

## RECURSOS GEOTÉRMICOS DE BAIXA ENTALPIA EM PORTUGAL CONTINENTAL

Maria Carla LOURENÇO <sup>(1)</sup>

### **RESUMO**

Sendo Portugal um país importador de energia, torna-se essencial aproveitar todo o seu potencial, nomeadamente nas energias renováveis, dentro das quais se enquadram os recursos geotérmicos.

Os recursos geotérmicos foram legalmente definidos e regulamentados em 1976, com o objectivo de suportar legalmente o projecto geotérmico dos Açores. O novo pacote legislativo de 1990 (Decreto-lei nº 90/90 e Decreto-Lei nº 87/90) veio dar uma nova dinâmica ao sector, permitindo uma gestão adequada dos recursos geotérmicos por parte da Administração.

No nosso país ocorrem águas com temperaturas relativamente elevadas, que variam entre os 20°C e os 76°C, pelo que se torna importante a melhoria do conhecimento deste tipo de águas.

Com vista a adquirir um conhecimento mais aprofundado relativamente aos recursos geotérmicos, encontra-se em curso um projecto de inventariação e avaliação das ocorrências no território de Portugal Continental cuja temperatura de emergência seja superior a 20°C. Este projecto é levado a cabo pelo Instituto Geológico e Mineiro.

**Palavras-chave:** geotermia, baixa entalpia, ocorrência termal

---

(1) Geóloga – Instituto Geológico e Mineiro

## 1- INTRODUÇÃO

Em sentido muito amplo, entende-se como energia geotérmica a energia calorífica contida no interior da terra e que está em condições de ser extraída de forma económica. Aliás, para certos autores (LEIBOWITZ, 1978) a designação de energia geotérmica restringe-se apenas a esta visão economicista do calor terrestre.

A geotermia é entendida como o conjunto de ciências e técnicas que estudam e exploram o calor terrestre, constituindo um vasto conjunto que vai desde as ciências geológicas (geologia, s.l., estratigrafia, geologia estrutural, vulcanologia), geofísica (todos os ramos incluindo a sismologia e a sísmica natural e provocada) e geoquímica, tecnologia de sondagens e de testes aos furos de pesquisa e produção, de engenharia de reservatórios e de equipamentos de extracção de calor (desde as turbinas de vapor e equipamentos periféricos de separação até aos permutadores e bombas de calor).

O calor terrestre, ou energia geotérmica, tem origem no interior do globo terrestre. O fluxo de calor para a superfície, e a sua implícita renovação, são mantidos por diversos processos: condução, convecção e radiação. Às temperaturas que interessam à geotermia este último processo não tem qualquer significado.

Esta energia pode dividir-se em alta e baixa entalpia, consoante o fluido se encontra, respectivamente, a uma temperatura superior ou inferior a 150°C.

O aproveitamento da energia geotérmica encontra-se limitado pelos custos de capital necessários à prospecção e à instalação. Os projectos geotérmicos podem ser, no entanto, financiados parcialmente por programas específicos, tais como o programa THERMIE. De igual modo, as aplicações em superfície podem candidatar-se à Medida 3 do Programa de Energia, desde que existam poupanças de energia ou substituição de combustíveis fósseis.

A utilização deste tipo de energia renovável apresenta algumas vantagens, nomeadamente:

- diminui os problemas relacionados com as emissões de CO<sub>2</sub> e as alterações climáticas;
- cria emprego;
- contribui para a diminuição das disparidades regionais.

Em Portugal Continental só é economicamente viável a geotermia de baixa entalpia, sendo o calor utilizado para a balneoterapia, aquecimento ambiental e de estufas, etc. No entanto, o tipo de utilização mais comum, com fins de aproveitamento de calor, é ainda a balneoterapia, apesar de existirem ocorrências termais cuja exploração poderia ser bastante superior e que não o é, talvez por desconhecimento dos concessionários relativamente ao aproveitamento da energia e à pouca divulgação relativa aos possíveis tipos de aproveitamento da mesma.

Esta melhoria significativa do processo de gestão dos recursos passa pela introdução de novos mecanismos legislativos que permitem, através da sua activação, assegurar uma protecção adequada dos mesmos, nomeadamente no que diz respeito à sua defesa e racional exploração. A utilização eficaz destes mecanismos deverá ser desencadeada pelos concessionários com a assinatura do contrato de concessão de exploração.

Um aspecto que se reveste de importância fundamental na gestão do recurso, consiste na obrigatoriedade de propor, por parte do concessionário, a nomeação de Director Técnico da exploração (Decreto-Lei nº 87/90, Artº 25º). Uma eficaz prestação por parte do Director Técnico da exploração permite a colaboração simultânea e constante de um técnico qualificado e experiente com o concessionário e com a própria Administração, no sentido da resolução adequada de quaisquer problemas decorrentes da exploração do recurso.

A execução dos trabalhos de exploração do recurso geotérmico, de acordo com um Plano de Exploração aprovado pela Administração (Decreto-Lei nº 87/90, Artº 24º), que contenha todas as indicações técnicas referentes à exploração do recurso, permite um melhor conhecimento das características do recurso, como também constitui documento do qual consta a descrição pormenorizada dos processos de exploração. Este Plano poderá ser revisto sempre que necessário, desde que, por qualquer motivo devidamente fundamentado, haja necessidade de proceder a alterações técnicas na exploração.

O apoio do Estado, a nível administrativo ou técnico-científico poderá efectuar-se sempre que seja solicitado; por outro lado, os concessionários deverão facultar à Administração todos os elementos de informação que permitam a melhoria do conhecimento geológico do território dos recursos (Decreto-Lei nº 87/90, Artº 25º).

## 2- LOCALIZAÇÃO E MODOS DE OCORRÊNCIA

Se se considerar como água termal a água de origem subterrânea, cuja temperatura de emergência excede os 20°C (convenção adoptada no “Atlas dos Recursos Geotérmicos da Europa” (CEC, 1988), poder-se-á dizer que este tipo de ocorrências está largamente espalhado em Portugal Continental. Contudo, a temperatura de emergência nunca excede os 80°C, verificando-se existir uma predominância entre os 20°C e os 40°C (Figura 1). Estas ocorrências encontram-se desigualmente distribuídas em todo o território, observando-se uma concentração mais pronunciada a Norte, motivada, fundamentalmente, pelo facto de Portugal se encontrar dividido em grandes zonas cujas características geológicas e estruturais diferem significativamente.

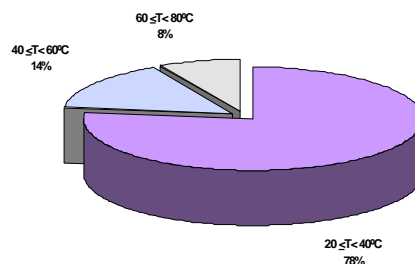


Figura 1 - Distribuição das temperaturas das ocorrências termais



INSTITUTO GEOLÓGICO E MINEIRO  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
DIVISÃO DE RECURSOS HIDROGEOLÓGICOS  
E GEOTÉRMICOS

## OCORRÊNCIAS TERMAIS T > 20° C

- 1 - Monção
- 2 - Chaves
- 3 - Gerês
- 4 - Carvalhos
- 5 - Caldelas
- 6 - Eirogo
- 7 - Taipas
- 8 - S. Miguel das Aves
- 9 - Vizela
- 10 - Caldinhas
- 11 - Carlão
- 12 - São Lourenço
- 13 - Canavezes
- 14 - Moledo
- 15 - Fonte Santa do Seixo
- 16 - Aregos
- 17 - Longroiva
- 18 - S. Jorge
- 19 - Carvalhal
- 20 - Cavaca
- 21 - S. Pedro do Sul
- 22 - Alcatache
- 23 - SanGemil
- 24 - Cró
- 25 - Felgueira
- 26 - Manteigas
- 27 - Luso
- 28 - São Paulo
- 29 - Unhais da Serra
- 30 - Amieira
- 31 - Bicanho
- 32 - Azenha
- 33 - Monfortinho
- 34 - Fonte Quente
- 35 - Salgadas
- 36 - Envendos
- 37 - Piedade
- 38 - Salir
- 39 - Caldas da Rainha
- 40 - Arrábidos (Gaéiras)
- 41 - Vimeiro
- 42 - Cucos
- 43 - Alcaçarias
- 44 - Hospital Força Aérea
- 45 - Oeiras - S.S.F.A.
- 46 - Estoril
- 47 - Santa Comba
- 48 - Malhada Quente
- 49 - Alfarce
- 50 - Monchique
- 51 - Santo António
- 52 - Fonte Santa Quarteira

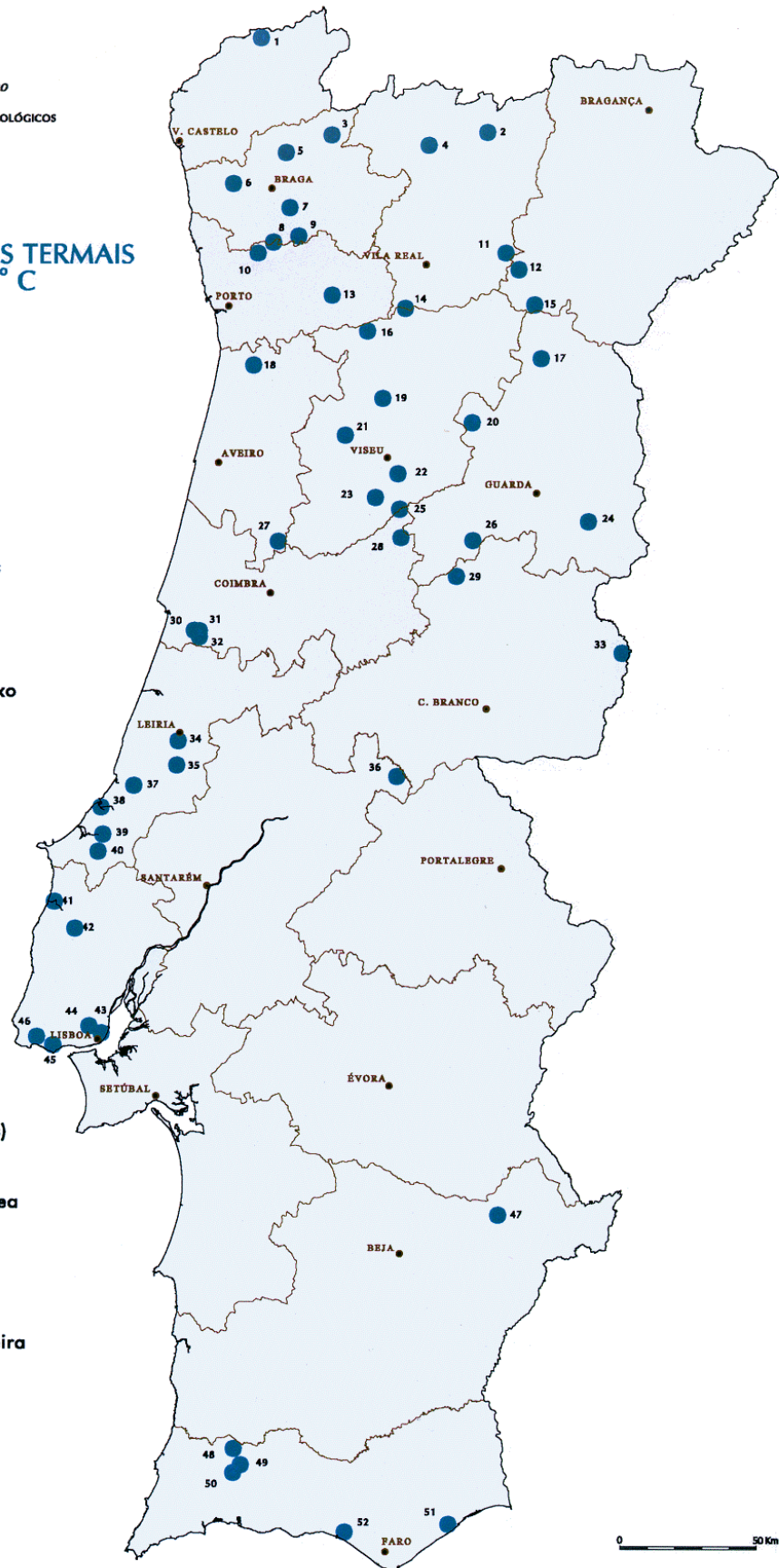


Figura 2 - Localização das ocorrências termais

As emergências termais identificadas no presente trabalho constituem um número superior a 100, quer naturais, quer provenientes de furos; muitas constituem grupos que, para uma melhor simplificação, se consideram numa emergência “tipo”(Figura 2 e Quadro 1)

Estas ocorrências encontram-se referenciadas no Quadro 1, e reportam-se a águas que, de alguma forma, são ou foram inventariadas como recursos geológicos e/ou usadas em tempo em tratamentos termais.

Quadro 1 - Emergências termais, temperatura máxima registada e características químicas da água.

NÚMERO	EMERGÊNCIA TERMAL	TEMPERATURA MÁXIMA REGISTADA (°C)	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	NÚMERO	EMERGÊNCIA TERMAL	TEMPERATURA MÁXIMA REGISTADA (°C)	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
1	Monção	50	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	27	Luso	27	SiO <sub>2</sub> , Cl, Na, K
2	Chaves	76	HCO <sub>3</sub> , Na, F, CO <sub>2</sub>	28	São Paulo	23	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na
3	Gerês	47	HCO <sub>3</sub> , Na, F, S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29	Unhais da Serra	37	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F
4	Carvalhelhos	22	HCO <sub>3</sub> , Na, F	30	Amieira	27	Cl, Ca, Na
5	Caldelas	33	HCO <sub>3</sub> , Ca, F	31	Bicanho	28	Cl, Ca, Mg, Na
6	Eirogo	25	H <sub>2</sub> S, Cl, HCO <sub>3</sub> , Na, F	32	Azenha	29	Cl, Na
7	Taipas	32	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	33	Monfortinho	28	SiO <sub>2</sub> , Cl, Na, K
8	S. Miguel das Aves	22	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na	34	Fonte Quente	24	Cl, HCO <sub>3</sub> , Na
9	Vizela	62	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , F, Na	35	Salgadas	23	Cl, Na
10	Saúde	30	H <sub>2</sub> S, Cl, Na, F	36	Envendos	22	SiO <sub>2</sub> , Cl, Na, K
11	Carlão	29	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	37	Piedade	27	Cl, HCO <sub>3</sub> , Na
12	São Lourenço	30	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, K	38	Salir	20	Cl, Na
13	Canavezes	35	H <sub>2</sub> S, F, HCO <sub>3</sub> , Na	39	Caldas da Rainha	36	H <sub>2</sub> S, Cl, SO <sub>4</sub> , Na, Ca, Mg
14	Moledo	45	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	40	Arrábidos	29	H <sub>2</sub> S, Cl, Na
15	Fonte Sta. do Seixo	21	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na	41	Vimeiro	26	HCO <sub>3</sub> , Cl, Na, Ca
16	Aregos	62	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	42	Cucos	40	Cl, Na, F
17	Longroiva	34	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na	43	Alcaçarias	30	Cl, Na
18	S. Jorge	23	H <sub>2</sub> S, Cl, Na	44	Hosp. Força Aérea	50	HCO <sub>3</sub> , Ca, Mg
19	Carvalho	41	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	45	Oeiras - S.S.F.A.	30	HCO <sub>3</sub> , Na
20	Cavaca	29	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	46	Estoril	35	Cl, Na
21	S. Pedro do Sul	69	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	47	Santa Comba	22	HCO <sub>3</sub> , Ca
22	Alcáface	51	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	48	Malhada Quente	28	HCO <sub>3</sub> , Na, SO <sub>4</sub>
23	Sangemil	50	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	49	Alferce	27	HCO <sub>3</sub> , Na,
24	Cró	23	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na	50	Monchique	32	HCO <sub>3</sub> , Na, F
25	Felgueira	36	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	51	Santo António	25	HCO <sub>3</sub> , Ca
26	Manteigas	48	H <sub>2</sub> S, HCO <sub>3</sub> , Na, F	52	Fte. Sta de Quarteira	21	HCO <sub>3</sub> , Na, Ca, Mg

É geralmente no cruzamento entre as grandes falhas regionais e suas conjugadas que se criam as condições mais adequadas para a ascensão dos fluidos termais provenientes de zonas profundas da crosta, exibindo à superfície alterações mais ou menos acentuadas.

As nascentes termais localizam-se principalmente na zona norte e centro do Maciço Hespérico, designadamente na Zona Centro-Ibérica, estando a sua distribuição intimamente

relacionada com grandes acidentes tectónicos, como é o caso do acidente Penacova-Régua-Verin.

As nascentes localizadas nas Orlas Meso-Cenozóicas Ocidental e Meridional estão estreitamente relacionadas com falhas activas, diapiros salinos, e, na maioria dos casos, com ambos.

Desta forma, sobressaem em Portugal algumas áreas cujo potencial geotérmico se encontra directamente relacionado com aspectos essencialmente tectónicos, que favorecem a circulação ascendente rápida dos fluidos, constituindo anomalias geotérmicas locais que se afastam dos valores regionais de gradiente geotérmico em Portugal. Esta circulação ascendente, conjugada com as formações geológicas atravessadas pelo fluido, constituem factores fundamentais para a caracterização do mesmo. É o caso dos diapiros salíferos que influem significativamente na geoquímica das águas, conferindo um aumento na sua mineralização total que, por vezes, chega a atingir os 3400 mg/l, devido ao enriquecimento em cloretos, sulfatos, sódio e cálcio.

A captação das ocorrências que foram utilizadas para tratamentos médicos fazia-se, na sua maior parte e até há poucos anos atrás, a partir de nascentes superficiais. Por esse motivo, revelavam-se com uma produtividade relativamente baixa, principalmente as localizadas no Maciço Hespérico. Além da frequente escassez de caudais, a captação por nascente revelava-se igualmente com uma elevada vulnerabilidade à poluição, pelo que se tornava desejável a substituição progressiva desta por captações profundas.

Um vasto programa de prospecção e pesquisa levada a cabo pelos concessionários e incentivado pela Administração conduziu à realização de furos de captação em substituição das nascentes originais, permitindo o aumento dos caudais disponíveis e reduzindo o risco de contaminação. Contudo, até agora, as temperaturas encontradas não apresentaram valores significativamente superiores aos já conhecidos. Acontece, todavia, que apenas com algumas excepções, a perfuração foi orientada para a melhoria da quantidade e qualidade do recurso com objectivos de exploração em termalismo.

### **3- QUIMISMO DAS OCORRÊNCIAS**

As águas com temperatura superior a 20°C ocorrem sob quimismos diversos, sendo frequentes as águas bicarbonatadas e cloretadas. No entanto, a maior parte destas águas são, do ponto de vista químico, as chamadas águas sulfúreas, que são caracterizadas, na sua maioria, pela presença de formas reduzidas de enxofre, elevado teor em sílica, do ião flúor e valores de pH elevados (Figura 3).

Do ponto de vista químico, existem dois tipos principais de águas termais no Maciço Hespérico: as águas bicarbonatadas e as águas cloretadas; a maioria destas constituem as águas sulfúreas, apresentando geralmente valores de pH superiores a 8 .

De um modo geral, as águas termais que ocorrem na Orla Meso-Cenozóica Ocidental são essencialmente cloretadas/bicarbonatadas sódicas, podendo também ocorrer águas sulfatadas cálcicas. O pH destas águas já se encontra próximo da neutralidade.

As emergências termais que se localizam na Orla Meso-Cenozóica Meridional têm como característica comum o facto de serem, geralmente, bicarbonatadas, sódicas ou cálcicas.

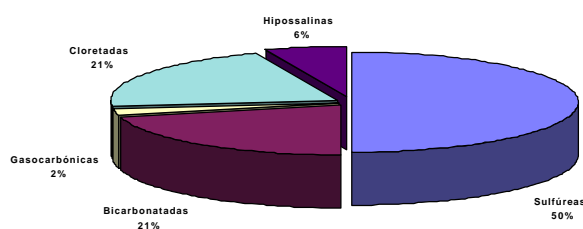


Figura 3 - Quimismo das águas com temperatura  $\geq 20^{\circ}\text{C}$

#### 4- APROVEITAMENTOS GEOTÉRMICOS

Conforme foi referido anteriormente, até há alguns anos atrás, as águas termais foram apenas utilizadas em balneoterapia.

Contudo, nestes últimos anos, tem-se vindo a observar um interesse crescente por parte dos concessionários no desenvolvimento de novas áreas de prospecção e pesquisa, verificando-se a realização de estudos e projectos que têm em vista o aquecimento dos próprios balneários e unidades hoteleiras. Assim, algumas das ocorrências termais aqui referidas são actualmente utilizadas para outros fins, tais como piscinas, hotéis de zonas termais e estufas de frutos tropicais e frutos fora-de-estação.

Em 1982 arrancou em Chaves o primeiro projecto de uso de calor para fins que não a balneoterapia; o furo AC2 das Termas de Chaves, com 155 m de profundidade e temperaturas que rondam os  $75^{\circ}\text{C}$ , passou a ser utilizado para aquecer a água da piscina municipal, através de permutador de calor. Mais recentemente, e numa perspectiva de aproveitamento em cascata, a água proveniente dos permutadores de calor é utilizada no aquecimento ambiental do hotel Aqua Flaviae, localizado nas proximidades das termas, encontrando-se ainda em curso um projecto de estufas.

O desenvolvimento geotérmico da área das nascentes termais de S. Pedro do Sul, localizada numa extensa zona de granitos Hercínicos, tem vindo a decorrer de forma regular desde há cerca de uma década. Existem projectos para o estudo dos recursos geotérmicos da região, direccionados para a pesquisa, desenvolvimento e averiguação da viabilidade económica de aquecimento directo. Na zona do Vau está a ser feita uma aplicação geotérmica em agricultura, em que a água proveniente de um furo, denominado SDV1, executado no âmbito de um protocolo assinado em 1990 entre a então Direcção Geral de Geologia e Minas e a Câmara Municipal de S. Pedro do Sul, está a ser aproveitada no aquecimento de estufas de frutos tropicais.

Outros estudos e projectos começaram então a despontar em mais termas, com vista ao aquecimento dos estabelecimentos termais e/ou unidades hoteleiras vizinhas.





Figura 4 - **Zona do Vau - S. Pedro do Sul**. Aplicação geotérmica em agricultura, em que a água proveniente de um furo com 63°C está a ser aproveitada no aquecimento de estufas de frutos tropicais.

Em Lisboa encontra-se em laboração, num hospital, o aproveitamento geotérmico em aquecimento ambiente e na própria utilização do fluido, efectuado a partir de um furo com cerca de 1500 metros de profundidade, que capta água com cerca de 50°C a partir do aquífero do Apciano-Albiano (Cretácico inferior), na bacia de Lisboa.

Não obstante este interesse crescente na utilização das águas quentes com fins de aproveitamento de calor, o tipo de utilização mais comum é, ainda, a balneoterapia. No entanto, salienta-se que este tipo de aproveitamento exige um investimento rapidamente amortizado uma vez que, regra geral, é reduzido praticamente aos custos iniciais de instalação de todo o equipamento, uma vez que a sua manutenção é caracterizada pelo seu baixo custo.

## **5- UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DE BAIXA ENTALPIA - USOS DIRECTOS -**

Os diversos tipos de utilização da energia contida nos fluidos geotérmicos dependem fortemente do caudal disponível, da temperatura e da qualidade da água (especialmente da sua salinidade, dado que águas com salinidades elevadas impossibilitam o uso directo das águas nas instalações de aproveitamento geotérmico devido ao seu efeito corrosivo). O caudal disponível e a temperatura vão influenciar as dimensões da “central” geotérmica, constituindo a temperatura um factor muito importante, na medida em que determina o tipo de aplicação geotérmica.

Os recursos geotérmicos de baixa entalpia prestam-se geralmente à utilização directa do calor, por meio de permutadores ou de bombas de calor, para aquecimentos domésticos, industriais e agrícolas.

Apresenta-se de seguida o quadro de Lindal, que mostra as possíveis utilizações dos recursos geotérmicos, de acordo com a temperatura (Quadro 2).



Quadro 2 - Quadro de Lindal: Utilizações Possíveis da Energia Geotérmica

TEMPERATA (°C)	UTILIZAÇÕES POSSÍVEIS
200	
190	
180	Evaporação de soluções concentradas Refrigeração por ciclo de amoníaco Digestão de polpa de papel
170	Fabrico de água pesada – método do SH2          Produção de energia eléctrica Recozimento de terras de diatomite
160	Secagem de farinha de peixe Secagem de madeiras para construção
150	Preparação de alumina pelo processo Bayer
140	Secagem de produtos agrícolas
	Esterilização de conservas de alimentos
130	Refinação de açúcar Extracção de sais por evaporação
120	Destilação de água doce
110	Secagem de placas de cimento pré-fabricadas
100	Secagem de algas Secagem de lãs Esterilização dos solos das estufas
90	Secagem de peixe
80	Aquecimento dos edifícios por convecção
70	Limite inferior dos ciclos de refrigeração
60	Aquecimento de estufas
50	Usos em estâncias termais
40	Aquecimento dos solos
30	Águas para piscinas (uso directo)
20	Piscicultura (uso directo)

O quadro de Lindal, no caso de Portugal Continental, tem apenas aplicação a partir de temperaturas inferiores a 80°C pois, como se referiu anteriormente a temperatura máxima registada nas Caldas de Chaves foi de 76°C. No que se refere ao uso em estâncias termais, verifica-se que o intervalo varia entre os 22°C e os 76°C.

No Quadro 3 é apresentado, de um modo muito simples, o quimismo das emergências termais bem como a indicação do aproveitamento geotérmico.

O potencial geotérmico da maior parte das ocorrências mencionadas tem sido apenas utilizado durante o período de funcionamento dos estabelecimentos termais. Verifica-se, no entanto, um interesse crescente por parte dos concessionários no sentido de ser feito um maior aproveitamento do calor das águas, principalmente na época fria do ano, em que as necessidades de calor são superiores para, nomeadamente, aquecimento de estabelecimentos termais e hoteleiros.

Quadro 3 -Quimismo das ocorrências termais e indicação do seu aproveitamento geotérmico

SULFÚREAS	BICARBONATADAS	GASOCARBÓNICAS	CLORETADAS	HIPOSSALINAS
Sangemil	Gerês	Chaves	Piedade	Monfortinho
Carvalhal	Caldelas		Cucos	Luso
Felgueira	Monchique		Vimeiro	Envendos
S. Pedro do Sul	Carvalhelhos		Amieira	
Manteigas	Sta. Comba e Três Bicas		Bicanho	
Caldas da Rainha	Alferce		Azenha	
Vizela	Malhada Quente		Salir	
Eirogo	Sto. António da Tavira		Alcaçarias	
Saúde	Fonte Sta. de Quarteira		Estoril	
Taipas	Hosp. Força Aérea		Salgadas	
S. Jorge	Oeiras - S.S.F.A.		Fonte Quente	
Monção				
Moledo				
Canaveses				
Arrábidos				
S. Paulo				
Alcafache				
Longroiva				
Cró				
S. Miguel das Aves				
Carlão				
Aregos				
Unhais da Serra				
S. Lourenço				
Fte. Santa do Seixo				
Cavaca				



Com aproveitamento geotérmico  
(balneoterapia)



Sem aproveitamento geotérmico



Com aproveitamento geotérmico  
(balneoterapia + outros fins)

## BIBLIOGRAFIA

ANDRADE AFONSO, MENDES VICTOR, PORTUGAL FERREIRA, DUPIS A., AIRES-BARROS, L., SANTOS, F., TROTA, A., MARQUES, J., MOREIRA, M., RIBEIRO, J. and OLIVEIRA, A. - Evaluation of geothermal resources in the Chaves region (North Portugal). *Proceedings of the World Geothermal Congress 1995*, v.2, pp.1349-1353.

A.CAVACO, LDA - Estudo hidrogeológico das nascentes termais do Estoril. 1ª fase, Lisboa, 1980.

AIRES-BARROS, L. - Sobre as potencialidades em geocalor de alguns pólos geotérmicos do continente português. *Boletim de Minas*, v.18, nº2, 1981, pp.1-8.

ATLAS DE RECURSOS GEOTÉRMICOS DA EUROPA (nova edição a publicar)

CABRAL, J. and RIBEIRO, A. - Carta Neotectónica de Portugal, escala 1:1.000.000. *Serviços Geológicos de Portugal*. Lisboa, 1989.

CALADO, C. - Carta de Nascentes Minerais 1:1.000.000. Portugal. Atlas do Ambiente. *Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. Direcção-Geral de Recursos Naturais*, 1991.

CARVALHO, J. M. - Mineral and thermal water resources development in the portuguese hercynian massif. *Memoires of the XXIV<sup>th</sup> Congress of IAH, ÅS, Oslo, 1993*, pp. 548-561.

CARVALHO, J. M. and CARDOSO, A. A. T. - The Air Force Hospital geothermal project in Lisbon. *Geothermics'94 in Europe*. Document BRGM n° 230, Éditions BRGM, Orléans, 1994, pp. 441-448.

CORREIA, A., ESPÍRITO-SANTO, T. R. & MENDES-VICTOR, L. A - In: R. Haenel and E. Staroste (Eds), Atlas of Geothermal Resources in the European Community, Austria and Switzerland. *Verlag Th. Schaefer, Hannover*, . 1988, 74pp. 110 plates.

CORREIA, A., JONES, F. W., DAWES, G. K. and HUTTON, V.R.S. - A magnetotelluric deep crustal study in south-central Portugal. *Studia Geophysica e Geodaetica*, v.37, 1993, pp.331-334.

CORREIA, A., and JONES, F. W.– “A magnetotelluric survey in a reported geothermal area in southern Portugal”. *Proceedings of the World Geothermal Congress 1995*, v.2, pp.927-931.

CRUZ, J., LOURENÇO, M. C., RODRIGUES DA SILVA, A. M., RAMALHO, E. C. and CORREIA, A.– “Breve descrição das ocorrências termais com temperatura superior a 20°C em Portugal Continental”. *Boletim de Minas*, vol. 33, n° 2, 1996, pp 129-137.

DIRECÇÃO-GERAL DE GEOLOGIA E MINAS – *Recursos Geológicos* – Legislação. Lisboa, 1990.

HAENEL R., STAROSTE, E. – *Atlas of Geothermal Resources in the European Community*, Commission of the European Communities, Brussels-Luxembourg, 1988.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA - La Energia Geotérmica.

LEMO, L. S., MOREIRA, A. D., NOLASCO SILVA, M. C., PIRES, M. R. and SOUSA, P. O.– “Contribuição para a investigação do campo geotérmico de S. Pedro do Sul”. *Estudos, Notas e Trabalhos*, D.G.G.M., t. 34, 1992, pp.107-138.

RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO DE ALMEIDA, F., CARVALHO, D. and MONTEIRO, J. H. - *Introduction à la Geologie Générale du Portugal*. Lisboa. Serviços Geológicos de Portugal, 1979.

TEIXEIRA, C. - *Geologia de Portugal. v.I-Precâmbrico, Paleozóico*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1981.

VARET, J. - *Géothermie Basse Énergie. Usage Direct de la Chaleur*. Masson, 1982.