



**SEMINÁRIO DE GEOTERMIA 2025  
ENERGIA GEOTÉRMICA EM PORTUGAL  
Situação Atual e Desafios para o Futuro**

**LIVRO DE ATAS**

**EDITORES**

**Luís M. Ferreira Gomes**

**Pedro Madureira**

**João Figueira**

**Cláudia Pinto**

**Hugo A.S. Pinto**

**Pedro Coelho Ferreira**

## **Covilhã, 2025**

© 2025, *Luís Ferreira Gomes, Pedro Madureira, João Figueira, Cláudia Pinto, Hugo A.S. Pinto e Pedro Coelho Ferreira.*

© 2025, *Universidade da Beira Interior.*

*O conteúdo desta obra está protegido por Lei. A qualidade científica e os conteúdos das comunicações, apesar de processo independente de revisão por pares, são da inteira responsabilidade dos respetivos autores.*



## FICHA TÉCNICA

### Título

**SEMINÁRIO DE GEOTERMIA 2025**  
ENERGIA GEOTÉRMICA EM PORTUGAL  
Situação Atual e Desafios para o Futuro

### Editores

Luís M. Ferreira Gomes  
Pedro Madureira  
João Figueira  
Cláudia Pinto  
Hugo A.S. Pinto  
Pedro Coelho Ferreira

### Imagem da Capa

João Figueira / Hugo A.S. Pinto

### Design

Hugo A.S. Pinto

### Edição e Execução Gráfica

**UBI Edições** – Universidade da Beira Interior  
Rua Marquês d'Ávila e Bolama | 6201-001 Covilhã – Portugal  
[tipografia@ubi.pt](mailto:tipografia@ubi.pt) | [www.ubi.pt](http://www.ubi.pt)

### N.º de Exemplares

Print-on-demand

### ISBN

978-989-9239-23-4 (papel)  
978-989-9239-22-7 (pdf)

### Depósito Legal N.º

555921/25

### DOI

<https://doi.org/10.25768/9239-22-7>

Covilhã, 2025

## ESTUDOS GEOFÍSICOS NA PERSPETIVA DE OTIMIZAÇÃO DO LOCAL DE UMA CAPTAÇÃO GEOTÉRMICA EM S. P. DO SUL, BEIRA ALTA, PORTUGAL

## GEOPHYSICAL STUDIES WITH A VIEW TO OPTIMISING THE LOCATION OF A GEOTHERMAL ABSTRACTION IN S. P. DO SUL, BEIRA ALTA, PORTUGAL

Ferreira Gomes, L. M.; *GeoBioTec, Univ. da Beira Interior, Covilhã, Portugal*, [lmfg@ubi.pt](mailto:lmfg@ubi.pt)  
Ramalho, E. C., Carvalho, J., Sampaio, J., Francés, A. e Represas, P.; *LNEG –  
Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Amadora, Portugal*. [elsa.ramalho@lneg.pt](mailto:elsa.ramalho@lneg.pt);  
[joao.carvalho@lneg.pt](mailto:joao.carvalho@lneg.pt), [jose.sampaio@lneg.pt](mailto:jose.sampaio@lneg.pt), [alain.frances@lneg.pt](mailto:alain.frances@lneg.pt),  
[patricia.represas@lneg.pt](mailto:patricia.represas@lneg.pt)

Marques, F. e Morais, I.; *LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Aljustrel,  
Portugal*, [fabio.marques@lneg.pt](mailto:fabio.marques@lneg.pt), [igor.morais@lneg.pt](mailto:igor.morais@lneg.pt)

Pereira, A.P.; *LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, S. Mamede de  
Infesta, Portugal*, [ana.pereira@lneg.pt](mailto:ana.pereira@lneg.pt)

Jorge, I.S.T. A. e Gonçalves, F. L.; *Termalistur - Termas de São Pedro do Sul, E.M., S.A.,  
São Pedro do Sul, Portugal*, [anajorge@termas-spsul.com](mailto:anajorge@termas-spsul.com); [lilianaferreira@termas-spsul.com](mailto:lilianaferreira@termas-spsul.com)

### RESUMO

As alterações climáticas têm gerado impactos significativos nos territórios termais, tanto de forma direta, por diminuição, desde logo, da recarga dos sistemas aquíferos, e indiretamente através da intensificação da procura de recursos hídricos subterrâneos e da transformação dos usos do solo, fatores que, em conjunto, podem comprometer a qualidade e a disponibilidade dos recursos hidrominerais e geotérmicos. Uma das medidas para mitigar tais problemas passa por construir captações profundas, menos suscetíveis às influências antrópicas e capazes de garantir águas minerais naturais e/ou recursos geotérmicos com maior estabilidade em termos de qualidade, quantidade e temperatura. Neste contexto, o presente trabalho, discute as principais dificuldades associadas à implementação bem-sucedida deste tipo de obras e apresenta, os resultados preliminares de estudos geofísicos, obtidos no âmbito do projeto ThermEcoWat orientados para a identificação das localizações mais adequadas à implementação de novas captações profundas. Pretende-se, assim, contribuir para o reforço da resiliência dos territórios termais face às pressões associadas às alterações climáticas.

## ABSTRACT

Climate change exerts increasing pressure on thermal territories, primarily through reduced aquifer recharge and, indirectly, via intensified groundwater demand and land-use changes. These processes jointly threaten the quality, availability, and long-term sustainability of hydro-mineral and geothermal resources. Developing deep drillings emerges as a key mitigation strategy, as they are less vulnerable to anthropogenic impacts and ensure natural mineral waters and/or geothermal resources with greater stability in quality, quantity, and temperature. In this context, the present study discusses the main challenges associated with the successful implementation of such infrastructures and presents preliminary results of geophysical investigations carried out within the scope of the ThermEcoWat project. The ultimate goal is to identify the most suitable locations for new deep drillings, thereby contributing to strengthening the resilience of thermal territories to the pressures associated with climate change.

**Palavras-Chave:** estudos geofísicos, furos profundos, alterações climáticas.

**Keywords:** geophysical studies, deep holes, climate change.

## 1 - INTRODUÇÃO

A problemática da localização de novas sondagens nos sistemas de rochas cristalinas como o caso de maciços graníticos associados a águas subterrâneas especiais do tipo sulfúreas, é de veras um dos maiores desafios para o sucesso/insucesso das mesmas atingirem o objetivo de intersectar o sistema aquífero produtivo e conseqüentemente se transformarem em captações produtoras de água mineral natural (AMN) e eventualmente como recurso geotérmico (RG). São situações particularmente difíceis quando ocorrem falhas ativas ou não ativas que dificultam não só a perfuração devido às alternâncias bruscas de rocha sã (W1) e argila de caixas de falha possantes, que por vezes ocorrem, levando a frequentes colapsos das paredes do furo, com dificuldades acrescidas na sua sustentação devido ao quimismo especial destas águas. Este quimismo leva frequentemente à exigência de aditivos especiais nas caldas de cimentação necessárias para a entivação das paredes dos furos em construção. A ilustrar esta complexidade citam-se os exemplos de Unhais da Serra (Ferreira Gomes *et al.*, 2010) e do

Graben de Longroiva (Ferreira Gomes *et al.*, 2004) onde esse tipo de situações comprometeu o objetivo inicial, ou, por outro lado, em termos positivos, o caso de Castro Daire – Termas do Carvalhal (Ferreira Gomes *et al.*, 2007), onde, perante um maciço granítico cristalino pouco alterado, sem falhas de significado, o objetivo foi cumprido, construindo-se um furo de 600 m de profundidade, com caudal admissível da ordem dos 15 L/s, e água emergindo a uma temperatura de 60 °C.

A necessidade de realizar sondagens que permitam a obtenção de AMN e RG, com qualidade estável de modo a não comprometer o tradicional termalismo e atividades afins, e ainda com temperaturas que permitam implementar os aproveitamentos em cascata, leva que antes de proceder ao início da perfuração, se efetuem estudos geológico-estruturais detalhados, de entre outros, nomeadamente estudos geofísicos até profundidades significativas, de modo a serem decisivos para a localização à superfície dessas sondagens e para o seu anteprojeto em profundidade (pois pode haver vantagem as sondagens serem inclinadas e com vários desvios). Por outro lado, a necessidade de novas captações profundas, surge também, com a tendência de aumento da temperatura ambiental e a diminuição de precipitação nestes últimos anos, como uma consequência das alterações climáticas (*climate change* – CC). Por exemplo, na região de São Pedro do Sul, nesta última década tem-se verificado uma demanda intensa por cidadãos locais, proprietários, na procura e pesquisa de recursos hídricos subterrâneos superficiais, para suprirem as suas necessidades. Esse tipo de situações e outras sobre o uso do solo, na zona do território classificado como “Estância Termal de São Pedro do Sul” (Afonso de Albuquerque e Ferreira Gomes, 2014) foram recentemente apresentadas por Ferreira Gomes e Carriço (2023), sendo de salientar que muitas delas poderão interferir com a qualidade e até quantidade da AMN e quiçá, no futuro, eventualmente, até na temperatura do RG. Assim, é necessária a disponibilização de novas captações na concessão das Termas de São Pedro do Sul, que de um modo seguro assegurem o futuro deste território termal, onde a economia local é sustentada com muito significado a partir da existência daqueles recursos endógenos (AMN e RG).

Naquela senda, resultou o projeto ThermEcoWat (2025), financiado pelo programa INTERREG SUDOE (2024-26), com um consórcio que integra 8 entidades, de modo a encontrar estratégias para tornar os territórios termais mais resilientes aos efeitos das CC. São Pedro do Sul, sendo um dos

intervenientes nesse projeto piloto, procura encontrar, em articulação com todos os parceiros, soluções para anular ou mitigar esses impactos.

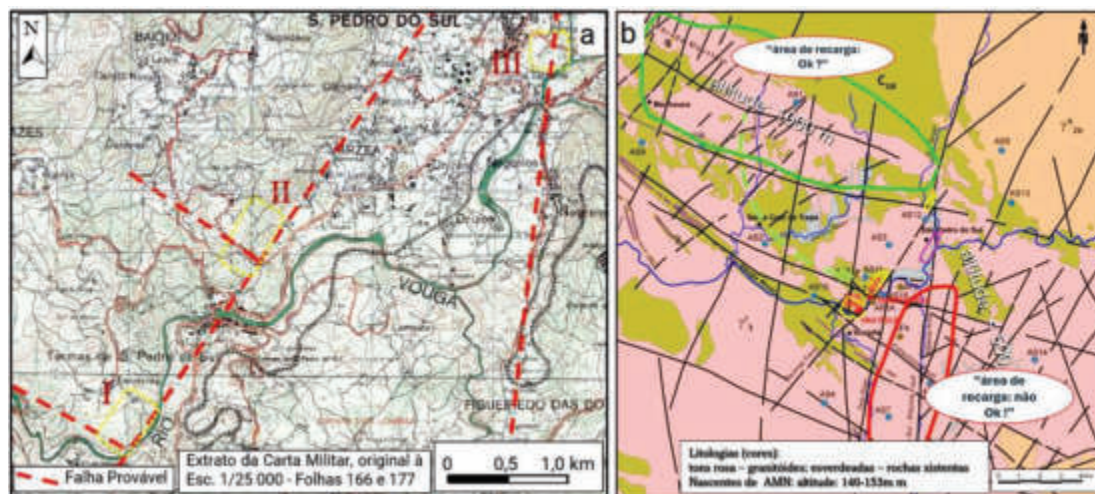
Assim, o objetivo do presente artigo é apresentar de um modo genérico os principais resultados de estudos geofísicos realizados, no sentido dos mesmos contribuir para a localização e anteprojeto de novas sondagens mecânicas relativamente profundas, de modo a pesquisar a ocorrência de zonas produtivas do sistema aquífero de água sulfúrea do tipo São Pedro do Sul, com potencial geotérmico. Menciona-se que o sistema aquífero de AMN quente do Campo Hidromineral e Geotérmico de São Pedro do Sul (CHGSPS) é explorado em dois setores: o Pólo das Termas, e o Pólo do Vau, a cerca de 1,2 km para SSW do anterior (Ferreira Gomes, 2019).

## 2 – ESTUDOS REALIZADOS E RESULTADOS

Os estudos realizados foram uma consequência do conhecimento do foro geológico e hidrogeológico existente. O atual perímetro de proteção para as Termas de S. P. do Sul, instrumento de apoio à ocupação do território, em prol da defesa do sistema aquífero de AMN e seu RG, fundamentou-se no modelo proposto por Haven *et al.* (1985), admitindo a recarga na zona de Ribamá, a ESE das zonas das nascentes de AMN localizadas junto à Falha das Termas de direção NE-SW (Fig.1). Estudos isotópicos recentes (Almeida *et al.*, 2022) sobre a AMN das várias captações, apontam para a zona de recarga ocorrer em altitudes muito mais elevadas do que o previsto no modelo anterior, sugerindo a zona da Serra de São Macário, localizada a NW das descargas naturais, exatamente em sentido oposto à zona de Ribamá. Este novo pressuposto, levou a que as pesquisas de prospeção geofísica atuais fossem realizadas em zonas potencialmente de acumulação de AMN quente em profundidade, e oriundas, portanto de NW até às zonas de descarga, favorecidas pelo efeito “barreira” da Falha das Termas. Esta questão tem sido considerada no âmbito do projeto ThermEcoWat (2025), merecendo referência o trabalho de Ramalho *et al.* (2025).

Os trabalhos foram desenvolvidos em três setores (Fig.1a): Zona I – área do Pólo do Vau, Zona II – área do Pólo das Termas, e Zona III – área do Parque Urbano das Nogueiras, na proximidade da foz do rio Sul para o rio Vouga. Aquelas zonas, foram estabelecidas, tendo em consideração, a tipicidade do sistema de falhas associadas às nascentes atuais, nos casos das zonas I e

II. O caso da Zona III, foi uma consequência de se entender que nessa zona ocorre um “nó-estrutural” resultante da conjugação da falha de Ribamá, com uma fratura associada ao troço-retilíneo do rio Vouga, junto à foz do rio Sul.



**Figura 1** – a) Localização dos setores de estudos geofísicos: I, II, e III; b) Esquema da questão do modelo hidrogeológico, sobre o mapa geológico da região (a partir de Almeida *et al.*(2022). Nota: os traços vermelhos da Fig.1a) representam falhas.

Os trabalhos de campo, foram precedidos por estudos de gabinete com o reprocessamento de dados obtidos para a zona, em campanhas de prospeção geofísica realizadas na década de 1990 por equipa das DGGM (atual LNEG) com (*in Ramalho et al., 2025*): 1154 pontos de Espetrometria de radiação gama, 5 perfis de Resistividade elétrica, e 207 pontos de Gravimetria.

A aquisição de novos dados, no âmbito do ThermoEcoWat Piloto, em trabalhos de campo realizados em maio e setembro de 2024, permitiu a aquisição de novos dados geofísicos, designadamente 491 pontos de Espetrometria de radiação gama, 73 pontos de Gravimetria e ainda 4 perfis de sísmica de reflexão, nas zonas I, II e III. Apesar de nesta fase, ainda se estar em optimização do processamento de resultados, harmonizando os registos antigos, com os agora obtidos, merece desde já apresentar algumas imagens na Fig. 2, sobre os mesmos. Verificam-se zonas com anomalias geofísicas nos vários setores, merecendo os mesmos ser alvo de estudos com muito desenvolvimento no processamento de dados em curso. Estão também em curso o plano de análises físico-químicas e isotópicas, desde as AMN nas Nascentes, como de águas subterrâneas comuns e até de chuva, de modo a robustecer o modelo em desenvolvimneto.

### 3 – NOTAS FINAIS

Com os estudos geofísicos realizados até ao momento, harmonizados com outros em desenvolvimento no âmbito do Projeto ThermoEcoWat, nomeadamente análises físico-químicas, isotópicas, de entre outras, espera-se que venham a contribuir de uma forma significativa para a clarificação do modelo hidrogeológico das águas de circulação profunda do CHGSPS, e ainda a precisar o local para novas captações que permitam obter o recurso hidromineral e geotérmico, não só em condições de maiores caudais disponíveis, como um incremento da temperatura, em relação ao que se disponibiliza atualmente.

A construção de captações profundas adicionais, sendo adequadamente projetadas e acabadas, nomeadamente com o troço mais superficial de cerca de pelo menos 300 m, com isolamento perfeito em relação às águas dos sistemas aquíferos superficiais, permitirá obter com grande probabilidade AMN e RG com menos vulnerabilidade aos impactos das alterações climáticas.

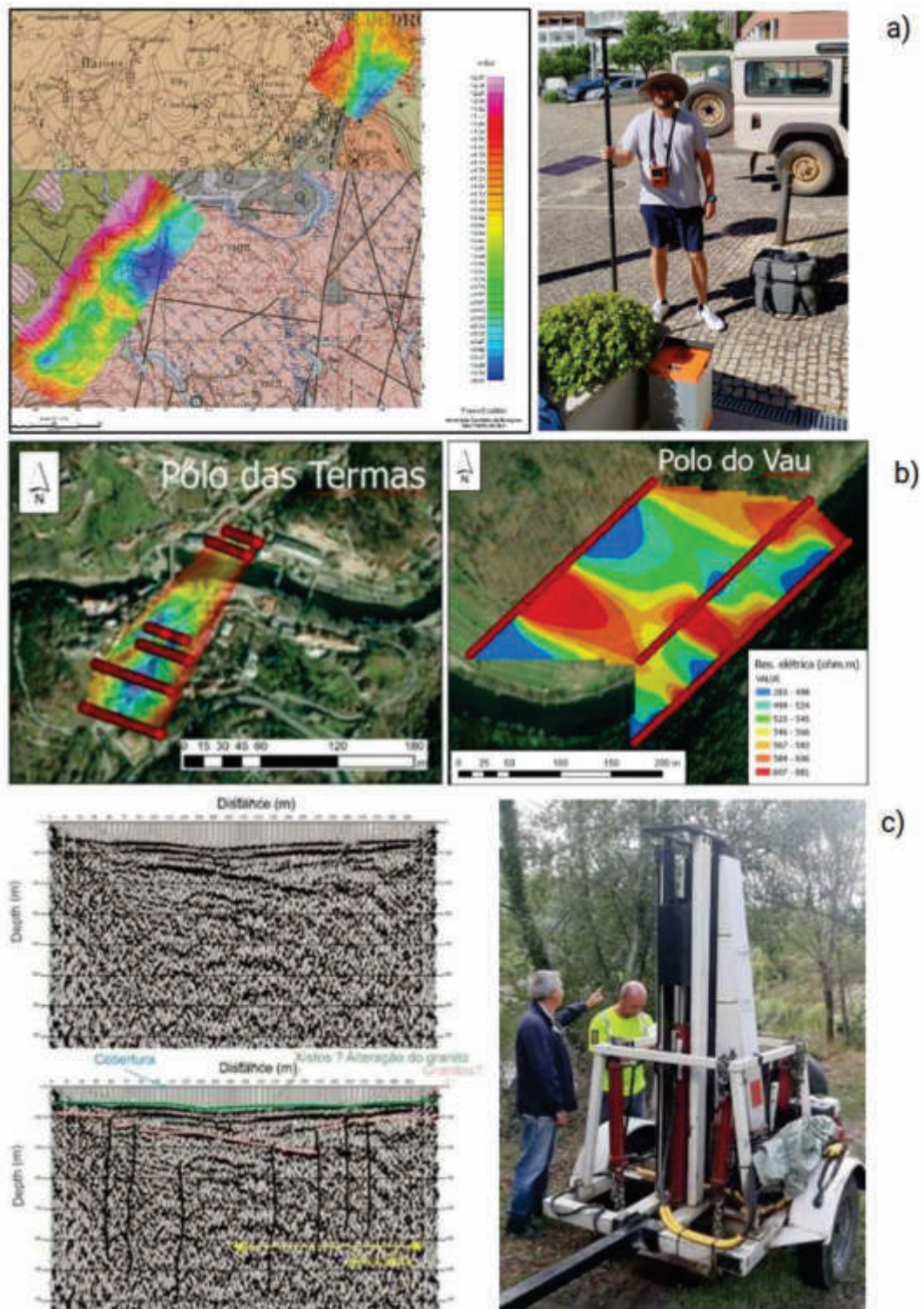
### AGRADECIMENTOS

Ao programa INTERREG SUDOE 1/2.5/F0009, que financia o projeto ThermoEcoWat “Resiliência dos Ecossistemas Termais às Alterações Climáticas”.

Agradece-se ainda à Geological Survey of Finland GTK pela disponibilidade do equipamento de sísmica de reflexão e em especial ao Michael Malinowski pelo apoio na realização e interpretação dos perfis de sísmica de reflexão.

### REFERÊNCIAS

- Afonso de Albuquerque, F.R.J. e Ferreira Gomes, L.M. (2014). Estância termal de São Pedro do Sul, Memória Descritiva e Justificativa. C.M. S.do Sul; 54p. 4 anexos. publicado em DR, 1.<sup>a</sup> série, N.º 93, 2017. Disponível em: [http://www.cm-spsul.pt/images/files/editais/obrasurb/edital\\_estancia\\_termal\\_anexo.pdf](http://www.cm-spsul.pt/images/files/editais/obrasurb/edital_estancia_termal_anexo.pdf)
- Almeida, S., Gomes, L. M., Oliveira, A. e Carreira, P. (2022). Contributions for the understanding of the São Pedro do Sul (North of Portugal) geohydraulic and thermomineral system: hydrochemistry and stable isotopes studies. *Geosciences*, 12(2), 16p. <https://doi.org/10.3390/geosciences12020084>
- Ferreira Gomes, L.M. (2019). Termas de São Pedro do Sul: outros aproveitamentos da água termal que não terapêuticos. *Geonovas*, 32 (1), pp.3-21. [https://www.apgeologos.pt/images/Geonovas/Geonovas32\\_1/geonovas%20321\\_5-24.pdf](https://www.apgeologos.pt/images/Geonovas/Geonovas32_1/geonovas%20321_5-24.pdf)



**Figura 2** – Elementos sobre trabalhos de prospeção geofísica e com imagens preliminares sobre resultados na área das Estância Termal de São Pedro do Sul, no âmbito do Projeto ThermEcoWat, de: a) gravimetria, b) resistividade elétrica, e c) sísmica de reflexão.

- Ferreira Gomes, L.M.; Andrade Pais, L. e Mendes, E. (2007). Contribution for the knowledge of the fracturing and hydraulic characterization of the granitic pluton of Castro Daire region-Viseu Portugal). *11th Cong. of the Int. Society for Rock Mechanics*: Taylor y Francis Group, London. Vol.1. pp.207-210.
- Ferreira-Gomes, L. M. e Carriço, A. P. S. (2023). The problem of land occupation in the Protection Perimeter area of groundwater abstractions for medical spas: the case of São Pedro do Sul medical spa (Portugal). *Proc. Int. Cong. on Environmental Geotechnics*; Athens, Greece. Vol.5, pp.149-158. <https://doi.org/10.53243/ICEG2023-225>
- Ferreira Gomes, L.M.; Quintela, Viriato, M. A. e Mendes, E. (2010). The new well to obtain hot water and the drilling problems in very fractured granitic massif in Unhais da Serra Spa – Portugal. *Proc. World Geothermal Congress 2010*, Bali, Indonesia. IGA – Int. Geothermal Association, 12p.
- Ferreira Gomes, L.M.; Serrano, J.A.P.F. e Carvalho, J.A.F. (2004). Prospecção e pesquisa de água subterrânea no Graben de Longroiva. Considerações sobre alguns elementos da legislação actual. *7º Cong. da Água*. LNEC. APRH. Lisboa. Resumos de comunicações, p.193, paper 57 em CD, 18p.
- Haven, H. L.T.; Rudy, T.; Martin, K.; Schoonen, A.; Ben, J.; Jansen, H.; Vriend, S. P.; Van Der Weijden, C. H. e Buitenkamp, J. (1985). Geochemical studies in the drainage basin of the Rio Vouga. *Chemical Geology*, 51(3-4), pp.225-238. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(85\)90134-2](https://doi.org/10.1016/0009-2541(85)90134-2)
- Ramalho, E. C.; Ferreira-Gomes, L.; Carvalho, J.; Marques, F.; Morais, I.; Pereira, A. P.; Sampaio, J.; Francés, A. e Represas P. (2025). Proteção dos recursos hidrominerais e geotérmicos: abordagem preliminar à prospeção geofísica no âmbito do projeto ThermEcoWat em S. Pedro do Sul. *1st Geo-RIN meeting*, Benasque, Espanha, 2-6 de junho de 2025, 4p.
- ThermEcoWat (2025). ThermEcoWat - Strengthening the resilience of thermal water ecosystems. Interreg Sudoe Project. Disponível em: <https://interreg-sudoe.eu/en/proyecto-interreg/thermecowat/>