



**Franciele Braga Machado Túllio  
Lucio Mauro Braga Machado  
(Organizadores)**

# **A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 3**

**Atena**  
Editora  
Ano 2020





**Franciele Braga Machado Túllio  
Lucio Mauro Braga Machado  
(Organizadores)**

# **A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 3**

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
 (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Túllio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 3)

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-85-7247-910-3  
 DOI 10.22533/at.ed.103201301

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Túllio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga. III. Série.

CDD 620.0072

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3” apresenta dezessete capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas em diversas áreas de engenharia, priorizando as áreas de ecologia, saneamento e saúde.

Nestes capítulos os autores utilizam a pesquisa científica para produzir conhecimento e inovação visando contribuir para bom uso de nossos recursos ambientais, cuidando da saúde de nosso planeta e dos que nele habitam.

A engenharia sendo usada para manejo de nossos mananciais, priorizando a exploração salutar de um de nossos maiores recursos naturais: a água.

A saúde da população sendo analisada pelo viés científico, a fim de orientar as políticas públicas na área.

Esperamos que o leitor faça bom uso das pesquisas aqui expostas e que estas possam embasar novos estudos na área. Boa Leitura!

Franciele Braga Machado Túllio  
Lucio Mauro Braga Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A RELEVÂNCIA DA DISTÂNCIA FÍSICA DA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NO SETOR JARDIM DAS PEROBEIRAS DE MINEIROS - GO	
Raffael de Carvalho Gonçalves Viviane Caldera Juliana Alves Burgo Godoi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>5</b>
ANÁLISE DOS REGISTROS DE ACIDENTES DE TRABALHO NA PREVIDÊNCIA SOCIAL EM JUAZEIRO DO NORTE NO PERÍODO DE 2008 A 2018	
Esdras Alex Freire de Oliveira Thays Lorranny da Silva Januário Correio José Gonçalves De Araújo Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
CONTRIBUIÇÃO PARA O PROCESSO DE MONITORAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA FASE OPERACIONAL DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS	
Poliana Arruda Fajardo Nemésio Neves Batista Salvador	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA AVALIAR A DISPONIBILIDADE DE UM RECURSO HÍDRICO SUBTERRÂNEO QUENTE NAS TERMAS DA AREOLA	
Pedro Jorge Coelho Ferreira Luis Manuel Ferreira Gomes Alcino Sousa Oliveira Rui Miguel Marques Moura José Martinho Lourenço	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>55</b>
FERRAMENTAS DA GESTÃO NA QUALIDADE DA CADEIAPRODUTIVA DOS SUÍNOS SOB SERVIÇO DE INSPEÇÃO MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE SÃO LUIS – MA	
Herlane de Olinda Vieira Barros Célia Maria da Silva Costa Viviane Correa Silva Coimbra Larissa Jaynne Sameneses de Oliveira Zaira de Jesus Barros Nascimento Michelle Lemos Vargens Hugo Napoleão Pires da Fonseca Filho Nathana Rodrigues Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013015</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>61</b>
GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ESTRATIFICADA POR TERRITÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO EM MINAS GERAIS	
Denise Marília Bruschi Juliana Oliveira de Miranda Pacheco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013016</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>77</b>
LICENCIAMENTO AMBIENTAL - SISTEMA DE COLETA, MONITORAMENTO E ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS APLICADOS A FERROVIA	
Patricia Ruth Ribeiro Stefani Gabrieli Age Renata Twardowsky Ramalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013017</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>87</b>
MODELAGEM COMPUTACIONAL DE PROCESSOS DE CONTAMINAÇÃO EM MEIOS POROSOS	
Marcelo Lemos da Silva Grazione de Souza Boy	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013018</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>101</b>
MODELAGEM DE UM FERMENTADOR CILÍNDRICO PARA O CACAU	
Marcelo Bruno Chaves Franco Jorge Henrique de Oliveira Sales Rafaela Cristina Ferreira Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013019</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>115</b>
O NASCIMENTO DE UMA NOVA ÁGUA MINERAL PARA TERMALISMO E ASPETOS BÁSICOS PARA O ESTABELECIMENTO DE SUAS INDICAÇÕES TERAPÊUTICAS: O CASO DAS TERMAS DE SÃO MIGUEL EM PORTUGAL	
Luís Manuel Ferreira Gomes Luís José Andrade Pais Paulo Eduardo Maia de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130110</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>129</b>
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E CONSTITUINTES METÁLICOS NA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE ECOSSISTEMA LÊNTICO	
Maria da Graça Vasconcelos Hugo Gomes Amaral Arthur Dias Freitas Angélica Pereira da Cunha Bruna Fernanda Faria Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130111</b>	

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>140</b>
PLANTIOS DE ESPÉCIES NATIVAS DO BIOMA CERRADO EM ÁREAS DEGRADADAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS – ESECAE, DISTRITO FEDERAL	
<p>Maria Goreth Goncalves Nobrega  Henrique Cruvinel Borges Filho  Vladimir de Alcântara Puntel Ferreira</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>154</b>
PROPOSTA DE BANCO DE ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE MATA CILIAR EM TRECHO DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE, ESTADO DE SÃO PAULO.	
<p>Marcelo Bento Nascimento da Silva  Ives Simões Arnone  Hugo Portocarrero</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>167</b>
PURIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE LACASES PRODUZIDAS POR <i>Pleurotus ostreatus</i> EM CULTIVO SÓLIDO	
<p>Juliana Cristina da Silveira Vieira  Verônica Távilla Ferreira Silva  Ezequiel Marcelino da Silva  Adriane Maria Ferreira Milagres</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>185</b>
QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO DA CERÂMICA - CIDADE DA BEIRA, MOÇAMBIQUE	
<p>Albertina Amélia Alberto Nhavoto António Guerner Dias  Daniel Agostinho  Nivaldo Alfredo José Zandamela</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>198</b>
RECOMENDAÇÕES BIOCLIMÁTICAS PARA O MUNICÍPIO DE SINOP-MT	
<p>Emília Garcez da Luz  Cristiane Rossato Candido  Érika Fernanda Toledo Borges Leão</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130116</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>212</b>
RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: COLETA E TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL	
<p>Marcela Avelina Bataghin Costa  Fernando Antonio Bataghin  Tatiane Fernandes Zambrano  Rita de Cássica Arruda Fajardo</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130117</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>226</b>
<b>USO DE GEOCÉLULA PEAD E GABIÃO TIPO COLCHÃO COMO REVESTIMENTOS DE CANAIS PARA DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITO</b>	
Rafael Freitas Rodrigues	
Michel Moreira Morandini Fontes	
João Augusto de Souza Pinto	
Luiz Henrique Resende de Pádua	
Luany Maria de Oliveira	
Cristian Chacon Quispe	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130118</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>237</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>238</b>

## O NASCIMENTO DE UMA NOVA ÁGUA MINERAL PARA TERMALISMO E ASPETOS BÁSICOS PARA O ESTABELECIMENTO DE SUAS INDICAÇÕES TERAPÊUTICAS: O CASO DAS TERMAS DE SÃO MIGUEL EM PORTUGAL

Data de aceite: 02/12/2019

### Luís Manuel Ferreira Gomes

Universidade da Beira Interior  
Covilhã – Portugal

### Luís José Andrade Pais

Universidade da Beira Interior  
Covilhã – Portugal

### Paulo Eduardo Maia de Carvalho

Universidade da Beira Interior  
Covilhã – Portugal

**RESUMO:** As águas minerais naturais são recursos hídricos subterrâneos de alta qualidade e cada vez mais escassos. De acordo com a legislação portuguesa, este recurso está integrado no campo dos recursos geológicos e pode ter duas aplicações: águas engarrafadas e águas termais. Existem alguns casos em que a mesma água, devido às suas particularidades, pode ser usada em ambas as aplicações. Uma água subterrânea a ser considerada mineral natural deve obedecer a requisitos técnicos muito exigentes e, somente após um conjunto considerável de estudos e procedimentos burocráticos, pode ser proposto superiormente ao Estado para reconhecer esse recurso como água mineral natural, e se tiver potencial para ser usado no termalismo, deverá ser submetido a um estudo médico-hidrologico

de responsabilidade de um médico, a fim de pesquisar e comprovar suas indicações terapêuticas. O presente trabalho corresponde a uma água mineral natural, com aplicação em termalismo, e após seu licenciamento pelo Ministério vinculado aos recursos geológicos, foi denominada "Termas de São Miguel", em Fornos de Algodres, distrito de Guarda (Portugal). Depois disso, foram criadas as instalações necessárias para um médico, em caráter experimental, por dois anos, usar esse espaço como Termas Experimentais, com seus utilizadores a fazer tratamentos termais, mas, portanto, com caráter experimental. Assim, este artigo apresenta os principais aspetos que levaram ao licenciamento da nova água mineral natural e também os principais aspetos que permitiram a legalização das indicações terapêuticas deste novo recurso.

**PALAVRAS-CHAVE:** água mineral natural, recurso hídrico, Termas de São Miguel, Fornos de Algodres.

THE BIRTH OF A NEW MINERAL  
WATER FOR TERMALISM AND BASIC  
ASPECTS FOR ESTABLISHING YOUR  
THERAPEUTICAL INDICATIONS: THE CASE  
OF MEDICAL SPA OF THE SAO MIGUEL IN  
PORTUGAL

**ABSTRACT:** Natural mineral waters are an

underground water resource with high quality and increasingly scarce. According to Portuguese legislation, this resource is integrated in the field of geological resources and can have two applications: bottling waters and thermal water. There are some cases in which the same water due to its particularities can be used in both applications. A groundwater to be considered natural mineral has to obey to very demanding technical requirements and, only after a considerable set of studies and bureaucratic procedures, it can be proposed superiorly, to the state, to recognize such resource as mineral water and if it has potential to be used in thermalism, will have to be subjected to a medical-hydrological study of the responsibility of a medical doctor, in order to research and prove its therapeutic indications. The present work corresponds to a natural mineral water, with application in thermalism, and after its licensing by the Ministry linked to the Geological resources, it was named "Termas de São Miguel", in Fornos de Algodres, in the district of Guarda (Portugal). After that, the necessary facilities were created for a medical doctor, on an experimental basis, for two years, to use that space as a spa, with its users doing the thermal treatments, but therefore, on an experimental basis. Thus, this paper presents the main aspects that led to the licensing of the new thermal mineral water and also the main aspects that allowed the legalisation of the therapeutic indications of this new resource.

**KEYWORDS:** Natural mineral water, water resource, São Miguel Medical Spa, Fornos de Algodres.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os primeiros trabalhos realizados com intuito de realizar uma unidade termal em Fornos de Algodres (Figura 1) foram efetuados por Ferreira Gomes (2010), dos quais resultou uma proposta de localização de vários furos de prospeção e pesquisa hidrogeológica. No seguimento, vários estudos foram efetuados, merecendo referência o trabalho de CR e Rute Mainho (2014), intitulado “Relatório Final sobre Prospeção e Pesquisa de Águas Minerais Naturais - Sistema Aquífero de Fornos de Algodres”, realizado no âmbito de contrato de prospeção e pesquisa de águas minerais naturais do Sistema Aquífero de Fornos de Algodres, no qual, de entre outros, apresenta as características de um Furo, designado por F2, com alguns resultados iniciais da qualidade do seu recurso, e que viria a ser a captação a sustentar a classificação da nova água mineral.

Com base no relatório “Estudo hidrogeológico para atribuição direta de concessão como Água Mineral em Atividade Termal” (Ferreira Gomes, 2014), obteve-se o Contrato de Exploração com o Estado Português, cujo extrato do mesmo foi publicado em Diário da República de outubro de 2015 (DR 194, 2015).

No seguimento e por imposições vertidas no referido contrato, foi definido o Perímetro de Proteção das Termas de São Miguel (Ferreira Gomes, 2017a) e ainda estabelecido o respetivo Plano de Exploração (Ferreira Gomes, 2017b), ambos

aprovados superiormente pela Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) como representante do estado Português.

Sendo a nova água mineral prevista para aplicações em termalismo, foi a mesma sujeita a estudos de hidrologia médica (Teixeira, 2015) e que culminaram com a publicação em Diário da República de 9 de março de 2017 (DR 49,2017), das indicações terapêuticas para as Termas de São Miguel em doenças do aparelho respiratório, doenças reumáticas e músculo-esqueléticas.

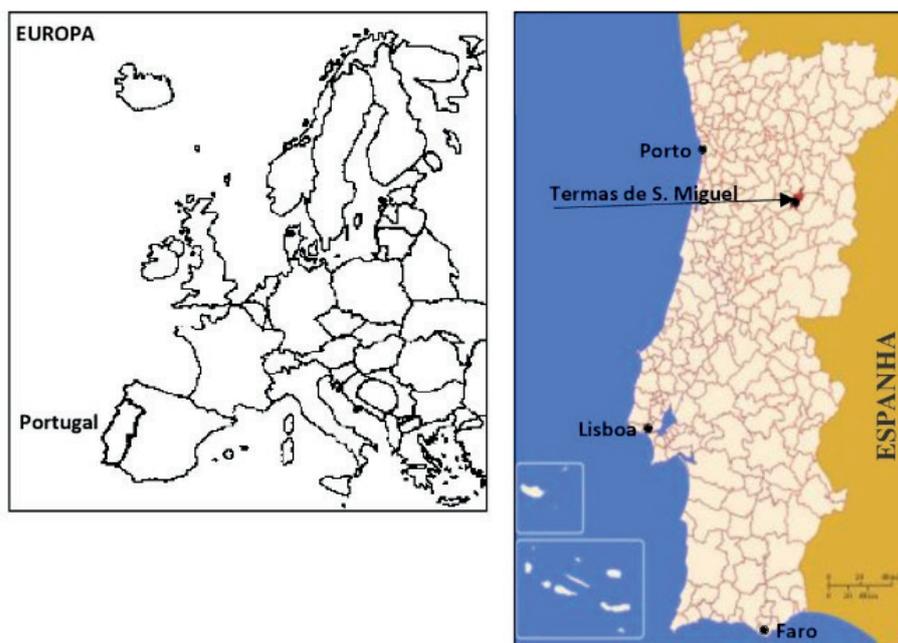


Figura 1 - .Localização/ enquadramento geográfico das Termas de São Miguel, na Vila de Fornos de Algodres, Distrito de Guarda (Ferreira Gomes *et al.*,2019).

Salienta-se que o presente estudo corresponde a um caso onde nunca antes existiram Termas, nem banhos de qualquer tipo, nem dos gregos, nem dos romanos, nem da idade média, como é comum em Portugal, em que havendo pré-existências, é relativamente fácil retomar, melhorando e adequando à atualidade. Portugal, é um país que está a ter uma procura turística do mundo inteiro, e que apesar de ser um país territorialmente muito pequeno, tem uma diversidade não só paisagística, como cultural, de património vernacular, de entre outras, e o turismo de saúde associado ao termalismo em conjunto com as várias valências regionais, permite ao turista ter experiências de excelência e em ambientes sustentáveis. Naquele sentido, tal como já em trabalhos anteriores (Ferreira Gomes *et al.*, 2018, 2019), o presente artigo, insere-se na dinâmica de divulgação dos vários aspetos técnico-científicos e até burocráticos, que estão na base do lançamento destes novos empreendimentos, que se acredita serem importantes não só para as populações locais, como para outras regiões do resto do mundo no sentido de serem exemplos a seguir.

## 2 | ASPETOS GEOMORFOLÓGICOS E GEOLÓGICOS

A captação de água mineral (Furo F2) localiza-se à cota de 641m aproximadamente, numa pequena sub-bacia, muito aplanada, designada por o Ribeiro das Ínfias, que por sua vez faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Mondego. Aquela zona é uma área relativamente suave, de planalto. A sub-bacia do Ribeiro das Ínfias, apresenta forma elíptica em planta (Figura 2), com eixo maior de 2,2km aproximadamente segundo a direção NE-SW, e com o eixo menor de apenas cerca de 0,43km, descarregando seus fluxos superficiais diretamente para o Rio Mondego.

As unidades geológicas que ocorrem na área de maior proximidade à captação F2, de idade mais antiga para a mais recente, segundo Gonçalves *et al.*(1990), são as seguintes: i) Complexo Xisto-Grauváquico (XSa) do Câmbrico; ii) Granitóides de idade Hercínica, nomeadamente: a) Granito de grão fino a médio, essencialmente biotítico com anfíbola ( $\gamma'f$ ); b) Granito de grão médio de duas micas com megacristais ( $\gamma\pi'm_{\downarrow}$ ); c) Granito porfiróide de grão médio, essencialmente biotítico ( $\gamma\pi\pi$ ); d) Granito porfiróide de grão grosseiro, essencialmente biotítico com massas e filões aplito-pegmatitos ( $\gamma\pi\eta$ ); e) Aplogranito de grão fino a médio, essencialmente moscovítico ( $\gamma\alpha\rho$ ); e iii) Aluviões do Holocénico (a).

Salienta-se que é a unidade  $\gamma\pi\eta$ , constituída por granito porfiróide de grão grosseiro, essencialmente biotítico, que faz parte com exclusividade da sub-bacia das Ínfias, que é a bacia da captação de água mineral (Figura 2). Merece ainda referencia a particularidade da ocorrência de uma falha praticamente na zona central da sub-bacia das Ínfias, podendo ser esta estrutura que permite relacionar a água captada no Furo F2 com o sistema aquífero de profundidade. Um corte geológico da zona apresenta-se na Figura 3, que mostra a proximidade da falha com o Furo F2, orientando para que a água captada esteja necessariamente relacionada com a mesma.

## 3 | ASPETOS HIDROGEOLÓGICOS

Antes de se desenvolverem os aspetos hidrogeológicos propriamente ditos, estudaram-se alguns elementos climatológicos no sentido de se calcular o balanço hidrológico sequencial mensal, e se ter uma noção das potenciais recargas hídricas em profundidade.

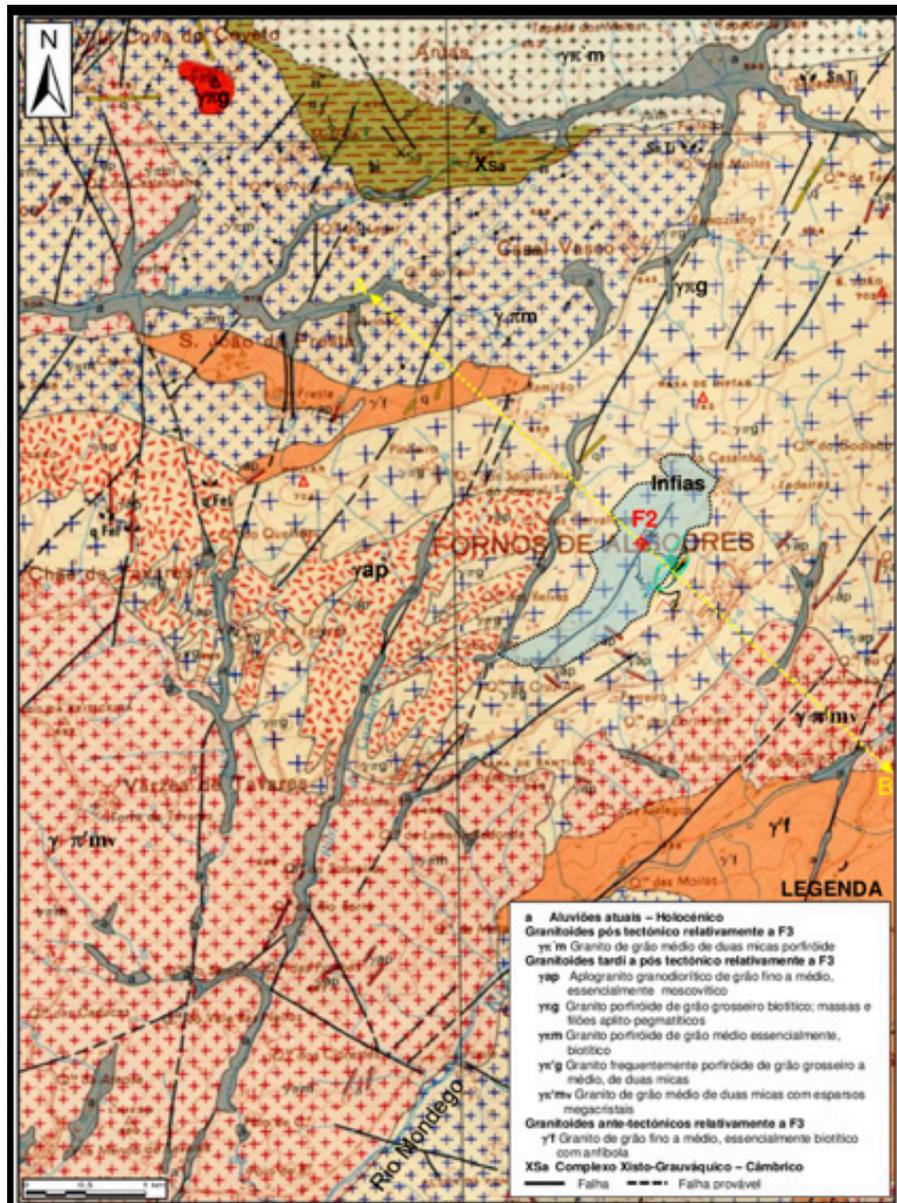


Figura 2 - Enquadramento geológico da área da sub-bacia das Ínfias, na Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000 (a partir de Gonçalves *et al.*, 1990).

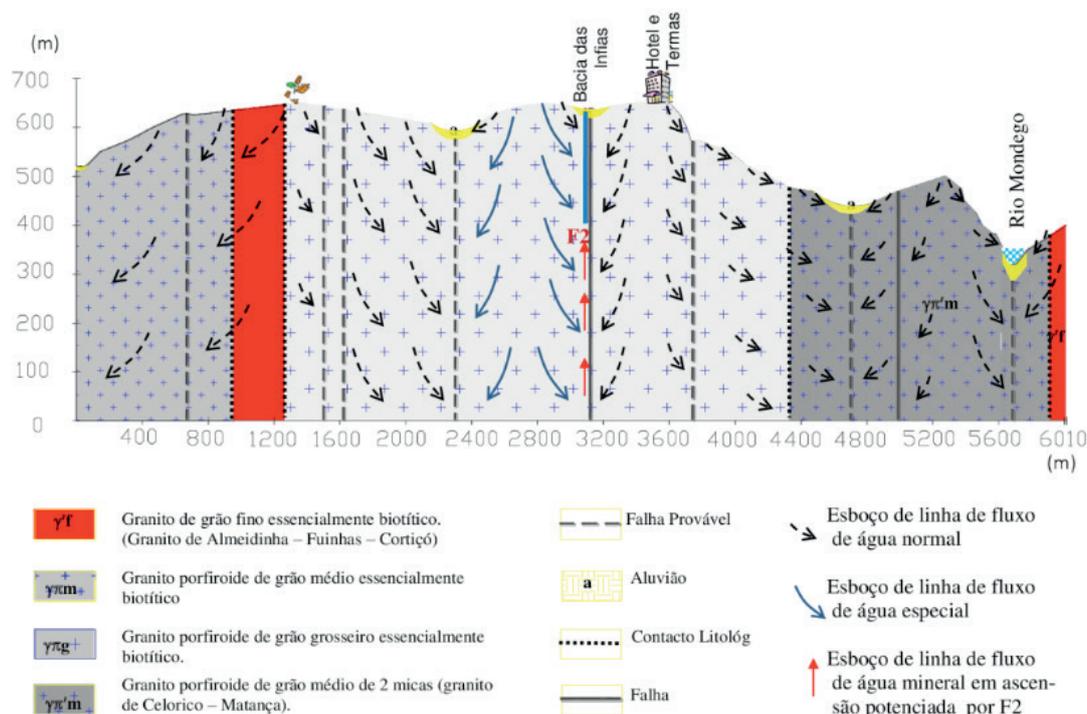


Figura 3 - Esboço sobre o modelo hidrogeológico concetual da região de Fornos de Algodres (Ferreira Gomes, 2014, *in* Ferreira Gomes *et al.*, 2018).

No cálculo do balanço hidrológico utilizou-se a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1957, *in* Lencastre e Franco, 1984). Os resultados principais apresentam-se na Tabela 1. Daqueles podem tirar-se as seguintes conclusões: i) constata-se a ocorrência de um período seco e um período húmido; o primeiro é traduzido pelo défice hídrico (DH), que vai de junho a setembro, enquanto o período húmido, é traduzido pelo superavit hídrico (SH) que vai de outubro a maio; ii) o DH atinge o valor máximo em agosto; iii) o SH atinge o valor máximo em janeiro. O valor total de SH (409,2 mm) é que contribui para a recarga de águas subterrâneas na zona em estudo.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	123,9	100,7	90,5	73,9	67,7	36,0	12,8	14,4	39,8	84,8	102,5	124,1	871,1
ETP	14,2	18,8	30,9	45,2	64,1	96,1	113,9	107,2	81,0	49,7	26,3	15,1	662,3
ETR	14,2	18,8	30,9	45,2	64,1	81,2	47,7	26,5	42,5	49,7	26,3	15,1	461,9
DH	-	-	-	-	-	14,9	66,2	80,7	38,5	-	-	-	200,4
SH	109,7	81,9	59,6	28,7	3,7	-	-	-	-	0,0	16,6	109,0	409,2

Tabela 1 - Resultados do balanço hidrológico sequencial mensal, para a região de Fornos de Algodres (a partir de Ferreira Gomes, 2014).

P- precipitação; ETP - evapotranspiração potencial; ETR - evapotranspiração real, DH - défice hídrico; SH - superavit hídrico. <sup>(1)</sup> admite-se que capacidade utilizável pelas plantas ( $nu=100\text{mm}$ ), se encontra completa no início do período seco (junho).

No sentido de identificar a situação hidrogeológica efetuou-se com detalhe o levantamento dos principais pontos de água na bacia em estudo e de algumas zonas

envolventes à mesma, nomeadamente para cotas superiores à altitude da sub-bacia das Ínfias. Inventariaram-se 26 pontos de água, constituídos no essencial por poços e pontualmente por minas, nascentes, presas (pequenas represas localizadas sobre nascentes, em locais de quebras topográficas) e furos. Realça-se que o objetivo fundamental foi conhecer o tipo de recurso de cada ponto de água, de modo a esclarecer o modelo hidrogeológico com o máximo de consistência possível.

Os parâmetros *in situ* medidos foram, sempre que possível, os seguintes: profundidade/comprimento da captação, profundidade do nível de água na mesma, caudal, pH, Eh (potencial redox), condutividade (C), temperatura (T) e total de sólidos dissolvidos (TDS). De todos os registos salientam-se os resultados do recurso do Furo F2, por ser a captação das Termas, de modo a servirem de referência aos resultados dos outros pontos de água, sendo os seguintes: pH = 5,7, C = 83,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , T = 13,3°C, Eh = 16,3mV, e TDS = 77mg/L.

Em relação aos outros pontos de água consta-se uma grande variedade de situações, que a admitir-se que não há poluição química, como tudo indica, deduz-se que há várias células hidrogeológicas, abastecidas por extensas fraturas, ligando em alguns casos várias sub-bacias hidrográficas; a composição mineralógica dos materiais atravessados pelos fluxos subterrâneos condicionam grandemente o tipo de água de cada ponto registado. Realça-se o facto de se terem obtidos resultados nos seguintes intervalos: pH=5,1 a 6,5; C = 41 a 316  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; T = 10,9 a 14,4°C, Eh = -7,2 a 50,73mV, e TDS = 36,4 a 290,5 mg/L.

O Furo F2, é o resultado de uma sondagem vertical, realizada à rotopercussão, no ano de 2012, com 230m de profundidade. As litologias obtidas foram as seguintes: 0 a 7 m: aluviões, 7 a 22 m granito muito alterado (W4); 22 a 24m granito pouco alterado (W3); 24 a 49m granito levemente alterado (W2), 49 a 230m granito são a levemente alterado (W1/W2).

Para avaliar o potencial do recurso do ponto de água principal, Furo F2, foi realizado um ensaio de caudal, tendo este decorrido em duas fases; a 1ª fase consistiu na bombagem com caudal constante durante um determinado período de tempo, por patamares crescentes, até à capacidade máxima, seguindo-se a recuperação, para depois se iniciar a 2ª fase, com a bombagem de um caudal, à partida, o caudal admissível para a exploração, para depois se seguir a recuperação total.

Na Figura 4 apresentam-se os resultados de uma forma gráfica, verificando-se que o caudal máximo de bombagem foi de 4 L/s. O valor usado na segunda fase foi de 0,8 L/s, tendo este sido obtido a partir da curva característica (*caudal versus rebaixamento*) e considerado como caudal admissível ( $Q_{ad}$ ), que em regime permanente, apresenta rebaixamento de cerca de 5m.

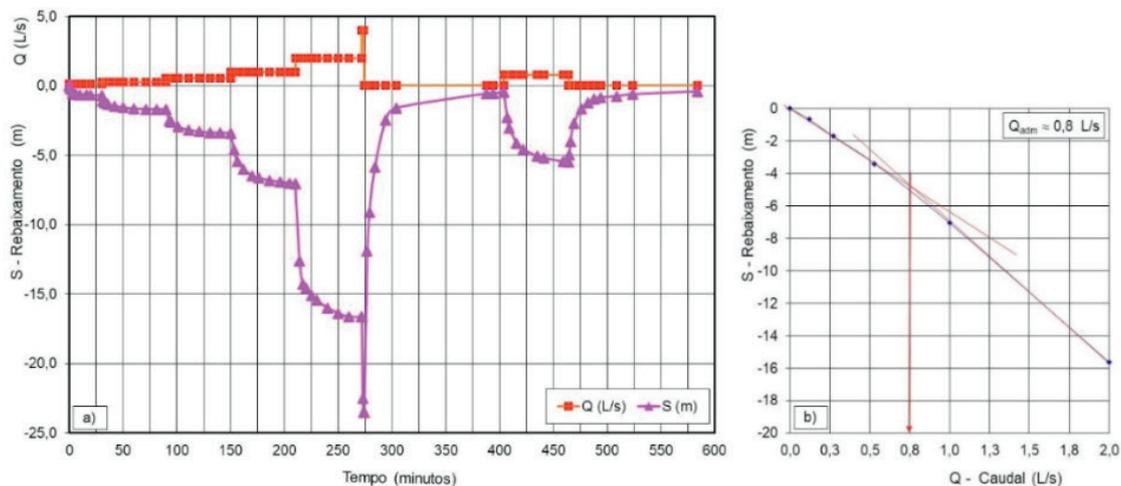


Figura 4 - Resultados do ensaio de caudal efetuado no Furo F2: a) caudais e respetivos rebaixamentos; b) curva característica.

Em termos de unidades hidrogeológicas, para a zona do Furo F2, consideram-se para o local três unidades hidrogeológicas, de acordo com o seguinte, de cima para baixo (Ferreira Gomes *et al.*, 2018): i) *Depósitos aluvionares*; apresentam permeabilidade do tipo intersticial, média, e constituem um aquífero do tipo livre, com cerca de 7 m de espessura na zona da captação; ii) *Formação granítica superficial*; constituída por granito porfiroide essencialmente biotítico, com cerca de 18 m de espessura na zona da captação; apresenta uma permeabilidade essencialmente do tipo intersticial devido ao granito estar muito alterado; na área da captação constitui um aquífero, ou seja, constitui uma formação geológica com água normal e de permeabilidade muitíssimo baixa, pois acaba por confinar o aquífero mineral que se situa por baixo deste; iii) *Formação granítica profunda*; constituída por granito porfiroide de grão grosseiro, essencialmente biotítico, a profundidade abaixo de 22 m na zona da captação; apresenta uma permeabilidade do tipo fissural devido ao granito geralmente estar *são* ou *pouco alterado*; na área da captação constitui um aquífero do tipo confinado a semi-confinado, com permeabilidade global baixa mas pontualmente ao longo de algumas fraturas de permeabilidade média e por vezes superior.

A caracterização hidráulica do aquífero de água captada pelo Furo F2, foi avançada por Ferreira Gomes (2014) com base nos resultados do ensaio de caudal, tendo em consideração geometria do maciço hidrogeológico e as características da captação, admitindo um aquífero confinado, contínuo na horizontal e equivalente a um meio poroso, aplicando o Método de Jacob (*in* Custódio e Llamas, 2001), em regime transitório. Considerando a zona produtiva entre os 30 e 48,5m, usando a média dos resultados correspondentes aos vários caudais de ensaio, obtiveram-se os seguintes parâmetros: condutividade hidráulica,  $k = 5,22 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ; transmissividade,  $T = 9,70 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ; e coeficiente de armazenamento,  $S = 3,36 \times 10^{-3}$ .

De modo a se ter uma noção sobre o modelo hidrogeológico global concetual

e sobre as reservas hídricas subterrâneas potenciais, tecem-se de seguida alguns contributos nesse sentido. A região em estudo apresenta modestas precipitações anuais e conseqüentemente modestos excedentes (Tabela 1). Por outro lado, tem-se uma situação razoavelmente favorável em termos de infiltração potencial na zona da sub-bacia da Ínfias, não só porque apresenta um vasto conjunto de fraturas relativamente abertas, como também apresenta declives pouco inclinados que favorecem a infiltração e conseqüentemente a recarga de água subterrânea. Considerando como potencial zona de recarga, as áreas a montante de F2, e a NW da falha existente (Figura 2), como sendo cerca de 0,45 km<sup>2</sup>, e considerando uma relação “G/SH” de 35%, como uma situação comum em situações de maciços graníticos, obtém-se uma recarga subterrânea anual de 64442,7m<sup>3</sup>, que a descarregar no Furo F2, leva a um valor de 2,0L/s. Considerando a ordem de grandeza do valor obtido e os resultados do ensaio de caudal no Furo F2, em que se fixou o caudal admissível de exploração de 0,8 L/s, admite-se que o caudal da captação seja no essencial resultado de infiltrações na própria bacia, apesar de se admitir que poderá haver eventuais contributos de bacias vizinhas, nomeadamente da bacia contígua a NW da sub-bacia das Ínfias. Um esboço sobre o modelo conceptual da água captada por F2, apresentou-se já na Figura 3, salientando-se que há o entendimento que apenas a água que é infiltrada a NW da Falha das Infias (Falha próxima de F2) contribui para o recurso a explorar em F2, ou seja, a zona onde aparecem os esboços de linhas de fluxo a cor azul na referida Figura 3; a bombagem em F2, potencia a ascensão do recurso a partir de zonas mais profundas, representada no referido modelo por linhas de fluxo a cor vermelha.

#### 4 | QUALIDADE DO RECURSO

No sentido de investigar sobre a qualidade do recurso e provar de sua estabilidade, de acordo com a lei portuguesa sobre o assunto (DL 86/90,1990) o recurso do Furo F2 foi submetido ao controlo físico-químico mensal, durante um ano. Uma grande variedade de parâmetros físico-químicos foram analisados, inclusive elementos químicos usualmente considerados como espécies vestigiárias. Os resultados foram apresentados com detalhe em Ferreira Gomes *et al.* (2019), tendo levado à classificação da água natural em estudo, de acordo com o seguinte: i) *Hipotermal*, em relação à temperatura (T) considerando T= 14,5°C à boca da captação (classificação segundo Herculano de Carvalho *et al.* 1961, *in* ATP,2014); ii) *Hipossalina*, em relação à mineralização total (Mt), considerando o valor médio de Mt = 77,9 mg/L obtido no período de legalização (classificação segundo Instituto de Hidrologia de Lisboa, *in* ATP,2014); iii) *Branda*, em relação à dureza (D), considerando o valor médio de D=14,8 mg/L CaCO<sub>3</sub>, obtido no período de legalização (classificação segundo Custódio e Llamas, 2001); iv) *Ácida*, em relação aos valores de pH (pH<7,0),

considerando o valor médio de 5,89, obtido no período de legalização; v) *Silicatada*, considerando a elevada percentagem de sílica (Si) na forma não ionizada, em termos relativos com a mineralização total (Mt), que foi de Si/Mt=32%, e vi) *Bicarbonatada-Sódica*, em relação aos seus iões principais.

Pelos elementos obtidos é de enfatizar uma estabilidade físico-química muito boa, pois os parâmetros globais e iões principais apresentam DPR (Desvio Padrão Relativo) genericamente inferior a 10%, com exceção do Fluoreto e do Sulfato, com 12 e 15%, respetivamente. Por outro lado, uma observação detalhada da evolução gráfica dos resultados ao longo do tempo, não evidencia qualquer tendência, situação que é consistente com o facto de se estar com um recurso de muito boa estabilidade. Em relação aos elementos secundários ou espécies vestigiárias, é de enfatizar a ocorrência dos elementos, de maior para menor importância, de acordo com o seguinte: Li>Sr>As>Rb>U>Be>Mo.

Ainda sob o ponto de vista da qualidade do recurso do Furo F2, salienta-se que durante o controlo analítico mensal, no período de legalização, também foi efetuado em termos microbiológicos, tendo-se verificado como água microbiologicamente adequada à classificação do recurso como água mineral natural.

## 5 | APLICAÇÕES DO RECURSO

Apesar da classificação do recurso como água mineral natural, resultasse no essencial com base nos elementos anteriormente apresentados, as aplicações sobre o mesmo, tendo em vista o termalismo, seria algo que só poderia surgir depois, visto que teria que se fazer um estudo médico-hidrológico com a água já classificada como mineral natural, aplicando-a em grupos de doentes voluntários, com determinadas metodologias aprovadas pela CAT - Comissão de Avaliação Técnica prevista no artigo 29º do Dec.-Lei nº142/2004 (DR 136, 2004), e num período de dois anos. Assim, no sentido de se contribuir para aquele estudo, foram logo apresentadas em Ferreira Gomes (2014) as aplicações das águas minerais portuguesas de quimismo relativamente similar à água em estudo, como se apresenta na Tabela 2.

	Fornos de Algodres	Luso (DGGM,1992)	Termas de Monfortinho (DGGM,1992)	Termas da Ladeira de Envidos (DGGM,1992)
Classifica-ção	Hipossalina, Silicatada	Hipossalina, Silicatada	Hipossalina, Silicatada	Hipossalina, Silicatada
Utilização	-	Balneoterapia, Engarrafamento	Ingestão, Balneoterapia, Ingestão	Balneoterapia, Engarrafamento
Indicações terapêu-ticas	-	Aparelhos circulatório e respiratório, Doenças nefro-urinárias, reumáticas e músculo-esqueléticas	Aparelho digestivo, Pele	Aparelho digestivo, Pele, Doenças reumáticas e músculo-esqueléticas

Tabela 2. Utilização e indicações terapêuticas de algumas águas Termas Portuguesas classificadas no mesmo grupo da água em estudo (Hipossalina e Silicatada).

No sentido de averiguar sobre a similaridade do quimismo da água em estudo com outras águas já disponíveis no Termalismo Português, apresenta-se a Figura 5, onde são apresentadas as projeções de águas minerais termais de dois grupos diferentes: i) aquelas que, tal como a presente água em estudo são hipossalinas, incluindo assim as águas das Termas do Luso, das Termas de Monfortinho, e das Termas da Ladeira de Envendos, ii) e duas águas do tipo sulfúreas, devido ao facto de pertencerem ao mesmo grupo empresarial (Grupo de Desenvolvimento de Termas de Portugal) da presente água em estudo, ou seja, as Termas da Cavaca e as Termas de São Vicente. Verifica-se haver maior proximidade da qualidade da água em estudo com a água de Monfortinho, que se classifica também como a das Termas de São Miguel, por Bicarbonatada- Sódica.

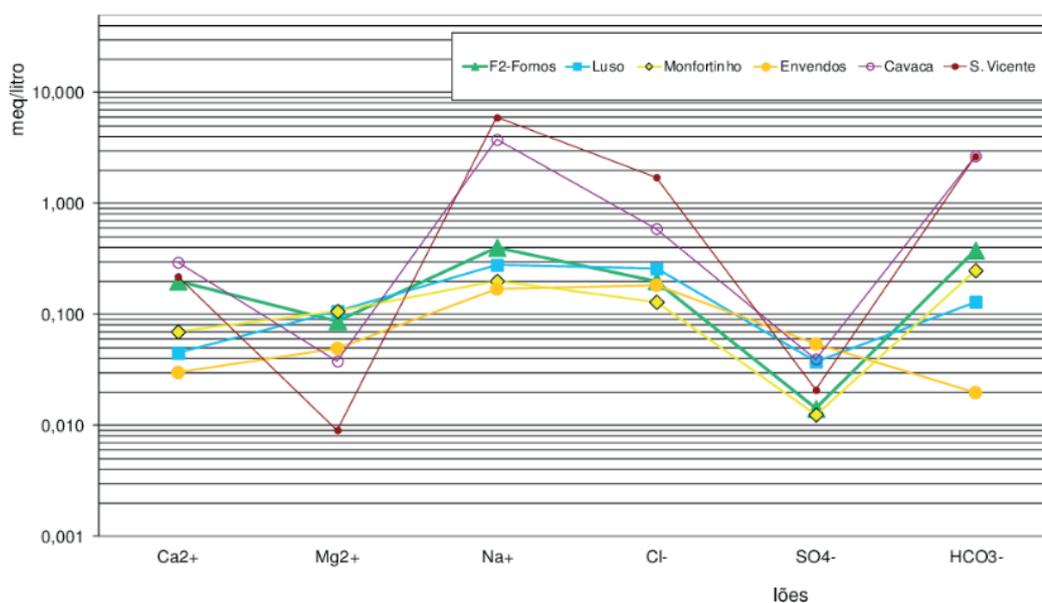


Figura 5 - Comparação do quimismo da água do Furo F2, das Termas de S. Miguel, com outras águas do termalismo português, em diagrama Scholler –Berkaloff.

Assim, no seguimento, num espaço como balneário termal provisório e de carácter experimental, equipado com técnicas adequadas a um conjunto de aplicações termais (tratamentos em: banheiras com hidromassagens, duche de jato, duche Vichy, estufa de vapor à coluna, Bertholaix, duche circular, irrigação nasal, inalação de vapor quente húmido, aerossol termal sónico, aerossol termal, de entre outros) efetuou-se uma investigação no âmbito da Hidrologia Médica. Os estudos dirigidos por Médico Hidrologia (Teixeira, 2015) incidiram sobre Rinosinusites (rinites e sinusites de etiologias diferentes), Dorsolombalgias por Espondilartrose e Gonalgias por Gonartrose. Cada doente teve a participação durante 6 meses, passando pelos passos: avaliação médica no início do estudo, seguindo-se 14 sessões de tratamento com a água termal de S. Miguel, durante 14 dias, com nova avaliação médica no final dos tratamentos, aos 3 e aos 6 meses posteriores. Como os resultados foram

francamente favoráveis, o processo culminou com a legalização da água mineral termal das Termas de S. Miguel, com indicações terapêuticas para doenças dos foros reumático e músculo-esquelético e ainda do aparelho respiratório (DR 49 2017).

Sobre o potencial do recurso revelado em estudo, com base no caudal de exploração, Ferreira Gomes (2014) refere que se se admitir que cada utente efetua em média 3 tratamentos/dia (da panóplia de tratamentos usados no estudo medico-hidrológico), há a possibilidade de frequentar o balneário 208 pessoas/dia; por outro lado, considerando a situação de termalismo clássico em que cada pessoa passa 15 dias nas termas, o balneário poderá comportar durante um ano 4992 termalistas, e que, com um pagamento por pessoa de 500 euros, em tratamentos e consultas, possibilitará obter uma receita bruta de 2496000 euros/ano.

Note-se que o número de termalistas poderá aumentar imenso se se considerasse o tempo de 1 a 2 dias por utente, como é atualmente usual no âmbito do termalismo de bem-estar, no entanto as receitas não poderão subir na mesma proporção, pois o número de tratamentos considerado foi para a máxima ocupação, podendo eventualmente a receita subir um pouco, pois usualmente o custo por tratamento em bem-estar é ligeiramente superior à situação do termalismo clássico.

Por fim, refere-se que atualmente as Termas de São Miguel são já uma realidade (Figura 6) e associam-se a um Hotel 4\* e a um Centro de Estágios e treinos para equipas e clubes de futebol, sendo este já conhecido pela sua altitude, que garante aos jogadores um treino físico mais esforçado e de melhor performance, em relação ao que é comum em Portugal.



Figura 6 – Fotografias de elementos das novas Termas de São Miguel, em Fornos de Algodres.

## 6 | NOTA FINAL

Como nota final, salienta-se que o presente artigo mostra um excelente exemplo em como um recurso hídrico especial (água mineral natural), depois de revelado e licenciado, pode levar a elevados financiamentos associados a serviços públicos de saúde em termos de termalismo clássico, mas também ao turismo de saúde e ao

desporto. Este exemplo, acredita-se que terá muito êxito, e ajudará a criar riqueza numa zona do interior de Portugal que está praticamente despovoada, mas que com o presente projeto poderá ter muitas pessoas em circulação, com estadias curtas e outras longas, dependendo naturalmente da capacidade de manter a qualidade do recurso estável, dos serviços associados e ainda da capacidade da equipa técnica, de gestão e Marketing, na promoção dos serviços, apostando em especial em utentes de várias nacionalidades.

## 7 | AGRADECIMENTOS

Agradece-se ao Grupo de Desenvolvimento de Termas de Portugal e à Unidade de Investigação GEOBIOTEC-UID/GEO/ 04035/2013 pelos apoios concedidos.

## REFERÊNCIAS

ATP (2014) **Classificação de Águas**, site de Termas de Portugal: <http://www.termasdeportugal.pt/classificacao> (acedido em 20.07.2014).

CR e Rute Mainho (2014). **Relatório Final sobre Prospecção e Pesquisa de águas minerais naturais do Sistema Aquífero de Fornos de Algodres**. Terras Serranas, Desenvolvimento Turístico e Imobiliário, S.A.; 47p.

Custódio, E. e Llamas, M. R. (2001). **Hidrologia Subterranea**, 2ªed. Ed. Omega, 2 vols., 2359p.

DL 86 (1990). Dec.-Lei nº86/1990 – **Qualificação de uma água mineral natural**. Diário da República, I Série, nº 63, 16 de março de 1990, pp.1254-1264.

DGGM (1992). **Termas e Águas Engarrafadas em Portugal**. Direcção-Geral de Geologia e Minas, Ministério da Indústria e Energia; Ed. DGGM, Lisboa.

DR 136 (2004). Dec.-Lei nº142/2004 – **Lei das Termas**. Diário da República, 1ª Série -A, nº 136, 11 de junho de 2004, pp. 3632- 3640.

DR 194 (2015). Contrato (extrato) n.º 697/2015, Extrato do Contrato de Exploração. D.República, 2.ª série, nº 194, 5 de outubro de 2015, p.28503.

DR 49 (2017). Despacho nº2017/2017 - **Reconhecimento das indicações terapêuticas da água mineral das Termas de S. Miguel**. Diário da República, 2ª Série, nº 49, 9 de março de 2017, p.4304.

Ferreira Gomes, L. M. (2010) - **Parecer sobre Localização de Furos semi-verticais profundos na zona de Fornos de Algodres**, 6p.

Ferreira Gomes, L.M. (2014). **Estudo hidrogeológico para atribuição direta de concessão como Água Mineral em Atividade Termal**. Fornos de Algodres. Grupo de Desenvolvimento das Termas de Portugal; Vol.I:55p.

Ferreira Gomes, L.M. (2017a). **Perímetro de Proteção das Termas de S. Miguel**. Grupo de Desenvolvimento das Termas de Portugal. UBI, 44p.

Ferreira Gomes, L.M. (2017b). **Plano de Exploração das Termas de S. Miguel**. Grupo de

Desenvolvimento das Termas de Portugal. UBI, Agosto 2017; 37p.

Ferreira Gomes L.M., Carvalho, P.E.M., e Andrade Pais, L. (2018). **Estudos hidrogeológicos para a classificação de uma nova água mineral em Portugal - As Termas de São Miguel, Fornos de Algodres**. 14.º Cong. da Água. 7 a 9 de março, Évora, APRH; 15 p.

Ferreira Gomes L.M., Carvalho, P.E.M., e Andrade Pais, L. J. (2019). **Hydrogeochemical studies of a groundwater with a view to its classification as mineral water for a new medical spa in Portugal**. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 221 012030; IOP Publishing; 10p.

Gonçalves, L.S.M., Araújo, J.R., F., Fonseca, C., Pinto, M.S., Pinto, A.F. (1990). **Carta Geológica de Portugal**, Folha 17B. Serviços Geológicos de Portugal.

Lencastre, A. e Franco, F. M.(1984). **Lições de Hidrologia**. Univ. Nova de Lisboa,451p.

Teixeira, F. J. (2015).**Estudo Médico-Hidrológico**. Termas de São Miguel, Fornos de Algodres. 168 p.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Franciele Braga Machado Tullio** - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

**Lucio Mauro Braga Machado** - Bacharel em Informática (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/1995), Licenciado em Matemática para a Educação Básica (Faculdade Educacional da Lapa – FAEL/2017), Especialista em Desenvolvimento de Aplicações utilizando Tecnologias de Orientação a Objetos (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/ 2008). É coordenador do Curso Técnico em Informática no Colégio Sant’Ana de Ponta Grossa/PR onde atua também como professor desde 1992, também é professor na Faculdade Sant’Ana atuando na área de Metodologia Científica, Metodologia da Pesquisa e Fundamentos da Pesquisa Científica e atua como coordenador dos Sistemas de Informação e do Núcleo de Trabalho de Conclusão de Curso da instituição. E-mail para contato: machado.lucio@gmail.com

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidentes de trabalho 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 25, 26

Água 33, 34, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 58, 87, 88, 89, 91, 93, 97, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 146, 150, 156, 157, 170, 171, 173, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 209, 210, 217, 218, 222, 228, 229, 231, 236

Águas sulfúreas quentes 40

Água subterrânea 115, 123, 186, 188, 194, 197

Aquíferos 45, 47, 48, 49, 87, 88, 89, 90, 97, 99, 185, 196

Áreas de preservação permanente 155, 158

Arquitetura bioclimática 198, 209

Arquivos climáticos 198, 202, 210, 211

Avaliação de impacto ambiental 27, 28, 38, 39

### B

Barragem de rejeito 226, 228

### C

Cacau 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114

Canais 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 234, 235

Casca de arroz 167, 170, 173, 174, 182

Clandestino 55, 58

Coleta 1, 4, 7, 14, 15, 27, 29, 36, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 132, 134, 135, 138, 212, 214, 215, 220, 221, 224

Contaminação 29, 58, 87, 88, 89, 90, 97, 99, 137, 185, 186, 187, 188, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 224

Contaminação por coliformes 186, 193, 195

### D

Dados meteorológicos 198, 199, 202

Descaracterização 226, 227, 228, 229, 230, 235

Destinação de resíduos 61

Drenagem 48, 79, 85, 129, 226, 227, 228, 229, 230, 232

### E

Ecossistema aquático 130

Enzimas lignolíticas 167

Estação de tratamento de esgotos sanitários 27, 39

Estresse hídrico 140, 150, 151

## F

Farelo de cereais 167

Fermentador 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113

## G

Gabião 226, 227, 233, 234

Geocélula 226, 230, 231, 232, 233, 235, 236

Gestão de resíduos sólidos urbanos 61, 75

## I

Impactos ambientais 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 77, 78

Inspeção 55, 57, 58, 59, 88

## L

Licenciamento ambiental 27, 28, 29, 30, 33, 66, 74, 76, 77, 78, 215

## M

Matas ciliares 147, 155, 156

Meda 40, 41, 42, 43, 44, 54

Metais dissolvidos 129, 130, 131, 135

Método de diferenças finitas 87, 94

Minas gerais 61, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 74, 75, 76, 226

Modelagem computacional 87, 101

Monitoramento ambiental 27, 29, 36, 37, 38

Mudas 140, 142, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 160, 164, 165

## O

Origem da contaminação 186

## P

Poços de captação 186

Política de resíduos sólidos 61

Previdência social 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 25

## R

Recuperação de áreas degradadas 140, 141, 142, 144, 145, 148, 152, 153, 155, 165

Resíduos de serviços de saúde 212, 213, 214, 215, 219, 223, 224, 225

Restauração ecológica 140, 142

Restauração florestal 154, 155, 159, 160, 161, 163, 164

## S

Saúde do trabalhador 5, 7, 8, 9, 11, 12, 17, 21, 24, 25

Sedimentos 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 156, 226, 227, 228, 229, 236

Simulação numérica 87, 99  
Sistema aquífero profundo 40  
Sistema de informações geográficas 77, 155  
Suíno 55, 56, 58

## T

Taxa de sobrevivência 140, 151  
Termas da areola 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 54  
Territórios de desenvolvimento 61, 63, 64, 65, 66, 74  
Transferência de calor 101, 103, 110, 111, 114  
Tratamento 1, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 58, 62, 75, 81, 84, 89, 125, 126, 135, 137, 143, 170, 188, 194, 197, 201, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 223, 224

## U

Unidade de conservação 140, 143

