Boletim de Minas

Vol. 42 • N.º 1 • Lisboa 2007

Direcção Geral
de Energia e Geologia

Boletim de Minas

Vol. 42 • N.º 1 • Lisboa 2007

Aproveitamento Geotérmico em Cascata em São Pedro do Sul 5

L. M. Ferreira Gomes

A Concessionária das Termas de São Pedro do Sul, dispõe legalmente desde 1998 da sua água sulfúrea quente como um recurso classificado **em simultâneo** como água mineral e geotérmico. Aquela situação resultou no seguimento de vários trabalhos e estudos, que levaram a um parecer favorável da Direcção-Geral de Energia e Geologia, no sentido de se usar legalmente a água mineral como um recurso geotérmico para efeito do disposto no Art. 3º do Decreto-Lei n.º 87/97 de 16 de Março.

No presente artigo, depois de se apresentar uma breve síntese das características do recurso, dos aspectos geológicos e hidrogeológicos, desenvolvem-se com algum detalhe os aspectos associados aos aproveitamentos em cascata e em particular à energia disponível para aquecimento de espaços urbanos, salientando as vantagens económicas e ambientais.

A Hidrologia Isotópica na Avaliação de Recursos Hidrominerais e Geotérmicos: O caso de estudo de algumas águas gasocarbónicas do Norte de Portugal Continental 19

José M. Marques, Paula M. Carreira e Luís A. Aires-Barros

Em Portugal Continental a afluência às Termas tem vindo a registar um desenvolvimento considerável, não apenas na vertente "*Termalismo Clássico*" mas igualmente no sentido do "*Bem-Estar Termal*". As Termas de modo geral (e Portugal não é excepção) encontram-se localizadas em enquadramentos naturais de excelência que, associados às estruturas termais (incluindo hotéis), equipamentos e tecnologias disponíveis nas Estâncias Termais, proporcionam excelentes condições para recuperar "*o corpo e a alma*" do *stress* do dia a dia que se vive nos grandes centros urbanos. A conjugação destas qualidades faz com que possamos encarar o Termalismo como um veículo do desenvolvimento sócio-económico quer das localidades quer das regiões onde se insere. Em muitos casos é mesmo uma das principais, senão a principal, fonte de desenvolvimento local / regional. Na avaliação de recursos hidrominerais e geotérmicos, a hidrologia isotópica apresenta-se como uma ferramenta hidrogeológica extremamente importante que, conjuntamente com a informação proveniente de outras disciplinas (geoquímica convencional, geologia e geofísica), permite a elaboração de um modelo hidrogeológico conceptual consistente, base para o planeamento de futuras campanhas de perfuração e planos de desenvolvimento. Casos de estudos em Portugal serão apresentados onde a geoquímica isotópica se revelou fundamental no conhecimento do funcionamento destes sistemas hidrominerais.

A Valorização do Minério de Ferro de Moncorvo 31

Horácio Maia e Costa

O jazigo de ferro de Moncorvo, foi estudado sob os pontos de vista geológico e mineiro duma maneira bastante exaustiva. Por isso, são conhecidas as suas características morfológicas, mineraológicas, petrográficas e químicas visando a determinação das reservas e a definição do processo de concentração. As reservas estimadas são da ordem dos 550 milhões de toneladas inseridas num total mundial estimado em 306.200 milhões (1998) ou seja 0,18% apenas das reservas mundiais.

Os estudos de concentração primeiro realizados por via térmica (processo Krupp-Renn), foram depois conduzidos localmente recorrendo ao processo de flutuação por espumas e depois ao processo de separação magnética em alta intensidade de campo e meio húmido. Os resultados obtidos por esta última via foram considerados aceitáveis e conclusivos. A peletização dos concentrados será a aglomeração a realizar recorrendo

ao processo Dwight-Lloyd misto ou ao processo Grate-Kiln (Allis-Chalmers-Lepol).
No trabalho são tiradas conclusões e feitas recomendações sobre a viabilidade económica actual de Jazigo considerando a evolução qualitativa e quantitativa da indústria siderúrgica a nível mundial.

Ferramentas Informáticas no Apoio à Actividade Mineira 51

Humberto J. P. Guerreiro, João M. L. Meira, Nuno R. A. N. Ferreira e Sofia L. D. C. Sobreiro

O ciclo de vida da actividade mineira, desde a prospecção até à desactivação, incorpora um conjunto de estudos cujo recurso a ferramentas informáticas resulta em mais valias importantes para a gestão, designadamente ao nível económico e operacional, do bom aproveitamento do jazigo e no respeito pelo ambiente.
A concepção de um projecto mineiro com recurso a programas informáticos de Planeamento Mineiro integrados com Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permite a constituição de uma base de dados dinâmica, capaz de dimensionar e optimizar a exploração face a alterações de cotações do minério, da variação do teor de corte, da fixação de relações estéril/minério, de critérios químicos ou de aptidão ornamental e, simultaneamente, gerir a exploração ao nível ambiental prevenindo conflitos com as populações.

Engarrafamento de Águas Minerais Naturais e de Nascente e Termalismo em 2006. 65

José F. Alcântara da Cruz

Neste artigo difunde-se a informação estatística sobre termalismo e indústria de engarrafamento de águas e faz-se a análise da evolução do subsector em 2006.

Actividade Mineira 89

Contratos de Prospecção e Pesquisa
Transmissão de Contratos de Prospecção e Pesquisa
Contratos de Concessão de Exploração
Contratos de Concessão Rescindidos

Águas Minerais e de Nascente 95

Contratos de Concessão
Contratos de Prospecção e Pesquisa
Transmissão da Concessão
Perímetros de Protecção
Licenças de Exploração

Pedreiras 99

Licenças de Prospecção e Pesquisa
Novas Licenças de Exploração
Cessação da Licença de Exploração
Transmissão da Licença de Exploração
Nomeação de Directores Técnicos

A Indústria Extractiva - Comércio Internacional 107

Evolução do Comércio Internacional – Janeiro a Junho de 2007

Legislação 113

Decreto Regulamentar n.º 1/2007 - Cria uma área de reserva geológica de interesse regional no município do Seixal.
Decreto-Lei n.º 139/2007 - Aprova a orgânica da Direcção-Geral de Energia e Geologia.
Portaria n.º 535/2007 - Estabelece a estrutura nuclear da Direcção-Geral de Energia e Geologia e as competências das respectivas unidades orgânicas.
Portaria n.º 566/2007 - Fixa o número máximo de unidades orgânicas flexíveis da Direcção-Geral de Energia e Geologia.

Informação Vária 129

Reuniões dos Grupos Internacionais de Estudo dos Metais não-ferrosos - 11-16 de Maio de 2007.
Contratos para a concessão de direitos de prospecção, pesquisa, desenvolvimento e produção de petróleo assinados entre o Estado Português e o consórcio Petrobras/Galp/Partex.
Assinaturas de contratos de prospecção e pesquisa e exploração de massas minerais e de recursos hidro-minerais, nas minas da Panasqueira.

FICHA TÉCNICA

Propriedade e Edição:
Direcção-Geral de Energia e Geologia
Av. 5 de Outubro, 87 - 1069-039 Lisboa
Tel: 217 922 800 - Fax: 217 922 823
www.dgge.pt

Director:
Miguel Barreto Caldeira Antunes

Comissão Editorial:
Carlos Caxaria, José Cruz, Cristina Lourenço,
Correia Gomes e Maria José Sobreiro

Redacção e Coordenação:
Direcção de Serviços de Recursos Hidrogeológicos,
Geotérmicos e Petróleo

Execução Gráfica:
Nuance Design, Lda.

Tiragem: 750 exemplares
Periodicidade: Semestral
Preço da Capa: 4,00 € (IVA Incluído)
Depósito Legal: Nº 3581/93
ISSN: 00008-5935

Aproveitamento Geotérmico em Cascata em São Pedro do Sul (*)

L. M. Ferreira Gomes

Director Técnico das Termas de S. Pedro do Sul, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura da Universidade da Beira Interior

1 - INTRODUÇÃO

As Termas de São Pedro do Sul localizam-se na Vila de S. Pedro do Sul, Distrito de Viseu, região Centro de Portugal (Fig.1). A Concessão do recurso, designada oficialmente por "Termas de São Pedro do Sul" (designada pelo autor por Campo Hidromineral e Geotérmico de São Pedro do Sul), tem dois sectores produtores de água mineral: o Pólo das Termas e o Pólo do Vau; estes estão distanciados, um do outro, cerca de 1.2 km.

No Pólo das Termas localizam-se o Centro Termal para tratamentos medicinais e a Central Geotérmica que permite o aquecimento de águas normais (a partir do calor da água mineral), que por sua vez possibilitam o aquecimento ambiental de unidades hoteleiras e respectivas águas sanitárias. Neste pólo, há um furo recente (AC1), com o comprimento de 500 m, e uma nascente muito antiga (Nascente Tradicional); aquelas captações debitam, em simultâneo, por artesianismo o caudal máximo de 16.9 l/s, com uma temperatura de 67.5 ºC aproximadamente.

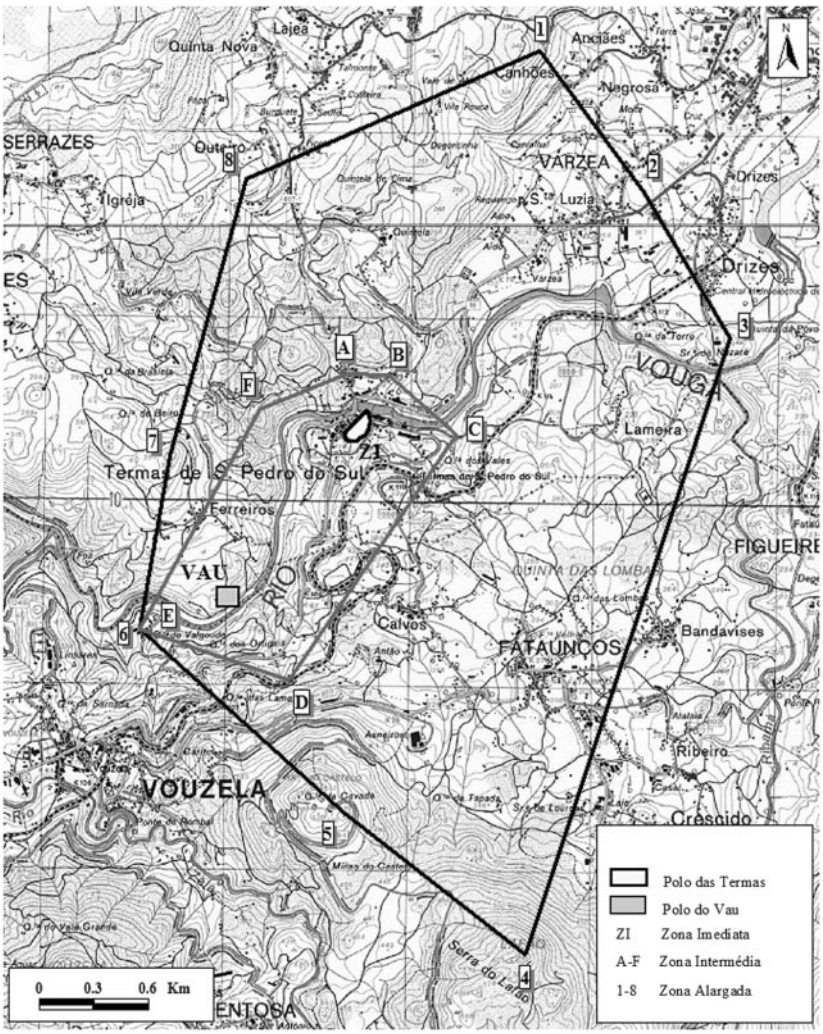
O Pólo do Vau, mais a sul, tem dois furos, o SDV1 com 216 m, e SDV2 com 151 m; neste pólo, apenas SDV1 apresenta artesianismo de 1.5 l/s, apesar de haver potencial para se explorar cerca de 10 l/s. Neste pólo, actualmente, o recurso está a ser explorado para aquecimento de estufas para produção de frutos tropicais, como a banana e o ananás.

A água mineral natural de S. Pedro do Sul pertence a um grupo designado por águas sulfúreas. Em relação aos seus iões principais é designada por bicarbonatada sódica, carbonatada, fluoretada e sulfídratada. Apresenta em termos aproximados os seguintes parâmetros: mineralização total de 355 mg/l, sulfuração total de 22 ml/l; pH de 8.82 e condutividade de 412 µS/cm. Os estudos da sua composição química ao longo dos anos têm mostrado que se está perante um recurso de espectacular estabilidade. A sua composição química detalhada poderá ser consultada em Ferreira Gomes *et al.* (2001).

(*) Apresentado oralmente em III Sessões Técnicas "Aproveitamento da Energia Geotérmica em Portugal". Instituto Geológico e Mineiro; 23 e 24 de Setembro de 1999.

FIGURA 1

Localização do Campo Hidromineral e Geotérmico de São Pedro do Sul - Termas de São Pedro do Sul



A partir de Ferreira Gomes e Albuquerque, 1998. Escala ≃ 1:46 000

2 - ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

As condições geológicas da área de S. Pedro do Sul foram objecto de estudos por vários investigadores, merecendo referência os trabalhos de Pereira e Ferreira (1985). Salienta-se que as áreas das Termas e do Vau (Fig.2), fazem parte de um extenso maciço de granitos. À escala regional a ocorrência das nascentes é favorecida pela "grande falha activa Verin (Espanha) - Régua - Penacova, que na região em estudo tem o seu prolongamento para a falha de Ribamá (N0º-10ºE) e que poderá conduzir fluxos de grandes distâncias e profundidades (Pereira e Ferreira,1985). À escala local as emergências de água quente das Termas e do Vau estão condicionadas por nós tectónicos, entre N45ºE (Falha das Termas) e N70ºW.

A unidade geológica onde ocorrem aquelas emergências é designada por Granito de S. Pedro do Sul, constituída por granito de grão fino a médio e porfiróide, composto essencialmente por microclina, plagioclase, quartzo, moscovite e biotite.

O modelo geohidráulico genérico, avançado por Haven *et al*. (1985), apresenta-se na Fig.2. Nas zonas de descarga, segundo A. Cavaco (1995), o aquífero hidromineral comporta-se como confinado, com os seguintes parâmetros: transmissividade (T) ≈ 109 m^2/dia, coeficiente de armazenamento (S) ≈ 4.3 x 10^{-5}, e condutividade hidráulica (K) ≈ 0.5 m/dia. Os valores apresentados correspondem às condições ocorrentes nos nós tectónicos

ao longo da Falha das Termas, e foram determinados a partir de ensaios de caudal, considerando um meio contínuo poroso equivalente e com 200 m de espessura saturada, depois de se aplicar o modelo de Theis.

FIGURA 2

Esboço sobre o modelo geohidráulico da água mineral de S. Pedro do Sul (continua)

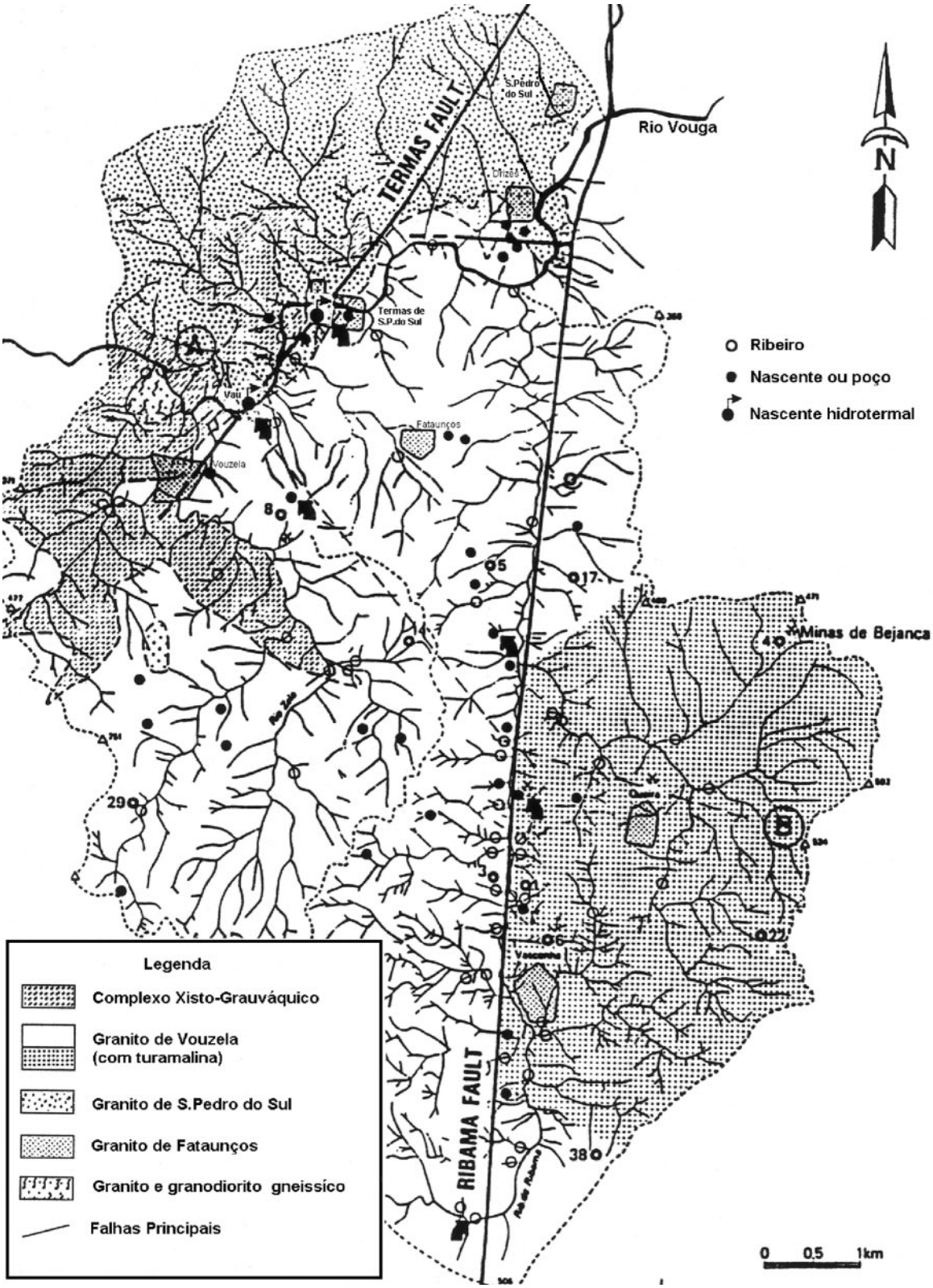
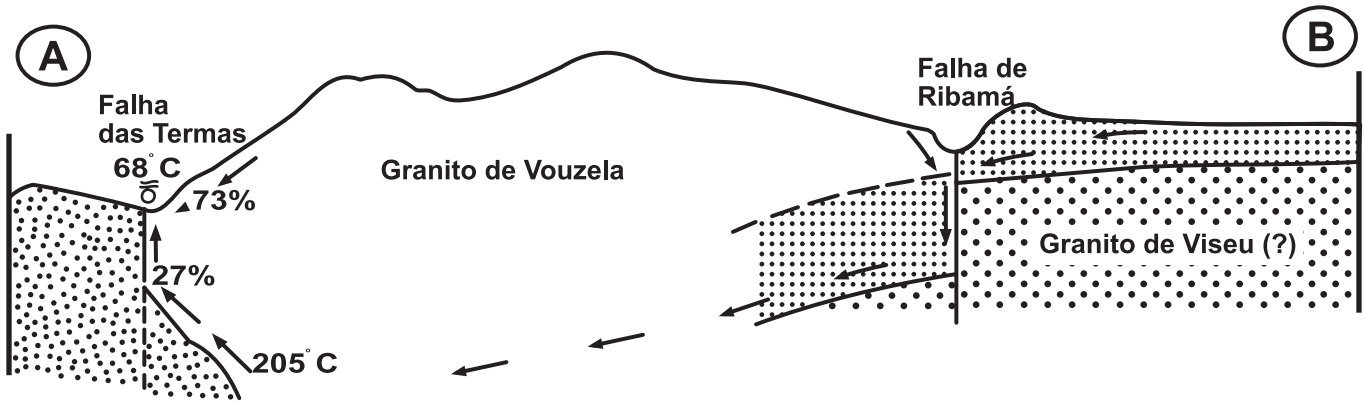


FIGURA 2

Esboço sobre o modelo geohidráulico da água mineral de S. Pedro do Sul (continuação)



segundo Haven *et al*., 1985, *in* A. Cavaco, 1995.

3 - PLANOS DE EXPLORAÇÃO: UTILIZAÇÃO DO RECURSO EM CASCATA

Os Planos de Exploração para o Campo Hidromineral e Geotérmico de São Pedro do Sul, foram apresentados em UBI (1998), com aplicações medicinais (no Centro Termal) e geotérmicas em termos genéricos, no Pólo das Termas, e climatização de estufas no Pólo do Vau. No seguimento, para o Pólo das Termas, foi proposto a nível superior a revisão do Plano de Exploração (UBI, 1999), de modo a se poder passar a utilizar o Furo AC1 para usos medicinais. A última revisão verificou-se em 2001 (UBI, 2001) para incluir no Plano de Exploração, a Central Geotérmica e aquecimento do Hotel do Parque e da Pousada da Juventude. Entretanto, salienta-se que estão previstas a curto prazo, novas revisões do Plano de Exploração, quer para alargamento dos aproveitamentos geotérmicos, quer no que diz respeito à implementação de nova captação.

Na Fig.3 apresenta-se a situação genérica do Plano de Exploração no Pólo das Termas. Na Fig.4 apresentam-se esquemas de princípio do aproveitamento geotérmico no mesmo pólo. Na Fig.5 apresenta-se também o esquema de princípio do Plano de Exploração do Pólo do Vau, em aproveitamento geotérmico com a climatização de estufas de frutos tropicais. O fornecimento de geocalor nas situações referidas foi previsto no documento UBI (1997), que constituiu o relatório que serviu de base para que se verificasse um parecer favorável por parte da então Direcção-Geral de Energia, no sentido de se efectuar o aproveitamento do geocalor, permitindo assim pela primeira vez em Portugal, a classificação de um recurso como "Água Mineral" e "Geotérmico", em simultâneo. O referido documento (UBI, 1997) foi realizado com base no relatório de A. Cavaco (1994), que apresentou o Projecto Geotérmico para as Termas de São Pedro do Sul, tal como ele, em termos gerais, foi implementado. O Projecto Geotérmico, realizado no âmbito do Programa Thermie, incluiu as seguintes tarefas: i) Projecto de Execução (A. Cavaco , 1994); ii) Sondagem e Testes (A. Cavaco, 1998); e iii) Instalações de Superfície, com construção de Central Geotérmica, instalação de rede de distribuição de geocalor, construção de subestações térmicas nos hotéis (Hotel do Parque e Pousada da Juventude), e instalação de equipamento de monitorização. O aproveitamento geotérmico no Pólo das Termas, na sequência da sua instalação, começou o seu funciomamento oficial em Outubro de 2001.

Nas Figs.6 e 7 apresentam-se imagens da Central Geotérmica e das unidades hoteleiras inicialmente previstas para receber o geocalor e ainda de alguns detalhes dos aproveitamentos geotérmicos.

Em relação aos esquemas de princípio já referidos (Fig.4) sobre o aproveitamento geotérmico, onde são apresentados os valores de temperaturas (T), de potência (E) e outros, salienta-se que estes correspondem a valores numa situação optimizada do processo, admitindo as permutas de temperatura com os caudais máximos (Q), numa situação de temperatura inicial da água mineral de 67ºC; salienta-se ainda que no processo não foi contabilizada a queda de temperatura no transporte dos

fluidos visto que para uma conduta bem isolada, essa queda é apenas da ordem de 1ºC/km, e no presente caso, as distâncias, são apenas da ordem de 130 m no máximo.

Assim, sobre o *Sistema Global do Aproveitamento Geotérmico*, distinguem-se os seguintes principais componentes:

i) *Central Geotérmica* (Figs.4 e 6), constituída no essencial por um principal ***permutador de placas, PP1***, que transfere a temperatura da **água mineral** para a **água normal da rede (água não mineral)**; inclui ainda um "***colector de ida***", 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 não mineral então já fria, após ter ido aos permutadores dos consumidores, onde perde o seu geocalor; os colectores estão associados em série à rede de água não mineral designada neste trabalho por "rede de água não mineral de 1ª ordem" (ANM1);

ii) *Rede de água mineral*, dupla, para transportar a água mineral natural quente desde as captações (Nascente Tradicional e Furo AC1) até PP1, e depois *"fria"*, até à central de bombagem do Centro Termal;

iii) *Rede de água não mineral de 1ª ordem (ANM1)*, para transportar a água não mineral quente desde o "colector de ida" até às subestações geotérmicas dos consumidores onde estão os permutadores PP2; estes permitem que a água desta rede tenha uma perda em temperatura de 10ºC aproximadamente, de modo a continuar para os permutadores PP3, onde aí pode perder mais cerca de 10ºC, ficando portanto ainda menos quente, para de seguida regressar ao "colector de retorno", já na Central Geotérmica, e então poder iniciar novo ciclo, em circuito fechado; os colectores, estão preparados para 6 consumidores, estando já implementados 3, o da Pousada da Juventude, o do Hotel do Parque e o da Sala de Demonstração no Balneário Rainha Dona Amélia.

iv) *Rede de água não mineral de 2ª ordem (ANM2)*, que serve de base ao "**Aquecimento Central – Ambiente**"; esta rede serve para transportar a água normal quente, após ter adquirido aquecimento em PP2, para o colector de aquecimento central, já no interior das unidades consumidoras de geocalor; esta água serve de base ao aquecimento ambiental, e em particular a 128 quartos na Pousada de Juventude, 120 quartos no Hotel do Parque, além de outros espaços que usualmente aqueles tipos de equipamentos incluem (salas, cozinhas,...); note-se que cada hotel tem a sua própria rede de 2ª ordem; salienta-se que no caso particular da Sala de Demonstração, o permutador, PP2 está no interior da Central Geotérmica, por questões operacionais;

v) *Rede de água não mineral de 3ª ordem (ANM3)*, que serve de base ao "**Aquecimento de Águas Sanitárias**"; esta rede serve para transportar a água potável da rede normal de abastecimento dos hotéis, a temperatura inicial entre 10 e 15ºC, até aos PP3, onde aí é aquecida, e depois é transportada para o depósito de água quente sanitária; esta água serve de base ao consumo corrente de águas quentes na Pousada de Juventude e no Hotel do Parque; a Sala de Demonstração, não inclui esta parte; a água sanitária no interior das unidades hoteleiras, pode receber um reforço de temperatura, por sistemas complementares aí implementados.

Assim, no Pólo das Termas, a cascata inclui a água mineral numa primeira fase a perder temperatura de modo a passar o respectivo geocalor para água normal, que por sua vez entra numa sub-cascata, primeiro para aquecer o ambiente, e segundo para aquecer a água sanitária.

A água mineral, mantendo as suas características químicas, segue então, já menos quente, para outro patamar da cascata, em aplicações diferentes das anteriores, de modo a cumprir as suas funções no Centro Termal em aplicações medicinais.

4 - ENERGIA DISPONÍVEL E ACTUAIS APLICAÇÕES

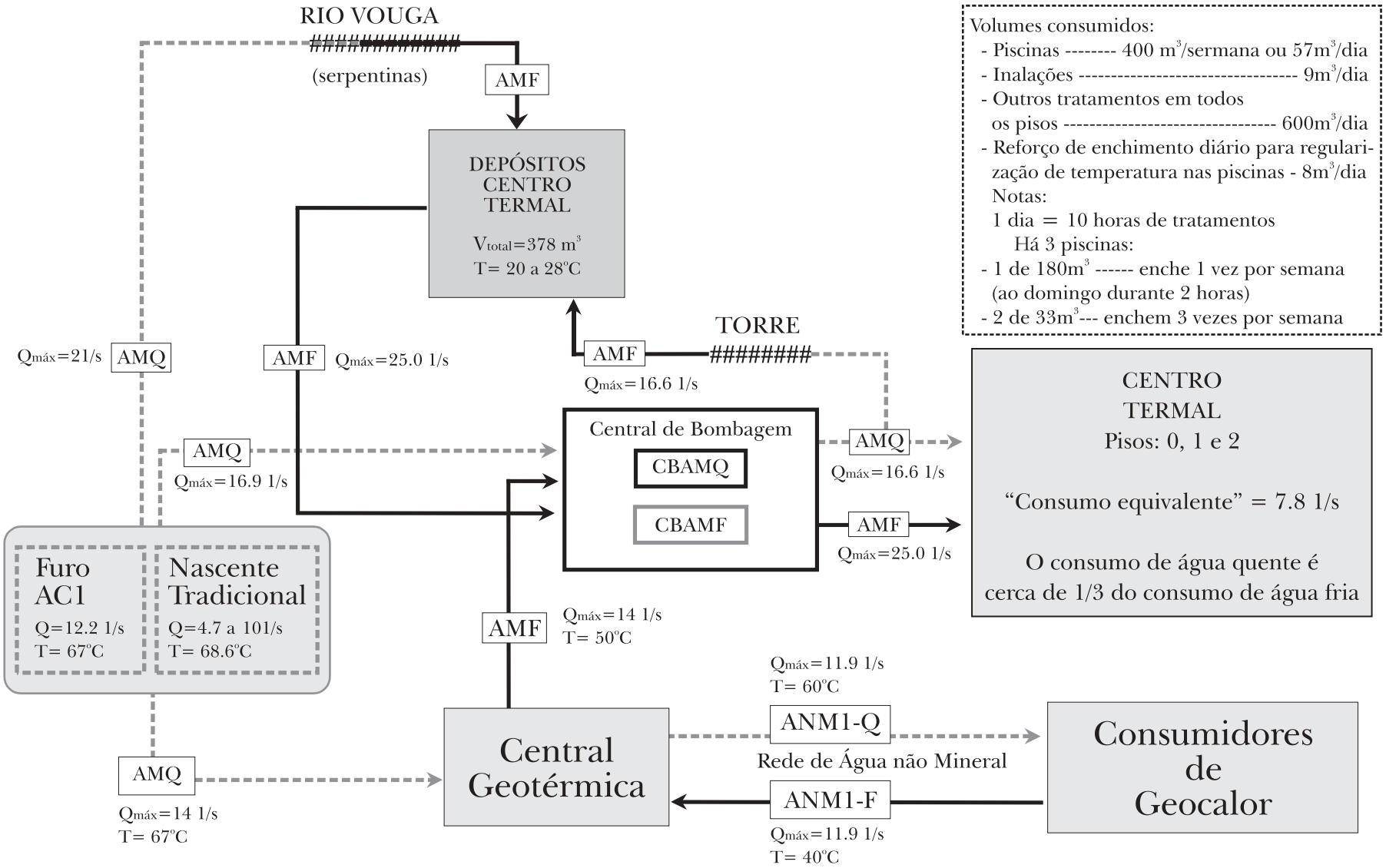
De acordo com os Planos de Exploração aprovados, considera-se como energia disponível aquela que se poderá retirar da água mineral com temperatura superior a 38ºC, dando total prioridade às aplicações do Termalismo.

4.1 - **Pólo das Termas**

Com base no recurso disponível, água mineral termal quente a 67ºC, com um caudal em continuo todo ano de 16.9 l/s, e havendo necessidade que chegue ao Centro Termal apenas com 38ºC, ao se considerar a equação fundamental da transmissão de calor (*in* Monteiro, 2001), permite contabilizar como *energia disponível*, E = 490.1 kcal/s (17 975 520 kWh/ano).

FIGURA 3

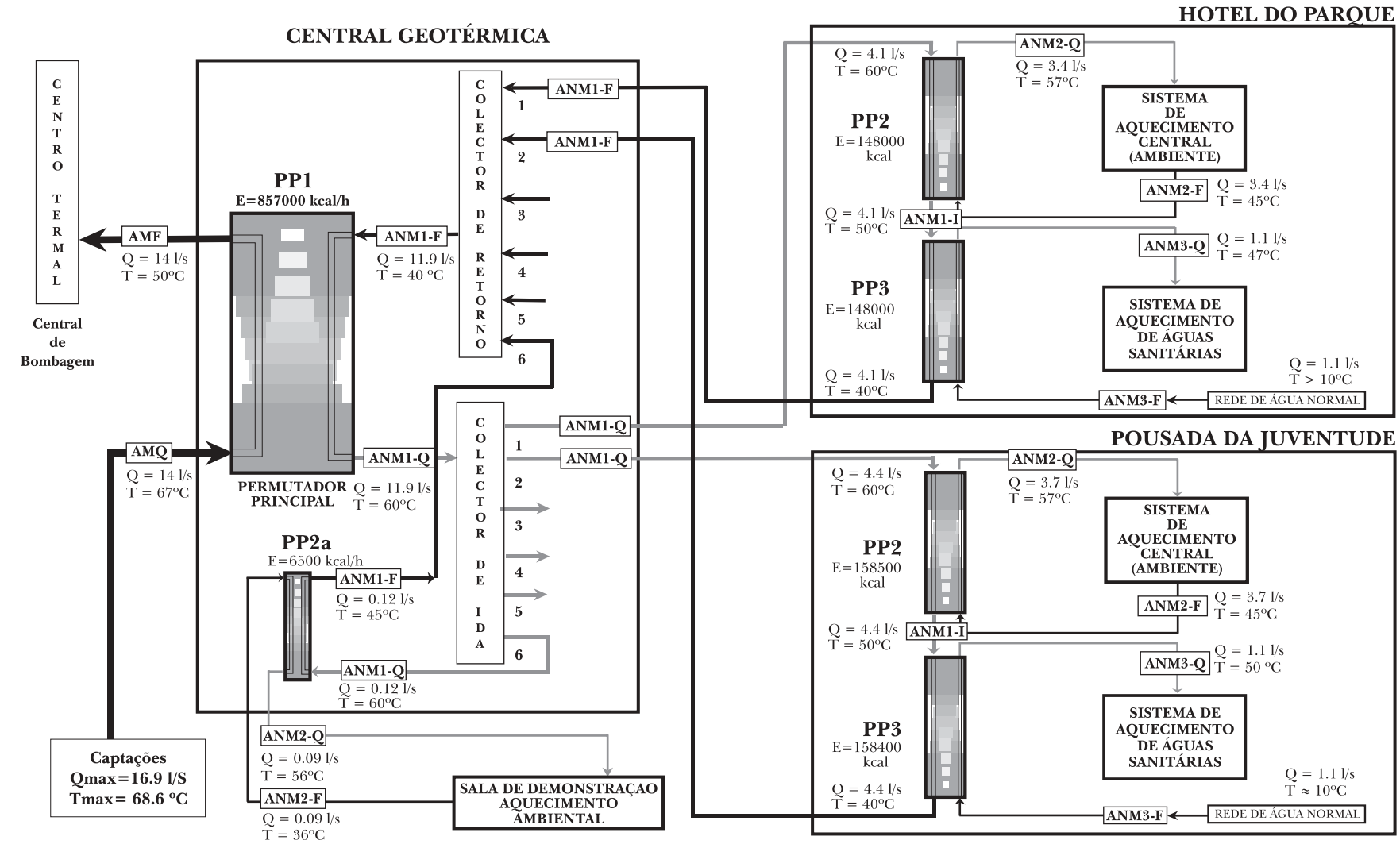
Esquema genérico do Plano de Exploração do Pólo das Termas, com aproveitamentos geotérmico e medicinal, do "Campo Hidromineral e Geotérmico de S. Pedro do Sul"



(Na Fig.4, apresentam-se os principais detalhes sobre a Central Geotérmica e o uso do geocalor). **Notas:** a capacidade de produção máxima de água mineral é de 16.9 l/s, com a exploração em simultâneo da Nascente Tradicional (4.7 l/s) e do Furo AC1 (12.2 l/s); em situações de necessidade inferior a 10 l/s estará apenas em utilização a Nascente Tradicional. AMQ e AMF correspondem às redes de água mineral quente e fria, respectivamente; ANM1-Q e ANM1-F, correspondem à rede de água não mineral de 1ª ordem quente e fria, respectivamente; CBAMQ e CBAMF correspondem à Central de Bombagem de água mineral quente e fria, respectivamente. TORRE, é um sistema electro-mecânico de arrefecimento "ar/água" (UBI,2001).

FIGURA 4

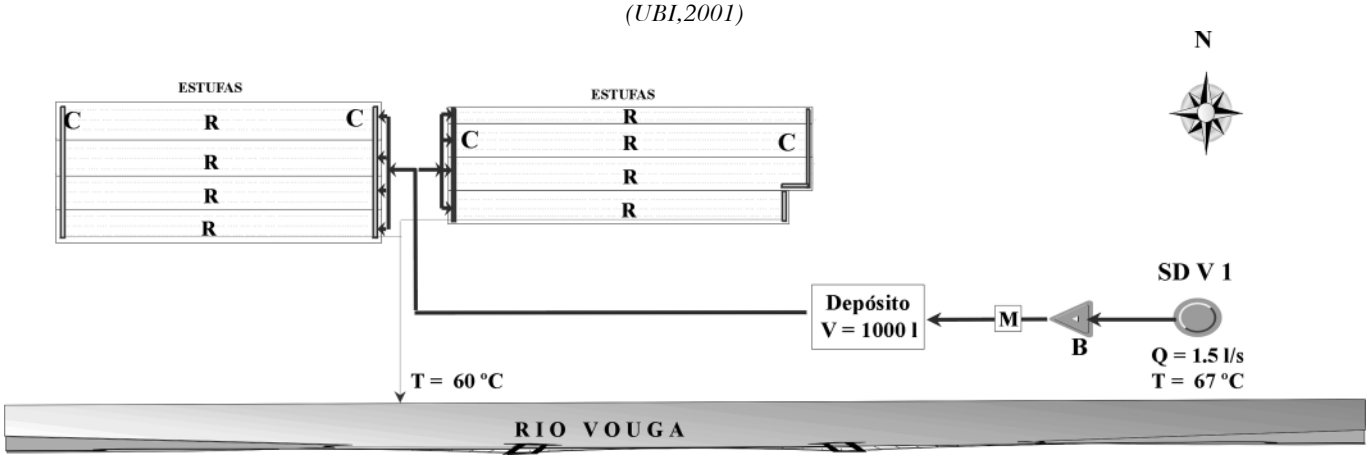
Detalhes do Plano de Exploração em cascata do Pólo das Termas, com esquemas de principio dos aproveitamentos medicinal e geotérmico, do "Campo Hidromineral e Geotérmico de S. Pedro do Sul"



A água mineral quente (AMQ), ao passar no permutador PP1, apenas perde temperatura, passando a "água mineral fria" (AMF). A rede de água não mineral de 1ª ordem (ANM1) está em circuito fechado, servindo apenas para receber geocalor no permutador PP1, transportá-lo para PP2 numa primeira fase, e PP3 numa segunda fase, para depois regressar a PP1. A rede de água não mineral de 2ª ordem (ANM2) é aquela que serve o Aquecimento Central dos Hotéis. A rede de água não mineral de 3ª ordem (ANM3) é aquela que serve o uso de Águas Sanitárias dos Hotéis. Salienta-se que as letras Q, F, e I, correspondem a água Quente, Fria, e de temperatura Intermédia, no entanto porque há várias cascatas no sistema, consequentemente há várias temperaturas conforme se apresenta no esquema onde se colocaram os vários valores e que serão aferidos no futuro, com a experiência a adquirir a partir da monitorização já implementada. Em relação aos valores de temperatura (T) apresentados, salienta-se também que são aqueles que correspondem aos caudais, Q, apresentados e que estes são os valores máximos que os permutadores de capacidade, E, admitem, no entanto se os caudais forem menores as transferências de geocalor serão diferentes (UBI, 2001).

FIGURA 5

Esboço sobre o esquema de principio do Plano de Exploração do Pólo do Vau, do Campo Hidromineral e Geotérmico de S. Pedro do Sul (UBI,2001)



A água mineral (M) sai da cabeça do furo (SDV1) com 1.5 l/s em artesianismo, à temperatura de 67ºC, 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 numa rede (R) de tubos semi-enterrados; alguns destes tubos deixam vazar água nas caleiras (C) a céu aberto, cujo vapor é lançado no ambiente. A água das caleiras é colectada num tubo para ser lançada no Rio Vouga.

FIGURA 6

Aspectos da Central Geotérmica

a)

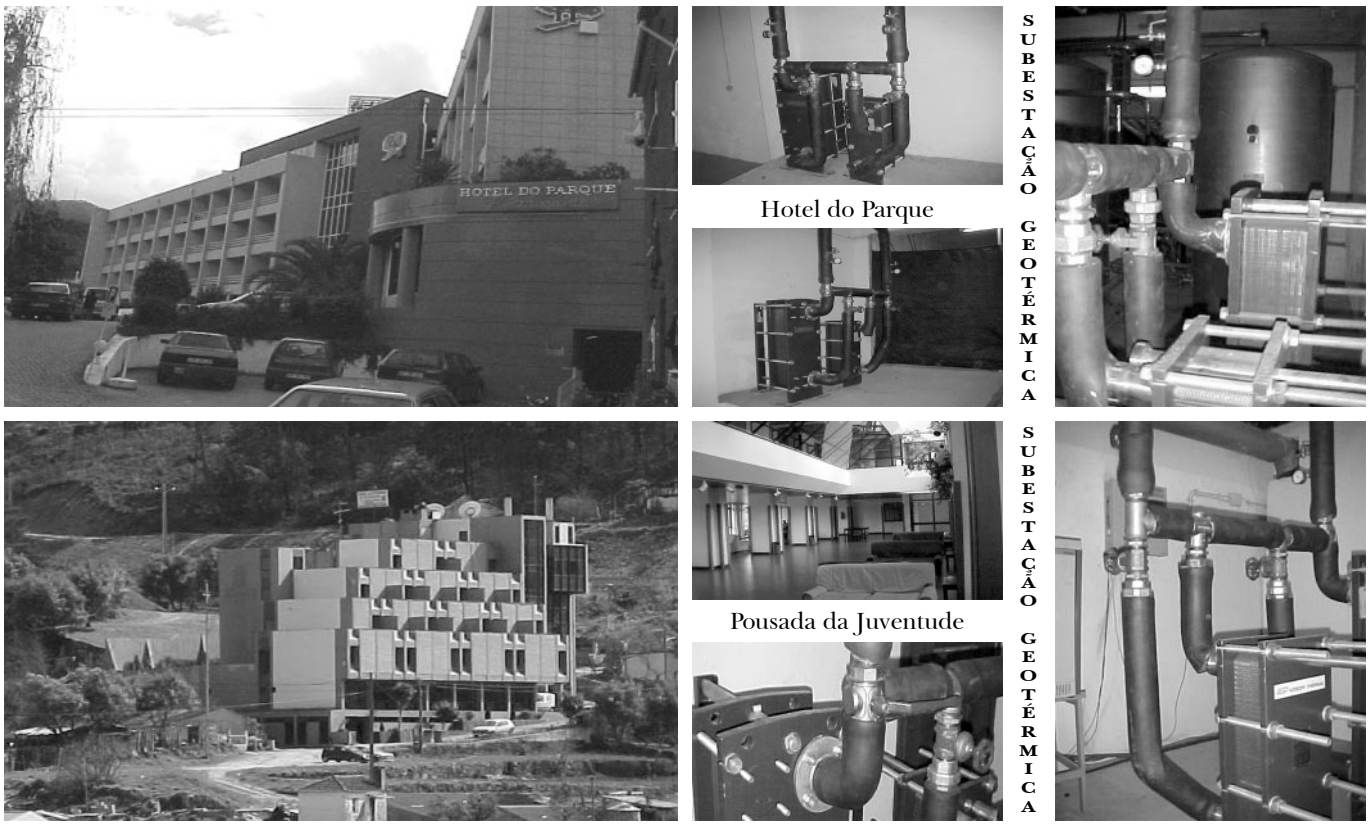
b)

c)

(a) exterior; (b, c) interiores com permutador PP1 e colectores.

FIGURA 7

Unidades hoteleiras equipadas com sistemas adaptados para receber o geocalor e alguns detalhes interiores e em particular das subestações geotérmicas com os permutadores do tipo PP2 e PP3 instalados



De acordo com a Central Geotérmica, implementada e projectada no âmbito do Projecto Geotérmico já referido, a prever o uso do geocalor em vários espaços urbanos e em concreto no Hotel do Parque, no Hotel das Termas (actual Pousada da Juventude) e na Sala de Demonstração, tem-se em "*capacidade de produção de energia implementada*", de acordo com as características do permutador de placas PP1 (Fig.4), uma capacidade de E = 238.0 kcal/s (8728976 kWh/ano), que corresponde a 49 % da capacidade de energia disponível.

Estudos sobre consumos de energia que merecem referência de modo a usar o geocalor, foram efectuados por A. Cavaco (1991) para o Hotel do Parque e para a Pousada da Juventude, e ainda por Joyce (1997) para o Centro Termal. Os consumos de energia previstos para aquelas estruturas apresentam-se no Quadro I, sendo de salientar que o consumo previsto para um ano é de 2549449 kWh/ano, ou seja, 29.2% da capacidade implementada com a Central Geotérmica e de 14.2% da energia disponível no Pólo das Termas.

Salienta-se que actualmente apenas o Hotel do Parque e a Pousada da Juventude estão em condições de consumir geocalor de acordo com o Plano de Exploração, ou seja, há apenas a capacidade de consumir 733536 kWh/ano, que correspondem a 4.1 % da energia disponível no Pólo das Termas.

Assim, enfatiza-se que há ainda muita energia disponível no sentido do aproveitamento poder ser alargado a outros consumidores.

QUADRO I

*Necessidades de energia, em kWh, para um ano a partir de aproveitamentos geotérmicos no Campo Hidromineral e Geotérmico de São Pedro do Sul (*in *Ferreira Gomes, 1999).*

Local / Autor			**Época Baixa** (Jan/Fev/Mar/ Out/Nov/Dez)	**Época Alta** (Abr/Mai/Jun/ Jul/Ago/Set)	**Total**
Centro Termal (Termas) (a partir de Joyce,1997)	Águas Sanitárias [1]		146 485	282 407	428 892
	Águas na Piscina		275 458	91 727	367 185
	Aquecimento Ambiental [2]	Piso 0	264 896	0	264 896
		Piso 1	531 460	0	531 460
		Piso 2	223 480	0	223 480
	sub-total (anual)		1 441 779	374 134	1 815 913
Hotel do Parque (120 quartos) (a partir de A. Cavaco,1991)	Águas Sanitárias [3]		-	-	149 820
	Aquecimento ambiental [4]		-	-	205 134
Pousada da Juventude (128 quartos) (a partir de A. Cavaco,1991)	Águas Sanitárias [3]		-	-	159 827
	Aquecimento ambiental[4]		-	-	218 755
Total					**2 549 449**

[1] Considerou-se a temperatura da água da rede a 10ºC e 15ºC na época baixa e alta respectivamente, com um consumo por pessoa de 50 l/dia a 45ºC, considerando 400 e 1 100 aquistas por dia na época baixa e alta respectivamente. [2] as zonas das piscinas e tanques não foram consideradas para aquecimento ambiental. [3] foi previsto o aquecimento de águas sanitárias durante todo o ano com ocupação média a 70 % , com duas pessoas por quarto a consumir 60 l/dia cada pessoa e a ser aquecida de 15 ºC para 50ºC. [4] foi previsto o aquecimento ambiental com 11.6 kWh/quarto/dia durante 7 meses com ocupação média a 70 %.

4.2 - **Pólo do Vau**

Com base no Plano de Exploração existente para o Pólo do Vau, em que, a água mineral termal quente a 67 ºC, é já uma realidade, com um caudal de 1.5 l/s em continuo todo ano, e admitindo também que se usaria numa unidade termal a 38ºC, ao se considerar a equação fundamental de transmissão de calor (*in* Monteiro, 2001), obtém-se para *energia disponível*:

E = 43.5 kcal/s (1 576 800 kWh/ano).

De acordo com o sistema montado (Fig.5), tem-se em *capacidade de produção implementada*, a energia seguinte: E = 10.5 kcal/s (378 432 kWh/ano), ou seja 24 % da capacidade disponível.

Na realidade, o consumo de energia na actual aplicação de aquecimento de estufas, só é requerido no período do ano mais frio e que de um modo genérico se considera Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Outubro, Novembro e Dezembro. Neste período, também se considera em termos genéricos, o aquecimento durante apenas 14 horas por dia, ou seja, das 20 horas da noite até às 10 horas do dia seguinte. Nesta situação, em termos anuais, só é solicitada a energia de:

E = (0.012kWh/s) x 180 dias x 14h x 3 600s = 108 864 kWh/ano, ou seja, apenas 7% da energia disponível.

5 - ASPECTOS ECONÓMICOS

Em relação a aspectos económicos não há com certeza nenhuma dúvida das vantagens das águas minerais de S. Pedro do Sul, no uso dos aproveitamentos medicinais, bastando salientar que nos últimos anos têm sido as Termas mais frequentadas no País. Por exemplo, no ano de 2001 frequentaram as Termas de S.Pedro do Sul, 25 450 aquistas (Alcântara da Cruz, 2002), que corresponderam a 27.3% do total de aquistas do país. Aquele número de aquistas possibilitou obter uma receita directa de cerca de 3 000 000 euros em inscrições, tratamentos, aplicações e consultas e ainda em receitas

indirectas cerca de 19 087 500 euros, considerando que cada aquista esteve nas termas 15 dias e gastou 50 euros/ /dia, em comida, dormida e outras necessidades.

Em relação ao rendimento resultante dos aproveitamentos geotérmicos e em particular ao aquecimento de espaços urbanos e respectivas águas sanitárias, não se pode afirmar que é neste momento um espectacular êxito, até porque é uma energia alternativa e os potenciais aderentes estão com alguma cautela em relação à adesão. Prova dessa situação, é o facto de, até ao momento, só haver um consumidor completamente integrado, que é o Hotel do Parque.

De qualquer modo, para se ter uma noção da importância económica do uso do geocalor, consideram-se os valores de energia previstos nos estudos já efectuados até ao momento, a consumir anualmente (Hotel do Parque, Pousada da Juventude e Centro Termal), ou seja, de acordo com o Quadro I, considera-se um total de 2 549 449 kWh/ano (9 172GJ/ano).

Admitindo, que aquela energia poderia ser fornecida por uma caldeira a gás propano com poder calorífico (PCI) de 12,9kWh/kg (GDP, 1998), com um rendimento de queima de 90%, levaria a gastar 219 591 kg/ano de gás, que a um custo de 0.50 euros/kg, corresponde a 109 795.50 euros/ano.

Se eventualmente a energia fosse fornecida pela EDP, como energia eléctrica com o custo de 0.09 euros/kWh, levaria a um custo global de 229 450 euros/ano.

Pelos valores apresentados, é obvio que sem geotermia a preços aceitáveis, os consumidores usam o gás, resultando daí uma desvantagem ambiental devido à libertação de CO_2 para o meio ambiente.

Salienta-se que já se efectuaram estudos para o caso de São Pedro do Sul, sobre os custos da energia geotérmica, admitindo como consumidores o Hotel do Parque e a Pousada da Juventude (Cardoso, 1999a,b); Naqueles estudos, considerando os investimentos efectuados a 50% (dado que se verificou um apoio a 50 % a fundo perdido) e ainda os custos da manutenção, concluiu-se que para haver uma recuperação financeira ao fim de 25 anos, levaria a uma taxa de 0.025 euros/kWh, com a actualização de 3% por ano devido à inflação. Claro que, se no processo aderirem mais consumidores, ou, se a taxa for superior àquele valor, a recuperação financeira será num período de tempo menor que 25 anos.

Assim, como exemplo, para o período de um ano, se apenas os hotéis (Parque e Pousada da Juventude) fossem os únicos consumidores, com um total de 733 536 kWh/ /ano (Quadro I), à taxa de 0.025 euros/kWh, teriam que efectuar um pagamento de 18 338 euros/ano.

No Pólo do Vau a produção de frutos tropicais tem-se mostrado um mercado interessante, na medida em que tem havido uma procura continua dos frutos produzidos, a custo muito superior ao corrente da mesma fruta importada; esta situação explica-se, pela ansiedade que as pessoas normalmente apresentam, ao consumir por exemplo um ananás produzido na Beira Alta, não se importando de pagar muito mais que o normal. Números rigorosos sobre as receitas não se dispõem, na medida em que são do foro do explorador que é um particular e não a Concessionária do recurso.

Por fim, como "indicador de potencial da geotermia", admitindo que toda a energia disponível (17 975 520 kWh/ano - Pólo das Termas + 1 576 800 kWh/ano – Pólo do Vau) se optimiza num processo ideal de total consumo, e é vendida a 0.025 euros/kWh, possibilitaria uma receita de 488 808 euros/ano (97 762 contos), sem interferir com a actividade das termas.

6 - IMPACTO AMBIENTAL

Uma análise em termos de impacto ambiental, tem sentido, tendo em consideração que o uso do geocalor, vai substituir os combustíveis fósseis e que esses combustíveis, como é usual na região, são constituídos pelo gás propano ou outro do tipo.

Sabe-se que ao consumir gás propano, há a produção de CO_2 e este é um dos principais gases que leva ao efeito estufa e que por sua vez essa situação poderá levar a mudanças climáticas de tal ordem, capazes de provocarem impactos dramáticos no ambiente global (Prates, 1998).

Assim, tendo em consideração o poder calorifico (PCI) do gás propano de 12.9 kWh/kg e admitindo produzir a energia prevista para os edifícios mencionados no Quadro I (2 549 449 kWh) por uma caldeira com o rendimento de 90% haverá necessidade de 219 569 kg de gás propano. Ora, tendo em consideração que no consumo de 1 grama de gás propano se formam 2.9950 gramas de CO_2, com aquela energia a ser produzida pelos sistemas geotérmicos, evitar-se-ia lançar para a atmosfera

657 675 kg de CO_2 por ano; esta situação, significa que na produção de energia pelos sistemas geotérmicos, em substituição do gás propano (PCI a 90%), por cada 1kWh evita-se o lançamento na atmosfera de 257.9 gramas de CO_2.

Também, se se considerasse toda a energia disponível (17 975 520 kWh/ano - Pólo das Termas + 1 576 800 kWh/ano – Pólo do Vau), ao substituir gás propano, na mesma situação, evitar-se-iam 5 043 toneladas/ano de CO_2.

Estes valores fazem, com certeza, reflectir e consequentemente admitir que a energia geotérmica, sempre que disponível, será uma boa alternativa.

7 - CONCLUSÕES E NOTAS FINAIS

O presente trabalho vem mostrar que no Campo Hidromineral e Geotérmico de São Pedro do Sul, se faz a aplicação do recurso (água mineral quente) em dois pólos:

- Pólo das Termas,

  numa primeira fase, o uso do geocalor em espaços urbanos para:

  i) aquecimento ambiental, e

  ii) aquecimento de águas sanitárias;

  e numa segunda fase, em:

  i) aplicações medicinais nas Termas.
- Pólo do Vau,

  i) aquecimento de estufas para produção de frutos tropicais.

Em termos de aplicações medicinais, cuja tradição já vem de muito longe no tempo, apesar de haver potencial para mais, frequentaram as termas 25 450 aquistas no ano de 2002, resultando uma receita global (directa e indirecta) da ordem de 22 087 500 euros/ano.

Em relação aos aproveitamentos geotérmicos, há já a capacidade de consumo de energia por ano de 733 536 kWh e 108 864 kWh, para o Pólo das Termas e do Vau, respectivamente, que a uma taxa de 0.025 euros daria um receita de 21 060 euros/ano.

Salienta-se que a energia prevista para o actual efectivo consumo, em ambos os Pólos, corresponde apenas a cerca de 4.3 % em relação à energia total disponível. Aquela energia global se fosse paga a 0.025 euros/kWh daria uma receita global de 488 808 euros/ano.

Actualmente existem equipamentos e acessórios montados, para possibilitar o consumo de energia em cerca de 49 % e 24 % para o Pólo das Termas e do Vau, respectivamente.

Estão a desenvolver-se trabalhos e pesquisas, no sentido do geocalor poder ficar disponível para vários consumidores, até à capacidade de energia implementada numa primeira fase, e até à capacidade de energia disponível numa segunda fase. Também estão a decorrer trabalhos e estudos, no sentido de em particular no Pólo do Vau se realizar um nova captação, de modo a que este pólo, venha a ter aproximadamente capacidade de energia disponível com a mesma ordem de grandeza à do Pólo das Termas.

Em termos ambientais, ao se considerar que, com o uso desta energia limpa, se está no geral a evitar o consumo de gás propano e ao mesmo tempo a evitar a produção de gases poluentes, para o montante global de energia disponível, se se estiver a substituir o gás propano (PCI a 90%) evitar-se-á lançar na atmosfera 5 043 toneladas/ano de CO_2.

Por fim, refere-se ainda que a própria água mineral após o seu uso, é no geral lançada no rio com cerca de 30ºC; este fluido poderia ainda, em termos geotérmicos, ser aproveitado para outras aplicações, como por exemplo em aproveitamentos piscícolas. Esses aspectos serão equacionados no futuro, após a implementação de um modo sistemático das aplicações geotérmicas em curso.

Agradecimentos

Agradece-se ao Engº Albuquerque, à Nilza Martins e ao Sérgio Santos, da Câmara Municipal de São Pedro do Sul pela colaboração prestada no âmbito do presente trabalho.

BIBLIOGRAFIA

A. Cavaco (1991). Projecto Geotérmico de S. Pedro do Sul. Fase 1. Estudo Prévio de Viabilidade. Relatório Final. C. M. S. Pedro do Sul. (Relatório Interno).

A. Cavaco (1994). Projecto Geotérmico GE-306/94 PO de S. Pedro do Sul. Projecto de Execução. Programa Thermie. C. M. S. Pedro do Sul. (Relatório Interno).

A. Cavaco (1998). Relatório Final. Furo AC1. C. M. S. Pedro do Sul. (Relatório Interno).

Alcântara da Cruz, J.F. (2002). Engarrafamento de Águas Minerais Naturais e de Nascente e Termalismo em 2001. Boletim de Minas Online, Vol. 39 – nº 2. Instituto Geológico e Mineiro. Versão Online no site do IGM (http://www.igm.pt/edições_online/boletim/vol39_2artigo2.htm).

Cardoso, S. E. B. (1999a). Energias Renováveis: Aproveitamento optimizado da energia geotérmica. O caso de S. Pedro do Sul. Projecto Final de Curso. UBI.

Cardoso, S. E. B. (1999b). Proposta de uma Tarifa relativa ao calor geotérmico, no âmbito do Projecto Geotérmico de S.Pedro do Sul. C. M. S. Pedro do Sul.

Ferreira Gomes, L. M. e Albuquerque, F. (1998). A utilização em multi-usos da água minero-termal do Campo Geotérmico de S. Pedro do Sul. 4º Congresso da Água. FIL – Lisboa. Paper 062; 15 p.

Ferreira Gomes, L. M. (1999). Aproveitamento geotérmico em cascata em S. Pedro do Sul. III[as] Sessões Técnicas – Aproveitamento da Energia Geotérmica em Portugal. Instituto Geológico e Mineiro. 23 e 24 de Setembro de 1999. Apresentação oral.

Ferreira Gomes, L. M.; Afonso de Albuquerque, F. J. e Fresco, H. (2001). Protection areas of the São Pedro do Sul Spa, Portugal. Rev. Engineering Geology. Nº 60. Elsevier. pp.341-349.

GDP (1998). Unidades de energia e estrutura do tarifário do Gás Natural. Gás de Portugal, SGPS, AS. Rev. Energia nº1. pp. 32 a 36.

Haven *et al*. (1985). Geochemical studies in the drainage basin of the Rio Vouga. Chemical Geology, 51; pp. 225-238.

Joyce, A. L. M. (1997). Estudo de viabilidade técnica e económica para introdução da energia geotérmica no Centro Termal e Igreja das Termas de S. Pedro do Sul. Departamento de Energias Renováveis do INETI/ITE. (Relatório Interno).

Monteiro, V. (2001). Novas Técnicas de Refrigeração Comercial em Hoteleira. Vol. I. Lidel – Edições Técnicas, Lda. 243p.

Pereira, E. e Ferreira, N. (1985). Geologia regional e controlo estrutural das nascentes termais de S. Pedro do Sul. Comun. Serv. Geol. Portugal. T. 71, fase 1, pp. 17-25.

Prates, M. J. L. (1998). O Acordo de Quioto, as questões comuns sobre mudança do clima e as Energias Renováveis. Rev. Energia nº 1, pp. 4 a 12.

UBI (1997). Legalização da água mineral termal do "Campo Geotérmico" de S. Pedro do Sul como "Recurso Geotérmico". Memória Descritiva. Termas de S. Pedro do Sul. C. M. de S. Pedro do Sul. (Relatório Interno).

UBI (1998). Plano de Exploração da Água mineral termal do "Campo Geotérmico de S.Pedro do Sul. Termas de S. Pedro do Sul. C. M. de S. Pedro do Sul. (Relatório Interno).

UBI (1999). Revisão do Plano de Exploração. Furo AC1. Termas de S. Pedro do Sul. C. M. de S. Pedro do Sul. (Relatório Interno).

UBI (2001). Revisão do Plano de Exploração. Aproveitamento Geotérmico no Polo das Termas. Termas de S. Pedro do Sul. C. M. de S. Pedro do Sul. (Relatório Interno).