

Geotermia: situação actual, perspectivas futuras e potenciais

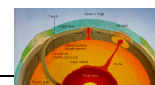


Fonte: <http://www.itimarconi.it/PROGETTI/SITO%20PRESENZANO/geotermia.jpg>

Trabalho realizado por:

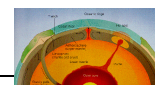
Cláudia Fernandes 16740; Inês Henriques 16664; Raquel Machado 16206.

Licenciatura em Ensino de Ciências da Natureza (Biologia e Geologia)



Índice

<u>Resumo</u>	<u>2</u>
<u>Palavras-chave</u>	<u>2</u>
<u>Objectivo</u>	<u>2</u>
<u>Geotermia</u>	<u>3</u>
<u>Perspectiva histórica</u>	<u>6</u>
<u>Enquadramento legal do sector</u>	<u>7</u>
<u>Documentos técnicos para a instrução do processo, para a elaboração do contrato de concessão</u>	<u>8</u>
<u>Localização e modos de ocorrência da Geotermia em Portugal</u>	<u>8</u>
<u>Localização e modos de ocorrência da Geotermia na Europa e no mundo</u>	<u>12</u>
<u>Projectos de aproveitamento geotérmico</u>	<u>14</u>
<u>Caso particular de S. Pedro do Sul</u>	<u>16</u>
<u>Perspectivas futuras</u>	<u>17</u>
<u>Conclusão</u>	<u>18</u>
<u>Referências bibliográficas e recursos da Internet</u>	<u>19</u>



Resumo:

A elevada temperatura interna da Terra gera calor, que é dissipado para o exterior através de “caminhos disponíveis” (falhas, choques de placas, aquíferos), tal como a água saíria de um depósito através do processo mais rápido, sendo passível de ficar retido em fontes termais, rochas magmáticas, em gases retidos entre rochas. A natureza deste depósitos caracteriza a aplicação da geotermia.

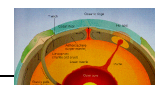
A geotermia ou energia geotérmica é a designação dada ao aproveitamento do calor proveniente do interior da Terra. No entanto, grande parte desta energia encontra-se dispersa e a baixa temperatura, assim, apenas uma pequena parte deste calor pode ser recuperado e economicamente aproveitado. O aproveitamento da energia geotérmica implica a existência de um fluido que transporta o calor do interior da terra para a superfície, consoante a temperatura, superior ou inferior a 150°C, a que o fluido se encontra atribui-se as designações alta e baixa entalpia. Em Portugal Continental apenas existem condições para o aproveitamento de baixa entalpia.

Na crosta terrestre temos vários exemplos conhecidos de regiões com extraordinárias propriedades geotérmicas, como é o caso no nosso país da zona de Chaves (numerosas fontes termais), e dos Açores (Furnas, Fogo e Ribeira Grande), onde o recurso é ainda mais abundante e as temperaturas mais elevadas. A nível mundial temos a Nova Zelândia e a Islândia entre outros lugares vulcânicos. A Islândia destaca-se de todos os outros, já que todo o país está assente sobre um vale vulcânico (devido à junção entre as placas tectónicas da América e da Europa) e utiliza bastante do seu potencial na produção de energia eléctrica e térmica.

Palavras-chave: Geotermia; Entalpia; Exploração; Energia.

Objectivo:

Com este trabalho pretende-se compreender os fenómenos geotérmicos à escala mundial e nacional, bem como analisar a utilização de energia geotérmica em Portugal, de modo quantitativo e qualitativo, e por fim verificar quais as perspectivas futuras para este tipo de energia.



Geotermia

A **geotermia** é a designação usada para o conjunto das ciências e técnicas que estudam e exploram o calor terrestre ou energia geotérmica. A este tipo de aproveitamento de energia, que pode ser realizado directamente, sempre que temperatura do fluido obtido seja inferior a um determinado limiar (entre 90 e 150°C), para aquecimento ambiente, de águas, piscicultura ou mesmo em processos industriais ou na produção de energia eléctrica, quando a temperatura excede aquele limiar, atribui-se uma considerável importância na vertente económica.

A energia geotérmica tem origem no interior da terra, verificando-se que, em termos médios, a temperatura aumenta, em profundidade, de cerca de 33°C por Km. Porém, devido à heterogeneidade da crosta terrestre, existem zonas anómalas (>100°C/km), isto é, zonas onde a variação da temperatura com a profundidade (**gradiente**) é inferior ou superior àquele valor, dito normal. Desde modo, o gradiente geotérmico varia de lugar para lugar, consoante as suas características

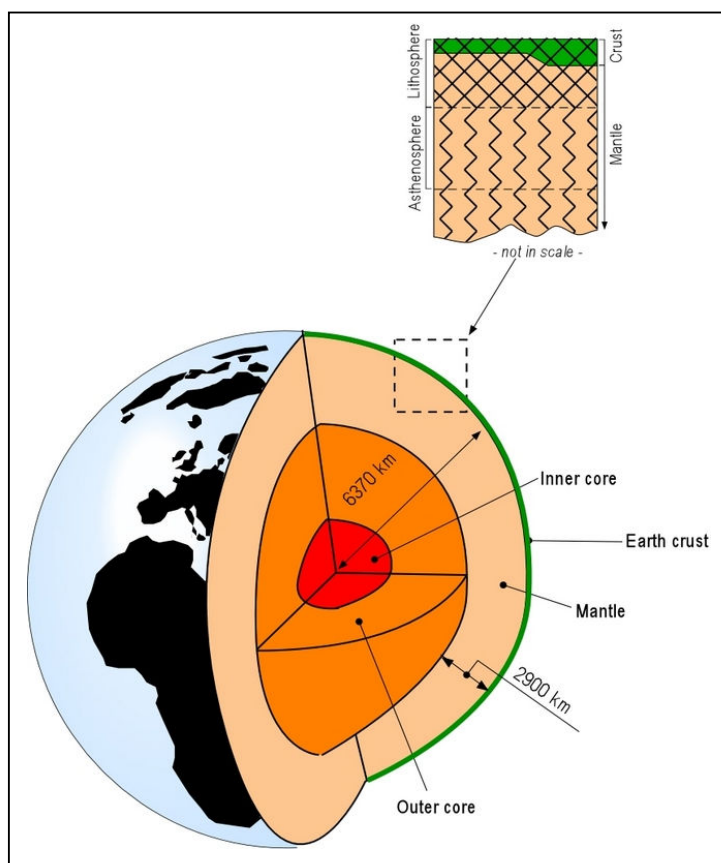


Figura 1: Esquema da estrutura interna da terra

Fonte: International Geothermal Association web site

A origem desta energia está associada à dissipação do calor primitivo originado no processo de formação do planeta e à desintegração de elementos radioactivos contidos nas rochas, como U, Th, Kr, que continuamente se dissipa para o exterior através de três processos: condução, convecção e radiação. O fluxo de calor libertado à superfície, em termos médios, é de 82 mW/m², pelo que considerando a área da superfície da Terra, o fluxo de calor dissipado para o espaço é de cerca de 42 milhões de MWh.

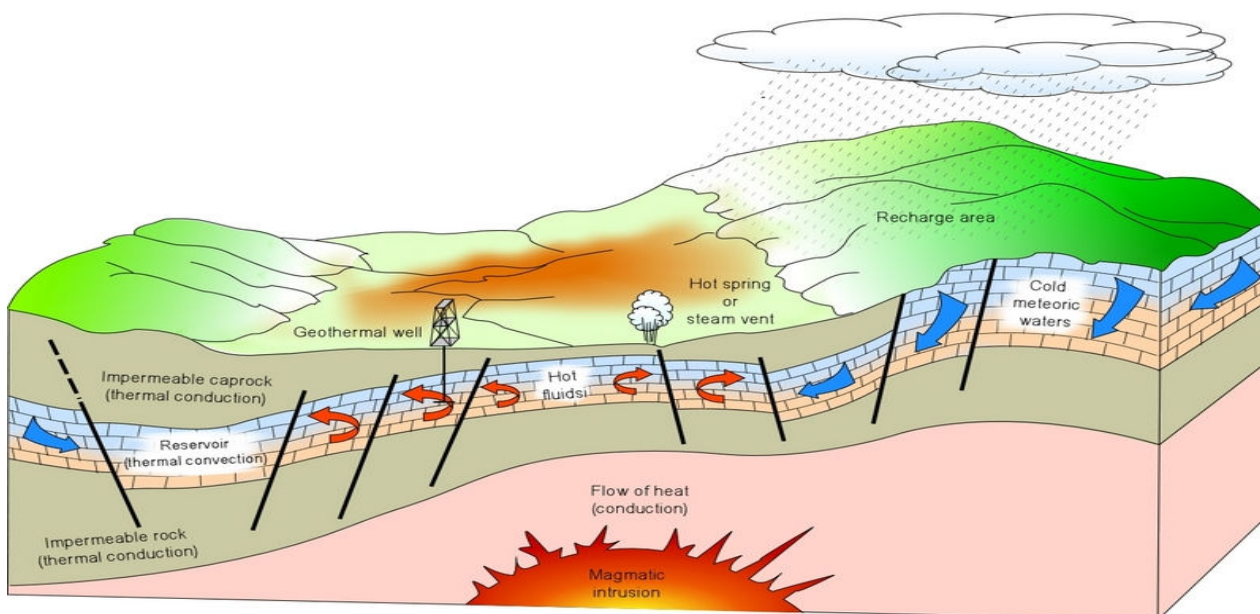
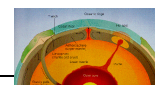


Imagem: Esquema de um sistema geotérmico de média temperatura

Fonte: <http://sd2.itd.cnr.it/prot/Images/geotermia2.gif>

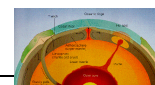
As de maior interesse para a geotermia são as que apresente um elevado gradiente geotérmico, ou seja, as de maior temperatura a menores profundidades, como por exemplo as zonas afectadas por vulcanismo. Contudo, as zonas de gradiente normal ou mesmo inferior ao normal podem suscitar interesse, com base numa análise de custos/benefícios.

O aproveitamento da energia geotérmica implica a existência de um fluido, normalmente a água, que transporte o calor do interior da terra para a superfície. Este fluido pode existir na formação, como água fóssil contemporânea da sedimentação, ou ser proveniente da infiltração da água das chuvas (águas meteóricas). No caso da sua ausência, pode recorrer-se à injeção de água, falando-se nestes casos de **rochas quentes secas** ("hot dry rocks"). Este tipo de energia oferece, entre outras, a vantagem de ser renovável e pouco poluente.

Os recursos geotérmicos são usualmente classificados de acordo com a entalpia específica do fluido, sendo divididos, pela maioria dos autores, em duas categorias:

- A.** Recursos de baixa entalpia com temperaturas entre 20 e 150°C, com aplicação essencialmente em usos directos;
- B.** Recursos de alta entalpia com temperaturas superiores a 150°C, em que o calor latente pode ser convertido em energia eléctrica.

As utilizações dos recursos geotérmicos tradicionalmente são sintetizadas no diagrama de Lindal, que o concebeu, em 1973, na sequência do primeiro choque petrolífero, onde se



salientam dois tipos essenciais de utilizações: os usos directos e a produção de electricidade. Do ponto de vista da eficiência das utilizações, os aproveitamentos deverão ser integrados em cascata, em que os usos com maior exigência de temperatura são alimentados primeiramente seguindo-se os outros.

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)

Imagem: Utilizações possíveis da Energia Geotérmica – quadro de Lindal

Fonte: <http://www.aprh.pt/congressoagua98/files/com/076.pdf>

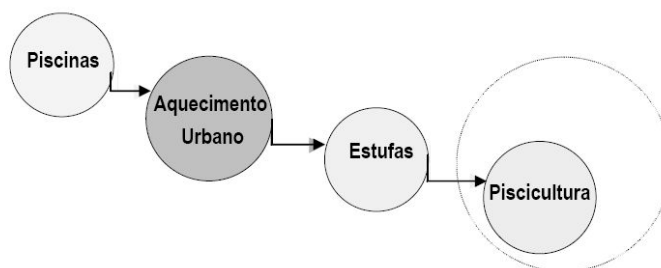
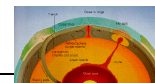


Imagem: Esquema em cascata, exemplo de Chaves.

Fonte: http://e-geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/artigos/24.pdf



Os recursos geotérmicos de alta entalpia são economicamente mais atraentes, uma vez que possibilitam a produção de electricidade, que é bastante valorizada devido à sua utilização universal.

Os recursos de baixa entalpia, bem como o efluente dos aproveitamentos de alta entalpia, podem ser aproveitados para diversas aplicações de usos directos, que incluem aquecimentos industriais, habitacionais e de estufas, desidratação de frutos e vegetais, aquacultura, balneoterapia, entre outros.

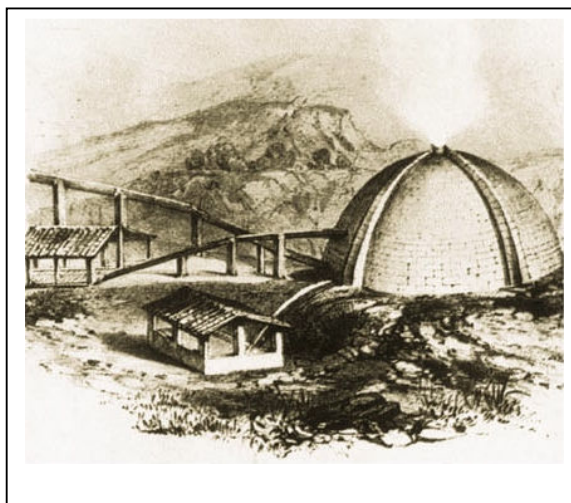
As principais vantagens do uso da geotermia prendem-se com a poupança de energia (75% de electricidade numa casa), permitindo a substituição do ar condicionado e dos aquecedores eléctricos, por outro lado libertam relativamente menos gases poluentes para a atmosfera que outras fontes de energia não renováveis.

No entanto, tem como desvantagens o elevado custo, caso não seja usado em zonas onde o calor do interior da Terra ascende à superfície através de géiseres e vulcões. Os anti-gelificantes usados nas zonas mais frias são poluentes, apesar de terem uma baixa toxicidade, alguns produzem CFCs e HCFCs. Este sistema tem um custo inicial elevado, mas a manutenção da bomba de sucção de calor (que por estar situada no interior da Terra ou dentro de um edifício não está exposta ao mau tempo e a vandalismo) tem um baixo custo, sendo contrabalançada pelo elevado custo de manutenção dos canos (onde a água causa corrosão e depósitos minerais).

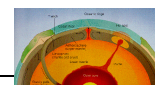
Perspectiva histórica

Em Portugal a utilização da água quente natural remonta ao tempo da colonização romana, podendo encontrar-se alguns vestígios arqueológicos de termas que tiveram grande importância na Europa romana, estas águas termais foram, desde sempre, utilizadas para balneoterapia.

A utilização do calor terrestre e do vapor de água a ele associado para gerar electricidade data do início do século XX (1904), em Larderello, na Itália. A ideia estendeu-se ao Japão e aos EUA e passou pelos Açores nos anos 50.



**Imagem: Lagoa coberta, usada no séc. XIX para recolher fluidos quentes em Larderello (Itália)
Fonte: International Geothermal Association web site**



A partir de meados dos anos 70 tem-se verificado um aumento do interesse pelo aproveitamento de formas de energia renováveis, começando a ser objecto de atenção com a finalidade de o caracterizar e estudar os modos mais adequados de aproveitamento deste potencial, visando a instalação de uma central de potência para a produção de energia eléctrica e 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.

Nos Açores, a primeira experiência na produção de energia eléctrica por via geotérmica teve o seu início no ano de 1980, com a instalação da central geotérmica piloto, com uma potência instalada de 3 MW, no Pico Vermelho na ilha de São Miguel.

Enquadramento legal do sector

A crise energética vivida no início dos anos setenta, associada à vontade 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 que define o regime da prospecção, pesquisa e exploração de recursos geotérmicos e a integração dos mesmos no domínio público do Estado. No entanto, o desenvolvimento global de projectos de baixa entalpia e a constatação de que era possível e vantajoso o aproveitamento dos recursos existentes em Portugal Continental levou à criação de um novo quadro regulamentar, concretizado nos Decretos-Lei 90/90 e 87/90, de 16 de Março, os quais definem recurso geotérmico como: *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.

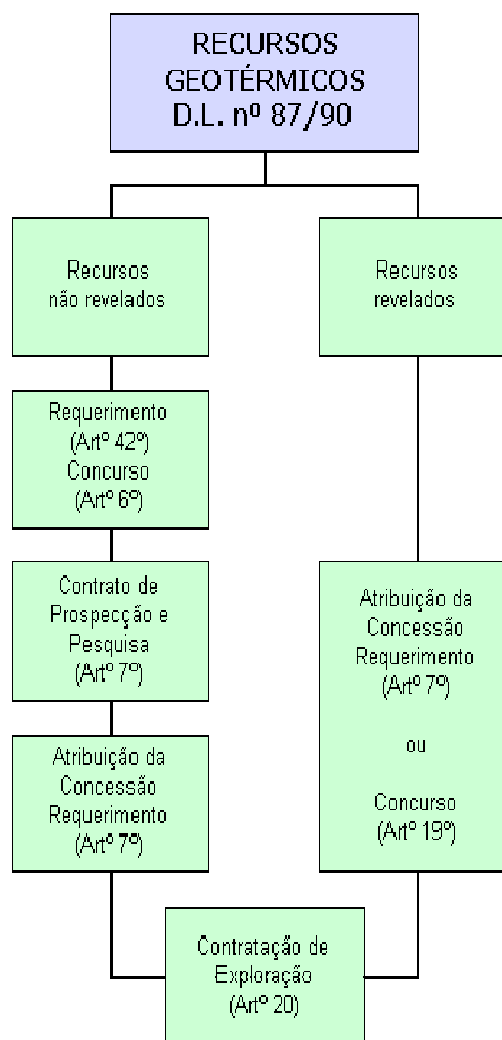
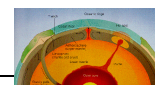


Imagem: Esquema do enquadramento legal da exploração geotérmica

Fonte: <http://egeo.ineti.pt>



“A exploração de recursos geotérmicos deve ser realizada em moldes técnicos adequados à natureza e características dos recursos, nomeadamente definindo um plano de exploração devidamente fundamentado no estudo hidrogeológico do aquífero, assegurando a sua preservação e controlando periódica e regularmente a sua evolução temporal. Por estas razões o concessionário deve ser assessorado por um Director Técnico com a formação técnico-científica apropriada” (Artº 25º do Decreto-Lei nº 87/90).

Documentos Técnicos para a Instrução do Processo para Elaboração do Contrato de Concessão

Segundo os documentos técnicos para a elaboração do contrato de concepção, o concessionário é obrigado a facultar à Administração os elementos de informação estatística e técnico-científica, que possibilitem o acompanhamento da exploração e a melhoria do conhecimento hidrogeológico do território nacional. Em contrapartida, o concessionário pode beneficiar de informação e conhecimentos hidrogeológicos disponíveis, bem como do apoio técnico-científico do Instituto Geológico e Mineiro.

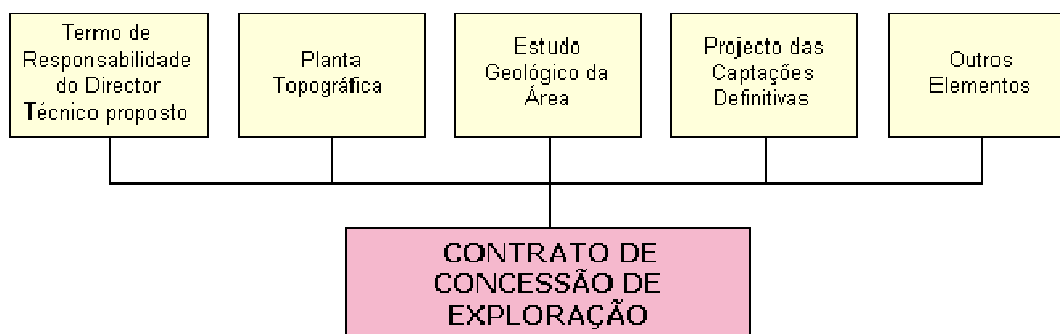
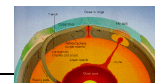


Imagem: elementos presentes no contrato de concessão de exploração
Fonte: <http://egeo.ineti.pt>

Localização e modos de ocorrência da geotermia em Portugal

O melhor exemplo em Portugal do uso da energia geotérmica, é o que se passa no Arquipélago dos Açores, na ilha de S. Miguel, onde há já vários anos se encontra a funcionar uma central geotérmica permitindo a produção de 25% da energia eléctrica total desta ilha, com o aproveitamento das chamadas “altas entalpias” por parte da empresa Sogeo (Sociedade Geotérmica dos Açores) do grupo da EDA (Electricidade Dos Açores).

Regra geral, em termos médios a temperatura aumenta 1ºC por cada 32 m que se avança em profundidade na crosta terrestre. Em zonas vulcânicas como é o caso dos Açores, este gradiente térmico chega a ser cinco vezes superior.



Actualmente na ilha de São Miguel existem duas centrais que exploram a energia geotérmica: A Central do Pico Vermelho que iniciou a sua actividade em 1980 e cuja actividade tem colhido resultados consistentes e a Central da Ribeira Grande que arrancou em 1994 e possui uma potência instalada de cerca de 13 MW, sendo esta a que contribuiu com um maior contingente para a produção de energia. Também na ilha Terceira a aposta na energia geotérmica começa a dar os primeiros passos. O ano de 2007 é a meta para a conclusão do projecto GeoTerceira que arrancou em 2000 com os primeiros estudos geofísicos. Tem como finalidade a instalação de uma central com capacidade para produzir 12 MW de energia. A central vai assegurar cerca de 50% da produção de energia da ilha e permitir uma poupança anual de cerca de 20 mil litros de oil.

No entanto, devido a uma geologia muito diversificada e complexa, Portugal Continental possui um grande potencial geotérmico, tendo em conta o número de ocorrências com temperaturas superiores a 20°C.

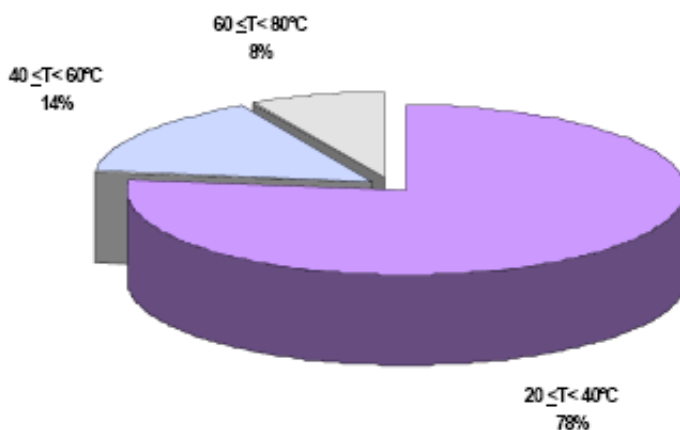
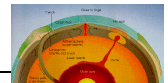


Imagem: Distribuição das temperaturas superiores a 20°C, nas ocorrências termiais em Portugal Continental.

Fonte: <http://www.aprh.pt/congressoaqua98/files/com/076.pdf>

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, que permitem uma inventariação exaustiva e posterior avaliação dos recursos geotérmicos de baixa e muito baixa entalpia, com fluidos a temperaturas moderadas (até cerca de 100°C), onde se podem efectuar aplicações a nível da indústria, aquecimento urbano e de estabelecimentos termiais, de unidades hoteleiras, de piscinas e de estufas agrícolas.



O potencial geotérmico em Portugal Continental pode ser aproveitado de dois modos:

- 1- O aproveitamento dos recursos com temperaturas entre 20 e 76 °C;
- 2- O aproveitamento de aquíferos profundos nas orlas Meso-Cenozóicas Ocidental e Meridional, revelados pelos furos de reconhecimento petrolífero.

Relativo ao primeiro caso de aproveitamento, existe em Portugal, desde os meados dos anos 80, centrais geotérmicas em Chaves e S. Pedro do Sul. Existem ainda outros pólos com interesse em Aregos, Vizela, e Monção.

No segundo caso de aproveitamento das Bacias Sedimentares efectuou-se, no Hospital da Força Aérea no Lumiar, em 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. Foi igualmente realizado um furo de 475 metros de profundidade (30°C à cabeça do furo), nos Serviços Sociais das Forças Armadas (Oeiras), com objectivos idênticos.

Estes recursos geotérmicos de Portugal Continental têm sido estudados através de métodos e estudos hidrogeológicos clássicos e também através de inventários e recolha regular de dados quantitativos e interpretação dos parâmetros obtidos.

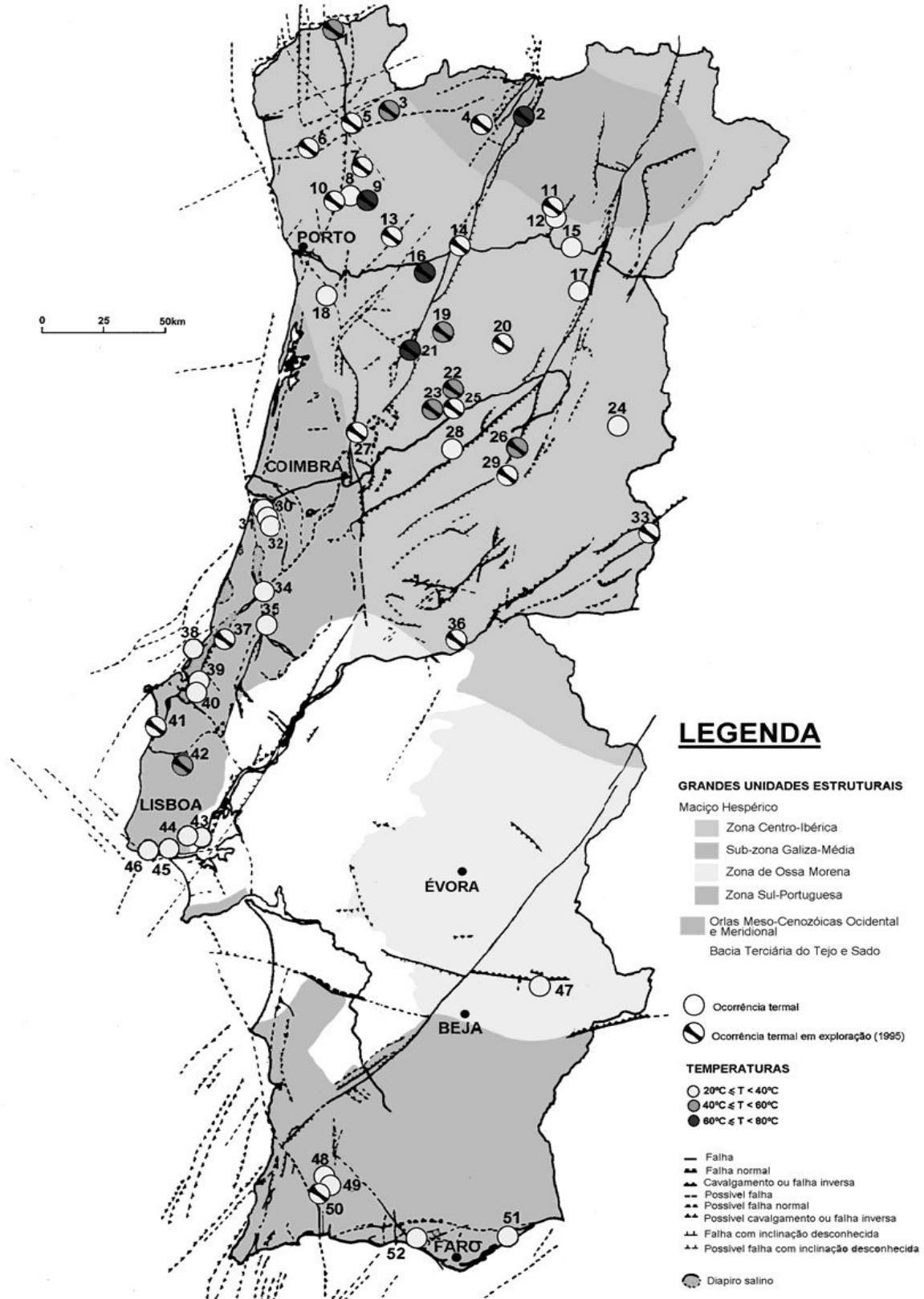
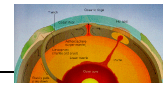
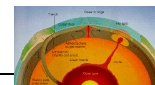


Imagem: distribuição das ocorrências termais, por temperaturas.
 Fonte: http://e-geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/artigos/24.pdf



No final de 1998, o ex-Instituto Geológico e Mineiro concluiu o inventário nacional do território nacional, para o qual procedeu ao estudo exaustivo das ocorrências de água com temperatura superior a 20°C, quer naturais, quer provenientes de furos.

Estas nascentes encontram-se desigualmente distribuídas no território português, pois este encontra-se dividido em duas grandes zonas, com características geológicas e estruturais muito distintas. Deste modo, como se pode observar no mapa anterior, 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, existem ainda nascentes localizadas nas Orlas Meso-Cenozóicas Ocidental e Meridional que estão estreitamente relacionadas com falhas activas e/ou diapiros salinos, deste modo, o potencial geotérmico de Portugal relaciona-se directamente com acidentes tectónicos, que favorecem a rápida circulação ascendente dos fluidos, complementado com a natureza das formações geológicas atravessadas, constitui os factores fundamentais para a caracterização do fluido geotérmico.

A temperatura de emergência das ocorrências nunca excede os 80°C, existindo uma predominância entre os 20°C e os 40°C. A distribuição das temperaturas mostra o predomínio (78%) da gama de valores compreendido 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.

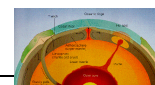
As temperaturas relativamente baixas que a maioria das ocorrências termais apresentam podem ser melhoradas, quando sujeitas a prospecção e pesquisa em profundidade, pois os estudos de geotermometria, realizados sobre alguns destes pólos, revelam temperaturas de reservatório significativamente superiores às observadas à superfície.

Em muitas ocorrências, a captação da água é feita através de emergências naturais, mesmo nas ocorrências com sondagens, a sua profundidade raramente ultrapassa os 150 metros.

O quimismo das ocorrências é diversificado, sendo frequentes dois tipos principais de águas: bicarbonatadas e cloretadas, predominantemente sulfúreas, caracterizadas pela presença de formas reduzidas de enxofre, elevados teores em sílica e flúor com valores de pH elevados, geralmente superiores a 8 ou próximo da neutralidade.

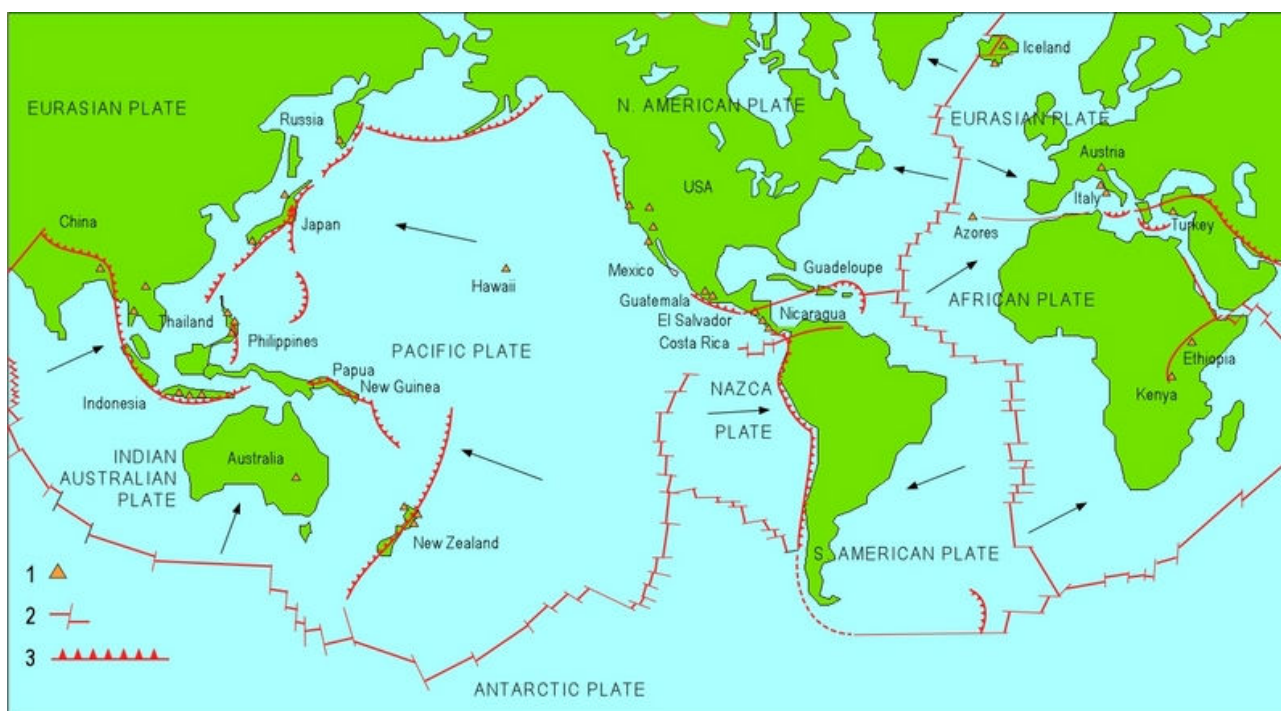
Localização e modos de ocorrência da geotermia na Europa e no Mundo

A energia geotérmica é utilizada em muitas partes do planeta, com destaque para: Tuscani, na Itália, onde em 1904 se passou, pela primeira vez, a utilizar a energia geotérmica para a produção de electricidade.



Em Budapeste (Hungria), nalguns subúrbios de Paris, bem como em Reykjavík (capital da Islândia, onde cerca de 95% das casas são aquecidas através da energia geotérmica, sendo por isso considerada uma das cidades menos poluídas do mundo), e muitas outras cidades usam em grande escala a energia geotérmica para aquecimento doméstico. Note-se que, é na Califórnia que está instalada a maior central geotérmica do mundo.

A ocorrência da geotermia encontra-se intimamente relacionada com a actividade tectónica, nomeadamente em zonas de subducção, nas cristas médias oceânicas e zonas de rifting.

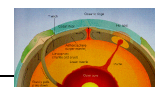


Legenda: placas tectónicas rifts e trincheiras oceânicas zonas de subducção e campo geotérmicos. As setas mostram o movimento das placas para as zonas de subducção. (1) Campos geotérmicos produtores de electricidade; (2) cristas médias oceânicas cruzadas por falhas transformantes; (3) Zonas de subducção.

Fonte: <http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php>

Actualmente, quase 50% das centrais geotérmicas instaladas no mundo são centrais de ciclos binários. Contrariamente às centrais geotérmicas convencionais, nas centrais com ciclos binários as turbinas são accionadas por um fluido intermédio de temperatura de vaporização inferior à da água o que permite aumentar o rendimento do processo.

O forte desenvolvimento da tecnologia de bombas de calor aproveitando a energia geotérmica contida nos aquíferos (hidrogeologia energética) ou em formações geológicas superficiais levou ao surgimento da nova geotermia. Em Países como os EUA, Canadá, Suíça, Suécia, Alemanha e França é corrente a utilização de Bombas de Calor Geotérmicas (BCG) reversíveis permitindo o desenvolvimento de sistemas de aquecimento e climatização a partir de aquíferos ou das



formações geológicas com permutadores instalados no subsolo. Estima-se que a potência instalada na Europa alcance cerca de 6 GW_t, permitindo a produção anual de 22 TWh_t em vinte e oito países.

Projectos de Aproveitamento Geotérmico

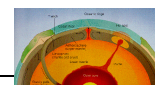
No arquipélago dos Açores, o projecto da GeoTerceira arrancou no ano 2000 com estudos geofísicos, com medições físicas que indirectamente referenciam a existência de uma anomalia geotérmica. Só depois de se ter concluído que havia grandes potencialidades geotérmicas avançou-se para os restantes estudos que o projecto engloba, inclusive para os estudos do impacto ambiental. Estudos que foi submetido às secretarias regionais do Ambiente e da Economia e obtivemos a licença para efectuar a prospecção desta área para transformar energia geotérmica em energia eléctrica. Estudos de avaliação do Potencial Geotérmico já efectuados apontam para a possibilidade técnico-económica de instalação de aproveitamentos geotérmicos noutras ilhas, como sejam o Faial com 7.500 Kw, e o Pico com 5 MW.

Em Portugal Continental, até há poucos anos 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 no aquecimento dos próprios estabelecimentos termais, de unidades hoteleiras, de piscinas e de estufas agrícolas.

Poderá dizer-se, de uma forma resumida, que os projectos ligados ao aproveitamento geotérmico em Portugal Continental ainda são diminutos, julgando-se que existe ainda uma apreciável margem para ampliação e melhoria dos resultados obtidos. 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, 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, representando 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, no entanto verificaram-se problemas de funcionamento relacionados com a captação;

Nos Serviços Sociais das Forças Armadas (Oeiras) o aproveitamento geotérmico é 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 atinge temperaturas na ordem dos 30°C, sendo o calor



aproveitado para os mesmos 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 Cretácio 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.

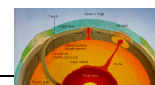
No domínio das águas minerais naturais, reconhecidas como águas de excepção relativamente às restantes águas subterrâneas, verifica-se que muitas delas possuem temperatura superior a 30°C, o que as torna potenciais recursos geotérmicos. O calor de algumas das águas minerais actualmente qualificadas é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

- Em Caldas de Chaves arrancou em 1982 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, com cerca de 73°C, é utilizada no aquecimento da água da piscina municipal, no aquecimento ambiental do hotel Aqua Flaviae, localizado nas proximidades das termas, e no aquecimento de estufas situadas a cerca de 4 km do balneário termal.

- Na concessão hidromineral de Caldas de Vizela 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.

- O recurso hidromineral de Alcafache (Banho de Alcafache) recolheu recentemente a dupla qualificação de recurso 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 a cerca de 49°C.

- Em Caldas de Monção foi elaborado 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.



Caso particular de S. Pedro do Sul:

Em 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 b), que transfere a temperatura da água mineral natural para a água normal da rede (água não mineral); inclui ainda um “colector de saída” c) constituído por 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 dos consumidores, onde perde o seu geocalor.



Imagem: Central geotérmica de S. Pedro do Sul, a) Aspecto exterior, b) Permutador b e c) Colectores

Fonte:

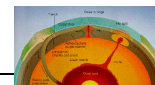
http://energiasrenovaveis.com/docs/aproveitamentos_geotermicos_pt_cont.pdf

Na zona do Vau em S. Pedro do Sul está a ser feita uma aplicação geotérmica em agricultura, em que a água proveniente de um furo, 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.



Imagem: Zona do Vau em 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.

Fonte: <http://www.aprh.pt/congressoaqua98/files/com/076.pdf>



Perspectivas futuras:

Em termos de investigação e desenvolvimento, o futuro parece estar entregue a processos de bombardeio de rochas cristalinas a profundidades elevadas (4 a 5 km) que registam temperaturas elevadas e a partir do fluido de retorno utilizar ciclos de alta temperatura para produção de electricidade – tecnologia designada de hot dry rock, anteriormente referida. Não se trata de algo simples e barato, pelo contrário tratam-se de processos que envolvem fracturação do maciço rochoso e dada a profundidade estes projectos estão todos em fase de estudo e de experimentação. Desconhecemos se temos algum grupo de investigação nacional envolvido nesta área. Contudo, projectos experimentais no âmbito desta tecnologia, para a produção de electricidade, foram ou estão a ser realizados em vários países do mundo, incluindo na União Europeia.

Outra aplicação interessante inclui o armazenamento de calor e frio em aquíferos (associado a unidades de incineração de resíduos urbanos, salvaguardadas as questões ambientais, ou em conjunto com a energia solar), bem como a produção de electricidade a partir de gradientes de temperatura menos elevados, através de centrais de ciclos binários, permitindo a utilização de aplicações de baixa entalpia, a cerca de 90°C. Esta investigação parece estar na fase de demonstração e a questão é de saber se é rentável e quais os seus custos e os benefícios.

A nível português a grande aplicação eléctrica continua a ser nos Açores e o desenvolvimento parece estar focado no aumento e expansão da tecnologia, do que propriamente na inovação ou na demonstração de novas tecnologias.

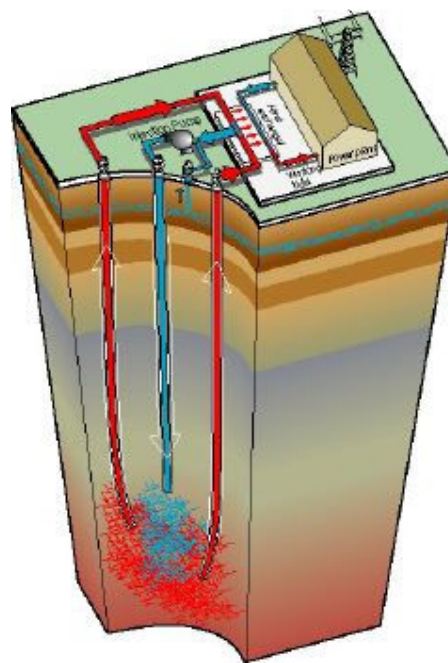
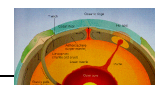


Imagem: Esquema da tecnologia usada em HDR

Fonte: www.lanl.gov/.../geophysics/other/hdr.shtml

Para o ano de 2010 admite-se que possam ser dinamizados projectos que conduzam à instalação de: 30 MW_e nos Açores (alta entalpia), 15 MW_t em aplicações directas em pólos termais, e 5 MW_t em aplicações directas nas orlas sedimentares. Admitindo uma penetração elevada das BCG no mercado, pode especular-se um valor indicativo de uma dezena de MW_t. A tónica do desenvolvimento deverá ser centrada no apoio a medidas de divulgação e promoção desta fonte de energia, na realização de projectos de demonstração, e nos incentivos a uma rede científica e tecnológica tendo em conta a geotermia actual e do futuro, com vista à produção de electricidade e calor. Deverão ser aproveitadas as sinergias com outras energias



renováveis, particularmente o solar térmico, realçando o seu contributo potencial para o cumprimento de metas nacionais que venham a ser adoptadas no quadro de directivas comunitárias. A concretização desta área de negócio é orçada em cerca de 100 milhões de euro. As economias directas previstas são avaliadas em 116 ktep, a que corresponderia a redução da emissão de 265 kton de CO₂/ano.

Em Chaves, a aplicação continua ser termal, mas temos já exemplos de projectos de aquecimento. Mais uma vez falamos em aumento da capacidade e não em projectos de investigação.

No entanto, alguns estudos de viabilidade já efectuados bem como a análise do comportamento dos aproveitamentos em funcionamento, demonstram que é possível dinamizar projectos com tempos de retorno atractivos.

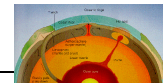
Conclusões

Cada projecto geotérmico tem os seus problemas específicos, que se prendem fundamentalmente com aspectos técnicos e de organização, bem como elevados custos de instalação e de segurança, emissão de fluidos frequentemente agressivos e amortizações elevadas nos primeiros anos. Contudo, o uso da energia geotérmica possui diversas vantagens, nomeadamente a autonomia energética e integração num plano estratégico diversificado; a exploração de um recurso natural regional; competitividade com a energia térmica que respondendo às actuais preocupações ambientais; geração de utilizações industriais a jusante (estufas, frio...) e baixas emissões de anidrido carbónico.

De acordo com Costa (2005) a principal razão para o atraso relativamente ao aproveitamento geotérmico em Portugal Continental deve-se à insuficiente experiência nacional no desenvolvimento dos projectos geotérmicos, assim como a algumas hesitações dos investidores ainda por ultrapassar, apesar do efeito de demonstração técnica e económica das instalações em operação.

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

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. Comparativamente com outras energias, a geotérmica é uma energia menos poluente, cuja utilização em projectos urbanos, agrícolas e industriais, não incrementa o efeito de estufa e, praticamente, não provoca quaisquer danos no meio ambiente.



Referências bibliográficas e recursos de Internet

“APROVEITAMENTOS GEOTÉRMICOS EM PORTUGAL CONTINENTAL” Lourenço, Carla e Cruz, José XV Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Geológica e de Minas da Ordem dos Engenheiros, Ponta Delgada, 26 a 29 de Maio de 2005

A. Cavaco. (1991) – “Projecto Geotérmico de S. Pedro do Sul”.

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.

<http://www.energiasrenovaveis.com/html/canais/destaques/destaques0405.asp>

<http://www.explora.rai.it/online/amministrazione/uploads/big/19996280.jpg>

http://egeo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/rec_geotermicos/texto.htm#1.%20Legislação%20Aplicável

<http://www.viaoceanica.com/canais/noticias/imprimir.php?id=5771>

www.lanl.gov/.../geophysics/other/hdr.shtml

<http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php>