



Sociedade de Geografia 15 de Novembro de 2012
**RECURSOS HÍDRICOS TERMAIS –AQUÍFEROS
TERMAIS**

**MODELOS CONCEPTUAIS DE DESENVOLVIMENTO
O CASO PARTICULAR DO OESTE E DAS CALDAS DA
RAINHA**

José Martins Carvalho, *EurGeol, PhD*

Vista do Hospital das Caldas como se achava em 28 de Setembro de 1947

para o médico
ÁGUA TERMAL



**É A ÁGUA QUE TENDO
PROPRIEDADES
TERAPÊUTICAS É USADA
EM BALNEÁRIOS
TERMAIS** (Pomerol & Ricour 1992)

T > 37°C (Klimentón 1973)

para o geólogo

ÁGUA TERMAL

(ou **TERMOMINERAL**)

TEMPERATURA DE EMERGÊNCIA (T)
SUPERIOR À TEMPERATURA
MÉDIA DO AR (T_{ar}) NA REGIÃO

- $T > T_{ar} + 5^{\circ}\text{C}$ (White 1957)
- $T > T_{ar} + 4^{\circ}\text{C}$ (Schoeller 1962)
- $T > 20^{\circ}\text{C}$ (Malkovsky & Kacura 1969)



para o médico

ÁGUA TERMAL



Termalismo vs águas engarrafadas

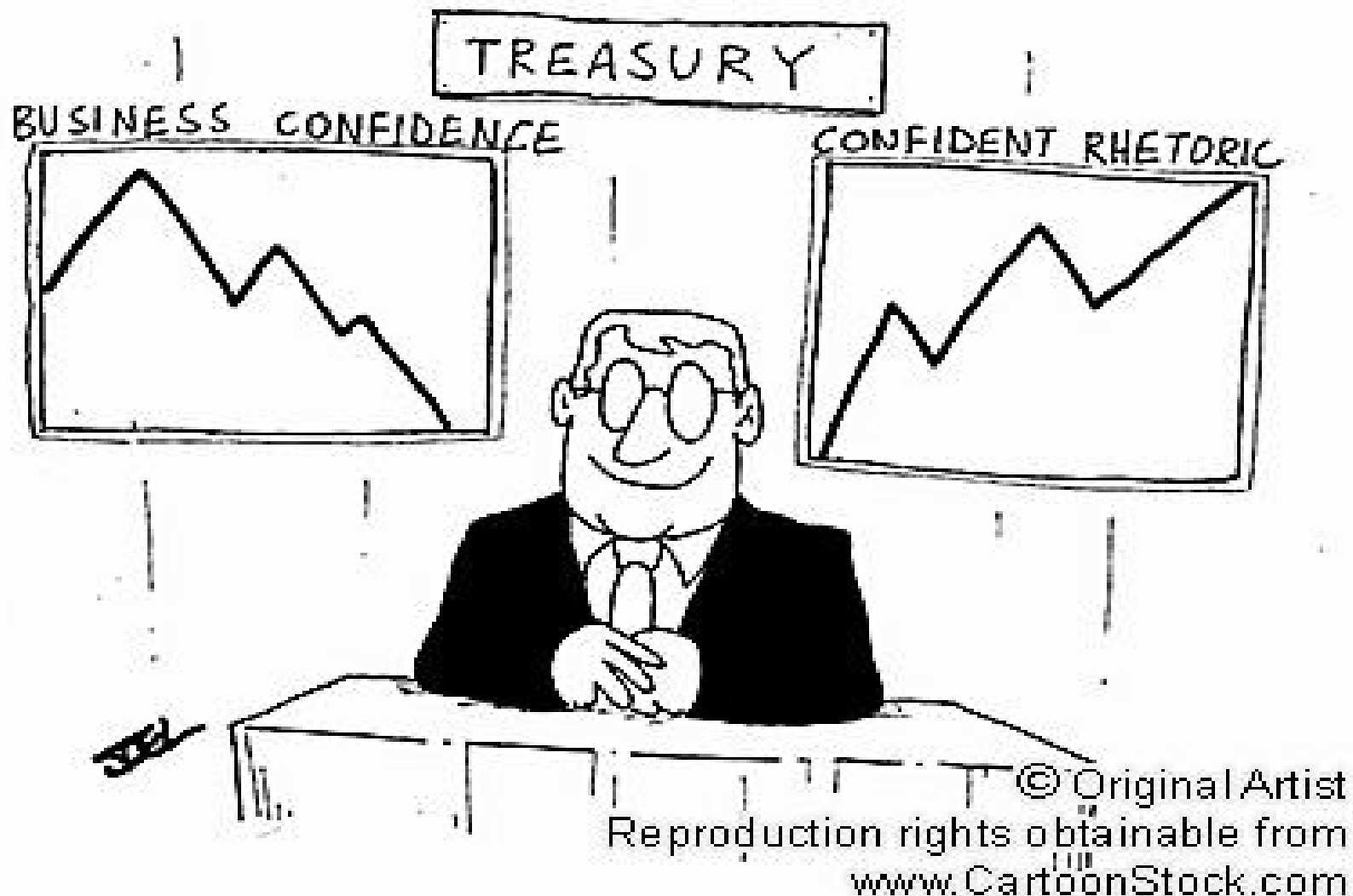
para o geólogo

ÁGUA MINERAL

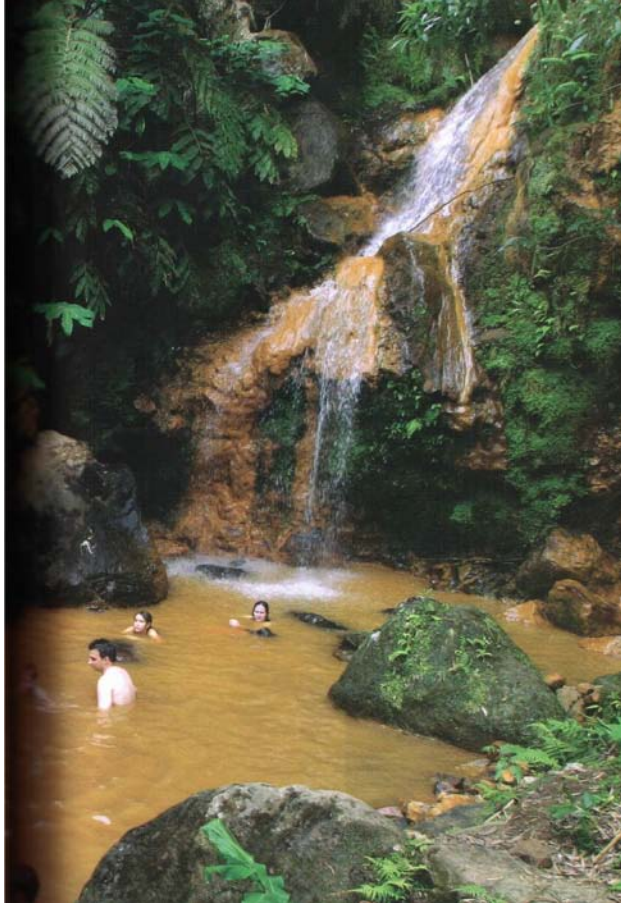
distingue-se das águas normais da região pelas suas propriedades físico-químicas (pH, temperatura, sulfuração, mineralização total, etc.)



O conceito normativo e económico de água mineral natural



Água Mineral Natural



Água considerada bacteriologicamente própria, de circulação profunda, com particularidades físico-químicas estáveis na origem dentro da gama das flutuações naturais, de que resultem propriedades terapêuticas ou simplesmente efeitos favoráveis à saúde.

EM TERMOS NORMATIVOS A ÁGUA MINERAL NATURAL É UM RECURSO GEOLÓGICO (tutela do *Ministério da Economia, Energia, Obras Públicas e Telecomunicações*).

NÃO É INCLUÍDO NO CONCEITO DE RECURSO HÍDRICO (tutela do *Ministério da Agricultura, Território, Mar e Ambiente*).

EFEITOS TERÂPEUTICOS

A actual legislação portuguesa não considera os conceitos de:

- Água Mineromedicinal
- Água Medicinal



Efeitos Medicinais

**Água termal das Caldas da Rainha:
exemplo de água mineral e termal
do ponto de vista geológico e,
termal em termos de hidrologia médica**



Água termal das Caldas da Rainha: exemplo de água mineral e termal do ponto de vista geológico e, termal em termos de hidrologia médica

Para o geólogo

Mineral porque claramente distinta das águas da região (temperatura de 32°C, cloretadas sódicas, formas reduzidas de enxofre H_2S , HS^- , S_2^- , $TDS > 3g/l$).

Hipersalinas, Sulfúreas

Termal porque a temperatura (32°C) é superior em mais de 4°C à temperatura média do ar

Para o médico hidrologista

é **Termal** porque é usada num balneário termal tendo indicações terapêuticas para doenças do aparelho respiratório, reumáticas e musculo-esqueléticas

Principais Águas Termais da Região Oeste



Extracto da Carta Geológica de Portuga, 1/1.000.000, (S.G.P.)

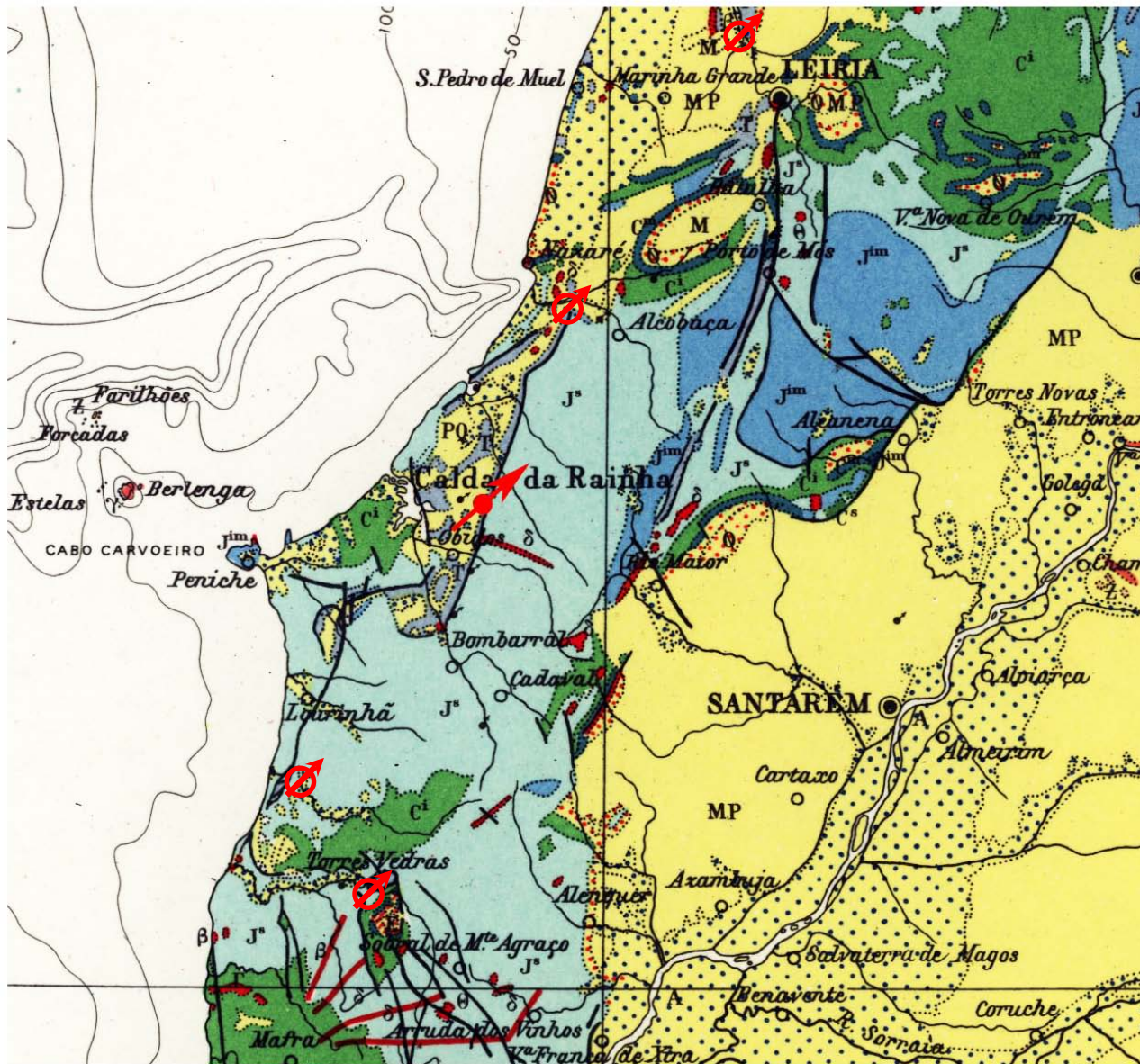
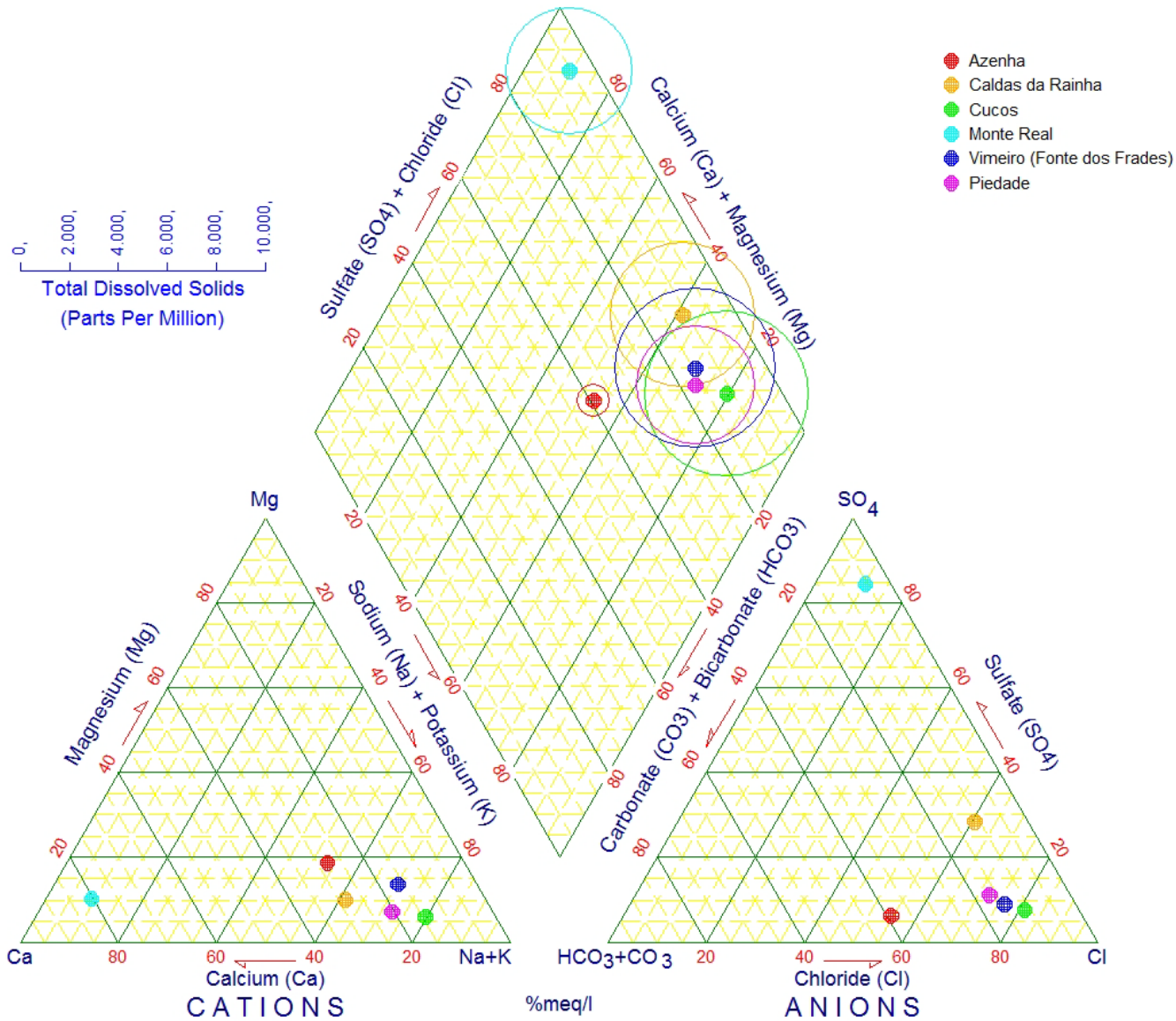
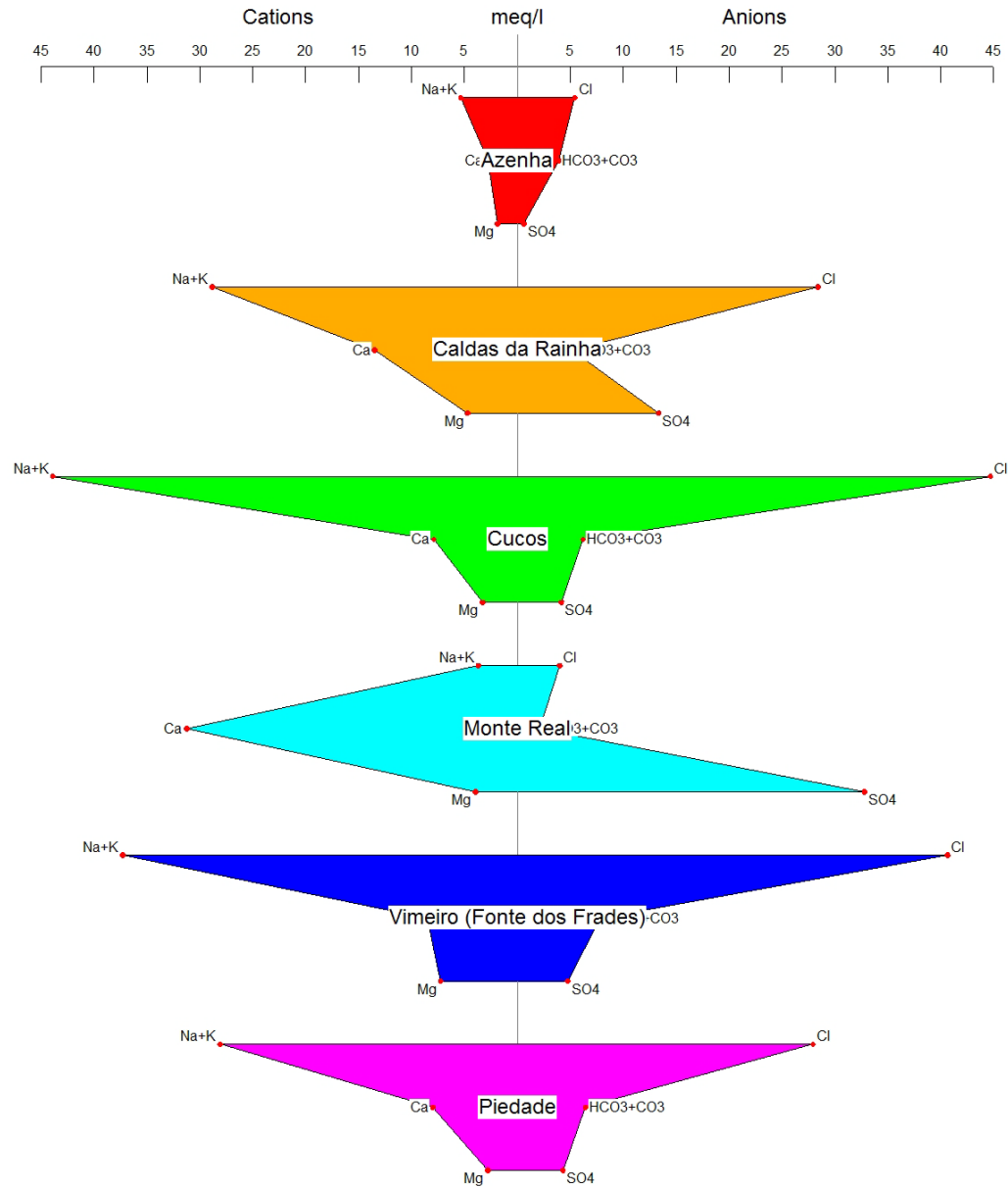


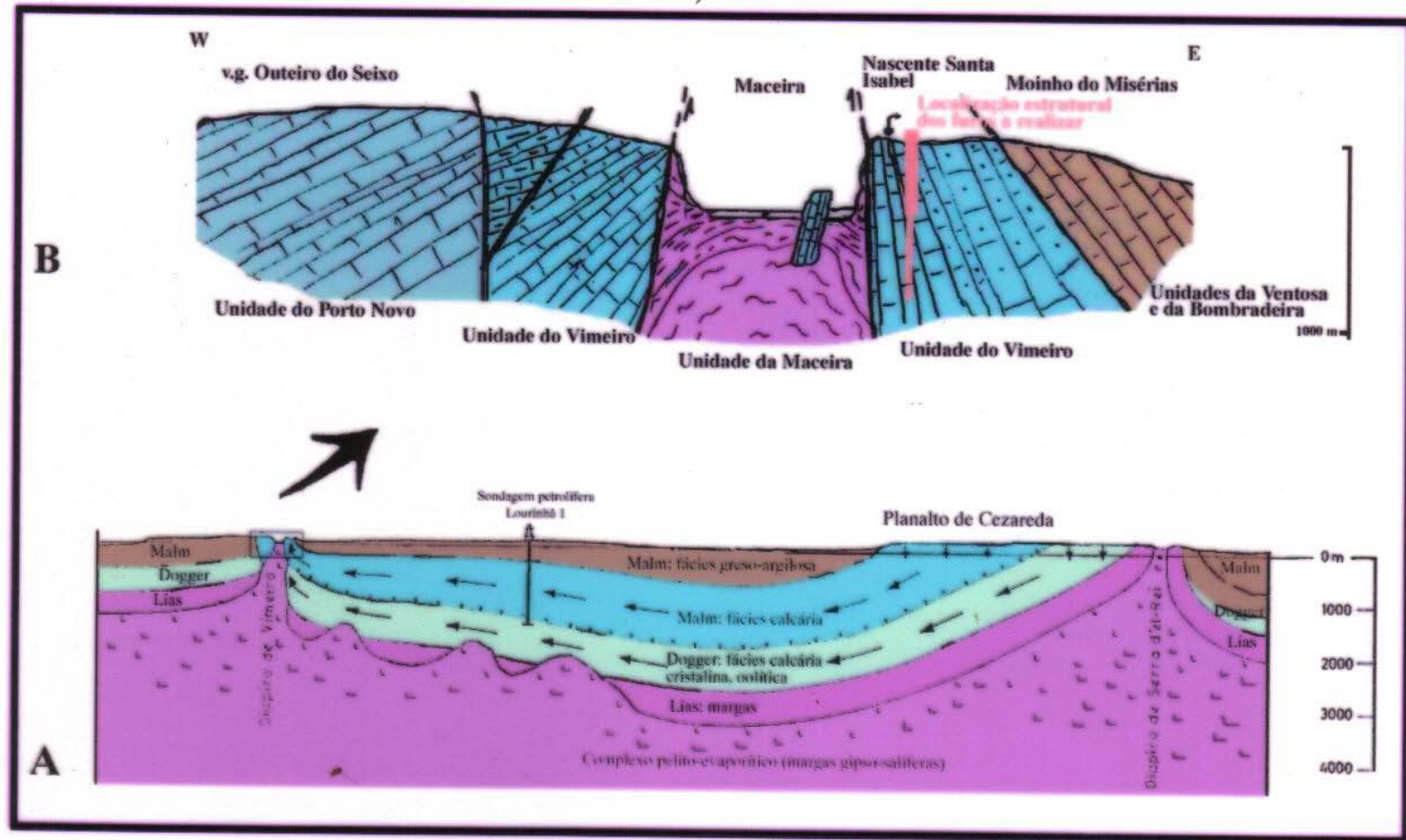
Diagrama de Piper das Águas Termais da Região Oeste



Diagramas de Stiff das Águas Termais da Região Oeste



O Modelo Conceptual Hidrogeológico do Aquífero Termal do Vimeiro

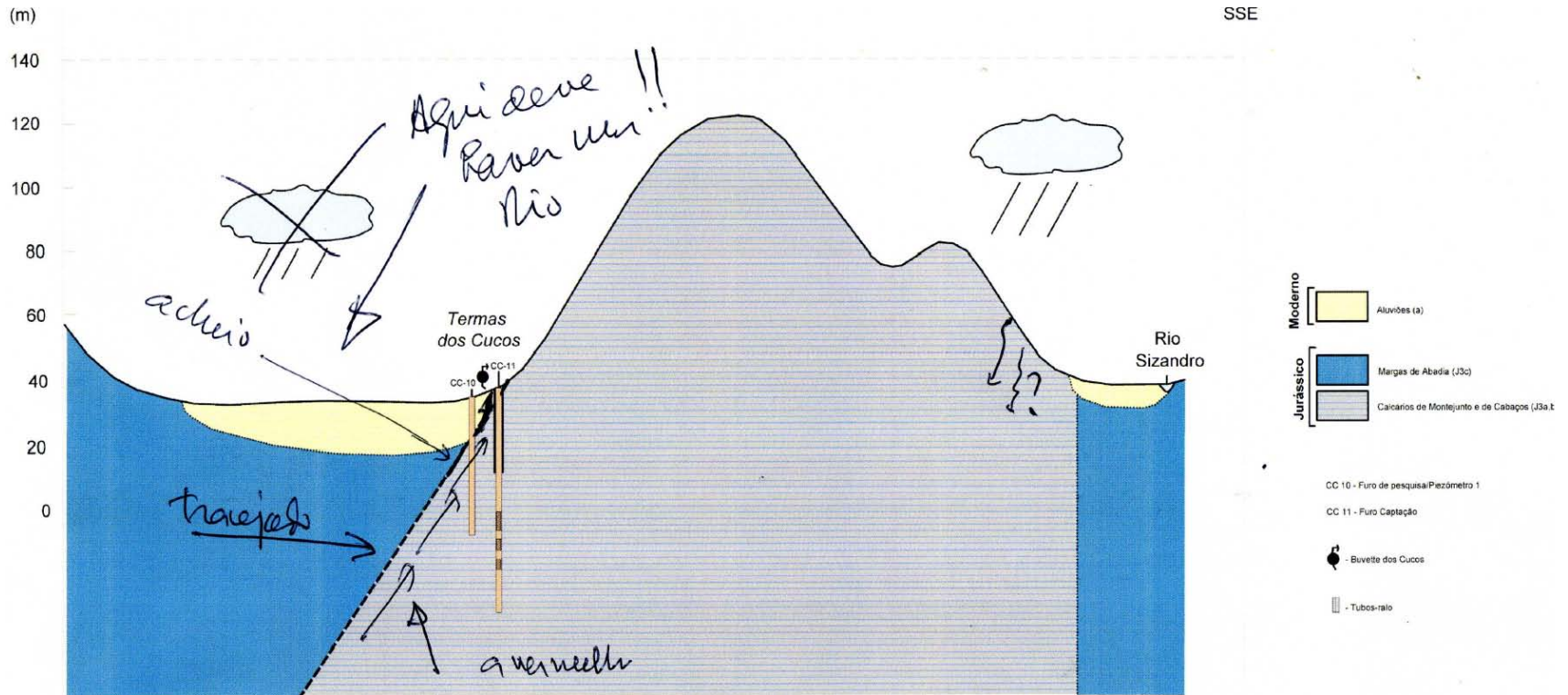


Circuito hidromineral suposto das águas minerais do Vimeiro.

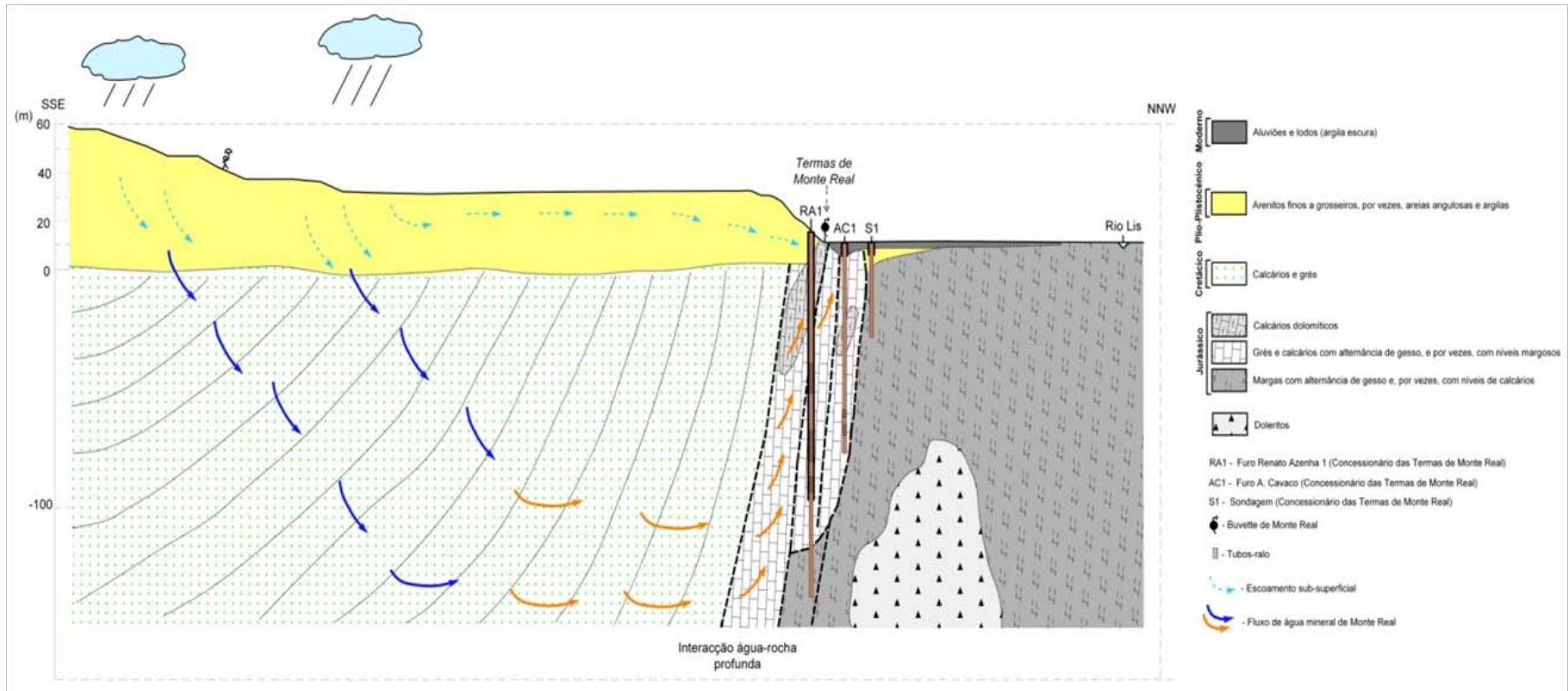
A: perfil do circuito hidromineral, desde a região da recarga, Planalto de Cezaredas, até à área do Vimeiro (adaptado de Seifert 1963)

B: perfil geológico interpretativo, W-E, da região da Maceira com a localização estrutural dos furos a realizar no contexto hidrogeológico regional.

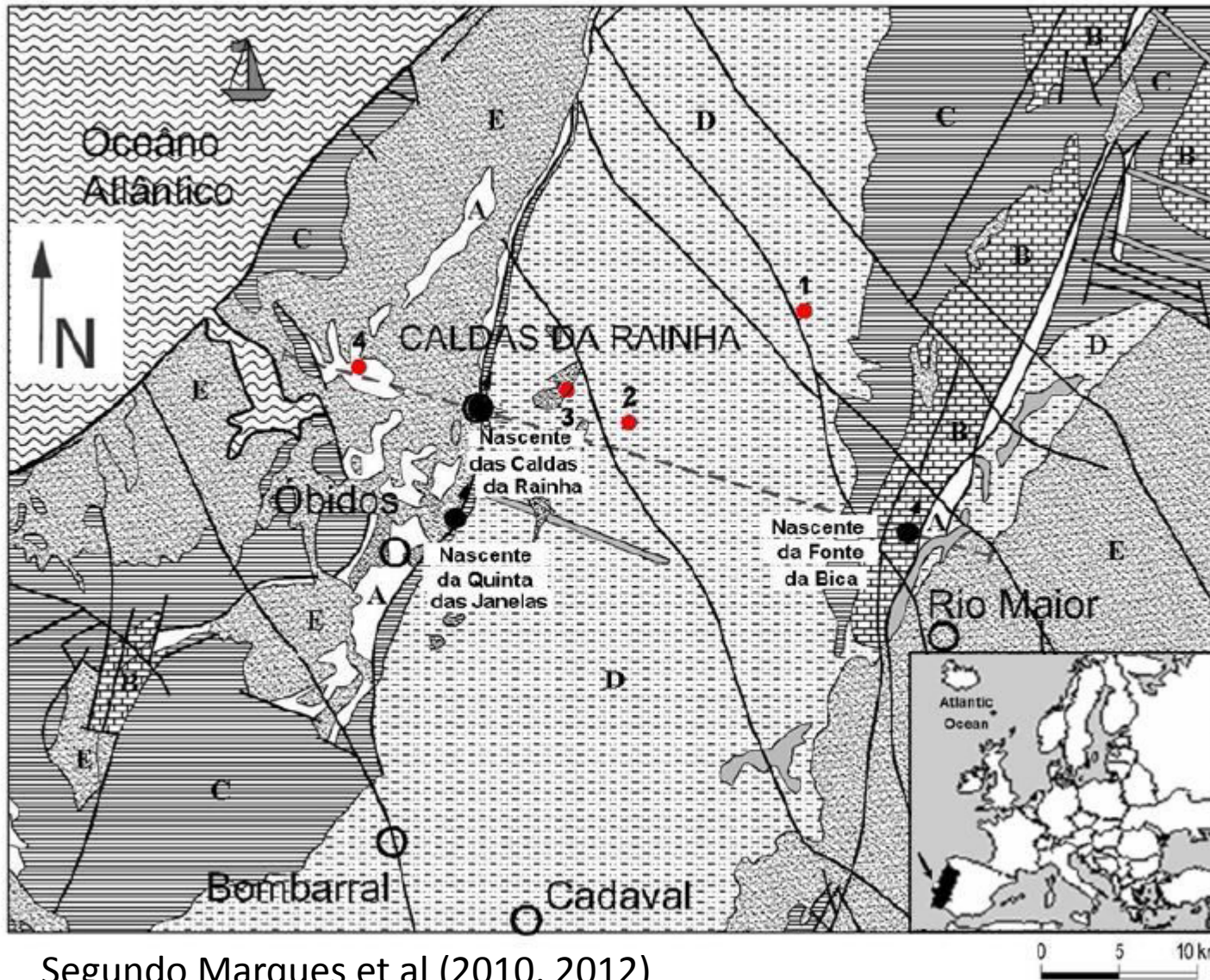
O Modelo Conceptual Hidrogeológico do Aquífero Termal das Termas dos Cucos



O Modelo Conceptual Hidrogeológico do Aquífero Termal de Monte Real



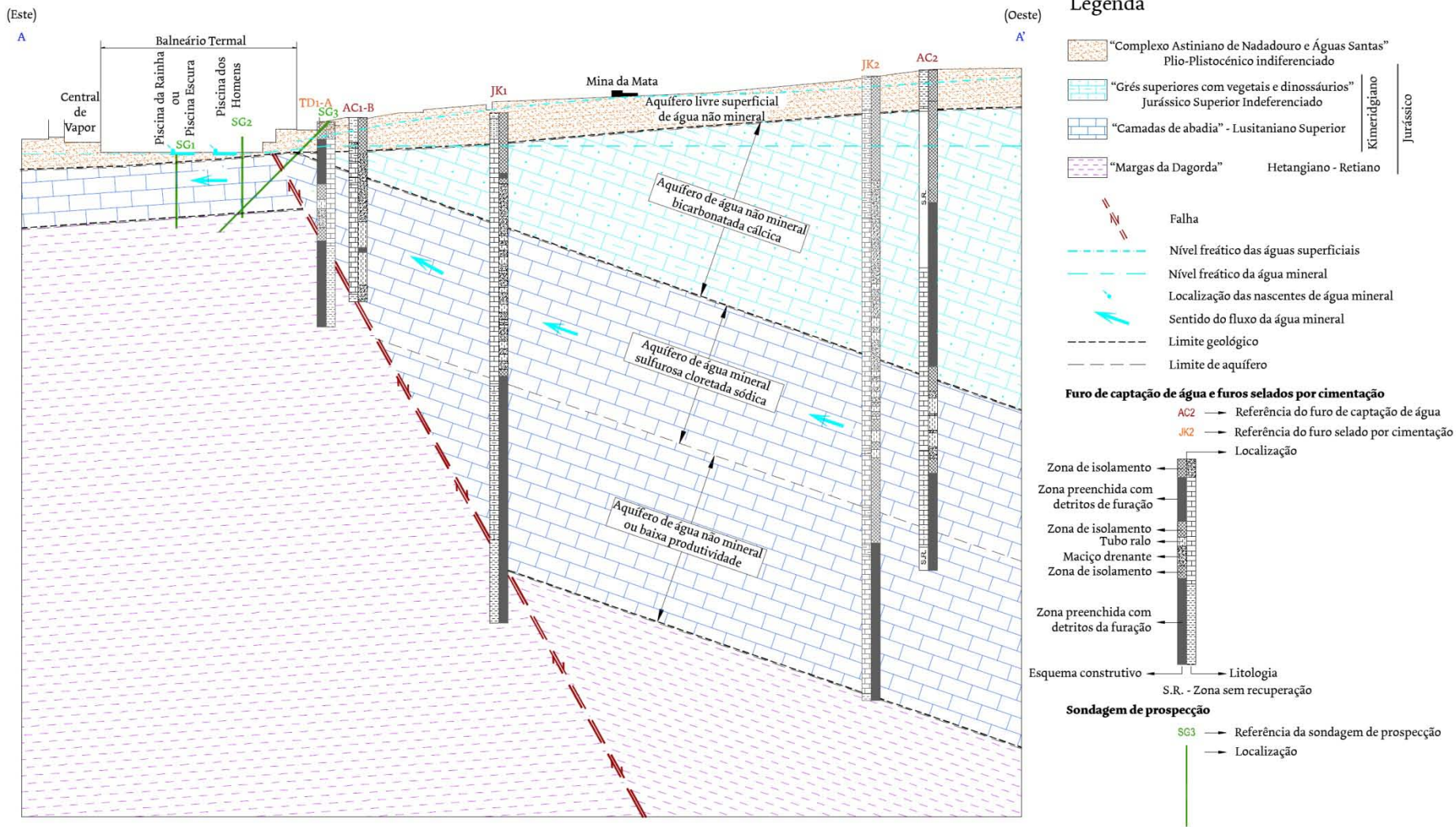
O Modelo Conceptual Hidrogeológico do Aquífero Termal das Caldas da Rainha



Segundo Marques et al (2010, 2012)

O Modelo Conceptual Hidrogeológico do Aquífero Termal das Caldas da Rainha (Zona de descarga)

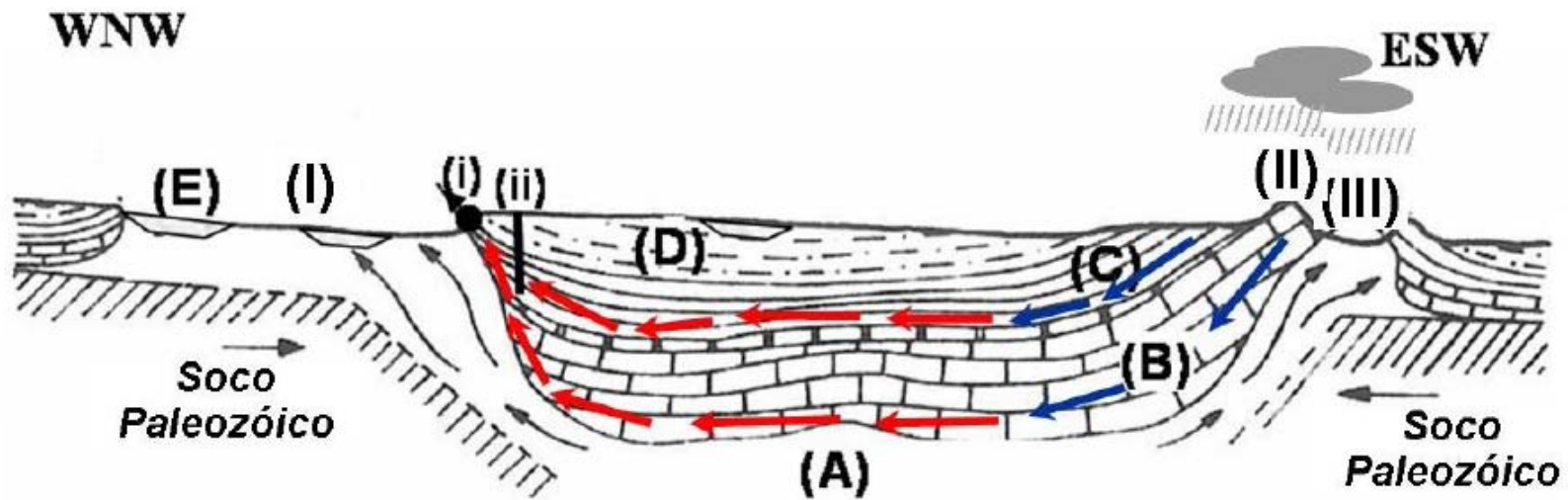
Perfil interpretativo A - A'



Segundo Graça, H (2007)

O Modelo Conceptual Hidrogeológico do Aquífero Termal das Caldas da Rainha

Segundo Zbyzewsky (1959) e Marques et al (2010, 2012)



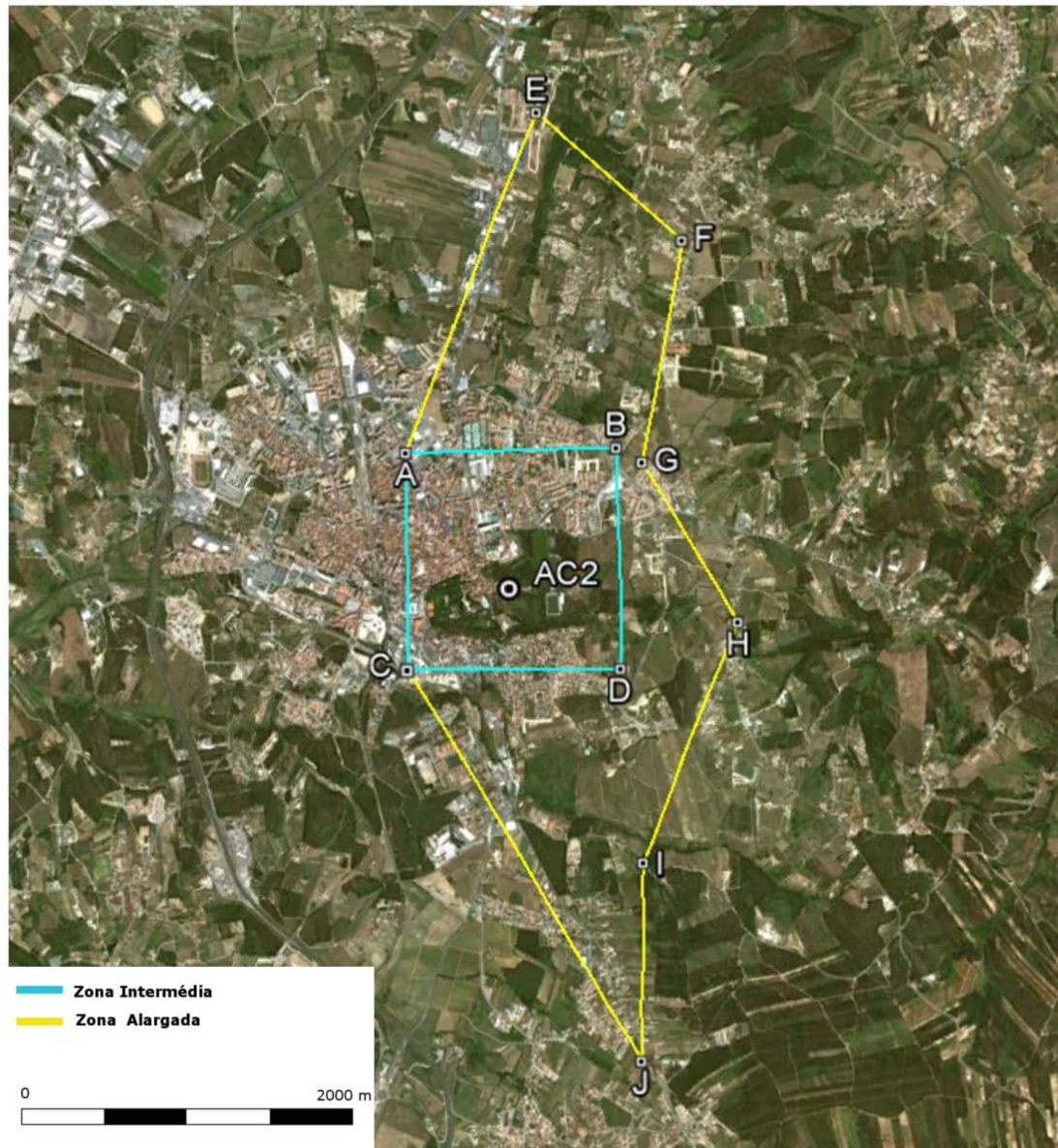
Circulação profunda até 1600m, temperaturas até 60°C e interacção água rocha em formações evaporíticas;

Idades aparentes da água de 1500 a 2000 anos;

Necessário confrontar o modelo derivado das investigações com isótopos ambientais com a hidrodinâmica do sistema;

Os dados existentes apoiam circulação mais rápida da água isto é, idades da água menores.

Perímetro de Protecção da Concessão Hidromineral das Caldas da Rainha



CONCLUSÕES:

Caudais actuais: cerca de 14 l/s à temperatura de 34,8°C

Grande pressão antrópica na zona de descarga

Controlo da qualidade microbiológica na zona de descarga é possível como foi demonstrado pelo furo AC2.

O reforço de caudais será possível, em direcção ao núcleo do sinclinal de A-de-Francos (profundidades até 1600 m)...mas serão necessários investimentos consideráveis em sondagens de pesquisa para controlo da indefinição existente em relação ao modelo conceptual, e em novas captações.

Soluções geotérmicas para a Estância Termal e edifícios emblemáticos da cidade podem ser mais valias para o desenvolvimento termal:

- Efluentes termais com BCG (Potência Actual 1,5 MW)
- Novas captações mais profundas no núcleo do sinclinal

A qualidade e a quantidade do recurso hidromineral são um argumento muito forte a favor do desenvolvimento do termalismo nas Caldas da Rainha



Muito obrigado

CONDIÇÕES GEOLÓGICAS E ESTRUTURAIS REGIONAIS

Do ponto de vista geológico, a região onde se encontram as nascentes termais de Caldas da Rainha enquadram-se no vale tífónico de Caldas da Rainha, de orientação geral NNE-SSW. Este vale está relacionado com o diapirismo que afectou, não só esta região, como outras da bacia Meso-Cenozóica ocidental.

CONDIÇÕES GEOLÓGICAS E ESTRUTURAIS LOCAIS

Na zona das Caldas da Rainha, reconhecem-se afloramentos de formações arenosas com alguns leitos argilosos do Pliocénico e Quaternário, com uma espessura máxima provavelmente superior a 100m e os Grés Superiores (areias e arenitos micáceos grosseiros, por vezes conglomeráticos, com características permeáveis, mas em que o entrecruzamento da estratificação e as intercalações argilosas dificultarão, por ventura, o fluxo subterrâneo). Além disso, afloram igualmente as Camadas de Alcobaça, que constituem uma alternância de margas, calcários argilosos, arenitos, siltitos e argilas,ossilíferos, friáveis de cores claras e as Margas da Dagorda, com intercalações siltíticas e permeabilidade nula ou muito fraca. Toda a zona do vale tífónico resulta de uma tectónica diapírica, em que o contacto oriental entre as Margas da Dagorda e as do Malm, de orientação NNE-SSW, segue o alinhamento geral do vale tífónico e dos que definem o anticlinal dos Candeeiros e o vale tífónico que lhe está associado.

CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS

A zona de recarga é a Serra dos Candeeiros, em afloramentos do Malm, escoando-se a massa de água através das Camadas de Alcobaça. Na parte central da bacia, o circuito hidromineral alcança profundidades entre os 1400m e os 2100m, pelo que o fluido chega a atingir temperaturas da ordem dos 75°C. Durante o percurso desenvolve-se um ambiente redutor submetido a temperaturas e pressões elevadas, dando origem a produtos que são oxidados ao longo do percurso ascensional. As Margas da Dagorda constituem, portanto, uma barreira à progressão do escoamento hidromineral, provocando um fluxo ascensional rápido das águas profundas através da falha que bordeja o diapiro na parte oriental, dando origem a descargas subterrâneas importantes, cujos caudais parecem ter-se mantido inalteráveis desde o século XVI.