

# Águas subterrâneas do setor norte de Portugal continental: Enquadramentos geográfico e geológico, tipologias e aproveitamentos

Sousa Oliveira A<sup>(1-2-3)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento de Geologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, (Portugal)

<sup>(2)</sup>Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra, (Portugal)

<sup>(3)</sup>Diretor Técnico das Termas de Vimioso e das Caldas de Moledo (Portugal)  
soliveir@utad.pt

Recibido: 20-11-14

Aceptado: 05-12-14

## Abstract

La zona norte de Portugal es rica en aguas subterráneas, especialmente en aguas minerales y aguas juveniles. Esta es también el área donde es grande la diversidad de tipologías hidroquímicas. Estas tipologías son principalmente el resultado de factores geológicos. Hay aproximadamente 54 polos de fuentes de aguas subterráneas con relación a la configuración geológica: rocas ígneas, metasedimentarias y rocas metavulcanicas y complejo ofiolítico con rocas básicas y ultrabásicas. En este ámbito las surgencias de las aguas subterráneas están frecuentemente vinculadas a áreas de fracturas importantes en un contexto de terrenos profundos desde el punto de vista geomorfológico.

En esta área es posible definir 9 familias hidroquímicas que caracterizan las aguas subterráneas en el norte de Portugal:

- F1** Bicarbonatadas, sodicas (ocasionalmente sódico / cálcicas o cálcico / sodicas), rico en CO<sub>2</sub>, fluoruros y normalmente ácidas
- F2** Bicarbonatadas (a veces bicarbonatadaa / cloruradas o cloruradas / bicarbonatadas), sodicas, sulfúreas, fluoradas, alcalinas
- F3** Bicarbonatadas / carbonatadas, sodicas, sulfúreas, silicatadas, hiperalcalinas
- F4** Bicarbonatadas, sodicas, sulfúreas, hiposilicatadas, alcalinas
- F5** Bicarbonatadas, sódicas, fluoruradas, alcalinas. Si hiposalinas no es el fluoruro, el ácido.
- F6** Bicarbonatadas, calcicas, sodicas, fluoruradas, alcalinas. Si hiposalinas no es el fluoruro, ácido, con un poco más sodio que de calcio
- F7** Bicarbonatadas, sodicas, sulfatadas, sulfúreas, hiposalinas, alcalinas
- F8** Cloruradas, sódicas, hiposalinas, ácidas.
- F9** Cloruradas / bicarbonatadas, sódicas, hiposalinas, ácidas

Las principales familias hidroquímicas están representadas en las familias F1 y F2. Las aguas subterráneas han sido explotadas por el termalismo (terapéutico y de bienestar), el embotellado y la energía geotérmica, sin embargo, en la actualidad, en la mayoría de estos polos no hay explotación, alrededor del 50%.

En el dominio de las aguas mineromedicinales son reconocidas las propiedades terapéuticas, principalmente en áreas tales como reumatología, locomotor, otorrinolaringología y dermatología.

Las aguas subterráneas que se utilizan con mayor frecuencia en aplicaciones terapéuticas son las familias F1 y F2, mientras que en el dominio de embotellado las aguas de las familias F1 y F5 son los más relevantes.

En paralelo con los usos más clásicos, hoy existe un creciente interés en los usos de estos recursos en áreas como la energía geotérmica, en productos dermocosméticos y en "peloides diseñados".

El aprovechamiento integral de las aguas subterráneas se relaciona con posibles nuevas oportunidades económicas regionales de productos naturales asociados con áreas de ocurrencia. En el caso de las aguas minerales las oportunidades pueden pasar también por el turismo de salud, turismo termal y el turismo de naturaleza.

**Key words:** aguas minerales, aguas juveniles, tipologías hidroquímicas, explotación de aguas subterráneas

## Groundwaters in northern of Portugal: geographical and geological settings, hydrochemical typologies and exploitations

### Abstract

The northern Portugal area is rich in groundwaters, particularly in mineral waters and fresh waters. This is also the area where is great the diversity of hydrochemical typologies. This typologies are mainly the result of geological factors. There are approximately 54 poles of sources of groundwaters with relationship to geologic setting: igneous rocks, metasedimentary and metavulcanic rocks and ophiolitic complex with basic and ultrabasic rocks. In this domain the occurrences of groundwater are frequently linked to areas of major fractures in a context of deep terrains under geomorphologic point of view.

In this area it is possible to define 9 hydrochemical families that characterize the groundwaters in northern Portugal:

- F1** Bicarbonated, sodium (occasionally sodium/calcium or calcium/sodium), CO<sub>2</sub>-rich, fluoride and normally acid
- F2** Bicarbonated (sometimes bicarbonated/chlorinated or chlorinated/bicarbonated), sodium, sulphurous, fluoride, alkaline
- F3** Bicarbonated/carbonated, sodium, sulphurous, silicated, hiperalkaline
- F4** Bicarbonated, sodium, sulphurous, hiposilicated, alkaline.
- F5** Bicarbonated, sodium, fluoride, alkaline. If hyposaline is not fluoride, acid.
- F6** Bicarbonated, calcium, sodium, fluoride, alkaline. If hyposaline is not fluoride, acid, with a little more sodium than of calcium
- F7** Bicarbonated, sodium, sulphated, sulphurous, hyposaline, alkaline.
- F8** Chlorinated, sodium, hyposaline, acid.
- F9** Chlorinated/bicarbonated, sodium, hyposaline, acid.

The main hydrochemical families are represented in F1 and F2 families. The groundwater has been exploited in thermalism (therapeutic and wellness thermalism), bottling and

geothermal energy, however, currently, in the majority of these poles there is no exploitation, about 50 %.

In the natural mineral waters domain are recognized therapeutic properties, mainly in the areas such as rheumatological, musculoskeletal, otorhinolaryngological and dermatological.

The groundwaters that are used most often in therapeutic applications are F1 and F2 families, while at the bottling domain the waters of F1 and F5 families are the most relevant.

In parallel with the more classic usages today there is a growing interest in the usages of these resources in areas such as geothermal energy, in dermocosmetic products and in “designed peloids”.

The integrated exploitation of groundwater in articulation with regional natural products prospective new economic opportunities associated with areas of occurrence. In the case of mineral waters opportunities can pass also by health tourism, spa tourism and nature tourism.

**Key words:** mineral waters, fresh waters, hydrochemical typologies, exploitation of groundwaters

#### REFERENCIA NORMALIZADA

Sousa Oliveira A. Águas subterrâneas do setor norte de Portugal continental: Enquadramentos geográfico e geológico, tipologias e aproveitamentos. *Bol Soc Esp Hidrol Med*, 2015; 30(1): 57-71. DOI: 10.23853/bsehm.2017.0379

## ENQUADRAMENTO

No setor norte de Portugal continental, as ocorrências de polos de água subterrânea resultam da conjugação de fatores geomorfológicos, litológicos, estruturais e geotectónicos (figura 1). Em resultado, destacam-se as zonas geomorfológicamente depressionadas, os vales de fraturas extensas, as zonas de contacto entre rochas granitóides e metassedimentares, os domínios intra ou peribatolíticos e as áreas com litotipos de natureza básica e/ou ultrabásica. A emergência de algumas águas minerais situa-se em domínios intrametassedimentares, contudo a sua tipologia hidroquímica está geneticamente associada a ambientes granitóides ocorrentes em profundidade.

As características físico-químicas das águas subterrâneas, como o pH, a temperatura, a mineralização total, a natureza dos componentes iónicos, entre outros, traduzidas na diversidade hidroquímica, dependem do contexto litoestrutural e tectónico enquadrante do circuito geohidráulico, da profundidade atingida, do tempo de residência, da velocidade de fluxo, dos fenómenos modificadores até à emergência, da comunidade microbiológica associada, etc.



## CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os recursos hídricos subterrâneos da região norte de Portugal continental apresentam uma enorme diversidade hidroquímica que colocam esta região numa situação de riqueza hidrogeológica ímpar a nível nacional. As ocorrências integram nove famílias hidroquímicas principais (Quadro 1), distribuídas por cinquenta e quatro polos de emergência de águas subterrâneas (Quadro 2).

**Quadro 1** – Águas subterrâneas do norte de Portugal continental: Famílias hidroquímicas.

<b>Família</b>	<b>Tipologia hidroquímica - designação geral</b>
<b>F1 (★)</b>	Bicarbonatada, sódica (por vezes sódico/cálcica ou calco/sódica), gasocarbónica, fluoretada, frequentemente ferruginosa e normalmente ácida.
<b>F2 (□)</b>	Bicarbonatada (por vezes bicarbonatada/cloretada ou cloretada/bicarbonatada), sódica, sulfúrea, fluoretada, alcalina.
<b>F3 (□)</b>	Bicarbonatada/carbonatada, sódica, sulfúrea, silicatada, hiperalcalina.
<b>F4 (□)</b>	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, hipossilicatada, alcalina.
<b>F5 (□)</b>	Bicarbonatada, sódica, fluoretada, alcalina. Se for hipossalina é não fluoretada, ácida.
<b>F6 (□)</b>	Bicarbonatada, cálcica, sódica, fluoretada, alcalina. Se for hipossalina é não fluoretada, ácida, com uma tendência de concentração em sódio ligeiramente mais elevada do que a de cálcio.
<b>F7 (□)</b>	Bicarbonatada, sódica, sulfatada, sulfúrea, hipossalina, alcalina.
<b>F8 (□)</b>	Cloretada, sódica, hipossalina, ácida.
<b>F9 (□)</b>	Cloretada/bicarbonatada, sódica, hipossalina, ácida.

Os polos de água subterrânea aqui considerados consagram áreas de emergência que se podem integrar em três domínios: água mineral natural, água mineral e água de nascente, exploradas em termalismo (terapêutico e de bem-estar), engarrafamento e geotermia. Atualmente na maioria destes polos não se associa qualquer tipo de aproveitamento. No entanto, é do conhecimento geral que, no passado, as águas minerais foram utilizadas pelas populações locais em práticas terapêuticas populares.

**Quadro 2** - Polos de emergência de águas subterrâneas do norte de Portugal - síntese dos parâmetros associados: ambiente geológico, físico-químicos, tipologia hidroquímica, tipo de água, terapias reconhecidas e de uso popular e aproveitamentos atuais.

Ref.	Designação	Ambiente geológico	Parâmetros físico-químicos (g)		Tipologia hidroquímica	Tipo de água		Terapias reconhecidas			Aproveitamentos atuais		
			Resíduo seco (mg/l)	pH		Temp. (°C)	Natural	Mineral	Nascente	( ) - usos populares locais	Terapêutico	Bem-Estar	Equipamento
1	S. Antão (Corga do Verqueirel)	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sub-autoctones. Granito sin-tecnónico relativamente a F <sub>1</sub> , heterogéneo, de 2 micas, de grão médio a fino, por vezes com restos.	1057,6	6,26	-	Bicarbonatada, cálcica-sódica, gasocarboníca, ácida.	-	-	(2, 4)	-	-	-	-
2	Melgaço	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sub-autoctones. Granito sin-tecnónico relativamente a F <sub>1</sub> , heterogéneo, de 2 micas, de grão médio a fino, por vezes com restos.	1264,0	6,1	15,8	Bicarbonatada, cálcica-sódica, magnésiana, gasocarboníca, ferruginosa ácida.	-	-	2, 3, 4, 6	-	-	-	-
3	Águas de Vinheiro da Rala	Dominios parautoctone e rochas granitoides. Granitos alcalinos de duas micas sin-F <sub>1</sub> e anatectas. Formação pelítico-grauvaquica.	1775,6	6,7	15,6	Bicarbonatada, gasocarboníca, fluoretada, ácida.	-	-	(2, 3, 5)	-	-	-	-
4	Caldas de Chaves	Dominios parautoctone e rochas granitoides. Granitos de duas micas sin-F <sub>1</sub> e tardi a pós-F <sub>1</sub> . Formação pelítico-grauvaquica com xistos carbonosos e ílitos, e Formação de quartzitos superiores.	1668	6,7	73	Bicarbonatada, cálcica-sódica, gasocarboníca, fluoretada, ácida.	-	-	1, 2, 3, 6	-	-	-	-
5	Vidago (Corga do Campinho Areal)	Dominios parautoctone e rochas granitoides. Granitos de duas micas sin-F <sub>1</sub> . Formação pelítico-grauvaquica com xistos ílitos.	3025,2	6,3	16,3	Bicarbonatada, cálcica-sódica, gasocarboníca, fluoretada, ferruginosa ácida.	-	-	2, 3, 4, 5, 6, 7	-	-	-	-
6	Pedras Salgadas Romanas Sabroco	Dominios parautoctone e rochas granitoides. Granitos íbiticos pós-F <sub>1</sub> . Filoides, quartzonídeos, xistos carbonosos e quartzitos.	1932,0	6,2	16,5	Bicarbonatada, cálcica-sódica, gasocarboníca, fluoretada, ferruginosa ácida.	-	-	2, 3, 4, 6	-	-	-	-
7	Águas de Saneim e de Segrel	Dominios parautoctone e autoctone interior. Quartzitos e gres quartzosos e quartzonídeos (e granitos).	1127,7	6,1	15,0	Bicarbonatada, gasocarboníca, fluoretada, ferruginosa ácida.	-	-	(2, 5)	-	-	-	-
8	Águas de Bem Saúde	Dominios parautoctone e autoctone sub-autoctone e rochas granitoides. Granitos de duas micas tardi a pós-F <sub>1</sub> . Formação pelítico-grauvaquica. Formação do Quartzito Armoricano. Formação da Desejosa (Grupo do Dour).	1966,6	6,3	18,1	Bicarbonatada, cálcica-sódica, gasocarboníca, fluoretada, ferruginosa ácida.	-	-	(2, 4, 5)	-	-	-	-

Polo de emergência de água		Ambiente geológico	Parâmetros físico-químicos (g)				Tipologia hidroquímica	Tipo de água		Terapias reconhecidas ( ) - usos populares locais	Aproveitamentos atuais		
Ref.	Designação		Resíduo seco (mg/l)	pH	Temp. (°C)	Família		Natural	Mineral		Nascente	Terma	Engarrafamento
							Designação geral				Terapêutico	Semi-Estar	
9	S. Pedro da Torre	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sub-autóctones, sin-tectónicas relativamente a F <sub>1</sub> . Granito heterogéneo de duas micas, de grão médio a fino.	223,2	7,5	18,0		Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoratada.	-	•	-	-	-	-
10	Caldas de Monção	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas da série tardia relativamente a flutuação F <sub>1</sub> . Granito porfírico de grão grosseiro a médio, biotico, com plagioclase cálcica. As emergências enquadram-se no contacto deste granito com granitos alcalinos de duas micas, localmente subjacentes a depósitos aluvionares holocénicos.	436	7,66	50		Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoratada.	•	-	-	•	-	•
11	Fonte Santa da Valinha	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sub-autóctones. Granito sin-tectónico relativamente a F <sub>1</sub> , heterogéneo, de 2 micas, de grão médio a fino, por vezes com resítios.	182,8	7,58	13,0		Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoratada.	-	•	-	-	-	-
12	Padreiro (Fonte das Vindeiras)	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas da série tardia relativamente a F <sub>1</sub> . Granito monozónico de grão médio, porfírico, de duas micas (essencialmente biotico), com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	298,4	9,22	18,0	F2	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoratada.	-	•	-	-	-	-
13	Passadouro	Domínio parautoctone e granitoides hercínicos alóctones, sin-tectónicas relativamente a F <sub>1</sub> . Granito de duas micas, de grão médio ou grosseiro.	304,0	8,91	-		Bicarbonatada/ cloretada, sódica, sulfúrea, fluoratada.	-	•	-	-	-	-
14	Soto	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas tardia a pós-tectónicas (série tardia) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito monozónico de grão médio, porfírico, de duas micas (essencialmente biotico), com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	165,6	8,58	14,8		Bicarbonatada/ cloretada, sódica, sulfúrea, fluoratada.	-	•	-	-	-	-
15	Termas de Molimta	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sin a tardi-tectónicas (série intermédia) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito de grão grosseiro, porfírico, essencialmente biotico, com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	202 (Mineralizado Total)	9,04	18,5		Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoratada.	•	-	-	•	-	-

Ref.	Polo de emergência de água		Ambiente geológico	Parâmetros físico-químicos (l)			Tipologia hidroquímica		Tipo de água		Terapias reconhecidas ( ) - usos populares locais	Aproveitamentos atuais		
	Designação	Resíduo seco (mg/l)		pH	Temp. (°C)	Designação geral	Família	Natural	Mineral	Nascente		Termsulção	Bem-Estar	Engarrafamento
16	Termas de Elvogo	451	6,72	25 (1)	Bicarbonatada /sódica, sulfúrea, fluoretada.		•	-	-	3, 5, 6	•	-	-	
17	Águas de Gestal	402,8	6,73	15,6	Bicarbonatada /sódica, sulfúrea, fluoretada.		-	•	-	(3, 5, 6)	-	-	-	
18	Vertim (Águas do Enxofre)	245,5	7,42	12,5	Cloridada /bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	F2	-	•	-	(5, 6)	-	-	-	
19	Barcelos (Merces ou Penado do Enxofre)	392,4	7,21	-	Bicarbonatada /Cloridada, sódica, sulfúrea, fluoretada.		-	•	-	(2, 5, 6)	-	-	-	
20	Crespos (Águas do Penedo)	374,6	9,3	12,3	Cloridada /bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.		-	•	-	(5)	-	-	-	
21	Varzelas (Plago)	234,5	6,61	13,9	Bicarbonatada /sódica, sulfúrea, fluoretada.		-	•	-	(2, 5, 6)	-	-	-	



Polo de emergência de água		Ambiente geológico	Parâmetros físico-químicos (Q)			Tipologia hidroquímica		Tipo de água		Terapias reconhecidas ( ) - usos populares locais		Aproveitamentos atuais		
Ref.	Designação		Resíduo seco (mg/l)	pH	Temp. (°C)	Família	Designação geral	Mineral Natural	Mineral	Nascente	Terapêutico	Bem-Estar	Engarrafamento	Geoterma
22	Caldas das Taipas	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sin a tardi-hercínicas (série intermédia) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito de grão grosseiro, porfíroide, essencialmente biotítico, com plagioclase cálcica, por vezes granitos biotítico-mesocríticos de grão fino que podem enquadrar micaxistos biotíticos. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	231,3	6,19	34 (f)		Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	•	-	-	•	-	-	-
23	Ponte de Cavez (F <sub>1</sub> e S <sub>1</sub> de S. Bartolomeu)	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sin-hercínicas relativamente a D <sub>1</sub> . Granito de grão médio, de duas micas.	255,2	7,91	16		Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	-	•	-	-	-	-	-
24	Caldas da Saúde	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas tardi a pós-hercínicas (série tardia) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito monzonítico de grão médio, porfíroide, de duas micas (essencialmente biotítico), com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	582	6,82	30 (f)	F2	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	•	-	-	•	-	-	-
25	S. Miguel das Aves	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas tardi a pós-hercínicas (série tardia) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito monzonítico de grão médio, porfíroide, de duas micas (essencialmente biotítico), com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	237,6	6,6	22 (f)		Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	-	•	-	-	-	-	-
26	Caldas de Vizela	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sin a tardi-hercínicas (série intermédia) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito de grão grosseiro, porfíroide, essencialmente biotítico, com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	314,5	9,36	62 (f)		Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	•	-	-	•	-	-	-
27	Caldas das Mouras	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sin a tardi-hercínicas (série intermédia) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito de grão grosseiro, porfíroide, essencialmente biotítico, com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	155,7 (Mineralização Total)	8,7	17		Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	•	-	-	-	-	-	-

Ponto de emergência de água	Ambiente geológico	Parâmetros físico-químicos (g)			Tipologia hidroquímica	Tipo de água			Aproveitamentos atuais			
		Resíduo seco (mg/l)	pH	Temp. (°C)		Mineral Natural	Mineral	Nascente	Terapêutico	Terma-lismo	Engarra-famento	Geoter-mia
28 Caldas de Canaveze	Domínio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sin a tarli-hercínicas (série intermédia) relativamente a F <sub>2</sub> , grão grosseiro, porfiroide, essencialmente biotítico, com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	272,3	9,53	35 (f)	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluorétada.	•	-	-	•	-	-	-
29 Termas de S. Vicente	Domínio autoctone e rochas granitoides hercínicas sin a tarli-hercínicas (série intermédia) relativamente a F <sub>2</sub> , grão grosseiro, porfiroide, essencialmente biotítico, com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	442,2	8,6	18,6	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluorétada.	•	-	-	•	•	(5) 3, 6	-
30 Termas de Entre-os-Rios	Domínio autoctone e rochas granitoides hercínicas sin a tarli-hercínicas (série intermédia) relativamente a F <sub>2</sub> , grão grosseiro, porfiroide, essencialmente biotítico, com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigo-Régua.	404,6	8,7	19,3	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluorétada.	•	-	-	•	•	3, 6	-
31 Caldas de Aregos	Domínio autoctone e rochas granitoides hercínicas relacionadas com cisalhamento ductil, tardi a pós-hercínicas (série tardia) relativamente a F <sub>2</sub> , granitos monoclínicos, predominantemente biotíticos, com esparsos megacristais.	269	9,24	62	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluorétada.	•	-	-	•	•	3, 5, 6	•
32 Caldas de Molede	Dominios autoctone/sub-autoctone e rochas granitoides ante a sin (tardi)-F <sub>2</sub> , granitos e migmatitos antríticos. Formação da Desajosa (Grupo do Douro). Zona de metamorfismo de contacto com corneanas, xistos lizentes, estauríticos, granatíferos, ... e filões apito-pegmatíticos.	211,6	9,16	45 (f)	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluorétada.	•	-	-	•	•	3, 5, 6	-
33 Caldas de Carão	Dominios autoctone/sub-autoctone e rochas granitoides sin-F <sub>2</sub> , médio a fino de duas micas, localmente micáceas ou moscovitas. Migmatitos antríticos. Formação da Desajosa (Grupo do Douro).	322,0	8,25	29 (f)	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluorétada.	•	-	-	•	•	2, 5, 6	-
34 Caldas de São Lourenço	Dominios autoctone/sub-autoctone e rochas granitoides. Granitos de duas micas sin-F <sub>2</sub> e migmatitos antríticos. Formação do Rio Pinhão (Grupo do Douro).	261,8	8,2	29,5 (f)	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluorétada.	•	-	-	•	•	3, 6 (2, 5, 6)	-

Polo de emergência de água	Ref.	Ambiente geológico	Parâmetros físico-químicos (g)		Tipologia hidroquímica	Tipo de água			Aproveitamentos atuais						
			Resíduo seco (mg/l)	pH		Temp. (°C)	Natural	Mineral	Nascente	Terapêutico	Termalismo	Engarrafamento	Geoterma		
35	Salão de Anabela	Dominios: alicotone/sub-alicotone e rochas graníticas de duas micas sin a tardi a pós-F <sub>1</sub> . Formação do Rio Pinhão (Grupo do Douro).	432.0	7,6	20.5 (1)	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	-	•	-	-	-	-	-	-	
36	Moimenta	Dominios: alicotone/sub-alicotone e rochas graníticas. Granitos de duas micas sin-F <sub>1</sub> . Fillos carbonosos, metapamitos e metagrauwaques.	239.6	7.0	-	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	-	•	-	-	-	-	-	-	-
37	Angueira	Dominios: alicotone/sub-alicotone. Formação do Quartzito Armoricano: Xistos intermédios e quartzitos superiores (E graníticos).	252.4	7.4	-	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	-	•	-	-	-	-	-	-	-
38	Termas da Terronilha	Dominios: alicotone/sub-alicotone e rochas graníticas de duas micas sin-F <sub>1</sub> . Formações mesozóicas: Formação do Caminho e Formação do Funchal. Formação Xistosa e Formação do Quartzito Armoricano.	373.0	8.7	17.4	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, fluoretada.	•	-	-	-	• (e)	-	-	-	-
39	Castro de Avelela	Dominio oolítico. Contacto alicotone intermédio / alicotone superior.	218.8	9.88	-	Bicarbonatada/carbonatada, sódica, sulfúrea, silicatada, hipercalcina.	-	•	-	-	-	-	-	-	-
40	Salselas	Dominio oolítico periférico. Anticlitos: retrometamorfizados do alicotone intermédio.	407.5 (Mineralização Total)	9.79	-	Bicarbonatada/carbonatada, sódica, sulfúrea, silicatada, hipercalcina.	-	•	-	-	-	-	-	-	-
41	Escarfeido	Dominio oolítico. Contacto alicotone intermédio / alicotone superior.	240.4	10.6	-	Bicarbonatada/carbonatada, sódica, sulfúrea, silicatada, hipercalcina.	-	•	-	-	-	-	-	-	-
42	Abelheira	Dominio oolítico. Contacto alicotone intermédio / alicotone superior.	283.6	9.1	-	Bicarbonatada/carbonatada, sódica, sulfúrea, silicatada, hipercalcina.	-	•	-	-	-	-	-	-	-
43	Santa Cruz	Dominio oolítico periférico. Anticlitos: retrometamorfizados do alicotone intermédio.	273.6	7.2	11.4	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, hipossilicatada.	-	•	-	-	-	-	-	-	-
44	Alfaião	Dominio oolítico periférico. Anticlitos: retrometamorfizados do alicotone intermédio. Filão de quartzito de grandes dimensões com direção NNE.	378.8	7.5	13.0	Bicarbonatada, sódica, sulfúrea, hipossilicatada.	-	•	-	-	-	-	-	-	-
45	Caldas do Gerês	Dominio paraolítico e rochas graníticas hercínicas da série tardi relativamente a fase de inacurção final. Granito porfírico de grão grosseiro a médio, biotico com plagioclase sódica.	255.7	9.18	47 (1)	Bicarbonatada, sódica, fluoretada.	•	-	-	-	-	-	•	•	-

Polo de emergência de água		Ambiente geológico	Parâmetros físico-químicos (g)		Tipologia hidroquímica		Tipo de água			Terapias reconhecidas		Aproveitamentos atuais			
Ref.	Designação		Resíduo seco (mg/l)	pH	Temp. (°C)	Família	Designação geral	Mineral Natural	Mineral	Nascente	( ) - usos populares locais	Terapêutico	Bem-Estar	Engarrafamento	Geotermita
46	Águas de Carvalheiro	Dominio parautoctone e rochas granitoides. Granitos alcalinos de duas micas tardi a pós-F <sub>1</sub> e anaxiticos. Formação pelítico-grauváquica.	132.0	8.15	22 (°)		Bicarbonatada, sódica, fluoratada.	•	-	-	1, 2, 5	•	Envenenada/ hemodiálise	-	
47	Ribeirinha	Dominio parautoctone e rochas granitoides. Granitos alcalinos de duas micas sin-F <sub>1</sub> . Cuarzocarbonos, quarzocarbonos, quartzitos, xistos carbonosos e linhos.	658.7	7.2	19.0		Bicarbonatada, sódica, fluoratada.	-	•	-	(2, 5)	-	-	-	
48	Água da Penha/Água da Serra da Penha	Dominio parautoctone e rochas granitoides relativamente sin a tardi-tectónicas (série intermédia) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito de grão grosseiro, porfíroide, essencialmente biotítico, com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigó-Réquia.	99.0 (Mineralização Total)	6.53		F5 ▼	Bicarbonatada, sódica, hipossalina.	-	-	•	-	-	•	-	
49	Águas S. Martinho (Serra de Fafe)	Dominio parautoctone e rochas granitoides hercínicas sin a tardi-tectónicas (série intermédia) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito de grão grosseiro, porfíroide, essencialmente biotítico, com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigó-Réquia.	73.0	6.57			Bicarbonatada, sódica, hipossalina.	-	-	•	-	-	•	-	
50	Termas de Caldeias	Dominio parautoctone e rochas granitoides relativamente sin a pós-tectónicas (série tardi) relativamente a F <sub>1</sub> . Granito monzonítico de grão médio, porfíroide, de duas micas (essencialmente biotítico), com plagioclase cálcica. Série associada a zona de cisalhamento ductil de Vigó-Réquia.	107.3	6.32	33 (°)	F6 ▲	Bicarbonatada, cálcica, sódica, fluoratada.	•	-	-	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	•	-	-	
51	Água do Marão	Dominio autoctone - Marão/Ouro inferior (Ordovício médio). Formação de Perdasbas - xistos andositeros e xistos carbonosos com intercalações de metassiltos na base.	23.9 (Mineralização Total)	5.93			Bicarbonatada, sódica (cálcica), hipossalina.	-	-	•	-	-	-	•	
52	Lagoaça	Dominio autoctone/sub-autoctone e rochas granitoides imediatas de mineralizações de W/Sn e sulfuros. Micaxistos e granitos sin-F <sub>1</sub> .	197.2	7.5	-	F7 ▼	Bicarbonatada, sódica, sulfatada, hipossalina.	-	-	•	(5)	-	-	-	
53	Águas de Grilhões	Dominio parautoctone e granitoides hercínicos sub-autoctones sin-tectónicos relativamente a F <sub>1</sub> . Granito heterogéneo de duas micas, de grão médio a fino.	32.0	5.49	13	F8 ▲	Cloretada, sódica	•	-	•	(2, 3, 8)	-	-	•	

Polo de emergência de água		Ambiente geológico	Parâmetros físico-químicos (g)			Tipologia hidroquímica		Tipo de água			Terapias reconhecidas			Aproveitamentos atuais		
Ref.	Designação		Resíduo seco (mg/l)	pH	Temp. (°C)	Família	Designação geral	Mineral Natural	Mineral	Nascente	Populares locais	Terapias reconhecidas	Terminamo		Engarrafamento	Geoterma
													Estar	Estar		
54	Água do Faetão	Domínio paraultrabásico e rochas granitoides meridionais em a lard-reclonidas (série intermédia) granítica a r. granítica grossiera porfíroide, essencialmente botânico, com pliocénicas caucas. Série associada a zona de cisalhamento dextral de Vigo-Réquia.	33,4	5,9	15	F9 ▲	Concreta bicarbonatada-sulfatada, hipossalina.	•	-	-	(2, 8)	-	-	•	-	

Vocações terapêuticas:

1 - cardiovascular; 2 - digestiva; 3 - ORL; 4 - metabólico-endócrina; 5 - dermatológica; 6 - reumática e músculo-esquelética; 7 - sistema nervoso; 8 - sistema urinário

(g) - Pedras Salgadas; (b) - excelso Sabroso; (c) - Vidago; (d) - exveto Salgadae; (e) - estudo médico hidrologico em curso; (f) - potencial geotérmico disponível

(g) - valores extraídos a partir de:

- 1) Autor;
- 2) Accioliulli, (1982);
- 3) Almeida & Almeida (1970);
- 4) Almeida & Almeida (1988);
- 5) Direcção-Geral de Geologia e Minas (1992);
- 6) Pacheco (2000);
- 7) Quadros síntese compilados por Machado (2009);
- 8) Sousa Oliveira (2011);
- 9) Sousa Oliveira et al. (2012);
- 10) Catálogo "Termas de Portugal, Saúde e bem-estar. Associação das Termas de Portugal". in: <http://www.termasdeportugal.pt>. Consultado em maio de 2014;
- 11) Sítios na Internet (base de dados informativas dos concessionários). Consultado em maio de 2014;
- 12) <http://geosportal.mgdl.pt/TERMALBASE> – Ocorrências Termas Portuguesas. Catálogo dos Recursos Geotérmicos em Portugal Continental). Consultado em maio de 2014;
- 13) <http://www.aquas.lis.ul.pt>. Consultado em maio de 2014.

No quadro 2 faz-se uma síntese dos parâmetros associados às águas subterrâneas do norte de Portugal, nomeadamente quanto ao ambiente geológico, a aspetos físico-químicos, à tipologia hidroquímica, ao tipo de água, às terapias reconhecidas e de uso popular e aos aproveitamentos atuais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No setor norte de Portugal continental as ocorrências de água subterrânea são dominadas pelas tipologias hidroquímicas das famílias F2 e F1.

Não obstante a exploração atualmente desenvolvida em alguns polos, em particular nos hidrominerais, e o facto de alguns se encontrarem em fase de pré-exploração, existe ainda um número bastante significativo, cerca de 50%, que se encontra em estado de desconhecimento ou, sendo conhecidos, nunca se promoveu devidamente o seu aproveitamento. Na maioria desses polos ocorrem águas minerais naturais ou minerais, com idêntica distribuição.

No domínio das águas minerais naturais são reconhecidas diversas vocações terapêuticas, sendo que as mais importantes se encontram nos domínios reumático e músculo-esquelético, ORL e dermatológico.

Os aproveitamentos situam-se principalmente ao nível do termalismo terapêutico, termalismo de bem-estar e engarrafamento. O aproveitamento geotérmico é ainda relativamente reduzido face ao potencial geotérmico disponível.

Nos aproveitamentos terapêuticos destacam-se as águas das famílias F2 e F1 enquanto que ao nível do engarrafamento as águas das famílias F1 e F5 são as mais relevantes.

A par dos aproveitamentos mais clássicos, o atual interesse tem sido dirigido para novos produtos ancorados em recentes técnicas de aproveitamento como o geotérmico, a exploração em dermocosmética e o desenho de pelóides. A exploração integrada destes recursos hídricos em articulação com a utilização de produtos naturais regionais perspetiva o eventual desenvolvimento de novas valências económicas associadas às águas destes polos. Em particular, as águas minerais, sentido lato, e as que apresentam características geotérmicas oferecem acrescidas valências nomeadamente no domínio do turismo de saúde, turismo termal e turismo de natureza.

## **BIBLIOGRAFIA**

Acciaiuoli, L. Le Portugal hydromineral. Lisbonne, Direction Generale des Mines et des Services Geologiques Vol. I, 1952: 248p.

- Almeida A, Almeida JD. Inventário hidrológico de Portugal: Trás-os-Montes e Alto Douro. Lisboa, Instituto de Hidrologia de Lisboa 2º Vol., 1970: 639p.
- Almeida A, Almeida JD. Inventário hidrológico de Portugal: Minho. Lisboa, Instituto de Hidrologia de Lisboa 4º vol., 1988: 505 p.
- Direcção-Geral de Geologia e Minas. Termas e águas engarrafadas em Portugal. Lisboa, Ministério da Indústria e Energia, 1992.
- Machado JMGS. Ocorrências hidrominerais do NE de Portugal Continental: inventariação, sistematização e aproveitamentos didácticos. Vila Real, Tese de mestrado em “Biologia e Geologia para o Ensino”. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2009, 469p.
- Pacheco FAL. Hidrogeologia em maciços de rochas cristalinas (Morais-Chacim-Macedo de Cavaleiros). Bases para a gestão integrada dos recursos hídricos da região. Vila Real, Tese de doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2000: 395p.
- Portugal Ferreira ME, Sousa Oliveira A. (2000) - Lithologic and tectonic control of the mineral waters in the Hercynian Belt: Northeast Portugal. Proceeding of 31st International geological congress & scientific exhibits- -geoexpo 2000. 6-17 Agosto 2000, Rio de Janeiro, Brasil.
- Serviços Geológicos de Portugal, Direcção-Geral de Geologia e Minas - Carta Geológica de Portugal, escala 1:500 000. 1992.
- Sousa Oliveira A. Hidrogeologia dos sistemas gasocarbónicos da Província Hidromineral Transmontana: Ribeirinha (Mirandela), Sandim (Vinhais), Segirei e Salgadela (Chaves). Vila Real, Tese de doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2001: 442p.
- Sousa Oliveira A. Águas minerais naturais de Trás-os-Montes e Alto Douro: património legado pela natureza. Boletim Cultural, 2011; 17: 18-29.
- Sousa Oliveira A, Almeida SMS, Reis AR, Alencão AMP, Sousa LMO, Lourenço JMM. Águas minerais de Trás-os-Montes e Alto Douro (NE de Portugal): sistematização e aproveitamentos. In: Quinta-Ferreira M, Barata MT, Lopes FC, Andrade AI, Henriques MH, Pena dos Reis R, Ivo Alves E. (Coords). Água: a seiva da Terra. Memórias e Notícias de Geociências no Espaço Lusófono. Coimbra, Imprensa da Universidade de Coimbra, 2012: 409-420.