

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA AMBIENTAL



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA AMBIENTAL**



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Coleção desafios das engenharias: engenharia ambiental

**Diagramação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia ambiental /  
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-799-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.991212112>

1. Engenharia ambiental. I. Paniagua, Cleiseano  
Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.





## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

O e-book: “Coleção desafios das engenharias: Engenharia ambiental” apresenta onze capítulos de livros que foram divididos em duas temáticas: *i)* recuperação e preservação do meio ambiente em seus diferentes ecossistemas e *ii)* desenvolvimento e aplicação de diferentes técnicas de tratamento para remoção de diferentes contaminantes nas mais diversas matrizes aquáticas e os riscos à saúde pela poluição atmosférica proveniente da combustão de biocombustíveis, madeira e tabaco.

O primeiro tema é constituído por seis capítulos que apresentam estudos bem diversificados. O capítulo I apresenta um estudo de caso em relação à compensação ambiental proveniente da instalação de barragem de terra. No segundo, foi investigado a proposta de implementar um programa de recuperação ecológica dos manguezais. Já o terceiro apresenta um estudo de revisão em relação ao descarte inadequado de medicamentos e as inúmeras consequências aos diferentes ecossistemas e organismos vivos. O quarto capítulo apresentou um estudo que avaliou a abertura de novas fontes de águas termais com o intuito de atrair turistas e possibilitar a geração de emprego e renda a partir da abertura destas novas fontes de águas termais localizados em uma região de Portugal. Já o quinto capítulo apresenta um estudo que avaliou a implantação de um sistema fotovoltaico com o intuito de utilizar uma fonte de energia inesgotável em substituição às hidrelétricas e as térmicas que são extremamente caras e oferecem um enorme impacto ambiental se comparado a solar. Por fim, o capítulo VI se dedicou a correlacionar as mudanças climáticas com aspectos hidrofísicos em relação a morfologia das inúmeras bacias hidrográficas.

O segundo tema apresenta cinco capítulos que investigaram diferentes formas de tratamento de matrizes aquosas e os riscos provenientes da combustão de matéria orgânica. O capítulo VII avaliou a aplicação do tratamento hidrotérmico para reduzir a podridão peduncular, o que resultaria no maior tempo para estar se consumindo o fruto o que levaria a redução no descarte deste alimento. O capítulo VIII avaliou o tratamento de águas residuárias de um laticínio utilizando um Reator de Leito Móvel com Biofilme (MBBR). Já o capítulo IX apresenta um trabalho que teve como finalidade realizar o tratamento de efluentes provenientes do setor agroindustrial dentro do cenário brasileiro. Por outro lado, o capítulo X aborda o emprego de Processos Oxidativos Avançados (POAs) para realizar a remoção de antibióticos e hormônios detectados em águas superficiais e efluentes domiciliares. Por fim, o capítulo XI que traz à tona a poluição atmosférica provenientes da combustão de biocombustíveis, lenha, tabaco e outros e sua relação com os inúmeros problemas de saúde em especial os respiratórios.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando com o intuito de estimular e incentivar os pesquisadores brasileiros e de outros países a publicarem seus trabalhos



com garantia de qualidade e excelência em forma de livros e capítulos de livros que são disponibilizados no site da Editora e em outras plataformas digitais com acesso gratuito.


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **COMPENSAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA**


Eduardo Antonio Maia Lins  
Karina Moraes de Albuquerque  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Andréa Cristina Baltar Barros  
Maria Clara Pestana Calsa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121121>

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **RECUPERAÇÃO ECOLÓGICA DE MANGUEZAIS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO CELULAR (GEOCÉLULAS): ESTUDO DE CASO EM ÁREA PORTUÁRIA NO GOLFÃO MARANHENSE, BRASIL**


Flávia Rebelo Mochel  
Ivanilson Luís Alves Fonsêca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121122>

### **CAPÍTULO 3..... 27**

#### **DESCARTE INCORRETO DE MEDICAMENTOS: MAU HÁBITO SOCIAL, IRRESPONSABILIDADE NA LOGÍSTICA REVERSA, AUSÊNCIA DE FISCALIZAÇÃO/ LEGISLAÇÃO E OS INÚMEROS DANOS AMBIENTAIS**


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
Bruno Elias dos Santos Costa  
Anelise dos Santos Mendonça Soares  
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121123>

### **CAPÍTULO 4..... 38**

#### **ESTUDOS HIDROGEOAMBIENTAIS NUMA REGIÃO DO INTERIOR DE PORTUGAL PARA POTENCIALIZAR O NASCIMENTO DE UMAS NOVAS TERMAS**


André Manuel Machado Fonseca  
Luís Manuel Ferreira Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121124>

### **CAPÍTULO 5..... 52**

#### **IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO – ESTUDO DE CASO**


Eduardo Antonio Maia Lins  
Juliana Viana Machado de Castro  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Andréa Cristina Baltar Barros  
Maria Clara Pestana Calsa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121125>

**CAPÍTULO 6.....58**

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS NA HIDROFÍSICA DA MORFOLOGIA QUANTITATIVA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Lazaro Nonato Vasconcellos de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121126>

**CAPÍTULO 7.....69**

**TRATAMENTO HIDROTÉRMICO NO CONTROLE DE PRODRIDÃO PEDUNCULAR EM MAMÃO PAPAYA**


Gabriela Sales Mangolin

Érica Tiemi Konda

Rafaella Zambelli Baptista

Rosely dos Santos Nascimento

Daniel Terao

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121127>


**CAPÍTULO 8.....77**

**TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE LATICÍNIO EM REATORES DE LEITO MÓVEL COM BIOFILME (MBBR)**

Cíntia Clara Viana

Marcelo Henrique Otenio

Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121128>

**CAPÍTULO 9.....93**


**WETLANDS CONSTRUÍDOS COMO SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA APLICADOS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES AGROINDUSTRIAIS NO BRASIL**

Heloísa Dalla Rosa

Gabriel André Tochetto

Gean Delise Leal Pasquali

Adriana Dervanoski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121129>

**CAPÍTULO 10.....109**


**TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA A REMOÇÃO DE ANTIBIÓTICOS E HORMÔNIOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E EFLUENTES DOMÉSTICOS**

Aline Paula Scussel

Gabriel André Tochetto

Adriana Dervanoski

Gean Delise Leal Pasquali

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99121211210>


**CAPÍTULO 11.....126**

**LA CONTAMINACIÓN INTRAMUROS DEL HUMO DE BIOMASA**

Demetrio Soto Carbajal

Andrés Zózimo Ñahui Gaspar

Hipólito Vargas Sacha  
Eden Soto Aparco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99121211211>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR:</b> .....	<b>140</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>141</b>

# CAPÍTULO 4

## ESTUDOS HIDROGEOAMBIENTAIS NUMA REGIÃO DO INTERIOR DE PORTUGAL PARA POTENCIALIZAR O NASCIMENTO DE UMAS NOVAS TERMAS

*Data de aceite: 01/11/2021*

**André Manuel Machado Fonseca**

Universidade da Beira Interior  
Covilhã – Portugal

**Luís Manuel Ferreira Gomes**

Universidade da Beira Interior & GeoBioTec  
(U.A. – Pólo da UBI)  
Covilhã – Portugal

**RESUMO:** No presente trabalho há o objetivo de mostrar que há potencial para explorar água subterrânea especial, com características para vir a ser classificada como água mineral natural, para o termalismo, numa região do interior-norte de Portugal, região da Vila de Tabuaço. Assim, naquele sentido, após uma breve introdução sobre a importância do termalismo para o desenvolvimento económico local de regiões com baixa densidade populacional, apresentam-se os elementos geomorfológicos, geológicos e hidrogeoambientais daquela região. Com a noção de que são estudos iniciais, devendo os mesmos ser encarados como uma contribuição, salienta-se que, como resultados globais, a região em estudo apresenta dois setores com potencial a explorar água subterrânea do tipo sulfúrea: o setor da Ponte do Fumo e o setor de São Torcato. Por fim, apresentam-se algumas notas finais, no sentido de enfatizar a possibilidade de harmonizar os potenciais novos equipamentos para termalismo, com o potencial turístico da região que é património mundial da UNESCO, o Alto Douro Vinhateiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** água subterrânea, água sulfúrea, termalismo, Tabuaço.

HYDRO-GEOENVIRONMENTAL STUDIES  
IN A REGION OF THE INTERIOR OF  
PORTUGAL TO POTENTIALIZE THE  
BIRTH OF A NEW MEDICAL SPA

**ABSTRACT:** In the present work, the objective is to show that there is potential to explore special groundwater, with characteristics to be classified as natural mineral water, for thermalism, in a region of the interior-north of Portugal, region of the village of Tabuaço. So, in that sense, after a brief introduction on the importance of thermalism for the local economic development of regions with low population density, the geomorphological, geological and hydrogeo-environmental elements of that region are presented. With the notion that these works are initial studies, and should be seen as a contribution, it is emphasized that, as a global result, the region under study presents two sectors with potential to exploit groundwater of the sulphureous type: the Ponte do Fumo sector and the São Torcato sector. Finally, some final notes are presented, in order to emphasize the possibility of harmonizing the potential new equipment for thermalism, with the tourist potential of the region that is a UNESCO World Heritage Site, the Alto Douro wine region.

**KEYWORDS:** groundwater, sulphurous water, thermalism, Tabuaço.

### 1 | INTRODUÇÃO

Portugal é um país com uma área territorial continental muito pequena, de tal modo

que para um cidadão europeu comum, do centro e norte da Europa, em termos correntes, sente que, qualquer lugar de Portugal é considerado próximo do litoral. A realidade não é essa, pois tem havido uma tendência das pessoas se deslocarem para as zonas mesmo muito próximas do mar, e as regiões do interior, têm perdido sucessivamente população, e consequentemente esse despovoamento, tem levado ao abandono de terrenos, e com as mudanças climáticas associadas, têm ocorrido muitos incêndios com consequências cada vez mais catastróficas, numa tendência até, de uma desertificação acelerada. É necessário, dentro do possível, travar tal tendência e até invertê-la. Um dos caminhos possíveis, é criar condições especiais com muita qualidade no interior do país, e em particular onde existam recursos hídricos subterrâneos especiais que possibilitem construir novos equipamentos ligados ao termalismo de saúde e bem-estar, no sentido de, se os mesmos tiverem a qualidade de excelência, com as condições que atualmente há, de facilidade extrema na divulgação e promoção desses espaços, podem esses locais atrair turistas exteriores a essa região, criando dinâmicas de retoma do povoamento, com consequências no sentido de territórios mais equilibrados e economicamente viáveis. Um excelente exemplo em Portugal, é São Pedro do Sul, que atualmente é uma pequena cidade do interior do país, com apenas 3600 habitantes (Wikipedia, 2021a), que, com as suas Termas (TSPS, 2021), já em 2001 a atingir cerca de 25 000 termalistas clássicos (Ferreira Gomes, 2019), sendo de realçar que um termalista clássico está cerca de 15 dias nas Termas, e além de banhos e tratamentos termais, dorme, come, passeia pela região, de entre outros, incrementando os serviços locais e naturalmente a economia local. Naquela época, e ainda hoje, os termalistas daquelas termas, são essencialmente de fora da região, e em especial das maiores cidades portuguesas, nomeadamente de Lisboa, além de se notar já uma procura das mesmas por utentes/turistas estrangeiros. Ora, em termos de futuro, o crescimento em grande ritmo adivinha-se, não só pelas novas capacidades de promoção que em especial a internet e todos os meios de comunicação nos possibilitam, como também pelas capacidades de, em termos político-administrativos, ser possível protocolar com entidades de turismo, sociais, de saúde, de entre muitas outras, permitindo de um modo organizado e sistematizado trazer pessoas de qualquer parte do mundo para esses locais.

Tabuaço é uma vila portuguesa no distrito de Viseu, Região do Norte e sub-região do Douro, localizada no interior de Portugal (Fig.1), com cerca de apenas 1700 habitantes. Tabuaço é a sede do município, com 133,86 km<sup>2</sup> de área, e 6350 habitantes (registos de 2011) nas suas 13 freguesias (Wikipédia, 2021b).





Figura 1. Enquadramento geográfico da zona de estudo: região da Vila de Tabuaço - Norte de Portugal (a partir de Google Earth, 2021).

O presente artigo, baseia-se no trabalho de Machado Fonseca (2021) que genericamente foi realizado, em termos metodológicos, em três principais partes: i) pesquisas bibliográficas; ii) trabalhos de campo; e iii) estudos de laboratório e gabinete. Dos trabalhos sobre pesquisas bibliográficas, salienta-se a existência do estudo de Almeida e Almeida (1970) que deixou logo em aberto o excelente potencial para a zona de estudo, pois aqueles autores inventariaram um bom conjunto de pontos de água com interesse a captar águas especiais para engarrafamento e/ou termalismo, como se observa na Figura 2. Entretanto, os estudos de campo atuais, vieram a evidenciar duas zonas principais com maior potencial, para alavancar futuras explorações ligadas ao termalismo: o Setor da Ponte do Fumo e o Setor de São Torcato, ambos com potencial de explorar águas sulfúreas. Salienta-se que muitos daqueles pontos, inventariados por Almeida e Almeida (1970), nomeadamente os de águas hipossalinas, não são atualmente identificáveis no terreno, em alguns casos, por ter havido a destruição dos mesmos, devido a obras de movimentação de terras, ou em outras situações, provavelmente pelo seu caudal de ressurgência ter-se anulado devido às mudanças climáticas que têm ocorrido na região, pois tem havido uma tendência global de menor precipitação e maior temperatura ambiental.



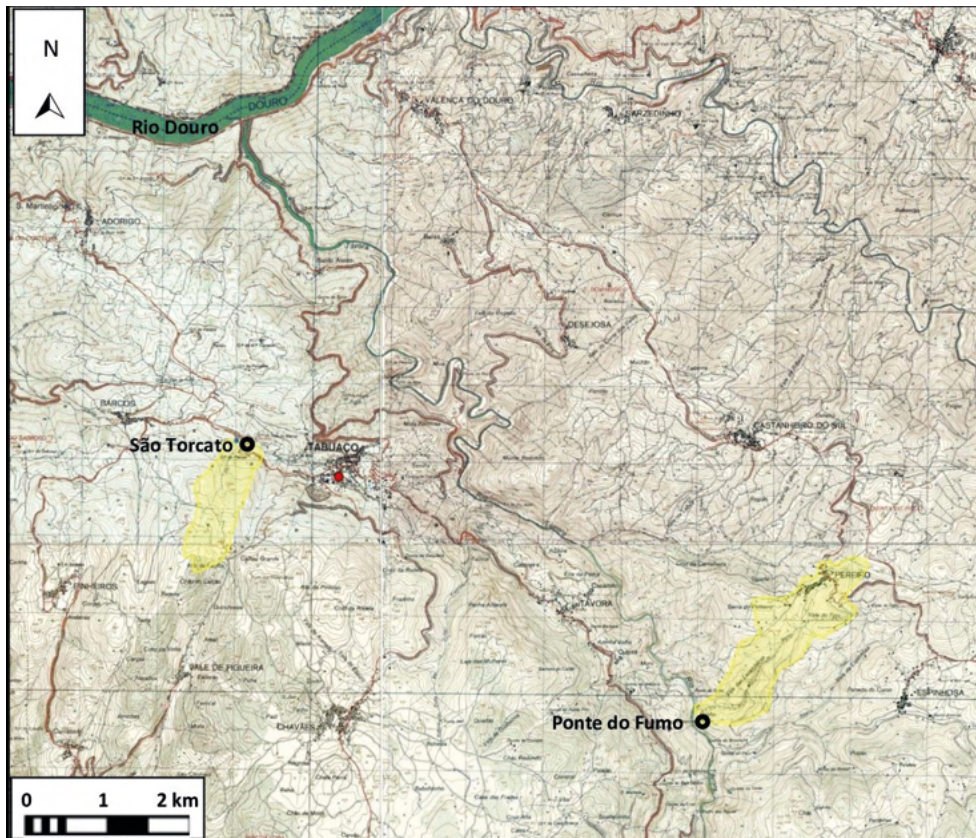


Figura 3. Implantação dos locais de ressurgências em estudo e respetiva sub-bacia topográfica associada, dos dois setores de trabalho: Ponte do Fumo e São Torcato (Excertos das cartas militares de Portugal, Folhas à escala 1/25000: 127, 128, 138 e 139, IGE, 1993).

Sob o ponto de vista geológico, desde já se salienta, que de acordo com o que é comum, as nascentes com potencial a serem classificadas como águas minerais naturais, são essencialmente uma consequência da geologia regional e em particular das grandes fraturas ou falhas que atravessam uma região.

No sentido de apresentar o enquadramento geológico da zona em estudo, apresenta-se na Figura 4 o mapa geológico regional, com a implantação das sub-bacias topográficas dos setores em estudo, além de, no mesmo, se registarem também vários pontos de água clássicos e referenciados na literatura como águas com características especiais que atualmente apresentam a classificação como águas minerais naturais (Carlão, São Lourenço, Moledo, Aregos, Longroiva, Carvalhal e Cavaca). Salienta-se que, genericamente, aquelas águas já classificadas como minerais, afloram em unidades graníticas, e em alguns casos na proximidade de contacto com rochas xistentas, e com tendência de estarem com relativa proximidade de grandes falhas geológicas.

Após a observação da carta geológica, conclui-se que a bacia hidrográfica de São

Torcato, encontra-se assente em granitóides, essencialmente Hercínicos e pré-Hercínicos. Já no caso da bacia hidrográfica da Ponte de Fumo, corresponde na totalidade a rochas xistentas do Complexo Xisto-grauváquico, do Câmbrico.

### 3 | ELEMENTOS HIDROGEOAMBIENTAIS

No sentido de perseguir o objetivo principal do presente estudo, que é procurar áreas ou locais que ofereçam garantias de explorar um recurso que tenha qualidade e ainda que tenha quantidade adequada e duradoura, ou potencial naqueles sentidos (qualidade e quantidade), de modo a levar a umas termas, e de as tornar economicamente viáveis, ao longo de tempo, o estudo levou, como já se referiu, ao foco em dois setores: o setor da Ponte do Fumo e o setor de São Torcato. A razão principal desta situação, prendeu-se com o facto daquelas zonas terem potencial para captar água subterrânea do tipo sulfúrea, que são um tipo de água com “provas dadas”, no sentido de haver várias termas em laboração ao longo de muito tempo, e por serem águas que ressurgem a partir de sistemas aquíferos associados a rochas graníticas relativamente profundos, com potencial de serem estáveis na qualidade ao longo do tempo e até de possuírem temperaturas elevadas. Este tipo de sistemas aquíferos, não tem uma vulnerabilidade de significado às oscilações climáticas anuais, o que não acontece com a quase generalidade das águas hipossalinas, nomeadamente as inventariadas por Almeida e Almeida em 1970, apresentadas na Figura 2.



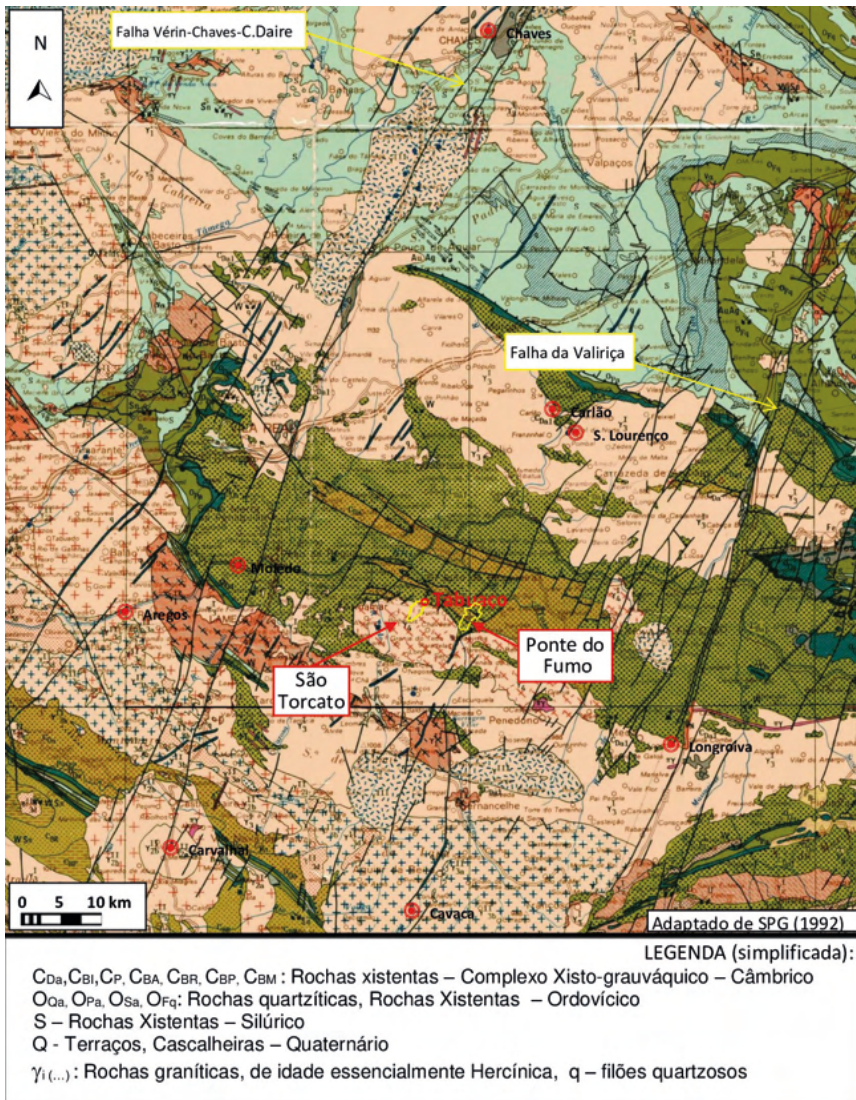


Figura 4. Enquadramento geológico regional da zona de estudo (a partir de SGP,1992)

Assim, realizaram-se estudos de campo, inventariando os principais pontos de água na sub-bacia de cada setor, registando a sua litologia, e medindo nas principais ressurgências, os parâmetros físico-químicos *in situ*: pH, Temperatura (T), condutividade (C), Potencial Redox (Eh) e Total de Sólidos Dissolvidos (TDS).

Sob o ponto de vista de sistemas hidrogeológicos, em termos locais, identificaram-se as seguintes unidades hidrogeológicas:

Unidade 1: Depósitos de cobertura, constituídos essencialmente por aluviões e depósitos de vertente, com espessura geralmente entre 0.5 e 3 m, e constituindo um

Aquífero Livre, do tipo intersticial geralmente com permeabilidade alta.

Unidade 2: Granitóides superficiais, com vários tipos de granitos; constitui um Aquífero Livre, do tipo fissural, nos primeiros cerca de 50 m e por vezes até maior profundidade, até cerca de 100m, com maior produção nas zonas de menores cotas da área de estudo; a permeabilidade é geralmente baixa, podendo ser alta em zonas de fraturas e em particular quando preenchidas com filões quartzosos.

Unidade 3: Granitóides profundos, com vários tipos de granitos; constituem, só localmente em algumas zonas, sistemas aquíferos geralmente do tipo confinado a semi-confinado, do tipo fissural, geralmente abaixo dos 100 m de profundidade, e em particular quando a jusante ocorrem rochas xistentas; a permeabilidade é geralmente baixa, podendo ser alta em zonas de fraturas e em particular quando preenchidas com filões muito extensos; a recarga destes sistemas aquíferos é em zonas distantes da zona de descarga, e em áreas exteriores ao limite da sub-bacia onde ocorrem as principais ressurgências; os registos dos parâmetros físico-químicos apresentados na Tabela 1, têm origem nestes sistemas aquíferos.

Unidade 4: Rochas xistentas do Complexo Xisto-Grauváquico, de permeabilidade do tipo fissural, geralmente muito reduzida, podendo atingir espessuras muito elevadas. Nas zonas de estudo, não se verificou serem produtivas.

Sob o ponto de vista da qualidade enfatiza-se que os sistemas aquíferos superficiais do tipo livre, segundo os registos obtidos em vários pontos de água, apresentam **água** de muito baixa mineralização, sendo os parâmetros obtidos, de acordo com o seguinte:

- Total de Sólidos Dissolvidos (TDS): 28,0 a 39,5 mg/L,
- Condutividade (C) = 30,5 a 42,7  $\mu\text{S/cm}$ ,
- pH = 5,05 a 6,03,
- Eh = 20,1 a 70,9 mV,
- Temperatura (T) = 11,2 a 13,3  $^{\circ}\text{C}$ .

As águas dos aquíferos livres em estudo, sendo eventualmente importantes, para agricultura local, e até para abastecimento de populações, mas sob o ponto de vista de serem usadas em termalismo, não têm qualquer interesse.

Em relação aos sistemas aquíferos dos Granitóides profundos, estes são pouco frequentes e resultam de situações geológicas singulares. Têm tendência a ocorrer nas zonas de menor altitude das áreas em estudo e nas proximidades do contacto com a unidade de rochas xistentas, com estas últimas a jusante, facilitando a acumulação de água subterrânea, por serem de menor permeabilidade do que as rochas graníticas. Por sua vez, a ocorrência de fraturas extensas e/ou filões com raiz profunda, favorece a ressurgência à superfície topográfica de águas destes sistemas aquíferos.

De todos os pontos de água estudados, a ressurgência de maior singularidade,



e claramente de interesse ao termalismo para a região de Tabuaço, foi a nascente da Ponte do Fumo, por apresentar características similares ao que é comum nas águas sulfúreas, nomeadamente, evidenciado pelo facto da sua ressurgência se associar um creme esbranquiçado (Fig.5), com cheiro intenso a sulfídrico, como é típico deste grupo de águas. Na Tabela 1 apresentam-se os parâmetros físico-químicos de campo registados na água desta nascente. Salienta-se que pelos seus valores de condutividade e de TDS, muito superiores ao que é comum nas águas dos sistemas aquíferos livres da zona em estudo, há claramente uma evidência de ser uma água particular. Por outro lado, o baixíssimo valor de eH, sendo negativo, orienta que esta água tenha uma origem muito profunda e com um percurso muito extenso, evidenciando ser oriunda de um meio muito redutor, claramente diferente das águas dos aquíferos livres que apresentam valores de eH positivos típicos de meios com oxigénio.

No Setor de São Torcato, de todos os estudos de campo realizados, considerou-se o Furo F3<sub>QP</sub> com 190m de profundidade, na Quinta do Plácido, como o mais singular, pelos resultados registados na sua água. Os registos obtidos apresentam-se na Tabela 1, sendo de referir que se entende ser uma água de mistura do aquífero superficial do tipo hipossalina das rochas graníticas, com água sulfúrea do aquífero profundo. É de referir que além de apresentar um cheiro ligeiro a sulfídrico, também apresenta um eH negativo, portanto orientando para a associação a uma água de origem muito profunda.

Setor	Designação	Tipo	T (C)	C ( $\mu$ S/cm)	pH	Eh (mV)	TDS (mg/L)
Ponte de Fumo	N <sub>PF</sub>	Presa	15,0	743,5	7,36	-149,6	669,5
São Torcato	F3 <sub>QP</sub>	Furo, com prof.de 190m	17,7	107,3	6,41	-3,1	98,8

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos *in situ* dos pontos de água principais registados nos setores em estudo, para a região de (Tabuaço).



Figura 5. Fotografias do local onde foi recolhida a amostra de água subterrânea associada à biogeleia típica (creme esbranquiçado) de águas sulfúreas, da nascente da Ponte do Fumo.

A água da Ponte do Fumo foi já estudada por Almeida e Almeida (1970), apresentando-se os resultados obtidos na Tabela 2, tendo a mesma água, já na época, sido classificada por água sulfúrea-sódica e alcalina- sódica, hipotermal. Esta ressurgência, apesar de ocorrer num local que à superfície é de rochas xistentas, e numa sub-bacia de apenas rochas da mesma unidade (Fig.4), apresenta características do que é comum de águas subterrâneas de sistemas aquíferos muito profundos de rochas graníticas. Calado (2001) atribuiu a água da Ponte do Fumo, a granitos alcalinos, sendo ainda de salientar que este mesmo autor, ao fazer estudos sobre a temperatura em profundidade de várias águas sulfúreas a partir de geotermómetros, apresenta a possibilidade da água da Ponte do Fumo, no reservatório, ter cerca de 60°C.

Para comparação com o quimismo de outras águas sulfúreas portuguesas já classificadas como minerais naturais para termalismo, apresentam-se na Tabela 2, os parâmetros físico-químicos principais de algumas águas sulfúreas de Portugal, publicados em documentos da instituição que supervisiona e tutela estes recursos (DGGM, 1992; IGM, 1999). A água da Ponte do Fumo, pelos resultados é a que apresenta menor mineralização, e a menor quantidade de sílica, no entanto, devido às características da atual captação, e

abandono, admite-se, tal como Almeida e Almeida (1970) admitiram, haver alguma mistura com águas da superfície.

Parâmetro	Ponte do Fumo (Almeida e Almeida, 1970)	S.P Sul Nasc. Tradicional 1989 (DGGM, 1992)	Aregos Furo AC1, 1989 (DGGM, 1992)	Moledo Furo AC1, 1988 (DGGM, 1992)	Carvalho Nascente n°1, 1986 (DGGM, 1992)	Carlão Nascente do Banho, 1988 (DGGM, 1992)	São Lourenço Furo AC1, 1998 (IGM, 1999)	Cavaca Fte dos Remédios, 1986 (DGGM, 1992)	Longroiva, Furo AC1A, 1999 (IGM, 1999)	
Temperatura - °C (na emergência)	15,0	67,0	61,8	45,4	23,0	28,9	30,0	27,9	44,2	
pH	7,43	8,90	9,20	9,4	9,30	8,20	8,01	8,30	8,88	
Condutividade (mScm <sup>-1</sup> )	n.d.	450	381	320	380	500	393	336	604	
Dureza (p.p. 10 <sup>5</sup> CaCO <sub>3</sub> )	4,8	0,80	0,70	0,65	0,60	1,17	1,6	1,58	0,70	
Alcalinidade (HCl 0,1N /L)	19,2	23,7	19,7	18,3	22,6	38,0	32,0	26,8	33,0	
Sulfuração total - I <sub>2</sub> 0,01N (mL/L)	n.d.	23,1	22,1	17,9	24,9	19,5	2,0	n.d.	43,8	
CO <sub>2</sub> (mg/L)	8,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 5	n.d.	2,55	
Silica (mg/L)	18,0	70,4	53,5	33,6	56,4	60,8	50,9	56,0	58,3	
Resíduo seco a 180°C (mg/L)	192,8	298,4	272,4	219,6	296,0	327,0	266,0	273,0	377,0	
Mineralização total (mg/L)	n.d.	341,1	313,3	247,2	336,4	433,5	360,0	360,0	441,0	
Catiões (mg/L)	Na <sup>+</sup>	50,6	87,0	83,9	71,3	92,4	103,3	83,9	86,7	122,0
	Ca <sup>2+</sup>	12,8	3,2	2,8	2,6	1,6	4,4	6,0	5,9	2,6
	K <sup>+</sup>	-	3,5	2,1	1,13	2,4	3,8	2,8	2,7	4,6
	Mg <sup>2+</sup>	3,9	0,02	0,02	< l.d.	0,5	0,13	0,29	0,46	< 0,05
	Li <sup>+</sup>	-	0,55	0,21	0,2	0,38	0,47	0,43	0,40	0,70
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	0,25	0,18	0,24	0,15	0,93	0,49	< 0,10	0,50
	Fe <sup>2+</sup>	0,06	0,06	0,011	0,087	0,006	0,165	-	0,025	-
Aniões (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	117,1	103,7	84,8	65,9	87,8	225,7	185	163,5	149,0
	Cl <sup>-</sup>	14,9	28,8	29,8	21,3	28,4	12,8	13,1	21,0	44,4
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	29,6	0,6	8,9	5,6	4,9	1,9	3,9	1,9	10,0
	F <sup>-</sup>	2,8	17,1	19,2	16,8	21,4	16	12,7	15,0	23,1
	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	n.d.	8,6	6,0	9,9	10,5	n.d.	n.d.	2,4	6,9
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,34	0,35	< 0,34	< 0,34
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	n.d.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	< 0,02	< 0,02
	HS <sup>-</sup>	0,54	3,0	3,4	2,9	3,8	3,2	n.d.	0,05	7,2
	H <sub>3</sub> SiO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	n.d.	n.d.	17,2	15,7	23,6	n.d.	n.d.	n.d.	12,4

n.d. – valor não determinado; l.d. – limite de deteção.

Tabela 2: Comparação do quimismo da água da Ponte do Fumo com outras águas sulfúreas já classificadas como minerais naturais para termalismo.

Salienta-se que todas as águas apresentadas na Tabela 2, correspondentes às já classificadas como minerais naturais, são designadas por sulfúreas, bicarbonatadas, sódicas e fluoretadas. Maioritariamente são aplicadas para doenças metabólico-endócrinas, doenças reumáticas e músculo-esqueléticas e ainda doenças do aparelho respiratório.

Em relação à água do Furo F3<sub>QP</sub>, não se disponibiliza atualmente nenhuma análise físico-química detalhada, no entanto pelo enquadramento hidrogeológico, entende-se que deve ser realizado na área um furo de prospeção mecânica hidrogeológica, com acompanhamento detalhado de caudais e qualidade em perfuração, a obter em contínuo, até pelo menos 250m, pois, pelo conhecimento já adquirido, tudo indica que ao se isolarem os níveis mais superficiais, se obterá uma água subterrânea com qualidade e estabilidade, de modo a permitir que venha a ser, com grande probabilidade, classificada como mineral natural para termalismo. A zona da Quinta do Plácido, no setor do Polo de São Torcato, tem a particularidade de estar muito próxima da zona urbana de Tabuaço, além de ter já uma unidade hoteleira, que facilitaria o desenvolvimento em termos de turismo de saúde.

A zona da Nascente da Ponte do Fumo, também apresenta muito potencial à realização de um furo, com elevado potencial de permitir qualidade e quantidade adequada para levar o seu recurso à classificação como água mineral para termalismo. A zona da Ponte do Fumo, tem a particularidade interessante de se associar nas proximidades (Fig.6) a uma quinta especial, a Quinta do Convento de São Pedro das Águias (Kranemann, 2021), com uma história singular e excelente património, situação, que em harmonia com um projeto de umas termas especiais, poderão resultar num projeto de excelência com interesse mundial, no sentido de atrair turistas de saúde de qualquer parte do mundo.

#### 4 | NOTAS FINAIS

O presente trabalho resultou de um estudo académico associado à dissertação de mestrado do primeiro autor (Machado Fonseca, 2021) tendo de entre muitos outros aspetos, despertado o potencial da região de Tabuaço no sentido deste concelho evoluir para o setor do termalismo, como um caminho a trilhar no sentido do turismo de saúde e assim, contribuir para várias situações consequentes, nomeadamente melhorar a economia da região. Selecionaram-se duas áreas com muito interesse para a implantação de umas novas termas: o setor da Ponte do Fumo e o setor de São Torcato. Aqueles setores são importantes, não só pelo potencial em explorar o recurso, água subterrânea com potencial de ser legalizada como água mineral natural para termalismo, como também pelo potencial de património natural e arquitetónico local, sendo de salientar que se enquadram numa região que é património mundial da UNESCO (CCDRN, 2021), por ser o Alto Douro Vinhateiro, que enquadra a região demarcada de vinho, mais antiga do mundo.



Figura 6. Enquadramento da Nascente da Ponte do Fumo em relação à Quinta do Convento de São Pedro das Águias (Google Earth,2021).

Enfatiza-se que apesar de haver potencial à ocorrência de águas subterrâneas especiais, será necessário haver mais estudos, nomeadamente de índole hidrogeológica no sentido de clarificar o modelo geohidráulico de cada setor, para que, com o seu conhecimento detalhado, se quantifiquem as reservas do recurso disponíveis, bem como os locais exatos para realizar a captação de caráter definitivo (sondagem mecânica profunda), de modo a levar ao licenciamento da sua água como mineral termal e assim, resultar um ou dois novos complexos de termalismo. Aqueles novos equipamentos, entende-se que deverão, não só, ser adequados para o termalismo clássico de saúde, como também para o termalismo de bem-estar, com espaços aqua-lúdicos e de lazer, pois desse modo, facilmente complementam o potencial turístico da região em termos de todo o património disponível, desde o património paisagístico, ao património arquitetónico, ao ecoturismo, ao enoturismo, e ao turismo cultural, religioso, de entre outros.

## REFERÊNCIAS

Almeida, J. D.; Almeida, A. **Inventário Hidrológico de Portugal - Trás-Os-Montes e Alto Douro**. Lisboa: Instituto de Hidrologia de Portugal, 1970. Vol. 2º Volume, 640p.

Calado, C.M.A. **A Ocorrência de Água Sulfúrea Alcalina no Maciço Hespérico: Quadro Hidrogeológico e Quimiogênese**. 2001. 461p. Tese de Doutoramento em Geologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2001.

CCDRN - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Norte. **Alto Douro Vinhateiro**. Portal Diplomático, Comissão Nacional da UNESCO. Disponível em: <https://unescoportugal.mne.gov.pt/pt/temas/proteger-o-nosso-patrimonio-e-promover-a-criatividade/patrimonio-mundial-em-portugal/alto-douro-vinhateiro>, Acesso em 4 de nov. 2021.

DGGM - Direcção Geral de Geologia e Minas. **Termas e Águas Engarrafadas em Portugal**. Lisboa, 1992.

Ferreira Gomes, L.M. Termas de São Pedro do Sul: outros aproveitamentos da água termal que não terapêuticos. **Geonovas**, Vol.32, N°1, pp.3-21, 2019.

Google Earth; **Imagens de Google Earth Pro**, com pesquisa a partir de Tabuaço; Image Lansat/ Copernicus , Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, 2021.

IGE - Instituto Geográfico do Exército. **Carta Militar de Portugal**, Mapas à Escala 1/25000. Folhas nº 127, 128, 138 e 139, 1993.

IGM - Instituto Geológico e Mineiro. **Catálogo de Recursos Geotérmicos**. CD-Room.1999.

Kranemann, C.; **Quinta do Convento de São Pedro das Águias. Uma História fascinante que é Parte do Douro**. Disponível em: <https://www.kranemannestates.com/pt/historia>, Acesso em 4 de nov. 2021

Machado Fonseca, A. M. **Contribuição para o conhecimento dos recursos hidrominerais da região de Tabuaço**. 2021, 94p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Univ. da Beira Interior, Covilhã, 2021.

SGP - Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa. **Carta Geológica de Portugal**. Escala 1/500000, 1992.

TSPS - Termas de São Pedro do Sul. Disponível em: <https://termas-spsul.com/>, Acesso em 4 de nov. 2021.

Wikipedia. **São Pedro do Sul (Portugal)**. Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o\\_Pedro\\_do\\_Sul\\_\(Portugal\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Pedro_do_Sul_(Portugal)), Acesso em 23 de out. 2021, 2021a.

Wikipedia. **Tabuaço (Portugal)**. Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabua%C3%A7o>, Acesso em 24 de out. 2021, 2021b.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adsorção 102, 109, 118, 119, 120, 121

Agência Nacional de Águas - ANA 2

Agroindústria 77

Águas residuárias 4, 7, 77, 78, 80, 83, 84, 91, 92, 93, 94, 96, 98, 99, 100, 101, 103, 105, 106, 107, 121

Águas superficiais 4, 7, 33, 95, 109, 111, 113, 115

Água subterrânea 38, 43, 45, 47, 49

Água sulfúrea 38, 46, 47, 50

Áreas de Preservação Permanente - APP 2, 6

Aterros sanitários 28, 29, 33, 112

Atividades agropecuárias 27

Atividades ecológicas 14, 18

Atividades portuárias 14

Automedicação 27, 32, 33

### B

Bacias hidrográficas 4, 7, 58, 61, 62, 63, 66, 67

Barragens 1, 2, 13

Biocombustíveis 126, 127, 129, 131, 132, 136, 137, 138

Biodegradabilidade 29, 33, 109, 112, 116

Bioma 2, 3, 5, 9, 12, 13

Biomassa 7, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139

Biota aquática 109, 110

### C

Compensação ambiental 4, 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13

Conselho Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco - CONSEMA/PE 4

Contaminação 7, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139

Corpos hídricos 15, 93, 94

### D

Decantador 77, 79, 80, 81, 82, 84, 85

Desenvolvimento sustentável 1, 12, 93, 107

Desreguladores endócrinos 109, 111, 114, 122, 123

## **E**

Ecosistema 14, 15, 18, 21, 53, 114

Educação Ambiental 27, 29, 32, 34, 35, 140

Efluentes domésticos 7, 109

Energia elétrica 52, 53, 54, 55, 56, 57

Energia solar 52, 53, 56, 57

Energias renováveis 53

Erosão 15, 25, 59, 61, 62, 65, 66, 67

Espécie humana 29, 35

Eutrofização 93, 94, 95

## **F**

Fármacos 27, 29, 33, 34, 110, 111, 112, 113, 121, 122, 123

Filtração por membranas 109, 119, 121

Flotação 77

## **G**

Geoambiental 16, 58, 60

Geológicos 38, 41, 51

Geomorfológicos 38, 41

## **H**

Hidrogeoambientais 6, 38, 43

Hidrogeofísicos 58

Hidrologia 50, 58, 67

Hormônios 4, 7, 109, 111, 114, 116, 117, 119, 120

Humo 7, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139

## **I**

Impactos ambientais 2, 4, 29, 30, 33, 53, 92

Indústrias farmacêuticas 28, 29, 31

Infecciones respiratorias 126, 128, 129, 132, 133

## **L**

Logística reversa 6, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37

## **M**

Macrófitas 93, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104

Mamão Papaya 7, 69

Manguezais 4, 6, 14, 15, 16, 21, 26

Medicamentos 4, 6, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 112, 114

Meio ambiente 4, 4, 12, 13, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 36, 37, 52, 53, 58, 69, 71, 72, 78, 90, 91, 93, 94, 109, 110, 111, 112, 113, 122, 124

Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV 77, 79

Mudanças Climáticas 4, 7, 39, 40, 58, 61, 62

## **P**

Patógenos 71, 109, 114

Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD 15, 26

Podridão Peduncular 69, 71, 72, 73, 74, 75

Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS 28, 30, 35, 37

Processos Oxidativos Avançados - POAs 4, 109, 116, 121, 123, 140

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA 28

## **R**

Reatores biológicos 77

Reatores de Leito Móvel com Biofilme - MBBR 7, 77

Reciclagem 28

Recuperação ecológica 4, 6, 14, 15, 26

Recursos hídricos 27, 29, 31, 33, 39, 78, 93, 109, 114, 123, 124

Rede de Drenagem 59, 61

Resolução CONAMA 2

Reutilizar 28

## **S**

Sistema de Confinamento Celular (Geocélulas) 6, 14, 15, 16, 17, 21, 25

Sistema Fotovoltaico 4, 6, 52, 53, 54, 55, 56, 57

Supressão vegetal 2, 4, 5, 11, 13

## **T**

Tratamento hidrotérmico 4, 7, 69, 70, 71, 74, 75, 76

## **U**

Usinas hidrelétricas 52, 53

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA AMBIENTAL



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA AMBIENTAL

- 
-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
  -  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
  -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
  -  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)