

Propriedades e Aplicações Dermatológicas das Águas Termais

**Ana Cláudia Lázaro Domingos dos Santos**

# **Propriedades e Aplicações Dermatológicas das Águas Termais**



**Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde**

**Porto 2011**



Propriedades e Aplicações Dermatológicas das Águas Termais

**Ana Cláudia Lázaro Domingos dos Santos**

# **Propriedades e Aplicações Dermatológicas das Águas Termais**



**Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde**

**Porto 2011**

Propriedades e Aplicações Dermatológicas das Águas Termais

**Ana Cláudia Lázaro Domingos dos Santos**

# **Propriedades e Aplicações Dermatológicas das Águas Termais**

**Monografia apresentada à Universidade  
Fernando Pessoa como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Licenciatura em Ciências  
Farmacêuticas.**

---

Ana Cláudia Lázaro Domingos dos Santos

**Orientador:** *Professora Doutora Rita Oliveira*

## Sumário

Numa época em que os tratamentos à base de produtos naturais e os conceitos de bem-estar ganham cada vez mais popularidade, a utilização de águas termais representa uma alternativa segura e eficaz face às modalidades terapêuticas convencionais.

Apesar das propriedades terapêuticas das águas termais serem usadas, empiricamente, desde a Antiguidade, nas últimas décadas, o mercado do termalismo, associado ao tratamento de várias afecções cutâneas, lazer e bem-estar, veio revitalizar uma nova procura pelos benefícios terapêuticos deste tipo de águas minerais.

Apesar dos mecanismos de acção que justificam tais propriedades, não se encontrarem completamente esclarecidos, os estudos científicos que têm vindo a ser realizados destacam o papel fundamental da composição química, nomeadamente, dos sais minerais e oligoelementos presentes neste tipo especial de águas minerais.

Os avanços na pesquisa científica, com o objectivo de comprovar a eficácia das águas termais na terapia dermatológica, têm contribuído para que a indústria de cosméticos introduza nas suas formulações, oligoelementos e/ou lamas provenientes das águas termais.

O designado “cosmético termal” surge como um produto que, possuindo na sua composição componentes de águas termais, se destina a melhorar as propriedades de hidratação, elasticidade e aparência cutânea mas também exhibe os efeitos anti-irritantes, calmantes, anti-oxidantes, cicatrizantes, entre outros, característicos das próprias águas.

A partir de uma pesquisa bibliográfica sobre as águas termais e produtos relacionados com as mesmas (pelóides e cosméticos termais), o presente trabalho monográfico tem como finalidade fornecer informação relevante sobre as inúmeras propriedades terapêuticas destas águas, sua classificação e aplicações no âmbito da dermatologia e da cosmética.

## Propriedades e Aplicações Dermatológicas das Águas Termais

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram ainda seleccionadas duas águas termais provenientes de laboratórios farmacêuticos (*La Roche-Posay* e *Uriage*) que, a partir da sua experiência e estudos científicos, revelaram algumas das propriedades terapêuticas de cada uma das suas águas.

## **Agradecimentos**

Após o término da licenciatura em Ciências Farmacêuticas e da realização deste trabalho, torna-se indispensável agradecer a todas as pessoas que contribuíram para o final desta etapa tão importante da minha formação profissional e pessoal.

Agradeço à *Professora Doutora Rita Oliveira*, toda a disponibilidade, paciência e ajuda que tornaram possíveis a concretização deste trabalho;

À *Doutora M<sup>a</sup> Celeste Ribeiro*, pela extrema amizade, paciência e compreensão ao longo de todos estes anos de curso;

Aos meus *pais*, pelo carinho, pela presença constante, apoio e confiança inesgotáveis que sempre me transmitiram, em todos os momentos da minha vida;

Postumamente, à minha *avó* e *avô* maternos, pelo carinho, por todos os momentos felizes que me proporcionaram, por toda a ajuda ao longo do curso e pela presença constante na minha vida, hoje e sempre;

Aos meus *amigos* e *colegas* do curso, pela amizade e apoio que sempre existiu entre nós.

Por último, gostaria de deixar uma palavra de reconhecimento à *Universidade Fernando Pessoa* e a todos os docentes com quem contactei durante o meu período de formação, pela disponibilidade que sempre demonstraram para com os alunos, e pela qualidade e rigor na formação que ministram.

## Índice Geral

Índice de Figuras .....	11
Índice de Tabelas .....	12
Abreviaturas.....	13
Glossário.....	15
I. Introdução.....	20
1.1 - A Pele .....	20
1.2 – Estrutura da Pele .....	20
1.2.1 – Epiderme.....	20
1.2.2 – Derme .....	25
1.2.3 - Hipoderme.....	27
1.3 - Composição Química da Pele .....	27
II. A importância da água na pele.....	29
III. Os cosméticos .....	31
IV. A Água .....	35
4.1 - A evolução histórica da sua utilização .....	35
4.1.1 – As Civilizações Antigas.....	35
4.1.2 – A Influência Greco-Romana.....	36
4.1.3 – A Influência Árabe .....	38
4.1.4 – A Idade Média .....	38
4.1.5 – O Renascimento.....	39
4.1.6 – Os séculos XVIII e XIX .....	40
4.1.7 – O Século XX.....	40
4.1.8 – A evolução em Portugal .....	41
V. Ciclo da Água: Aparecimento das Águas Subterrâneas .....	44
5.1 – Classificação das Águas Subterrâneas.....	47
VI. As Águas Termais .....	52
6.1 - Propriedades Físico-Químicas .....	53
6.1.1 – Formação Geológica das Águas Termais .....	53
6.1.2 – Características Gerais das Águas Termais.....	54
6.1.3 – Características Individuais das Águas Termais: Tipos Químicos .....	57
6.2 – Propriedades Terapêuticas .....	58
6.2.1 - Propriedades hidratantes .....	60

6.2.2 - Propriedades anti-irritantes e reparadoras da barreira cutânea.....	62
6.2.3 - Acção sobre o pH cutâneo.....	67
6.2.4 - Propriedades anti-pruriginosas.....	67
6.2.5 - Propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras.....	68
6.2.6 - Acção sobre a circulação sanguínea cutânea e efeitos analgésicos.....	73
6.2.7 - Propriedades anti-oxidantes.....	74
6.2.8 - Propriedades bactericidas e anti-fúngicas.....	83
6.2.9 - Propriedades anti-seborreicas.....	84
6.2.10 - Efeitos queratoplásticos/ queratolíticos.....	84
6.2.11 - Propriedades no relevo cutâneo.....	85
6.2.12 - Propriedades sensoriais.....	85
VII. Algumas águas termais em particular: La Roche-Posay e Uriage.....	87
7.1 - La Roche-Posay.....	87
7.1.1 - Composição físico-química.....	89
7.1.2 - A Cura Termal – Tratamento Spa.....	90
7.1.3 - Propriedades terapêuticas demonstradas.....	91
7.1.3.1 - Propriedades anti-irritantes e reparadoras da barreira cutânea.....	91
7.1.3.2 - Propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras.....	92
7.1.3.3 - Propriedades anti-oxidantes.....	93
7.2 - Uriage.....	96
7.2.1 - Composição físico-química.....	97
7.2.2 – Propriedades terapêuticas demonstradas.....	97
7.2.2.1 – Propriedades hidratantes.....	98
7.2.2.2 – Propriedades anti-irritantes e reparadoras da barreira cutânea.....	98
7.2.2.3 – Propriedades anti-pruriginosas.....	99
7.2.2.4 – Propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras.....	100
7.2.2.5 – Propriedades anti-oxidantes.....	101
VIII. Cosmética Termal.....	103
8.1 - Pelóides.....	104
8.1.1 - Classificação dos Pelóides.....	105
8.1.2 - Composição dos Pelóides.....	106
8.1.2.1 - Componente Sólido Inorgânico: A Argila e os minerais argilosos....	106
8.1.2.2 - Componente Sólido Orgânico.....	108
8.1.3 - Aplicação dos Pelóides.....	109

8.1.4 - Outras formas de aplicação .....	109
8.1.4.1 - Cataplasmas.....	110
8.1.4.2 - Banhos de Lamas .....	110
8.1.4.3 – Paralamas.....	110
8.1.5 – Indicações dos Pelóides .....	111
8.2 - Cosméticos preparados a partir de pelóides e águas minero-medicinais .....	114
Conclusão .....	117
Bibliografia.....	119

## Índice de Figuras

Figura 1 – Estrutura da pele.....	25
Figura 2 – Cartazes publicitários de águas termais.....	40
Figura 3 – O ciclo da água.....	45
Figura 4 – Geometria dos aquíferos.....	46
Figura 5 – Formação de um sistema de águas termais.....	54
Figura 6 – Distribuição geográfica das termas de La Roche-Posay e Uriage nas respectivas regiões francesas.....	87
Figura 7 – Estação termal de La Roche-Posay.....	88
Figura 8 – Técnicas termais desenvolvidas com recurso à água termal de La Roche-Posay.....	91
Figura 9 – Fotografias da região de Uriage-les-Bains.....	96
Figura 10 – Utilização de pelóides.....	111
Figura 11 – Peloterapia no Mar Morto.....	113

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Propriedades desenvolvidas por alguns elementos químicos sobre a pele...	28
Tabela 2 – Principais diferenças entre Água Mineral Natural, Água de Nascente e outras águas de consumo humano.....	49
Tabela 3 – Quimismo de algumas águas termais de Portugal Continental.....	57
Tabela 4 – Indicações terapêuticas de algumas águas termais de Portugal Continental.	59
Tabela 5 – Características físico-químicas da água termal de La Roche-Posay.....	89
Tabela 6 – Características físico-químicas da água termal de Uriage.....	97
Tabela 7 – Classificação dos pelóides segundo a sua composição e condições de preparação.....	106

### Abreviaturas

ALA	Ácido 5-aminolevulínico
ATP	Adenosina Trifosfato
CMC	Carboximetilcelulose
DEM	Dose Eritematosa Mínima
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
EMEM	Meio Mínimo Essencial de Eagle ( <i>Minimum Essential Medium Eagle</i> )
GAGs	Glicosaminoglicanos
$\gamma$ -GCS	Gama-Glutamilcisteína sintetase
GPT	Transaminase glutâmica pirúvica
GSH	Glutationa
GSH-Px	Glutationa peroxidase
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrogénio
H <sub>2</sub> S	Sulfureto de hidrogénio
HDL	Lipoproteínas de elevada densidade ( <i>High Density Lipoproteins</i> )
HO <sup>•</sup>	Radical hidroxilo
HX	Hipoxantina
IL	Interleuquina
IFN- $\gamma$	Interferão-gama
L <sup>•</sup>	Radical lipídico
LDL	Lipoproteínas de baixa densidade ( <i>Low Density Lipoproteins</i> )
MDA	Malonildialdeído
Mn-SOD	Manganês-superóxido dismutase
MTT	Metalotioneína
NMF	Factores Naturais de Hidratação ( <i>Natural Moisturizing Factors</i> )
O <sub>2</sub> <sup>•-</sup>	Radical superóxido
PASI	Índice de Severidade e Área de Psoriase ( <i>Psoriasis Area and Severity Index</i> )
PCA	Ácido 2-pirrolidona-5-carboxílico
PDT	Terapia fotodinâmica
pH	Potencial de hidrogénio

RMN	Ressonância Magnética Nuclear
RNA	Ácido ribonucleico
ROS	Espécies reactivas de oxigénio ( <i>Reactive Oxygen Species</i> )
RS	Resíduo Seco
SC	Estrato Córneo ( <i>Stratum corneum</i> )
-SH	Tiol
SLS	Sulfato de lauril e sódio
SOD	Superóxido dismutase
TEWL	Perda de água transepidérmica ( <i>Transepidermal Water Loss</i> )
TNF- $\alpha$	Factor necrose tumoral-alfa
TSA	Analisador Sensorial Térmico ( <i>Thermal Sensory Analyser</i> )
UV	Ultra-violeta
UVA	Ultra-violeta A
UVB	Ultra-violeta B
VEGF-A	Factor de crescimento endotelial vascular
XO	Xantina oxidase
Zn-Cu SOD	Zinco-Cobre superóxido dismutase

Nota: Para algumas abreviaturas foi mantida a notação anglo-saxónica dado o seu carácter universal, o que facilita o seu reconhecimento.

## Glossário

Este glossário tem como objectivo enquadrar os termos geológicos e relacionados, que estão incluídos nesta monografia.

Água Meteórica – água subterrânea proveniente da precipitação e atmosfera.

Alteração deutérica – alteração que ocorre nos minerais magmáticos podendo ocorrer também nas rochas encaixantes (rocha no seio da qual se instalou outra), associada aos últimos estádios de consolidação e arrefecimento de um corpo magmático.

Areia – fragmento mineral que varia entre 1/16 mm e 2 mm de diâmetro (escala de Wentworth: escala que define a classificação granulométrica dos sedimentos); é também uma rocha sedimentar detrítica não consolidada; os grãos de areia são maioritariamente constituídos por quartzo, podendo também, ser constituídos por outros minerais, dependendo da rocha que lhes deu origem e da quantidade de transporte e alterações a que foram submetidos.

Argila – mineral silicatado de alumínio de dimensões reduzidas (menor que 4  $\mu\text{m}$ ) de diâmetro (escala de Wentworth); alguns exemplos de minerais de argila são a illite, caulinite e montmorilonite, entre outros.

Artesianismo – fenómeno observado em nascentes naturais ou captações quando a água emerge, sob pressão natural, acima do aquífero que a contém, ou seja, quando o nível piezométrico (nível a que a água de um aquífero se encontra à pressão atmosférica) ultrapassa o tecto do aquífero.

Aquífero – formação geológica que contém água e a pode ceder em quantidades economicamente aproveitáveis.

Balneoterapia – técnica que consiste na imersão, total ou parcial, do corpo ou parte dele, em água, para fins terapêuticos.

Bentonite – é uma argila residual proveniente da alteração de cinzas ou tufos vulcânicos ácidos, de granulometria muitíssimo fina, que geralmente aumenta de volume em meio aquoso e possui cor variada (branco, verde, azul, rosa ou creme); é constituída essencialmente por montmorilonite ou por outras espécies minerais.

Capacidade de Troca Catiónica – quantidade máxima de catiões que uma argila ou mineral argiloso pode permutar, sendo que esta propriedade resulta do desequilíbrio das cargas eléctricas dos cristais e influencia as propriedades físico-químicas e tecnológicas da argila.

Caulino – argila constituída essencialmente por caulinite, podendo existir outro mineral associado (haloite). Possui um baixo teor em ferro; tem cor branca e é macia. Utiliza-se particularmente nas indústrias de cerâmica, do papel, de borracha e tintas.

Cenomaniano-Turoniano – na escala geológica, os andares Cenomaniano-Turoniano localizam-se na idade da época Cretácea Superior do período Cretáceo, da era Mesozóica e do éon Fanerozóico, o que corresponde, aproximadamente, entre 98 e 92 milhões de anos atrás. A idade Cenomaniana precede a idade Turoniana.

Ciclo Hidrológico – corresponde ao movimento permanente da água na Terra e subsolo sob a forma de vapor, água líquida e gelo.

Circuito Hidrogeológico – percurso que o aquífero que dá origem a uma determinada água faz por entre as rochas.

Climatoterapia – abordagem terapêutica que utiliza as propriedades curativas dos recursos ambientais (ar, temperatura, humidade, pressão atmosférica e exposição solar) para reparar os desequilíbrios biológicos do organismo.

Contaminação Antropogénica – contaminação provocada pelas várias actividades desenvolvidas pelo Homem.

Crenoterapia – ramo da terapêutica que estuda as águas minero-medicinais pela sua acção no organismo, estabelecendo indicações e formas de administração.

Escala Geológica – representação da linha do tempo desde a formação da Terra, há aproximadamente 4600 milhões de anos, até ao presente. Divide-se cronologicamente em Eons, Eras, Períodos, Épocas e Idades.

Feldspato – grupo de minerais silicatados de alumínio e potássio que cristaliza a partir do magma; possui cor esbranquiçada e é normal surgirem cristais geminados.

Filão – corpo de rocha magmática de variadas formas e dimensões, que se instala nas falhas e fracturas. Pode ser constituído por um corpo único ou apresentar ramificações, variações texturais e composicionais (mineralógicas) ao longo de um mesmo corpo.

Hidrocinestoterapia – técnica termal que consiste na prática de exercício físico e/ou movimentos coordenados dentro de água com fins terapêuticos.

Hidropinia – técnica termal que consiste na ingestão oral de água minero-medicinal com objectivos terapêuticos, e cuja periodicidade e dose (ritmo) de utilização são estabelecidas pelo médico.

Ilite – família de minerais do grupo das argilas. É um silicato de alumínio hidratado que resulta da alteração de outros minerais, tais como micas e feldspatos. Ocorre em rochas sedimentares e também pode estar presente em solos.

Mica – grupo de minerais silicatados de alumínio; podem conter magnésio, ferro, potássio e lítio, entre outros. A biotite e a moscovite são exemplos de micas.

Mineralização Total – soma do conteúdo em aniões, catiões e sílica de uma água.

Montmorilonite – mineral silicatado de alumínio que resulta da alteração de materiais, tais como cinzas vulcânicas e algumas rochas metamórficas. Tem fractura concoidal, dureza entre 1 e 2, densidade entre 2 e 2.7 e brilho lustroso.

Pelóide – produto natural obtido a partir da mistura de um componente líquido (água mineral (termal), água do mar ou lago salgado) e um componente sólido (material orgânico ou inorgânico), cujas características finais para aplicação terapêutica resultam de processos geológicos e/ou biológicos. São utilizados topicamente sob a forma de cataplasmas ou em banhos.

Peloterapia – modalidade terapêutica que consiste na aplicação localizada (em alguma parte do corpo) ou generalizada (em banhos) de pelóides.

Rocha Biogénica – rocha sedimentar que resulta da acumulação de materiais orgânicos provenientes de seres vivos, ou de restos dos mesmos.

Substâncias húmicas – compostos resultantes da decomposição de matéria orgânica.

Talassoterapia – modalidade que consiste no uso metódico, com fins terapêuticos ou profilácticos, da água do mar, preferencialmente sob a forma de banhos, e da acção simultânea do clima marítimo.

Tectónica – ramo da geologia que estuda as características estruturais resultantes da deformação da crosta terrestre (falhas, dobramentos, etc.).

Temperatura de Emergência – temperatura da água no seu local de emergência à superfície.

Termalismo – uso da água mineral natural e outros meios complementares para fins de prevenção, terapêuticos, de reabilitação ou bem-estar.

Quartzo – mineral silicatado cuja composição química é  $\text{SiO}_2$ . É um dos minerais mais abundantes, quer na composição das rochas, quer porque resiste à erosão, passando a ser o principal constituinte das areias. Surge na forma de prisma hexagonal, tem dureza 7 e pode apresentar variadas cores.

Quimismo – forma de classificação das águas minerais que, geralmente, se refere à sua mineralização total e às espécies químicas não dissociadas, aniónicas e catiónicas dominantes.

## **I. Introdução**

### **1.1 - A Pele**

A pele apresenta-se como um órgão de revestimento, de estrutura complexa e heterogénea, capaz de se adaptar às variações do meio ambiente e desempenhar uma intervenção importante na homeostasia do organismo. Para além da protecção mecânica que confere, também a estimulação neuro-sensitiva e as várias funções que desempenha, entre as quais imunológicas, permitem classificar a pele como um órgão vital. (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

A sua superfície média pode atingir cerca de 1.8 m<sup>2</sup>, no adulto normal do sexo masculino, o que corresponde a 18% do peso corporal (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004; Wickett e Visscher, 2006).

### **1.2 – Estrutura da Pele**

Para que a pele seja capaz de desempenhar as suas funções, é necessário que mantenha a sua integridade funcional e estrutural.

Histologicamente, a pele é composta por vários estratos pluricelulares que permitem distinguir três camadas tissulares distintas: epiderme, derme e hipoderme (Prista *et al.*, 1992).

#### **1.2.1 – Epiderme**

A epiderme representa a camada exterior da pele. Com uma espessura que varia entre 0.13 mm na face e 1.3 mm nas palmas das mãos, é avascularizada e apresenta-se revestida à superfície, por uma película protectora invisível, o *filme* ou *manto hidrolipídico* (Prista *et al.*, 1992; Cunha *et al.*, 2004).

Esta estrutura é importante para o bom funcionamento da pele, uma vez que a protege das agressões exteriores, contribui para a manutenção da acidez cutânea (pH 5 – 5.5), previne a proliferação de microrganismos patogénicos na pele e serve de agente humectante face às variações do grau higrométrico (protecção em relação à desidratação) (Prista *et al.*, 1992; Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

A sua composição heterogénea inclui uma fracção hidrossolúvel constituída por água, ureia, glucose, cloreto de sódio, cálcio, potássio, magnésio, aminoácidos e vitaminas, resultantes das secreções sudoríparas (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

Por sua vez, a fracção lipossolúvel, proveniente das secreções sebáceas e dos resíduos da transformação das células epidérmicas na sua ascensão até à superfície, é composta por colesterol, esqualeno, ácidos gordos, triglicerídeos e ceramidas (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

A composição desta película é variável ao longo da vida do indivíduo e encontra-se dependente de factores como a idade, o sexo, a região anatómica em que se encontra e de outras características genéticas e/ou ambientais (Cunha *et al.*, 2004).

No que respeita à epiderme, da porção mais superficial à mais profunda, esta subdivide-se ainda em cinco estratos ou *strata* que se designam, respectivamente por (Prista *et al.*, 1992; Wickett e Visscher, 2006):

- ✓ Estrato Córneo (*Stratum corneum*);
- ✓ Estrato Lúcido (*Stratum lucidum*);
- ✓ Estrato Granuloso (*Stratum granulosum*);
- ✓ Estrato Espinhoso (*Stratum spinosum*);
- ✓ Estrato Germinativo (*Stratum germinativum*).

✓ **Estrato Córneo** (*Stratum corneum* - SC)

Corresponde à zona que, de uma maneira geral, é considerada a mais superficial da pele, a qual entra em contacto directo com o exterior (Prista *et al.*, 1992).

Uma característica biológica deste estrato é a renovação permanente a que está sujeito, por migração dos elementos epiteliais das camadas profundas para a periferia, sua queratinização progressiva e subsequente morte. Este ciclo de renovação celular ocorre em média, de 28 em 28 dias, para o adulto normal (Prista *et al.*, 1992).

O estrato córneo é composto por células mortas, anucleadas, desidratadas e com protoplasma queratinizado – os *corneócitos*, unidos entre si por desmossomas (Prista *et al.*, 1992; Cunha *et al.*, 2004; Wickett e Visscher, 2006).

No espaço intercelular dispõem-se camadas lipídicas compostas por esfingolípidos e resíduos da queratinização e, principalmente ceramidas que funcionam como principal barreira contra a perda de água intensa (Barata, 2002; Wickett e Visscher, 2006).

Cada célula é constituída por queratina, uma proteína de suporte, e por substâncias hidrossolúveis e de baixo peso molecular, que resultam da degradação da filagrina. Esta proteína com função de agregar filamentos de queratina, sofre a acção de enzimas proteolíticas que libertam os aminoácidos componentes para originar os factores naturais de hidratação (NMF) do SC. Nestas substâncias com propriedades higroscópicas, incluem-se ácidos orgânicos, lactato de sódio, ureia, aminoácidos, ácido 2-pirrolidona-5-carboxílico (PCA) e iões (sódio, potássio, cálcio, magnésio, fosfato, cloreto) (Barata, 2002; Wickett e Visscher, 2006).

A plasticidade, elasticidade e flexibilidade são características essenciais que o SC deve possuir para que não haja descontinuidade na superfície e a função de barreira protectora da pele desempenhe as suas funções (Barata, 2002).

Para além da presença de NMF, membranas celulares e espaços intracelulares intactos, a presença de água em quantidade suficiente no interior da camada córnea é fundamental para a manutenção da integridade da pele (Barata, 2002).

✓ **Estrato Lúcido** (*Stratum lucidum*)

O estrato lúcido apenas está presente em zonas mais espessas da pele, como as palmas das mãos e plantas dos pés. As suas células são achatadas, translúcidas e com núcleos pouco aparentes – os *queratinócitos*, cujo componente principal é a eleidina, um precursor químico da queratina (Prista *et al.*, 1992; Barata, 2002).

✓ **Estrato Granuloso** (*Stratum granulosum*)

Este estrato é constituído por células achatadas, em losango – os *queratinócitos*, cujos grânulos de querato-hialina (proteína precursora da eleidina) se acumulam nos pólos da célula. Para além destes, também corpos lamelares de pequenas dimensões – os *queratinossomas* ou *corpos de Odland*, ricos em proteínas e lípidos, se acumulam no interior das células (Prista *et al.*, 1992; Cunha *et al.*, 2004; Wickett e Visscher, 2006).

A lise dos núcleos e de outros organelos pelas enzimas lisossómicas promove a libertação dos lípidos para o espaço intercelular, onde irão servir de barreira contra a perda de água intensa do SC. Para além deste fenómeno, a ocorrência de mecanismos-chave neste estrato, como a síntese proteica, assegura a produção dos corneócitos no SC e, conseqüentemente, a queratinização da camada de descamação (Prista *et al.*, 1992).

Nesta camada estão ainda presentes as *células de Langerhans*. Estas células dendríticas móveis são consideradas como verdadeiros macrófagos devido ao seu papel relevante na função imunitária. Sintetizam antígenos de histocompatibilidade que são transferidos aos linfócitos T circulantes (Barata, 2002; Wickett e Visscher, 2006).

✓ **Estrato Espinhoso** (*Stratum spinosum*)

É composto por cinco ou seis camadas de *queratinócitos*, justapostos e unidos, predominantemente, por desmossomas e hemidesmossomas. Estes ficam associados à matriz de queratina através de feixes de tonofilamentos e ligados entre eles pelo cimento extracelular. Esta junção intracelular aumenta a resistência da membrana e confere ao tecido uma importante capacidade de fixação, reforçado pela forte união entre a epiderme e a derme, de aspecto “espinhoso”. Ocorre ainda, a presença de numerosas *células de Langerhans* (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

✓ **Estrato Germinativo** (*Stratum germinativum*)

Corresponde à camada mais profunda da epiderme (camada basal) e é composta por células altas, cilíndricas e com um núcleo oval, dispostas lado a lado, como numa paliçada – os *queratinoblastos*. Elas são responsáveis pela produção de novas células indiferenciadas que, ao migrarem até às camadas superiores, vão renovando as células epiteliais que vão sendo eliminadas (Cunha *et al.*, 2004; Prista *et al.*, 1992; Barata, 2002).

Esta camada de células precursoras dos queratinócitos assenta directamente sobre a *lâmina dermo-epidérmica* e adopta uma disposição ondulada, em forma de abóbada, para acompanhar as *papilas dérmicas* na derme. Nesta zona de conexão reforçada por desmossomas, a *lâmina dermo-epidérmica* permite a troca de substâncias entre a derme e a epiderme e serve de suporte à epiderme (Cunha *et al.*, 2004; Prista *et al.*, 1992; Barata, 2002).

Ao conjunto do estrato germinativo, constituído pela camada basal, mais as células espinhosas sobrepostas, dá-se o nome de *corpo mucoso de Malpighi* (Prista *et al.*, 1992).

É ainda neste estrato que se localizam os *melanócitos*, células responsáveis pela produção de melanina, o pigmento protector da pele capaz de absorver a radiação ultra-violeta (UV) (Cunha *et al.*, 2004; Prista *et al.*, 1992; Wickett e Visscher, 2006).

As *células de Merkel* também presentes, são células epiteliais com funções sensitivas que se ligam às células basais através de desmossomas (Prista *et al.*, 1992).

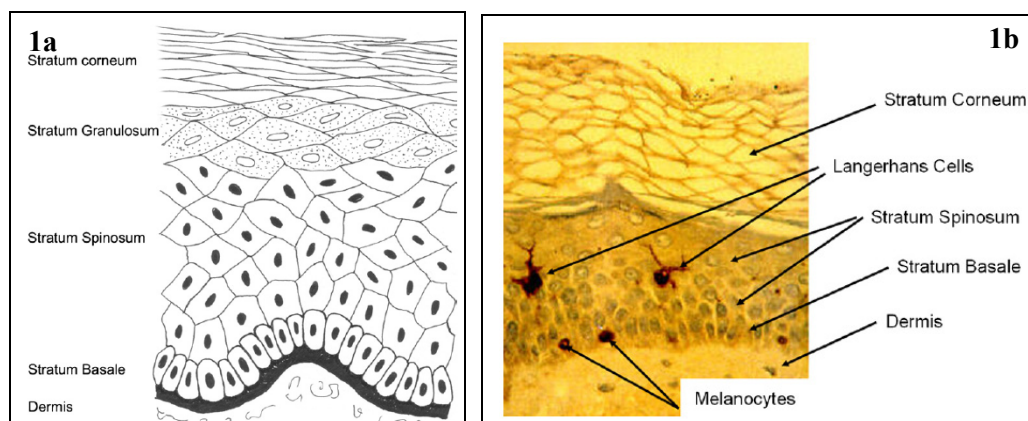


Figura 1 – Estrutura da pele: 1a) Diagrama da epiderme mostrando as camadas principais. A camada lúcida (não visível) apenas se encontra na epiderme muito espessa, como nas palmas das mãos ou nas plantas dos pés; 1b) Micrografia da derme superior e epiderme mostrando as camadas e principais tipos de células (Wickett e Visscher, 2006).

## 1.2.2 – Derme

A derme representa a camada de células vivas imediatamente abaixo da camada basal da epiderme. Encontrando-se fortemente ligada à epiderme, é a camada que proporciona resistência, extensibilidade e elasticidade à pele (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

É constituída por tecido conjuntivo denso e por diferentes células e elementos extracelulares. Para além destes elementos incluem-se ainda vasos sanguíneos e linfáticos, fibras nervosas sensitivas e anexos cutâneos (glândulas sebáceas, glândulas sudoríparas e folículos pilosos) (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

Nos espaços intercelulares a derme é preenchida por uma substância amorfa, hidratada (20 a 40% da água total do organismo) que confere consistência à derme – a *substância intersticial* ou *fundamental* (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

Envolvida por essa matriz, encontra-se uma rede intrincada de fibras (de colagénio, de elastina, reticulares, pré-elásticas e fibras de ancoragem), e outros elementos extracelulares, como as glicoproteínas, designadamente os mucopolissacarídeos (glicosaminoglicanos ou GAGs) (Cunha *et al.*, 2004; Prista *et al.*, 1992).

Entre as várias células presentes na derme, distinguem-se algumas que são consideradas residentes (fibroblastos, histiócitos, macrófagos e mastócitos) e outras migratórias (linfócitos, granulócitos, eosinófilos e plasmócitos) envolvidas nos processos imunitários (Prista *et al.*, 1992; Cunha *et al.*, 2004).

- ✓ *Os fibroblastos*: São células fusiformes, com núcleo volumoso, responsáveis pela síntese de elementos extracelulares (colagénio, elastina e mucopolissacarídeos). A designação de *fibroblastos* refere-se às células jovens, enquanto que a estas no estado adulto dá-se o nome de *fibrócitos* (Prista *et al.*, 1992; Barata, 2002).
- ✓ *Os macrófagos*: São células grandes com numerosos fagossomas, lisossomas e fagolisossomas. Possuem actividade fagocitária, intervindo nos mecanismos de resposta imunitária por estimularem os linfócitos (Prista *et al.*, 1992).
- ✓ *Os mastócitos*: São células móveis com núcleo grande e irregular, com grânulos de histamina e heparina no seu citoplasma. Na presença de estímulos, como nas reacções antigénio-anticorpo, a libertação destas substâncias pode conduzir a que estas células desencadeiem processos inflamatórios, ou em situações mais graves, reacções anafiláticas (Prista *et al.*, 1992; Barata, 2002).

### 1.2.3 - Hipoderme

A hipoderme, a camada mais profunda da pele, é um tecido subcutâneo rico em células adiposas – os adipócitos. Quando existe um elevado número de células adiposas, estas agrupam-se em lóbulos separados entre si por tabiques conjuntivos interlobulares (Cunha *et al.*, 2004).

Possui ainda fibras de colagénio e fibras de elastina que formam uma rede vascular que se prolonga até à camada basal de epiderme (Cunha *et al.*, 2004).

Trata-se de um tecido complexo, interligado com as zonas adjacentes, para cobrir e proporcionar protecção mecânica de amortecimento aos órgãos internos. Para além disso, tem a função de servir de reserva calórica, que sob influência hormonal pode sofrer lipólise, e é importante na regulação da homeotermia (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

### 1.3 - Composição Química da Pele

Entre os vários elementos químicos existentes na pele, o mais representativo é a água (Barata, 2002; Cunha *et al.*, 2004).

Contudo, as substâncias de natureza proteica são também necessárias à manutenção do equilíbrio do tecido celular. Para além de interferirem nos processos de hidratação da pele, desempenham um papel essencial na modulação de reacções inflamatórias e imunitárias. Entre estas substâncias distinguem-se os aminoácidos (cistina, desmosina, glicina, prolina, hidroxiprolina, tirosina, valina), as proteínas (colagénio, elastina, melanina, eleidina, queratina, querato-hialina, enzimas e certas hormonas) e outros constituintes azotados (ácidos nucleicos, glicoproteínas, ácido hialurónico e ureia). A presença de aminoácidos é essencial, principalmente, para reforçar os já disponíveis para que ocorra a síntese de DNA e RNA pelo tecido cutâneo, mas também para a síntese de outras estruturas proteicas, como as proteínas de suporte ou fibrosas.

Igualmente importantes para a função barreira e hidratação da pele, encontram-se os constituintes lipídicos. Entre estes distinguem-se os lípidos simples (ácidos gordos, colesterol, esqualeno), os lípidos complexos (ceramidas, fosfolípidos, esfingolípidos) e os lípidos de reserva (triglicerídeos).

Ainda de extrema importância para o nosso organismo, são os sais minerais. Estes elementos provêm da dieta e são necessários, sobretudo, para a formação de enzimas, actuando como catalizadores enzimáticos em inúmeras reacções do organismo, incluindo a pele. Os principais são o sódio, o potássio, o cálcio, o magnésio, o zinco, o ferro, o manganês, o fósforo, o enxofre e o iodo (Cunha *et al.*, 2004).

Tabela 1 – Propriedades desenvolvidas por alguns elementos químicos sobre a pele (Adaptado de Failde e Mosqueira, 2006).

<b>Elemento Químico</b>	<b>Ação sobre a pele</b>
<b>Cálcio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acção sobre as proteínas reguladoras da divisão celular: a calmodulina e a proteína de ligação ao ácido retinóico</li> <li>- Acção catalizadora das enzimas de diferenciação: transglutaminases, proteases e fosfolipases</li> <li>- Regulação da permeabilidade das membranas celulares</li> <li>- Regulação da proliferação e diferenciação dos queratinócitos</li> </ul>
<b>Enxofre</b>	- Regenerador celular, queratolítico/queratoplástico (dependendo da concentração), antioxidante, antibacteriano, antifúngico
<b>Magnésio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Em concentrações baixas inibe a síntese de algumas poliaminas que estão envolvidas na patogénese da psoríase</li> <li>- Anti-inflamatório</li> <li>- Cataliza a síntese de ácidos nucleicos e proteínas</li> <li>- Cataliza a produção de ATP</li> <li>- Produz a sedação do sistema nervoso central</li> </ul>
<b>Cloro</b>	- Equilíbrio hídrico dos tecidos
<b>Sódio</b>	- Equilíbrio hídrico dos tecidos
<b>Potássio</b>	- Síntese de ácidos nucleicos e proteínas; produção de energia
<b>Fósforo</b>	- Actua no metabolismo das membranas celulares
<b>Iodo</b>	- Antisséptico
<b>Selénio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Em doses baixas, promove a síntese de DNA e o crescimento celular</li> <li>- Antioxidante, anti-inflamatório, protector celular face à radiação UVA e UVB</li> </ul>
<b>Alumínio</b>	- Favorece a cicatrização
<b>Cobre</b>	- Anti-inflamatório, manutenção do sistema imunitário

<b>Crómio</b>	- Activação enzimática
<b>Flúor</b>	- Aporte de energia nos queratinócitos
<b>Manganês</b>	- Modulador do sistema imunitário
<b>Níquel</b>	- Estimula o desenvolvimento celular dos tecidos epiteliais
<b>Zinco</b>	- Antioxidante, prevenção do envelhecimento, cicatrização e regeneração dos tecidos cutâneos
<b>Silício</b>	- Intervém na síntese de colagénio e elastina e no metabolismo celular. - Está presente na forma de sílica coloidal em muitas águas minerais utilizadas em dermatologia. Tem um efeito abrasivo sobre as placas psoriáticas e efeito emoliente.

## II. A importância da água na pele

A água representa cerca de 60% do peso corporal num adulto normal (Bernstein, 1996). A maioria dessa água entra no organismo por via oral, sendo que apenas uma pequena fracção, entre 5 a 10%, é sintetizada como resultado da oxidação do hidrogénio proveniente da dieta, e eliminada através da urina, tracto respiratório e pela pele (Bernstein, 1996).

A sua distribuição ao longo da pele é variável, mas é a derme que é considerada como reservatório da água cutânea (Barata, 2002). As camadas mais inferiores da epiderme possuem quantidades substanciais (entre 60 a 65%), mas o conteúdo hídrico diminui à medida que se ascende até à camada córnea (Bernstein, 1996). Aqui, a água deve manter-se numa concentração compreendida entre 10 e 20%, para que a pele possa apresentar um boa condição fisiológica (Prista *et al.*, 1992). Segundo Bernstein (1996), o conteúdo hídrico varia entre 40 a 15% das camadas inferiores até à superfície, respectivamente.

A água endógena fica armazenada sobretudo na derme, de onde é encaminhada, por difusão molecular, até à superfície cutânea, dando origem à designada perspiração insensível e a uma perda sensível constituída pelo suor, a transpiração (Barata, 2002).

Por outro lado, a água exógena, corresponde àquela que é fornecida por factores externos, como a humidade ambiental ou pela aplicação de produtos cosméticos

hidratantes que, por veicularem água ou substâncias higroscópicas, aumentam nas células o conteúdo hídrico e/ou as reservas de NMF (Barata, 2002). Tal como já foi referido anteriormente, estas substâncias hidrossolúveis que incluem aminoácidos, ácidos orgânicos ou iões inorgânicos, possuem elevado poder higroscópico e são por isso, responsáveis pela fixação da água no SC (Barata, 2002).

O conceito de hidratação cutânea está directamente relacionado com a manutenção da quantidade de água necessária para manter a pele sob a melhor condição fisiológica, dotando-a de elasticidade, flexibilidade e resistência contra as agressões externas. Mas, para além da manutenção das características biológicas e biomecânicas que o estado de hidratação confere, também as características físicas, como a aparência macroscópica, a textura ou suavidade ao toque se tornam visualmente agradáveis (Barata, 2002).

A água cutânea actua como agente plastificante ou amolecedor, tornando a pele flexível, ou seja, capaz de retomar o seu estado inicial assim que terminam as forças que provocam a sua extensão. Esta capacidade deve-se ao grau de hidratação da substância fundamental, mas também às propriedades das fibras elásticas e de colagénio, as quais podem ser alteradas com a idade e alguns estados fisiológicos, como a gravidez ou a menopausa. A ausência de um nível de hidratação adequado, interfere com a barreira funcional da pele e leva à alteração ou perda do filme hidrolipídico. A presença e qualidade do filme hidrolipídico e dos vários constituintes do cimento intercelular, são fundamentais para a manutenção do grau de hidratação da pele. Eles tornam possível reter nos tecidos mais profundos, o conteúdo em água e os compostos nela dissolvidos (Prista *et al.*, 1992; Barata, 2002).

Por consequência da alteração do cimento intercelular, a permeabilidade transcutânea e a descamação normal sofrem perturbações o que resulta na descontinuidade da superfície. Para além disso, se uma pele sofre elevadas perdas de água (perspiração insensível), e esta não é repostada rapidamente, ela torna-se seca, e a permanência num estado de desidratação prolongado irá conduzir a um envelhecimento acelerado. Por vezes pode tornar-se importante determinar a origem desse desequilíbrio hídrico. Este pode dever-se a perdas de água elevadas, a alterações do cimento intercelular que o tornem incapaz de reter a água epidérmica, ou à insuficiente reposição da água perdida

através da barreira cutânea, pela aplicação de cosméticos hidratantes (Barata, 2002). De facto, enquanto não são repostos os lípidos cutâneos naturais, a superfície da pele pode sofrer uma deslipidação, fenómeno que altera a função da barreira epidérmica e interfere com a absorção cutânea (Prista *et al.*, 1992). Também, de acordo com Bernstein (1996), vários estudos têm demonstrado que a barreira efectiva à perda de água e a outras substâncias presentes no SC, se deve à presença deste cimento lipídico pelo que, a incapacidade de produzir todos os seus componentes, a qual se verifica em algumas doenças ou com o envelhecimento, resulta num aumento da perda de água transepidérmica (TEWL). A perda de água transepidérmica (TEWL) refere-se, genericamente, à quantidade total de vapor de água perdido através da pele e é variável consoante as regiões anatómicas. Assim, para que se possa evitar um estado de desidratação, é necessário que exista um equilíbrio entre a água perdida e a água fornecida interiormente (Prista *et al.*, 1992).

### **III. Os cosméticos**

Para além da perspectiva estética, a utilização de um produto cosmético representa um gesto importante na manutenção da beleza e da funcionalidade da pele (Barata, 2002).

Ao contrário do que muitas vezes se julga, não são apenas as peles problemáticas ou com perturbações patológicas que necessitam da aplicação de cosméticos. Eles podem desempenhar várias acções como produtos de limpeza, de protecção solar ou agentes hidratantes, mas contribuindo para o correcto equilíbrio cutâneo e protegendo-o das agressões externas (Barata, 2002).

Apesar da grande diversidade de preparações cosméticas existentes no mercado, que inclui produtos como os cremes, loções, sabões, sticks, geles ou sprays, também a escolha, aplicação e remoção dos mesmos devem ser feitas de acordo com a função de limpeza, tratamento ou protecção das peles a que estes se destinam (Ghersetich *et al.*, 2001). Através da acção de agentes muito específicos que lhes são incorporados, os cosméticos são capazes de melhorar a estrutura, morfologia e aparência da pele. Contudo, as alterações que se manifestam à medida que ele é aplicado não são

permanentes e interrompendo a sua aplicação, os problemas da pele reaparecem (Ghersetich *et al.*, 2001).

A partir da avaliação de parâmetros característicos da pele, esta pode ser, normalmente, classificada em 5 tipos (pele normal, seca, oleosa/gorda, mista e sensível), sendo esta classificação baseada na pele do rosto, por ser a mais exposta e reflectir melhor o estado real da pele (Barata, 2002).

Os avanços na bioquímica e fisiologia cutâneas têm permitido o desenvolvimento de produtos específicos e adaptados aos vários tipos de pele, dividindo-os de acordo com as características cosmetológicas que melhor se adaptam e, particularmente, quando existem perturbações ligeiras e/ou moderadas na pele. Assim, à luz da classificação anterior, torna-se importante considerar o cosmético correcto para o tipo específico de pele para melhorar a estrutura e aparência cutâneas e para evitar induzir perturbações (adicionais) (Ghersetich *et al.*, 2001).

De um modo geral, a utilização incorrecta ou exagerada de produtos de higiene, principalmente de agentes de limpeza demasiado agressivos ou com elevada acção detergente, isto é, desengordurante, pode revelar-se prejudicial para o equilíbrio cutâneo, por poder induzir um maior ou menor grau de irritação cutânea (Lotti e Ghersetich, 1996; Ghersetich *et al.*, 2001).

A designada pele sensível requer alguns cuidados na sua manutenção e selecção de produtos adaptados. Este tipo de pele corresponde, na realidade, a um estado funcional em que a pele, por exposição a diversos factores internos ou externos, sofre alteração da sua sensibilidade e se torna hiper-reactiva, manifestando de forma exacerbada a intolerância ao elemento agressor (Lotti e Ghersetich, 1996; Ghersetich *et al.*, 2001). Por este motivo, a indivíduos com pele sensível devem ser aconselhados produtos de limpeza adequados e não demasiado agressivos (Lotti e Ghersetich, 1996). Entre as causas possíveis para a hiper-reactividade surgem: o calor, frio, vento, radiação UV, perturbações digestivas, emocionais, hormonais ou neuro-vegetativas (Barata, 2002).

Apesar de a ciência cosmética surgir muitas vezes como recurso viável para a manutenção de uma pele saudável ou então, como cuidado complementar para corrigir alguns problemas de pele, surgem por vezes situações em que, mesmo que o cosmético seja o adequado para o tipo de pele em questão, o indivíduo sente algum desconforto aquando da sua aplicação (Ghersetich *et al.*, 2001).

Os fenómenos de intolerância aos cosméticos são situações frequentes de acidentes dermatológicos, que se podem manifestar de diversas formas e com maior ou menor gravidade. Nestas manifestações incluem-se sinais de irritação cutânea, prurido, ardor, rubor, sensação de queimadura e desconforto acompanhado ou não, por sinais ligeiros a moderados, geralmente observáveis, tais como eritema, descamação ou telangiectasia. Posteriormente podem evoluir para situações mais graves como dermatite alérgica de contacto, fotossensibilidade, reacções de hipersensibilidade ou alterações na pigmentação (Ghersetich *et al.*, 2001).

O controlo de qualidade realizado pela indústria cosmética a estes produtos, permite assegurar a eficácia na utilização dos mesmos e minimizar possíveis situações negativas apontadas aos cosméticos (Barata, 2002). Por isso, na maioria dos casos, estas situações ocorrem devido às características específicas de cada indivíduo, e não do próprio produto que, para evitar acidentes dermatológicos, deve ser aplicado segundo as instruções fornecidas pelo fabricante. As situações negativas originadas por cosméticos podem manifestar-se por simples alergias ou para situações extremas, como o “*status cosmeticus*” (Ghersetich *et al.*, 2001). O “*status cosmeticus*” designa uma condição na qual os indivíduos apresentam sinais de irritação, mais ou menos objectiva e/ou identificável, devido ao uso de cosméticos e frequentemente também a outros agentes tópicos, deixando de os tolerar. Os sinais podem manifestar-se, inicialmente, com uma maior predisposição para desenvolver rosácea e/ou dermatite seborreica, com agravamento na lavagem da pele, pela remoção do sabão ou agente detergente ou ainda pelo uso exagerado de agentes de limpeza, desmaquilhantes ou emolientes. Nestas situações, apenas a remoção do agente irritante, neste caso, o cosmético, é capaz de reduzir estes sintomas. Nestes casos, pode ser útil substituir os cosméticos por águas termais que, para além de poderem servir como agentes de limpeza, também reduzem a irritação cutânea e a sensação de desconforto. A utilização destas águas é aconselhada

até que a pele volte à sua condição normal e os indivíduos possam retomar o uso dos cosméticos, geralmente num período nunca inferior a 8-12 meses (Ghersetich *et al.*, 2001).

O desenvolvimento de estudos científicos na área da balneoterapia tem, unanimemente, apontado como benéfico, o uso de águas minerais naturais (termais ou *minero-medicinais*) no tratamento de diversas condições dermatológicas (Lotti e Ghersetich, 1996; Ghersetich *et al.*, 2001; Teixeira, 2007). O uso destas águas e das suas respectivas lamas tem sido amplamente divulgado para o tratamento ou suporte terapêutico de diversas condições dermatológicas, incluindo pele sensível, dermatite de contacto, dermatite seborreica, seborreia, acne, sebopsoríase, psoríase, ictiose ou até mesmo afecções do foro reumatológico (Lotti e Ghersetich, 1996; Fabiani *et al.*, 1996). A realização de estudos *in vivo* e *in vitro* tem vindo a elucidar de que forma estas águas são capazes de minimizar alguns sinais cutâneos, tais como eritema, prurido, descamação e sensação de queimadura em indivíduos com pele sensível ou com outras condições dermatológicas, por induzirem alterações histopatológicas ou alterarem a sensibilidade cutânea (Lotti e Ghersetich, 1996). Tornam-se por isso, um substituto eficaz aos agentes desengordurantes ou detergentes e cosméticos em geral, por não possuírem efeitos secundários, raramente induzirem reacções inflamatórias e por poderem ser utilizadas em segurança, em todas as condições de pele e particularmente, nas caracterizadas por uma extrema intolerância a cosméticos (Ghersetich *et al.*, 2001). Contudo, antes de tratar a condição dermatológica, é importante considerar qual o perfil físico-químico da água minero-medicinal mais adequado à situação clínica em questão, pois as propriedades terapêuticas destas águas, quer para fins profilácticos, curativos ou de reabilitação, ficam a dever-se às suas características físico-químicas específicas (Ghersetich *et al.*, 2001; Teixeira, 2007).

## **IV. A Água**

### **4.1 - A evolução histórica da sua utilização**

#### **4.1.1 – As Civilizações Antigas**

A simbologia da água como elemento essencial à vida e saúde do homem, surge nas Civilizações Antigas, numa perspectiva mitológica em que, a sua acção e efeitos milagrosos eram devidos a uma intervenção divina (Pita, 1998). A presença da água fazia parte da purificação ritualística encontrada na maioria das religiões. Na religião Hindu, o rio Ganges tinha um significado especial, assim como o rio Jordão para o Judaísmo e Cristianismo. Budistas e muçulmanos partilhavam da mesma importância atribuída à água, relacionando o banho à pureza religiosa. Antigos povos como os egípcios, sumérios, babilónios e aztecas, e mais tarde, gregos e romanos desenvolveram rituais medicinais e religiosos associados à água. Tais rituais, eram desenvolvidos pelos curandeiros, responsáveis por um extenso sistema terapêutico onde se incluía um banho medicinal, a aplicação de compressas frias e quentes, e a lavagem nas águas (Routh *et al.*, 1996).

Nessa época, as doenças eram interpretadas como um sinal dos deuses e os homens estavam por isso, subjugados ao comportamento das divindades para poderem usufruir de algum benefício terreno ou castigo divino. Em algumas doenças, sobretudo naquelas que tinham uma causa terrena, bem visível, havia o recurso a substâncias de origem vegetal, animal, mineral ou ainda à cirurgia. No entanto, as práticas mágico-religiosas através de rituais de sacrifício e oferendas aos deuses apelando à sua benéfica intervenção, eram consideradas fundamentais nas doenças mais graves (Pita, 1998). Um exemplo disso é o Antigo Egipto, em que os agricultores egípcios veneravam o Nilo, atribuindo poderes sobrenaturais à água e fazendo-lhe oferendas e os sacerdotes eram obrigados a purificarem-se nos banhos, para serem merecedores de entrarem nos templos (Routh *et al.*, 1996).

#### 4.1.2 – A Influência Greco-Romana

No período da Antiguidade Clássica, a mitologia continua ainda com uma forte presença nas Civilizações Grega e Romana. Para os antigos gregos, atribuem-se propriedades curativas às águas que passam a ser consideradas uma dádiva dos deuses, e por isso, possuidoras de poderes mágicos (Fabiani *et al.*, 1996). Até Homero exaltava as virtudes do banho na cura de doenças (Routh *et al.*, 1996).

Na Antiga Grécia, Hipócrates (460-377 a.C), o pai da Medicina, na sua obra *Corpus Hippocraticum*, acreditava que no organismo existiam quatro “humores” ou fluidos corporais, fundamentados pelos quatro elementos da natureza (Ar, Água, Terra e Fogo). Considerava ainda que, dependendo do equilíbrio ou desequilíbrio entre esses “humores”, resultava a saúde (eucrasia) ou a doença (discrasia), respectivamente. Para restaurar esse equilíbrio, era aconselhada a mudança de hábitos, como as dietas alimentares, a prática de exercício físico e a higiene (banhos, perspiração, caminhadas e massagens) e se possível, do meio ambiente. Foi também o primeiro a descrever os efeitos benéficos de determinadas águas (Pita, 1998; Kazandjieva *et al.*, 2008; Livro Branco, 2010).

Também Asclepiades (124 a.C) sofreu influência de Hipócrates e introduziu a hidroterapia geral nos seus pacientes, ao usar a água como agente de prevenção ou como terapia (Routh *et al.*, 1996).

Heródoto (450 a.C) sobressai nessa época por ter sido o primeiro a descrever o tratamento de várias doenças através da “cura balneária”, e a estabelecer os princípios da mesma: 21 dias de cura, selecção das águas segundo a época do ano e quais os modos de administrar os banhos (Fabiani *et al.*, 1996; Teixeira, 2007).

Adeptos do bem-estar físico e do culto do corpo, os gregos rapidamente converteram os banhos privados a banhos públicos (Routh *et al.*, 1996). Com a difusão das novas práticas balneárias na vida quotidiana grega, constroem-se templos e santuários em locais bem enquadrados, com vegetação, geralmente perto de cursos de água (muitas

delas com propriedades minero-medicinais) e num clima de grande tranquilidade, que permitem conciliar as práticas mágico-religiosas à vertente lúdica e medicinal (Pita, 1998).

Mais tarde, por aconselhar o tratamento pela água para várias patologias, dando particular importância à água do mar - a que viria a ser designada Talassoterapia - Hipócrates, na sua visão metódica da medicina apontada nos seus “*Tratados dos Ares, das Águas e dos Lugares*”, viria a ser considerado o “Pai da Climatologia e Hidrologia” (Pita, 1998; Teixeira, 2007).

É a partir da influência do saber grego que os Romanos, fascinados pelo uso grego da água, estabelecem as suas doutrinas médicas (Routh *et al.*, 1996).

Ao longo do Império Romano assiste-se ao real aproveitamento das águas de nascente. O número de banhos aumenta rapidamente e são construídos grandes aquedutos que transportam a água potável às populações, banhos públicos e ginásios para fins de convívio e relaxamento, espaços termais abertos a toda a população, que permitiam uma maior higiene, melhores condições de saúde e prevenção de doenças. Englobavam áreas de banhos quentes (*calidaria*), tépidos (*tepidaria*) e frios (*frigidaria*), com espaços destinados a massagens e à aplicação de cosméticos (perfumes, bálsamos e pomadas) (Pita, 1998). As conhecidas termas de Tito, Caracalla e Constantino são alguns exemplos (Routh *et al.*, 1996).

O banho era sinónimo de prosperidade social e prática frequente em membros de classes mais abastadas. As termas e os banhos, mais do que locais de interesse terapêutico, eram estabelecimentos relevantes na vida social romana, muitas vezes para invocação de uma ou mais divindades (Pita, 1998).

Da literatura científica romana, sabe-se que o uso de termas e banhos estava de tal forma instituído na vida quotidiana da época que, com a expansão do império, as legiões romanas criavam os seus próprios banhos de águas minerais e termais nas terras conquistadas (Kazandjieva *et al.*, 2008).

Com elevada importância na época, destacou-se Galeno (131-201 d.C) pelos seus trabalhos na utilização das águas sob a forma de banhos frios e quentes (Teixeira, 2007). Defendia o uso da água, principalmente a água fria, como primeira forma de tratamento em várias doenças, os banhos com água do mar para o tratamento da tuberculose, psoríase, reumatismo e refere-se à importância das águas férreas (Routh *et al.*, 1996; Kazandjieva *et al.*, 2008; Teixeira, 2007).

Plínio (23-79 d.C) debruça-se sobre os vários tipos de águas e de como deveriam ser usadas. Refere ainda que as fontes sulfurosas podiam reparar fraquezas musculares, enquanto as fontes ricas em alumínio eram usadas para tratar paralisias (Routh *et al.*, 1996).

#### **4.1.3 – A Influência Árabe**

Com a queda do Império Romano, a expansão árabe, por influência do Corão e da medicina técnica greco-romana, retoma os princípios de restabelecimento da saúde no organismo, através de um regime dietético e exercício físico apropriados, com recurso a medidas higiénicas e aos banhos (Pita, 1998).

A Península Ibérica beneficiava da influência moura e a criação de espaços com recurso a águas “milagrosas” começaram a reaparecer. Muitos físicos árabes viriam a adoptar estes princípios e a recomendarem a água para o tratamento de doenças. Avicena (980-1073) revelou-se como uma das mais influentes figuras da medicina árabe e defensor da água do mar como tratamento curativo. Rhazes de Ray (841-926) usava a água fria no tratamento de pacientes com varíola ou rubéola, e Haly Ben Abbas também adoptou terapias com a água (Routh *et al.*, 1996; Pita, 1998; Teixeira, 2007).

#### **4.1.4 – A Idade Média**

Após o século II (d.C), em consequência da queda do Império Romano e da rápida expansão do Cristianismo, a prática dos banhos e o uso das termas teve um declínio significativo. Com base em dogmas religiosos, a recente Igreja Cristã interdita os

banhos cerimoniais e a população vive assustada com a poluição das águas resultante dos banhos comunitários. Muitas das instalações construídas para os banhos foram abandonadas, outras aproveitadas para igrejas, enquanto outras permaneciam na realeza e por isso, não eram afectadas pelas decisões da igreja (Fabiani *et al.*, 1996; Kazandjieva *et al.*, 2008; Routh *et al.*, 1996).

#### 4.1.5 – O Renascimento

Um interesse renovado sobre as potencialidades terapêuticas das águas surge em pleno período do Renascimento, principalmente no século XVI. As águas minero-medicinais (actualmente legisladas como termais) passam a ser consideradas agentes terapêuticos para o tratamento de doenças dermatológicas e reumáticas (Fabiani *et al.*, 1996).

Na Europa, dos vultos que merecem destaque na medicina e na farmácia da época, encontram-se Paracelso (1493-1541), particularmente pela sua contribuição no conhecimento das águas minerais, e Savonarola, médico italiano que se dedicou ao estudo das águas, publicando em 1498 o primeiro tratado de balneoterapia “*De Balneis et Thermis*” (Pita, 1998; Teixeira, 2007). No século XVI, outros médicos italianos o seguiram e começaram a interessar-se pela balneologia. Fazer a “*cura*” era já conhecido, mas os médicos tinham perdido o controlo do uso das águas. Para combater o problema, eis que surge Andrea Bacci, em “*De Thermis*” (Veneza, 1571) percorre o uso da água desde o tempo de Galeno e redescobre os antigos banhos. Aí ensinava que o uso das águas era baseado na disciplina e não numa abordagem empírica (Routh *et al.*, 1996).

A partir do século XVII, as estâncias termais passaram a ser encontradas por toda a Europa. Com a divulgação do primeiro directório de estações termais da Europa por Andrea Bacci, vários lugares começaram a ser conhecidos, como Montecatini e Lucca em Itália, Varna na Bulgária ou Bath na Inglaterra. Porém, os franceses tardiamente adoptaram o conceito, e quando o fizeram, as águas de Vichy, Avène e Bourbon-Lancy foram as que mais se destacaram (Routh *et al.*, 1996).

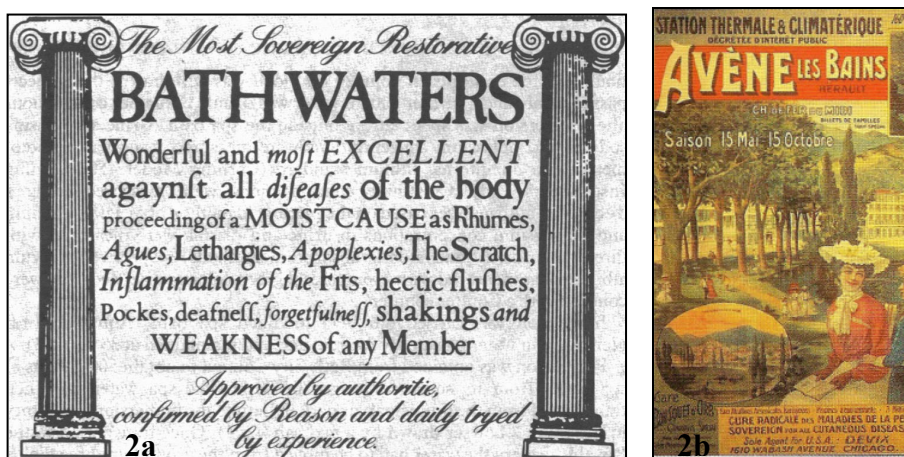


Figura 2 – Cartazes publicitários de águas termais: 2a) Bath (Inglaterra, séc. XVIII); 2b) Avène (séc. XIX) (Fonte: O'Hare *et al.*, 1985; Pierre Fabre, 2005)

#### 4.1.6 – Os séculos XVIII e XIX

Em finais do século XVII e início do XVIII, a farmácia do Barroco é influenciada pelas doutrinas clássicas e por outras mais inovadoras. Neste período sistematizam-se várias correntes de pensamento e populariza-se o emprego das águas minero-medicinais (Pita, 1998). O desenvolvimento de estações termais expande-se na Europa e na América do Norte (Routh *et al.*, 1996).

Na transição do século XVIII para o século XIX, o período do Romantismo traz outras mentalidades científicas e práticas medicinais com recurso à água (água fria, quente ou água do mar (talassoterapia)) que se conciliam com o desenvolvimento da fisioterapia (hidrocinesiterapia) (Pita, 1998).

#### 4.1.7 – O Século XX

Com a crescente popularidade das águas minero-medicinais, houve quem aproveitasse para fazer negócio com outro tipo de águas de atributos terapêuticos duvidosos, à luz da medicina da época. Gradualmente, a comunidade médica e a população em geral tornou-se descrente. A maioria dos americanos e europeus perderam o interesse no valor

da água mineral, apesar de alguns se terem mantido adeptos das estâncias balneárias na Primavera (Routh *et al.*, 1996).

Porém, desde as Grandes Guerras até à actualidade, tem-se vindo a verificar um interesse renovado no uso das águas minerais de características termais (Routh *et al.*, 1996). Com o reconhecimento científico cada vez mais amplo, no que respeita à potencialidade destas águas em várias áreas de intervenção, actualmente assiste-se ao conceito de “*regresso às origens*”. A uma mudança de mentalidades que buscam incessantemente métodos alternativos de tratamento, usufruindo do exercício físico e de momentos de bem-estar e lazer, sem os efeitos secundários de uma terapêutica farmacológica.

Nesta perspectiva, surgiu o conceito “*Spa*” (da expressão latina, “*Sanitas per Aquam*”), isto é, “saúde através da água”, que combina o uso da água para reestabelecer o equilíbrio físico e mental com a vertente de turismo de lazer (Kazandjieva *et al.*, 2008). Desta forma, aliou-se o aproveitamento das estâncias termais já existentes ou a criação de outras novas (e respectivas águas termais), com a introdução de novos métodos e abordagens terapêuticas que complementam as várias áreas de intervenção médica.

#### **4.1.8 – A evolução em Portugal**

Em Portugal, a tradição do uso das águas minerais para fins medicinais remonta ao período anterior ao início da nacionalidade (Calado, 1995; Livro Branco, 2010).

Na Antiga Lusitânia, os romanos foram indiscutivelmente os precursores da hidrologia, que mais tarde, já em pleno reinado de D. Afonso Henriques, começou a ter relevo com a fundação de estabelecimentos de assistência (Livro Branco, 2010). Muitos dos vestígios do culto dos romanos pelas águas chegaram até hoje, como as “termas” da Casa de Cantaber nas ruínas de Conímbriga, Tróia e Ossonoba-Milreus no Algarve. Em Lisboa, o conjunto balnear das “*Termas dos Cássios*” foi construído em 49 a.C. pela ordem de Quinto Cassio e Lúcio Cassio que representavam Júlio César. Também em

Vizela, no norte do país, as ruínas dos banhos romanos erigidas em 81 a.C. durante o reinado de Titus Flavius, ainda podem ser visitadas (Teixeira, 2007; Picoto, 1996).

Durante a ocupação árabe, o interesse pelas águas minerais e banhos termais persistiu, provavelmente devido à influência de Avicena (Picoto, 1996). A prática generalizou-se por toda a Península Ibérica com a utilização das águas minerais para culto e prazer (Livro Branco, 2010).

Ao longo da história de Portugal, vários reis foram reconhecendo a importância e o valor das águas de nascente. Exemplo disso foi quando D. Afonso Henriques esteve, em 1207, nas termas de S. Pedro do Sul (antiga Alafões) a recuperar da fractura de uma perna, aquando do cerco de Badajoz. Também D. João I terá usufruído das águas das Taipas. Mas foi mais tarde, no século XV, que a rainha D. Leonor de Lencastre viria a impulsionar de forma decisiva a utilização das “águas minero-medicinais”, ao mandar edificar em 1485, em Óbidos, o primeiro hospital balnear de umas “caldas” em Portugal, que passaram a chamar-se Caldas da Rainha. O hospital, hoje com mais de 500 anos, continua em funcionamento e é considerado o mais antigo do género, na Europa. Porém, apesar de nessa época a maioria da população não dispor de condições de vida para frequentar as termas, a convicção de que as águas possuíam propriedades curativas permaneceu sempre (Picoto, 1996; Livro Branco, 2010).

É principalmente a partir do século XVI que se intensifica, em Portugal, como em todo o mundo, o uso da água para fins curativos. O famoso médico português do Renascimento, Ribeiro Sanches, uma celebridade na altura e médico pessoal da Imperatriz Catarina da Rússia, chegou a recomendar o uso terapêutico das águas minerais (Picoto, 1996; Livro Branco, 2010). Contudo, a verdadeira pesquisa científica e sistemática das fontes termais portuguesas só viria a acontecer no tempo do Marquês de Pombal, no século XVIII (Picoto, 1996).

Em 1726, Francisco da Fonseca Rodrigues, médico de D. João V, publicou a obra “*Aquilégio Medicinal*”, na qual faz o levantamento das “caldas com virtudes medicinais, dignas de “particular memória”. Porém, neste trabalho não refere a

importância desempenhada pela composição química das mesmas. O primeiro a referir-se a esta problemática foi Jacob de Castro Sarmiento, quando em 1758, o médico português defendeu que era na composição química das águas que residia a comprovada acção terapêutica (Livro Branco, 2010).

Pelos trabalhos desenvolvidos e pelas lições de professores de Coimbra, pode deduzir-se sobre a importância da análise das águas para a actividade científica da química naquela cidade. O livro “*Elementos de Chimica*” de Vicente Coelho de Seabra, aluno do naturalista italiano Domingos Vandelli, um professor do Colégio Nobre de Coimbra contém um capítulo dedicado à análise das águas minerais (Picoto, 1996). Dividido em duas partes, a primeira publicada em 1788 e a segunda, dois anos mais tarde, o livro classifica as águas com base nas substâncias dissolvidas e nos métodos analíticos recomendados. Foi uma obra importante na época por ter sido a primeira a ser escrita por um autor português e na nova linguagem da química influenciada pela teoria de Lavoisier (Livro Branco, 2010).

Um nome significativo da Farmácia e da Hidrologia em Portugal, foi o de Francisco Tavares (1750-1812), professor da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, responsável pela primeira Farmacopeia oficial portuguesa, mas também pelo estudo dedicado à Hidrologia Médica. Em 1791 publica a obra “*Advertências sobre os abusos, e legítimo uso das águas minerais das Caldas da Rainha*” (Pita, 1998; Livro Branco, 2010).

A criação da Academia das Ciências de Lisboa, por D. Maria I, em 1779, foi outro acontecimento que acabou por se reflectir no desenvolvimento do estudo das águas, no final do século. Esta instituição passou a dar especial importância ao estudo da água, através da análise da mesma, tornando-se um pólo de desenvolvimento da parte química desta área do conhecimento (Livro Branco, 2010).

Ao longo do século XIX, o estudo das águas chega à Escola Politécnica de Lisboa e à Academia Politécnica do Porto. Acompanhando o interesse dos cientistas e das populações, o Estado procurou proteger as águas medicinais, tomando medidas e

delegando funções a comissões para proceder a estudos laboratoriais, à inventariação e recolha de dados analíticos (Livro Branco, 2010). Em 1892, é publicado o primeiro decreto oficial no que respeita às águas minerais portuguesas (Picoto, 1996), mas só em 1928 é publicada uma nova lei que visa assegurar a qualidade da água (Livro Branco, 2010). Em 1988 é publicada uma definição oficial do termo “*Spa*”. Finalmente, duas leis importantes são publicadas em 1990, estabelecendo a fundamentação legal para as águas minerais e *spas*. Para que seja considerado um *spa*, deve existir eficácia clínica e condições médicas adequadas. Os directores clínicos dos *spas* passam a ser obrigados a fornecer um relatório anual à Direcção Geral de Saúde e a especificar o número de pacientes tratados em cada ano (Picoto, 1996). Depois de um período de prosperidade no uso das práticas balneárias, eis que se seguiu um longo declínio, que iria terminar já no fim do século XX, com a redescoberta do valor terapêutico das águas termais.

Actualmente, o reconhecimento de várias modalidades terapêuticas relacionadas com as águas termais é feito com base em evidências científicas que foram sendo realizadas ao longo dos anos. Aquilo que começou por ser inicialmente, uma aplicação empírica e de observação clínica, chega hoje até nós, como uma realidade cientificamente provada. A medicina contemporânea confirma as propriedades terapêuticas das variadíssimas águas termais em todo o mundo, e aprova a sua aplicação no tratamento de patologias em que, outras áreas da medicina não foram bem sucedidas (Matz *et al.*, 2003).

## **V. Ciclo da Água: Aparecimento das Águas Subterrâneas**

A água doce representa 2.5% da totalidade da água disponível na Terra. Desta percentagem, 68.9% encontra-se nas calotes polares e glaciares, 29.9% é água subterrânea, 0.9% encontra-se noutros reservatórios e apenas 0.3% corresponde à água dos rios e dos lagos (APRH, s/d).

A água subterrânea constitui um recurso natural imprescindível para a vida e para a integridade dos ecossistemas, representando mais de 95% das reservas de água doce exploráveis do globo terrestre (APRH, s/d). Resulta da infiltração da água que provém

da precipitação e da água dos rios e lagos que, ao se armazenar nos interstícios das formações geológicas (poros, cavidades, fissuras, etc), forma os aquíferos (Figura 3).

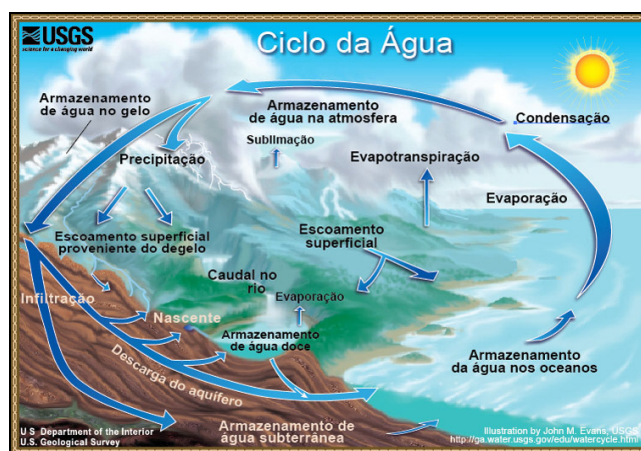


Figura 3 – O Ciclo da Água (USGS, s/d).

Durante a infiltração da água no subsolo, inicia-se um processo lento e complexo de filtração natural que se encarregará de eliminar os microrganismos e as substâncias em suspensão. É também durante este processo que a água será enriquecida em sais minerais (Livro Branco, 2010).

Alguns aspectos que influenciam o processo de mineralização e condicionam claramente o perfil mineralógico de uma água, são:

- **O tipo de rocha através da qual a água circula** - o contacto da água com a rocha favorece os fenómenos de absorção/adsorção entre os elementos químicos correspondentes a cada uma, os quais a tornarão numa água de características únicas. Neste aspecto, as águas subterrâneas diferem das águas superficiais em relação aos elementos químicos presentes, pois os seus aquíferos são muitas vezes confrontados com zonas de contacto com terrenos ricos em filões metálicos ou relacionados com manifestações vulcânicas. As águas superficiais possuem predominantemente elementos alcalino-terrosos, enquanto que nas águas profundas existem outros elementos inexistentes nas superficiais, tais como: flúor, bromo, boro, arsénio, fósforo, silício, entre outros (Teixeira, 2007; Livro Branco, 2010).

Para além disso, as características de dissolução, porosidade ou permeabilidade do material rochoso, interferem no perfil e caudal de circulação de água do aquífero que, segundo as suas características geométricas, vão condicionar o armazenamento e a transmissão de água subterrânea (Figura 4) (APRH, s/d).

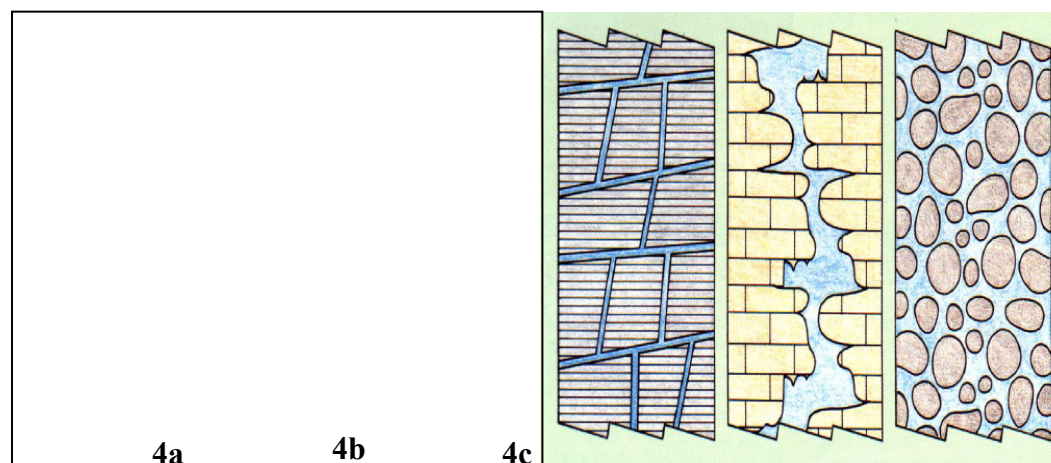


Figura 4 – Geometria dos aquíferos: 4a) Aquífero Poroso - aquífero que contém poros resultantes dos arranjos dos grãos (Ex: areias); 4b) Aquífero Cársico – aquífero que contém cavidades originadas por dissolução da rocha que permitem uma circulação rápida da água (Ex: calcários); 4c) Aquífero Fraturado – aquífero cuja porosidade e permeabilidade estão relacionadas com fracturas que afectam o material de suporte (Ex: granitos) (APRH, s/d).

- **O tempo de permanência e de contacto de uma água com o subsolo** - pode ser da ordem das dezenas, centenas ou milhares de anos. Daí que a água possa adquirir diferentes graus de mineralização, comparativamente às águas subterrâneas da mesma região. Normalmente, quanto mais prolongado for o contacto entre a rocha e a água, maior será o grau de mineralização (Caderno APIAM nº2, 2000; Livro Branco, 2010).
- **A temperatura do aquífero e a profundidade** - a uma maior profundidade de circulação subterrânea corresponde uma temperatura mais alta e, em consequência, um teor de sais minerais mais elevado. A temperatura é um factor de divergência entre as águas superficiais e profundas. As águas superficiais são mais susceptíveis a variações de temperatura e são em regra, águas frias. Por outro lado, as águas profundas, uma vez que circulam no subsolo e na sua origem estão envolvidos

fenómenos de actividade vulcânica, a temperatura mantém-se constante e muitas vezes elevada (Teixeira, 2007; Livro Branco, 2010).

A existência de fenómenos próprios de algumas regiões com actividade vulcânica ou sísmica, também pode influenciar a mineralização de uma água. Nestas zonas é frequente existir a presença de gás, principalmente gás carbónico e de sais minerais (ou oligoelementos) muito especiais, como o flúor e o lítio, que ajudam a enriquecer ainda mais determinada água subterrânea (Livro Branco, 2010).

### 5.1 – Classificação das Águas Subterrâneas

Nas águas subterrâneas disponíveis para consumo e utilização humana, incluem-se as *Águas Minerais Naturais* e as *Águas de Nascente* (Caderno APIAM nº1, 1999). Contudo, importa referir que desta classificação se excluem outras águas consumíveis, como as águas de abastecimento público ou da torneira, por serem provenientes de várias origens, como as águas de superfície.

- ✓ *Águas Minerais Naturais* - águas subterrâneas provenientes de aquíferos localizados a profundidades consideráveis no subsolo. Por estarem melhor protegidas de agentes poluidores, mantêm-se bacteriologicamente sãs, sendo utilizadas sem qualquer tratamento. Através dos fenómenos hidrogeológicos descritos anteriormente resultam características físico-químicas específicas e únicas de cada água, que permanecem imutáveis ao longo do tempo (Caderno APIAM nº2, 2000; Caderno APIAM nº3, 2001; Livro Branco, 2010).
  
- ✓ *Águas de Nascente* – águas subterrâneas consideradas bacteriologicamente sãs à saída das captações. São dotadas de características físico-químicas que as tornam adequadas para o consumo humano no seu estado natural. Porém, estas diferem das *Águas Minerais Naturais* pelo curto tempo de circulação subterrânea, o que leva consequentemente, a que a presença de sais minerais e outros elementos químicos numa *Água de Nascente*, não seja constante ao longo do ano e que possa ocorrer uma variabilidade química sazonal (Caderno APIAM nº3, 2001).

As águas subterrâneas são utilizadas, principalmente, para o consumo público, na indústria e na agricultura, e chegam até ao consumidor tal como se encontram na natureza, com a mesma composição mineral e pureza original (Livro Branco, 2010; APRH, s/d).

Pela complexidade dos fenómenos envolvidos na formação destas águas, só os tipos mais nobres de águas subterrâneas podem ascender à categoria de *Águas Minerais Naturais* e *Águas de Nascente*. Para preservar todas as suas qualidades, a utilização ou engarrafamento destas águas só pode ocorrer no próprio local de captação (Livro Branco, 2010).

Apesar de se tratar de águas subterrâneas, e por isso melhor protegidas contra a contaminação do que as águas superficiais, não se encontram totalmente protegidas face à poluição provocada pelas diversas actividades antropogénicas. Uma vez poluídas, podem dar origem a processos praticamente irreversíveis sendo a sua descontaminação muito difícil. Daí que, para que se torne possível controlar a qualidade destas águas seja necessário implementar perímetros de protecção das captações, ou seja, delimitar as áreas de superfície e subsuperfície que rodeiam os locais de captação, proibindo qualquer actividade susceptível de alterar a qualidade da água subterrânea e conhecer previamente os circuitos hidrogeológicos dessas águas. O circuito hidrogeológico de uma determinada água corresponde ao percurso que o aquífero que dá origem a uma determinada água mineral natural ou água de nascente faz por entre as rochas (APRH, s/d; Livro Branco, 2010).

Do naipe aniónico destacam-se, pela abundância frequente, os iões bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) e sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Em alguns casos, as águas podem igualmente conter fluoreto ( $\text{F}^-$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{2-}$ ) e sulfureto ( $\text{S}^{2-}$ ), mas sempre em quantidades manifestamente inferiores às dos elementos referidos anteriormente. Entre os catiões, os predominantes no meio aquoso são o sódio ( $\text{Na}^+$ ), o potássio ( $\text{K}^+$ ), o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e o magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ). A presença destes sais minerais, alguns metais e de outros componentes inorgânicos que se encontram geralmente em menores concentrações (na ordem de microgramas por litro) – os oligoementos - está directamente relacionada com o desempenho de processos bioquímicos e inúmeras reacções enzimáticas

indispensáveis ao bom funcionamento do organismo. Dada a natureza inorgânica destes elementos, o corpo humano não consegue sintetizá-los, pelo que necessita de recorrer à alimentação para os ingerir. Neste contexto, quer as *Águas Minerais Naturais* como as *Águas de Nascente* podem ser uma alternativa viável para o fornecimento destes oligoelementos (Livro Branco, 2010).

Na tabela 2 encontram-se sintetizadas as diferenças entre as várias águas de consumo.

Tabela 2 – Principais diferenças entre Água Mineral Natural, Água de Nascente e outras águas de consumo humano (Livro Branco, 2010).

	Água mineral natural	Água de nascente	Outras águas, destinadas ao consumo humano
Circulação subterrânea	Sim	Sim	Não
Estado natural e pureza original	Sim	Sim	Não
Identificação da captação	Sim	Sim	Não
Identificação dos componentes característicos	Sim	Não	Não
Embalamento no local da captação	Sim	Sim	Não
Características estáveis e permanentes	Sim	Não	Não
Proibição de tratamentos químicos ou de aditivos	Sim	Sim	Não
Protecção dos aquíferos	Sim	Sim	Não
Próprias para beber	Sim	Sim	Sim

As *Águas Minerais Naturais* e as *Águas de Nascente* podem ainda classificar-se de acordo com diferentes critérios (Livro Branco, 2010):

- **A Temperatura** - as águas naturais captadas a menos de 50 metros de profundidade apresentam uma temperatura constante, que equivale à média atmosférica da região (entre 9 e 15°C, nos países mediterrânicos) - são as chamadas águas frias. A partir

desta profundidade, a temperatura da água aumenta em 1°C por cada 30 metros de profundidade. A temperatura pode, no entanto, atingir valores muitíssimo elevados em regiões geotérmicas condicionadas por fricções entre placas tectónicas (zonas vulcânicas, sísmicas, etc). Dado que o aparecimento de águas minerais, incluindo as *Águas Termais*, está disperso por todo o mundo e as temperaturas médias anuais são variáveis, vários autores adoptaram intervalos de temperatura de emergência diferentes para a classificação das águas, tornando-os assim, não consensuais (Kazandjieva *et al.*, 2008; Ghersetich e Lotti, 1996; LTH, s/d; Livro Branco, 2010). Por isso, qualquer definição e/ou classificação baseada na temperatura de emergência, deverá ser interpretada num contexto geográfico específico.

De acordo com Kazandjieva *et al.* (2008), as águas designam-se:

- *Frias* – com temperaturas inferiores a 20°C;
- *Quentes* – com temperaturas superiores a 20°C, e entre estas distinguem-se:
  - *Hipotermas* – com temperaturas entre 20 e 30°C;
  - *Termas* – com temperaturas entre 30 e 40°C;
  - *Hipertermas* – com temperaturas superiores a 40°C.

- **A Presença de gás** - os gases mais frequentemente associados a estas águas são o carbónico e o sulfídrico. Quando existe naturalmente gás carbónico livre numa água mineral, esta passa a ter a designação de água *gasocarbónica*, indicativa de que o gás carbónico da água provém do aquífero. A origem do gás nas águas *gasocarbónicas* pode ser de origem tectónica ou vulcânica, e manifesta-se sob a forma de bolhas de gás livre. Pelo contrário, a origem das águas sulfurosas é exclusivamente vulcânica (Livro Branco, 2010).
- **A Acidez** - habitualmente as águas são ácidas quando o valor de pH varia entre 5 e 6.9, o que ocorre devido ao contacto com certas rochas, ou por a água conter gás carbónico. Por outro lado, as águas são alcalinas quando o valor do pH varia entre os 7.1 e os 9 (Gomes e Silva, 2007; Livro Branco, 2010).
- **A Mineralização** - embora não existam águas com a mesma composição química, torna-se possível o seu agrupamento por classes ou tipos químicos, com base no

total de sais minerais dissolvidos, quantificados através da mineralização total (soma das quantidades de todos os aniões, catiões e sílica) na água – o chamado Resíduo Seco (RS) determinado a 180°C (Caderno APIAM nº3, 2001). De acordo com a legislação europeia consideram-se (Livro Branco, 2010):

- ✓ Águas Hipossalinas (ou muito pouco mineralizadas): quando o total de sais dissolvidos (RS) não ultrapassa 50 mg/L;
- ✓ Águas Hipomineralizadas (pouco mineralizadas ou fracamente mineralizadas): quando apresentam valores de mineralização total entre 50 e 500 mg/L;
- ✓ Águas Mesossalinas (ou mineralizadas): quando a mineralização total se situa entre 500 a 1500 mg/L;
- ✓ Águas Hipersalinas (mineralização forte ou ricas em sais minerais): são as que exibem um valor de mineralização total superior a 1500 mg/L.

Para além dos parâmetros anteriores, a classificação da composição mineral pode seguir um outro critério:

O critério legalmente aceite (segundo a legislação europeia e respectiva transposição para o âmbito nacional) para a classificação dos tipos químicos de águas naturais, é fundamentalmente de origem quantitativa (Livro Branco, 2010). A classificação baseia-se na presença de certos aniões ou catiões, em quantidades manifestamente superiores à dos outros constituintes dissolvidos (Caderno APIAM nº3, 2001; Teixeira, 2007):

- ✓ Água Bicarbonatada ( $\text{HCO}_3^-$ ) - a quantidade de bicarbonato é superior a 600 mg/L;
- ✓ Água Sulfatada ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) - a quantidade de sulfato é superior a 200 mg/L;
- ✓ Água Cloretada ( $\text{Cl}^-$ ) - a quantidade de cloreto é superior a 200 mg/L;

- ✓ Água Sódica ( $\text{Na}^+$ ) - a quantidade de sódio é superior a 200 mg/L;
- ✓ Água Hipossódica (adequada para um regime pobre em sódio) - a quantidade de sódio é inferior a 20 mg/L;
- ✓ Água Cálcica ( $\text{Ca}^{2+}$ ) - a quantidade de cálcio é superior a 150 mg/L;
- ✓ Água Magnésiana ( $\text{Mg}^{2+}$ ) - a quantidade de magnésio é superior a 50 mg/L.

Todavia, da regulamentação europeia admite-se ainda que uma água hipomineralizada adquira “individualidade própria” nos seguintes casos (Teixeira, 2007):

- ✓ Água Sulfúrea – a quantidade de enxofre titulável é igual ou superior a 1 mg/L;
- ✓ Água Fluoretada ( $\text{F}^-$ ) - a quantidade de fluoreto é igual ou superior a 1 mg/L;
- ✓ Água Ferruginosa ( $\text{Fe}^{2+}$ ) – a quantidade de ferro bivalente é igual ou superior a 1 mg/L;
- ✓ Água Silicatada ( $\text{SiO}_2$ ) – a quantidade de sílica livre coloidal é igual ou superior a 10 mg/L;
- ✓ Água Gasocarbónica (carbogasosa ou acidulada) - a quantidade de anidrido carbónico livre é superior a 250 mg/L.

## VI. As Águas Termais

As águas termais, da forma como hoje são reconhecidas, isto é, como águas minerais com propriedades terapêuticas, surgem no início do século XIX designadas simplesmente como “águas minerais” (Nocco, 2008). Porém, o conceito de “água mineral” também era aceite para designar uma água que simplesmente possuía grande qualidade para ser consumida como bebida, sem, contudo, necessitar de ser medicinal

(Calado, 1995). A utilização indiscriminada das duas terminologias em simultâneo, suscitou alguma polémica e descrédito quanto às verdadeiras potencialidades medicinais de algumas águas, pelo que rapidamente as águas utilizadas para o tratamento de algumas doenças crónicas da época, passaram a ser conhecidas apenas como “águas minero-medicinais” (Calado, 1995; Nocco, 2008). Esta designação assenta basicamente em dois critérios: num critério geológico, em que se trata de uma água cuja mineralização total, ou alguns dos seus componentes, excede o que se pode considerar normal para as águas subterrâneas – e por isso designa-se “mineral”; e outro medicinal, pelos seus efeitos benéficos para a saúde humana e propriedades terapêuticas - daí, “minero-medicinal” (Calado, 1995; Nocco, 2008).

A influência positiva das “curas termais” na recuperação dos pacientes era atribuída, por um lado às propriedades físico-químicas da água e por outro, aos factores climáticos, nutricionais e sociais que caracterizavam cada estância termal de saúde (Nocco, 2008). Actualmente, a designação de “água termal” veio substituir a anteriormente utilizada “água minero-medicinal” (Teixeira, 2007).

## **6.1 - Propriedades Físico-Químicas**

### **6.1.1 – Formação Geológica das Águas Termais**

À semelhança das restantes águas subterrâneas, a maioria das águas termais tem origem na água resultante da precipitação atmosférica que, ao se infiltrar em profundidade, vai ganhando características físico-químicas particulares, dependentes da composição mineralógica das formações geológicas por onde circula (APRH, s/d).

O que permite distinguir as águas subterrâneas normais das águas termais numa mesma região, são as características termais que estas últimas apresentam. Entre estas distinguem-se características geoquímicas estáveis, isto é, ao abrigo de flutuações sazonais, decorrentes de um circuito hidrogeológico mais longo, profundo e lento. No entanto, a característica distintiva mais evidente que permite classificar as águas

minerais como “termais”, é o facto de adquirirem temperaturas de emergência numa gama de valores superiores aos habituais. As elevadas temperaturas das águas termais estão relacionadas com a formação destas águas em zonas geologicamente instáveis (associadas à tectónica de placas) e ao facto de serem o resultado da existência, em profundidade, de um foco de calor activo (vulcanismo activo) (Figura 5). De um modo geral, quanto maior for a temperatura de emergência de determinada água, maior será a profundidade a que as águas meteóricas que lhe deram origem, circularam (Espinha Marques *et al.*, 2003; APRH, s/d).

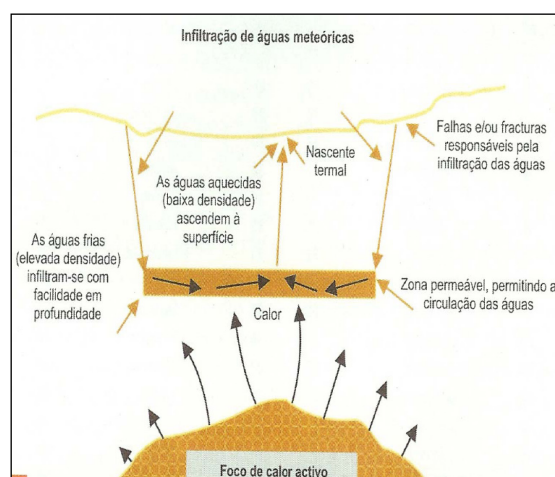


Figura 5 – Formação de um sistema de águas termais (APRH, s/d).

### 6.1.2 – Características Gerais das Águas Termais

A partir dos fenómenos geológicos já referidos, cada água termal adquire características físico-químicas particulares que irão condicionar as suas funções terapêuticas (Gomes e Silva, 2007).

Ao se tratarem de um tipo especial de águas minerais naturais, as águas termais caracterizam-se por três aspectos fundamentais: a sua origem natural, serem bacteriologicamente puras e apresentarem potencial terapêutico (Lotti e Ghersetich, 1996). Além disso, de acordo com as suas características físico-químicas podem ser classificadas com base nos parâmetros mais frequentes, tais como: a temperatura de

emergência, a mineralização total e o seu quimismo, ou seja, a predominância de uma ou mais espécies químicas não dissociadas, aniónicas ou catiónicas (IGM, 1998).

No que se refere à temperatura de emergência, a definição corrente de água termal distingue-a apenas como uma água subterrânea cuja temperatura de emergência excede os 20°C, ou seja, situa-se dentro de uma gama de valores superiores aos das águas minerais comuns, habitualmente frias (IGM, 1998; Espinha Marques *et al.*, 2003). Porém, como já referido anteriormente para as águas minerais, a classificação com base neste critério deve ser encarada do ponto de vista geográfico, uma vez que tem em conta as variações anuais de temperatura do ar numa determinada área. Assim, do ponto de vista geológico e/ou hidrogeoquímico, a definição correcta que permite abranger essas discrepâncias é, de acordo com Espinha Marques *et al.* (2003), o critério de Schoeller, ao considerar uma água “termal” quando a temperatura de emergência da mesma, superar em 4°C a temperatura média anual do ar da região onde emerge. Em Portugal continental, os intervalos de temperaturas de emergência das águas termais situam-se maioritariamente entre os 20°C e os 40°C, mas nunca excedendo os 80°C (IGM, 1998).

Em relação à mineralização total (soma das quantidades de todos aniões, catiões e sílica), a classificação das águas termais é feita à luz da classificação já referida para as águas minerais, variando entre valores inferiores a 50 mg/L e valores superiores a 1500 mg/L (Livro Branco, 2010; Teixeira, 2008).

As águas termais podem ainda ser classificadas em função do seu quimismo, que engloba a mineralização total, mas é marcado principalmente pela presença de determinadas espécies químicas, catiões ou aniões dominantes. É a partir do conhecimento do perfil físico-químico dominante que a água termal é classificada em função do seu quimismo e, conseqüentemente, direccionada para determinada aplicação terapêutica. Este critério de classificação é determinante na distinção dos vários tipos de águas termais, dado que traduz a individualidade de cada uma. De acordo com Ghersetich e Lotti (1996), estas águas apresentam um “dinamismo físico-químico”, o qual é responsável pela sua acção. Aliás, o conceito de “dinamismo físico-químico” pretende aludir ao facto de algumas das propriedades das águas termais se perderem assim que estas são extraídas das suas fontes naturais. No passado, surgiram várias

tentativas para preparar artificialmente águas “minero-medicinais” que falharam precisamente porque as artificiais não possuíam as mesmas actividades biológicas que as naturais (Ghersetich e Lotti, 1996; Nocco, 2008). Torna-se assim aconselhável que estas águas sejam usufruídas no seu estado primordial, ou seja, no estado em que brotam da nascente.

Para a protecção das suas características, as águas termais são sujeitas a normas microbiológicas e a legislação rigorosa que proíbe qualquer tipo de tratamento que lhes destrua as características intrínsecas (Livro Branco, 2010).

As características comuns às águas termais são (Espinha Marques *et al.*, 2003; Lotti e Ghersetich, 1996; IGM, 1998; Teixeira, 2008; Nocco, 2008):

- ✓ São soluções naturais de origem subterrânea, bacteriologicamente puras;
- ✓ Derivam de um circuito hidrogeológico longo, profundo e lento;
- ✓ Possuem características físico-químicas particulares e propriedades definidas geologicamente, que permanecem constantes no tempo – sem alterações sazonais;
- ✓ Possuem características físico-químicas e biológicas específicas, dificilmente reprodutíveis de forma artificial;
- ✓ Possuem valores de temperatura de emergência geralmente superiores aos considerados normais para as restantes águas subterrâneas (em Portugal continental, variável entre 20 e 40°C);
- ✓ Com mineralização total de grande amplitude de valores (desde valores inferiores a 50 mg/L a superiores a 1500 mg/L);
- ✓ Apresentam uma grande variabilidade de tipos químicos: uma vez definido individualmente numa água, permanece constante – quimismo constante;

- ✓ Apresentam potencial terapêutico que deriva das suas características físico-químicas e, por isso, podem ser utilizadas para determinados objectivos terapêuticos.

### 6.1.3 – Características Individuais das Águas Termais: Tipos Químicos

Apesar das muitas características comuns que as águas termais reúnem entre si, o que está claramente demonstrado é que não existem duas águas termais iguais. Para essa especificidade ou individualidade próprias, muito contribui a presença de espécies químicas, catiónicas ou aniónicas, que cada água exhibe em menor ou maior proporção (Caderno APIAM nº3, 2001).

A classificação dos tipos químicos é feita consoante as espécies químicas não dissociadas, aniónicas e catiónicas dominantes, tomando cada água a designação dos constituintes maioritários dissolvidos, por exemplo: sulfúreas, bicarbonatadas, sulfatadas, cloretadas, silicatadas, fluoretadas, sódicas, cálcicas, etc (Teixeira, 2007).

A grande variabilidade geológica de Portugal continental dá origem a águas termais com características físico-químicas muito distintas (APRH, s/d). Tendo em conta o quimismo das mesmas, verifica-se que a maioria das águas termais nacionais se apresentam sulfúreas, bicarbonatadas ou cloretadas e sódicas (Tabela 3) (IGM, 1998).

Tabela 3 – Quimismo de algumas águas termais de Portugal Continental (Adaptado de CRGPC, s/d; TERMALBASE, s/d).

Ocorrência Termal	Características Químicas	Quimismo
Caldas de Manteigas	$H_2S$ , $HCO_3^-$ , $Na^+$ , $F^-$	Fracamente mineralizada, sulfúrea, bicarbonatada, sódica.
Caldas da Rainha	$H_2S$ , $Cl^-$ , $SO_4^{2-}$ , $Na^+$ , $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$	Hipersalina, sulfúrea e fluoretada, cloretada, sulfatada, sódica, cálcica.
Termas do Luso	$SiO_2$ , $Cl^-$ , $Na^+$ , $K^+$	Hipossalina, silicatada, cloretada, sódica

Termas de S. Pedro do Sul	$H_2S, HCO_3^-, Na^+, F^-$	Fracamente mineralizada, sulfúrea, bicarbonatada, sódica
Termas de Unhais da Serra	$H_2S, HCO_3^-, Na^+, F^-$	Fracamente mineralizada, sulfúrea, bicarbonatada, sódica
Termas de Monfortinho	$SiO_2, Cl^-, Na^+, K^+$	Hipossalina, silicatada, bicarbonatada, sódica

## 6.2 – Propriedades Terapêuticas

Uma das características mais importantes das águas termais é o facto de possuírem propriedades terapêuticas. Do seu longo percurso como “elemento terapêutico”, o que começou por ser uma utilização empírica, merece hoje o reconhecimento científico pela sua acção benéfica nas mais variadas áreas de intervenção médica: sistema respiratório, cardiovascular, digestivo, ginecológico, urológico, imunológico, reumatológico, nervoso, endócrino, metabólico, otorrinolaringológico, respiratório, auditivo, dermatológico, entre outros (Faílde e Mosqueira, 2006).

Da perspectiva terapêutica importa compreender que cada tipo de água termal responde a necessidades específicas, pelo que se torna fundamental toda a envolvência do meio, aquando o tratamento. Atenta a isso, a indústria do termalismo tem direccionado a sua vertente terapêutica clássica, isto é, o uso das potencialidades medicinais da água termal para efeitos de prevenção, tratamento e reabilitação, para uma vertente de bem-estar, aliada ao conceito de Spa (“*Sanitas per Aquam*”) e outras abordagens terapêuticas (ex: peloterapia, hidromassagem, etc) (Teixeira, 2007; Kazandjieva *et al.*, 2008). A nova estratégia visa por isso, não só a utilização das águas termais para o tratamento de afecções reumatológicas, digestivas, doenças do foro respiratório, músculo-esqueléticas, nefro-urinário, doenças metabólico-endócrinas, doenças da pele, entre outras, mas também, para a oferta de novos programas de lazer, relaxamento e cuidados estéticos aliados às propriedades únicas destas águas (Faílde e Mosqueira, 2006; Teixeira, 2007).

Tabela 4 - Indicações terapêuticas de algumas águas termais de Portugal Continental (Adaptado de CRGPC, s/d; TERMALBASE, s/d).

Ocorrência Termal	Indicações Terapêuticas
Caldas de Manteigas	Doenças do aparelho respiratório, reumáticas e músculo-esqueléticas.
Caldas da Rainha	Doenças do aparelho respiratório, reumáticas e músculo-esqueléticas.
Termas do Luso	Doenças do aparelho circulatório, respiratório, nefro-urinário, reumáticas e músculo-esqueléticas
Termas de S. Pedro do Sul	Doenças metabólico-endócrinas, do aparelho respiratório, reumáticas e músculo-esqueléticas e
Termas de Unhais da Serra	Doenças do aparelho circulatório e digestivo, reumáticas e músculo-esqueléticas,
Termas de Monfortinho	Doenças do aparelho digestivo e da pele.

Apesar das várias aplicações terapêuticas e recomendações ao uso de águas termais, como prevenção e/ou tratamento de diversas afecções nas mais diversas áreas, o desenvolvimento de estudos científicos têm tornado possível confirmar a capacidade das águas termais para melhorar determinadas afecções cutâneas. Prova disso, são as inúmeras condições dermatológicas que, ao serem tratadas com balneoterapia (banhos termais) ou outros tratamentos à base de água termal, apresentam resultados com elevada percentagem de sucesso. Entre essas condições, destacam-se os eczemas, a psoríase, ictiose, sensação de prurido, queimaduras e na cicatrização de feridas (Ghersetich e Lotti, 1996; Matz *et al.*, 2003; Faílde e Mosqueira, 2006).

De acordo com Faílde e Mosqueira (2006), os efeitos cutâneos derivados da aplicação tópica das águas minero-medicinais, são devidos à interacção local entre os constituintes da água termal e a estrutura da superfície cutânea. A pele, considerada como a porta de entrada tanto para os componentes da água como para os estímulos físicos que aporta,

responde às aplicações de água termal interagindo com a água e os seus constituintes. Apesar dos mecanismos de acção responsáveis pelos efeitos cutâneos (e outros) não se encontrarem totalmente esclarecidos, vários estudos científicos apontam para que, na sua maioria, estes se devam às características químicas específicas de cada água que, em conjunto, actuam melhorando as alterações cutâneas e/ou biológicas.

Do ponto de vista da aplicação dermatológica, nos subcapítulos seguintes abordam-se as diferentes propriedades ou acções terapêuticas de várias águas termais (utilizadas em balneoterapia, hidropinia ou peloterapia), assim como uma explicação científica à luz das mesmas. Nesta abordagem incluem-se as propriedades hidratantes; propriedades anti-irritantes e reparadoras da barreira cutânea; acção sobre o pH cutâneo; propriedades anti-pruriginosas; propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras; acção sobre a circulação sanguínea cutânea e efeitos analgésicos; propriedades anti-oxidantes; propriedades bactericidas e anti-fúngicas; propriedades anti-seborreicas; efeitos queratoplásticos/queratolíticos; propriedades no relevo cutâneo e propriedades sensoriais.

### *6.2.1 - Propriedades hidratantes*

Uma das funções primordiais da pele é a de proteger o organismo das agressões externas. O SC, a camada mais superficial da epiderme, desempenha um papel fundamental na manutenção da hidratação da pele (Elkhyat *et al.*, 2004). Aliás, serve de barreira impermeável à perda de água cutânea, ao mesmo tempo que facilita a manutenção do equilíbrio hídrico ao longo da epiderme. Sobre a importância de se manter um nível de hidratação adequado, alguns autores referem a possibilidade de afecções cutâneas pré-existentes serem agravadas, ou mecanismos inflamatórios e/ou imunomoduladores, como a desgranulação dos mastócitos e a secreção de citocinas, serem mais propícios a ocorrer (Denda, 2000). Entre as características estruturais do SC que facilitam a retenção de água na pele, destacam-se essencialmente as ligações entre os corneócitos e a sua distribuição compacta, a disposição das camadas lipídicas no espaço intercelular e a produção dos factores naturais de hidratação (NMF) (Rawlings e Harding, 2004).

Pretendeu-se avaliar a influência que a aplicação da água termal *Saint Gervais* provocou na hidratação cutânea de indivíduos com pele seca. Elkhyat *et al.* (2004) reportaram que esta água aumentou a hidratação da pele, imediatamente após a sua aplicação. Para além disso, face à tendência hidrofóbica que a pele seca habitualmente apresenta, os autores observaram que o valor do ângulo de contacto  $\theta$  diminuiu. Este parâmetro biofísico traduziu assim a menor tendência hidrofóbica da superfície cutânea, tendo a aplicação da água termal aumentado a molhabilidade do SC.

Reconhece-se que o consumo de uma elevada quantidade de água influencia positivamente a condição da pele. Foi realizado um estudo para avaliar o impacto que a ingestão diária de uma elevada quantidade de água (2.25 L) exerceu na fisiologia da pele. A distribuição dos tipos de águas sob estudo (água da torneira e água mineral) foi feita por dois grupos de voluntários. Após as 4 semanas de análise, os efeitos observados demonstraram que a água mineral provocou a diminuição da densidade da pele; o aumento da espessura e manteve o nível de pH da superfície cutânea. Por outro lado, o consumo de água da torneira aumentou a densidade da pele, mas reduziu a espessura e o pH cutâneos. A morfologia da superfície cutânea não foi alterada por nenhuma das águas. Face aos resultados obtidos, os autores concluíram sobre a influência significativa que o consumo de água pode representar nos parâmetros fisiológicos da pele, porém, salvaguardando que os efeitos diferem de acordo com a natureza da água ingerida (Williams *et al.*, 2007). Um trabalho semelhante pretendeu aceder aos efeitos que o consumo adicional de uma água mineral provocava na hidratação da pele e no bem-estar cutâneo de indivíduos com pele seca e de indivíduos com pele saudável. Os resultados demonstraram uma melhoria significativa do nível de hidratação, assim como a alteração dos níveis de TEWL e da capacidade de retenção de água pelas camadas superiores do SC. A melhoria da suavidade, elasticidade, efeito hidratante da pele foram sentidas pelos indivíduos de pele saudável. Assim, foi sugerido que o consumo de água mineral possa ser utilizado como abordagem cosmética complementar para melhorar a hidratação da pele (Mac-Mary *et al.*, 2006).

Ghersetich *et al.* (2001) destacaram a acção da água termal da *Avène* como agente hidratante indicado especialmente para peles secas.

Comacchi e Hercogova (2004) referem-se aos efeitos provocados por um único tratamento com lamas termais (não identificadas), na reposição dos níveis de hidratação do SC e na perda de água transepidérmica (TEWL), em indivíduos com dermatite seborreica.

#### 6.2.2 - Propriedades anti-irritantes e reparadoras da barreira cutânea

Vários estudos têm evidenciado as propriedades anti-irritantes de diferentes águas termais. Para avaliar a capacidade de uma água termal prevenir e/ou tratar a irritação cutânea, os autores recorrem frequentemente ao modelo de exposição ao sulfato de lauril e sódio (SLS). O SLS é um agente irritante que, ao ser aplicado na pele sob oclusão, induz a irritação local e altera vários parâmetros da integridade cutânea. Provoca o aumento da perda de água transepidérmica (TEWL) ou, numa exposição mais prolongada, origina a secura cutânea (Wilhelm *et al.*, 1994) e ainda aumenta a circulação sanguínea local, clinicamente observável como eritema (Katsarou *et al.*, 2000). Caso a exposição prévia da pele a uma água termal ou qualquer outra substância consiga prevenir a irritação induzida pelo SLS sob oclusão, pode concluir-se sobre a capacidade anti-irritante e protectora da barreira cutânea que essa água termal ou substância possuem.

Num estudo desenvolvido por Hercogova *et al.* (2002), os autores referiram que a água termal *Leopoldine* (rica em cloretos, sulfatos de sódio e magnésio) diminuiu a irritação cutânea e o eritema associado, induzidos pela exposição ao SLS. Monastier (1995) (cit. in Poli *et al.*, 2003) realizou um estudo semelhante em que a água termal da *Vichy* (bicarbonatada-sódica, carbogasosa) demonstrou propriedades calmantes e anti-irritantes na pele exposta ao SLS sob oclusão. Para avaliar o impacto de uma água rica em dióxido de carbono (carbogasosa; pH: 5.4) na recuperação da barreira cutânea, quando agredida pelo SLS, Bock *et al.* (2004) verificaram que a irritação cutânea diminuía. Para além disso, verificou-se um aumento do conteúdo lipídico do SC, particularmente na fracção das ceramidas, e que tal efeito se reflectia na melhoria da função barreira do SC e a uma menor perda de água transepidérmica (TEWL), indicador da integridade cutânea e da irritação induzida por um agente tensoactivo (Bock *et al.*,

2004). Para justificar esta acção, os autores sugeriram a hipótese da melhoria da barreira cutânea provocada por esta água, ser devida à capacidade do dióxido de carbono estimular a biossíntese epidérmica de ceramidas e promover a manutenção de um pH ácido no SC (pela presença do ácido carbónico ( $H_2CO_3$ )), indispensável para a homeostasia da barreira (Bock *et al.*, 2004).

Alguns estudos publicados referem ainda a eficácia das águas termais na redução dos sinais clínicos subjacentes à utilização de procedimentos dermatocosmetológicos (terapia laser, *peelings*, etc) ou a doenças dermatológicas (psoríase, dermatite atópica, dermatite seborreica, dermatite de contacto, etc). Entre os sinais clínicos manifestados habitualmente, destacam-se os sinais subjectivos (sensação de queimadura, sensação de picada, prurido, repuxamento e desconforto cutâneo) e os objectivos (eritema, edema e descamação) (LDU b), s/d). Apesar dos tratamentos laser serem geralmente bem aceites, a tolerância aos sintomas associados à intervenção (eritema, edema, dor, prurido, sensação de picada, ardor, repuxamento, entre outros) pode influenciar na aceitação ao procedimento pelo paciente.

Num estudo desenvolvido por Sulimovic *et al.* (2002), os autores pretendiam avaliar os efeitos da água termal da *Avène* (bicarbonatada, cálcica, magnésiana) para melhorar a tolerância da pele lesada, aos sinais clínicos induzidos pela terapia laser. Os resultados do estudo reportaram que a água termal da *Avène*, usada *ad libitum* durante 84 dias, reduziu os sinais provocados pela terapia laser, nomeadamente eritema, prurido, sensação de picada e repuxamento. Concluíram assim que, o uso tópico da água foi eficaz como tratamento complementar para a melhoria dos efeitos secundários associados à terapia laser. Num estudo semelhante, a água termal da *Avène* foi capaz de reduzir os sinais cutâneos visíveis, induzidos pelo tratamento de fototermólise fraccionada, isto é, uma técnica de rejuvenescimento cutâneo por laser fraccionado, aplicado a doentes com melasma. Os autores e os doentes submetidos ao estudo puderam observar e perceber as propriedades calmantes e anti-irritantes desta água, através da diminuição da dor, eritema e *secura* cutânea (Barolet *et al.*, 2009). Os autores referem ainda o facto da água termal da *Avène* ter provocado uma diminuição da temperatura da pele. Segundo os autores, este efeito poderia estar relacionado com as propriedades da água, reflectindo-se na diminuição das sensações desagradáveis

percepções pelos doentes (eritema, dor e sensação de queimadura). O factor determinante sugerido pelos autores para esta acção prende-se com a fraca mineralização desta água, a qual proporcionaria uma maior sensação de conforto cutâneo (Barolet *et al.*, 2009). A mesma água foi também capaz de reduzir a descamação em indivíduos submetidos a tratamento da acne com ácido retinóico e prevenir a secura cutânea induzida pelos tratamentos com retinóides tópicos. No entanto, apesar de ter demonstrado efeitos protectores da irritação local, não provocou um efeito estatisticamente significativo na redução do eritema, sensação de queimadura e prurido (Alirezai *et al.*, 2000). Foi desenvolvido um estudo comparativo entre a água termal da *Avène*, com baixo grau de mineralização (207 mg/l) e a água termal da *Uriage*, de elevado grau (11000 mg/l). A eficácia e tolerância de cada uma das águas termais foram avaliadas pela capacidade das mesmas prevenirem e/ou aliviarem alguns sinais clínicos consequentes da terapia fotodinâmica (PDT). Este procedimento é usado frequentemente para tratar o eczema actínico (provocado pela queimadura solar), sinais de fotoenvelhecimento, carcinoma cutâneo superficial e cicatrizes de acne. O processo envolve a absorção de um agente fotossensibilizante, geralmente o ácido 5-aminolevulínico (ALA), o qual é aplicado directamente na pele e é activado por uma radiação precisa que origina a destruição selectiva do alvo celular pretendido. Durante a sessão o paciente pode manifestar algum desconforto sob a forma de queimadura, sensação de picada, prurido ou dor. Os resultados revelaram que, embora as duas águas termais se tenham demonstrado eficazes na redução dos parâmetros clínicos avaliados (eritema, sensação de picada, dor, prurido e repuxamento), essa redução foi mais rápida e mais acentuada para a água termal da *Avène*. Em termos de tolerância, 83% dos indivíduos sujeitos ao estudo manifestaram preferência pela utilização da água termal da *Avène*, enquanto 63% desejavam utilizar a água termal da *Uriage*. Mais uma vez, os autores sugeriram como motivo para esses resultados, a diferença entre o grau de mineralização das duas águas termais. (Goldman *et al.*, 2007). Um outro estudo refere a eficácia de uma água termal de baixa mineralização (*Comano*) na melhoria da condição clínica em doentes psoriáticos. Os indivíduos sujeitos a banhos com a água termal (balneoterapia) em conjunto com terapia hidropínica, isto é, a administração oral da água termal, revelaram que, de 3 a 6 meses de tratamento, obtiveram em média, uma redução significativa (-50%) das lesões psoriáticas e em alguns casos, houve mesmo a regressão total da doença (Zumiani *et al.*, 1986).

Em algumas águas termais é-lhes reconhecida a capacidade de promover a recuperação da barreira cutânea e, inclusivé, acelerarem o tratamento ou cicatrização de feridas. A presença de determinados iões acaba por modular diversos mecanismos biológicos e determinar a homeostasia cutânea.

O processo de cicatrização de feridas cutâneas consiste numa série de eventos celulares perfeitamente coordenados, nos quais se incluem a coagulação, a inflamação, a síntese de novos tecidos e a maturação (Chebassier *et al.*, 2004). A epitelização envolve a migração e a proliferação dos queratinócitos, as quais ocorrem simultaneamente durante a formação da neo-epiderme. Para que estas etapas ocorram, os queratinócitos da camada basal induzem a secreção de integrinas. Estas moléculas são responsáveis pela adesão intercelular e das células da membrana basal, e desempenham um papel determinante em várias etapas, particularmente na inflamação e na reparação dos tecidos. A distribuição dos vários subtipos de integrinas ao longo do processo de reparação do tecido, é indicativa da evolução do processo de restabelecimento da integridade cutânea (Tenaud *et al.*, 1999).

Vários estudos científicos demonstram a influência favorável de alguns oligoelementos na reparação de feridas. Um estudo *in vitro* demonstrou que soluções aquosas contendo boro (em concentrações entre 0.5 e 10 µg/ml) e manganês (em concentrações compreendidas entre 0.1 e 1.5 µg/ml), por comparação com a água termal de *Saint Gervais* ([B]: 6.5 µg/ml e [Mn]: 0.3 µg/ml), aumentaram a migração dos queratinócitos em cerca de 20% (em comparação com o controlo). Os autores concluíram que este efeito pode estimular a reparação da barreira cutânea e consequente cicatrização de feridas cutâneas, o que pode contribuir para clarificar o papel de algumas águas termais na recuperação epidérmica (Chebassier *et al.*, 2004). Em outro estudo realizado *in vitro*, soluções aquosas de cobre (com concentrações de 1, 2 e 4 µg/ml), soluções aquosas de manganês (com concentrações de 0.5, 1 e 2 µg/ml) e soluções aquosas de zinco (com concentrações de 0.9, 1.8 e 3.6 µg/ml), mostraram influenciar a expressão de integrinas intervenientes em vários estádios de reparação da ferida cutânea (Tenaud *et al.*, 1999). Os autores referem ainda que estes oligoelementos (zinco, cobre e manganês) são usados em algumas preparações cutâneas devido às suas propriedades curativas. Sobre o papel atribuído a cada um dos iões, os autores referem o papel do zinco na fisiologia

cutânea, em particular, porque estimula a proliferação de células epidérmicas (queratinócitos e fibroblastos) nas feridas e aumenta a síntese de colagénio. Os sais de cobre e manganês também possuem um efeito estimulador na proliferação dos queratinócitos e fibroblastos. Para além das propriedades anti-inflamatórias do cobre, este elemento pode desempenhar um papel nas ligações cruzadas e maturação do colagénio na cicatrização das feridas. Lansdown *et al.* (2007) chegaram a conclusões semelhantes ao atribuírem ao zinco a capacidade de modular a expressão de integrinas em culturas de queratinócitos. Uma deficiência de zinco a nível sistémico reflecte-se numa pele áspera e seca, e atraso na cicatrização de feridas. Também diminui a inflamação e inibe o crescimento bacteriano (Nitzan e Cohen, 2006). Rougier e Humbert (2008) desenvolveram um estudo para avaliar a eficácia clínica dos sais de cobre, zinco e manganês (com concentrações de 0.04%, 0.04% e 0.02%, respectivamente) associados ao madecassósido (concentração de 0.3%). O madecassósido é um composto triterpénico derivado da *Centella asiatica* (planta com reconhecidas propriedades na reparação cutânea) que aumenta significativamente a secreção de colagénio tipo III (Zheng e Qin, 2007). Os autores constataram que a aplicação de uma emulsão contendo os oligoelementos e o madecassósido, contribuiu para uma re-epitelização e reparação da barreira cutânea mais rápida, indicando que a associação do madecassósido aos sais de cobre, zinco e manganês actuou de forma sinérgica para a recuperação da integridade da pele. Outros autores realizaram um estudo com vista a determinar o efeito de soluções aquosas contendo quatro sais de magnésio diferentes, na taxa de recuperação da barreira cutânea. Paralelamente, estimularam os efeitos de outras soluções aquosas contendo várias proporções de sais de cálcio e de sais de magnésio, na irritação da pele de ratinho induzida pelo SLS. Os autores concluíram que, à excepção da solução aquosa de di-hidrofosfato de magnésio, as restantes soluções aquosas avaliadas (cloreto de magnésio, sulfato de magnésio e lactato de magnésio) aceleraram a reparação da barreira cutânea. Quanto às soluções aquosas contendo diferentes proporções de sais de cálcio e de sais de magnésio, apenas quando a razão entre as duas concentrações era inferior a 1, ( $[Ca^{2+}]/[Mg^{2+}] < 1$ ), é que se verificou uma aceleração da barreira cutânea (Denda *et al.*, 1999). Os autores referem ainda a importância de um gradiente de concentração de cálcio ao longo da epiderme, que vai aumentando progressivamente desde a camada basal até às camadas mais superiores. Quando a epiderme sofre uma agressão, este gradiente de cálcio é alterado. Em indivíduos com dermatite atópica também se verificam níveis anormais de cálcio ao

longo da epiderme, o que poderá justificar anomalias na barreira cutânea. Assim, o cálcio parece desempenhar um papel importante na manutenção da homeostasia cutânea. Zglinicki *et al.* (cit. in Denda *et al.*, 1999) demonstraram que as concentrações de magnésio também se encontram elevadas no SC mas constantemente baixas nos restantes *strata*. Apesar do papel do magnésio não se encontrar esclarecido, sugere-se a possibilidade deste ião desempenhar um papel nas funções epidérmicas e contribuir para a homeostasia da pele. Os autores confirmam os resultados obtidos por Lee *et al.* (cit. in Denda *et al.*, 1999) de que os efeitos do magnésio na homeostasia da barreira são dependentes do tipo de contra-ção também presente em simultâneo, e de outras condições que possam alterar a distribuição do magnésio.

### 6.2.3 - Acção sobre o pH cutâneo

A manutenção de um pH adequado à superfície da pele é fundamental para a homeostasia da barreira cutânea. O valor de pH característico do filme hidrolipídico (pH: 5.5) resulta da produção de secreções sebáceas e sudoríparas que, simultaneamente, contribuem para a função de barreira anti-microbiana (efeito bactericida e fungicida) da pele. De acordo com alguns estudos previamente citados, a reparação da superfície cutânea é acelerada pela presença de um valor de pH ácido. A alteração do pH cutâneo pela água termal de *Saint Gervais* foi referida num estudo realizado por Elkhyat *et al.* (2004). Segundo os resultados obtidos, a água termal permitiu a normalização do valor de pH em pele seca. Num trabalho já mencionado, Williams *et al.* (2007) demonstraram que o consumo de uma água mineral contribuiu para a manutenção do pH cutâneo, por oposição ao consumo da água da torneira, que diminuiu o nível de pH da superfície da pele. Poli *et al.* (2003) referem que a água termal da *Vichy* possui um elevado efeito-tampão, explicado pela presença de iões bicarbonato em quantidade superior à verificada em outras águas termais, como a água de *La Roche-Posay* e da *Avène*.

### 6.2.4 - Propriedades anti-pruriginosas

Matz *et al.* (2003) e Faílde e Mosqueira (2006) salientam a acção da balneoterapia com algumas águas termais para aliviar o prurido. As propriedades anti-pruriginosas parecem dever-se aos efeitos dos oligoelementos que, uma vez absorvidos, proporcionam uma sensação de alívio. Ghersetich *et al.* (2001) referem-se à água termal da *Avène* (rica em sílica) como adequada para tratar situações de prurido. Kubota *et al.* (cit. in Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005) referem que a balneoterapia com água termal *Kusatsu* (rica em manganês e iodeto) foi eficaz na *clearance* das lesões cutâneas em indivíduos com dermatite atópica e na redução do prurido. Outros autores atribuem o efeito anti-pruriginoso especialmente às águas termais sulfúreas (Ghersetich e Lotti, 1996).

#### 6.2.5 - Propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras

A comprovação dos efeitos anti-inflamatórios e imunomoduladores das águas termais é feita por inúmeros trabalhos científicos. Mais uma vez é unânime, entre vários autores, que estes efeitos parecem resultar da interacção local entre os constituintes da água termal e a superfície cutânea (Faílde e Mosqueira, 2006; Yurtkuran *et al.*, 2006). A partir da pele, os vários elementos da água termal estimulam um conjunto de mecanismos que dão origem a várias respostas imunológicas (Faílde e Mosqueira, 2006). A aplicação de águas termais em doenças de pele com forte envolvimento imunitário, tal como a dermatite atópica, dermatite de contacto ou psoríase, tem levado a resultados positivos no alívio da sintomatologia associada a estas doenças. Face a estes resultados, foi sugerido que estas águas pudessem exercer efeitos biológicos, *in vivo* e *in vitro*, sobre os mecanismos imunitários cutâneos (Faílde e Mosqueira, 2006). Os mecanismos imunomoduladores envolvem a actuação de várias células da derme e epiderme e a produção e libertação de citoquinas inflamatórias no tecido cutâneo (Halevy e Sukenik, 1998). Na epiderme, a produção de citoquinas conduz ao recrutamento e activação de uma grande variedade de células inflamatórias para pele (Salmon *et al.*, 1994). Refere-se também o efeito da balneoterapia (banhos de águas termais) e a aplicação de lamas termais em doenças inflamatórias como a artrite reumatóide, espondilite anquilosante, fibromialgia, entre outras (Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005). Estudos revelaram que os banhos com águas termais sulfúreas levaram à inibição das células de Langerhans epidérmicas que, como elemento do

sistema imunitário a nível periférico, desempenham um papel fundamental como células apresentadoras de antígenos (Faílde e Mosqueira, 2006). A estimulação das células de Langerhans é regulada por diferentes citocinas, como a interleucina-1 (IL-1) e o factor de necrose tumoral-alfa (TNF- $\alpha$ ), sendo estas libertadas pelos queratinócitos durante várias fases de activação (Ghersetich *et al.*, 2001). Destacam-se também os efeitos anti-inflamatórios das águas termais sulfúreas na pele. De acordo com Matz *et al.* (2003), para além da composição química da água termal e dos efeitos que cada oligoelemento exerce na pele, a estimulação térmica decorrente da imersão em águas termais quentes, como acontece na balneoterapia, pode também provocar efeitos anti-inflamatórios. Pinton *et al.* (cit. in Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005) referem que a imersão e ingestão de águas termais ricas em selénio (70  $\mu\text{g/l}$ ) revelou melhorias nas placas psoriáticas, após tratamento termal durante 3 semanas. Outros estudos desenvolvidos *in vitro* com águas termais ricas em selénio revelaram a capacidade destas águas termais modularem a produção de citocinas, e influenciarem a migração e estimulação das células de Langerhans, o que poderá justificar os efeitos destas águas no tratamento psoriático (Ghersetich *et al.*, 2001). Inoue *et al.* (cit. in Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005) observaram que o tratamento com água termal *Kusatsu* foi útil no alívio dos sintomas cutâneos da dermatite atópica, principalmente nos casos de exacerbação da doença. Outro estudo obteve resultados semelhantes, atribuindo este efeito à presença dos iões de manganês e iodeto em meio aquoso ácido (valores de pH compreendidos entre 2 e 3) (Inoue *et al.*, 1999).

Outros autores referem também os efeitos benéficos da balneoterapia e da aplicação de lamas termais em doenças do foro dermatológico e reumatológico que envolvam a perturbação de mecanismos imunitários (psoríase, dermatite atópica, dermatite de contacto, artrite reumatóide, espondilite anquilosante, fibromialgia, entre outras) (Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005; Faílde e Mosqueira, 2006).

Um dos locais que tem contribuído para a investigação dos efeitos da balneoterapia em várias doenças e condições dermatológicas, em especial na psoríase, é a água do Mar Morto (Matz *et al.*, 2003). A elevada taxa de sucesso nos tratamentos é atribuída a vários factores ambientais favoráveis, sendo os mais relevantes a composição de minerais na água do mar e hipersalinidade únicas, e a baixa incidência de radiação UV,

devido à localização de 400 m abaixo do nível do mar (Halevy e Sukenik, 1998). Nasermoaddeli e Kagamimori (2005) referem dois estudos que evidenciam o potencial terapêutico da balneoterapia na região do Mar Morto. Os tratamentos realizados nesta zona geográfica associam geralmente a balneoterapia e/ou fototerapia, a outro conceito, a climatoterapia. A climatoterapia é uma abordagem terapêutica que utiliza as propriedades curativas dos recursos naturais, isto é, das condições climáticas (ar, temperatura, humidade, pressão atmosférica e exposição solar) para reparar os desequilíbrios biológicos do organismo, tal como Hipócrates defendia (Kazandjieva *et al.*, 2008). Geralmente, o regime terapêutico adoptado, combina a exposição solar diária (de duração variável) com os banhos da água do Mar Morto, de modo a se obterem melhores resultados (Kazandjieva *et al.*, 2008). Num trabalho descrito pelos autores, após 4 a 6 semanas de tratamento, 90% dos 1408 indivíduos com dermatite atópica submetidos ao estudo, verificaram a *clearance* completa das lesões cutâneas. Em outro estudo realizado em indivíduos com psoríase, após 3 semanas de tratamento foi observada uma melhoria das lesões psoriáticas (Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005).

A água do Mar Morto caracteriza-se pela sua riqueza em cloreto de magnésio, cloreto de cálcio, cloreto de sódio, cloreto de potássio, brometos e sulfato de cálcio (Kazandjieva *et al.*, 2008). Comparativamente ao conteúdo mineral de um oceano, esta água é mais rica nas proporções de cálcio (20.40%), magnésio (4.90%), potássio (1.30%) e brometo. Todavia, as proporções de sódio (1.70%), sulfato (7.80%) e carbonato (23.20%) são inferiores às habituais (Matz *et al.*, 2003). Alguns autores referem que existe uma maior absorção destes minerais em pele psoriática do que em pele saudável. Aliás, estudos comprovam que em indivíduos psoriáticos sujeitos a balneoterapia com água do Mar Morto, os níveis cutâneos de brometo, rubídio, cálcio, zinco e magnésio ficaram aumentados após a terapia. De acordo com os autores, o efeito terapêutico observado em pacientes psoriáticos submetidos à terapia do Mar Morto, poderá ser atribuído, em parte, à presença de alguns minerais, especificamente o magnésio e o potássio, pelo seu papel na inibição da proliferação e diferenciação celular (Matz *et al.*, 2003). Estudos publicados *in vitro* e *in vivo* demonstraram ainda que as iões de magnésio inibiram a capacidade apresentadora de antigénios das células de Langerhans, podendo intervir no tratamento de doenças inflamatórias cutâneas (Matz *et al.*, 2003).

Sugeriu-se que elevadas concentrações de minerais, semelhantes às do Mar Morto, pudessem diminuir a proliferação de células epidérmicas, já que soluções aquosas com alguns desses minerais foram capazes de inibir a proliferação celular *in vitro* (Kazandjieva *et al.*, 2008). Para elucidar os mecanismos envolvidos na recuperação da pele psoriática provocada pela água do Mar Morto, alguns investigadores tentaram recriar condições semelhantes a esta área geográfica, em alguns *spas* da Alemanha (Boer, 1996). Para isso, indivíduos com psoríase ou por vezes, com dermatite atópica, foram sujeitos a balneoterapia com soluções aquosas altamente concentradas e, seguidamente, a radiação UV artificial. Mais recentemente, foram desenvolvidas soluções aquosas altamente mineralizadas, obtidas a partir da água do Mar Morto, conhecidas como soluções Tomesa<sup>®</sup> (*Totes Meer Salz*) (Boer, 1996). A composição destas soluções inclui as proporções de magnésio, cálcio e sulfato naturalmente presentes na água do Mar Morto (Ghersetich *et al.*, 2000). À semelhança do tratamento *in loco*, a utilização desta terapia combina os efeitos da balneoterapia e da fototerapia com radiação UVB retratados na área do Mar Morto. Da aplicação de soluções salinas Tomesa<sup>®</sup> na pele de ratinho e na pele humana de indivíduos saudáveis e de indivíduos com psoríase, observou-se uma diminuição irreversível do número de células de Langerhans (Boer, 1996).

Qualquer estímulo local ou sistémico pode induzir os queratinócitos à produção e libertação de citocinas, que podem activar ou suprimir respostas imunitárias (Arican *et al.*, 2005). No caso da psoríase, estudos previamente publicados confirmam o envolvimento de citocinas do subtipo Th1 (TNF- $\alpha$ , IFN- $\gamma$  e IL-12) e de algumas citocinas pró-inflamatórias (IL-6, IL-8 e IL-18) na doença (Arican *et al.*, 2005). Em indivíduos com esta patologia, é frequente verificar-se um aumento da expressão de citocinas pró-inflamatórias, mediada pelos linfócitos do subtipo Th1, e uma relativa diminuição das citocinas do subtipo Th2 (Arican *et al.*, 2005). As células T CD4 podem dividir-se no subtipo Th1 (que produz TNF- $\alpha$ , IFN- $\gamma$ , IL-2 e IL-12) e no subtipo Th2 (que produz IL-4, IL-5, IL-6, IL-10 e IL-13). Poderá também verificar-se uma correlação entre a gravidade da doença (traduzida pelo PASI) e o aumento dos níveis séricos de IFN- $\gamma$  e IL-12 em indivíduos com psoríase (Arican *et al.*, 2005). O índice PASI determina o grau de severidade da psoríase, tendo em conta alguns parâmetros, como o tamanho e gravidade da lesão (eritema, persistência das lesões, descamação e

extensão da área lesada). Os valores variam de 0 (sem psoríase) a 72 (casos de maior gravidade) (Langley e Ellis, 2004).

Num estudo *in vitro*, a exposição de queratinócitos provenientes de indivíduos com psoríase à água termal de *Terme di Comano* (rica em cálcio e magnésio), reduziu significativamente a secreção de IL-6, IL-8 e TNF- $\alpha$ . De acordo com os autores, este efeito sugeriu que esta água termal poderá alterar factores relevantes na patogénese da psoríase, como o factor de crescimento endotelial vascular (VEGF-A), IL-6, IL-8 e TNF- $\alpha$ . Estudos prévios sobre esta água termal revelaram ainda uma possível actividade na fisiologia da pele, especialmente na modificação das células de Langerhans, citocinas pró-inflamatórias e outros aspectos imunológicos (Peroni *et al.*, 2008). Foram realizados estudos com outros tipos de águas, comprovando a sua actuação sobre os parâmetros que intervêm em certas dermatoses, tais como a desgranulação dos basófilos e a libertação de histamina pelos mastócitos (Faílde e Mosqueira, 2006). Os mastócitos e os basófilos desempenham um papel fundamental como células migratórias cutâneas envolvidas nos processos inflamatórios e mecanismos de resposta imunitária (Prista *et al.*, 1992). Ghersetich *et al.* (2001) referem que a água termal da *Avène* foi capaz de inibir a desgranulação dos basófilos em indivíduos com dermatite atópica. Goldman *et al.* (2007) referem que estudos *in vitro* demonstraram que a água termal da *Avène* inibiu a desgranulação de basófilos e influenciou a libertação de citocinas pelos linfócitos dos subtipos Th1 e Th2. Nonotte *et al.* (1998) referem-se a outra água termal de merecido destaque, a água termal da *Vichy* (Fonte de Lucas) pela interacção que esta parece exercer no metabolismo enzimático do SC e efeitos anti-inflamatórios. No trabalho desenvolvido pelos mesmos autores, pretendia-se determinar os efeitos da água termal da *Vichy* (Fonte de Lucas) na inflamação da pele humana, induzida pela substância P. Sabe-se que a substância P está envolvida nos processos inflamatórios e pode actuar directamente na parede vascular induzindo vasodilatação e edema, ou indirectamente pela estimulação da desgranulação dos mastócitos e consequente libertação de histamina. Nos queratinócitos, a substância P estimula a produção de citocinas pró-inflamatórias como a IL-1 $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-8 (Zegarska *et al.*, 2006). Esta água termal inibiu a inflamação cutânea induzida pela substância P, diminuindo o edema, a vasodilatação e a libertação de citocinas pró-inflamatórias, nomeadamente, IL-1 $\alpha$  (Nonotte *et al.*, 1998). Durante as reacções

inflamatórias cutâneas, foi demonstrado que a substância P aumentou a produção de IL-1 $\alpha$  pelos monócitos e queratinócitos. Porém, com a aplicação da água termal da *Vichy*, os autores observaram uma diminuição significativa do nível de IL-1 $\alpha$  (Nonotte *et al.*, 1998). Apesar do seu mecanismo de acção ainda não estar esclarecido, os autores referem que esta água termal possui um efeito protector específico contra as alterações vasculares e celulares provocadas pela aplicação tópica da substância P. Ainda assim, suspeita-se que a composição mineral desta água possa estar implicada nesta acção, e os sais minerais e oligoelementos estejam envolvidos na inibição das modificações inflamatórias induzidas pela substância P. O elevado conteúdo de potássio, sódio, cálcio e bicarbonatos desta água termal podem influenciar a resposta das células-alvo da pele à inflamação (Nonotte *et al.*, 1998).

As beta-endorfinas desempenham um papel importante no sistema imunitário, através dos seus efeitos imunossupressores (Ghersetich e Lotti, 1996) e ainda nos mecanismos de percepção e regulação da dor (Hercogova *et al.*, 2002). Encontram-se publicados estudos que referem que a balneoterapia e aplicação de lamas termais provoca a elevação dos níveis plasmáticos de beta-endorfinas (Ghersetich e Lotti, 1996). Para justificar este efeito, vários estudos confirmam como válida a hipótese de, sob diferentes estímulos (radiação UV ou calor), os queratinócitos humanos poderem produzir e libertar pró-opiomelanocortina, uma substância que constitui um precursor comum de várias endorfinas. Assim, apesar de serem necessários mais estudos para uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos, os autores defendem que a libertação destas substâncias possa modificar a percepção de dor cutânea e intervir nas respostas do sistema imunitário (Ghersetich *et al.*, 2000).

#### 6.2.6 - Acção sobre a circulação sanguínea cutânea e efeitos analgésicos

Existem vários estudos publicados que comprovam as propriedades das águas e lamas termais na estimulação da circulação sanguínea cutânea (Roques *et al.*, 2009). Num estudo para avaliar as alterações na microcirculação cutânea provocadas pela aplicação de lamas termais, Poensin *et al.* (2003) verificaram um aumento significativo da circulação sanguínea e da temperatura corporal (entre 1.0 e 1.8°C). Os autores concluíram que as alterações vasculares induzidas pelo tratamento termal não foram

completamente explicadas pela vasodilatação e aumento da temperatura local. Assim, seriam necessários estudos complementares para elucidar os mecanismos envolvidos (Poensin *et al.*, 2003). Noutro estudo, a aplicação da água termal *La Léchère* provocou uma diminuição da temperatura cutânea (entre 0.3 e 0.5°C) e um aumento da circulação sanguínea da pele. No entanto, o mecanismo de acção responsável por este efeito não foi esclarecido (Carpentier *et al.*, 2002).

Existem trabalhos que dão particular interesse às águas termais gasocarbónicas, isto é, ricas em dióxido de carbono. Aparentemente, este tipo de águas exerce uma actividade nos receptores térmicos da pele, proporcionando uma sensação “térmica” (geralmente quente) durante a imersão em banhos com água termal e um aumento da circulação sanguínea (Nishimura *et al.*, 2002). Hartmann *et al.* (cit. in Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005) salientam as propriedades terapêuticas dos banhos com águas termais gasocarbónicas, por actuarem directamente na microcirculação da pele e aumentarem o aproveitamento do oxigénio (Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005). A vasodilatação e o aumento da circulação sanguínea surgem como respostas fisiológicas à aplicação do calor provocado pela balneoterapia (Yurtkuran *et al.*, 2006). A esses efeitos estão ainda associados uma acção analgésica, anti-inflamatória e a diminuição da pressão arterial (Faílde e Mosqueira, 2006). Existem ainda autores que referem uma diminuição da capacidade fibrinolítica, induzida pelo stress hipertermal, isto é, devida à aplicação da água hipertermal *Kusatsu*, (neste caso com temperatura de 47°C), podendo levar à ocorrência de eventos trombóticos (Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005).

Matz *et al.* (2003) referem o interesse das águas termais sulfúreas também pela acção analgésica que a oxidação do enxofre na pele promove (Matz *et al.*, 2003). Ainda sobre esta acção, vários autores defendem a aplicação da balneoterapia e peloterapia termais (aplicação de lamas termais), como tratamento complementar para o alívio de patologias reumatológicas dolorosas (Fabiani *et al.*, 1996; Yurtkuran *et al.*, 2006; Fraioli *et al.*, 2009).

#### 6.2.7 - Propriedades anti-oxidantes

Alguns autores referem-se à acção antioxidante que determinados sais minerais e oligoelementos presentes nas águas termais, desempenham na pele.

Um dos factores que mais contribui para o envelhecimento cutâneo é a exposição solar (Morlière *et al.*, 1997). Em estudos publicados tem-se demonstrado que a radiação solar, em particular a gama UVA (320-380 nm), depleta os compostos anti-oxidantes nas células da pele, *in situ*, e que a mesma radiação é uma fonte de stress oxidativo (Vile e Tyrrell, 1995; Halliday *et al.*, 2008).

Entre as causas subjacentes às alterações morfológicas que este tipo de radiação provoca ao nível cutâneo, como a degradação das fibras de colagénio e elastina, a formação de espécies reactivas de oxigénio (ROS) é a principal responsável pelas alterações biológicas observadas na pele exposta à radiação solar (Morlière *et al.*, 1997; Halliday *et al.*, 2008). Para além da formação destas espécies, este tipo de radiação promove a oxidação da glutathiona (GSH) intracelular (um importante tripéptido com papel protector contra vários agressores celulares) e a diminuição do conteúdo de grupos tiol (-SH) nas proteínas dos fibroblastos, pelo que se compreende que tais modificações venham a interferir na funcionalidade de certas proteínas e enzimas vitais para a célula (Vile e Tyrrell, 1995). Estes fenómenos prejudiciais tendem a agravar-se numa situação de stress oxidativo, isto é, aquando um desequilíbrio entre os mecanismos pró-oxidantes e anti-oxidantes. Com a falência dos mecanismos de defesa endógenos (anti-oxidantes), a produção de ROS torna-se excessiva, e a elevada instabilidade destas espécies oxidantes tornam-nas capazes de interagir com determinadas estruturas celulares (por exemplo, bases de DNA), alterar a expressão genética e induzir alterações funcionais que irão conduzir à morte da célula (Murad e Tabibian, 2001; Rona e Berardesca, 2008).

Um dos efeitos decorrentes de uma situação de stress oxidativo é a peroxidação lipídica. Este processo ocorre devido à intervenção da espécie oxidante mais reactiva, o radical hidroxilo (HO<sup>•</sup>), que torna propício o ataque a moléculas próximas do local onde este radical é formado, essencialmente lípidos. Ao abstrair um hidrogénio das duplas ligações dos ácidos gordos presentes nas membranas celulares, inicia-se a peroxidação lipídica que se propaga cíclica e continuamente, à medida que se vão formando radicais

lipídicos (L'). Mais uma vez, esta deterioração oxidativa dos lípidos membranares, acaba por resultar na alteração da permeabilidade e consequente destruição das membranas lipídicas. Alguns autores referem que a incidência de radiação UVA nos queratinócitos e fibroblastos conduz à peroxidação dos lípidos da membrana, e à formação de espécies reactivas do ácido tiobarbitúrico, como produtos finais do processo, em concentrações dependentes da radiação (Vile e Tyrrell, 1995). A extensão da degradação dos lípidos membranares pode ser avaliada pela detecção de uma das espécies reactivas resultantes, a malonildialdeído (MDA) (Vile e Tyrrell, 1995; Morlière *et al.*, 1997; Benedetti *et al.*, 2009). Segundo Morlière *et al.* (1997), a degradação lipídica é mais susceptível de ocorrer em fibroblastos carregados com excesso de ferro ( $Fe^{2+}/Fe^{3+}$ ) e submetidos a radiação UVA, do que em células não carregadas. Ainda no trabalho desenvolvido, os autores adiantaram que a presença de ferro aumentou a fotossensibilidade celular à radiação UVA e que desta forma, este elemento actuou como agente facilitador da peroxidação lipídica, por estar envolvido na propagação das reacções em cadeia ao longo do processo. A existência de ferro em excesso também foi encontrada em várias doenças de pele que envolvem uma resposta inflamatória, tal como a psoríase e o eczema atópico (Morlière *et al.*, 1997).

Para além da degradação lipídica, as ROS podem intervir em outros mecanismos e causar citotoxicidade. De forma a minimizar ou reverter os efeitos deletérios que as ROS promovem, o organismo recorre a uma panóplia de anti-oxidantes enzimáticos (catalase, glutathiona peroxidase (GSH-Px), superóxido dismutase (SOD), etc) e não enzimáticos (vitaminas A, C, E, GSH, etc).

Vários estudos têm destacado as funções que determinados sais minerais e oligoelementos conferem na protecção celular antioxidante. Entre os minerais que merecem maior destaque encontram-se o selénio, o zinco, o cobre e o manganês (Murad e Tabibian, 2001). Por outro lado, Gomes e Silva (2007) destacam principalmente o contributo do selénio, zinco e magnésio para o equilíbrio antioxidante.

O selénio ( $Se^{2+}$ ) é um elemento essencial para o funcionamento celular e equilíbrio biológico humano. Das inúmeras funções biológicas deste elemento destacam-se as associadas à actividade da glutathiona-peroxidase (GSH-Px), enzima capaz de

metabolizar o peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ) e da qual o selénio é componente (Nicolaidou e Katsambas, 2000). A remoção do  $H_2O_2$  é essencial porque a sua presença pode dar origem a radicais hidroxilo ( $HO^*$ ) altamente reactivos, que podem inactivar enzimas por oxidação dos grupos tióis essenciais e interagir com o DNA causando mutações (Vile e Tyrrell, 1995; Nicolaidou e Katsambas, 2000). Ghersetich *et al.* (2001) salientam a participação do selénio na manutenção da integridade da pele e na prevenção contra o fotoenvelhecimento. Aconselha-se também o uso deste elemento em determinadas afecções cutâneas, tais como a dermatite, psoríase, acne e queimaduras (Ghersetich *et al.*, 2001). Em estudos *in vitro*, o selénio demonstrou a capacidade de reduzir a degradação do colagénio (Murad e Tabibian, 2001). Num estudo realizado em queratinócitos submetidos a radiação UVB (290-320 nm) (Halliday *et al.*, 2008), a adição de selénio ao meio, diminuiu a formação de aductos no DNA e protegeu os queratinócitos e melanócitos da morte celular induzida pela radiação (Rafferty *et al.*, s/d). De acordo com os autores, estes dados sugeriram que o selénio pode proteger a pele dos danos causados pela radiação UVB, ao prevenir as alterações no DNA e limitar a produção de citocinas inflamatórias (TNF- $\alpha$  e IL-10), induzida pelas ROS (Rafferty *et al.*, s/d).

Outro oligoelemento com importante função antioxidante nas condições dermatológicas é o zinco ( $Zn^{2+}$ ). Num estudo referido por Lotti e Ghersetich (1996), as potencialidades anti-oxidantes de uma água termal rica em selénio foram atribuídas à acção conjunta do selénio e zinco. Os resultados do trabalho demonstraram que os dois elementos reforçaram o sistema de defesa da pele contra os radicais-livres (Lotti e Ghersetich, 1996). De facto, ao servirem de grupo prostético da isoenzima superóxido dismutase, o zinco e outros elementos com esta função (cobre e manganês) — Zn-Cu SOD e Mn-SOD (Nitzan e Cohen, 2006) - participam nas funções anti-oxidantes desta enzima (Murad e Tabibian, 2001). As superóxido dismutases (SOD) são uma classe de enzimas que convertem os radicais superóxido ( $O_2^{\bullet-}$ ) em peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ), o qual é posteriormente reduzido a água ( $H_2O$ ) pela glutathiona peroxidase (GSH-Px) e catalase. Como a catalase é uma enzima citoplasmática e a glutathiona peroxidase (GSH-Px) existe em grandes quantidades no citoplasma e na mitocôndria, a função de decompor o peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ) a água, a nível mitocondrial, fica a cargo apenas da GSH-Px (Bender *et al.*, 2007; Lansdown *et al.*, 2007). As funções desta enzima (SOD)

são, desta forma, articuladas com as de outras enzimas (GSH-Px e catalase) e sais minerais, que actuam como anti-oxidantes celulares essenciais (Murad e Tabibian, 2001).

Para além da participação essencial na isoenzima Zn-Cu SOD, anteriormente referida, o cobre ( $\text{Cu}^{2+}$ ) também possui um efeito antioxidante na pele fotossensibilizada e é necessário para a correcção de anomalias do tecido elástico. Desempenha uma acção específica na redução da fotoperoxidação lipídica e conseqüente morte celular (Murad e Tabibian, 2001; Nitzan e Cohen, 2006).

Por sua vez, o manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ) liga-se às fibras de colagénio e inibe a actuação da enzima elastase, ao degradar quer as fibras de colagénio, quer as fibras elásticas. Também desempenha um papel fundamental na síntese de GAGs, colagénio e glicoproteínas e actua como cofactor para catalisar a conversão da glucosamina em ácido hialurónico. Em culturas de fibroblastos humanos, o manganês exerceu um efeito protector contra os danos oxidativos da radiação UVA e do peróxido de hidrogénio (Murad e Tabibian, 2001).

O enxofre é um outro elemento de interesse, pelas inúmeras funções que desempenha em reacções enzimáticas e síntese de proteínas. É necessário à formação do colagénio e da queratina, a qual é fundamental para a manutenção da pele, cabelo e unhas. Por estas razões, a água termal empregue na prática termal, contendo enxofre na forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-} > 200 \text{ mg/l}$ ) e/ou sulfureto de hidrogénio ( $\text{H}_2\text{S} > 200 \text{ mg/l}$ ), tem uma longa história de uso no tratamento de várias condições dermatológicas (Benedetti *et al.*, 2009). Nos últimos anos tem sido documentado que algumas terapias à base de enxofre podem desempenhar um papel importante nas estratégias anti-oxidantes contra os danos oxidativos, frequentemente associadas ao envelhecimento.

Estudos publicados salientam a influência favorável que a balneoterapia termal e a aplicação de lamas termais desempenham nos processos anti-oxidantes endógenos. Em alguns casos, a acção benéfica das águas termais no sistema antioxidante, foi observada pelas alterações que induziu na actividade enzimática, evidentes a partir da primeira

sessão de balneoterapia. Contudo, apesar da comprovação dos efeitos terapêuticos destas águas, permanecem ainda por esclarecer os mecanismos de acção que justificam tais efeitos e, a dúvida se a magnitude dos mesmos é influenciada pela composição química de cada água termal (Bender *et al.*, 2007).

Num trabalho desenvolvido por Benedetti *et al.* (2009), pretendia-se avaliar os possíveis efeitos anti-oxidantes de uma água termal rica em enxofre (*Terme di Saturnia*; H<sub>2</sub>S: 14.5 mg/l), utilizada em cura hidropínica (500 ml/dia) durante 2 semanas em indivíduos saudáveis, por comparação com um controlo (água mineral natural comercializada). Para isso, nos voluntários submetidos ao estudo, foram monitorizados os níveis plasmáticos de alguns biomarcadores de stress oxidativo (hidroperóxidos (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), MDA e anti-oxidantes não enzimáticos (tocoferóis, carotenóides, retinol e grupos tiol (-SH)). Após o estudo, os resultados obtidos indicaram uma diminuição significativa nos níveis plasmáticos dos produtos de oxidação lipídica (MDA) nos voluntários submetidos à cura hidropínica com água termal sulfúrea. Por outro lado, os níveis de tocoferóis, carotenóides e retinol, não sofreram alteração dos valores prévios ao estudo, enquanto os valores de tióis totais sofreram um aumento significativo. Sobre este aumento, os autores sugeriram a hipótese de que o nível de tióis totais encontrado pudesse incluir uma fracção proveniente das proteínas (principalmente albumina) e outra fracção não proteica (cisteína e glutathione). Neste contexto, apesar de não ser possível demonstrar uma relação directa entre a ingestão de água termal sulfúrea e, particularmente, de H<sub>2</sub>S, e um aumento dos níveis intracelulares de glutathione (GSH), os autores salientaram dados relevantes sobre o H<sub>2</sub>S em outro estudo prévio, mencionado por Kimura *et al.* (cit. in Benedetti *et al.*, 2009). Com vista a avaliar os efeitos biológicos do H<sub>2</sub>S, Kimura e Kimura (2004) desenvolveram um estudo no qual se descobre que este gás tóxico, encontrado em concentrações relativamente elevadas no cérebro (50 a 160 µM), desempenha uma função protectora dos neurónios face a situações de stress oxidativo causado pelo glutamato. Para além disso, os dados revelaram que a produção endógena de H<sub>2</sub>S contribuiu para aumentar os níveis intracelulares de glutathione (GSH), ao aumentar a actividade da  $\gamma$ -glutamylcisteína sintetase ( $\gamma$ -GCS) e regular o transporte de cisteína, principal substrato para a síntese de GSH (Kimura e Kimura, 2004; Benedetti *et al.*, 2009). Face a estas conclusões, Benedetti *et al.* (2009) consideraram a hipótese de que o aumento de H<sub>2</sub>S endógeno verificado após a ingestão da água termal sulfúrea,

pudesse originar um aumento dos níveis intracelulares de GSH, a qual seria posteriormente libertada dos tecidos para manter os tióis plasmáticos no seu estado reduzido e funcional. Por outro lado, foi também colocada a hipótese do próprio H<sub>2</sub>S estar envolvido na redução dos tióis, e ficar assim implicado directamente nas reacções redox como agente antioxidante. Trabalhos publicados confirmaram que, apesar do H<sub>2</sub>S endógeno poder ser hidrolisado nos respectivos iões (H<sup>+</sup> e SH<sup>-</sup>), em solução aquosa, cerca de um terço permanece não dissociado a pH 7.4, podendo ser rapidamente difundido pelos tecidos (Benedetti *et al.*, 2009). Porém, até à data de realização do estudo, os autores não possuíam informação sobre a taxa de absorção de H<sub>2</sub>S no tracto gastrointestinal, após a ingestão de água termal sulfúrea, assim como se desconhecia sob de que forma este composto se encontrava biodisponível. Como conclusão, Benedetti *et al.* (2009) salientaram os benefícios que a cura hidropínica com água termal sulfúrea promoveu na redução dos efeitos oxidativos dos voluntários submetidos ao estudo, possivelmente ao conferir uma protecção válida contra os danos oxidativos associados ao envelhecimento e às doenças degenerativas.

Foi desenvolvido um outro estudo em ratinhos que pretendia avaliar a eficácia antioxidante pelo consumo de uma água termal sulfúrea-cloretada-bicarbonatada (*Therme of Stabia in Castellammare*) (Costantino *et al.*, 2009). Após duas semanas de tratamento hidropínico, a determinação plasmática de ROS revelou uma diminuição significativa no grupo de animais expostos à água termal, por comparação com o grupo controlo. Os resultados do estudo foram atribuídos a um efeito antioxidante da água termal, sugerindo consequências favoráveis na fisiologia intestinal. Assim, segundo os autores, tal efeito protector poderia contribuir para reduzir modificações funcionais que muitas vezes originam doenças gastrointestinais e que têm no stress oxidativo a sua origem (Costantino *et al.*, 2009).

Durante três semanas, Jokić *et al.* (2010) realizaram um estudo com o intuito de demonstrar os efeitos benéficos da balneoterapia termal e aplicação de lamas em indivíduos com osteoartrite degenerativa do joelho e da anca. Para além disso, os autores propuseram-se a avaliar a influência que a imersão numa água termal sulfúrea (não especificada no estudo) e a aplicação de lamas termais exercia na actividade de algumas enzimas com funções anti-oxidantes. Aos voluntários incluídos no estudo,

foram determinados os níveis de peroxidação lipídica (MDA) e de actividade enzimática da catalase e da SOD, ao início (D<sub>1</sub>), ao 5º dia (D<sub>5</sub>) e após a cura termal (D<sub>21</sub>) (balneoterapia e peloterapia durante 20 minutos/dia, 6 dias consecutivos/semana). Dos resultados obtidos, verificou-se que nos voluntários com osteoartrite houve um aumento da actividade enzimática para a catalase e SOD em D<sub>5</sub>, tendo esta diminuído após o estudo (D<sub>21</sub>), em ambas as enzimas. A concentração plasmática de MDA diminuiu significativamente durante o estudo, por comparação com os indivíduos saudáveis (controlo). Contudo, nas determinações realizadas após o tratamento, os autores do estudo notaram um aumento da hemoglobina e significativa redução da intensidade da dor nos indivíduos com osteoartrite. Desta forma, os autores colocaram a hipótese de a diminuição dos níveis de peroxidação lipídica e intensidade dolorosa nos indivíduos com osteoartrite, poderem ter sido provocadas pelas alterações na actividade enzimática da SOD e da catalase e ao aumento da taxa de hemoglobina (Jokić *et al.*, 2010).

Novos dados interessantes foram retirados de um estudo semelhante. Em voluntários com osteoartrite sujeitos a terapia termal de imersão em água sulfúrea (não identificada) durante três semanas, a actividade enzimática da SOD, a concentração de peróxidos e os perfis lipídicos sofreram alterações (Ekmekcioglu *et al.*, 2002). No final do estudo, foi detectada uma diminuição da concentração de peróxidos (-17.2%) e uma menor actividade da SOD, no grupo exposto à água termal sulfúrea. Antes do final do tratamento, os parâmetros lipídicos registaram alterações consideráveis, tendo reduzido os níveis de colesterol total e fracção LDL (-5.9%). As concentrações relativas aos triglicérides e à fracção HDL sofreram uma diminuição, apesar de não significativa, face ao grupo controlo (Ekmekcioglu *et al.*, 2002).

Trabalhos experimentais com enzimas digestivas demonstraram que uma conhecida água termal (*Vichy*) estimulou indirectamente a actividade de determinadas enzimas (amilases pancreáticas, urease, transaminases e peroxidases). Foi, aliás, pelas reconhecidas propriedades terapêuticas no tracto hepato-biliar, que se suspeitou que a água termal da *Vichy* pudesse exercer efeitos no sistema enzimático cutâneo e especificamente, uma acção na degradação de peróxidos (Bruneau *et al.*, 1996). Como enzima presente no SC, a catalase é responsável pela degradação do peróxido de hidrogénio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) em água e oxigénio, sendo considerada um marcador das defesas da

pele contra as espécies reactivas de oxigénio (ROS). Em dois trabalhos conjuntos, pretendeu-se avaliar a capacidade da água termal da *Vichy* intervir na actividade enzimática da catalase. No trabalho experimental *in vitro*, após a adição da água termal da *Vichy* em culturas de corneócitos recolhidos da pele de voluntários por *tape stripping*, isto é, um método de recolha de células cutâneas através de uma fita adesiva (Zhai *et al.*, 2007), foi medida a actividade enzimática da catalase por colorimetria. Em simultâneo, os autores tentaram estabelecer uma relação dose-efeito, entre a variação de concentrações de água termal (5, 25, 50, 75 e 100%) e a actividade da catalase (Bruneau *et al.*, 1996). Paralelamente no ensaio *in vivo*, a água termal da *Vichy* foi incorporada na formulação de um gel de carboximetilcelulose (CMC), cuja aplicação na pele deveria ser feita duas vezes ao dia, durante 1, 2 ou 4 dias (D1, D2 e D4, respectivamente) distribuídos aleatoriamente pelos voluntários do estudo. Finalizado o período de teste, os corneócitos da área tratada com o gel foram recolhidos por *tape stripping*, tendo sido depois submetidos a ensaio colorimétrico para medição da actividade enzimática da catalase. Os resultados obtidos *in vitro*, revelaram que a actividade enzimática da catalase aumentou quando exposta à água termal da *Vichy*, sendo esse aumento mais significativo para as concentrações mais elevadas (50, 75 e 100%). O ensaio *in vivo* demonstrou que, apesar de em D1 e D2 se ter verificado um aumento na actividade da catalase, 50 e 62%, respectivamente, esse aumento foi superior em D4 (80%), por comparação com o controlo (Bruneau *et al.*, 1996).

Os resultados obtidos neste estudo coincidem com os de outros trabalhos já publicados. Estudos semelhantes realizados com a enzima hepática transaminase glutâmica pirúvica (GPT), demonstraram que parte da capacidade de estimulação desta enzima foi devida ao conteúdo de bicarbonato de sódio da água termal da *Vichy* (4776.3 mg/L). Desta forma, ainda que os mecanismos de acção que justifiquem estes efeitos não estejam ainda completamente esclarecidos, os autores atribuem-nos à natureza dos sais minerais e oligoelementos desta água termal. Do ponto de vista dermatológico, a utilização destes efeitos tem uma importância acrescida, se se considerar que esta enzima desempenha um papel na prevenção do envelhecimento cutâneo, ao actuar como agente “sequestrador” de radicais livres; que esta acção é vulnerável ao efeito da radiação UV, mesmo em baixas doses de radiação e a sua actividade em fibroblastos humanos diminui com a idade. Assim, na impossibilidade de a incorporar em preparações

cosméticas, a capacidade de estimular a sua actividade *in situ* é de potencial interesse (Bruneau *et al.*, 1996).

#### 6.2.8 - Propriedades bactericidas e anti-fúngicas

Vários autores atribuem as propriedades anti-bacterianas e anti-fúngicas às águas termais sulfúreas (Lotti e Ghersetich, 1996; Ghersetich *et al.*, 2001; Matz *et al.*, 2003; Faílde e Mosqueira, 2006; Kazandjieva *et al.*, 2008). Estes efeitos têm sido atribuídos à presença do ácido pentatiónico ( $H_2S_5O_6$ ) formado a partir da reacção entre o enxofre e os radicais de oxigénio presentes nas camadas mais profundas da epiderme (Lotti e Ghersetich, 1996; Matz *et al.*, 2003; Faílde e Mosqueira, 2006).

Acrescenta-se ainda a possibilidade da estimulação térmica da pele pelos banhos termais, através de uma ligeira hipertermia (entre 38 e 39°C), estimular as propriedades bactericidas das águas termais (Matz *et al.*, 2003). A utilização deste tipo de águas termais na prática dermatológica, tem sido aconselhada no tratamento de várias afecções cutâneas, entre as quais se destacam principalmente a acne *vulgaris* e a dermatite atópica (Matz *et al.*, 2003; Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005). Nasermoaddeli e Kagamimori (2005) referem a maior susceptibilidade dos indivíduos com dermatite atópica para a infecção cutânea por *Staphylococcus aureus*. Aliás, durante as fases de exacerbação da doença, verifica-se uma correlação entre o aumento da densidade bacteriana e a gravidade das lesões cutâneas. Inoue *et al.* (1999) demonstraram que o número de colónias de *Staphylococcus aureus* na superfície cutânea diminuiu, ou até mesmo desapareceu, após a balneoterapia com água termal *Kusatsu*. A actividade bactericida desta água termal foi atribuída aos iões manganês e iodeto em condições acídicas (valores de pH compreendidos entre 2.0 e 3.0) (Inoue *et al.*, 1999).

A acne *vulgaris* é outra condição dermatológica que beneficia da balneoterapia. Num estudo desenvolvido em indivíduos com acne *vulgaris*, a terapia com água do Mar Morto demonstrou uma melhoria significativa da condição acneica dos indivíduos, ao reduzir o número de pústulas e comedões (Nasermoaddeli e Kagamimori, 2005).

Refere-se ainda a aplicação benéfica das águas termais sulfúreas no tratamento de úlceras de perna infectadas, *tinea versicolor*, *tinea corporis* e *tinea capitis* (Ghersetich *et al.*, 2001).

#### 6.2.9 - Propriedades anti-seborreicas

A produção excessiva de sebo está associada a algumas doenças dermatológicas. Alguns autores propõem a utilização de águas termais como agentes complementares à limpeza de certos tipos de pele, como a oleosa ou mista (Ghersetich *et al.*, 2001). Nos cuidados da pele oleosa, é essencial reduzir o excesso de sebo cutâneo sem provocar a deslipidação total. Ghersetich *et al.* (2001) salientam a eficácia das propriedades detergentes das águas termais sulfúreas na remoção do excesso de sebo das peles oleosas e mistas, sem induzir a deslipidação da pele e conseqüente irritação. Panico e Imperato (2009) destacam a acção anti-seborreica das águas termais sulfúreas e em particular, da água termal de *Terme Capasso* (sulfúrea bicarbonatada).

Outros autores referem que uma única aplicação de lamas termais (não identificadas) induziu a normalização dos níveis sebáceos em indivíduos com dermatite seborreica (Comacchi e Hercogova, 2004).

#### 6.2.10 - Efeitos queratoplásticos/ queratolíticos

Kazandjieva *et al.* (2008) referem que o principal efeito das águas termais sulfúreas consiste nas suas propriedades queratolíticas. Certas condições dermatológicas beneficiam especialmente destas propriedades. Entre elas destacam-se a dermatite de contacto, dermatite seborreica, seborreia, psoríase e ictiose (Lotti e Ghersetich, 1996).

A acção queratolítica deve-se à interacção do sulfureto de hidrogénio (H<sub>2</sub>S) com a cisteína (Ghersetich *et al.*, 2001; Ghersetich e Lotti, 1996). A presença de H<sub>2</sub>S, em baixas concentrações, promove a queratinização cutânea (efeito queratoplástico), enquanto que a elevadas concentrações, determina um efeito queratolítico através da

proteólise da queratina (Ghersetich *et al.*, 2001; Ghersetich e Lotti, 1996). De acordo com Panico e Imperato (2009), na pele com pH ácido, a acção queratoplástica deve-se à estimulação do estrato espinhoso pelo H<sub>2</sub>S. Nasermoaddeli e Kagamimori (2005) salientam que as propriedades queratolíticas das águas termais sulfúreas exercem um efeito descamativo, comparando-as a um *peeling* superficial na pele.

#### 6.2.11 - Propriedades no relevo cutâneo

A melhoria do relevo da pele, através da aplicação de águas termais, tem vindo a ser testemunhada por alguns autores. No trabalho desenvolvido por Mac-Mary *et al.* (2006), pretendia-se avaliar os efeitos que o consumo de uma água mineral poderia provocar em alguns parâmetros cutâneos, e em particular, na organização estrutural da pele. Através dos resultados obtidos, o consumo adicional de água mineral por indivíduos com pele seca e indivíduos com pele saudável revelou que o micro-relevo cutâneo foi melhorado na pele saudável. As características visíveis da superfície da pele (pequenas ríduladas e/ou rugas) foram também avaliadas num outro estudo.

Um tratamento com um gel composto por uma solução de sais minerais do Mar Morto, durante 4 semanas, revelou uma melhoria na análise profilométrica da superfície cutânea em peles maduras (Ma'or *et al.*, 1997). A profilometria é uma técnica que permite quantificar a rugosidade ou aspereza da superfície da pele (Santos *et al.*, 2006). Através da aplicação do gel referido anteriormente, a rugosidade da pele diminuiu, em média, 40.7%, em comparação com um outro gel de composição idêntica, mas sem o conteúdo em sais minerais do Mar Morto, com uma redução apenas de 27.8% (Ma'or *et al.*, 1997).

#### 6.2.12 - Propriedades sensoriais

Para além dos efeitos terapêuticos anteriormente referidos sobre as águas termais, importa também que a sua utilização proporcione efeitos sensoriais agradáveis e contribua para a melhoria do conforto cutâneo.

Foi realizada uma análise para comparar os efeitos sensoriais provocados por quatro águas termais de diferentes graus de mineralização (águas termais da *Avène* (Mineralização/RS: 0.20g/L); de *La Roche-Posay* (Mineralização/RS: 0.45g/L); da *Vichy* (Mineralização/RS: 5g/L) e da *Uriage* (Mineralização/RS: 11g/L)). Dos resultados, observou-se que nos 5 minutos posteriores à aplicação de cada uma das águas termais, os voluntários submetidos ao estudo perceberam uma sensação de frescura cutânea, em todas as águas termais avaliadas. Nos 10 minutos posteriores à aplicação, todas as águas termais induziram sensações de suavidade, elasticidade e conforto cutâneos. Contudo, as águas termais com menor grau de mineralização, (água termal da *Avène* e de *La Roche-Posay*) provocaram maior intensidade nas sensações percebidas, comparativamente às induzidas pelas águas termais de maior grau de mineralização (água termal da *Vichy* e da *Uriage*) (Bacle *et al.*, 1999).

Num estudo anteriormente citado, Goldman *et al.* (2007) obtiveram resultados semelhantes. Os efeitos anti-irritantes e a tolerância cutânea provocados por duas águas de diferente mineralização (águas termais da *Avène* (RS : 0.20g/L) e da *Uriage* (RS : 11g/L)) foram testados ao diminuírem o eritema, sensação de picada, dor, prurido e repuxamento da pele, decorrentes da terapia fotodinâmica (PDT). Também nesse trabalho, os indivíduos incluídos no estudo perceberam a redução dessas sensações com maior intensidade, assim como uma maior tolerância da pele, face à água termal de menor mineralização (*Avène*) (Goldman *et al.*, 2007). A explicação sugerida pelos autores foi de que as águas termais de menor mineralização, tendem a espalhar-se menos na superfície cutânea, e por isso evaporam mais lentamente. Deste modo, o tempo de contacto entre a água termal e a superfície da pele seria superior, resultando daí um conforto mais intenso e uma sensação de suavidade e elasticidade cutâneas mais duradouras (Goldman *et al.*, 2007).

Kazandjieva *et al.* (2008) referem que as águas termais são capazes de proporcionar efeitos refrescantes na pele. A água termal *Saint Gervais* provocou uma sensação de frescura imediatamente após a sua aplicação e, posteriormente, levou à diminuição da temperatura da pele (-2°C) (Elkhyat *et al.*, 2004). A aplicação da água termal *La Léchère* também provocou um arrefecimento cutâneo (-0.3 a -0.5°C) (Carpentier *et al.*, 2002).

## VII. Algumas águas termais em particular: *La Roche-Posay e Uriage*

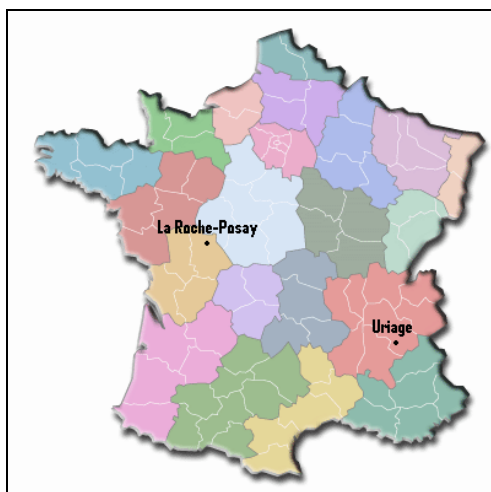


Figura 6 – Distribuição geográfica das Termas de La Roche-Posay e Uriage nas respectivas regiões francesas: La Roche-Posay (Poitou-Charente); Uriage (Rhône-Alpes) (Adaptado de La Médecine Thermale, s/d).

### 7.1 - La Roche-Posay

A localidade de La Roche-Posay-les-Bains fica situada na região francesa de Poitou-Charente, na zona limítrofe de Berry, Touraine e Poitou. Das suas características paisagísticas únicas, surge uma água mineral muito rica em selénio que possui inúmeras virtudes terapêuticas (La Roche-Posay b, s/d).

A reputação medicinal desta água surgiu na Idade Média quando, num episódio relatado por Bertrand Du Guesclin, ao mergulhar o seu cavalo na nascente para beber água, notou que após sair da água, o eczema de que o animal sofria, tinha sido curado. Tal episódio viria a despertar o interesse da população que, ao passar a recorrer à água milagrosa, enaltecia os seus poderes terapêuticos. Desta forma, em 1617, o interesse do Dr. Pierre Milon, médico particular de Henry IV e Louis XIII, para verificar pessoalmente as potencialidades desta água, fazem-no deslocar-se a La Roche-Posay para efectuar os primeiros estudos à água e referi-los nos seus trabalhos (Karam, 1996; La Roche-Posay a, s/d; La Roche-Posay b, s/d).

Mais tarde, no ano de 1670, a popularidade crescente da água de *La Roche-Posay* interessa à recém-criada *Académie des Sciences*, que envia observadores ao local (La Roche-Posay b, s/d).

No início do século XIX, com o regresso de Napoleão do Egipto, é edificado um hospital termal com o objectivo de tratar as dermatites dos seus soldados (La Roche-Posay b, s/d).

No ano de 1869, a *Académie de Médecine* reconhece as potencialidades medicinais da água termal *La Roche-Posay* e declara o estabelecimento *spa* como local de utilidade pública. A partir desta altura, o local ganha um novo impulso e os acontecimentos sucedem-se (La Roche-Posay b, s/d):

- Em 1905 é inaugurado o primeiro centro termal.
- Em 1913, a *Académie de Médecine* declara oficialmente La Roche-Posay como *spa* hidrotermal.
- Em 1998, a cura termal do *spa* de La Roche-Posay é o primeiro a receber a certificação ISO 9002 pela qualidade dos seus tratamentos, a monitorização terapêutica dos seus pacientes, assim como pela manutenção da higiene dos seus estabelecimentos. Em 2002, o Centro Termal de La Roche-Posay é um *spa* concebido especificamente para o tratamento de doenças dermatológicas recorrentes e resistentes com métodos tradicionais. Em França, este Centro representa cerca de 50% das curas em dermatologia, o que se traduz em 10.000 pacientes em cura termal por ano, um terço dos quais são crianças.



Figura 7 – Estação termal de La Roche-Posay (Thermes du Connétable) (La Roche-Posay a, s/d).

### 7.1.1 - Composição físico-química

Em 1997, um estudo minucioso desenvolvido pelo *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* revelou que a água termal de La Roche-Posay resulta da mistura de águas de precipitação que, ao se infiltrarem em profundidade, se moveram lentamente através de camadas calcárias, ricas em selênio, datadas da idade Cenomaniana-Turoniana (98 a 92 milhões de anos na escala geológica). Através de um fenómeno artesiano, a água profunda resultante, terá emergido através de fissuras com características calcárias e argilosas. O resultado deste processo é uma combinação única, perfeitamente harmoniosa e estável de sais minerais e oligoelementos (La Roche-Posay b, s/d; GEOLEX, s/d).

A água termal de La Roche-Posay caracteriza-se por ser ligeiramente mineralizada, bicarbonatada, silicatada e cálcica. Possui um pH próximo do neutro. Cuidadosamente protegida contra qualquer elemento poluidor desde a sua emergência até aos locais de utilização termal, não é submetida a nenhum tratamento para preservar todos os constituintes e as suas propriedades (La Roche-Posay b, s/d).

A presença de selênio é particularmente elevada (53µg/l), e constitui a característica essencial da água termal de La Roche-Posay, ao qual se deve as suas propriedades únicas (Karam, 1996).

Tabela 5 – Características físico-químicas da água termal de La Roche-Posay (nascente Mélusine; Laboratoire National de la Santé 16/10/95) (La Roche-Posay b, s/d).

Constantes físico-químicas e substâncias não dissociadas	Temperatura Emergência (°C)	13	Catiões (mg/l)	Sódio (Na <sup>+</sup> ) (mg/l)	8.3
	pH	7.0		Cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) (mg/l)	149
	Sílica (SiO <sub>2</sub> ) (mg/l)	31.6		Magnésio (Mg <sup>2+</sup> ) (mg/l)	4.4
	Dióxido de Carbono livre (mg/l)	51		Potássio (K <sup>+</sup> ) (mg/l)	1.9
	Resíduo Seco a 180°C (mg/l)	595		Ferro (Fe <sup>2+</sup> ) (mg/l)	< 0.005
Aniões (mg/l)	Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	387		Manganês (Mn <sup>2+</sup> ) (mg/l)	0.003
				Estrôncio (Sr <sup>2+</sup> ) (mg/l)	0.3
				Selênio (Se <sup>2+</sup> ) (µg/l)	53

	<b>Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) (mg/l)</b>	56.1		<b>Cobre (Cu<sup>2+</sup>) (µg/l)</b>	< 5
	<b>Cloreto (Cl) (mg/l)</b>	26.2		<b>Zinco (Zn<sup>2+</sup>) (µg/l)</b>	< 5

### 7.1.2 - A Cura Termal – Tratamento *Spa*

Os tratamentos termais dispensados pelo Centro Termal de La Roche-Posay são repartidos por dois estabelecimentos *Spa*: Termas de Saint-Roch e Termas du Connétable. Estes tratamentos têm uma duração aproximada de 2 horas por dia, durante 3 semanas (21 dias), e devem ser precedidos por um período de repouso diário (La Roche-Posay b, s/d).

Os tratamentos básicos da cura termal são realizados sequencialmente e incluem:

- Duche Filiforme: a água é projectada a elevada pressão através um fino jacto, regulável consoante o local e tipo de lesão. Dependendo da pressão, este duche pode exercer uma massagem ligeira, tonificante e drenante ou simplesmente limpar os tecidos superficiais. Como tratamento essencial da cura, remove as lesões, massaja profundamente a derme e possui um efeito calmante e anti-pruriginoso.
- Pulverização: consiste numa projecção fina de água pressurizada através de um chuveiro ou crivo. Administrada localmente ou por toda a superfície corporal, deposita uma película cálcica-silicatada na epiderme. Este tratamento particularmente agradável e suavizante, possui propriedades emolientes e ajuda a cicatrização.

Para completar estes tratamentos, é geralmente administrado um Banho, que pode ser simples ou do tipo aerobanho (bolha de ar), local ou geral (La Roche-Posay b, s/d). O aerobanho é uma técnica que consiste na imersão do paciente em equipamento especial, que permite acrescentar ao efeito químico da água termal, um efeito mecânico, produzido através da passagem do ar pela água (Teixeira, 2007). Possui uma acção descongestionante e relaxante.

À parte destes tratamentos, um elemento essencial é a cura hidropínica diária, seguida de acordo com as recomendações médicas (La Roche-Posay b, s/d).



Figura 8 – Técnicas termiais desenvolvidas com recurso à água termal de La Roche-Posay: 8a) Duche filiforme; 8b) Pulverização facial (La Roche-Posay b, s/d).

### 7.1.3 - Propriedades terapêuticas demonstradas

A rotulagem do vaporizador da água termal de La Roche-Posay salienta que esta água possui propriedades anti-oxidantes, suaviza e descongestiona a pele. Pela associação única de sais minerais e oligoelementos, entre os quais se destaca a riqueza em selénio, constitui um cuidado essencial adaptado às peles intolerantes, capaz de suavizar a pele agredida por factores exógenos (exposição solar, tratamentos dermatológicos, etc) e prevenir o envelhecimento cutâneo (La Roche-Posay a, s/d).

#### 7.1.3.1 - Propriedades anti-irritantes e reparadoras da barreira cutânea

Um estudo desenvolvido em voluntários saudáveis pretendeu demonstrar as propriedades anti-irritantes e anti-inflamatórias da água termal de *La Roche-Posay*. A avaliação consistia na aplicação cutânea de um gel contendo água termal de *La Roche-Posay* na pele de voluntários saudáveis, duas vezes ao dia, durante quatro dias. Posteriormente, a irritação da pele era induzida pela exposição ao SLS, sob oclusão durante 24 horas. Foi depois avaliado o aumento da circulação sanguínea, proporcional à inflamação local. Dos resultados obtidos, verificou-se uma redução da irritação e inflamação cutâneas, com redução do eritema (- 46%), na pele previamente tratada com

o gel à base de água termal de *La Roche-Posay*, por comparação com o grupo controlo (gel com água destilada), com apenas 16% na redução da irritação. Deste modo, a água termal de *La Roche-Posay* reduziu significativamente a resposta irritante e inflamatória do SLS, pelo que lhe confere uma acção reparadora da barreira cutânea (La Roche-Posay b, s/d).

Num outro trabalho acedeu-se ao efeito protector de uma formulação contendo água termal de *La Roche-Posay* nas alterações celulares causadas pela radiação UVB (La Roche-Posay b, s/d). Uma preparação contendo água termal de *La Roche-Posay* (82%) e outra contendo água destilada (controlo) foram aplicadas aleatoriamente, nos voluntários admitidos no estudo (fotótipo II e III). A aplicação dos respectivos cremes foi efectuada uma vez por dia na porção inferior à zona escapular, durante 7 dias consecutivos. No 8º dia, a área foi irradiada para avaliação da Dose Eritematosa Mínima (DEM) e no 9º dia, os resultados foram interpretados. A DEM define-se como a quantidade mínima de radiação emitida por uma fonte de energia, sol ou lâmpada que, num determinado período de tempo expresso em segundos, é capaz de provocar eritema cutâneo perceptível 6 horas após a exposição inicial e que é visível ao fim de 24 horas (Prista *et al.*, 1992). Após tratamento dos dados e recolha de amostras biológicas da área superficial epidérmica submetida à radiação, da observação das biópsias com eritema constatou-se que, em média, nenhuma das duas preparações forneceu significativa protecção contra o eritema. No entanto, ao comparar as duas preparações, houve uma diferença significativa, no sentido de que o número de células lesadas pela radiação foi menor na área pré-tratada com a preparação à base de água termal de *La Roche-Posay*. Os autores concluíram assim que, para doses de radiação UVB próximas à DME, o pré-tratamento da pele, durante uma semana, com uma preparação à base de água termal de *La Roche-Posay*, resultou num efeito protector celular.

#### 7.1.3.2 - Propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras

Celierier *et al.* (1995) realizaram um estudo para determinar o papel do selénio (Se) e do estrôncio (Sr), presentes na água de *La Roche-Posay*, na modulação da produção de citocinas pró-inflamatórias (IL-1 $\alpha$ , IL-6 e TNF- $\alpha$ ) pelos queratinócitos. Biópsias de pele recolhidas de pele saudável e de pele com dermatite atópica foram incubadas em 7

meios de cultura diferentes: I) meio EMEM com água destilada (controlo); IIa) meio EMEM suplementado com cloreto de estrôncio ( $\text{SrCl}_2$ ) ( $260\mu\text{g/l}$ ); IIb) meio EMEM suplementado com nitrato de estrôncio ( $\text{SrNO}_3$ ) ( $260\mu\text{g/l}$ ); IIIa) meio EMEM suplementado com cloreto de selénio ( $\text{SeCl}_2$ ) ( $60\mu\text{g/l}$ ); IIIb) meio EMEM suplementado com selenito de sódio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) ( $60\mu\text{g/l}$ ); IIIc) meio EMEM suplementado com selenato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) ( $60\mu\text{g/l}$ ); IV) meio EMEM com água termal de *La Roche-Posay* (conteúdo em Se:  $53\mu\text{g/l}$  e Sr:  $300\mu\text{g/l}$ ). Após 14 dias de incubação, as amostras foram tratadas com anticorpos anti-IL-1 $\alpha$ , anti-IL-6 e anti-TNF- $\alpha$ . A produção intracelular de IL-1 $\alpha$ , IL-6 e TNF- $\alpha$  pelos queratinócitos foi observada nos vários meios de cultura e classificada como nula, baixa, média e elevada. Nas amostras de pele saudável incubadas no meio controlo verificou-se uma baixa produção intracelular de IL-1 $\alpha$  e ausência de IL-6 e TNF- $\alpha$ . A adição de água termal e sais de selénio e estrôncio nos respectivos meios, não induziu a produção de IL-6 ou TNF- $\alpha$ , mas inibiu a produção de IL-1 $\alpha$ . No caso da pele inflamada incubada no meio controlo, a produção de IL-1 $\alpha$  foi moderada e elevada para IL-6 e TNF- $\alpha$ . A produção das diferentes citocinas mostrou-se dependente do tipo de sal de selénio e estrôncio adicionado ao meio de cultura, assim como na presença de água termal de *La Roche-Posay*. Houve uma significativa inibição na produção de IL-6 na presença de água termal e nos meios com sais de selénio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) e estrôncio ( $\text{SrNO}_3$ ). Nos mesmos meios, verificou-se uma ligeira inibição para TNF- $\alpha$ . Uma vez demonstrada a capacidade de intervir na produção de citocinas pró-inflamatórias, os autores atribuíram estes efeitos anti-inflamatórios ao conteúdo de selénio presente na água termal ( $53\mu\text{g/l}$ ) que poderá: a) aumentar a actividade bactericida e fagocitária dos granulócitos, como previamente demonstrado em estudos *in vitro* em animais; b) exercer um efeito protector nas reacções inflamatórias através da sua participação na actividade da glutathione peroxidase.

#### 7.1.3.3 - Propriedades anti-oxidantes

Num estudo pretendeu-se avaliar o papel do selénio presente na água termal de *La Roche-Posay* na protecção de fibroblastos humanos, expostos a stress oxidativo provocado pelo peróxido de hidrogénio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) e pela radiação UVB (Richard *et al.*,

1990). Para tal, amostras de fibroblastos humanos foram postas em contacto com meios de cultura diferentes: I) meio de cultura com água destilada; II) meio de cultura com água destilada, enriquecido com selénio pela adição de selenito de sódio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ), de forma a obter uma concentração de selénio comparável ao meio III); III) meio de cultura com água termal de *La Roche-Posay*. No final, da preparação dos meios resultaram as seguintes concentrações de selénio: I) Se: 52  $\mu\text{g/l}$ ; II) Se: 102  $\mu\text{g/l}$ ; III) Se: 90  $\mu\text{g/l}$ . Após sujeitos a condições de stress oxidativo ( $\text{H}_2\text{O}_2$  e exposição a radiação UVB, durante 3 dias consecutivos), as culturas de fibroblastos foram avaliadas quanto à resistência celular, quanto à actividade enzimática da superóxido dismutase (SOD) e glutathiona peroxidase (GSH-Px) e à concentração de oligoelementos nos fibroblastos. Os resultados do estudo revelaram que após o stress oxidativo, os fibroblastos incubados no meio III apresentaram concentrações de oligoelementos mais elevadas e sobreviveram durante mais tempo. Além disso, a actividade da SOD fibroblástica também foi superior neste meio. Notou-se também que a produção de GSH-Px foi proporcional à concentração de selénio, contudo, surpreendentemente, ao comparar as concentrações deste elemento nos meios II e III (102 e 90  $\mu\text{g/l}$ , respectivamente), seria de esperar que a concentração de selénio e a actividade da GSH-Px mais elevadas no meio II, resultassem numa maior resistência celular face ao stress oxidativo, o que não se verificou. Segundo os autores, este trabalho demonstrou que os mecanismos de reparação celular, e em especial, os que utilizam oligoelementos, contribuem para retardar os efeitos nefastos dos radicais livres no envelhecimento celular. Para justificar a maior resistência dos fibroblastos no meio com água termal de *La Roche-Posay* (mas com menor conteúdo de selénio do que o meio II), os autores admitiram a existência de um complexo mecanismo dependente de outras formas orgânicas de armazenamento intracelular de selénio, e em que a participação da GSH-Px na prevenção dos radicais livres (Ursini e Bindoli, 1987), seria apenas de um elemento na cadeia anti-radicalar, em paralelo com a SOD, vitaminas A e E e, possivelmente, outros factores (Richard *et al.*, 1990).

Conhecendo o papel protector do selénio já demonstrado no estudo *in vitro* anteriormente referido, outros autores realizaram um estudo *in vivo* para avaliar o efeito protector que a aplicação cutânea de um creme contendo água termal de *La Roche-Posay* poderia exercer sobre a peroxidação lipídica e carcinogénese provocadas

pela radiação UVB, na pele de ratinhos (Cadi *et al.*, 1991). O estudo consistia em aplicar um creme à base de água termal de *La Roche-Posay* (LRP) ou, no caso do grupo com um creme com água destilada (D), na pele de ratinhos e, 30 minutos após a aplicação, expor a pele dos animais à radiação UVB, 3 vezes por semana, durante 25 semanas. Cinco minutos depois de cada irradiação, aplicava-se novamente o respectivo creme. Os resultados seriam depois comparados com um outro grupo de animais que não tinham sido tratados com nenhum dos cremes, mas sujeitos à radiação (C). O desenvolvimento de tumores foi vigiado semanalmente, e determinados os períodos de latência (T50 e T100). A T50 correspondia o nº de semanas de radiação UVA necessário para que metade dos animais expressasse, pelo menos, um tumor induzido pela radiação; a T100 correspondia o nº de semanas para que a totalidade dos animais expressasse um tumor induzido pela radiação. Adicionalmente, foram medidos os níveis de peroxidação lipídica (traduzidos por MDA) e de actividade da GSH-Px nas biópsias. Dos resultados apresentados, a distribuição dos grupos revelou que, quer no grupo controlo C) (grupo de animais não tratados com creme e expostos à radiação) e no grupo D) (animais tratados com creme à base de água destilada e expostos à radiação) o número de semanas necessário para o aparecimento do 1º tumor nos ratinhos foi o mesmo (12), assim como os parâmetros T50 e T100 (16ª e 22ª semanas, respectivamente). No grupo de ratinhos tratados com creme contendo água termal (LRP), o aparecimento do 1º tumor ocorreu à 15ª semana, e T50 e T100 foram, respectivamente, a 22ª e 26ª semanas. Quanto à peroxidação lipídica, no grupo controlo (C) os níveis de MDA aumentaram com a idade dos animais e duplicaram após 11 semanas de radiação. Por outro lado, os mesmos níveis mantiveram-se estáveis ao longo das 25 semanas, no grupo LRP. A actividade da GSH-Px permaneceu constante no grupo controlo e no grupo D), tendo esta aumentado significativamente durante o tratamento, no grupo LRP. Concluiu-se assim que, a aplicação do creme com água de *La Roche-Posay*, antes e após cada exposição, apesar de não modificar a incidência dos tumores, retardou o seu aparecimento 6 semanas, comparando com os grupos controlo. Estes resultados podem dever-se à redução na peroxidação lipídica e/ou a um aumento da actividade na enzima seleno-dependente (GSH-Px). Este estudo confirmou os resultados de outros trabalhos experimentais que demonstraram que o selénio inibe a fase de iniciação mas também a promoção da carcinogénese (Temple e Basu, 1987). A administração concomitante de selénio e vitamina E inibe a fotocarcinogénese

(Perchellet *et al.*, 1987). Para alguns autores, o efeito anti-carcinogéneo do selénio pode estar relacionado com um controlo directo na síntese de DNA (Medina *et al.*, 1983).

## 7.2 - Uriage

A água termal de *Uriage* provém da região francesa alpina (Rhône-Alpes), no coração das montanhas de Belledonne, perto de Grenoble e Lyon. Situada em Uriage-les-Bains, localidade que lhe deu nome, foi descoberta durante o Império Romano e a utilização desta água remonta há 20 séculos atrás (LDU b, s/d).

O primeiro estudo realizado data de 1838, como tese atribuída a Jules Vulfranc-Gerdy. Contudo, só mais tarde, em 1909 é que o Professor Fleig avaliou a sua isotonicidade. Outros estudos se seguiram e a atenção para este local culminou precisamente na “fase de ouro” do termalismo, em 1920, em pleno início do século XX. Com a estância termal devidamente apetrechada, Uriage-les-Bains atraía todas as personalidades importantes da época - Chanel, Stendhal, Colette, Maurice Chevalier, entre outros - para as suas “curas”, devido às propriedades das suas águas (LDU b, s/d).

Em 1925, o Dr. Larat introduziu as injeções intra-tecidulares nos tratamentos e alguns anos mais tarde, em 1977 é oficialmente aberto o hospital termal e o do Instituto Francês de Pesquisa em Termalismo. Desde 2000, a Estação Termal de Uriage recebe mais de 7000 pacientes por ano, especialmente para o tratamento de perturbações do foro dermatológico, reumatológico e otorrinolaringológico (LDU b, s/d).



Figura 9 – Fotografias da região de Uriage-les-Bains: 9a) Envolverência paisagística; 9b) Estação termal; 9c) Local de captação da água termal (LDU b, s/d).

A água é filtrada através de areias e formações rochosas e emerge à superfície através de uma fissura de 80 metros de profundidade. A captação é feita através de um poço de 8 metros de profundidade (LDU b, s/d).

### 7.2.1 - Composição físico-química

Quanto à prevalência das espécies químicas, esta água termal classifica-se como sulfúrea, cloretada sódica. Apresenta uma elevada mineralização (11g/l) e assim como qualquer outra água mineral natural, é bacteriologicamente pura e de composição química invariável. Distingue-se das demais, pela sua isotonicidade natural, respeitando o equilíbrio osmótico das células da epiderme (LDU b, s/d).

Tabela 6 – Características físico-químicas da água termal de Uriage (LDU b, s/d).

Constantes físico-químicas e substâncias não dissociadas	Temperatura Emergência (°C)	28	Catiões (mg/l)	Sódio (Na <sup>+</sup> ) (mg/l)	2360	
	pH	6.77		Cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) (mg/l)	600	
	Silica (SiO <sub>2</sub> ) (mg/l)	42		Magnésio (Mg <sup>2+</sup> ) (mg/l)	125	
	Dióxido de Carbono livre (mg/l)	—		Potássio (K <sup>+</sup> ) (mg/l)	45.5	
	Resíduo Seco a 180°C (mg/l)	11000		Ferro (Fe <sup>2+</sup> ) (mg/l)	0.015	
Aniões (mg/l)	Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	390		Manganês (Mn <sup>2+</sup> ) (mg/l)	0.154	
	Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) (mg/l)	2860		Estrôncio (Sr <sup>2+</sup> ) (mg/l)	—	
	Cloreto (Cl <sup>-</sup> ) (mg/l)	3500		Selênio (Se <sup>2+</sup> ) (µg/l)	—	
					Cobre (Cu <sup>2+</sup> ) (µg/l)	0.075
					Zinco (Zn <sup>2+</sup> ) (µg/l)	0.16

### 7.2.2 – Propriedades terapêuticas demonstradas

A rotulagem do vaporizador da água termal da Uriage destaca que esta água é adaptada para peles sensíveis e reactivas e possui propriedades hidratantes, calmantes e anti-radicalares (LDU a, s/d).

### 7.2.2.1 – Propriedades hidratantes

Com o intuito de avaliar as propriedades hidratantes da água termal da *Uriage*, aos voluntários com pele seca incluídos no estudo, foram-lhes disponibilizadas compressas embebidas em água termal para serem aplicadas durante 30 minutos, na face anterior do antebraço. A recolha de resultados foi realizada através de leituras cutâneas por ressonância magnética nuclear (RMN) antes (T0) e 1, 3 e 5 horas (T1, T3 e T5) após a aplicação da água termal. Os resultados foram comparados com o grupo controlo, não exposto à água termal. Os resultados revelaram que a capacidade de hidratação da pele exposta à água termal aumentou a partir da 1ª hora (T1: 0.5%), atingiu o máximo 3 horas depois (T3: 1%) e diminuiu novamente em T5 (0.25%) sem, no entanto, registar um nível inferior ao inicial (T0: aproximadamente 0.1%). O estudo confirma assim a capacidade hidratante desta água termal, justificada aliás, pela composição química em sais minerais semelhante à composição do SC (NMF) e filme hidrolipídico (NaCl e suor), observada logo após a 1ª hora e duradoura até 3 horas depois da aplicação da mesma (LDU b, s/d).

### 7.2.2.2 – Propriedades anti-irritantes e reparadoras da barreira cutânea

Os efeitos da água termal da *Uriage* no processo de cicatrização, foram avaliados num estudo *in vitro* (LDU b, s/d). O trabalho consistiu em comparar os efeitos da água termal em fibroblastos saudáveis (controlo) e em fibroblastos provenientes de uma úlcera de perna crónica, medindo a taxa de proliferação, diferenciação, actividade contráctil e a síntese de colagénio. Nos parâmetros avaliados, os resultados confirmaram que a água termal da *Uriage* estimulou a proliferação dos queratinócitos, quer em fibroblastos saudáveis (em concentrações de 10 a 20%) quer nos fibroblastos da pele lesada (concentração de 10%). Esta água termal também promoveu a diferenciação dos fibroblastos em miofibroblastos, avaliada pela expressão de fibras de  $\alpha$ -actina do músculo liso e actina fibrilar. Os miofibroblastos não são mais do que fibroblastos que, durante o processo de cicatrização do tecido, adquirem um aspecto morfológico e bioquímico de células musculares lisas. Estão envolvidos na síntese e reorganização da matriz extracelular e na actividade contráctil da ferida, o que justifica a expressão de  $\alpha$ -actina do músculo liso. Assim, nos fibroblastos tratados com água termal observou-se

um aumento da actividade contráctil. A síntese de colagénio também se mostrou aumentada nos fibroblastos da úlcera de perna, expostos à água termal de Uriage, durante 2, 3 e 4 semanas após tratamento. Segundo os autores, esta água termal demonstra deste modo o seu potencial cicatrizante e o benefício de a incluir como gesto complementar da reparação epidérmica (LDU b, s/d).

Outras indicações terapêuticas da água termal da *Uriage* foram estudadas em indivíduos com dermatite de contacto associada ao síndrome facial de “pele vermelha” (LDU b, s/d). Os voluntários incluídos no estudo foram sujeitos a avaliação dermatológica, aos quais após apreciação do seu estado clínico, lhes foi prescrito a utilização da água termal da *Uriage*. Os principais sinais clínicos para inclusão no estudo e prescrição desta água termal, foram: couperose, rosácea, eritema após cirurgia ou dermatite seborreica. Pela avaliação dos resultados, a água termal da *Uriage* promoveu uma melhoria dos sinais clínicos (desconforto cutâneo, sensação de picada, prurido e sensação de queimadura) reportados pelos voluntários, e dos sinais cutâneos avaliados pelos dermatologistas (eritema, edema e descamação). Salienta-se ainda o facto de 50% dos pacientes terem percebido os benefícios da água termal desde a primeira aplicação e, 80% dos casos, ao longo do período de ensaio. A tolerância da aplicação foi classificada como “excelente” (96.6%) e de um modo geral, a água termal da *Uriage* foi apreciada pela sensação de frescura, efeito calmante e sensação de pele hidratada, que traduzem uma sensação de conforto e bem-estar cutâneos (LDU b, s/d).

#### 7.2.2.3 – Propriedades anti-pruriginosas

Foram realizados estudos que comprovaram as propriedades anti-pruriginosas da água termal da Uriage. A realização de um desses estudos consistiu em desencadear sensações de prurido, através de estimulação térmica, na face interna do antebraço dos voluntários. Numa primeira fase de controlo (FC), a área demarcada foi sujeita à aplicação de uma sonda aquecida, durante 20 minutos, onde se pretendia determinar a sensação de aquecimento da pele, sendo logo removida. Os voluntários foram questionados sobre o momento em que sentiram prurido e em que este desapareceu. Na fase de estudo, repetiu-se o procedimento anterior mas, logo após a remoção da sonda, foi aplicado na área aquecida, um disco de papel de filtro embebido em água destilada

(D) ou água termal da *Uriage* (ATU), até completa absorção. Mais uma vez, foi pedido aos voluntários que caracterizassem o prurido e a sua duração. Nos resultados obtidos verificou-se que a duração média do prurido na fase de controlo (FC) e após a aplicação da água destilada (D) e água termal (ATU) foi 65.33, 40.57 e 5.93 minutos, respectivamente. Concluiu-se, portanto, que a duração da sensação de prurido diminuiu 48% com a aplicação da água destilada, e essa diminuição foi ainda mais significativa (-84%) após a aplicação da água termal, o que demonstrou a capacidade desta água termal para atenuar significativamente o prurido desencadeado por estímulo térmico (LDU b, s/d).

Num trabalho semelhante, a sensação de prurido foi novamente induzida por estimulação térmica na face interna do antebraço de voluntários saudáveis. Na zona aquecida por sonda, foi aplicada directamente na pele a água termal da *Uriage*. Mediu-se a sensibilidade térmica cutânea no início (T0) e uma hora após a aplicação (T1), avaliando a duração e intensidade do prurido pelo método TSA (Thermal Sensory Analyser). Pela interpretação dos resultados verificou-se que a duração e intensidade da sensação de prurido diminuíram 46% e 47%, respectivamente, para os indivíduos tratados com água termal, por comparação com o controlo (área não tratada). Assim, confirma-se a capacidade da água termal da *Uriage* para diminuir a sensação de prurido, activado por estimulação térmica (LDU b, s/d).

#### 7.2.2.4 – Propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras

Com o objectivo de estudar o efeito inibitório da água termal da *Uriage* na libertação de histamina pelos mastócitos cutâneos, Mousli *et al.* (1996) desenvolveram um trabalho experimental onde induziram a libertação de histamina (pela substância P) em culturas de mastócitos humanos, na presença de água termal da *Uriage*, EDTA ou solução aquosa de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ), para posterior medição. Dos dados observados, a presença de água termal da *Uriage* provocou uma diminuição na libertação de histamina pelos mastócitos, dependente da dose. Por outro lado, comparando os efeitos da presença de EDTA num meio sem água termal (EDTA1) e noutro com água termal (EDTA2), este agente promoveu a libertação de histamina em EDTA1 e, em EDTA2, à medida que foi aumentando a sua concentração no meio, inverteu o efeito inibitório da

libertação de histamina, já verificado anteriormente com a água termal. A adição da solução aquosa de  $\text{CaCl}_2$  conduziu aos mesmos efeitos da água termal, ao diminuir a libertação de histamina. Da interpretação dos resultados destaca-se o envolvimento do ião bivalente ( $\text{Ca}^{2+}$ ) na inibição da libertação de histamina, o qual, por não se encontrar disponível na presença do agente quelante (EDTA), justifica o aumento na libertação da histamina. Desta forma, segundo os autores do estudo, as propriedades anti-inflamatórias da água termal da *Uriage* ficam a dever-se ao seu conteúdo em cálcio (600 mg/l) (Mousli *et al.*, 1996).

Num outro estudo desenvolvido *in vitro* pretendeu-se determinar o efeito da água termal da *Uriage* na taxa de viabilidade e apoptose de eosinófilos humanos. Eosinófilos tratados com interleuquina-5 (IL-5), um factor essencial no seu crescimento, migração e diferenciação, foram posteriormente tratados com água termal da *Uriage* ou dexametasona (controlo), para medição da taxa de viabilidade e apoptose celular. A presença de IL-5 reflectiu-se no aumento da viabilidade dos eosinófilos e inibição da apoptose celular e a sua ausência, pelo contrário, no aumento da apoptose dos eosinófilos (84%), após 48 horas. A exposição dos eosinófilos a concentrações crescentes de água termal (10 a 40%), mostrou uma diminuição da taxa de eosinófilos viáveis e aumento da taxa de apoptose, tendo sido este efeito dependente da dose. Em comparação com o efeito provocado por soro fisiológico, só a água termal demonstrou este efeito. Mesmo em concentrações mais baixas (20%), a água termal da *Uriage* reduziu a viabilidade dos eosinófilos ao induzir a sua apoptose. Os autores evidenciaram que, ao induzir a apoptose dos eosinófilos, mecanismo importante na resolução dos estados alérgicos crónicos, a água termal da *Uriage* pode contribuir para reduzir a hipereosinofilia tecidual observada em patologias alérgicas (LDU b, s/d).

#### 7.2.2.5 – Propriedades anti-oxidantes

A actividade antioxidante da água termal da *Uriage* foi demonstrada num estudo comparativo em culturas de fibroblastos (LDU b, s/d). Foram preparadas culturas de fibroblastos humanos em meios apropriados (meio standard e meio de sobrevivência: MEM) e tratadas com água termal da *Uriage* ou água destilada (controlo) para medição da actividade enzimática da superóxido dismutase (SOD) e do nível de peroxidação

lipídica das membranas celulares, após stress oxidativo. A água termal da *Uriage* provocou um aumento na actividade da SOD, quatro vezes superior ao verificado nos fibroblastos cultivados em meio com água destilada e diminuiu o nível de peroxidação lipídica. Os autores suspeitaram que estas propriedades anti-oxidantes da água termal da *Uriage* pudessem estar relacionadas a complexos que envolvem o manganês, glicina e bicarbonatos (LDU b, s/d).

Realizou-se outro trabalho, cujo objectivo visou o estudo dos efeitos protectores da água termal da *Uriage*, face à formação de radicais livres induzida pelo sistema hipoxantina/xantina oxidase (HX/XO) e a pela radiação UVA, em culturas de fibroblastos humanos (LDU b, s/d). A xantina oxidase (XO) é uma molibdoenzima (utiliza o ião molibdénio ( $Mb^{2+}$ ) como cofactor) capaz de catalisar a oxidação da hipoxantina (HX). Desta reacção, resulta a formação do radical superóxido ( $O_2^{\bullet-}$ ) que é utilizado pela superóxido dismutase (SOD) para formar peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ) (McKee e Mckee, 2003). As culturas de fibroblastos humanos foram assim submetidas a duas fontes de stress oxidativo, a radiação UVA ( $150 KJ/m^2$ ) e ao par pró-oxidante (HX/XO), e à acção dos radicais livres daí resultantes. Posteriormente, foram avaliados alguns parâmetros, como os níveis de peroxidação lipídica (pela detecção de espécies reactivas do ácido tiobarbitúrico), a viabilidade celular (ensaio MTT) e a capacidade da célula produzir metalotioneína, uma proteína rica em cisteína que serve de indicador da resistência celular ao stress. O ensaio colorimétrico para determinação da viabilidade celular, deve a designação ao composto brometo de 3-[4,5-dimetiltriazol-2-il]-2,5-difeniltetrazólio (MTT) (Richard *et al.*, 1992).

A realização do estudo permitiu concluir que a água termal da *Uriage* não alterou a viabilidade dos fibroblastos não expostos ao stress (controlo) e ainda reduziu a mortalidade celular e a peroxidação lipídica, de forma dependente da dose, nos fibroblastos expostos ao stress oxidativo induzido pelo sistema HX/XO. Da mesma forma, nos fibroblastos expostos à radiação UVA, obtiveram-se resultados semelhantes aos anteriores. Para além disso, a água termal foi ainda capaz de induzir a produção de metalotioneína. Dos resultados obtidos, os autores puderam confirmar os efeitos protectores da água termal da *Uriage* em relação ao stress oxidativo, tendo colocado a hipótese de estes estarem relacionados com a presença de manganês ( $Mn^{2+}$ ) e numa

desactivação dos aniões superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ) devido à elevada concentração deste ião na água termal da Uriage (154  $\mu\text{g/l}$ ) (LDU b, s/d).

### **VIII. Cosmética Termal**

Os diversos estudos científicos desenvolvidos para comprovar a eficácia das águas termais na terapia dermatológica, conduziram nos últimos anos, à procura de novos produtos relacionados com as mesmas, e à introdução de novas modalidades terapêuticas na prática termal, que permitissem complementar os efeitos terapêuticos destas águas.

Como foi referido ao longo deste trabalho, o aproveitamento das águas termais no tratamento de diversas afecções cutâneas prende-se, sobretudo, com a composição química individual de cada água e com a acção dos diferentes iões que a compõem (cálcio ( $Ca^{2+}$ ), zinco ( $Zn^{2+}$ ), sódio ( $Na^+$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), selénio ( $Se^{2+}$ ), manganês ( $Mn^{2+}$ ), ferro ( $Fe^{2+}$ ), entre outros), nos vários sistemas biológicos. Neste contexto, nos últimos anos, a indústria cosmética tem desenvolvido produtos cosméticos que incluem na sua formulação águas termais ou produtos relacionados com estas, como as argilas ou lamas termais. Com a introdução destes produtos no mercado, surgiu a necessidade de regulamentar novas estratégias terapêuticas na área da cosmetologia, o que, conseqüentemente, levou à criação da designada “Cosmética Termal” ou, mais aceitável, de acordo com as directivas europeias, “Cosmética Dermatológica Termal” (Faílde e Mosqueira, 2006).

No âmbito da Cosmética Termal, os produtos cosméticos termais correspondem a todos aqueles que, contendo na sua composição componentes de águas termais ou as próprias, são aplicados na pele com o objectivo de melhorar as suas propriedades e, deste modo, satisfazerem os requisitos subjacentes à utilização cosmetológica. Para além das águas termais, podem incluir-se na Cosmética Termal, dois grupos de cosméticos termais: 1) Pelóides e 2) Cosméticos preparados a partir de pelóides e águas “minero-medicinais” (Faílde e Mosqueira, 2006).

## 8.1 - Pelóides

De acordo com a *International Society of Medical Hidrology*, o termo “pelóide” designa um produto natural formado por uma mistura de água mineral (termal), água do mar ou de lago salgado (fase líquida), com material orgânico e inorgânico (fase sólida) produzido por acção biológica (húmus) e geológica (minerais de argila) que são aplicados topicamente como agentes terapêuticos, sob a forma de cataplasmas ou banhos (Carretero, 2002; Failde e Mosqueira, 2006; Iborra e González, 2006; Membrado, 2006). Em linguagem popular recebem o nome de “fangos” (Membrado, 2006). A aplicação local ou generalizada de pelóides designa-se Peloterapia e tem geralmente como objectivo, a recuperação ou tratamento de afecções cutâneas (tratamento da pele seborreica, entre outros) mas também de traumatismos do foro reumatológico (Veniale *et al.*, 2004).

Do ponto de vista físico-químico, os pelóides são sistemas heterogéneos que antes de serem administrados por via tópica, em aplicações locais ou banhos, são sujeitos a um processo de maturação, onde estão envolvidos fenómenos extremamente complexos que envolvem não só as interacções argila virgem/água termal (no caso dos pelóides termais) mas também outros de natureza biológica e bioquímica relacionados com o crescimento de microrganismos e algas, dependendo do microclima existente nos tanques de preparação ao ar livre onde ocorre a maturação (Galzigna *et al.*, 1996; Veniale *et al.*, 2004; Iborra e González, 2006).

Os principais factores que contribuem para as características da lama pelóide são: a composição e a granulometria da argila virgem; geoquímica da água termal; manuseamento da mistura e homogeneização e por último, a maturação. Durante o processo de maturação, o contacto entre as duas fases promove a alteração das propriedades de alguns minerais de argila, a plasticidade da mistura e as características reológicas das partículas, pelo que estas modificações melhoram as propriedades necessárias para a utilização do pelóide na terapia termal (Carretero, 2002; Veniale *et al.*, 2004).

Para serem adequados à terapia termal, após a maturação, os pelóides devem apresentar determinados requisitos, tais como: elevada capacidade de absorção/adsorção; partículas com elevada superfície específica (granulometria fina); elevada capacidade de troca catiónica; propriedades plásticas (boa adesividade); baixa taxa de arrefecimento; fácil manuseamento e proporcionar uma sensação agradável quando aplicado directamente na pele (Carretero, 2002; Veniale *et al.*, 2004; Reis, 2005; Karakaya *et al.*, 2010). Antes da utilização do pelóide, importa também avaliar a presença ou não de elementos tóxicos na mistura argila/água, como o arsénio, chumbo, mercúrio, cádmio, antimónio, ou outros em quantidades tóxicas, como o selénio, cobre e zinco, e conhecer a mobilidade destes iões para evitar possíveis intoxicações. Assim, é necessário saber se os elementos potencialmente tóxicos estão disponíveis para trocas durante a execução da terapia ou se, por outro lado, se encontram fortemente ligados à estrutura mineral (menor biodisponibilidade) (Carretero, 2002). Existe também a possibilidade da maturação artificial dos pelóides, assim como a terminologia “fango extemporâneo”, para aqueles preparados à base de sedimentos que se misturam com água termal no momento do seu uso (Faílde e Mosqueira, 2006; Teixeira, 2007).

### 8.1.1 - Classificação dos Pelóides

Usando como critério de classificação a natureza da componente sólida e líquida dos pelóides, estes podem classificar-se em 4 grupos principais (Iborra e González, 2006):

- Lamas, Lodos ou Fangos – a fase sólida é predominantemente argila, dispersa em água termal sulfúrea, sulfatada ou cloretada;
- Limos – a fase sólida é rica em argilas, mas a fase aquosa pode ser água do mar ou de lagos salgados;
- Turfas – a componente sólida é de origem orgânica e a maturação em água termal ou água do mar é feita ao ar livre ou em tanque fechado;
- Biogeleias – a fase sólida é orgânica e a maturação em água termal é realizada *in situ*.

O limo é considerado um tipo especial de fango, em que a água termal é substituída por água do mar ou de lago salgado; e as biogeleias, um tipo de turfas amadurecidas *in situ*, isto é, de forma espontânea (ex: baregina, luchonina, pirenina) (Teixeira, 2007). Alguns autores incluem na classificação outros grupos: os Gytja e os Sapropelli. Tratam-se ambos de misturas em que não existe predominância de sólidos orgânicos ou inorgânicos, cuja fase líquida pode ser água mineral (termal) (Sapropelli) ou água do mar (Gytja) (Iborra e González, 2006).

Na tabela distinguem-se as variedades de pelóides que se usam actualmente (Iborra e González, 2006):

Tabela 7 – Classificação dos pelóides segundo a sua composição e condições de preparação (Adaptado de Iborra e González, 2006; Teixeira, 2007).

Classificação	Componentes das fases		Condições de preparação	
	Sólida	Líquida	Temperatura	Maturação
<b>Lama</b> <b>Lodo</b> <b>Fango</b>	Mineral (Inorgânica)	Sulfúrea Sulfatada Cloretada	Hipertermal Mesotermal Hipotermal	In situ  Em tanque
<b>Limos</b>	Mineral (Inorgânica)	Água do mar ou lago salgado	Hipotermal	In situ
<b>Turfas</b>	Orgânica	Carbonatada Sulfúrea Água do mar	Hipertermal Mesotermal Hipotermal	Ar livre Em tanque
<b>Biogeleias</b>	Orgânica	Sulfúrea	Hipertermal	In situ
<b>Outras Biogeleias</b>	Orgânica	Não sulfúrea	Hipertermal Mesotermal Hipotermal	In situ
<b>Sapropelli</b>	Mista	Sulfúrea Alcalina	Hipotermal	In situ
<b>Gytja</b>	Mista	Água do mar	Hipotermal	In situ

## 8.1.2 - Composição dos Pelóides

### 8.1.2.1 - Componente Sólido Inorgânico: A Argila e os minerais argilosos

É constituído principalmente por quartzo, argila e silicato de alumínio hidratado (Membrado, 2006).

Desde a Antiguidade que existe uma longa tradição no uso da argila, lamas ou solos argilosos, para fins terapêuticos, quer ingerindo-os ou aplicando-os topicamente sob a forma de cataplasmas ou banhos de lamas (Veniale *et al.*, 2004; Reis, 2005; Gomes e Silva, 2007).

À semelhança do que acontece com a formação das águas termais, as diferenças entre os materiais rochosos dependem da natureza da rocha-mãe, e resultam em propriedades físico-químicas variáveis entre ocorrências geológicas. Apesar da inevitável variabilidade de minerais, todos os solos contêm argila e possuem, em regra, três componentes minerais fundamentais (minerais primários): quartzo, feldspato e mica. Estão presentes outros minerais argilosos que, por existirem em quantidades variáveis e menos significativas, são considerados minerais secundários (Reis, 2005; GEOLEX, s/d).

Gomes (2002) (cit. *in* Reis, 2005) define argila como um produto geológico de granulometria muito fina que ocorre à superfície ou próximo da crosta terrestre, resultante de alteração meteórica (ou deutérica) de minerais e rocha, que desenvolve plasticidade quando lhe é adicionada água em quantidade adequada, e que endurece se for seco e mais ainda se for cozido. De um modo geral, todas as argilas são constituídas por duas partes bem distintas: uma essencial, representada pelos minerais argilosos, e outra não essencial, representada pelas impurezas minerais ou orgânicas, associadas à primeira, e de natureza e proporções muito variáveis conforme a geologia dos depósitos de argila (Reis, 2005; GEOLEX, s/d).

Vários autores descrevem a utilização de minerais argilosos em formulações farmacêuticas e entre eles destacam a caulinite, esmectite, sepiolite fibrosa, a palygorskite e o talco (Carretero, 2002; Veniale *et al.*, 2004; Gomes e Silva, 2007). De acordo com o tipo de mineral argiloso dominante na argila, estas podem ainda classificar-se mineralogicamente como: argilas caulínicas (caulinite, caulino); argilas ilíticas (ilite); argilas esmectíticas (bentonite, montmorilonite) e argilas fibrosas (sepiolite, palygorskite, atapulgite) (Carretero, 2002; Reis, 2005; GEOLEX, s/d).

As propriedades medicinais de uma argila dependem essencialmente dos minerais argilosos presentes, mas também das impurezas a elas associados. Por este motivo, as argilas são seleccionadas pelos tipos de minerais presentes e preparadas de acordo com o objectivo terapêutico. Deste facto resulta uma regra: não se utiliza uma argila qualquer, para tratar uma doença qualquer (Reis, 2005). Os minerais argilosos com funções de protectores dermatológicos são a caulinite, o talco e as esmectites (bentonite) que devido ao seu poder absorvente, são substâncias capazes de aderir à pele formando um filme que a protege mecanicamente dos agentes físicos e químicos (Carretero, 2002). Para além disso, ao absorverem as secreções cutâneas, proporcionam uma acção refrescante.

O uso dos minerais em preparações cosméticas, como as máscaras faciais, deve-se ao seu elevado poder de absorção de substâncias como as gorduras, toxinas, etc. São também indicados em processos inflamatórios (acne, úlceras, bolhas, etc), no tratamento de queimaduras e usados em cremes, pós e emulsões como anti-perspirantes e para conferir opacidade à pele, matificando-a, ao remover o brilho e disfarçar imperfeições. Nestas situações usam-se a caulinite, as esmectites, o talco e a palygorskite (Carretero, 2002; Veniale *et al.*, 2004).

Do ponto de vista da peloterapia termal, as lamas que consistem em misturas de bentonite/água termal são os melhores materiais para esta prática, devido à capacidade da bentonite reter uma grande quantidade de água (Veniale *et al.*, 2004; Karakaya *et al.*, 2010).

#### 8.1.2.2 - Componente Sólido Orgânico

Esta fracção é constituída por elementos vivos, macro e microflora. É importante a presença de bactérias do ciclo do enxofre, assim como os produtos da degradação e metabolismo dos microorganismos (vitaminas, estrogénios) (Membrado, 2006).

### **8.1.3 - Aplicação dos Pelóides**

As técnicas de peloterapia (aplicação de pelóides termais) variam segundo a zona corporal e o tipo de lesão a tratar (Faílde e Mosqueira, 2006). Geralmente, o pelóide obtido pelo processo de maturação aplica-se de forma generalizada (banhos) ou parcial (localizada em zonas da superfície cutânea) (Iborra e González, 2006; Teixeira, 2007). Neste último caso, é aplicado quente (40-45°C) em camadas de 1 ou 2 cm, cobrindo-se de seguida a zona de tratamento com um envolvimento impermeável para conservar o calor, em sessões de 20 a 30 minutos (Carretero, 2002; Iborra e González, 2006). A duração do tratamento é variável, uma a várias semanas, dependendo do objectivo terapêutico (Iborra e González, 2006). O efeito obtido irá depender da temperatura, duração e extensão da aplicação (Iborra e González, 2006). Na aplicação facial, o pelóide é espalhado por toda a superfície com a ajuda de um pincel, evitando a zona periocular, os orifícios nasais e lábios; caso seja necessário, pode estender-se a aplicação até à linha do decote e cabelo. A temperatura da mistura deve ser tépida ou próxima da temperatura corporal (35-36°C) e a espessura da camada deve ser de poucos milímetros (Faílde e Mosqueira, 2006).

Em zonas corporais com maior área de superfície, utiliza-se a peloterapia sob a forma de emplastos ou compressas. Os emplastos consistem na aplicação de uma camada espessa de pelóide sobre a área a tratar, cobrindo com uma gaze ou uma cobertura plástica para manter a temperatura. As compressas consistem na aplicação de uma camada de gaze em contacto com o corpo, uma camada de pelóide e finalmente um outra camada de gaze, de modo a que se facilite a remoção do pelóide sem necessidade de realizar uma limpeza final da zona, como no caso dos emplastos. Também as turfas se podem aplicar sob a forma de máscaras faciais e corporais (Faílde e Mosqueira, 2006).

### **8.1.4 - Outras formas de aplicação**

#### *8.1.4.1 - Cataplasmas*

São usados quando se pretende a aplicação da lama numa área localizada do corpo. Em patologias agudas (áreas inflamadas ou congestionadas) a temperatura do pelóide no momento da aplicação deve ser inferior à temperatura corporal (lamas frias). Neste caso, a mistura de lamas e água produz um arrefecimento da área sob tratamento e, dado que a mistura actua como um bom condutor de calor proveniente da inflamação, esta actua como um agente anti-inflamatório. A aplicação de lamas frias também é adequada em situações de retenção hídrica. Quando se tratam de processos articulares crónicos, a lama deve ser empregue quente e substituída ou removida antes do arrefecimento (Carretero, 2002). A temperatura pode chegar até aos 45°C, em sessões de 15 a 20 minutos (Teixeira, 2007).

#### *8.1.4.2 - Banhos de Lamas*

São usados quando a área de tratamento é extensa. A aplicação é realizada submergindo a parte do corpo a tratar (braços, mãos, pés, joelhos, coluna, etc) ou o corpo inteiro num tanque com uma mistura de lamas e água. A temperatura de aplicação (quente ou fria) depende do objectivo terapêutico (Carretero, 2002). Quando quentes, as temperaturas variam entre os 37 e 38°C, em sessões de 15 a 20 minutos (Teixeira, 2007).

#### *8.1.4.3 – Paralamas*

São misturas de parafina e minerais de argila. Apresentam-se em blocos ou placas que são aquecidas e manuseadas em recipientes apropriados e são habitualmente recicladas de um paciente para outro. São aplicadas na área de tratamento a temperaturas elevadas (40-45°C), em camadas de aproximadamente 1 a 5 cm de espessura, envolvidas para evitar perdas de calor e mantidas durante 20 a 30 minutos. As paralamas são usadas de acordo com os mesmos objectivos terapêuticos que os pelóides (Carretero, 2002). A sua aplicação permite, no entanto, hidratar a pele dado que a água perdida por perspiração durante o tratamento, não evapora devido à impermeabilidade da lama. Ao ficar retida nas camadas superiores da epiderme, esta acaba por hidratar a pele. Além disso, após a aplicação da lama, a pele atinge um estado “hiper-poroso” devido à vasodilatação, o que

significa que as substâncias cosméticas aplicadas posteriormente, serão mais facilmente absorvidas pela camada córnea e, conseqüentemente, melhor direccionadas para as camadas profundas da epiderme (Carretero, 2002).



Figura 10 – Utilização de pelóides: 10a) e 10b) aplicação local ou parcial; 10c) aplicação geral (banho de lamas) (Teixeira, 2007).

### 8.1.5 – Indicações dos Pelóides

A utilização da peloterapia está indicada para o tratamento de patologias do foro reumatológico (traumatismos osteoarticulares, artropatias degenerativas e síndromes dolorosos associados) e de várias condições dermatológicas (Iborra e González, 2006). Tradicionalmente, utilizam-se águas sulfúreas caso o objectivo seja o tratamento de afecções cutâneas seborreicas e acneiformes, e águas bromo-iodetadas para tratamentos termais de traumatismos musculares. A posologia é variável, sendo habitual a prescrição de 3 a 5 aplicações por semana, durante 4 semanas de tratamento (Iborra e González, 2006). Contudo, esta modalidade terapêutica está contra-indicada para indivíduos com hipertensão, sobretudo se a prática envolver uma elevada área de superfície corporal, cardiopatias descompensadas, perturbações maníaco-depressivas, doentes com inflamações agudas, insuficiência renal ou hepática, neoplasias, alterações da sensibilidade e mulheres grávidas (Carretero, 2002; Iborra e González, 2006). Finalmente, importa salientar que é possível o uso concomitante dos pelóides e da terapia farmacológica, sendo de esperar um efeito sinérgico de ambas (Iborra e González, 2006).

Em relação ao tratamento das várias condições dermatológicas, a peloterapia termal é frequentemente associada à balneoterapia (Matz *et al.*, 2003; Iborra e González, 2006). As principais doenças dermatológicas submetidas a estas modalidades terapêuticas, e com uma elevada taxa de sucesso são a psoríase e a dermatite atópica (Matz *et al.*, 2003).

Existem estudos que demonstram que a aplicação de fangos termais sobre a pele saudável, sem qualquer patologia, na pele seca ou seborreica, exerce uma acção reguladora do pH e das secreções cutâneas, efeitos anti-inflamatórios e regeneradores da acne. Na dermatite seborreica, observou-se que a aplicação de fangos de origem vulcânica melhorou visivelmente a hidratação do SC (após sucessivas aplicações) e interviu em outros parâmetros como na perda de água transepidérmica (TEWL), no valor de pH e no conteúdo de sebo cutâneo, melhorando-os, apesar de em menor grau (Faílde e Mosqueira, 2006).

Outros estudos demonstram a eficácia das substâncias húmicas das turfas no tratamento de diversas afecções da pele. Comprovou-se que estes componentes húmicos (ácidos fúlvicos e úlmicos) podem atravessar a barreira cutânea em pele saudável. Actualmente, as turfas aplicam-se em tratamentos cosméticos devido à sua principal componente vegetal, rica em proteínas, esteróis, lípidos, oligoelementos, etc obtendo-se excelentes resultados no tratamento de xerose, sob a forma de máscaras faciais e capilares. Os resultados são visíveis ao nível da hidratação cutânea, diminuição na formação de radicais livres e na melhoria da circulação sanguínea. Estudos recentes mostram a sua eficácia face aos efeitos da radiação UV, ponderando-se a sua aplicação em cosmética para protecção solar (Faílde e Mosqueira, 2006).

A actividade bactericida também foi demonstrada na peloterapia do Mar Morto, em pelóides provenientes das margens deste mar e impregnadas com enxofre proveniente das fontes termais (Faílde e Mosqueira, 2006). Um pelóide característico do Mar Morto é referido por Matz *et al.* (2003) e tem características de uma “lama negra”, rica em substâncias orgânicas, também conhecida como “bituminous tar” (óleo betuminoso). O efeito terapêutico da lama processada no Mar Morto está relacionado com o seu elevado teor de sais minerais e com a sua capacidade de reter calor durante várias horas, que

leva à estimulação da circulação sanguínea (efeito vasodilatador) e produz um efeito queratolítico ao remover as células mortas da pele (Matz *et al.*, 2003).

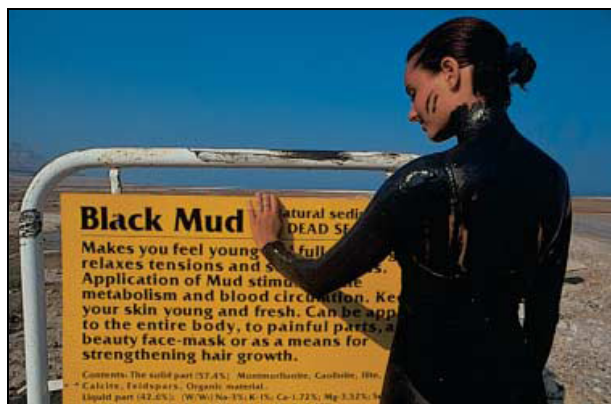


Figura 11 – Peloterapia no Mar Morto (Matz *et al.*, 2003)

Considera-se que o principal mecanismo de acção dos pelóides é termoterápico (Iborra e González, 2006). Para este efeito contribui o desejável baixo nível de arrefecimento do pelóide, que permite aumentar a duração do efeito térmico. Porém, existem dados de que a peloterapia afecta mecanismos fisiológicos não relacionados, exclusivamente, com a estimulação térmica. Os efeitos que produz, localmente ou não, são: sensação de aquecimento local, vasodilatação, sedação, relaxamento, anti-inflamatórios, analgésicos locais, aumento da transpiração, estimulação hormonal geral e dos aparelhos cardio-circulatório e respiratório (Carretero, 2002; Iborra e González, 2006; Teixeira, 2007).

Como resultado de uma intensa permuta iónica entre os minerais argilosos e a água termal, o contacto do pelóide termal com a superfície cutânea pressupõe necessariamente que ocorra a libertação dos componentes resultantes para o organismo. A acção biofísica, induzida pelo calor, produz, entre outros efeitos, uma vasodilatação no local de aplicação que facilita a biodisponibilidade transdérmica dos iões. Além disso, aumenta a concentração local de iões na superfície cutânea e prolonga a libertação destes a partir do pelóide, potenciando os efeitos da água termal tanto a nível local como sistémico. Os efeitos da aplicação são exercidos ao nível da pele, mas também através dos anexos cutâneos (foliculos pilosos, glândulas sudoríparas, sebáceas) (Iborra e González, 2006).

Ao isolarem os principais componentes de uma lama marinha da costa da Coreia, Kim *et al.* (2010), atribuíram as propriedades anti-inflamatórias da mesma, à composição mineral da mistura, onde se destacava a riqueza de sódio, magnésio e zinco, entre os mais de 19 minerais diferentes.

Paralelamente aos efeitos das águas termais e componentes argilosos intervenientes na composição do pelóide, alguns estudos têm evidenciado a influência de outros componentes dos pelóides termais em diversos processos biológicos. Por exemplo, o efeito anti-inflamatório de outro pelóide foi atribuído à presença de um sulfoglicolípido, produzido por microorganismos termófilos durante o processo de maturação (Galzigna *et al.*, 1996; Iborra e González, 2006).

Curri *et al.* (1997) desenvolveram um estudo para identificar os componentes orgânicos de pelóides termais (*Terme dei Papi*). De acordo com os autores, os componentes orgânicos presentes no pelóide maduro deviam-se ao desenvolvimento espontâneo da “massa” microfítozooplâncton no substrato argiloso, pelo contacto com a água quente. No pelóide final foi possível identificar fosfolípidos, fitoesteróis, ácidos gordos livres (ácido palmítico, mirístico, esteárico, oleico, linoleico, etc) e terpenos. Os efeitos terapêuticos destes pelóides foram atribuídos a estes componentes orgânicos, em especial fosfolípidos, fitoesteróis e terpenos.

## **8.2 - Cosméticos preparados a partir de pelóides e águas minero-medicinais**

Aliado ao uso das águas termais comercializadas em vaporizadores, alguns laboratórios de cosmética têm desenvolvido outros produtos à base destas águas, pelóides ou minerais argilosos, empregues com o intuito de permitir o tratamento domiciliário e servir de agente terapêutico complementar em várias afecções cutâneas.

Alguns destes cosméticos termais existentes no mercado nacional, encontram-se disponíveis em farmácias, como o caso da *La Roche-Posay*, *Uriage*, *Avène* e *Vichy*, em perfumarias (*Biotherm*, *Collistar*) ou apenas como uso profissional no mundo da estética (*Sothys*, *Babor*) (Faílde e Mosqueira, 2006). É comum apresentarem na sua

composição diferentes tipos de argila (argila branca, verde, rosa) e minerais argilosos (caulino, bentonite, montmorilonite), empregues, principalmente, na forma de máscaras faciais, exfoliantes ou pelóides termais indicados para peles oleosas. Contudo, a acção destes elementos possui um duplo interesse cosmético, pois à absorção/adsorção de impurezas e melhoria do relevo cutâneo, alia-se a capacidade de recarregar a pele com oligoelementos essenciais à sua respiração celular.

Actualmente, a utilização de cosméticos termais também é comum na melhoria da qualidade de vida dos indivíduos afectados por sequelas decorrentes de certas condições dermatológicas, como o vitiligo ou cicatrizes de queimadura. Alguns laboratórios farmacêuticos associados a águas termais, como a *Avène* e a *La Roche-Posay*, optaram por incluir a própria água termal, no desenvolvimento de cosméticos termais para peles com indicações especiais (peles sensíveis, reactivas, rosácea, etc), com propriedades emolientes ou até cosméticos decorativos. Este tipo de cosméticos decorativos baseados na terapia termal, permitem dissimular as lesões e, em colaboração com dermatologistas, permitem usufruir dos benefícios terapêuticos associados a esta prática.

Países como a Alemanha, Áustria, Ucrânia ou Finlândia, têm fornecido turfa para o desenvolvimento de produtos cosméticos. Ao ser incorporada em emplastos ou máscaras faciais, proporciona uma acção emoliente e hidratante, graças à acção dos ácidos húmicos e fúlvicos presentes na sua composição. Em Espanha, os Laboratórios Averroes comercializam pelóides de preparação extemporânea, elaborados a partir de baregina recolhida de uma mistura de água termal sulfúrea e material argiloso. Outros cosméticos termais combinam na sua composição os sais minerais das águas termais e os sais minerais provenientes da água do mar (talassoterapia), como acontece com os produtos do Mar Morto, que combinam uma fonte sulfúrea e a água do Mar Morto (Ahava, Dead Sea Laboratories Ltd®).

Gomes e Silva (2007) referem-se quanto ao aproveitamento dos recursos naturais (água do mar, água termal, bentonite (argila esmectítica) e areia carbonatada biogénica) que ocorrem naturalmente na ilha de Porto Santo, no arquipélago da Madeira, para desenvolver produtos (cremes, unguentos, loções) com propriedades balsâmicas ou curativas com aplicação na balneoterapia, dermofarmácia e cosmética. Segundo estes

autores, um dos produtos a ser desenvolvido baseia-se na mistura de bentonite de Porto Santo e areia carbonatada biogénica, sendo esta última responsável pela dissolução e libertação de cálcio, magnésio e estrôncio e de outros elementos existentes na areia.

Outro campo de investigação recente na área da cosmética diz respeito ao plâncton termal, às algas e cianobactérias presentes nas águas termais. As propriedades destes agentes são devidas à sua riqueza em vitaminas hidro e lipossolúveis e fitoesteróis, para além dos oligoelementos incluídos na sua composição e que poderão ser benéficos para a pele (Faílde e Mosqueira, 2006).

## **Conclusão**

Nos últimos anos tem-se assistido à utilização das águas termais, não só pela sua vertente medicinal, potenciada pelo termalismo clássico, mas também com o intuito de aliar os objectivos terapêuticos à componente de lazer e de bem-estar.

Ainda que a valorização medicinal da água se tenha perdido em tempos, ela reencontra hoje outro potencial, na medida em que a sua utilização, outrora empírica, é actualmente suportada pela evidência científica das suas propriedades terapêuticas.

O desenvolvimento de diversos estudos científicos na área da dermatologia tem sido determinante para a compreensão dos efeitos biológicos que estas águas desencadeiam, mas também permitem a orientação terapêutica das mesmas para outras áreas de intervenção (perturbações do foro reumatológico, gastrointestinal, respiratório, etc). Ainda de acordo com esses mesmos estudos, uma conclusão permanece unânime: a de que as propriedades terapêuticas das águas termais ficam a dever-se à sua composição química, e em particular, à presença de determinados sais minerais e oligoelementos que compõe o perfil físico-químico individual de cada água.

Como foi referido ao longo deste trabalho, a intervenção deste tipo especial de água mineral nos vários sistemas biológicos do organismo (onde adquirem propriedades hidratantes, anti-irritantes, anti-oxidantes, anti-inflamatórias, bactericidas, etc.) e a ausência de efeitos secundários, permite utilizá-las em qualquer condição de pele (incluindo, peles sensíveis e reactivas) e para suporte terapêutico ou agente de tratamento de diversas afecções cutâneas (psoríase, dermatite atópica, dermatite de contacto, acne, entre outras).

Ciente das potencialidades destas águas na aplicação dermatológica, a indústria cosmética tem inovado na incorporação de águas termais e/ou componentes das mesmas (argilas e lamas termais) nos seus produtos cosméticos.

Como resultado, surge a designada “Cosmética Termal” como prática dermatológica em expansão, a qual permite aliar a cosmetividade inerente a cada produto cosmético às propriedades terapêuticas da cura termal.

## Bibliografia

Alirezai, M., Vie, K., Humbert, P., Valensi, P., Cambon, L., Dupuy, P. (2000). A low-salt medical water reduces irritancy of retinoic acid in facial care. *Eur J Dermatol*, 10 (5), pp. 370-372.

Arıcan, O., Aral, M., Sasmaz, S., Ciragil, P. (2005). Serum levels of TNF- $\alpha$ , IFN- $\gamma$ , IL-6, IL-8, IL-12, IL-17, and IL-18 in patients with active psoriasis and correlation with disease severity. *Mediators of Inflammation*, 5, pp. 273-279.

APRH (s/d): Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. *A água subterrânea*. [Em linha]. Disponível em <[http://www.aprh.pt/pdf/aprh\\_agsubt.pdf](http://www.aprh.pt/pdf/aprh_agsubt.pdf)>. [Consultado em 6/07/2009].

Bacle, I., Meges, S., Lauze, C., Macleod, P., Dupuy, P. (1999). Sensory analysis of four medical spa spring waters containing various mineral concentrations. *Int J Dermatol*, 38 (10), pp. 784-786.

Barata, E. (2002). *Cosméticos – Arte e Ciência*. Lisboa, Lidel.

Barolet, D., Lussier, I., Mery, S., Merial-Kieny. (2009). Beneficial effects of spraying low mineral content thermal spring water after fractional photothermolysis in patients with dermal melasma. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 8 (2), pp. 114-118.

Bender, T., Bariska, J., Vághy, R., Gomez, R., Kovács, I. (2007). Effect of Balneotherapy on the Antioxidant System – A Controlled Pilot Study. *Archives of Medical Research*, 38, pp. 86-89.

Benedetti, S., Benvenuti, F., Nappi, G., Fortunati, N. A., Marino, L., Aureli, T., De Luca, S., Pagliarani, S., Canestrari, F. (2009). Antioxidative effects of sulfurous

mineral water: protection against lipid and protein oxidation. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63, pp. 106-112.

Bernstein, J. (1996). Dermatologic Aspects of Mineral Water. *Clinics in Dermatology*, 14 (6), pp. 567-569.

Bock, M., Schürer, N. Y., Schwanitz, H. J. (2004). Effects of CO<sub>2</sub>-enriched water on barrier recovery. *Arch Dermatol Res*, 296 (4), pp. 163-168.

Boer, J. (1996). The Influence of Mineral Water Solutions in Phototherapy. *Clinics in Dermatology*, 14 (6), pp. 665-673.

Bruneau, F., Bernard, D., Ragueneau, N., Monstastier, C. (1996). Effect of Vichy water on catalase activity in the stratum corneum. *International Journal of Cosmetic Science*, 18, pp. 269-277.

Caderno APIAM nº1 (1999): *Conheça o papel da Água Mineral Natural e da Água de Nascente*. APIAM – Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente. [Em linha]. Disponível em  
<[http://extranet.apiam.pt/upload/documentos/15\\_Caderno%20APIAM%20n%201.pdf](http://extranet.apiam.pt/upload/documentos/15_Caderno%20APIAM%20n%201.pdf)>  
[Consultado em 14/08/2009].

Caderno APIAM nº2 (2000): *Conheça o ciclo Hidrogeológico das Águas Minerais Naturais e das Águas de Nascente*. APIAM – Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente. [Em linha]. Disponível em  
<[http://extranet.apiam.pt/upload/documentos/16\\_Caderno%20APIAM%20n%202.pdf](http://extranet.apiam.pt/upload/documentos/16_Caderno%20APIAM%20n%202.pdf)>  
[Consultado em 14/08/2009].

Caderno APIAM nº3 (2001): *Conheça as Águas Naturais para saber escolher*. APIAM – Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente. [Em linha]. Disponível em

<[http://extranet.apiam.pt/upload/documentos/17\\_Caderno%20APIAM%20nº%203.pdf](http://extranet.apiam.pt/upload/documentos/17_Caderno%20APIAM%20nº%203.pdf)>  
[Consultado em 14/08/2009].

Cadi, R., Beani, J. C., Belanger, S., Richard, M. J., Richard, A., Favier, A., Amblard, P. (1991). Protective effect of percutaneous application of thermal water La Roche-Posay on the lipid peroxidation and the cutaneous carcinogenesis induced through UVB rays. *Les Nouvelles Dermatologiques*, 10(3), pp. 266-272.

Calado, C. M. A. (1995). Carta de Nascentes Minerais. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. Direcção-Geral do Ambiente, Lisboa. [Em linha]. Disponível em <<http://www.scribd.com/doc/7664872/i20-carta-de-nascentes-minerais>>. [Consultado em 15/06/2010].

Carpentier, P. H., Féchoz, C., Poensin, D., Satger, B. (2002). Influence of spray application of La Léchère mineral water on the cutaneous microcirculation in the lower limbs in healthy subjects – *J Mal Vasc*, 27 (4), pp. 211-213.

Carretero, M. I. (2002). Clay minerals and their beneficial effects upon human health. A review. *Applied Clay Science*, 21, pp. 155-163.

Celier, P., Richard, A., Litoux, P., Dreno, B. (1995). Modulatory effects of selenium and strontium salts on keratinocyte-derived inflammatory cytokines. *Archives of Dermatological Research*, 287 (7), pp. 680-682.

Chebassier, N., Ouijja, E. H., Viegas, I., Dreno, B. (2004). Stimulatory effect of boron and manganese salts on keratinocyte migration. *Acta Derm Venereol*, 84, pp. 191-194.

Comacchi, C., Hercogova, J. (2004). A single mud treatment induces normalization of stratum corneum hydration, transepidermal water loss, skin surface pH and sebum content in patients with seborrhoeic dermatitis. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 18 (3), pp. 372-374.

Costantino, M., Giuberti, G., Caraglia, M., Lombardi, A., Misso, G., Abbruzzese, A., Ciani, F., Lampa, E. (2009). Possible antioxidant role of SPA therapy with chlorine-sulphur-bicarbonate mineral water. *Amino Acids*, 36 (2), pp. 161-165.

CRGPC (s/d): *Catálogo de Recursos Geotérmicos em Portugal Continental*. e-Geo – Sistema Nacional de Informação Geocientífica. [Em linha]. Disponível em <[http://e-geo.ineti.pt/bds/recursos\\_geotermicos/default.aspx](http://e-geo.ineti.pt/bds/recursos_geotermicos/default.aspx)>. [Consultado em 16/07/2009].

Cunha, A., Silva, A., Roque, O. e Cunha, E. (2004). *Plantas e Produtos Vegetais em Cosmética e Dermatologia*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

Curri, S. B., Bombardelli, E., Grossi, F. (1997). Observations on organic components of thermal mud: morphohistochemical and biochemical studies on lipid components of mud of the Terme dei Papi (Laghetto del Bagnaccio, Viterbo). Chemical bases of the interpretation of biological and therapeutic actions of thermal mud). *Clin Ter*, 148 (12), pp. 637-654.

Denda, M., Katagiri, C., Hirao, T., Maruyama, N., Takahashi, M. (1999). Some magnesium salts and a mixture of magnesium and calcium salts accelerate skin barrier recovery. *Arch Dermatol Res*, 291, pp. 560-563.

Denda, M. (2000). Influence of dry environment on epidermal function. *J Dermatol Sci*, 24 (1), S22-S28.

Ekmekcioglu, C., Strauss-Blasche, G., Holzer, F., Marktl, W. (2002). Effect of sulphur baths on antioxidative defense systems, peroxide concentrations and lipid levels in patients with degenerative osteoarthritis. *Forsch Komplementarmed Klass Naturheilkd*, 9 (4), pp. 216-220.

Elkhyat, A., Courderot-Masuyer, C., Mac-Mary, S., Courau, S., Gharbi, T., Humbert, P. (2004). Assessment of spray application of Saint Gervais water effects on skin wettability by contact angle measurement comparison with bidistilled water. *Skin Res Technol*, 10 (4), pp. 283-286.

Espinha Marques, J., Marques, J. M., Chaminé, H. I., Gomes, A. A., Fonseca, P. E., Carvalho, J. M., Carreira, P. M., Graça, R., Aires-Barros, L., Borges, F. S. (2003). Nascente termal do Poço Quente (Granjão - Caldas de Moledo, Norte de Portugal): morfoestrutura, geoquímica e hidrogeologia. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*, Corunã, Vol. 28, pp. 147-172.

Fabiani, D., Partsch, G., Casale, R., Cerinic, M. (1996). Rheumatologic Aspects of Mineral Water. *Clinics in Dermatology*, 14 (6), pp. 571-575.

Faílde, R. M., Mosqueira, L. M. (2006). Afecciones dermatológicas y cosmética dermotermal. *In: Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia*. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias – AETS, pp. 175-194.

Fraioli, A., Serio, A., Mennuni, G., Ceccarelli, F., Petraccia, L., Campanella, J., Fontana, M., Nocchi, S., Tanzi, G., Grassi, M., Valesini, G. (2009). Efficacy of mud-bath therapy with mineral water from the Sillene spring at Italy's Chianciano Spa for osteoarthritis of the knee: A clinical statistical study. *Clin Ter*, 160 (6), pp. 63-74.

Galzigna, L., Moretto, C., Lalli, A. (1996). Physical and biochemical changes of thermal mud after maturation. *Biomed Pharmacother*, 50 (6-7), pp. 306-308.

GEOLEX (s/d): Léxico de Termos Geológicos. e-Geo – Sistema Nacional de Informação Geocientífica. [Em linha]. Disponível em <[http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico\\_geologico/default.htm](http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.htm)> [Consultado em 19/05/2011].

Ghersetich, I., Lotti, T. (1996). Immunologic Aspects: Immunology of Mineral Water Spas. *Clinics in Dermatology*, 14 (6), pp. 563-566.

Ghersetich, I., Freedman, D., Lotti, T. (2000). Balneology today. *J Eur Acad of Dermatol and Venereol*. 14, pp. 346-348.

Ghersetich, I., Brazzini, B., Hercogova, J., Lotti, T. (2001). Mineral Waters: Instead of Cosmetics or Better Than Cosmetics? *Clinics in Dermatology*, 19 (4), pp. 478-482.

Goldman, M. P., Merial-Kieny, C., Nocera, T., Mery, S. (2007). Comparative benefit of two thermal spring waters after photodynamic therapy procedure. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 6, pp. 31-35.

Gomes, C. S. F, Silva, J. B. P. (2007). Minerals and clay minerals in medical geology. *Applied Clay Science*, 36, pp. 4-21.

Halevy, S., Sukenik, S. (1998). Different modalities of spa therapy for skin diseases at the Dead Sea Area. *Arch Dermatol*, 134, pp. 1416-1420.

Halliday, G. M., Norval, M., Byrne, S. N., Huang, X. X., Wolf, P. (2008). *Drug Discovery Today: Disease Mechanisms*, 5 (2), pp. 201-208.

Hercogova, J., Stanghellini, E., Tsourelis-Nikita, E., Menchini, G. (2002). Inhibitory effects of Leopoldine spa water on inflammation caused by sodium lauryl sulphate. *Journal of European Academy of Dermatology and Venereology*, 16, pp. 263-266.

Iborra, C. V., González, P. C. (2006). Aplicación de peloides y fangos termales. *In: Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia*. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias – AETS, pp. 141-146.

IGM (1998): Instituto Geológico e Mineiro. *Recursos Geotérmicos em Portugal Continental: Baixa Entalpia*. e-Geo – Sistema Nacional de Informação Geocientífica.

[Em linha] Disponível em

<[http://e-geo.ineti.pt/edicoes\\_online/diversos/rec\\_geotermicos/texto.htm](http://e-geo.ineti.pt/edicoes_online/diversos/rec_geotermicos/texto.htm)>. [Consultado em 6/03/2010].

Inoue, T., Inoue, S., Kubota, K. (1999). Bactericidal activity of manganese and iodide ions against *Staphylococcus aureus*: a possible treatment for acute atopic dermatitis. *Acta Derm Venereol*, 79 (5), pp. 360-362.

Jokić, A., Sremcević, N., Karagülle, Z., Pekmezović, T., Davidović, V. (2010). Oxidative stress, hemoglobin content, superoxide dismutase and catalase activity influenced by sulphur baths and mud pack in patients with osteoarthritis. *Vojnosanit Pregl*, 67 (7), pp. 573-578.

Karakaya, M., Ç., Karakaya, N., Sariođlan, Ş., Koral, M. (2010). Some properties of thermal muds of some spas in Turkey. *Applied Clay Science*, 48, pp. 531-537.

Karam, P. (1996). Mineral Water and Spas in France. *Clinics in Dermatology*, 14 (6), pp. 607-610.

Katsarou A., Davoy, E., Xenos, K., Armenaka, M., Theoharides, T. C. (2000). Effect of an antioxidant (quercetin) on sodium-lauryl-sulfate-induced skin irritation. *Contact Dermatitis*, 42, pp. 85-89.

Kazandjieva, J., Grozdev, I., Darlenski, R., Tsankov, N. (2008). Climatotherapy of psoriasis. *Clinics in Dermatology*, 26, pp. 477-485.

Kim, J. H., Lee, J., Lee, H. B., Shin, J. H., Kim, E. K. (2010). Water-retentive and anti-inflammatory properties of organic and inorganic substances from Korean sea mud. *Nat Prod Commun*, 5 (3), pp. 395-398.

Kimura, Y., Kimura, H. (2004). Hydrogen sulfide protects neurons from oxidative stress. *FASEB Journal*, 18 (10), pp. 1165-1167.

La Médecine Thermale (s/d). [Em linha]. Disponível em <<http://www.france-thermale.org>> [Consultado em 10/09/2010].

Langley, R. G., Ellis, C. N. (2004). Evaluating psoriasis with Psoriasis Area and Severity Index, Psoriasis Global Assessment, and Lattice System Physician's Global Assessment. *J Am Acad Dermatol*, 51, pp. 563-569.

Lansdown, A. B. G., Mirastschijski, U., Stubbs, N., Scanlon, E., Agren, M. S. (2007). Zinc in wound healing: theoretical, experimental and clinical aspects. *Wound Rep Reg*, 15, pp. 2-16.

La Roche-Posay Home Page a (s/d). [Em linha]. Disponível em <<http://www.laroche-posay.com>> [Consultado em 20/04/2010].

La Roche-Posay b (s/d) : Monografia da Água Termal.

LDU a (s/d): Laboratoires Dermatologiques d'Uriage. [Em linha]. Disponível em <<http://www.labo-uriage.com>> [Consultado em 20/04/2010].

LDU b (s/d) : Laboratoires Dermatologiques d'Uriage. Monografia da Água Termal.

Livro Branco (2010): *Águas Minerais Naturais e Águas de Nascente*. APIAM – Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente. [Em linha]. Disponível em <[http://www.apiam.pt/ExternalDocs/livro\\_branco.pdf](http://www.apiam.pt/ExternalDocs/livro_branco.pdf)> [Consultado em 23/11/2010].

Lotti, T., Ghersetich, I. (1996). Mineral Waters: Instead of Soap or Better Than Soap? *Clinics in Dermatology*, 14 (1), pp. 101-104.

LTH (s/d): Léxico de Termos Hidrogeológicos. e-Geo – Sistema Nacional de Informação Geocientífica. [Em linha]. Disponível em <[http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico\\_hidro/lexico.htm](http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_hidro/lexico.htm)>. [Consultado em 29/04/2010].

Mac-Mary, S., Creidi, P., Marsaut, D., Courderot-Masuyer, C., Cochet, V., Gharbi, T., Guidicelli-Arranz, D., Tondu, F., Humbert, P. (2006). Assessment of effects of an additional dietary natural mineral water uptake on skin hydration on healthy subjects by dynamic barrier function measurements and clinic scoring. *Skin Res Technol*, 12 (3), pp. 199-205.

Ma'or, Z., Yehuda, S., Voss, W. (1997). Skin smoothing effects of Dead Sea minerals: comparative profilometric evaluation of skin surface. *Int J Cosmet Sci*, 19 (3), pp. 105-110.

Matz, H., Orion, E., Wolf, R. (2003). Balneotherapy in dermatology. *Dermatologic Therapy*, 16, pp. 132-140.

Mckee, T., Mckee, J. R. (2003). *Biochemistry: the molecular basis of life*. 3rd Ed. New York, The McGraw-Hill Company.

Medina, D., Lane, H. W., Tracey, C. M. (1983). Selenium and mouse mammary tumorigenesis: an investigation of possible mechanisms. *Cancer Res*, 43, pp. 2460-2464.

Membrado, J. R. P. (2006). Productos terapéuticos derivados termales. Cosmética termal. *In: Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia*. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias – AETS, pp. 195-202.

Morlière, P., Salmon, S., Aubailly, M., Risler, A., Santus, R. (1997). Sensitization of skin fibroblasts to UVA by excess iron. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1334, pp. 283-290.

Mousli, M., Chahdi, A., Emadi-Khiav, B., Joly, F., Landry, Y. (1996). L'effet inhibiteur de l'Eau Thermale d'Uriage sur la libération d'histamine des mastocytes cutanés induite par les peptides. *Les Nouvelles Dermatologiques*, 15 (4), pp. 307-314.

Murad H., Tabibian, M. P. (2001). The effect of an oral supplement containing glucosamine, amino acids, minerals and antioxidants on cutaneous aging: a preliminary study. *Journal of Dermatological Treatment*, 12, pp. 47-51.

Nasermoaddeli, A., Kagamimori, S. (2005). Balneotherapy in Medicine: A Review. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 10, pp. 171-179.

Nicolaidou, E., Katsambas, A. D. (2000). Vitamins A, B, C, D, E, F, Trace Elements and Heavy Metals: Unapproved Uses or Indications. *Clinics in Dermatology*, 18 (1), pp. 87-94.

Nishimura, N., Sugeno, J., Matsumoto, T., Kato, M., Sakakibara, H., Nishiyama, T., Inukai, Y., Okagawa, T., Ogata, A. (2002). Effects of repeated carbon dioxide-rich water bathing on core temperature, cutaneous blood flow and thermal sensation. *Eur J Appl Physiol*, 87 (4-5), pp. 337-342.

Nitzan, Y. B., Cohen, A. D. (2006). Zinc in skin pathology and care. *Journal of Dermatological Treatment*, 17, pp. 205-210.

Nocco, P. B. (2008). Mineral water as a cure. *Veroff Schweiz Ges Gesch Pharm*, 29, pp. 13-402.

Nonotte, I., Montastier, C., Boisnic, S., Branchet-Gumila, M. C., Breton, L. (1998). Inhibitory effect of Lucas Spring Water on substance P induced inflammation in organ culture of human skin. *Les Nouvelles Dermatologiques*, 17(8), pp. 535-542.

O'Hare, J. P., Heywood, A., Summerhayes, C., Lunn, G., Evans, J. M., Walters, G., Corrall, R. J. M., Dieppe, P. A. (1985). Observations on the effects of immersion in Bath spa water. *British Medical Journal*, 281, pp. 1747-1751.

Panico, V., Imperato, R. (2009). Psoriasi: un'alternativa terapeutica con acque termali sulfuree delle Terme Capasso. *Journal of Water and Wellness*, 1 (1), pp. 39-50.

Perchellet, J. P., Abney, N. L., Thomas, R. M., Guislain, Y. L., Perchellet, E. M. (1987). Effects of combined treatments with selenium, glutathione and vitamin E on glutathione peroxydase activity, ornithine decarboxylase induction and complete and multistage carcinogenesis in mouse skin. *Cancer Res*, 47, pp. 477-485.

Peroni, A., Gisondi, P., Zanoni, M., Girolomoni, G. (2008). Balneotherapy for chronic plaque psoriasis at Comano spa in Trentino, Italy. *Dermatologic Therapy*, 21, 521-538.

Picoto, A. (1996). Mineral Water and Spas in Portugal. *Clinics in Dermatology*, 14 (6), pp. 637-639.

Pierre Fabre (2005): Revista Notícias Pierre Fabre, nº1.

Pita, J. R. (1998). *História da Farmácia*. Coimbra, Livraria Minerva Editora.

Poensin, D., Carpentier, P. H., Féchoz, C., Gasparini, S. (2003). Effects of mud pack treatment on skin microcirculation. *Joint Bone Spine*, 70 (5), pp. 367-370.

Poli, F., Flechet, M. L., Egasse, I., Auffret, N., Reveret, A., Montastier, C., Faure, F. (2003). Effet apaisant de L'Eau Thermale Vichy après peelings à l'acide glycolique: une étude clinique randomisée. *Les Nouvelles Dermatologiques*, 22, pp. 7-11.

Prista, L., Bahia, M. e Vilar, E. (1992). *Dermofarmácia e Cosmética, Volume I*. Porto, Associação Nacional das Farmácias.

Rafferty, T. S., Beckett, G. J., Hunter, J. A., Mckenzie, R. C. (s/d). Selenium compounds inhibit ultraviolet-B (UVB)-induced keratinocyte cytokine production and cell death by apoptosis. *European Society for Dermatological Research*, pp. AB1085-AB1085.

Rawlings, A. V., Harding, C. R. (2004). Moisturization and skin barrier function. *Dermatol Ther*, 17 (1), pp. 43-48.

Reis, M. T. (2005). Argilas/Lamas portuguesas utilizadas em Peloterapia: Propriedades Físicas e Químicas relevantes. Tese de Mestrado. Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro. [Em linha]. Disponível em <<http://biblioteca.sinbad.ua.pt/teses/2005001693>> [Consultado em 15/10/2010].

Richard, M. J., Guiraud, P., Arnaud, J., Cadi, R., Monjo, A. M., Richard, A., Amblard, P., Favier, A. (1990). Pouvoir antioxydant d'une eau thermale sélénée sur des fibroblastes cutanés humains diploides. *Les Nouvelles Dermatologiques*, 9, pp. 257-261.

Richard, M. J., Guiraud, P., Monjo, A. M., Favier, A. (1992). Development of a simple antioxidant screening assay using human skin fibroblasts. *Free Radic Res Commun*, 16 (5), pp. 303-314.

Rona, C., Berardesca, E. (2008). Aging skin and food supplements: the myth and the truth. *Clinics in Dermatology*, 26, pp. 641-647.

Roques, C. F., de Boissezon, X., Queneau, P. (2009). Crenobalneotherapy: a medical and scientific update. *Bull Acad Natl Med*, 193 (5), pp. 1165-1180.

Rougier, A., Humbert, P. (2008). Clinical efficacy on epidermal wound healing of topically applied madecassoside associated with copper/zinc/manganese salts. *J Am Acad Dermatol*, pp. AB144-AB144.

Routh, H. B., Bhowmik, K. R., Parish, L. C., Witkowski, J. A. (1996). Balneology, Mineral Water, and Spas in Historical Perspective. *Clinics in Dermatology*, 14 (6), pp. 551-554.

Salmon, J. K., Armstrong, C. A., Ansel, J. C. (1994). The skin as an immune organ. *West J Med*, 160, pp. 146-152.

Santos, H. M. M., Veiga, F. J. B., Pina, E. M. S. T., Sousa, J. J. M. S. (2006). Obtenção de *pellets* por extrusão e esferonização farmacêutica. Parte II. Avaliação das características físicas de *pellets*. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 42 (3), pp. 309-318.

Sulimovic, L., Licu, D., Ledo, E., Naeyaert, J. M., Pigatto, P., Tzermias, C., Vasquez Doval, J., Dupuy, P. (2002). Efficacy and safety of a topically applied Avène spring water spray in the healing of facial skin after laser resurfacing. *Dermatol Surg*, 28 (5), pp. 415-418.

Teixeira, F. (2007). *Diaporama de Hidrologia Médica – Diapositivos do Curso de Pós-Graduação em Termalismo da Universidade da Beira Interior (UBI)*.

Temple, N. J., Basu, T. K. (1987). Selenium and cabbage and colon carcinogenesis in mice. *J Natl Cancer Inst*, 79, pp. 1131-1134.

Tenaud, I., Sainte-Marie, I., Jumbou, O., Litoux, P., Dréno, B. (1999). *In vitro* modulation of keratinocyte wound healing integrins by zinc, copper and manganese. *British Journal of Dermatology*, 140, pp. 26-34.

TERMALBASE (s/d): *Base de Dados de Ocorrências Termais Portuguesas*. e-Geo – Sistema Nacional de Informação Geocientífica. [Em linha]. Disponível em <<http://e-geo.ineti.pt/bds/termalbase/default.aspx>>. [Consultado em 18/11/2009].

Ursini, F., Bindoli, A. (1987). The role of selenium peroxydases in the protection against oxidative damage of membranes. *Chem Phys Lipids*, 44, pp. 255-276.

USGS (s/d): United States Geological Survey. *The water cycle*. [Em linha]. Disponível em <<http://ga.water.usgs.gov/edu//watercycleportuguesehi.html>> [Consultado em 28/05/2010].

Veniale, F., Barberis, E., Carcangiu, G., Morandi, N., Setti, M., Tamanini, M., Tessier, D. (2004). Formulation of muds for pelotherapy: effects of “maturation” by different mineral waters. *Applied Clay Science*, 25, pp. 135-148.

Vile, G. F., Tyrrell, R. M. (1995). UVA radiation-induced oxidative damage to lipids and proteins *in vitro* and in human skin fibroblasts is dependent on iron and singlet oxygen. *Free Radical Biology & Medicine*, 18 (4), pp. 721-730.

Wickett, R. R., Visscher, M. O. (2006). Structure and function of the epidermal barrier. *Am J Infect Control*, 34, S98-S110.

Wilhelm, K. P., Freitag, G., Wolff, H. H. (1994). Surfactant-induced skin irritation and skin repair. Evaluation of the acute human irritation model by noninvasive techniques. *J Am Acad Dermatol*, 30 (6), pp. 944-949.

Williams, S., Krueger, N., Davids, M., Kraus, D., Kerscher, M. (2007). Effect of fluid intake on skin physiology: distinct differences between drinking mineral water and tap water. *Int J Cosmet Sci*, 29 (2), pp. 131-138.

Yurtkuran, M., Yurtkuran, M., Alp, A., Nasırcılar, Bingöl, Ü., Altan, L., Sarpdere, G. (2006). Balneotherapy and tap water therapy in the treatment of knee osteoarthritis. *Rheumatol Int*, 27, pp. 19-27.

Zegarska, B., Lelińska, A., Tyrakowski, T. (2006). Clinical and experimental aspects of cutaneous neurogenic inflammation. *Pharmacological Reports*, 58, pp. 13-21.

Zhai, H., Dika, E., Goldovsky, M., Maibach, H. I. (2007). Tape-stripping method in man: comparison of evaporimetric methods. *Skin Res Technol*, 13 (2), pp. 207-210.

Zheng, C. J., Qin, L. P. (2007). Chemical components of *Centella asiatica* and their bioactivities. *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 5 (3), pp. 348-351.

Zumiani, G., Tasin, L., Urbani, F., Tinozzi, C. C., Carabelli, A., Cristofolini, M. (1986). Clinico-statistical study on hydropinic and balneothermal therapy of psoriatic patients using the low mineral-content waters of the Comano springs. *Minerva Med*, 77 (16), pp. 627-634.