

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Departamento de Química

Mestrado em Química Industrial

CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS TERMAIS
SULFUROSAS

Trabalho realizado por Maria José Ramos Guedelha Rodrigues
Pires sob orientação da Professora Doutora Isabel Ferra

Covilhã, Julho de 2008

Ao meu filho

Ao meu marido

LIÇÃO SOBRE A ÁGUA

Este líquido é água.
Quando pura
é inodora, insípida e incolor.
Reduzida a vapor,
sob tensão e a alta temperatura,
move os êmbolos das máquinas que, por isso,
se denominam máquinas a vapor.

É um bom dissolvente.
Embora com excepções mas de um modo geral,
dissolve tudo bem, ácidos, bases e sais.
Congela a zero graus centesimais
e ferve a 100, quando à pressão normal.

Foi neste líquido que numa noite cálida de Verão,
sob um luar gomoso e branco de camélia,
apareceu a boiar o cadáver de Ofélia
com um nenúfar na mão.

António Gedeão, in *Linhas de Força*, 1967

AGRADECIMENTOS

- À Prof^a Doutora Isabel Ferra, pela dedicação dispensada à orientação deste trabalho e pelos ensinamentos que ao longo dos anos me tem transmitido.
- À Prof^a Doutora Albertina Marques, pelo tempo de que dispôs para me apoiar e pelas palavras de incentivo em momentos de algum desânimo.
- Ao Prof. Doutor Victor Cavaleiro, pela disponibilidade para, num dia de chuva, se deslocar às Termas de Manteigas e me possibilitar a recolha de águas.
- Aos funcionários dos Laboratórios de Química, em particular à Sr^a D. Ana Maria pela ajuda sempre pronta na organização do material de laboratório.
- Ao Departamento de Química, em particular ao seu Presidente, Prof^o Doutor Paulo Almeida.
- Ao meu filho, por todo o carinho, apoio e incentivo que sempre me deu nos momentos em que o excesso de trabalho me levou a pôr a hipótese de desistir.
- Ao meu marido, pelo reforço do apoio na organização da vida familiar, o que permitiu que eu desenvolvesse este trabalho de uma forma mais tranquila, e o “empurrão” que fez com que eu voltasse à Universidade.
- Aos meus pais, pelo apoio que durante toda a vida me têm dado.

RESUMO

O Termalismo é uma área relacionada com a saúde e o lazer em franca expansão, nomeadamente em Portugal. São variadas as aplicações terapêuticas das águas termais, estando estas relacionadas com a temperatura de emergência da água e com a sua composição química.

Sabe-se que os tratamentos com águas termais devem ser efectuados no local onde a água é explorada. Assim, a questão que se põe, é a seguinte:

Será que as propriedades/características das águas termais se alteram com o tempo, após a recolha?

Este trabalho incidiu sobre o estudo do comportamento das águas sulfurosas (Termas de Manteiga) e a comparação com o comportamento de soluções de sulfureto de sódio preparadas em laboratório. Para isso, foram determinados vários parâmetros: o pH, a condutibilidade, o potencial redox, o teor em sulfureto e o teor em sulfato para as soluções e águas em situação de rolhadas e arejadas, mantidas à temperatura ambiente.

Verificou-se que as soluções preparadas em laboratório e as águas termais se comportam, genericamente, da mesma forma. No entanto, existem algumas diferenças, nomeadamente em relação a intervalos necessários para que ocorram as alterações mais significativas. Enquanto que as soluções começaram a alterar-se desde as primeiras horas após a preparação, as águas revelaram-se sistemas relativamente estáveis nos primeiros dois/três dias após a recolha, mantendo-se, no essencial, as suas características (exceptue-se a temperatura). Se as águas se mantiverem devidamente rolhadas, este prazo é mais longo. Após este período, algumas das suas características alteram-se muito rapidamente, voltando a estabilizar em valores de alguns parâmetros próximos dos de uma água de consumo, muito diferentes dos iniciais.

Em conclusão, e como resposta à "questão problema" apresentada, poder-se-á considerar que se poderão conservar as águas das Termas de Manteigas durante dois ou três dias, prevendo-se que não hajam neste período grandes perdas nas propriedades terapêuticas relacionadas com a sua composição química.

ABSTRACT

For a long time, spas have been used for human good health and leisure in several countries, including Portugal. There are several therapeutic applications for the hot spring waters and it is known that they are related to the water temperature and its chemical composition.

This work focused a comparative study of the behaviour of sulphurous waters (Spa of Manteigas) and that of the sodium sulphite solutions prepared in the laboratory. So a few parameters were analysed: pH, conductivity, redox potential, sulphite and sulphate content in natural water samples and in the solutions, when kept in stoppered bottles and aerated, at room temperature.

It was obvious that both types of solutions, prepared in the laboratory and hot spring water samples, presented generally similar behaviour. However, a few differences could be observed, particularly the time duration for the alteration of the main characteristics. Values of a few parameters of the aqueous solutions started to change in the first hours after their preparation, whereas the samples showed better stability in the first two or three days after collection, except the temperature. When the containers are well stoppered, this time length is a bit longer, but always shorter than one week. After this period, a few parameters change rapidly and stabilize again with values close to those of aerated water.

It can be concluded that the hot spring water from the Spa of Manteigas can be kept, at least for two or three days, without apparently losing the therapeutic properties related to its chemical composition.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. A ÁGUA	3
2.1. A ÁGUA NA RELIGIÃO	3
2.2. DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA TERRA	4
2.3. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA	10
3. ÁGUAS TERMAIS	13
3.1. CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS TERMAIS PORTUGUESAS	13
3.1.1. TEMPERATURA DAS OCORRÊNCIAS	13
3.1.2. QUIMISMO DAS OCORRÊNCIAS	16
3.2. EFEITOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA ÁGUA TERMAL	25
3.3. ÁGUAS SULFUROSAS	28
3.3.1. COMPOSIÇÃO	28
3.3.2. PROPRIEDADES	29
3.3.3. INDICAÇÕES TERAPÊUTICAS PRINCIPAIS	31
4. CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA SULFUROSA EM CONDIÇÕES AERÓBIAS E ANAERÓBIAS	32
4.1. O ENXOFRE NA ÁGUA	32
4.2. REACÇÕES DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO ENVOLVENDO ENXOFRE	37
5. MÉTODO EXPERIMENTAL	43
5.1. DESCRIÇÃO	43
5.2. ANÁLISES	43
5.2.1. DETERMINAÇÃO DO pH	43
5.2.2. DETERMINAÇÃO DA CONDUTIBILIDADE	47
5.2.3. DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL REDOX	50
5.2.4. DETERMINAÇÃO DO TEOR EM SULFURETO TITULAÇÃO IODOMÉTRICA	52
5.2.5. DETERMINAÇÃO DO TEOR EM SULFATO – TURBIDIMETRIA	56

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	58
6.1. SOLUÇÕES PREPARADAS EM LABORATÓRIO	58
6.1.1. ANÁLISE GRÁFICA DA EVOLUÇÃO DO VALOR DE pH, AO LONGO DO TEMPO	58
6.1.2. ANÁLISE GRÁFICA DA EVOLUÇÃO DO VALOR DA CONDUTIBILIDADE, AO LONGO DO TEMPO	60
6.1.3. ANÁLISE GRÁFICA DA EVOLUÇÃO DO VALOR DO POTENCIAL REDOX, AO LONGO DO TEMPO	61
6.1.4. ANÁLISE GRÁFICA DA EVOLUÇÃO DO VALOR DO TEOR EM SULFURETO, AO LONGO DO TEMPO	63
6.2. ÁGUAS RECOLHIDAS NAS TERMAS DE MANTEIGAS	66
6.2.1. ANÁLISE GRÁFICA DA EVOLUÇÃO DO VALOR DE pH, AO LONGO DO TEMPO	66
6.2.2. ANÁLISE GRÁFICA DA EVOLUÇÃO DO VALOR DA CONDUTIBILIDADE, AO LONGO DO TEMPO	68
6.2.3. ANÁLISE GRÁFICA DA EVOLUÇÃO DO VALOR DO POTENCIAL REDOX, AO LONGO DO TEMPO	69
6.2.4. ANÁLISE GRÁFICA DA EVOLUÇÃO DO VALOR DO TEOR EM SULFURETO, AO LONGO DO TEMPO	71
6.2.5. ANÁLISE GRÁFICA DA EVOLUÇÃO DO VALOR DO TEOR EM SULFATO, AO LONGO DO TEMPO	73
6.3. COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO DAS ÁGUAS TERMAIS COM O DAS SOLUÇÕES PREPARADAS EM LABORATÓRIO	75
7. CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS	80
ANEXOS	
ANEXO I – TABELAS DE REGISTO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM AS SOLUÇÕES PREPARADAS EM LABORATÓRIO	84
ANEXO II – TABELAS DE REGISTO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM AS ÁGUAS RECOLHIDAS NAS TERMAS DE MANTEIGAS	88

ANEXO III – CURVA DE CALIBRAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR EM SULFATO (soluções)	92
ANEXO IV – CURVA DE CALIBRAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR EM SULFATO (águas das Termas de Manteigas)	93
ANEXO V – ESTATÍSTICA	94