.
- Tenkanen, H., Di Minin, E., Heikinheimo, V., Hausmann, A., Herbst, M., Kajala, L. & Toivonen, T. J. S. r. (2017). Instagram, Flickr, or Twitter: Assessing the usability of social media data for visitor monitoring in protected areas. 7(1): 1-11.
- Thiele, J., Albert, C., Hermes, J. & von Haaren, C. J. E. S. (2020). Assessing and quantifying offered cultural ecosystem services of German river landscapes. 42: 101080.
- Toivonen, T., Heikinheimo, V., Fink, C., Hausmann, A., Hiippala, T., Järv, O., Tenkanen, H. & Di Minin, E. (2019). Social media data for conservation science: A methodological overview. *Biological Conservation* 233: 298-315.
- Van Berkel, D. B., Tabrizian, P., Dorning, M. A., Smart, L., Newcomb, D., Mehaffey, M., Neale, A. & Meentemeyer, R. K. (2018). Quantifying the visual-sensory landscape qualities that contribute to cultural ecosystem services using social media and LiDAR. *Ecosystem Services* 31: 326-335.
- Vaz, A. S., Castro-Díez, P., Godoy, O., Alonso, Á., Vilà, M., Saldaña, A., Marchante, H., Bayón, Á., Silva, J. S., Vicente, J. R. & Honrado, J. P. (2018a). An indicator-based approach to analyse the effects of non-native tree species on multiple cultural ecosystem services. *Ecological Indicators* 85: 48-56.
- Vaz, A. S., Crouzat, E., Santarém, F., Grescho, V. & Carvalho-Santos, C. (2018b). From pork to fork: The social experience of bundles of interacting ecosystem services through gastronomy. *Ecosystem Services* 32: 170-172.

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

- Vaz, A. S., Gonçalves, J. F., Pereira, P., Santarém, F., Vicente, J. R. & Honrado, J. P. J. R. S. o. E. (2019). Earth observation and social media: Evaluating the spatiotemporal contribution of non-native trees to cultural ecosystem services. 230: 111193.
- Vaz, A. S., Moreno-Llorca, R. A., Gonçalves, J. F., Vicente, J. R., Méndez, P. F., Revilla, E., Santamaria, L., Bonet-García, F. J., Honrado, J. P. & Alcaraz-Segura, D. J. C. L. (2020). Digital conservation in biosphere reserves: Earth observations, social media, and nature's cultural contributions to people. 13(3): e12704.
- Wäldchen, J. & Mäder, P. (2018). Machine learning for image based species identification. 9(11): 2216-2225.
- Wascher, D. (2004). Landscape-indicator development: steps towards a European approach. In *The new dimensions of the European landscape*, 237-252.
- Weaver, D. (2005). *Sustainable tourism (1st ed.)*. Routledge.
- Willemen, L., Cottam, A. J., Drakou, E. G. & Burgess, N. D. J. P. o. (2015). Using social media to measure the contribution of red list species to the nature-based tourism potential of African protected areas. 10(6): e0129785.
- Wolff, S., Schulp, C. J. E. & Verburg, P. H. (2015). Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives. *Ecological Indicators* 55: 159-171.
- Wood, S. A., Guerry, A. D., Silver, J. M. & Lacayo, M. (2013). Using social media to quantify nature-based tourism and recreation. *Scientific Reports* 3(1): 2976.
- Xu, H., Zhao, G., Fagerholm, N., Primdahl, J. & Plieninger, T. (2020). Participatory mapping of cultural ecosystem services for landscape corridor planning: A case study of the Silk Roads corridor in Zhangye, China. *Journal of Environmental Management* 264: 110458.
- Yoshimura, N. & Hiura, T. (2017). Demand and supply of cultural ecosystem services: Use of geotagged photos to map the aesthetic value of landscapes in Hokkaido. *Ecosystem Services* 24: 68-78.
- Zhang, H., Huang, R., Zhang, Y. & Buhalis, D. (2020). Cultural ecosystem services evaluation using geolocated social media data: a review. *Tourism Geographies*: 1-23.



Anexos

Anexo I- Número de fotografias utilizando o buffer de 20, 100 ou 500 metros na plataforma Flickr e iNaturalist.

|               | Flickr    |            |            | iNaturalist |            |
|---------------|-----------|------------|------------|-------------|------------|
|               | 20 metros | 100 metros | 500 metros | 100 metros  | 500 metros |
| <b>Cávado</b> | 894       | 894        | 898        | 81          | 166        |
| <b>Lima</b>   | 11        | 27         | 30         | 47          | 69         |
| <b>Minho</b>  | 78        | 125        | 222        | 48          | 76         |

Anexo II- Teste Spearman entre as variáveis explicativas.

|       | PRT | APPAU                   | DCL                     | TMA                     | PMA                     | NT                      | PT                      | P                       | VD                      |
|-------|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| PRT   |     | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | 9,881X10 <sup>-14</sup> | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | 0,313                   | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | 0.5766                  | 0.05578                 | 0.2006                  |
| APPAU |     |                         | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | <b>0.8535</b>           | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | 5.115x10 <sup>-05</sup> | 5.989x10 <sup>-08</sup> |
| DCL   |     |                         |                         | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | 1.224x10 <sup>-11</sup> | <b>0.8548</b>           | < 2,2x10 <sup>-16</sup> |
| TMA   |     |                         |                         |                         | <b>0.9351</b>           | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | 0.0222                  | < 2,2x10 <sup>-16</sup> |
| PMA   |     |                         |                         |                         |                         | 9.94x10 <sup>-06</sup>  | 0.005158                | 0.1473                  | < 2,2x10 <sup>-16</sup> |
| NT    |     |                         |                         |                         |                         |                         | < 2,2x10 <sup>-16</sup> | 0.3782                  | 0.0001334               |
| PT    |     |                         |                         |                         |                         |                         |                         | 0.1909                  | 1.759x10 <sup>-08</sup> |
| PF    |     |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         | 0.02294                 |
| PFS   |     |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         | 4.332x10 <sup>-07</sup> |
| VD    |     |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |

Anexo III- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da categoria biodiversidade. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias de biodiversidade (\* < 0,05 \*\* < 0,01 e \*\*\* < 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa              | P                          |
|---|-------------------------|----------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -0,1366                 | 0,974183                   |
| OS (Florestas)                                  | 0,6731                  | 0,000232***                |
| OS (Massas de água superficiais)                | 0,1103                  | 0,655154                   |
| OS (Matos)                                      | -0,7613                 | 0,297477                   |
| OS (Pastagens)                                  | -7,292                  | 0,993                      |
| OS (Territórios Artificializados)               | 1,017                   | 1,32x10 <sup>-7</sup> ***  |
| OS (Zonas Húmidas)                              | 1,550                   | 6,96x10 <sup>-8</sup> ***  |
| PRT   | 5,832x10 <sup>-3</sup>  | 6,73x10 <sup>-5</sup> ***  |
| APPAU   | -2,492x10 <sup>-4</sup> | 0,0671                     |
| TMA   | 0,538                   | 2,86x10 <sup>-10</sup> *** |
| NT  | 0,235                   | 4,36x10 <sup>-12</sup> *** |
| PT  | 4,770x10 <sup>-4</sup>  | 0,176                      |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                        |               |
|------------|------------------------|---------------|
| P          | -2,357x10 <sup>6</sup> | 0,264         |
| APPresença | 0,260                  | <b>0,048*</b> |
| VD         | -0,027                 | 0,059         |

Anexo IV- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da categoria recreação e praias fluviais. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias de recreação e praias fluviais (\* <0,05 \*\* <0,01 e \*\*\*< 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa           | P                        |
|---|----------------------|--------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -7,762               | 0,997                    |
| OS (Florestas)                                  | -5,21                | 0.0650                   |
| OS (Massas de água superficiais)                | -2,804               | 0,808                    |
| OS (Matos)                                      | -3,155               | 0,999                    |
| OS (Pastagens)                                  | 1,26x10 <sup>3</sup> | 0,985                    |
| OS (Territórios Artificializados)               | -2,129               | 0,1998                   |
| OS (Zonas Húmidas)                              | -9,804               | 0,999                    |
| PRT   | -1,407               | < 2x10 <sup>-16***</sup> |
| APPAU   | -7,286               | < 2x10 <sup>-16***</sup> |
| TMA   | 15,71                | < 2x10 <sup>-16***</sup> |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                        |                          |
|------------|------------------------|--------------------------|
| NT         | 0,7143                 | $< 2 \times 10^{-16}***$ |
| PT         | 0,0156                 | 0,718                    |
| P          | $1,366 \times 10^{-4}$ | $< 2 \times 10^{-16}***$ |
| APPresença | -27,70                 | $< 2 \times 10^{-16}***$ |
| VD         | -2,642                 | $< 2 \times 10^{-16}***$ |

Anexo V- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da categoria paisagem. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias de paisagem (\*< 0,05 \*\* <0,01 e \*\*\* <0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa              | P                         |
|---|-------------------------|---------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -1,328                  | 0,993                     |
| OS (Florestas)                                  | 1,191                   | 0,0349 *                  |
| OS (Massas de água superficiais)                | 2,993                   | 1,39x10 <sup>-8</sup> *** |
| OS (Matos)                                      | -0,124                  | 0,985                     |
| OS (Pastagens)                                  | 97,59                   | 0,962                     |
| OS (Territórios Artificializados)               | 1,444                   | 0,00910**                 |
| OS (Zonas Húmidas)                              | -15,02                  | 0,994                     |
| PRT   | 8,331x10 <sup>-3</sup>  | < 2x10 <sup>-16</sup> *** |
| APPAU   | -6,505x10 <sup>-3</sup> | 1,03x10 <sup>-5</sup> *** |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |                                  |
|------------|-------------------------|----------------------------------|
| TMA        | 0,280                   | 0,094                            |
| NT         | 0,373                   | <b>1,01x10<sup>-12</sup> ***</b> |
| PT         | -2,569x10 <sup>-2</sup> | <b>0,003268 **</b>               |
| P          | -4,071                  | 0,303                            |
| APPresença | 1,142                   | <b>5,79x10<sup>-6</sup> ***</b>  |
| VD         | -5,493x10 <sup>-2</sup> | <b>0,001662**</b>                |



Anexo VI- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da categoria herança histórica. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal – afetam negativamente o número de fotografias de herança histórica (\* < 0,05 \*\* < 0,01 e \*\*\* < 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa              | P  |
|---|-------------------------|--|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -20,64                  | 0,999  |
| OS (Florestas)                                  | -0,628                  | 0,232  |
| OS (Massas de água superficiais)                | 0,603                   | 0,212  |
| OS (Matos)                                      | -22,22                  | 0,999  |
| OS (Pastagens)                                  | 28,61                   | 0,999  |
| OS (Territórios Artificializados)               | 1,19                    | <b>0,00194**</b>                               |
| OS (Zonas Húmidas)                              | -0,233                  | 0,999  |
| PRT   | $1,801 \times 10^{-2}$  | <b>&lt; <math>2 \times 10^{-16}</math> ***</b> |
| APPAU   | $-3,125 \times 10^{-3}$ | <b>0,01327*</b>                                |
| TMA   | -0,382                  | <b>0,3127*</b>                                 |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |                                  |
|------------|-------------------------|----------------------------------|
| NT         | 0,370                   | <b>1,13x10<sup>-11</sup> ***</b> |
| PT         | -1,571x10 <sup>-3</sup> | 0,577                            |
| P          | -3,048x10 <sup>-2</sup> | 0,988                            |
| APPresença | -0,595                  | <b>0,02291*</b>                  |
| VD         | -3,956x10 <sup>-2</sup> | 0,342                            |

Anexo VII- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da bacia do rio Cávado. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal – afetam negativamente o número de fotografias do Cávado (\*< 0,05 \*\* <0,01 e \*\*\* <0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa             | P                         |
|---|------------------------|---------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -17,36                 | 0,939                     |
| OS (Florestas)                                  | -1,952                 | < 2x10 <sup>-16</sup> *** |
| OS (Massas de água superficiais)                | -3,731                 | < 2x10 <sup>-16</sup> *** |
| OS (Matos)                                      | 2,124                  | 0,901                     |
| OS (Pastagens)                                  | 2,380x10 <sup>2</sup>  | 0,455                     |
| OS (Territórios Artificializados)               | -2,856                 | < 2x10 <sup>-16</sup> *** |
| OS (Zonas Húmidas)                              | -1,875                 | 0,202                     |
| PRT   | -0,156                 | 1,53x10 <sup>-8</sup>     |
| APPAU   | -1,43x10 <sup>-2</sup> | < 2x10 <sup>-16</sup> *** |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |                           |
|------------|-------------------------|---------------------------|
| TMA        | 3,413                   | $< 2 \times 10^{-16} ***$ |
| NT         | 0,6708                  | $< 2 \times 10^{-16} ***$ |
| PT         | $-7,113 \times 10^{-3}$ | $9,36 \times 10^{-7} ***$ |
| P          | $6,755 \times 10^{-5}$  | $< 2 \times 10^{-16} ***$ |
| APPresença | 0,5619                  | 0,162                     |
| VD         | -0,8442                 | $< 2 \times 10^{-16} ***$ |

Anexo VIII- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da bacia do rio Lima. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias da bacia do Lima (\* < 0,05 \*\* < 0,01 e \*\*\* < 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa             | P                              |
|---|------------------------|--------------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -14,89                 | 0,993                          |
| OS (Florestas)                                  | 1,052                  | <b>0,003**</b>                 |
| OS (Massas de água superficiais)                | 0,826                  | 0,071                          |
| OS (Matos)                                      | -14,52                 | 0,989                          |
| OS (Pastagens)                                  | 0                      | 0                              |
| OS (Territórios Artificializados)               | 1,323                  | <b>0,001**</b>                 |
| OS (Zonas Húmidas)                              | 1,730                  | <b>0,005**</b>                 |
| PRT   | 0,017                  | <b>4,23x10<sup>-7</sup>***</b> |
| APPAU   | -2,94x10 <sup>-4</sup> | 0,526                          |
| TMA   | -0,328                 | <b>0,262*</b>                  |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |                                 |
|------------|-------------------------|---------------------------------|
| NT         | 0,504                   | <b>4,70x10<sup>-15***</sup></b> |
| PT         | 5,95x10 <sup>-4</sup>   | 0,232                           |
| P          | -4,411x10 <sup>-6</sup> | 0,645                           |
| APPresença | -0,975                  | <b>0,002**</b>                  |
| VD         | -0,144                  | 0,0003***                       |

Anexo IX- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da bacia do rio Minho. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias da bacia do Minho (\*< 0,05 \*\* <0,01 e \*\*\* <0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa              | P                         |
|---|-------------------------|---------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -14,33                  | 0,986                     |
| OS (Florestas)                                  | -4,118x10 <sup>-2</sup> | 0,872                     |
| OS (Massas de água superficiais)                | 0,481                   | 0,051                     |
| OS (Matos)                                      | -15,59                  | 0,981                     |
| OS (Pastagens)                                  | 0                       | 0                         |
| OS (Territórios Artificializados)               | -21,9                   | 0,434                     |
| OS (Zonas Húmidas)                              | 88,41                   | 0,038*                    |
| PRT   | 1,185x10 <sup>-2</sup>  | < 2x10 <sup>-16</sup> *** |
| APPAU   | -1,133x10 <sup>-3</sup> | 0,017*                    |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |                           |
|------------|-------------------------|---------------------------|
| TMA        | 0,107                   | 0,527                     |
| NT         | 0,389                   | $< 2 \times 10^{-16} ***$ |
| PT         | $-1,452 \times 10^{-2}$ | <b>0,0004 ***</b>         |
| P          | $-1,863 \times 10^{-5}$ | 0,406                     |
| APPresença | 0,234                   | 0,238                     |
| VD         | $-5,218 \times 10^{-2}$ | <b>0,0001***</b>          |



Anexo X- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da área total em estudo nas bacias hidrográficas dos rios Cávado, Lima e Minho. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias da área em estudo total (\* < 0,05 \*\* < 0,01 e \*\*\* < 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa             | P                          |
|---|------------------------|----------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -13,04                 | 0,929                      |
| OS (Florestas)                                  | -1,410                 | < 2x10 <sup>-16</sup> ***  |
| OS (Massas de água superficiais)                | -1,021                 | 4,79x10 <sup>-16</sup> *** |
| OS (Matos)                                      | -1,694                 | 0,01752 *                  |
| OS (Pastagens)                                  | 97,83                  | 0,759                      |
| OS (Territórios Artificializados)               | -2,179                 | < 2x10 <sup>-16</sup> ***  |
| OS (Zonas Húmidas)                              | -0,6520                | 0,00888 ***                |
| PRT   | 1,427x10 <sup>-2</sup> | < 2x10 <sup>-16</sup> ***  |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |                           |
|------------|-------------------------|---------------------------|
| APPAU      | $-6,182 \times 10^{-3}$ | $< 2 \times 10^{-16}$ *** |
| TMA        | 2,197                   | $< 2 \times 10^{-16}$ *** |
| NT         | 0,220                   | $< 2 \times 10^{-16}$ *** |
| PT         | $1,783 \times 10^{-4}$  | 0,758                     |
| P          | $1,282 \times 10^{-5}$  | $< 2 \times 10^{-16}$ *** |
| APPresença | -0,440                  | $1,57 \times 10^{-8}$ *** |
| VD         | -0,239                  | $< 2 \times 10^{-16}$ *** |

Anexo XI- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da categoria biodiversidade no ano inicial da pandemia COVID-19. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias da área em estudo total (\* < 0,05 \*\* < 0,01 e \*\*\* < 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa              | P                              |
|---|-------------------------|--------------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -0,139                  | 0,971                          |
| OS (Florestas)                                  | -0,305                  | 0,098                          |
| OS (Massas de água superficiais)                | 0,546                   | <b>0,010*</b>                  |
| OS (Matos)                                      | -10,74                  | 0,839                          |
| OS (Pastagens)                                  | 0,567                   | 0,999                          |
| OS (Territórios Artificializados)               | 0,902                   | <b>8,94x10<sup>-7</sup>***</b> |
| OS (Zonas Húmidas)                              | 0,882                   | <b>0,012*</b>                  |
| PRT   | 5,462x10 <sup>-3</sup>  | <b>4,12x10<sup>-5</sup>***</b> |
| APPAU   | -7,111x10 <sup>-4</sup> | <b>0,001**</b>                 |
| TMA   | 0,522                   | <b>1,76x10<sup>-9</sup>***</b> |
| NT  | 0,202                   | <b>2,36x10<sup>-9</sup>***</b> |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |                  |
|------------|-------------------------|------------------|
| PT         | $-1,609 \times 10^{-3}$ | 0,277            |
| P          | $2,716 \times 10^{-6}$  | <b>0,019*</b>    |
| APPresença | $-3,677 \times 10^{-3}$ | 0,978            |
| VD         | $-6,101 \times 10^{-2}$ | <b>0,0005***</b> |

Anexo XII- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da categoria herança histórica no ano inicial da pandemia COVID-19. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias da área em estudo total (\* < 0,05 \*\* < 0,01 e \*\*\* < 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa             | P     |
|---|------------------------|-------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -16,21                 | 1     |
| OS (Florestas)                                  | 23,33                  | 0,999 |
| OS (Massas de água superficiais)                | 23,42                  | 0,999 |
| OS (Matos)                                      | 21,77                  | 0,999 |
| OS (Pastagens)                                  | 1,286x10 <sup>2</sup>  | 0,999 |
| OS (Territórios Artificializados)               | 0,293                  | 0,856 |
| OS (Zonas Húmidas)                              | 21                     | 1     |
| PRT   | 1,469x10 <sup>-2</sup> | 0,22  |
| APPAU   | 9,236x10 <sup>-3</sup> | 0,418 |
| TMA   | 1,611                  | 0,195 |
| NT  | 0,295                  | 0,305 |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                        |       |
|------------|------------------------|-------|
| PT         | 1,269x10 <sup>-2</sup> | 0,743 |
| P          | 1,639x10 <sup>-2</sup> | 0,993 |
| APPresença | 1,035                  | 0,434 |
| VD         | 2,616x10 <sup>-2</sup> | 0,915 |

Anexo XIII- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da área total em estudo no ano inicial da pandemia COVID-19. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias da área em estudo total (\* < 0,05 \*\* < 0,01 e \*\*\* < 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa             | P                               |
|---|------------------------|---------------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -13,92                 | 0,972                           |
| OS (Florestas)                                  | 0,282                  | 0,125                           |
| OS (Massas de água superficiais)                | 0,523                  | <b>0,013*</b>                   |
| OS (Matos)                                      | -0,133                 | 0,801                           |
| OS (Pastagens)                                  | 0,553                  | 0,999                           |
| OS (Territórios Artificializados)               | 9,057                  | <b>6,17x10<sup>-7</sup>***</b>  |
| OS (Zonas Húmidas)                              | 0,869                  | <b>0,014*</b>                   |
| PRT   | 5,584x10 <sup>-3</sup> | <b>1,83x10<sup>-5</sup>***</b>  |
| APPAU   | -7,14x10 <sup>-4</sup> | <b>0,001**</b>                  |
| TMA   | 0,508                  | <b>3,5x10<sup>-9</sup>***</b>   |
| NT  | 0,206                  | <b>8,83x10<sup>-10</sup>***</b> |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |           |
|------------|-------------------------|-----------|
| PT         | $-1,62 \times 10^{-3}$  | 0,272     |
| P          | $2,689 \times 10^{-6}$  | 0,021*    |
| APPresença | $8,162 \times 10^{-4}$  | 0,995     |
| VD         | $-6,063 \times 10^{-2}$ | 0,0006*** |



Anexo XIV- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da bacia do rio Cávado no ano inicial da pandemia COVID-19. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias do Cávado (\* < 0,05 \*\* < 0,01 e \*\*\* < 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa             | P                               |
|---|------------------------|---------------------------------|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -15,27                 | 0,993                           |
| OS (Florestas)                                  | -0,514                 | 0,077                           |
| OS (Massas de água superficiais)                | 1,443                  | <b>3,81x10<sup>-5</sup>***</b>  |
| OS (Matos)                                      | 13,58                  | 0,982                           |
| OS (Pastagens)                                  | 7,179                  | 0,997                           |
| OS (Territórios Artificializados)               | 0,849                  | <b>0,0007***</b>                |
| OS (Zonas Húmidas)                              | 17,51                  | 0,996                           |
| PRT   | 1,093x10 <sup>-2</sup> | <b>0,0007***</b>                |
| APPAU   | 3,124x10 <sup>-4</sup> | 0,141                           |
| TMA   | 0,998                  | <b>1,66x10<sup>-10</sup>***</b> |
| NT  | -0,619                 | <b>1,74x10<sup>-5</sup>***</b>  |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                        |  |
|------------|------------------------|--|
| PT         | $4,374 \times 10^{-3}$ | 0,239                                      |
| P          | $9,156 \times 10^{-6}$ | <b>0,0004***</b>                           |
| APPresença | 0,8343                 | <b>0,001**</b>                             |
| VD         | 0,375                  | <b><math>9,97 \times 10^{-6}</math>***</b> |

Anexo XV- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da bacia do rio Lima no ano inicial da pandemia COVID-19. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias do Cávado (\* < 0,05 \*\* < 0,01 e \*\*\* < 0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa             | P   |
|---|------------------------|---|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -11,58                 | 0,986                                       |
| OS (Florestas)                                  | 9,686                  | <b>0,0006***</b>                            |
| OS (Massas de água superficiais)                | 0,137                  | 0,801                                       |
| OS (Matos)                                      | 1,50                   | <b>0,032*</b>                               |
| OS (Pastagens)                                  | 0                      | 0   |
| OS (Territórios Artificializados)               | 0,509                  | 0,215                                       |
| OS (Zonas Húmidas)                              | 1,461                  | <b>0,016*</b>                               |
| PRT   | $1,287 \times 10^{-2}$ | <b>0,005**</b>                              |
| APPAU   | $-2,04 \times 10^{-3}$ | 0,007**                                     |
| TMA   | 0,108                  | 0,431                                       |
| NT  | 0,392                  | <b><math>6,74 \times 10^{-11}</math>***</b> |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |               |
|------------|-------------------------|---------------|
| PT         | $-1,212 \times 10^{-2}$ | 0,336         |
| P          | $8,584 \times 10^{-7}$  | 0,929         |
| APPresença | -0,62                   | <b>0,017*</b> |
| VD         | $-3,991 \times 10^{-2}$ | 0,594         |

Anexo XVI- Sumário do modelo linear generalizado relacionado com o número de fotografias da bacia do rio Minho no ano inicial da pandemia COVID-19. As variáveis preditivas que na estimativa apresentam um sinal + afetam positivamente e os que apresentam o sinal- afetam negativamente o número de fotografias do Cávado (\*< 0,05 \*\* <0,01 e \*\*\* <0,001).

| Variáveis explicativas                          | Estimativa              | P   |
|---|-------------------------|---|
| OS (Espaços descobertos ou com pouca vegetação) | -13,73                  | 0,989                                       |
| OS (Florestas)                                  | -0,826                  | 0,141                                       |
| OS (Massas de água superficiais)                | -0,628                  | 0,251                                       |
| OS (Matos)                                      | $7,593 \times 10^{-2}$  | 0,945                                       |
| OS (Pastagens)                                  | 0                       | 0   |
| OS (Territórios Artificializados)               | -0,782                  | 0,207                                       |
| OS (Zonas Húmidas)                              | 1,823                   | <b>0,004**</b>                              |
| PRT   | $4,393 \times 10^{-3}$  | 0,195                                       |
| APPAU   | $-9,173 \times 10^{-4}$ | 0,526                                       |
| TMA   | 0,582                   | 0,372                                       |
| NT  | 0,678                   | <b><math>4,65 \times 10^{-10}</math>***</b> |

*Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios do Noroeste de Portugal*

|            |                         |       |
|------------|-------------------------|-------|
| PT         | $-7,059 \times 10^{-3}$ | 0,393 |
| P          | $-3,520 \times 10^{-7}$ | 0,912 |
| APPresença | 1,913                   | 0,067 |
| VD         | $1,817 \times 10^2$     | 0,292 |