

J. M. Ferreira

CONGRESSO DA ÁGUA ANO 2000

5.º CONGRESSO DA ÁGUA

A ÁGUA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
DESAFIOS PARA O NOVO SÉCULO

25 A 29 DE SETEMBRO DE 2000 CULTURGEST



APRH ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

LMCC - Av. do Brasil, 101 | 1700-066 Lisboa CODEX | PORTUGAL
Tel.: (351) 21 844 54 28 | Fax: (351) 21 844 50 17 | url: www.aprh.pt | e-mail: aprh@aprh.pt

ESTUDOS HIDROGEOAMBIENTAIS NA ZONA DA FONTE SANTA DA FREGUESIA DE ÁGUAS DE PENAMACOR

L. M. Ferreira Gomes ⁽¹⁾; C. M. Machado Saraiva ⁽¹⁾; J. S. Ramalho Eanes ⁽¹⁾;
V. M. Pissarra Cavaleiro ⁽¹⁾

RESUMO

Como em muitos casos do interior do País, a zona das Termas da Fonte Santa é um local, com umas "Termas" ilegais e antigas, cujo recurso (água mineral) além de ser insuficiente, está contaminado em relação a aspectos bacteriológicos.

Devido ao potencial existente, no sentido de efectuar uma Unidade Termal de saúde associada a um Parque de repouso e lazer, desenvolvem-se estudos, que além de contribuírem para o aumento do conhecimento do domínio hidrológico da região, contribuirão com certeza a curto prazo, para o desenvolvimento de uma região que se está a tornar despovoada.

Apresentam-se os aspectos geomorfológicos, geológico-estruturais, geoambientais e geofísicos, de modo a contribuírem para o conhecimento do modelo geohidráulico da região do Plutonito de Penamacor-Monsanto e em particular do circuito geohidráulico que está na base da água mineral da Fonte Santa da Freguesia de Águas.

Os estudos geomórfológicos, geológicos e estruturais estão na base do entendimento de todo o modelo geohidráulico. Os estudos geoambientais e em particular a construção de cartas de isolinhas de pH e de condutividade a partir de registos em pontos de água, permitiram concluir que a ressurgência da água mineral em questão é muito localizada. Estes últimos estudos levaram a que se seguisse uma fase de estudos geofísicos, numa área restrita e na zona das anomalias das anteriores cartas.

Finalmente, todos estes estudos permitiram localizar um conjunto de furos de prospecção e pesquisa no sentido de intersectar e confirmar o circuito hidromineral em local não contaminado.

Palavras chave: água mineral, Penamacor-Monsanto, circuito geohidráulico, ambiente, Termas.

(1) Universidade da Beira Interior, Departamento de Engenharia Civil, 6200-254 Covilhã.

1 - INTRODUÇÃO

A zona de estudo situa-se na Freguesia de Águas, Concelho de Penamacor do Distrito de Castelo Branco.

O presente estudo resulta na sequência de um projecto de pesquisa na Região de Penamacor, implementado entre a Câmara Municipal de Penamacor e a Universidade da Beira Interior, havendo como objectivo final, conseguir água mineral com qualidade e em quantidade suficiente para permitir instalar uma Unidade Termal de Saúde e um Parque de repouso e lazer, associado.

Efectuou-se até ao momento uma série de trabalhos, cujos resultados foram organizados nos relatórios UBI (1999 a,b,c), que orientando sobre o modelo geohidráulico da região, teve como principal resultado imediato, a proposta de realização de três furos de prospecção e pesquisa.

Actualmente, no local de maior interesse ao estudo, há duas antigas captações muito próximas, associadas a nascentes minerais não classificadas e que são:

- i) *Nascente Principal*, com várias emergências numa galeria, com um caudal de 0.3 l/s aproximadamente, no total;
- ii) *Nascente Tradicional*, com uma emergência no interior de um reservatório tipo tanque, com um caudal de 0.1 l/s aproximadamente.

A água no interior do tanque, atinge a cota 385.5m, ou seja 0.5 m acima do nível da cota da rua, evidenciando artesianismo.

Em termos físico-químicos, de acordo com IGM-LAB(1987), trata-se de uma água mineral sulfúrea, com mineralização total de 325.2 mg/l, pH de 7.76 e condutividade de 280 μ S/cm; a temperatura na emergência apresenta 17 °C aproximadamente constante ao longo do ano. Em termos bacteriológicos, estudos recentes mostram que a água contém Germes totais, Coliformes totais e Clostridium sulfito-redutores.

A água mineral serviu uma Unidade Termal (Edifício) designada por Termas da Fonte Santa.

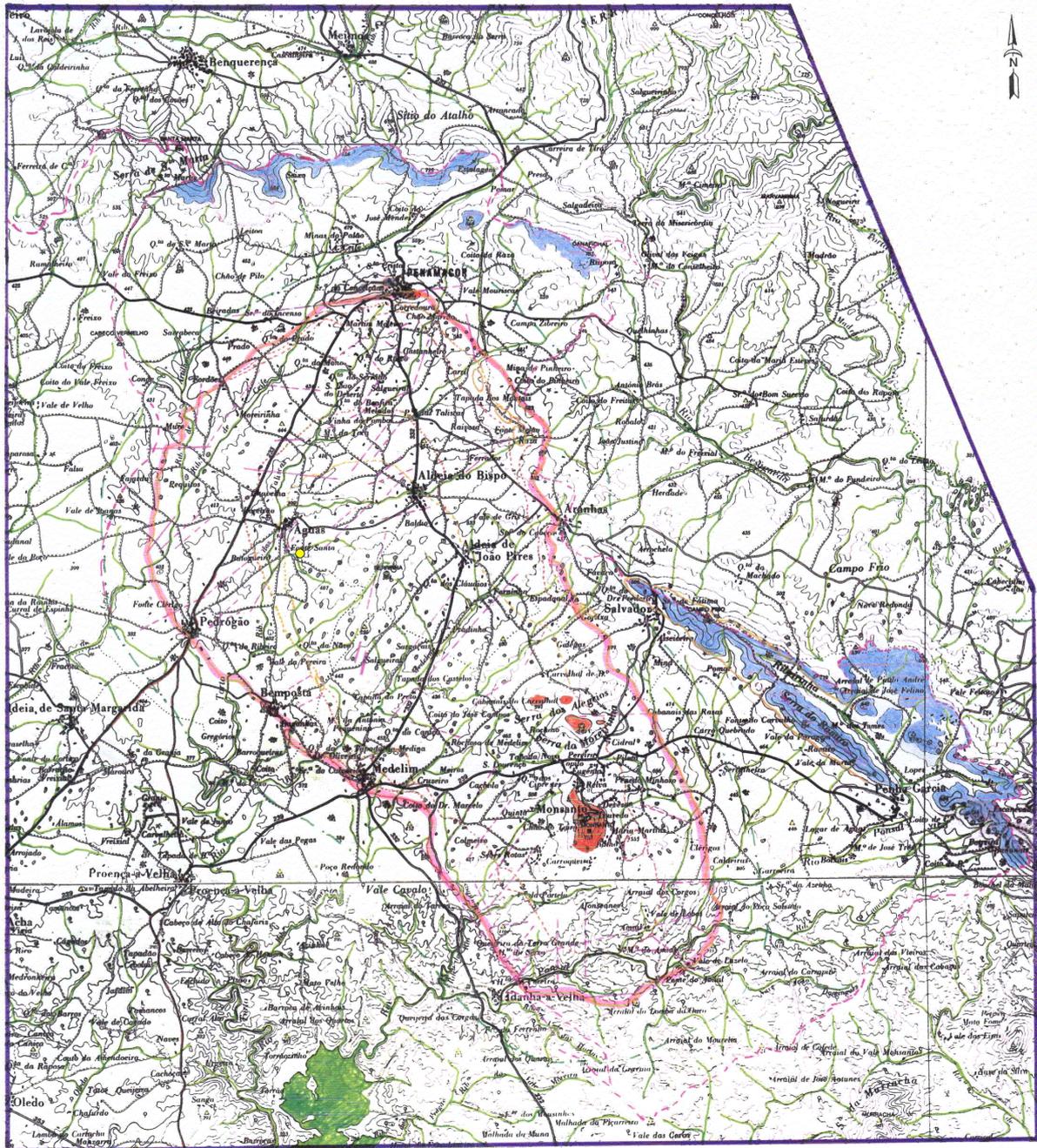
2 - GEOMORFOLOGIA

Em termos geomorfológicos a região que interessa analisar com maior importância ao presente estudo, é constituída por uma área com forma em planta aproximadamente elíptica de 19 km x 9 km, de direcção NW-SE (Fig.1) e que inclui no seu interior o *Plutonito granítico de Penamacor-Monsanto*, com uma área global com cerca de 140 km².

Aquela área situa-se na unidade geomorfológica designada por “Planura de Castelo Branco” (SOARES *et al.*, 1985) e que contrasta com a unidade “Cordilheira Central”, bem conhecida por incluir a Serra da Estrela e a Serra da Gardunha.

Na “Planura de Castelo Branco”, na região que interessa ao presente estudo, sobressaem no interior do Plutonito, os “montes ilhas” (Inselberg) de Monsanto, com cota máxima de 763, e os das serras da Moreirinha e dos Alegrios, com cota máxima de 681, ambos a sul, e ainda a norte o de Penamacor, com cota máxima de 604.

Externamente ao Plutonito, mas em áreas que drenam para o interior dele, salienta-se a crista Ordovícica quartzítica a Este, desde o Campo Frio a Penha Garcia com a cota máxima de 768, onde se inicia um considerável número de linhas de água, que vão dar origem ao Rio Pônsul; este rio atravessa o Plutonito a Sul, numa extensão superior a 6 km. Ainda externamente, mas a Norte do Plutonito, salientam-se as áreas desde o Canafichal até à bordadura da Serra de Sta Marta, com cota máxima de 804, onde se iniciam algumas linhas de água que vão dar origem às ribeiras de Ceife e de Artilhosa; estas ribeiras vão passar alguns quilómetros no interior do Plutonito, próximo da sua bordadura a NW.



Legenda

- Fonte Santa
- Limite do Plutonito de Penamacor-Monsanto
- Rede de drenagem
- Áreas no interior do Plutonito com cotas superiores a 600 metros
- Áreas exteriores ao Plutonito com cotas superiores a 600 metros e que drenam as águas de superfície para o interior do Plutonito

Figura 1 – Aspectos geomorfológicos da região em estudo, com interesse para as Termas de Águas Santas, da Freguesia de Águas do Concelho de Penamacor (adaptado de cartas à escala 1:100 000).

Os aspectos anteriores têm particular importância, porque o Plutonito granítico bastante mais permeável que as formações envolventes, constituídas por terrenos xistentos quase impermeáveis, leva a que os seus recursos hídricos subterrâneos, dependam essencialmente dos recursos hídricos de superfície, quer daqueles caídos no próprio Plutonito, quer daqueles que drenam de fora para o seu interior, onde aí se infiltram, recarregando as reservas subterrâneas.

No interior do Plutonito, das linhas de água de maior significado, com início essencialmente dentro deste (Fig.1), destaca-se a Ribeira das Taliscas, que passa no interior da Freguesia de Águas, a cerca 800 metros a oeste das Termas, e ainda a Ribeira de Medelim, mais a sul das Termas e na zona central do Plutonito, e que o corta totalmente quase em linha recta e com direcção NE-SW. A união das duas ribeiras referidas anteriormente, dá origem ao Rio Torto, já fora do Plutonito.

A zona das nascentes minerais, a uma cota aproximada de 385, localiza-se numa área que em termos globais se poderá considerar típica da “Planura de Castelo Branco, com a excepção de, mesmo, junto ao Edifício das Termas aflorar um pequeno “ilhote” de granito muito são com cota máxima de 402; este “ilhote” é interrompido bruscamente na bordadura Sul, pelo Ribeiro da Fonte Santa, com a direcção global N85°E.

O Ribeiro da Fonte Santa, corresponde a uma pequena linha de água, de ordem 4, de acordo com a classificação de Strahler (LENCASTRE e FRANCO,1984), tendo como base a carta topográfica à escala 1/25000; este tem o seu início na zona do Horto com características de montanha, com cota máxima de 551 m e a uma distância do edifício das Termas, em linha recta, de cerca de 1.8 km. Este ribeiro vai confluir na Ribeira das Taliscas, a menos de 1 km das Termas, para oeste.

Salienta-se que a Ribeira das Taliscas é a linha de água mais importante, das proximidades das Termas, sendo de salientar que é um curso de água do tipo intermitente.

3 - SITUAÇÃO GEOLÓGICA

Em termos mega-regionais, geologicamente a região é dominada essencialmente por uma formação metassedimentar, geralmente designada por Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) e ainda pelas formações graníticas e em particular pelo Plutonito de Penamacor/Monsanto (Fig.2). Note-se que o Plutonito de Penamacor/Monsanto está envolvido pelas formações do CXG. Salienta-se a **grande falha** registada na Figura 2a, que quase atravessa o Plutonito na zona central, com direcção geral N65°E, e que é intersectada por uma outra de menor extensão de direcção N20°E. A grande falha entende-se que passa mesmo junto às Termas, exactamente onde se encaixa o Ribeiro da Fonte Santa, localmente com a direcção N85°E e desenvolvimento para NE até à Ribeira da Aldeia do Bispo; a referida falha passa-se a designar por **Falha da Fonte Santa**.

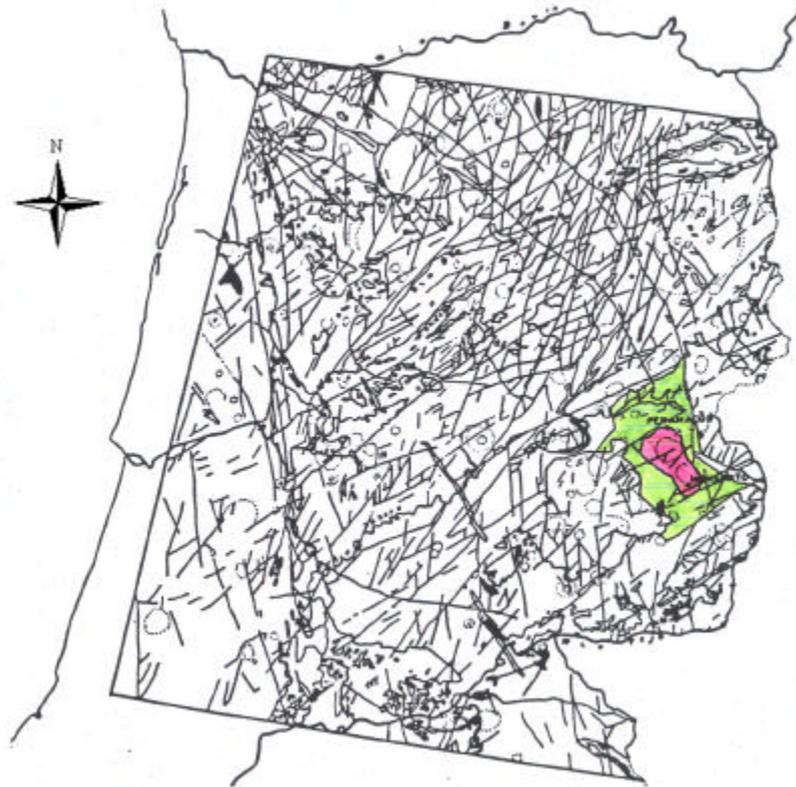
Para a região, da base para o topo, em termos crono-estratigráficos, tem-se:

Unidade 1 - Pré-Câmbrico/Câmbrico

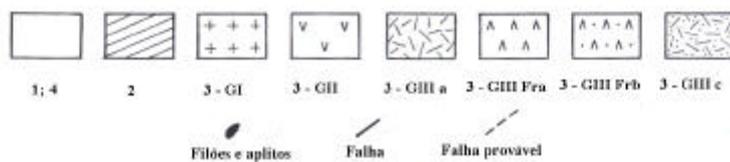
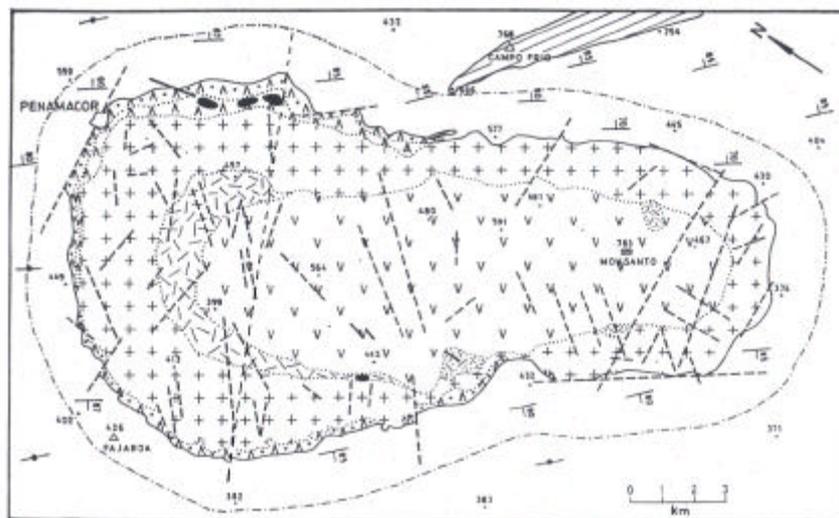
Constituída pelo Complexo Xisto-Grauváquico (CXG), inclui rochas xistentas, principalmente em alternâncias de xistos predominantemente argilosos ou argilo-gresosos com grauvaques. Ocorre nas zonas marginais do Plutonito granítico.

Unidade 2 – Ordovícico

Da base para o topo, esta unidade é constituída por quartzitos com seguimento de bancadas mais delgadas de quartzitos xistóides e xistos argilosos intercalados com os quartzitos (THADEU,1951, in SOARES *et al.*)



a)



b)

Figura 2 a - Enquadramento geológico regional da área em estudo e em particular do Plutonito de Penamacor/Monsanto (Adaptado de ANDRADE,1983, in COSTA CAMPOS, 1987); Escala »1/1000 000; 2 b - Aspectos geológicos particulares (Adaptado de NEIVA e COSTA CAMPOS, 1992): 1 - Pré-cambriço/Câmbrico; 2 - Ordovícico; 3 - Plutonito de Penamacor/Monsanto; 4 - Auréola de metamorfismo de contacto (localiza-se na bordadura da Unidade 1, próximo da Unidade 3 e de um modo irregular).

Unidade 3 – Plutonito de Penamacor-Monsanto (Orogenia Hercínica)

Esta unidade, constituída essencialmente por granitos porfíroides de duas micas, no geral alterados hidrotermalmente, foi estudada com detalhe por COSTA CAMPOS (1987) e NEIVA e COSTA CAMPOS (1992, 1993), tendo aqueles autores proposto as seguintes subunidades:

GI, Granito porfíroide de grão *grosseiro a médio biotítico-moscovítico*, geralmente alterado e quanto mais alterado mais moscovítico, ocorrendo ao longo da margem;

GII, Granito porfíroide de grão *grosseiro moscovítico-biotítico*, geralmente alterado, aflorando no núcleo;

GIII, Granito porfíroide de grão *médio biotítico-moscovítico*, ocorrendo entre o núcleo e a margem (GIII a); ocorre ainda na margem norte do Plutonito, a envolver o GI, sendo aí muito alterado e moscovítico-biotítico (GIIIFra), e ainda ocorre na margem norte, mesmo na bordadura, aí um pouco mais grosseiro e moscovítico-biotítico (GIIIFrb); pontualmente, também ocorre isolado, similar a GIIIFrb, mas moscovítico (GIIIC);

Unidade 4 – Auréola de metamorfismo de contacto (Orogenia Hercínica)

É constituída por xistos mosqueados e por vezes corneanas com andaluzite e cordierite. Envolve, naturalmente, o Plutonito.

Unidade 5 – Aluviões recentes

É constituída essencialmente por detritos essencialmente areno-cascalhentos, sem significado na região com interesse às Termas.

Salienta-se que o Plutonito se encontra hidrotermalmente alterado, ocorrendo os maiores graus de alteração na margem e no núcleo. A acção do hidrotermalismo poderá resultar essencialmente do controlo estrutural, jogando os filões e as falhas que cortam alguns destes maciços, como zonas de fraqueza favoráveis à migração de fluidos.

A alteração meteórica afecta intensamente o Plutonito, havendo grandes áreas bastante arenizadas, resultando em alguns casos o maciço quase terroso.

O local das Termas e em particular das nascentes minerais, ocorrem na Unidade GII, granito porfíroide de grão grosseiro moscovítico-biotítico. Nas áreas envolventes e próximas, ocorre também o granito da mesma unidade, apesar de apresentar diferentes graus de alteração.

A unidade GIII, constituída por granitos porfíroides de grão médio, biotítico-moscovítico (GIIIa) ocorre a oeste das Termas, a cerca de 600 m, na zona da Ribeira das Taliscas.

Efectuou-se o levantamento geológico-estrutural detalhado (à escala 1/1000) na zona das Termas, apresentando-se na Figura 3. Verifica-se que as nascentes minerais ocorrem numa zona de Granito porfíroide, apenas levemente alterado (W2). Nas áreas envolventes domina o mesmo tipo de granito, mas com alteração moderada (W3), verificando-se por vezes alteração elevada (W4).

Muito localmente, não tendo sido cartografado, por não ter significado à escala utilizada, ocorrem zonas de solo residual (S), ou seja de granito completamente alterado (W5).

Também localmente, ocorrem pequenas zonas de Granito W2, sendo de salientar que correspondem apenas a “bolas de granito são”, salientes no terreno.

Por fim, salienta-se que há uma área junto às principais linhas de água, cartografada como aluviões areno-siltosas, e que corresponde à zona de solo cultivada na região, essencialmente com hortícolas.

Em termos estruturais salienta-se a particularidade de existir uma grande família de fracturas, N40°E,V, muito abertas, lisas e extensas, que poderão corresponder a falhas recentes ou mesmo actuais; o maciço onde ressurgiu a água mineral, aparentemente está encaixado entre duas falhas, segundo aquela atitude.

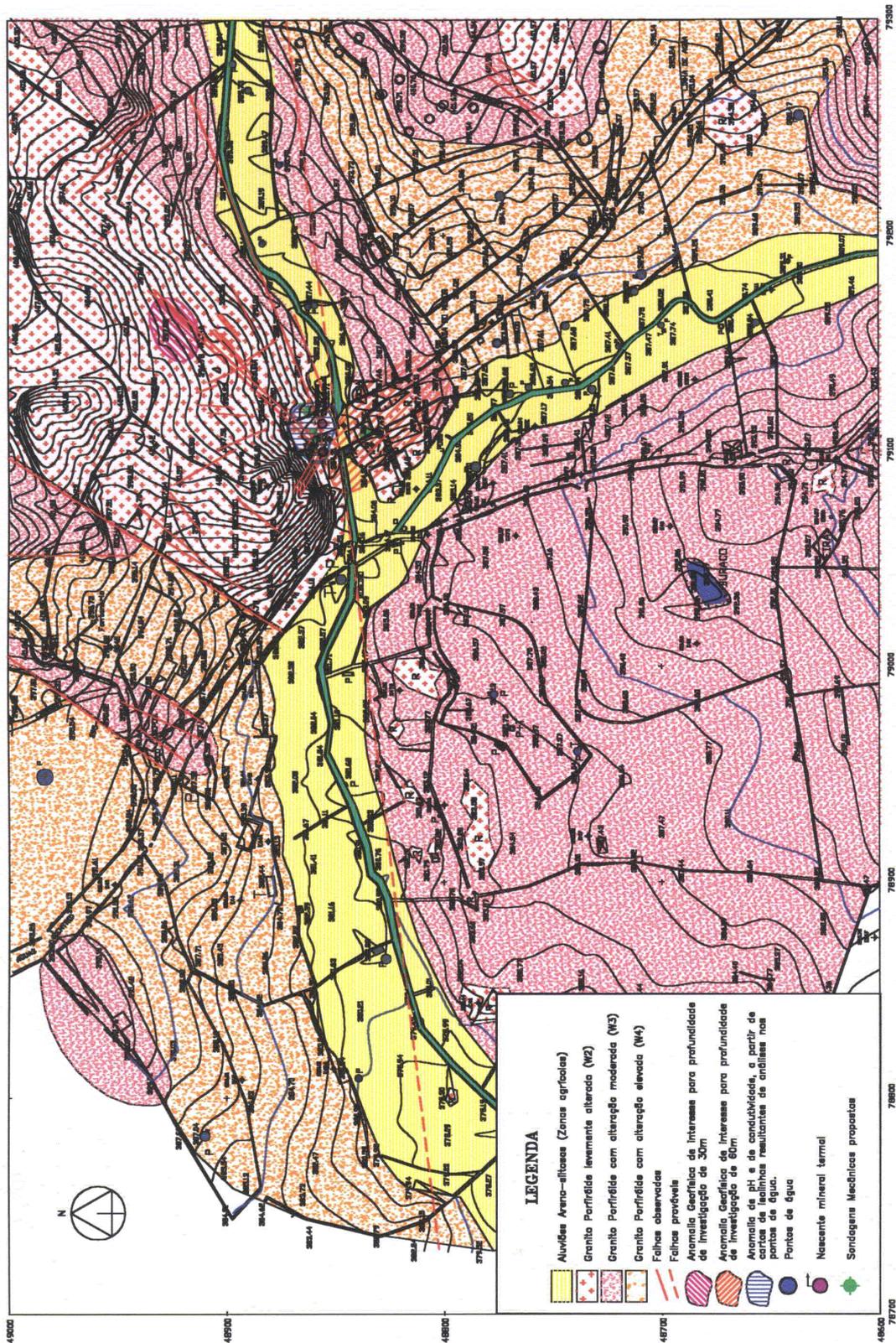


Figura 3 - Carta geológico-estrutural, a partir de levantamento à escala 1/1.000 na zona das Termas de Águas Santas.

4 – ESTUDOS GEOAMBIENTAIS

Na sequência de alguns estudos geoambientais, apresentados com algum detalhe em UBI (1999a), com base em medições de pH, condutividade e temperatura, em 132 pontos de água (poços, minas, nascentes, charcas e furos), despiestaram-se as áreas mais distantes, envolventes às Termas. Os dados obtidos directamente no campo, no mês de Julho, foram efectuados com sondas individuais “in situ” acopladas a um aparelho “Multiline F/SET-3” de marca WTW. Os registos efectuaram-se no interior de um amostrador de vidro, imediatamente após a colheita; este amostrador recolhia a água mesmo no fundo de cada poço ou outro, exceptuando nos furos profundos que se recolhia a água directamente para o amostrador, após algum tempo de saída da água do furo.

De entre os dados registados, salientam-se os de pH e de condutividade, tendo-se obtido para o pH, valores entre 5.25 e 8.06 e para a condutividade, valores entre 31 e 371 $\mu\text{S}/\text{cm}$; os menores valores de ambos os parâmetros correspondem a águas que não têm qualquer relação com as águas minerais da Fonte Santa; os maiores valores foram obtidos na água da Nascente Principal, no interior da galeria existente. Os dados obtidos depois de tratados em termos gráficos apresentam-se nas Figuras 4 e 5. Ambas as figuras levam claramente a uma única anomalia na zona das Termas.

Assim, estes estudos levaram a encurtar as zonas de interesse para pesquisar as águas minerais e para as proximidades das Termas, uma vez que as anomalias são muito localizadas.

Os estudos geofísicos efectuaram-se numa área de 250m x 360m, entre as meridianas 78900 e 79260, e as perpendiculares 48700 e 48950. Os estudos efectuados, durante o mês de Julho, foram do tipo Eléctromagnético, tendo-se usado um equipamento EM34/3; efectuaram-se 5 fiadas de registos, segundo a direcção W-E, usando o emissor sempre do lado oeste e o receptor do lado este. O afastamento entre as bobinas (emissor/receptor) foi sempre de 40 metros, quer em dipolo horizontal, quer em dipolo vertical, correspondendo a registos de condutividade eléctrica aparente para profundidades virtuais de 30 e 60 metros, respectivamente.

Foram efectuados 140 registos; cada valor obtido, em termos de interpretação foi considerado no centro do dispositivo. Os resultados obtidos, após tratamento em cartas de isolinhas, em termos de condutividade eléctrica aparente, para as profundidades virtuais de investigação de 30 e 60 metros, apresentam-se na Figura 6, salientando-se essencialmente que a anomalia de maior interesse, é a verificada para profundidade de investigação virtual de 60 m, junto às Termas, ou seja nas proximidades da Nascente Mineral Principal.

5 - SITUAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

A situação hidrogeológica é uma consequência dos aspectos geomorfológicos e geológicos apresentados nos itens respectivos, sendo de considerar as seguintes principais unidades hidrogeológicas:

Unidade A - Formações de Permeabilidade Muito Reduzida

Inclui as unidades geológicas 1 e 4, ou seja as formações xistentas do CXG e ainda as mesmas formações afectadas pelo metamorfismo de contacto; a permeabilidade destas formações é do tipo fissural, funcionando na globalidade, quase como que “impermeáveis”, no entanto localmente e ao longo de algumas fracturas, pode-se verificar uma permeabilidade modesta, mas sempre muito inferior à verificada no Plutonito.

Unidade B - Formações de Permeabilidade Reduzida

Inclui os terrenos do Ordovícico, salientando-se que a permeabilidade do tipo fissural destas formações, geralmente reduzida, por vezes localmente é considerável, sendo responsável por significativas recargas aquíferas; esta unidade não se considera com qualquer interesse para o presente estudo, na medida em que estas formações ao constituírem um sinclínio que mergulha para SE, afastam os recursos subterrâneos do Plutonito.

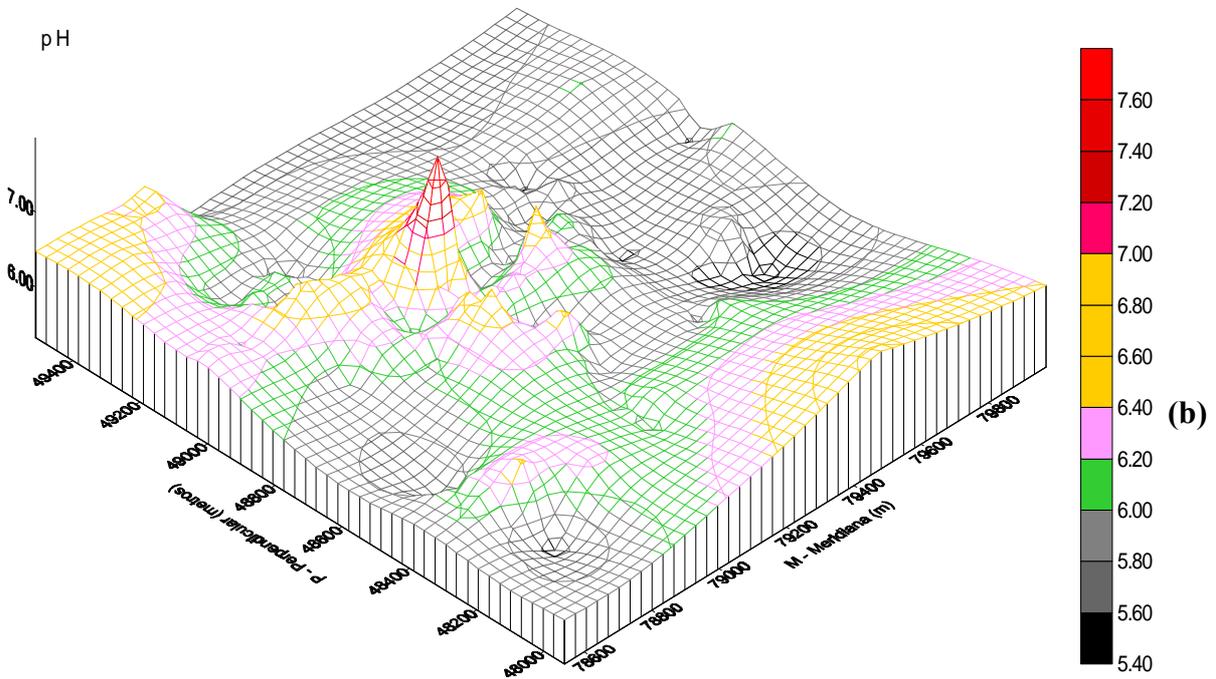
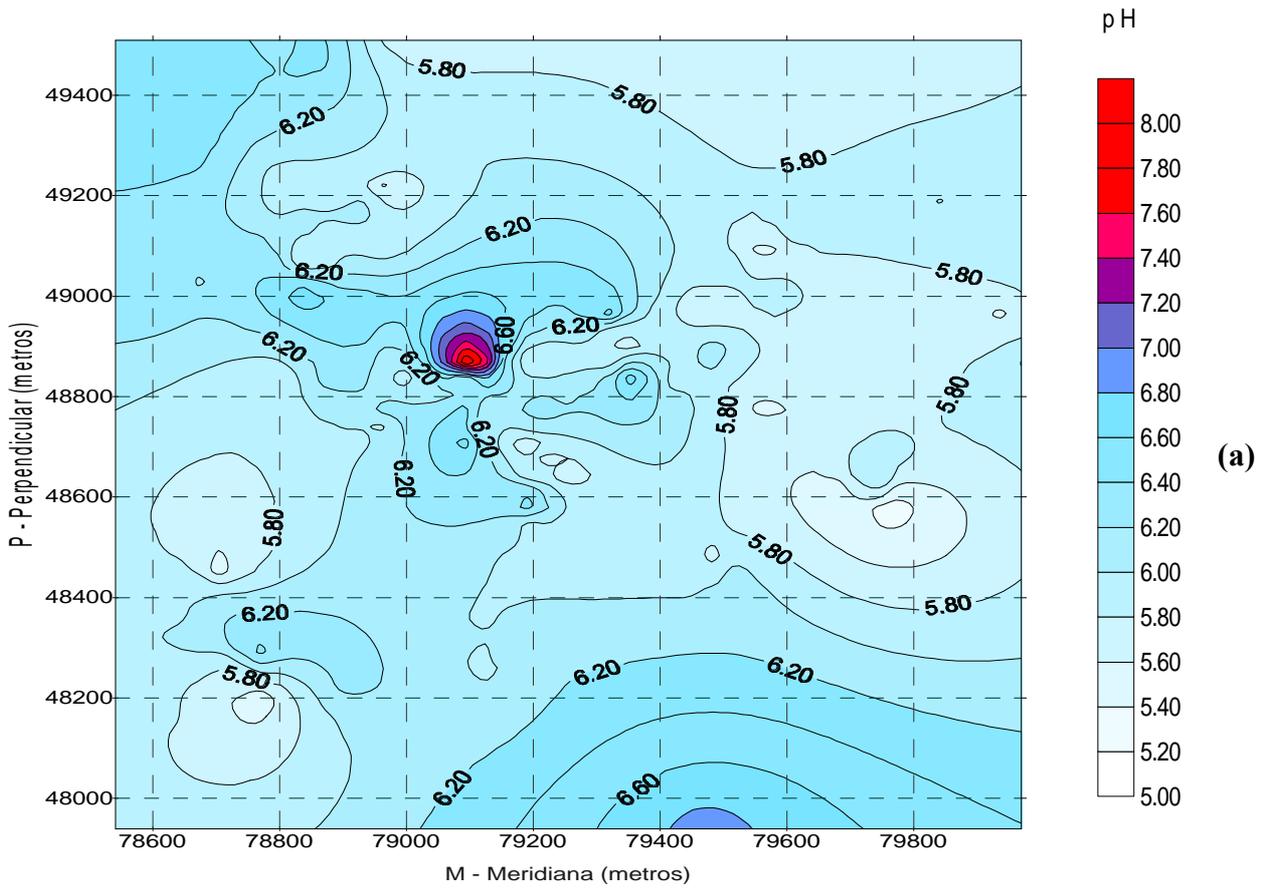


Figura 4 – Carta de isolinhas de pH (a) e respectivo esboço tridimensional (b), a partir de resultados obtidos em pontos de água na região das Termas de Águas Santas.

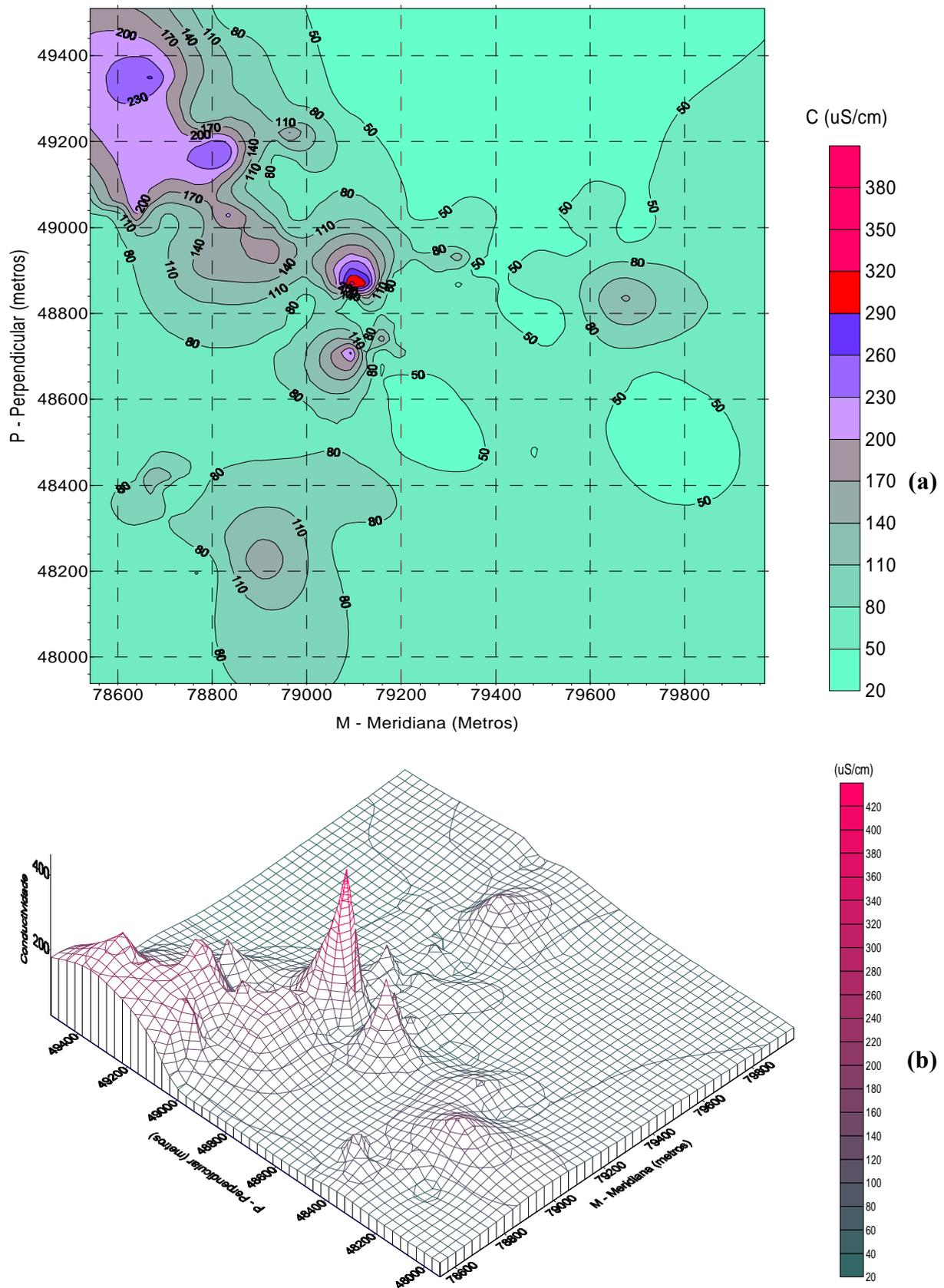


Figura 5 – Carta de isolinhas de condutividade – c (a) e respectivo esboço tridimensional (b), a partir de resultados obtidos em pontos de água na região das Termas de Águas Santas.

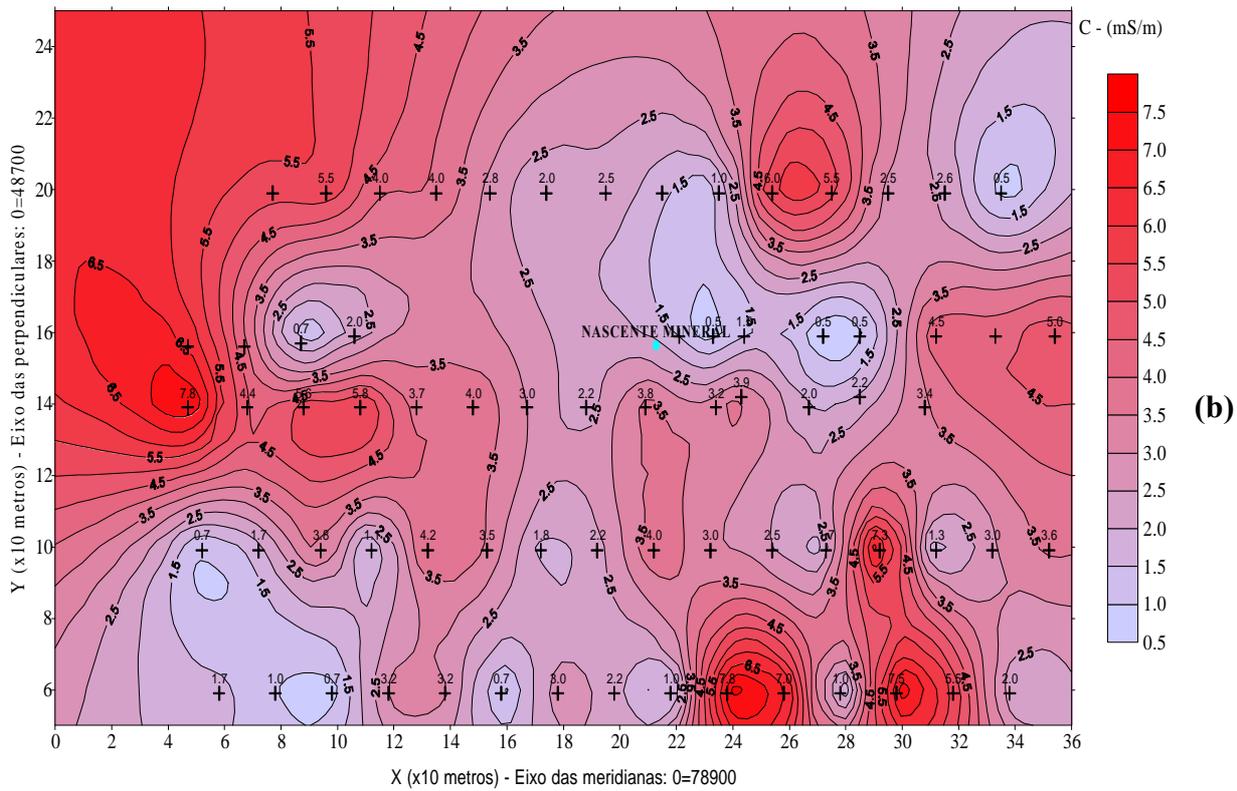
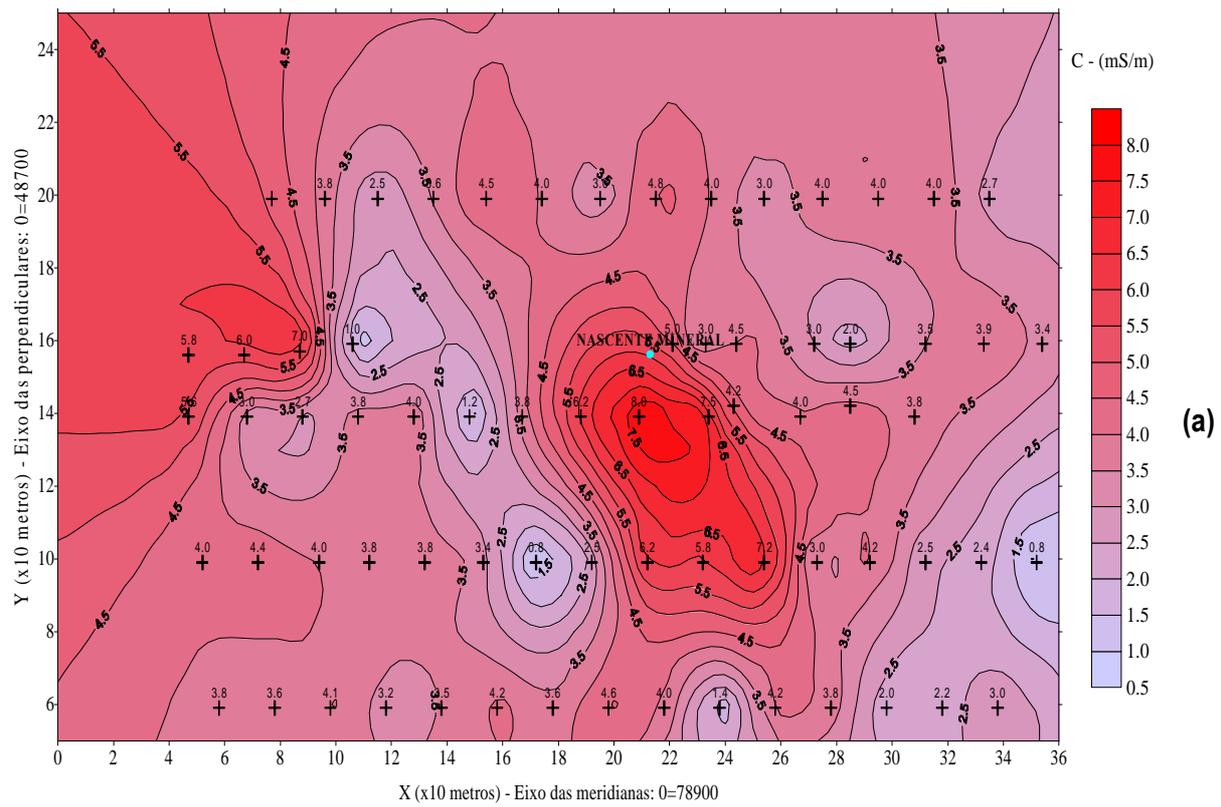


Figura 6 - Resultados dos estudos geofísicos em termos de cartas de isolinhas de condutividade aparente para profundidades virtuais de investigação de 30 metros (a) e de 60 metros (b).

Unidade C - Formações de Permeabilidade Variável

Inclui os terrenos graníticos do Plutonito, com permeabilidade:

i) do tipo fissural, geralmente reduzida a média, e localmente elevada devido à franca abertura das descontínuidades desta unidade;

ii) do tipo intersticial, geralmente média, na sequência de haver grandes áreas do maciço bastante arenizado e em zonas de declives suaves quase horizontais, favorecendo a infiltração e recarga dos aquíferos.

A descarga da água mineral das Termas, emerge à cota 385, em local de granito levemente alterado, onde apenas se verifica permeabilidade fissural.

De acordo com dados apresentados no PDM de Penamacor (PLURAL, 1993), salienta-se que as temperaturas médias anuais para a zona em estudo, oscilam entre 12.5 e 15°C, realçando-se as grandes diferenças do período frio, em que se chega a atingir temperaturas da ordem de -5°C e máximas na ordem dos 39 °C no período quente; a precipitação, em termos de valores médios anuais, oscila entre 700 e 800 mm, e a evapotranspiração real, em termos médios anuais oscila entre 500 e 600 mm.

6 – CONSIDERAÇÕES PROPOSTAS SOBRE O MODELO GEOHIDRÁULICO

Como se pode verificar no item anterior, região em estudo apresenta modestas precipitações anuais e considerando a evapotranspiração real, leva naturalmente a modestos excedentes.

Por outro lado, tem-se uma situação altamente favorável em termos de recarga potencial no Plutonito, não só porque apresenta um vasto conjunto de fracturas francamente abertas, como apresenta grandes áreas muito arenizadas e semi-horizontais, favorecendo a infiltração e consequentemente a recarga.

Há ainda a particularidade de algumas linhas de água com início fora do Plutonito e que correm para o seu interior, para depois voltarem a sair; esta última situação favorece a recarga de aquíferos profundos e que poderá ser a principal responsável pela recarga de água, que passado muitos anos (5000 anos ?) vai ressurgir nas nascentes das Termas de Águas Santas.

A situação do Plutonito estar rodeado por formações metamórficas quase impermeáveis, por um lado dificulta a vinda de fluxos subterrâneos de grandes distâncias, mas por outro lado, favorece a situação, pois tudo funciona como uma “esponja dentro de um balde”, em que toda a água que aí entra não sai horizontalmente, permitindo assim que o seu fundo esteja com certeza saturado.

O contacto entre o Plutonito e as rochas metamórficas poderá ser um caminho preferencial da recarga.

As formações graníticas, bastante jovens em relação ao maciço envolvente do CXG, possibilitam devido às suas características genéticas, que a profundidades não muito grandes (1 a 2 km) se atinjam temperaturas claramente acima da média da crosta; ora essa situação localmente poderá colocar as águas com temperaturas significativas, que facilitam a subida da água mineral.

A contribuir para o processo está o papel da grande falha, a já designada Falha das Águas Santas, que sendo muito extensa e profunda serve como que de rampa de lançamento à subida da água e que a transporta quase em linha recta na vertical, naquele ponto.

Salienta-se que na zona das nascentes minerais, há ainda a particularidade da existência de um nó tectónico, que é o resultado da intersecção da Falha das Águas Santas, que localmente tem a direcção N85°E, com a Falha N40°E (ou conjunto de falhas, pois são várias); entretanto, associado àquele nó tectónico, há também um grupo de falhas de direcção N60°W, que parece contribuir para as ressurgências. Estas particularidades fazem com que o local seja talvez único em todo o Plutonito.

Assim, acredita-se que a execução de um conjunto de furos de pesquisa de acordo com o proposto na Figura 3, permitirá intersectar o circuito da água mineral, numa zona de descarga natural, sem poluição bacteriológica.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo insere-se no âmbito da Unidade de I&D202, FCT, à qual se agradece os apoios prestados; agradece-se também à Câmara Municipal de Penamacor (CMP), entidade que financia o projecto em que este estudo se insere e ainda o apoio do Eng. José Romão na composição final do presente documento.

BIBLIOGRAFIA

COSTA CAMPOS, T. - "*Geoquímica das rochas graníticas e seus minerais do Plutonito de Penamacor – Monsanto e algumas considerações sobre possível mineralização estanífera*". Tese para a obtenção do grau de Mestre em Geoquímica. Universidade de Aveiro, 1987, 83p.

IGM-LAB - "*Análise química. Nascente da Fonte Santa*" – Aldeia de Águas, 1987, 3p.

LENCASTRE, A. e FRANCO F.M. - "*Lições de Hidrologia*". Universidade Nova de Lisboa, 1984, 451p.

NEIVA, A.M. R.; COSTA CAMPOS, T. - "Genesis of the zoned granitic pluton of Penamacor – Monsanto, Central Portugal". *Memórias e Notícias*, Pub. Mus. Lab. Mineral. Geol., 114, Univ. Coimbra, 1992, pp. 51-58.

NEIVA, A. M.R.; COSTA CAMPOS, T. - "The zoned granitic pluton of Penamacor – Monsanto, Central Portugal: Hydrothermal alteration". *Memórias e Notícias*, Pub. Mus. Lab. Mineral. Geol. 116, Univ. Coimbra, 1993, pp.21-47.

PERDIGÃO, J.C. - "*Carta Geológica de Portugal*". Escala 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 21-D, Vale Feitoso. Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos. Lisboa; 1976, 11p.

PLURAL - "*Plano Director Municipal (PDM) de Penamacor*". Volume III – Análise Biofísica (Memória Descritiva). Câmara Municipal de Penamacor, 1993.

SOARES, J.; RODRIGUES, L.; VIEGAS, L.; PEDROSO LIMA, L.; E CARDOSO FONSECA E. - "Cartografia de imagens geoquímicas por filtragem linear: Aplicação à Área de Fundão - Penamacor". *Com. Serv. Geol. Portugal*; t.71, fasc.2, 1985, pp.223-230.

UBI - "Trabalhos de desenvolvimento sobre recursos hidrominerais". *Estudos Geoambientais*. Águas Santas, Freguesia das Águas, Penamacor. C.M. de Penamacor. (Relatório Interno), 1999a.

UBI - "Trabalhos de desenvolvimento sobre recursos hidrominerais". *Estudos Geofísicos*. Águas Santas, Freguesia das Águas, Penamacor. C.M. de Penamacor. (Relatório Interno), 1999b.

UBI - "Trabalhos de desenvolvimento sobre recursos hidrominerais". *Estudos Hidrogeológicos*. Águas Santas, Freguesia das Águas, Penamacor. C.M. de Penamacor. (Relatório Interno), 1999c.