

Os Recursos Geotérmicos de Baixa Entalpia em Portugal Continental e seu Tipo de Aproveitamento

Carla Lourenço

*Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Alfragide;
e-mail: carla.lourenco@ineti.pt*

José Cruz

*Direcção-Geral de Geologia e Energia, Lisboa;
e-mail: jose.cruz@dge.pt*

RESUMO

No que se refere ao aproveitamento das chamadas “altas entalpias”, a energia geotérmica é já bem conhecida por algumas realizações que permitem a produção de energia eléctrica. Exemplo típico no nosso país é o que se passa no Arquipélago dos Açores, na ilha de S. Miguel, onde há já várias anos se encontra a funcionar uma central geotérmica.

Em Portugal Continental, o panorama é já um pouco diferente. Sai-se do domínio das chamadas “altas entalpias” para se entrar no domínio das “baixas entalpias”. Mas mesmo neste domínio, com fluidos a temperaturas moderadas (até cerca de 100°C), se podem efectuar aplicações a nível da indústria, aquecimento urbano e agricultura.

Em virtude de uma complexa e diversificada geologia, Portugal Continental possui um apreciável potencial

geotérmico, evidenciado por um elevado número de ocorrências com temperaturas superiores a 20°C, utilizadas com finalidades termais desde tempos antigos. Nos últimos anos tem-se assistido a progressos merecedores de registo, traduzidos na concretização do aproveitamento do potencial de diversos pólos geotérmicos e na existência de uma carteira de intenções de investimento e projectos de desenvolvimento. Contudo, julga-se que existe ainda uma apreciável margem para ampliação e melhoria dos resultados obtidos.

O potencial geotérmico em Portugal Continental pode ser aproveitado por duas vias: (i) o aproveitamento dos recursos da meia centena de pólos termais existentes com temperaturas entre 20 e 76 °C, e, (ii) o aproveitamento de aquíferos profundos nas orlas Meso-Cenozóicas

Ocidental e Meridional, revelados pelos furos de reconhecimento petrolífero. No primeiro caso temos em funcionamento, desde meados dos anos 80, aproveitamentos geotérmicos em Chaves e em S. Pedro do Sul. Outros pólos interessantes, conjugando disponibilidades do recurso e mercado, situam-se em Aregos, Vizela, Monção, Alcafache e Carvalhal. No caso das Bacias Sedimentares foi efectuada, no Hospital da Força Aérea, no Lumiar (Lisboa), uma operação geotérmica em furo único (com 1500 m de profundidade e 50°C à cabeça do mesmo), destinado à produção de água quente sanitária, climatização e água potável fria. Para idênticos fins foi aproveitado o calor de um furo de 475 metros de profundidade (30°C à cabeça do furo), nos Serviços Sociais das Forças Armadas (Oeiras), ainda que neste caso seja apoiado com bombas de calor.

Na presente comunicação relatam-se os principais resultados obtidos até ao presente e identificam-se as principais intenções de desenvolvimento conhecidas. De igual modo, faz-se uma referência ao enquadramento legislativo no aproveitamento dos recursos geotérmicos e conclui-se com um enunciado de propostas orientadas para a valorização e melhor aproveitamento dos recursos geotérmicos nacionais.

1 - BREVE INTRODUÇÃO

Não obstante a existência de registos históricos da utilização, em Portugal, da água quente natural, desde o tempo da colonização romana, e, de se poder ainda encontrar no nosso país alguns vestígios arqueológicos de termas que tiveram grande importância na Europa romana, as águas termais foram, desde sempre, utilizadas para balneoterapia. Muitas destas ocorrências apresentam temperaturas na emergência superior a 20°C, chegando-se mesmo a atingir temperaturas próximas dos 75°C. Com o aumento do interesse pelo aproveitamento de formas de energia renováveis, a partir de meados dos anos 70, estas emergências começaram a ser objecto de atenção com o objectivo de efectuar a sua caracterização e estudar os modos mais adequados de aproveitamento deste potencial.

A utilização de águas com temperaturas elevadas tem, desde há alguns anos, começado a conhecer outros usos, nomeadamente no que diz respeito ao aproveitamento do calor com fins de aquecimento ambiental. Estas acções

marcam o aparecimento em Portugal do conceito de recurso geotérmico, no que diz respeito à utilização do calor como energia explorável, independente do modo como é veiculado para a superfície.

No que se refere ao aproveitamento das chamadas “altas entalpias”, a energia geotérmica é já bem conhecida por algumas realizações, na ilha de S. Miguel, que permitem a produção de energia eléctrica. Desde meados dos anos 70 se vinham realizando estudos sobre este tipo de recurso geotérmico, visando a instalação de uma central de potência para a produção de energia eléctrica.

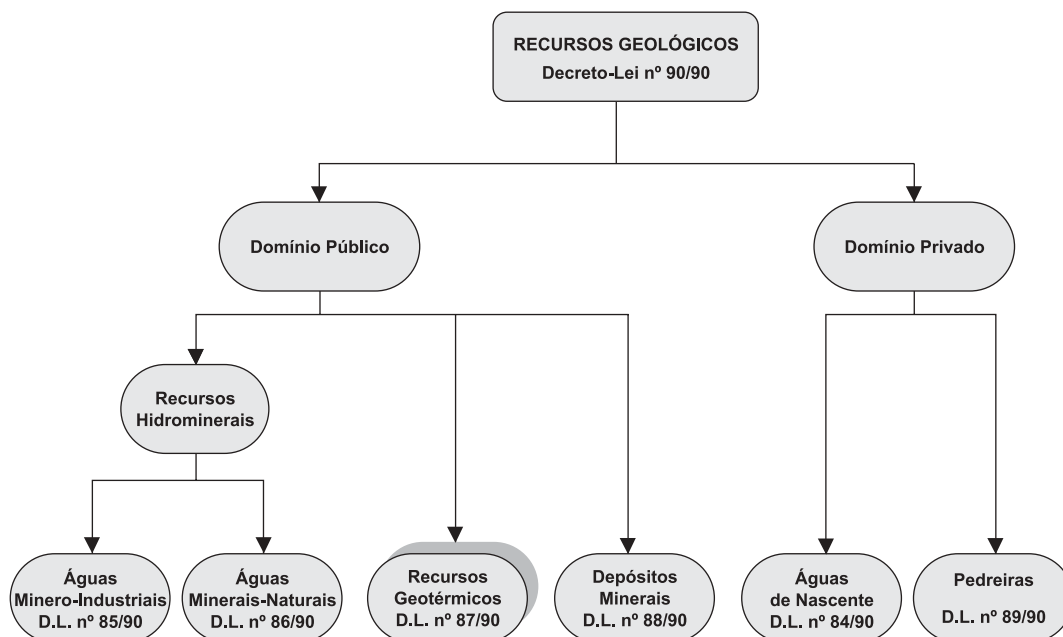
Em Portugal Continental, a necessidade crescente de desenvolvimento de energias alternativas renováveis motivou a criação de projectos de investigação centrados nas ocorrências de maior termalidade e, portanto, mais conhecidas, e, ainda, em projectos de carácter mais global que permitem uma inventariação exaustiva e posterior avaliação dos recursos geotérmicos de baixa e muito baixa entalpia.

2 - ENQUADRAMENTO DO SECTOR

A crise energética vivida no início dos anos setenta, associada à vontade existente no Arquipélago dos Açores de proceder ao aproveitamento geotérmico dos recursos aí existentes para produção essencialmente de electricidade, levou ao estabelecimento do primeiro diploma legal relativo à geotermia: Decreto-Lei nº 560/-C/76, de 16 de Julho.

O desenvolvimento, por todo o mundo, de projectos de baixa entalpia e a constatação de que era possível e desejável o aproveitamento dos recursos existentes em Portugal Continental determinou a necessidade da criação de um novo quadro regulamentar apropriado ao seu aproveitamento, concretizado através dos Decretos-Lei nºs 90/90 e 87/90, de 16 de Março (Figura 1). De acordo com a definição legal adoptada, entende-se por Recurso Geotérmico, *os fluidos e formações geológicas do sub-solo, de temperatura elevada, cujo calor seja susceptível de aproveitamento*. Segundo o mesmo diploma, os recursos geotérmicos integram o domínio público do Estado, pelo que a sua revelação e exploração somente podem ser realizadas mediante contrato administrativo com o Estado.

FIGURA 1
 Legislação de 16 de Março de 1990 – Prospecção, pesquisa e exploração



3 - LOCALIZAÇÃO E MODOS DE OCORRÊNCIA

Os recursos geotérmicos de Portugal Continental têm vindo a ser estudados não só através de métodos e estudos hidrogeológicos clássicos, como também através de inventários minuciosos e recolha regular de dados quantitativos e interpretação dos parâmetros obtidos. O ex-Instituto Geológico e Mineiro concluiu em final de 1998 o inventário do território nacional, tendo procedido ao estudo exaustivo das ocorrências de água com temperatura superior a 20°C ⁽¹⁾, quer naturais, quer provenientes de furos. O trabalho realizado consistiu na

compilação da informação e dados técnicos dispersos pelos processos das concessões e dos relatórios arquivados no Instituto e, ainda, uma caracterização geológico-estrutural das ocorrências. Procedeu-se igualmente ao levantamento das temperaturas das emergências, bem como dos respectivos caudais. O produto final do trabalho encontra-se disponível para o público sob a forma de CD-ROM e na página *web* do INETI: <http://e-geo.ineti.pt/bds/recursos-geotermicos/>
 A tabela 1 identifica as ocorrências inventariadas e o mapa da Figura 2 mostra a sua distribuição no território nacional.

(1) No trabalho de inventário foi adoptado o critério do Congresso de Praga (1968) para a definição de água quente.

TABELA 1
Emergências termais, temperatura máxima registada e características químicas da água

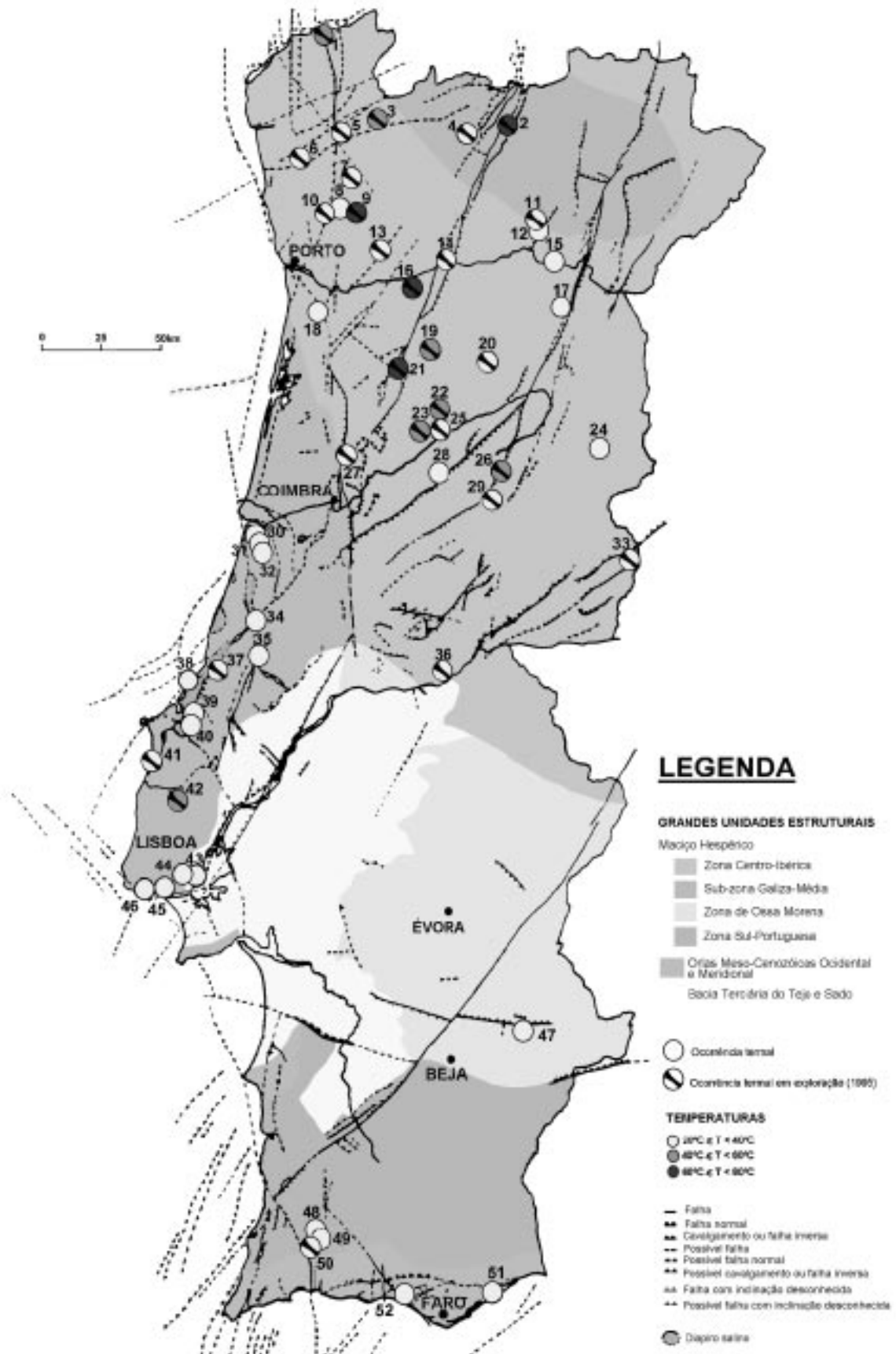
Número	Emergência Termal	Temperatura Máxima Registada (°C)	Características Químicas	Número	Emergência Termal	Temperatura Máxima Registada (°C)	Características Químicas
1	Monção	50	H ₂ S, HCO ₃ , Na, F	27	Luso	27	SiO ₂ , Cl, Na, K
2	Chaves	76	HCO ₃ , Na, F, CO ₂	28	São Paulo	23	H ₂ S, HCO ₃ , Na
3	Gerês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

Estas ocorrências encontram-se desigualmente distribuídas em todo o território, observando-se uma predominância a norte, motivada, fundamentalmente, pelo facto de Portugal Continental se encontrar dividido em grandes zonas, cujas características geológicas e estruturais diferem significativamente.

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, ao longo dos quais se alinham importantes emergências, apresentando como manifestação mais expressiva a falha Penacova-Régua-Verin. As nascentes localizadas nas Orlas Meso-Cenozóicas Ocidental e Meridional estão estreitamente relacionadas com falhas activas ou diapiros salinos, verificando-se, na maioria dos casos, a concorrência de ambos.

FIGURA 2
 Distribuição, por temperaturas, das ocorrências termais nas grandes unidades estruturais

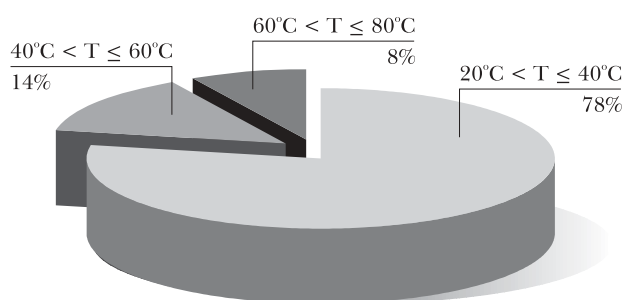


Desta forma, sobressaem em Portugal algumas áreas cujo potencial geotérmico se encontra directamente relacionado com aspectos essencialmente tectónicos, que favorecem a circulação ascendente rápida dos fluidos, constituindo anomalias geotérmicas locais que se afastam dos valores regionais de gradiente geotérmico em Portugal.

A temperatura de emergência das ocorrências nunca excede os 80°C, verificando-se existir uma predominância entre os 20°C e os 40°C. A distribuição das temperaturas na Figura 3 mostra o predomínio (78%) da gama de valores compreendidos entre 20 e 40°C, e somente 8% com temperatura de emergência superior a 60°C, encontrando-se as restantes (14%) na gama entre os 40 e os 60°C.

FIGURA 3

Distribuição das ocorrências termais com temperatura > 20°C



A captação das ocorrências que eram utilizadas para tratamentos médicos fazia-se, na sua maioria e até há poucos anos, 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 levado a cabo pelos concessionários e incentivado pela Administração conduziu, na década de 90, à realização de furos de captação em substituição das nascentes originais, permitindo o aumento dos caudais disponíveis e reduzindo o risco de contaminação.

As temperaturas relativamente baixas que a maioria das ocorrências termais apresentam são susceptíveis de poderem ser elevadas, quando sujeitas a trabalhos de prospecção e pesquisa em profundidade, pois os estudos científicos, particularmente os de geotermometria, realizados sobre alguns destes pólos, indicam

temperaturas de reservatório significativamente superiores às observadas à superfície, o que gera a expectativa de que a realização de investigação geológica directa (sondagens profundas) possibilite a obtenção de temperaturas e, provavelmente, caudais mais elevados. Não obstante os esforços realizados na década de 90 em muitas ocorrências, a captação da água ainda se faz em muitos casos através de emergências naturais; mesmo nas ocorrências com sondagens, a sua profundidade normalmente não ultrapassa os 150 metros.

4 - QUIMISMO DAS OCORRÊNCIAS TERMAIS

Constata-se que o potencial geotérmico de Portugal Continental se encontra directamente relacionado com acidentes tectónicos, que favorecem a rápida circulação ascendente dos fluidos, constituindo anomalias geotérmicas locais que sobressaem dos valores regionais de gradiente geotérmico. Este modelo de circulação ascendente, complementado com a natureza das formações geológicas atravessadas, constitui os factores fundamentais para a caracterização do fluido geotérmico. 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.

Relativamente ao quimismo das ocorrências, este é diversificado, sendo frequentes as águas bicarbonatadas e cloretadas, predominantemente sulfúreas, caracterizadas pela presença de formas reduzidas de enxofre, elevados teores em sílica e do ião flúor e valores de pH elevados. Do ponto de vista químico, poder-se-á dizer que:

- 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;
- 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 é próximo da neutralidade;
- as emergências termais que se localizam na Orla Meso-Cenozóica Meridional têm como característica comum o facto de serem bicarbonatadas, sódicas ou cálcicas.

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 mesmas 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 (Tabela 2).

No caso de Portugal Continental, o quadro de Lindal tem apenas aplicação a partir de temperaturas inferiores a 75°C pois, como se referiu anteriormente, é a temperatura máxima registada nas Caldas de Chaves.

TABELA 2
Quadro de Lindal: Utilizações Possíveis da Energia Geotérmica

TEMPERATURA (°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 Recozimento de terras de diatomite	Produção de energia eléctrica
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)	

6 - PROJECTOS DE APROVEITAMENTO GEOTÉRMICO

Até há pouco tempo os recursos geotérmicos foram apenas utilizados em estabelecimentos termais. Contudo, nestes últimos anos tem-se vindo a observar um interesse crescente na realização de estudos e projectos tendo em vista o aproveitamento da energia geotérmica, nomeadamente o aquecimento dos próprios estabelecimentos termais, de unidades hoteleiras, de piscinas e de estufas agrícolas. Alguns dos projectos encontram-se actualmente em funcionamento.

Apesar da existência de uma carteira de intenções de investimento e projectos de desenvolvimento, julga-se que existe ainda uma apreciável margem para ampliação e melhoria dos resultados obtidos. Poderá dizer-se, de uma forma resumida, que os projectos ligados ao aproveitamento geotérmico em Portugal Continental ainda são diminutos. No entanto, registam-se já casos concretos de aplicação, que convém salientar:

- No Hospital da Força Aérea (Lumiar) – foi efectuada uma operação geotérmica em furo único, destinado à produção de água quente sanitária, climatização e água potável fria. A obra consistia na captação e aproveitamento de água subterrânea com cerca de 50°C à cabeça do furo geotérmico designado por AC1, o qual tinha a profundidade de 1500 m à data da construção e produzia 18 m³/hora de água com uma mineralização total de 0.45 g/l. Este furo, executado em 1987, representa a primeira tentativa para alcançar os grés do Aptiano-Albiano a grandes profundidades em Portugal. As zonas aproveitadas situavam-se entre os 1250 m e os 1470 m, em camadas do Aptiano-Albiano (Cretácico Inferior), na bacia de Lisboa. O projecto geotérmico do Lumiar funcionou com assinalável regularidade durante cerca de 9 anos. Foi estimado em 5 anos o tempo de retorno do investimento e previsto o valor de 300 tep/ano para as poupanças energéticas. As causas para a não funcionalidade actual da operação geotérmica são devidas a problemas de funcionamento da captação;
- Nos Serviços Sociais das Forças Armadas (Oeiras) – O aproveitamento geotérmico era feito a partir de um furo de 475 metros, que capta os níveis do Aptiano - Albiano entre os 385 m e os 469 m. O caudal de água produzido é de 6 l/s, à temperatura de 30°C, sendo o

calor aproveitado para idênticos fins que os verificados no Hospital da Força Aérea, ainda que neste caso seja apoiado com bombas de calor.

As formações produtivas destes aquíferos correspondem ao Cretácico Inferior, o que testemunha as boas potencialidades desta formação geológica para se perspectivarem, com algum grau de segurança, outras instalações geotérmicas com reflexos na poupança das tradicionais fontes energéticas.

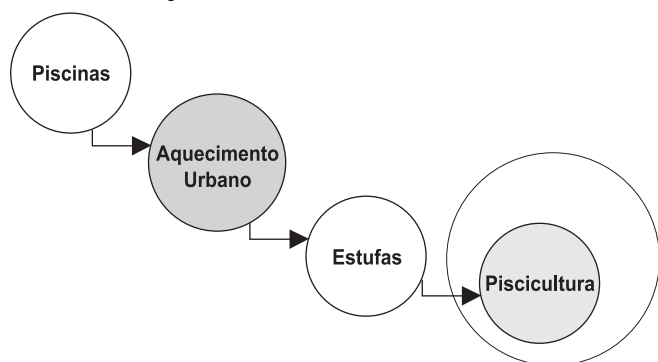
No domínio das águas minerais naturais, reconhecidas como águas de excepção relativamente às restantes águas subterrâneas, verifica-se que muitas delas possuem temperatura superior a 30°C, o que as torna potenciais recursos geotérmicos. O calor de algumas das águas minerais actualmente qualificadas é utilizado para outros fins, que não só a balneoterapia, tais como aquecimento de piscinas, hotéis de zonas termais e estufas de frutos tropicais e frutos fora-de-estação.

Esta melhoria significativa do processo de gestão dos recursos hidrominerais passou, em parte, pela introdução de novos mecanismos legislativos que permitiram, através da sua activação, assegurar uma protecção adequada dos mesmos, nomeadamente no que diz respeito à sua defesa e racional exploração.

Como exemplo de projectos de aproveitamento geotérmico tem-se:

- Caldas de Chaves - Em 1982 arrancou o primeiro projecto de uso de calor para fins que não a balneoterapia. Numa perspectiva de aproveitamento em cascata, a água proveniente do furo geotérmico das Termas de Chaves, designado por AC2, com cerca de 73°C e TDS à volta de 2500 mg/l, era utilizada no aquecimento da água da piscina municipal, no aquecimento ambiental do hotel Aqua Flaviae, localizado nas proximidades das termas, e, por fim, no aquecimento de estufas situadas a cerca de 4 km do balneário termal (Foto 1). Actualmente efectua-se apenas o aquecimento do hotel.

FIGURA 4
Aproveitamento em cascata em Chaves



A piscicultura mostra outro possível esquema de aproveitamento geotérmico.

- S. Pedro do Sul - O desenvolvimento geotérmico da área das nascentes termais tem vindo a decorrer de forma regular desde há cerca de uma década. A central geotérmica encontra-se em funcionamento desde 2001, para aquecimento do balneário Rainha D. Amélia e de dois hotéis, a partir de um furo de 500 m de profundidade.

A central geotérmica de S. Pedro do Sul é constituída, no essencial, por um grande permutador PP1 (Permutador Principal 1), que transfere a temperatura da água mineral natural para a água normal da rede (água não mineral); inclui ainda um “colector de saída”

FOTO 1
Estufas em Chaves



constituído com seis saídas, de modo a levar a água não mineral aquecida para os vários consumidores de geocalor e um “colector de retorno”, com seis entradas de modo a receber a água mineral, já fria, após ter ido aos permutadores PP2 dos consumidores, onde perde o seu geocalor (Figura 5).

Na zona do Vau - S. Pedro do Sul está a ser feita uma aplicação geotérmica em agricultura, em que a água proveniente do furo SDV1, com 67°C de temperatura e um caudal à volta de 1.5 l/s (máximo valor em artesianismo), está a ser aproveitada no aquecimento ambiental de estufas de frutos tropicais, principalmente ananás e banana (Figura 6 e Foto 2).

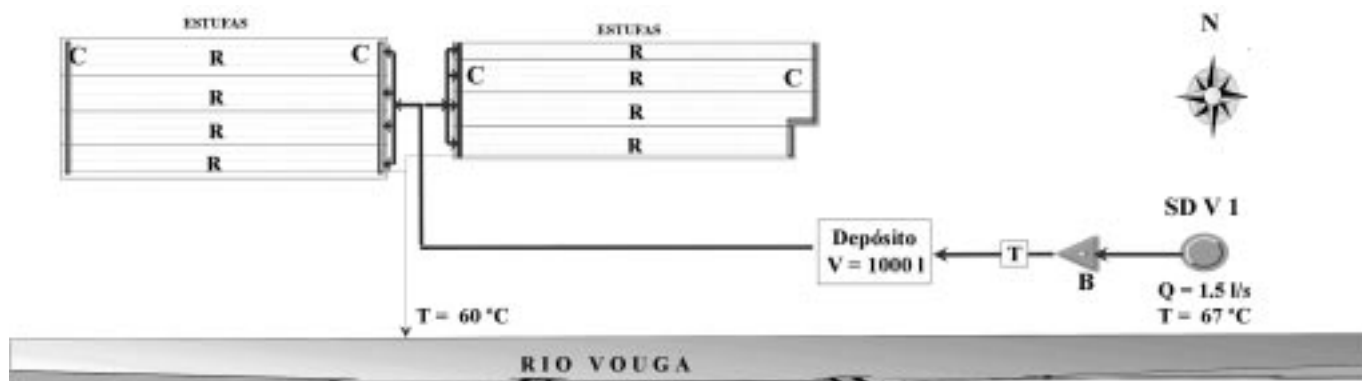
FIGURA 5
Aspectos da Central Geotérmica de S. Pedro do Sul



(a) Exterior; (b, c) Interiores com permutador PP1 e colectores.

FIGURA 6

Esquema simplificado do aproveitamento geotérmico efectuado na Zona do Vau - S. Pedro do Sul



A água termal (T) sai da cabeça do furo SDV1 com 1.5 l/s em artesianismo, a uma temperatura de 67°C, sendo elevada pela bomba (B) para o depósito que se situa a uma cota superior à das estufas. Do depósito a água é encaminhada para as estufas, onde circula uma rede (R) de tubos semi-enterrados; alguns destes tubos deixam vaziar água nas caldeiras (C) a céu aberto, cujo vapor é lançado no ambiente. A água das caldeiras é colectada num tubo para ser lançada no rio Vouga.

FOTO 2

Estufas de frutos tropicais na Zona do Vau - S. Pedro do Sul



- Caldas de Vizela - Nesta concessão hidromineral, os caudais excedentes são utilizados no aquecimento de um hotel localizado na zona. O recurso geotérmico apresenta uma temperatura à volta de 62°C e uma mineralização total de 338 mg/l.
- Banho de Alcafache - O recurso hidromineral de Alcafache recolheu recentemente a dupla qualificação de recuso hidromineral e geotérmico, pois o estabelecimento termal encontra-se climatizado desde 2003, a partir de um projecto elaborado e concretizado, tendo por base a temperatura do recurso: 49°C (Tabela 3).

TABELA 3

Características gerais das captações legalizadas da concessão Banho de Alcafache

Furo	Profundidade	Temperatura	Caudal	TDS
AC1	77	49	3,5	316
AC2	151	48	2,5	316

- Caldas de Monção - Foi elaborado recentemente um estudo de viabilidade para o aproveitamento do potencial geotérmico das Caldas de Monção (50 °C), que perspectiva a execução de uma nova captação a maior profundidade para aumento de temperatura e caudal, tendo como objectivo o aquecimento do estabelecimento termal, piscinas públicas, hotéis e edifícios públicos.
- Termas do Carvalhal - Uma nova captação

recentemente realizada permitiu um aumento de temperatura dos 40 °C para os 60 °C, perspectivando um aproveitamento geotérmico no aquecimento do balneário e unidades hoteleiras.

A figura 7 mostra a distribuição, por temperatura, das águas minerais naturais actualmente qualificadas em Portugal Continental, e tipo de aproveitamento geotérmico, quer em termos de utilizações efectivas quer de projectos em fase distinta de preparação.

FIGURA 7

Distribuição, por temperatura, das águas minerais naturais e tipo de aproveitamento geotérmico

Elaborado recentemente um estudo de viabilidade para o aproveitamento do potencial geotérmico das Caldas de Monção. Tipo de aproveitamento a alcançar: balneário termal, piscinas públicas, hotéis e edifícios públicos.

T = 140 m²/d TDS = 1,7 g/l
Nº wells: 3

Well Nº	Type of well (l)	Total depth (m)	Max. Temp. (C)	Flow rate (l/s)
AC1	E-P	89	76	10
AC2	E-P	149	76	5

Em 1982 arrancou, em Chaves, o primeiro projecto de uso de calor para fins que não a balneoterapia; Numa perspectiva de aproveitamento em cascata, a água proveniente do furo AC2 das Termas de Chaves era utilizada no aquecimento da água da piscina municipal, no aquecimento ambiental do hotel Aqua Flaviea, localizado nas proximidades das termas, e, por fim, no aquecimento de estufas situadas a cerca de 4 km do balneário termal. Actualmente apenas se efectua o aquecimento do hotel.

T = 40 m²/d TDS = 0,3 g/l
Nº wells: 2

Well Nº	Type of well (l)	Total depth (m)	Max. Temp. (C)	Flow rate (l/s)
AC2	E-P	97	50	1,5
AC3	E-P	120	36	0,5

Na concessão de Caldas de Vizela, os caudais excedentes são utilizados no aquecimento de um hotel localizado na zona.

T = 107 m²/d TDS = 0,3 g/l
Nº wells: 3

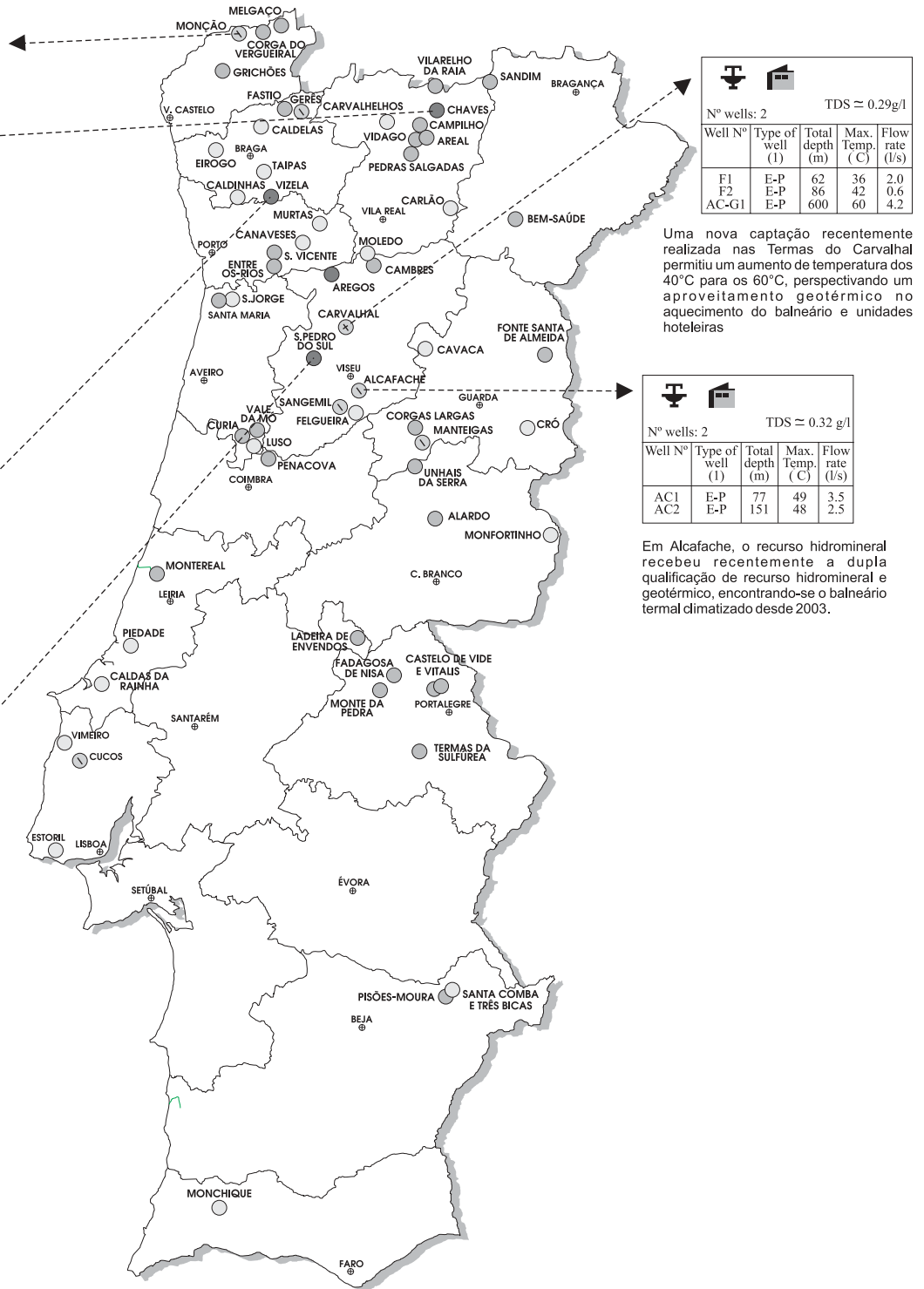
Well Nº	Type of well (l)	Total depth (m)	Max. Temp. (C)	Flow rate (l/s)
AC1	E-P	216	63	10
SDV1	E-P		63	10
SDV2	E-P	151	63	10

O desenvolvimento geotérmico da área das nascentes termais de S. Pedro do Sul 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 do furo SDV1 está a ser aproveitada no aquecimento de estufas de frutos tropicais.

TEMPERATURAS

- - T < 20 °C
- - 20 °C ≤ T < 40 °C
- - 40 °C ≤ T < 60 °C
- - 60 °C ≤ T < 80 °C



Nº wells: 2 TDS = 0,29 g/l

Well Nº	Type of well (l)	Total depth (m)	Max. Temp. (C)	Flow rate (l/s)
F1	E-P	62	36	2,0
F2	E-P	86	42	0,6
AC-G1	E-P	600	60	4,2

Uma nova captação recentemente realizada nas Termas do Carvalho permitiu um aumento de temperatura dos 40°C para os 60°C, perspectivando um aproveitamento geotérmico no aquecimento do balneário e unidades hoteleiras

Nº wells: 2 TDS = 0,32 g/l

Well Nº	Type of well (l)	Total depth (m)	Max. Temp. (C)	Flow rate (l/s)
AC1	E-P	77	49	3,5
AC2	E-P	151	48	2,5

Em Alfacache, o recurso hidromineral recebeu recentemente a dupla qualificação de recurso hidromineral e geotérmico, encontrando-se o balneário termal climatizado desde 2003.

7 - CONCLUSÕES

Cada projecto geotérmico tem os seus problemas específicos, que se prendem fundamentalmente com aspectos técnicos e de organização. É costume dizer-se que só existe recurso geotérmico quando há utilizador.

Por outro lado, o próprio recurso geotérmico poderá ter um aproveitamento racional, com aplicações múltiplas, i.e., é possível a utilização conjugada do fluido geotérmico como tal e na produção de água potável, o que corresponderá a uma vantagem acrescida em termos de economia de projecto. De igual forma, muitas ocorrências hidrominerais com temperatura superior a 20°C constituem potenciais recursos geotérmicos, podendo então serem exploradas para outros fins que não só a balneoterapia e engarrafamento, permitindo deste modo uma melhor gestão do recurso.

De acordo com Costa (2005) a principal razão para o atraso relativamente ao aproveitamento geotérmico em Portugal Continental radica na insuficiente experiência nacional no desenvolvimento dos projectos geotérmicos, a par de algumas hesitações dos investidores e que não tem sido possível ultrapassar tão depressa quanto seria desejável, apesar do efeito de demonstração técnica e económica das instalações em operação.

A valorização do potencial geotérmico enquadra-se na preocupação de valorizar os recursos endógenos, na diminuição da factura energética e na substituição de combustíveis fósseis importados por um tipo de energia amiga do ambiente. A energia geotérmica é uma energia limpa, cuja utilização em projectos urbanos, agrícolas e industriais, não incrementa o efeito de estufa e, praticamente, não provoca quaisquer danos no meio ambiente.

Justifica-se pois a promoção do aproveitamento destes recursos, desde que economicamente justificado, pois representam um recurso local e oportunidade de desenvolvimento de actividade económica, para além da própria actividade termal, ao proporcionar economia de energia ou melhoria do grau de conforto dos estabelecimentos termais e outros.

Compreende-se que, quando se fala de geotermia em Portugal Continental, está-se necessariamente a referir à geotermia de baixa temperatura, aquela que tem menor potencial energético, pelo que, embora os projectos geotérmicos se revistam de inegável interesse local, o seu

impacte nacional pode ser marginal. No entanto, Portugal, como país importador de energia, pode e deve utilizar os seus recursos geotérmicos numa estratégia de aproveitamento local de energia renovável e ecológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Cavaco. (1991) – “Projecto Geotérmico de S. Pedro do Sul”.
- Atlas de Recursos Geotérmicos da Europa - Projecto JOU2 - CT93 - 0298, DG WSME - Relatório final
- Carvalho, J. M (1994) – “The Air Force Hospital - geothermal project in Lisbon”. Geothermics '94 in Europe. Documento BRGM nº 230, Editions BRGM, Orléans pp. 441-448.
- Lourenço, M. C. (1998) – “Recursos Geotérmicos de Baixa Entalpia em Portugal Continental”. 4º Congresso da Água, Lisboa, de 23 a 27 de Março de 1998, 11p.
- Costa, L. R. e Cruz, J. A. (2000) – “Geotermia de Baixa Entalpia em Portugal. Situação Presente e Perspectivas de Evolução”. Boletim de Minas, Vol. 37 - nº 2. Instituto Geológico e Mineiro.
- Costa, Luís. Energia Geotérmica. [online] Disponível na Internet via: <http://www.energiasrenovaveis.com/html/canais/destaques/destaques.asp#d2>. 2005.
- Rodrigues da Silva, A. M., Cruz, J., Lourenço, M. C., Ramalho, E. C. and Correia, A.(1996) – “Low and very low enthalpy geothermal resources in mainland Portugal”. Transactions, Vol. 20. 1996 Annual Meeting, Portland. 6p.
- Varet, J. - Géothermie Basse Énergie. Usage Direct de la Chaleur. Masson, 1982.