

A IMPORTÂNCIA DA INVENTARIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS: O CASO DA FREGUESIA DE MEINEDO, LOUSADA

PAULA LEITE^{1*}, ALBERTO GOMES^{1**}, JOSÉ TEIXEIRA^{1***}, MÁRCIA MARTINS^{1****}

* paulacpintoleite@gmail.com, **albgomes@gmail.com,
jose.aa.teixeira@gmail.com, *marciam_castro@hotmail.com

¹ Departamento de Geografia, Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Via panorâmica, 5/n, 4150-564 Porto

RESUMO

Os recursos hídricos subterrâneos são essenciais para a manutenção do equilíbrio ecossistémico. Assim, é fundamental gerir corretamente e monitorizar este recurso vital. A monitorização revela-se eficaz mediante uma inventariação prévia, a qual, aliada à medição de parâmetros físico-químicos, permite compreender a situação atual das emergências de águas subterrâneas, bem como aferir o estado do património natural e construído envolvente. Em Meinedo, efetuou-se uma inventariação que permitiu identificar e

georreferenciar 32 hidropontos relacionados com emergências de águas subterrâneas, nomeadamente, fontanários, lavadouros e nascentes. Nos hidropontos identificados, as águas subterrâneas magnetenses revelaram, na generalidade, um pH ácido a neutro e uma condutividade baixa. Em síntese, este artigo pretende realçar a importância da água subterrânea como recurso, a atenção que deve merecer nas ações de ordenamento do território e evidenciar as inúmeras vantagens da inventariação dos hidropontos.

PALAVRAS-CHAVE

nascentes; inventário; águas subterrâneas; património hidrológico; SIG.

CITAÇÃO RECOMENDADA Leite P, Gomes A, Teixeira J & Martins M (2020). A importância da inventariação dos recursos hídricos subterrâneos: o caso da freguesia de Meinedo, Lousada. *Lucanus* – Revista de Ambiente e Sociedade, IV, 48-67.

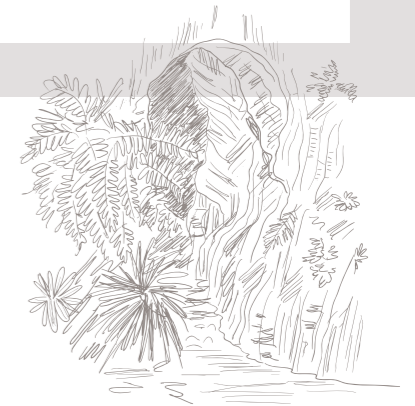
ABSTRACT

Underground water resources are essential for maintaining the ecosystem balance. Thus, it is essential to properly manage and monitor this vital resource. Monitoring proves to be effective through a previous inventory, which, together with the measurement of physical-chemical parameters, makes it possible to understand the current situation of groundwater occurrences, as well as to assess the state of the surrounding natural and built heritage. At Meinedo, an inventory was carried out that allowed the identification and georeferencing of 32 hydrometers related

to groundwater emergencies, namely, fountains, water tanks and springs. In the hydrometers identified, the magnetense groundwater revealed, in general, an acidic to neutral pH and a low conductivity. In summary, this article aims to highlight the importance of groundwater as a resource, the attention that it should deserve in spatial planning actions and highlight the innumerable advantages of the hydrometers inventory.

KEYWORDS

springs; survey; groundwater; hydrological heritage; GIS.



1 INTRODUÇÃO

A água subterrânea, na generalidade, resulta da precipitação que se infiltra na superfície do solo. Posteriormente, a que não é retida pelo solo através de migração por capilaridade atinge os aquíferos (Lencastre & Franco 2010). Estes possuem aproximadamente 99% da água doce no estado líquido existente no planeta (Lencastre & Franco 2010). Assim, e como o meio envolvente não é um sistema fechado, estas são suscetíveis de serem utilizadas pelas atividades que decorrem à superfície.

A água perfaz um movimento circular e contínuo entre o oceano, a atmosfera e os continentes – o denominado **Ciclo Hidrológico**. A água subterrânea é considerada o recurso menos visível do ciclo hidrológico (Carvalho 2006) e, por conseguinte, questões relacionadas com a sua monitorização, prevenção da contaminação e recuperação revelam-se tarefas árduas e dispendiosas. Mundialmente, para além de abastecer as populações, esta sustenta a

irrigação na agricultura, providencia água para uso doméstico, bem como o abastecimento do setor industrial. A água subterrânea pode emergir através de formações naturais, por meio de nascentes, ou através de estruturas artificiais. Felipe & Junior (2013) referem que uma nascente deve ser “considerada um sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente, de modo temporário ou perene, e cujos fluxos hidrológicos na fase superficial são integrados com a rede de drenagem. Uma nascente abrange, portanto, os mais diversos processos hidrogeológicos que culminam na emergência da água e na formação de cursos de água”.

Atualmente, os dados existentes relativos à localização das nascentes à escala municipal são escassos e incompletos, o que resulta no abandono e/ou omissão deste recurso e património hidrológico. Segundo Rodrigues (2019), as águas doces subterrâneas e as exurgências são elementos abióticos de carácter hidrológico que integram o geopatrimónio, nomeadamente o património hidrológico. Assim, proceder à inventariação das nascentes é essencial para a gestão eficaz dos recursos hídricos subterrâneos (Teixeira et al. 2016). Para além da gestão do recurso em questão, os inventários hidrogeológicos são também uma ferramenta essencial no auxílio da gestão do território e do seu ordenamento (Silva et al. 2015). Em suma, a inventariação e o mapeamento em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são instrumentos úteis para a promoção da sustentabilidade da água subterrânea, bem como essenciais nos processos de tomada de decisão (Chaminé et al. 2015; Teixeira et al. 2016). Para que este processo resulte numa base de dados coesa e integral, é útil recorrer a quem conhece o território detalhadamente. Desta forma, no decurso da inventariação é necessário que se proceda ao registo da sabedoria popular “dos conhecedores dos locais em estudo” (Carvalho 2006).

É com base nos pressupostos referenciados que se desenvolveu um trabalho sobre o território da freguesia de Meinedo, pertencente ao concelho de Lousada, e que tem como principais objetivos: *i)* fomentar a introdução dos SIG na inventariação de recursos hídricos; *ii)* demonstrar a importância da inventariação de hidropontos naturais (nascentes) para o ordenamento do território; *iii)* destacar a pertinência da interligação de conhecimentos, nomeadamente entre o conhecimento científico e o empírico/popular, no estudo do território.

“Atualmente, os dados existentes relativos à localização das nascentes à escala municipal são escassos e incompletos, o que resulta no abandono e/ou omissão deste recurso e património hidrológico.”

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme retrata a figura 1, a metodologia adotada repartiu-se essencialmente por três fases distintas. A primeira envolveu a recolha bibliográfica sobre a temática e a aquisição de documentação cartográfica de base. Assim, para esta inventariação foi utilizada a carta nº 112 à escala 1:25000 do Centro de Informação Geoespacial do Exército (IGEOE), e a folha 9D da carta geológica à escala 1:50000 dos antigos Serviços Geológicos de Portugal (SGP, tabela 1).

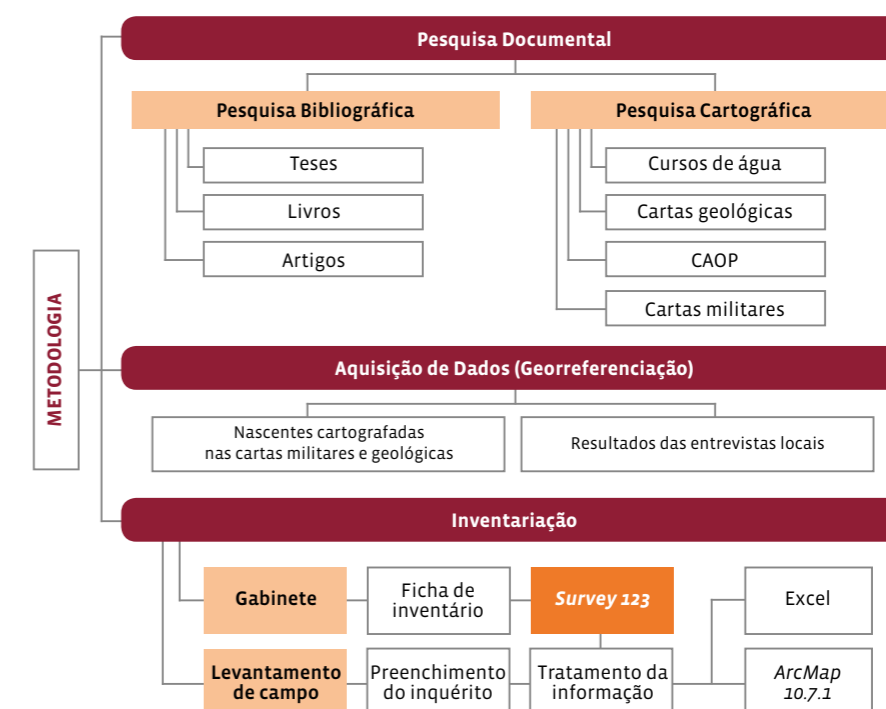


FIGURA 1 Metodologia seguida neste trabalho.

| Dados | Tipo | Fonte |
|---|--------------|----------------------|
| Carta Militar 1:25000 – Folha: 112 | Raster (3x3) | IGEOE 1953 |
| Carta Geológica 1:50000 – Folha: 9D | Raster | Medeiros et al. 1986 |
| Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) | Vetorial | DGTerritório 2018 |
| Carta Ocupação do Solo (COS) | Vetorial | DGTerritório 2018 |
| Rede Hidrográfica | Vetorial | IGEOE 1953 |
| Altimetria | Vetorial | IGEOE 1953 |

TABELA 1 Materiais utilizados e respetivas fontes.

De seguida, para construir a primeira base de trabalho, georreferenciaram-se as nascentes representadas na cartografia militar, escala 1/25000 e na cartografia geológica, escala 1/50 000, citadas na tabela 1.

Tal como mencionado na introdução, pretende-se realçar a importância da sabedoria popular na investigação científica; desta feita, foram contactados vários representantes locais que auxiliaram na inventariação de fontes, fontanários, tanques, entre outros. Assim, toda informação proveniente da bibliografia e das entrevistas foi georreferenciada com recurso aos *softwares Google Earth Pro* e *ArcMap 10.7.1*.

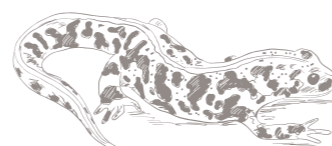
Posto isto, antes de iniciar o trabalho de campo, em gabinete, foram preparados diversos materiais, nomeadamente cartográficos e uma ficha-inventário de nascentes. Na realização da ficha-inventário foi utilizada a plataforma *Survey 123*, da *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*, a qual permite ao utilizador preencher formulários intuitivos, através de um dispositivo móvel, possibilitando a georreferenciação *in loco* do elemento inventariado.

A ficha-inventário usada foi adaptada de Carvalho (2006), registando a localização da emergência de água, a caracterização da estrutura onde se enquadra e a sua acessibilidade. Inclui ainda parâmetros relacionados com o enquadramento hidrogeológico e com as características da água, sendo possível registar o caudal (L/h), a condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$), o pH e a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$). Em termos meteorológicos, é solicitado o registo da humidade relativa do ar (%) e da temperatura ($^{\circ}\text{C}$). No término do inventário, são requeridas informações sobre a utilização da água e um registo fotográfico obrigatório.

Posteriormente, foram realizadas diversas visitas de campo, com a finalidade de validar os dados bibliográficos, a correta georreferenciação dos hidropontos (HP) identificados em gabinete e novos identificados durante o trabalho do campo, assim como a medição dos parâmetros referentes à qualidade da água.

A aplicação *Survey 123* foi essencial nas visitas de campo, uma vez que o inventário é preenchido automaticamente através de um dispositivo móvel. A presente metodologia é mais prática do que a convencional (suporte de papel), ecológica e permite reduzir tempo de trabalho, dado que produz automaticamente *shapefiles* com a informação inventariada. Para a coleta de dados afetos à qualidade da água foram utilizados medidores portáteis multi-paramétricos de pH, de condutividade elétrica e temperatura, da marca “*Pancellent*”.

Por fim, depois de recolhido o material necessário, procedeu-se ao seu tratamento e análise, recorrendo aos softwares Excel para a análise dos dados quantitativos e ao *ArcMap 10.7.1* para a produção da cartografia representativa dos resultados.



2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O concelho de Lousada localiza-se no distrito do Porto, encontrando-se delimitado a Norte por Vizela, a Noroeste por Felgueiras, a Este por Amarante, a Sul por Penafiel, a Sudoeste por Paredes, a Oeste por Paços de Ferreira e por fim, a Nor-noroeste por Santo Tirso. Ao longo dos seus 96,1 quilómetros quadrados (CAOP 2018), em 2019, segundo as estimativas do INE residiam 46755 habitantes (INE 2019), dispersos por 15 freguesias e uniões de freguesia.

Das 15 freguesias e uniões de freguesia que constituem o município, este estudo foca-se na freguesia de Meinedo (figura 2). Esta localiza-se na parte

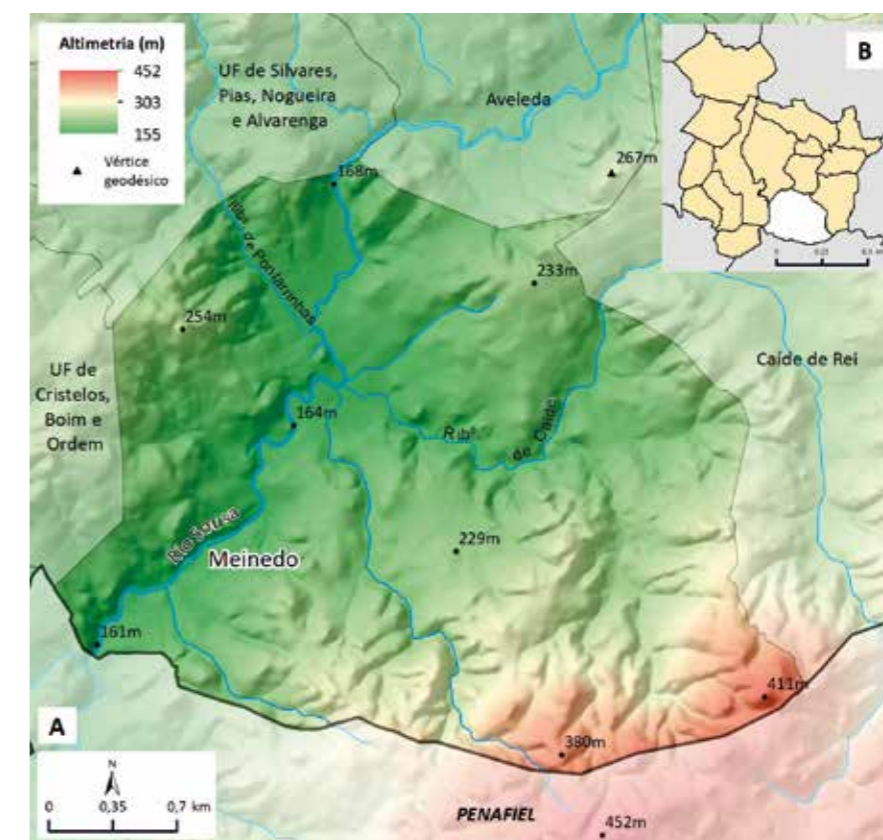


FIGURA 2 A) Hipsometria e rede hidrográfica da freguesia de Meinedo; B) Inserção da freguesia de Meinedo no concelho de Lousada (Fonte: IGEOE 1953; CAOP 2018).

sudeste do concelho, possui cerca de 9,3 quilómetros quadrados e encontra-se ladeada pelas freguesias de Aveleda e de Caíde de Rei, pela União de Freguesias de Cristelos, Boim e Ordem e pela União de freguesias de Silvares, Pias, Nogueira e Alvarenga. Em termos populacionais, em 2011, residiam em terras magnetenses 4052 habitantes (INE 2011).

A nível topográfico, a freguesia atinge uma altitude máxima de 414 metros no lugar de Felgueiras, decrescendo até ao vale do Rio Sousa, onde se registam 161 metros de cota mínima. Em território magnetense, o Rio Sousa tem 4 quilómetros de extensão, constituindo o curso de água principal que cruza a freguesia.

A nível litológico, a freguesia é essencialmente composta por granitos porfiróides, de grão grosseiro a médio, com duas micas, essencialmente biotítico (Medeiros *et al.* 1981). Relativamente à fraturação, a freguesia de Meinedo é condicionada por falhas com direção Noroeste-Sudeste e Nordeste-Sudoeste (Medeiros *et al.* 1981), as quais, guiam o traçado do Rio Sousa, em certos segmentos.

2.2 A OCUPAÇÃO DO SOLO E AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

“**A**s águas subterrâneas estão intimamente interligadas com a paisagem e com o uso do solo” (Lerner & Harris 2009). Os aquíferos recebem água através da infiltração, sendo que esta posteriormente aflora através de nascentes e dos cursos de água. Relativamente à recarga dos aquíferos, esta pode ser diretamente influenciada pelas atividades antrópicas. A cobertura do solo, o aumento da urbanização, a excessiva irrigação e a agricultura intensiva são alguns dos fatores que influenciam a disponibilidade e a qualidade das águas subterrâneas (Lerner & Harris 2009). Assim, quando caracterizamos as águas subterrâneas que afloram num dado contexto espacial, é pertinente ter em consideração a caracterização do uso do solo. Analisando a ocupação e a dinâmica do uso do solo da freguesia de Meinedo, presente na figura 3, conclui-se que esta é constituída maioritariamente por áreas agrícolas e florestais, que ocupam aproximadamente 42,4% e 35,4% da área total, respetivamente. Seguem-se os territórios artificializados, que representam cerca de 16,2% do território. Por fim, relativamente às pastagens e aos matos, no seu conjunto, representam cerca de 6% do território magnetense.

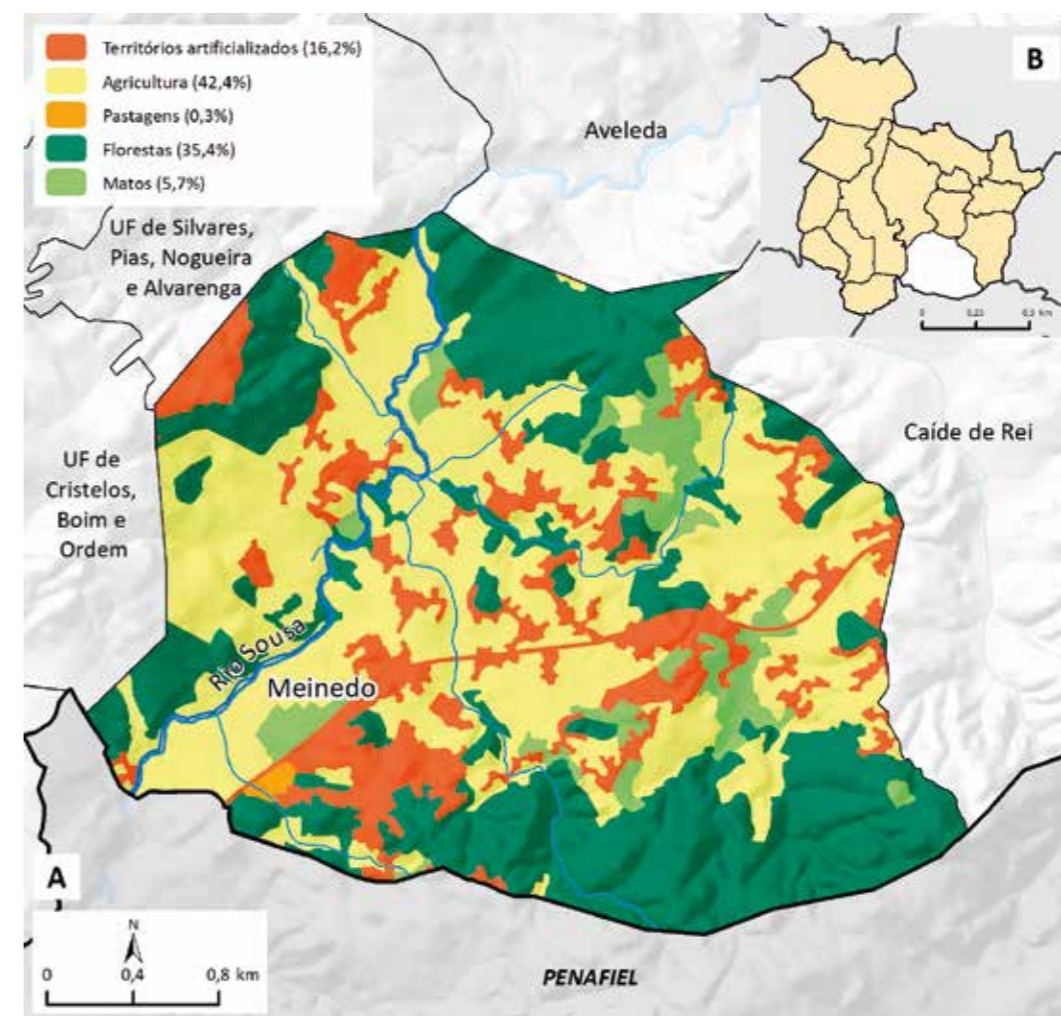


FIGURA 3 A) Ocupação do solo, em percentagem; B) Inserção da freguesia de Meinedo no concelho de Lousada (Fonte: COS 2018; IGEOE 1953; CAOP 2018).



A cobertura do solo, o aumento da urbanização, a excessiva irrigação e a agricultura intensiva são alguns dos fatores que influenciam a disponibilidade e a qualidade das águas subterrâneas (Lerner & Harris 2009).”



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do inventário realizado na freguesia de Meinedo resultaram 32 hidropontos inventariados, encontrando-se estes devidamente numerados e identificados na figura 4. Na generalidade, os hidropontos inventariados são essencialmente utilizadas para o abastecimento das populações e para a irrigação dos campos agrícolas. Das 32 emergências inventariadas, 8 funcionam/funcionaram ainda como lavadouros comunitários (Figura 5).

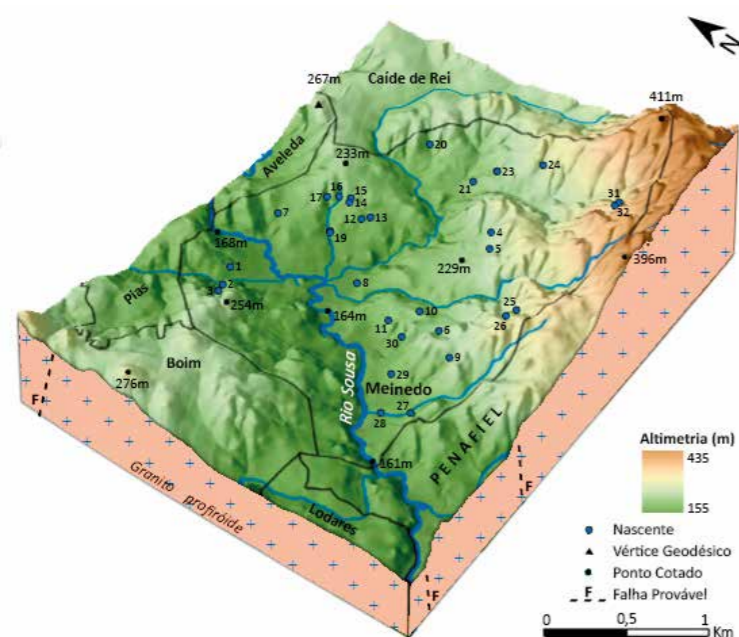


FIGURA 4 Bloco diagrama com a localização das emergências de água subterrânea na freguesia de Meinedo (Fonte: IGEOE 1953; CAOP 2018; Medeiros et al. 1981).

Relativamente ao estado atual dos hidropontos inventariados, através das visitas *in situ* foi possível verificar que 18 emergências estão em estado de abandono. Por sua vez, no que concerne ao estado de conservação, as nascentes associadas a fontanários encontram-se em mau estado de conservação, como se pode constatar através da tabela 2. Salienta-se que o “Fontanário de Pomarelho” (HP 4) foi a única emergência que foi alvo de um restauro, como é possível observar na figura 6. Por sua vez, o lavadouro situado na



FIGURA 5 Fotografias de algumas das nascentes inventariadas com o número do hidroponto que se identifica na figura 4 (5 - Lavadouro público; 8 - Fontanário das Cales; 9 - Fontanário da Poceca (inacessível); 12, 14, 25, 29 - Nascentes).

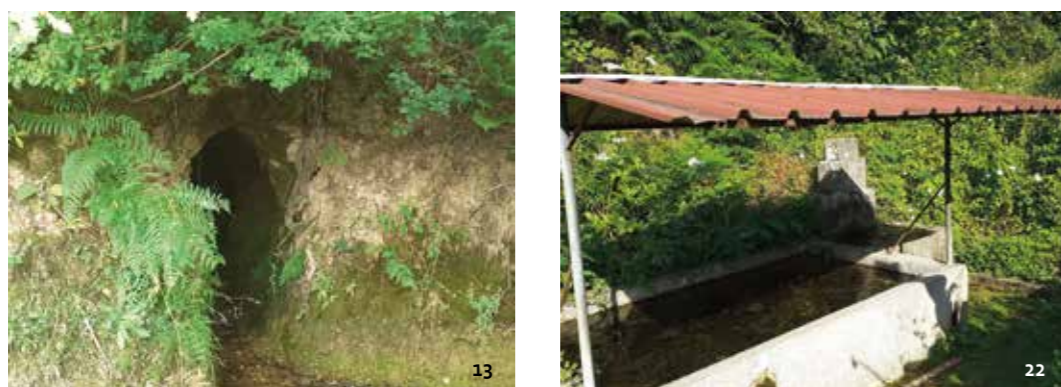


FIGURA 6 Fotografias de algumas das nascentes inventariadas com o número do hidroponto que se identifica na figura 4 (13 – Nascente; 22 – Fontanário de Sub-Ribas).

“Travessa Pade Cima” (HP 5), em 2010, dispunha de um caudal considerável, contudo, em 2020, não apresenta qualquer vestígio de água no seu interior, demonstrando assim um claro retrocesso na sua função e presença do recurso, como é evidente na figura 7. Meinedo dispõe ainda de 9 fontanários que foram inventariados. O património que possui informação temporal da sua edificação está datado de 1928 a 1966, salvo algum erro de interpretação.



FIGURA 7 Fotografias de algumas das nascentes inventariadas com o número do hidroponto que se identifica na figura 4 (24 – Fontanário do Corgo; 30 – Fontanário de Mexide; 31 – Nascente).

TABELA 2 Uso e estado dos hidropontos inventariados. (*) referente à obra de arte ou à estrutura associada ao hidroponto.

| N.º da Nascente | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
|-------------------------------|------------------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|----|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|----|-------|----|-------|-------|-------|----|
| Uso | Abastecimento | x | x | | x | | x | | x | x | x | x | | | | | | | | | x | x | x | | x | x | | | x | x | | | |
| | Lavadouro | | | | | x | | | x | x | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | | x | | | |
| | Rega | | x | x | | x | x | | | x | | x | x | x | | | x | x | | | | | | | | x | x | | | | | | |
| Estado de Conservação* | Abandono | x | | x | | x | x | | | x | | x | | x | | x | | | x | x | | | x | | | | x | x | x | x | x | | |
| | Conservada | | + | | ++ | - | + | - | + | -- | + | + | ++ | + | | + | + | + | - | - | + | + | + | | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| | Restaurada | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultado das medições | Fontanário | x | | | x | | | | x | | x | x | | | | | | | | | x | x | x | | x | | | | | | | | |
| | Mina | | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | x | x | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | Obra de arte | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | x | | | | | | x | | |
| Resultado das medições | Caudal (L/h) | | 1954 | | 1363 | | 2950 | | 604 | | 1551 | 347 | 590 | | | | | | | | 71 | 359 | 2037 | 832 | | | | | | 322 | | | |
| | Temperatura (°C) | | 14,2 | | 14,4 | | 15 | | 13,4 | | 19,2 | 15,8 | 17,8 | 17,6 | | | | | 15,6 | 14,8 | 16,8 | 15,8 | 15 | 15,8 | | | | 15,8 | | 16,8 | 13,8 | 13,8 | |
| | pH | | 5,75 | | 6,59 | | 5,65 | | 5,75 | | 6,34 | 5,35 | 7,29 | 6,74 | | | | | 5,72 | 5,83 | 6,37 | 5,57 | 5,28 | 5,54 | | | | 7,79 | | 5,57 | 5,8 | 6,97 | |
| | Condutividade Elétrica | | 50 | | 186 | | 134 | | 166 | | 52 | 194 | 72 | 125 | | | | | 94 | 124 | 78 | 130 | 160 | 168 | | | | 132 | | 164 | 48 | 54 | |
| | Data | | 25/05 | | 25/05 | | 25/05 | | 04/06 | | 04/06 | 04/06 | 04/06 | 04/06 | 04/06 | | | | 04/06 | 04/06 | 04/06 | 04/06 | 04/06 | 04/06 | 04/06 | | | 15/06 | | 15/06 | 15/06 | 15/06 | |



FIGURA 8 Visualização do restauro recente do Fontanário de Pomarelo: A) foto de 04/2010 (Google Earth 2020); B) foto de 30/07/2020.



FIGURA 9 Lavadouro da Travessa Pade Cima: A) foto de 04/2010 (Google Earth 2020); B) foto de 30/07/2020.

Devido à falta de sinalética e à obstrução dos caminhos com vegetação, por vezes, o acesso a determinados fontanários não se apresenta fácil nem recomendável. A tabela 2 permite ainda aferir que a generalidade das emergências de água inventariadas possuem minas de água na área envolvente. Na generalidade, a água subterrânea na freguesia de Meinedo emerge através de pontos com estruturas antrópicas. Da totalidade das nascentes inventariadas, 6 hidropontos foram catalogados como obras de arte (em termos construtivos), em virtude do seu interesse patrimonial.

Os hidropontos inventariados situam-se a uma altitude média de 223 metros encontrando-se maioritariamente a meia encosta. Relativamente às propriedades organolépticas, as águas emergentes não possuem coloração nem cheiro, apresentando-se límpidas. No que concerne ao caudal, este foi medido em 13 nascentes (43% do total), com recipientes de 1,5L e 5L. Das medições efetuadas, é possível constatar que os caudais variam entre 71L/h (HP 20) e 2950L/h (HP 6). Na figura 8A, representa-se o caudal por 3 classes. A primeira classe apresenta caudais que variam entre 2950L/h e 1552L/h registando 3 hidropontos, a segunda varia entre 1551L/h e 833L/h registando 3 hidropontos e, por fim, a terceira classe contempla 7 hidropontos com caudais entre 832L/h e 71L/h.

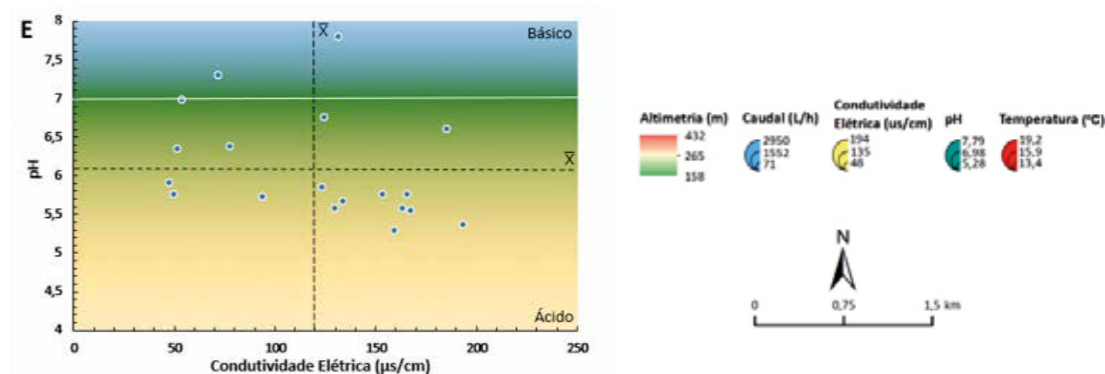
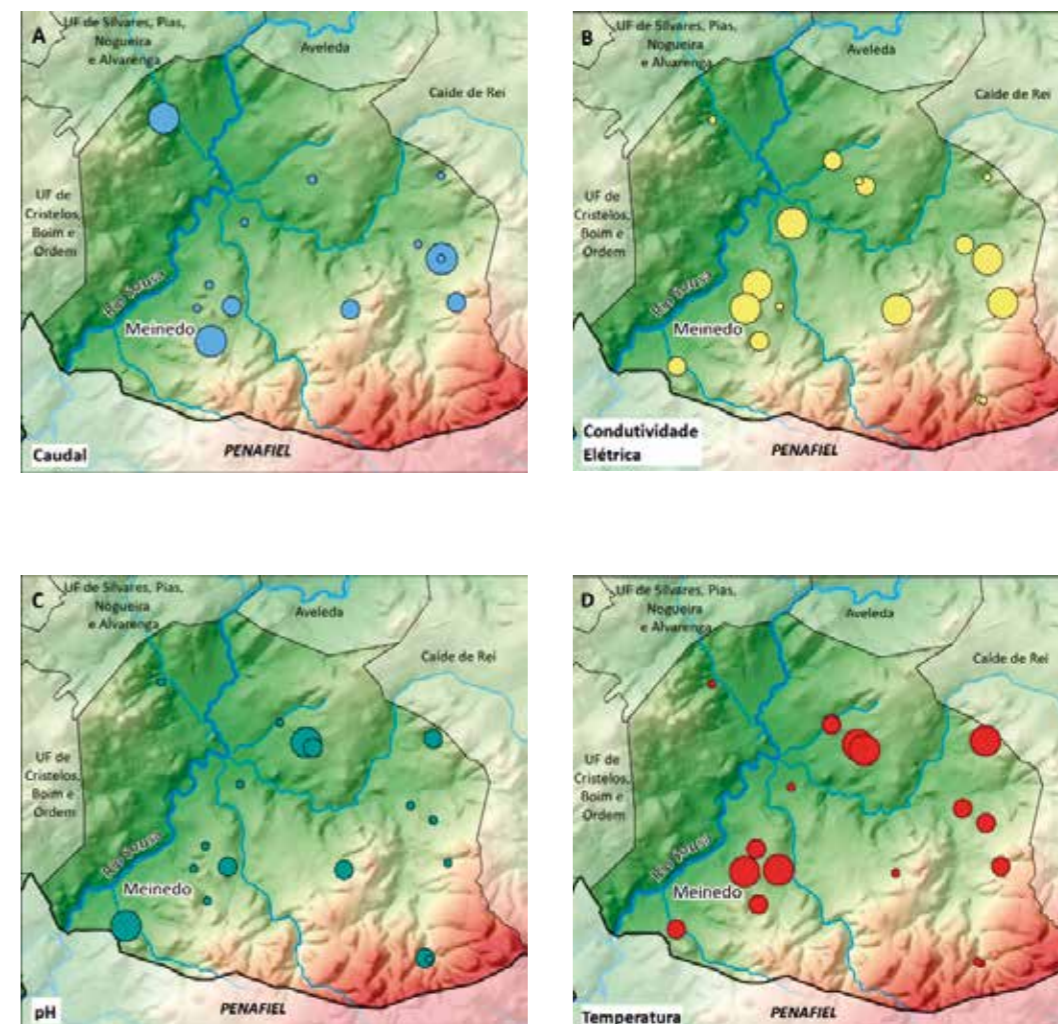
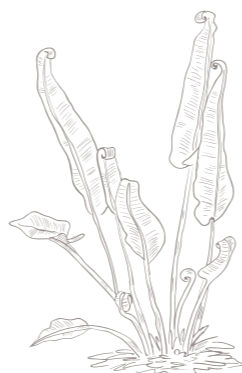


FIGURA 10 Resultados obtidos com os dados recolhidos durante o trabalho de campo nas nascentes inventariadas (datas: 25/05/2020; 04/06/2020; 15/06/2020).

Ao longo da inventariação foram medidos diversos parâmetros físico-químicos em 19 dos 32 hidropontos, entre eles, o pH (potencial hidrogeniônico), a condutividade elétrica e a temperatura. A medição de tais parâmetros é frequente na inventariação, pois permite obter uma “*caracterização inicial sucinta dos principais tipos de circulação subterrânea*” (Carvalho, 2006). A condutividade elétrica ($\mu\text{s/cm}$) permite aferir a concentração de partículas sólidas dissolvidas na água. A água pura apresenta uma condutividade reduzida, e assim, a presença de partículas na água resulta num aumento da condutividade das águas, sendo que, à medida que a presença de partículas aumenta, a condutividade também tende a aumentar (Tutmez *et al.* 2005). A condutividade elétrica da água subterrânea na freguesia de Meinedo, como é observável na figura 8B, varia entre os $48\mu\text{s/cm}$ e os $194\mu\text{s/cm}$. Os valores apurados dividem-se igualmente em três classes, a primeira classe apresenta 7 emergências com valores compreendidos entre os $194\mu\text{s/cm}$ e os $135\mu\text{s/cm}$, a classe dos $134\mu\text{s/cm}$ aos $79\mu\text{s/cm}$ apresenta 6 emergências e, por fim, a última classe possui valores dos $78\mu\text{s/cm}$ ao $48\mu\text{s/cm}$ com 6 registos.

Na generalidade é possível afirmar que as águas em estudo são ácidas a neutras, possuindo valores que variam entre 5,28 e 7,79. Como retrata a figura 8C, os valores de pH apresentam-se divididos em 3 classes: a primeira classe engloba 2 emergências com pH neutro (7,29 e 7,79); a segunda classe apresenta 5 registos com valores compreendidos entre 6,97 e 5,91, por seu turno; a terceira classe contempla valores compreendidos entre os 5,9 e os 5,28 abrangendo assim 12 emergências. Na figura 8E, é possível confirmar as observações suprarreferidas. As águas subterrâneas que emergem na freguesia de Meinedo possuem um pH médio de 6,1. No entanto, a generalidade dos pontos inventariados apresenta-se abaixo deste valor de referência. Contudo, existem dois hidropontos que registam um pH superior a 7, sendo considerados excecionais em solos graníticos, tipicamente ácidos (Costa 2004).

Estes valores mais elevados de pH poderão estar relacionados com a possível existência de um filão de rocha básica (dolerito, muito alterado) não cartografado ou com reduzida dimensão que não lhe confira expressão cartográfica à escala 1:50 000. Na região, existem estruturas deste tipo, com direção NE-SO, nomeadamente próximo de Entre-os-Rios, inseridos em rochas graníticas e a leste de Meinedo, nas rochas do Complexo Xisto-Grauváquico, com direção NO-SE (Medeiros *et al.* 1980). Admite-se também que estes valores anómalos podem estar relacionados com algum processo de contaminação muito específico. Até ao presente, não nos foi possível validar nenhuma das hipóteses com as análises expeditas de campo que foram realizadas. Acrescente-se ainda que a condutividade elétrica destes dois pontos é relativamente baixa (70 e $130\mu\text{s/cm}$), pelo que só uma análise laboratorial e de campo mais detalhada (a realizar em investigação futura) poderá dar indicações mais concretas sobre o valor de pH registado.



Na generalidade, a água subterrânea na freguesia de Meinedo emerge através de pontos com estruturas antrópicas. Da totalidade das nascentes inventariadas, 6 hidropontos foram catalogados como obras de arte (em termos construtivos), em virtude do seu interesse patrimonial.”

Relativamente à condutividade elétrica, Meinedo apresenta uma condutividade média igual a $120\mu\text{s/cm}$, não existindo valores excecionais. Segundo Teixeira (2011), a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) pode influenciar a parametrização de outros indicadores, tais como o pH e a condutividade elétrica. O seu aumento altera a solubilidade dos sais e gases, bem como desagrega substâncias já dissolvidas. A temperatura ($^{\circ}\text{C}$) da água subterrânea, na área de estudo, variou entre $13,4^{\circ}\text{C}$ a $19,2^{\circ}\text{C}$. Este parâmetro encontra-se dividido em três classes, a primeira regista temperaturas entre os $19,2^{\circ}\text{C}$ e os $15,9^{\circ}\text{C}$ com 5 hidropontos, a classe intermédia apresenta valores entre os $15,8^{\circ}\text{C}$ e $14,5^{\circ}\text{C}$ abrangendo 9 registos e, por fim, a última classe apresenta 5 hidropontos com temperaturas compreendidas entre os $14,4^{\circ}\text{C}$ e $13,4^{\circ}\text{C}$, como retrata a figura 8D. Comparando os valores obtidos de condutividade com trabalhos da mesma índole, realizados em áreas rurais, especificamente na bacia hidrográfica da ribeira de Sá e na ribeira de Sardoura, em Castelo de Paiva (Gomes 2014), e na bacia hidrográfica do rio Uíma, em Santa Maria da Feira (Silva 2015), é possível verificar que o valor máximo obtido afeto à condutividade elétrica ($194\mu\text{s/cm}$), apresenta-se significativamente mais reduzido quando comparado com os valores máximos colhidos nos estudos mencionados acima ($490\mu\text{s/cm}$ e $556\mu\text{s/cm}$, respetivamente). Relativamente ao pH e à temperatura da água, é o estudo realizado na bacia do rio Uíma que apresenta valores díspares quando contraposto com o presente estudo, apresentando valores de pH compreendidos entre 2,9 e 8,6 e águas que atingem os 23°C . Por sua vez, quando comparamos os valores obtidos com estudos realizados em áreas urbanas, nomeadamente na cidade do Porto (Freitas 2010), dos parâmetros em estudo, são os valores relativos à condutividade elétrica que se apresentam mais dissonantes. A cidade do Porto regista, assim, valores compreendidos entre os 185 e $665\mu\text{s/cm}$, enquanto que a freguesia de Meinedo apresenta registos que variam dos 48 aos $194\mu\text{s/cm}$, isto é, significativamente mais baixos. Este facto revela que nas águas subterrâneas da freguesia não existem grandes concentrações de sais dissolvidos.

4 CONCLUSÃO

A pressão excessiva sobre os recursos hídricos é atualmente uma realidade, prevendo-se que esta aumente com a exagerada e crescente procura de água para múltiplos fins e os efeitos das alterações climáticas (Connor *et al.* 2019). Desta forma, é extremamente importante conhecer a situação atual das águas subterrâneas no território, bem como possuir a localização das emergências de água subterrânea. Este conhecimento propicia inúmeras soluções de monitorização e gestão. Em caso de escassez hídrica, as nascentes podem ser uma alternativa para satisfazer as necessidades das populações. Por sua vez, no que concerne à gestão eficiente do recurso, possibilita a definição de estratégias de racionalização do uso e a redução de encargos económicos, na medida em que a água subterrânea em determinados contextos pode substituir a água da rede pública. A monitorização regular das águas subterrâneas, face a questões de saúde pública, permite a avaliação da potabilidade da água, e relativamente à preservação ambiental, tal procedimento permite ainda detetar potenciais focos de contaminação. Em Meinedo, os valores reduzidos afetos à condutividade elétrica aparentam indiciar a existência de níveis reduzidos de contaminação.

Os fontanários públicos, as galerias de água, as minas também constituem memórias culturais dos lugares e dos antepassados. Outrora, os fontanários/lavadouros públicos fomentaram a acessibilidade à água potável, pois até então as necessidades eram atendidas juntos dos cursos de água. Para além das questões da acessibilidade, estes equipamentos comunitários eram um importante espaço de socialização, exprimindo assim a história da sociedade local. Ao longo das visitas de campo foi possível constatar o estado deteriorado e esquecido deste património. Na generalidade, as nascentes e estruturas associadas encontram-se ao abandono, desvalorizadas e em mau estado de conservação. Através da troca de impressões com os populares, foi possível perceber o desagrado sentido perante o estado atual deste património.



Em Meinedo, os valores reduzidos afetos à condutividade elétrica aparentam indiciar a existência de níveis reduzidos de contaminação.”



A inventariação dos hidropontos, assim como a parametrização da qualidade da água subterrânea em cada hidroponto, permitem elaborar orientações úteis para o ordenamento do território e para a gestão sustentável dos recursos hídricos subterrâneos.”

Este artigo visa também enaltecer a importância do saber popular. A atual base de dados derivou da aglutinação dos saberes de diversos populares, que até então não se encontravam registados. Para além das inúmeras vantagens da inventariação mencionadas até então, esta técnica pode consistir num trabalho extremamente árduo, demorado e dispendioso. A metodologia empregue neste artigo permitiu reduzir com sucesso inúmeras horas de trabalho, visto que o *software* SIG utilizado estrutura automaticamente a base de dados no decorrer da realização das visitas de campo.

Face às debilidades encontradas, como a ausência de conhecimento da localização dos hidropontos por parte dos órgãos autárquicos e da população mais jovem e face à situação de ameaça em que as nascentes se encontram, futuramente, propõe-se a implementação de um projeto provisoriamente denominado “SOS Nascentes”. Os objetivos principais desse projeto passarão por garantir a identificação e proteção das nascentes, bem como a sua conservação. Para tal, o “SOS Nascentes” incidirá na promoção da inventariação das emergências de água, apelando à colaboração dos munícipes, com o propósito de conceber uma base de dados robusta afeta à totalidade do município.

Com este artigo, pretende-se alertar para a importância da inclusão da temática da água subterrânea no ordenamento municipal e nos instrumentos de planeamento municipal que nos parece descurada. Em suma, a inventariação dos hidropontos, assim como a parametrização da qualidade da água subterrânea em cada hidroponto, permitem elaborar orientações úteis para o ordenamento do território e para a gestão sustentável dos recursos hídricos subterrâneos.

Agradecimentos

A consolidação da base de dados inicial que possibilitou a realização deste artigo assentou na cooperação eficaz da Junta de Freguesia de Meinedo. Sendo assim, agradecemos à Sra. Susana Silva e ao Sr. Abílio Santos pela ajuda, simpatia e prontidão. No decurso do trabalho de campo, a inventariação de determinadas nascentes só foi possível graças à cooperação de diversos populares. Desta forma, expressamos o nosso agradecimento a todos, em especial ao Sr. Fernando Menezes, que nos indicou a localização de inúmeras emergências e nos auxiliou na realização do trabalho de campo, através da abertura de caminhos, por exemplo. Expressamos ainda o nosso agradecimento ao Sr. Carlos dos Trãos, que prontamente se disponibilizou a ajudar e nos permitiu inventariar as nascentes localizadas na sua propriedade. Os autores agradecem as sugestões e as recomendações do revisor anónimo, que ajudaram a melhorar e a consolidar este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho J (2006). Prospecção e pesquisa de recursos hídricos subterrâneos no Maciço Antigo Português: linhas metodológicas. Tese de Doutoramento, Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, Portugal.

Chaminé HI *et al.* (2015). Role of hydrogeological mapping in groundwater practice: back to basics. *European Geologist - Journal of the European Federation of Geologists*, 40, 34-42.

Connor R *et al.* (2019) Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019: Não deixar ninguém para trás, resumo executivo. UNESCO World Water Assessment Programme. Disponível em https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_por. Acesso a 14 de julho de 2020.

Costa JB (2004). Caracterização e Constituição do Solo. Fundação Calouste Gulbenkian, 7ª edição.

Felippe M & Junior A (2013). Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas.

Freitas L (2010). Análise hidro-histórica das águas subterrâneas do Porto, Séculos XIX a XXI: inventário, base de dados e cartografia SIG. Tese de Mestrado, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Portugal.

Gomes R (2014). Recursos Hídricos Subterrâneos: Inventário, Cartografia SIG, Metodologia e Potencialidades
Caso de Estudo: Bacia Hidrográfica da Ribeira de Sá, Sardoura, Castelo de Paiva. Tese de Mestrado, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Portugal.

INE (2011). Disponível em https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos_quadros. Acesso a 23 de maio de 2020.

INE (2019). Disponível em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008273&xlang=pt. Acesso a 13 de agosto de 2020.

Lencastre A & Franco FM (2010). Lições de Hidrologia, 3ª ed. Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Lerner D & Harris B (2009). The relationship between land use and groundwater resources and quality. *Land Use Policy - The International Journal Covering All Aspects of Land Use*, 5265-5273.

Medeiros A *et al.* (1980). Notícia Explicativa da Carta Geológica de Portugal, escala 1/50.000. Folha 9-D (Penafiel). Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

Rodrigues M (2019). Importância do Património Hidrológico para o Geopatrimónio e o Geoturismo. Água e Território Um Tributo A Catarina Ramos. CEG, ULisboa, 269-278.

Silva E (2015). Recursos hídricos subterrâneos e potenciais focos de contaminação na Bacia do Rio Uíma, Santa Maria da Feira: Um contributo para o ordenamento do território a nível municipal. Tese de Mestrado, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Portugal.

Silva E *et al.* (2015). Recursos Hídricos Subterrâneos na Bacia do Rio Uíma, Santa Maria da Feira: Um contributo para o Ordenamento do Território a Nível Municipal. VII Congresso Nacional de Geomorfologia, 359-364.

Teixeira J (2011). Hidrogeomorfologia e sustentabilidade de recursos hídricos subterrâneos. Tese de Doutoramento, Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, Portugal.

Teixeira J *et al.* (2016). Os inventários de recursos hídricos subterrâneos como ferramenta de suporte à gestão dos recursos hídricos. Atas do Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente: Reflexões sobre a Geografia Física e o Ambiente num mundo em conflito.

Tutmez B *et al.* (2005). Modelling electrical conductivity of groundwater using an adaptive neuro-fuzzy inference system. *Computers & Geosciences* 32, 421-433.

BASES CARTOGRÁFICAS:

CAOP (2018). Carta Administrativa Oficial de Portugal. Direção Geral do Território. Disponível em <http://www.dgterritorio.pt/>

COS (2018). Carta de Uso e Ocupação do Solo. Direção Geral do Território. Disponível em <http://www.dgterritorio.pt/>

Instituto Geográfico do Exército (IGEOE) (1953). Carta militar de Portugal 1:25 000. Continente. Folha 112.

Medeiros A *et al.* (1981). Carta Geológica de Portugal, escala 1/50.000. Folha 9-D (Penafiel). Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

