

# A QUALIDADE DAS ÁGUAS NATURAIS PORTUGUESAS (MINERAIS E DE NASCENTE)



M. R. Machado Leite  
LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia  
Unidade de Ciência e Tecnologia Mineral – Laboratório  
S. Mamede de Infesta (PORTO)

# HOMENAGEM À MEMÓRIA

## Senhora Dr<sup>a</sup> Maria José do Canto

- Insigne investigadora do quimismo das Águas Naturais, Minerais e de Nascente, Portuguesas
- Seguidora da Escola de Análise Química de Charles LePierre e João de Almeida
- Cria em S. Mamede de Infesta (Porto) um Laboratório de Águas onde trabalha com grande proximidade às empresas
- 1998/99 estuda cerca de 45 ocorrências de Águas Naturais na ilha de S. Miguel
- Laboratório de Referência para os Materiais Geológicos – projecto que imaginou e que o LNEG está empenhado em desenvolver e dar continuidade



## ÁGUA – Recurso natural (mineral) muito bem sucedido

### Sem ÁGUA:

- não existiria VIDA na Terra, consoante a conhecemos

### Mas também:

- não existiria tão grande diversidade de ROCHAS e MINERAIS

### ÁGUA responsável pela BIO- e GEO- DIVERSIDADES

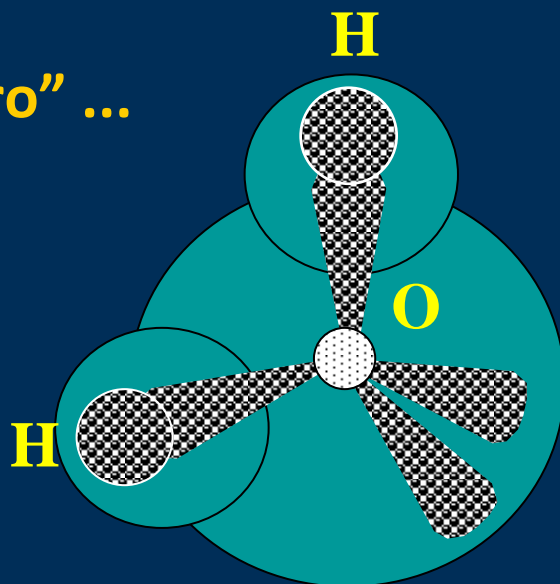
A ÁGUA, sendo o mais vulgar dos líquidos, não é um líquido de propriedades vulgares ...

- ... por exemplo, é o maior dissolvente, quer em número de substâncias capaz de incorporar, quer nas quantidades que pode conter em dissolução
- ... grande extensão do domínio líquido – 0<sup>o</sup>/100<sup>o</sup>C PN
- ... tensão superficial elevada

## Estrutura Molecular – chave do comportamento da ÁGUA

**Vista de fora – tem a forma de uma esfera, com os dois átomos de Hidrogénio como que embutidos no de Oxigénio, com as linhas que unem os seus centros seguindo um ângulo de 105º**

Por “dentro” ...



### DIPOLO

- excesso de carga  $\oplus$  do lado dos H
- lado oposto carregado  $\ominus$

A atracção mútua entre DIPOLOS é a causa da elevada força COESIVA ... e das outras suas propriedades notáveis

Os iões (catiões  $\oplus$  e aniões  $\ominus$ ) em solução atraem as moléculas da **ÁGUA**, ligando-se aos extremos do **DIPOLO** de carga contrária.

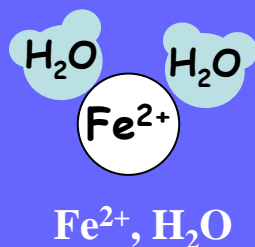
O número de moléculas de **ÁGUA** que se podem arrumar em torno de cada ião, chama-se **SOLVATAÇÃO** e depende:

- da dimensão do ião
- da carga do ião

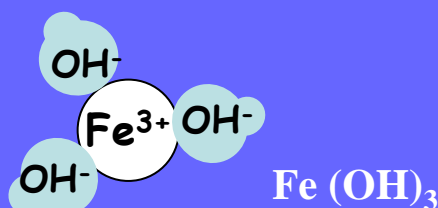
O grau de **SOLVATAÇÃO** cresce com a carga **Z** e decresce com o raio **r** do ião.  
**Z/r – POTENCIAL IÓNICO**

IÕES com:

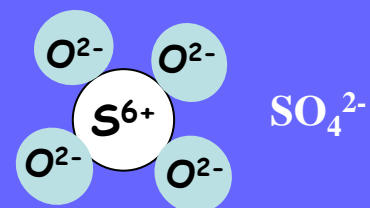
Z/r - baixo tendem a ficar em solução



Z/r - intermédio formam hidróxidos insolúveis



Z/r - elevados formam complexos (solúveis)



## Água Natural – Recurso Mineral de circulação profunda no interior da crosta

O aumento da Temperatura e da Pressão, em profundidade, ampliam algumas propriedades da Molécula da Água, nomeadamente o poder dissolvente.

Quando as águas da chuvas se infiltram no subsolo e efectuam longos trajectos no interior de fracturas dos maciços rochosos,

- empreendendo reacções “lentas” de interacção água-rocha,
- em contacto com rochas instaladas em profundidade,
- ainda “quentes” e com restos de “fluídos” originais,
- adquirem propriedades particulares:
  - Composição química típica – função da natureza das rochas
  - Estabilidade – houve “tempo” para o equilíbrio

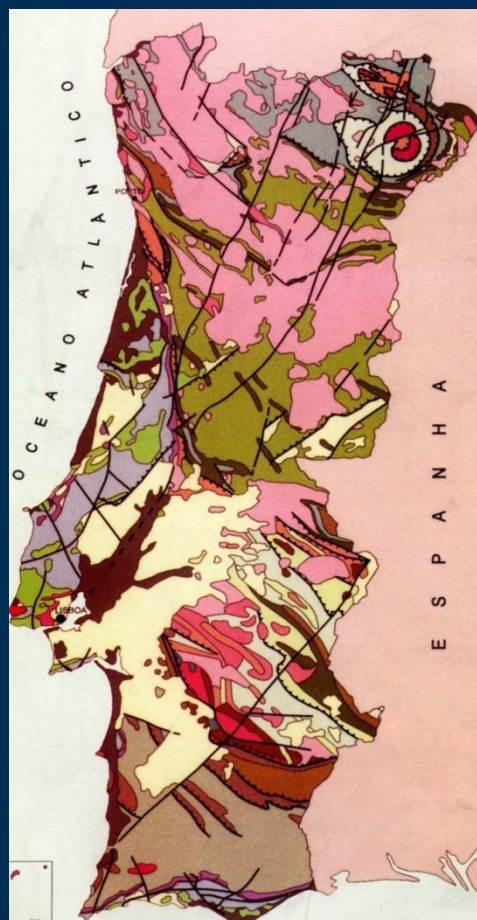
... são águas genuínas e impolutas

... preservadas da MISTURA com Águas Superficiais

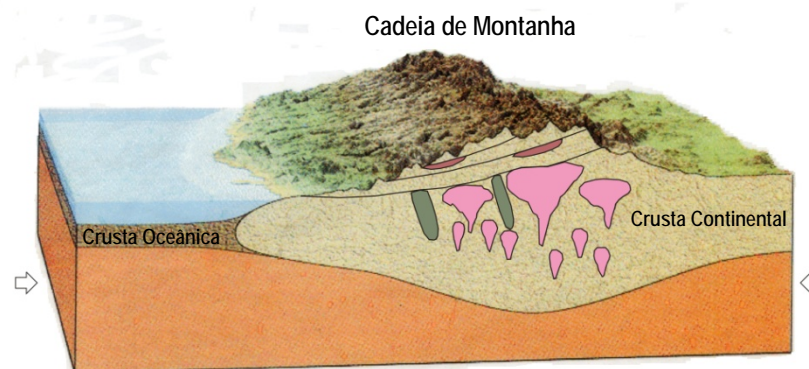


# História e Natureza da Geologia de Portugal (continental)

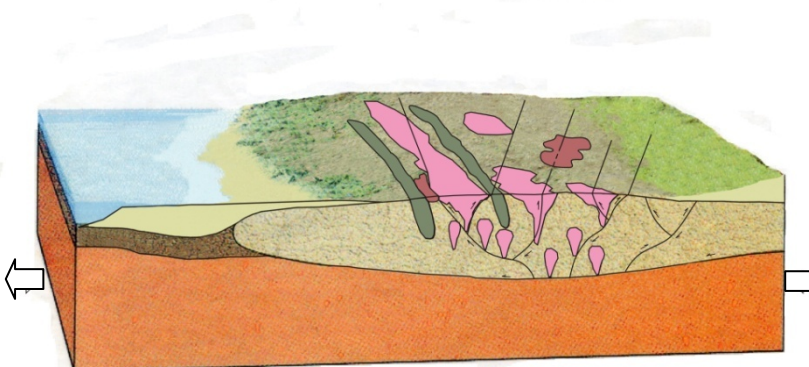
Razão primeira da **QUALIDADE INTRÍNSECA** das Águas Naturais Nacionais



220 Ma – início do “aplanamento”



Corte erosivo



dessas plataformas)

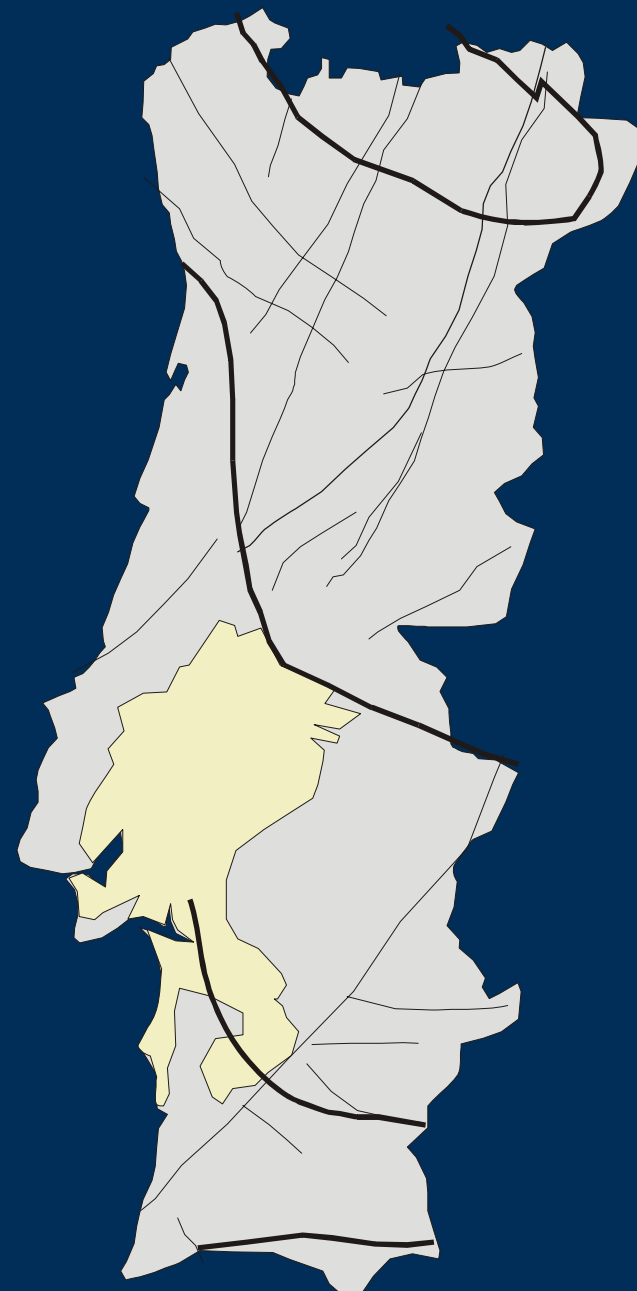
# UNIDADES LITOSFÉRICAS

## Unidades Geo-Estruturais

- **Galiza Trás-os-Montes** – metassedimentos e rochas básicas e ultra-básicas
- **Centro Ibérica** – granitos, xistos e quartzitos
- **Ossa Morena** – granodioritos, xistos, grauvaques
- **Sul Portuguesa** – vulcanitos, grauvaques
- **Orlas Ocidental e Meridional** – calcários, argilas, grés e areias
- **Bacia Tejo e Sado** – areias recentes

## Sistemas de Fracturação

- **Vilarica**
- **Chaves – Régua - ...**
- **Vigo – Amarante - Régua**
- **Sulco Carbonífero**
- **Porto – Tomar - Badajoz**
- **Beja - Azebuches**





## ÁGUAS NATURAIS ... localização geológica

### Localização dominante em rochas “duras”:

- Granitos e Sienitos
- Xistos e metassedimentos antigos
- Quartzitos
- Sobre grandes sistemas de fracturas (alguns profundos)

### Mais raramente em:

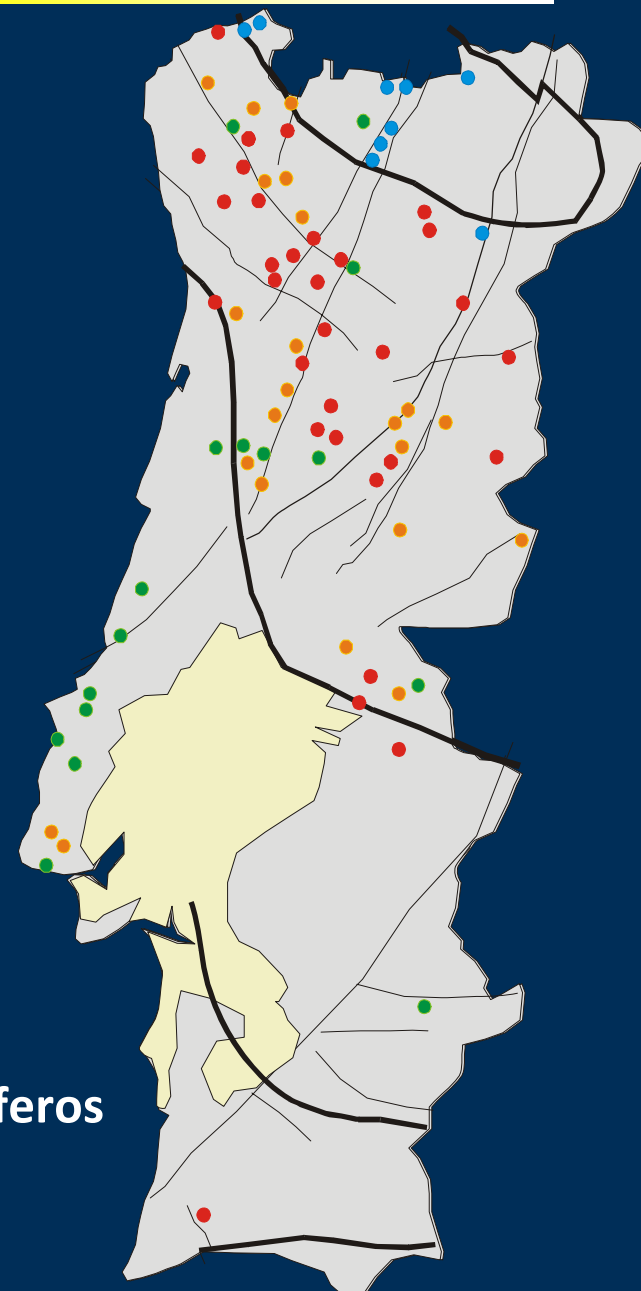
- Calcários
- Grés

**Nunca em** formações sedimentares recentes

### CARACTERÍSTICAS DOS AQUÍFEROS:

- Dominantemente do tipo “fissurado”
- Profundos
- Tempos de Residência longos
- Pequena capacidade (comparativamente aos aquíferos “porosos”)

**Aquíferos genuínos e preservados**



# QUALIDADE TOTAL das ÁGUAS MINERAIS ...

## 1 - Recurso Endógeno – marca genética fundamental

São únicas e inimitáveis em laboratório ...

### ENGARRAFADAS:

- pH 6-7; Si -10-20mg/L; HCO<sub>3</sub> < 50mg/L – Granitos (Gasocarbónicas: MinTotal > 2000mg/L)
- pH >7; Si – 15-25mg/L; HCO<sub>3</sub> - 100-400mg/L – Grés (Triássico) e rochas alcalinas
- pH 5-6 – típico dos Quartzitos
- Li – associado a pegmatitos; Sr-Ba – endógeno ou associado a proximidade do mar

### TERMAIS:

- Sais minerais e oligo-elementos desencadeiam reacções naturais que favorecem o funcionamento do organismo humano

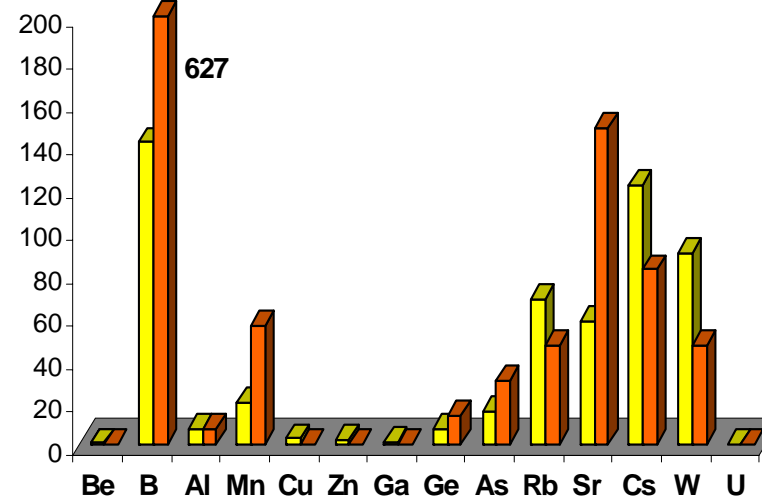
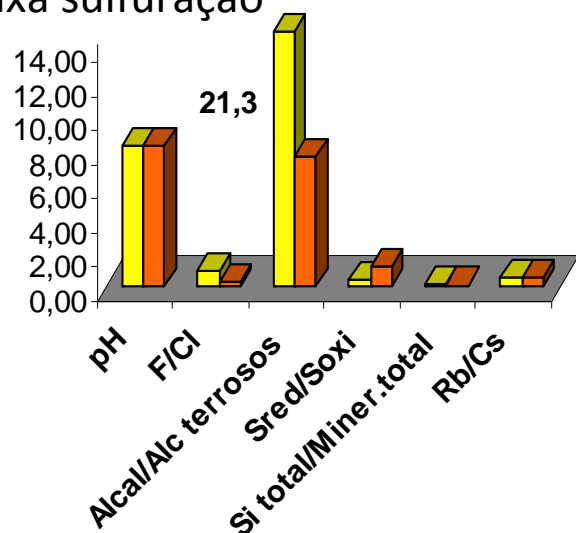
<b>Ca, P</b> 1200g	Constituintes do esqueleto e dentes	<b>Fe<sup>2+</sup></b>	Constituinte primordial da hemoglobina
<b>Mg</b> 30g	Fixação do Ca e actua no equilíbrio nervoso	<b>F</b>	Inibidor da cárie dentária e consolidação óssea
<b>K</b> 2g/L sangue	Tecidos e funcionamento dos músculos	<b>Sílica</b>	Formação óssea e de cartilagens. Cicatrizante do tecido cutâneo
<b>Na</b> 3,5g/L sangue	NaCl líquido extra celular	<b>S reduzido</b>	Aparelhos Respiratório e Músculo-esquelético

# QUALIDADE TOTAL das ÁGUAS MINERAIS ...

## 2 – Origem num mesmo aquífero, com circulação profunda e longos tempos de interacção água-rocha

- Impolutas e bacteriologicamente sãs
- Composição química específica e bem definida (razões entre constituintes, típicas e constantes)
- Conteúdos em determinados sais e componente vestigiária próprias
- Variabilidades naturais reduzidas

Sulfúrea – baixa sulfuração



# QUALIDADE TOTAL das ÁGUAS MINERAIS ...

## 3 – Programas Oficiais de Controlo

- Licenciamento – demonstrar a circulação profunda, definindo os padrões hidroquímico e de variabilidade
- Controlo Sistemático – controlar a exploração do aquífero, prevenir misturas com outras águas e detectar tendências de deriva do padrão
- Área de Protecção – garantir a integralidade de recurso (continuidade geológica do aquífero) e evitar contaminações

## Elevação da Qualidade Média dos Recursos Explorados Sustentabilidade da actividade económica

## 4 – Controlo da Exploração

- Controlo Sistemático – ferramenta de controlo da exploração:
  - Composição maioritária – despista misturas com outras águas
  - Composição vestigiária – detecta precocemente degenerescências (vg., devido a sobre-exploração) e contaminações
- Comunicação permanente com o LABORATÓRIO de análises
- LABORATÓRIO DE FÁBRICA – “cultura para a qualidade”

# TECNOLOGIA ... exploração em regime “transiente”

O usufruto pelo **HOMEM** segue 2 vias:

- **ÁGUA TERMAL** – para fins de saúde e de bem-estar
- **ÁGUA ENGARRAFADA** - para beber

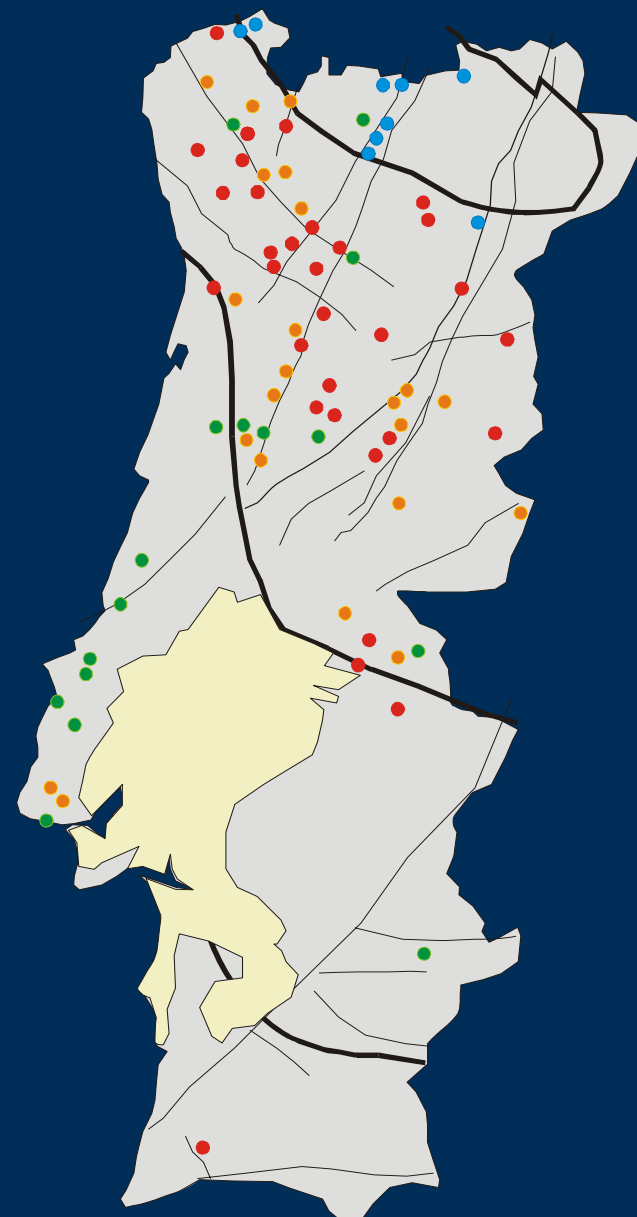


## Ocorrência dos principais Tipos Hidroquímicos

- **Hipossalinas**
- **Gasocarbónicas**
- **Sulfúreas**
- Sulfatadas e/ou Cloretadas e/ou Bicarbonatadas

Portugal possui um excelente património hidrológico:

- Os aquíferos continuam protegidos
- Os padrões de qualidade são elevados e as águas cumprem legislação comunitária
- A diversidade química é uma vantagem comparativa muito importante





## **AGUAS NATURAIS...património e riqueza de que o País pode continuar a desfrutar**

**D. João V a elas dedicou preocupação pública – construção de inúmeros fontenários e chafarizes; Aquilégio Medicinal, primeiro inventário verdadeiramente nacional**

**Para BEBER, todas as Águas Engarrafadas são boas ...**

- Estudos realizados sob a égide da APIAM o demonstram
- Aconselha-se a mudar de tipo de águas, oscilando entre as marcas que nos agradam
- Preocupações com o “tipo de copo”, a temperatura e o “cardápio”, tardam a entrar na “etiqueta” dos nossos restaurantes

**Para a SAÚDE e BEM ESTAR ...**

- TERMAS são, confirmadamente, benéficas para a Saúde
- Oportunidade para o Laser e o Turismo Ecológicos
- Clubes de Saúde são já uma realidade
- Bons investimentos de Empresas e CMs e os projectos QREN da iniciativa da ATP têm mostrado que as Termas têm um papel a desempenhar na Economia e na aproximação do litoral ao interior



**AÇORES – PONTA DELGADA**  
**NOVEMBRO - 2009**