



## A QUÍMICA NA APRECIÇÃO DO VALOR MEDICINAL DAS ÁGUAS

AMARO D'ALMEIDA

Instituto de Hidrologia de Lisboa  
Instituto Superior Técnico  
Lisboa-1

*Descrevem-se os factores de classificação medicinal de uma água: temperatura, resíduo fixo, mineralização acrescória, radioactividade, ião HS<sup>-</sup>, potencial hidrogeniónico. Apresentam-se métodos de classificação e de interpretação baseados na classificação descrita.*

## 1 — INTRODUÇÃO

O exame químico é imprescindível para se poder avaliar a natureza medicinal de uma água e daí deduzir, mais precisamente, as suas indicações terapêuticas.

Na verdade esse exame nem sempre é elucidativo nem decisivo mas, sem ele, não é possível classificar uma água pois que um boletim de análise funciona como verdadeiro cartão de visita que, de forma mais ou menos lacónica, mais ou menos protocolar, nos anuncia as características da água.

## 2 — FACTORES DE CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

### 2.1 — TEMPERATURA NA NASCENTE

Se uma água nasce fria nada podemos concluir sobre a possibilidade de ela ser ou não medicinal, pois outras razões valerão contra ou a seu favor. Mas se a sua temperatura na origem for superior a 25°C, isso já constitui um elemento a tomar em consideração, sobre o qual outros virão certamente acumular-se.

Mais ainda a temperatura é afirmativa quando, na origem, for superior a 35°C.

Realmente é uma característica física pobre, tanto porque uma água fria pode ser medicinal como porque uma água que brota quente da Natureza tem provavelmente aplicações medicinais, mas não podemos ir mais além.

Frise-se o caso da Fonte da Burga, em Orense, onde a água brota à temperatura de 68°C. O povo serve-se dela para usos domésticos. Tem-se utilizado, em certa medida, para combater afecções reumatismais. Os mestres da Hidrologia espanhola são controversos quanto ao seu valor medicinal e, em boa verdade, o povo, sábio na ciência empírica, nunca lhe atribuiu grande merecimento.

### 2.2 — RESÍDUO. FIXO

O resíduo fixo, incluído num boletim de análise é um elemento de real valor. Baixos resíduos afirmam uma marcada hipotonicidade. As águas de mineralização muito baixa têm os seus componentes em estado de maior dissociação, é mais fácil a

sua difusão através dos tecidos, onde chegam os iões mais activos pela sua maior «liberdade», às vezes iões de catálise que apenas, pela sua presença vão equilibrar cadeias bioquímicas. São águas marcadamente hipossalinas, também chamadas oligometálicas pela quantidade, mas polimetálicas pela qualidade e pela actividade dos elementos nelas contidos.

Assim, quando uma água possui um resíduo fixo inferior a 50 mg/l, considera-se muito possível o seu valor medicinal. Se esse resíduo for compreendido entre 50 e 100 mg ainda é provável a sua natureza terapêutica mas se for superior a 100 mg é melhor nada afirmar e rejeitar o resíduo fixo como elemento de apreciação.

De facto, acima de 100 mg começamos a aproximar-nos da zona dos valores dos resíduos das águas de uso comum. Dum modo geral, estas contêm resíduos nem muito baixos nem muito elevados.

Consideramos a «zona muda» dos resíduos compreendida entre 100 e 1000 mg/l. Águas medicinais ou águas de uso corrente podem ter valores aqui compreendidos.

Acima de 1000 mg voltamos a entrar numa zona significativa. Se o resíduo fixo for superior a 1000 mg/l a água é certamente medicinal.

Se mais nada houvesse a considerar bastaria recorrer à interpretação farmacológica para vermos explicados os efeitos de tais águas pois que os sais dissolvidos, neste caso, atingem os valores ponderais das doses terapêuticas galénicas. Sejam bicarbonatos, sulfatos ou cloretos, sejam sais de sódio, de cálcio ou de magnésio, administrados em doses farmacêuticas, têm necessariamente acções sobre o organismo.

### 2.3 — MINERALIZAÇÃO ACESSÓRIA

Alguns elementos marcam a sua presença nas águas medicinais, não como elementos classificadores ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) mas em quantidades tão notáveis que se costumam referir como mineralização acessória. Acessória por não servir para dar à água o seu nome químico. Naturalmente esta mineralização não é acessória mas de real valor quanto ao significado terapêutico.

Considerando os quantitativos mínimos apreciáveis desses elementos (em mg/l), temos:

Br ... 1,00	Li ... 1,00	SiO <sub>2</sub> ... 65,00
I ... 0,20	Sr ... 1,20	TiO <sub>2</sub> ... 0,50
F ... 5,00	Ba ... 0,60	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... 0,50
PO <sub>4</sub> ... 3,00	Mn ... 1,00	CO <sub>2</sub> ... 500,00
NO <sub>3</sub> ... 6,00	Fe ... 5,00	N <sub>2</sub> ... 15 cm <sup>3</sup>
	Al ... 10,00	

Se, portanto, encontrarmos mineralização acessória acima destes valores temos que lhe atribuir um certo significado. Visto as suas acções serem ainda hoje mal conhecidas, a presença dos elementos de mineralização acessória dá-nos a presunção, mas não a certeza dum determinado valor terapêutico. Outras razões virão em seu favor.

### 2.4 — RADIOACTIVIDADE

A radioactividade é, sem dúvida, um factor que só por si nos permite afirmar que uma água é medicinal quando for superior a 30nC/l. Incontáveis trabalhos experimentais demonstram a acção sedante da radioactividade, sedante dum modo geral e no espasmo da fibra lisa, em particular.

Tanto assim que as águas fortemente radioactivas têm sempre a sua indicação nos casos de hipertensão arterial em que se procura uma diminuição da excitabilidade do sistema nervoso central e do espasmo arteriolar como nas situações em que domina o espasmo e a irritabilidade digestiva, o espasmo brônquico ou, mesmo, quando domina o prurido ou o carácter irritativo duma dermatose. Não sendo, contudo, a radioactividade único e exclusivo agente terapêutico das águas, logicamente só pela radioactividade não nos cabe afirmar sempre que uma água é medicinal só por que é radioactiva.

Contemos, deste modo, com o valor dessa radioactividade:

- 1) Valores de 10 a 20nC/l dizem-nos que a água é suspeita de ser medicinal. Procurar-se-ão outros elementos confirmativos.
- 2) Valores compreendidos entre 20 e 30nC/l dizem-nos que a água é muito suspeita de ser medicinal. Pouco mais será preciso para o afirmarmos com certeza.

- 3) Valores superiores a 30nC/1 dão como certa a sua natureza terapêutica.
- 4) Valores abaixo de 10nC/1, só por si, não têm qualquer significado.

### 2.5 — IÃO HS<sup>-</sup>

A presença do anião HS<sup>-</sup>, sem necessidade de mais confirmações, atesta valor medicinal a uma água.

O sulfuretião faz parte dum meio fisicoquímico tão particular e tão complexo que se torna sempre de alto interesse na correcção de certos estados mórbidos.

Veremos que há situações de carência de ácido condroitinossulfúrico, de ácido mucoitinossulfúrico e de glutatião em que as águas sulfúreas, como sistemas oxi-redutores mais ou menos ricos em HS<sup>-</sup>, actuam favoravelmente na correcção dessas situações.

### 2.6 — POTENCIAL HIDROGENIÓNICO

O potencial hidrogeniónico indicado no boletim de análise é muitas vezes elemento de apreciação bastante valioso.

Grandes desvios de pH, quer no sentido da acidez quer no sentido da alcalinidade, revelam, necessariamente, alguma particularidade química que torna a água diferente das águas vulgares de consumo. A acidez das águas alumínicas e carbogasosas e a alcalinidade das sulfúreas primitivas são exemplos perfeitos.

Aceitamos que valores de pH menores que 5 ou maiores que 8 bastam para que se considere que uma água possui muito provavelmente propriedades terapêuticas.

### 3 — CLASSIFICAÇÃO POR COMPARAÇÃO

O chamado método comparativo presta muitas vezes notável auxílio na caracterização duma água mas, infelizmente, tem-se abusado dele, dando-se por decisivo quando muitas vezes não tem qualquer merecimento.

Em primeiro lugar é preciso que a análise química não seja o avoengo cartaz de sais, composição hipotética que ainda vemos aparecer. Em segundo

lugar deve transpor-se, em gráfico, a composição referida aos iões classificadores: Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> e Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>.

### 4 — CLASSIFICAÇÃO PELO MÉTODO TRIANGULAR

Seguimos no Instituto de Hidrologia de Lisboa o método triangular de Messink e Becking que temos divulgado desde 1956, quando das Jornadas Hidrológicas realizadas nos Açores.

Como é assunto já publicado (1) limitamo-nos a repetir, aqui, em resumo, a maneira prática de marcar os valores analíticos para obtenção da «seta» cuja posição define a composição química. Num triângulo equilátero cada vértice corresponde a um dos três aniões:

Cl<sup>-</sup> vértice superior,  
SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> vértice inferior esquerdo,  
HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> vértice inferior direito.

Aos mesmos vértices correspondem, respectivamente, os catiões Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>.

Se considerarmos cada lado dividido em 100 mval %, marcamos os valores em mval % que a análise dá para cada ião no lado respectivo. Assim:

Ao vértice inferior esquerdo corresponde 0 % de mval de Cl<sup>-</sup> e ao vértice superior 100 % de mval de Cl<sup>-</sup>;

Ao vértice superior corresponde 0 % de mval de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e ao vértice inferior direito 100 % de mval de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>;

Ao vértice inferior direito corresponde 0 % de mval de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> e ao vértice inferior esquerdo 100 % de mval de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Do mesmo modo:

Ao vértice inferior esquerdo corresponde 0 % de mval de Na<sup>+</sup> e ao vértice superior 100 % de mval de Na<sup>+</sup>;

Ao vértice superior corresponde 0 % de mval de Mg<sup>2+</sup> e ao vértice inferior direito 100 % de mval de Mg<sup>2+</sup>;

Ao vértice inferior direito corresponde 0 % de mval de Ca<sup>2+</sup> e ao vértice inferior esquerdo 100 % de mval de Ca<sup>2+</sup>.

Marcando nos lados os valores correspondentes a dois aniões e tirando paralelas ao outro lado, estas encontram-se num ponto A cuja posição define a composição aniónica relativa.

Marcando os valores correspondentes a dois catiões e tirando paralelas estas encontram-se num ponto C cuja posição define a composição catiónica respectiva (fig. 1).

Se quisermos prescindir das letras A e C unimos estes dois pontos e convencionamos que o ponto C seja a ponta duma seta.

Temos, finalmente, dentro dum triângulo, uma seta cuja origem marca a composição aniónica relativa e cuja ponta marca a composição catiónica (fig. 2). Na interpretação basta que nos lembremos que cada vértice atrai para si o ião de maior massa equivalente, para que num relance possamos conhecer a água pela proporção dos seus elementos classificadores.

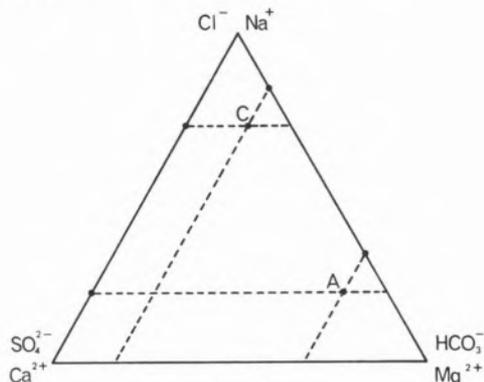


Fig. 1

É imprescindível anotar na base do triângulo o resíduo fixo, podendo também apontar-se no lado esquerdo a temperatura, no lado direito a radioactividade e, no interior, a mineralização acessória. Teremos na fig. 3 o exemplo da água de Vidago (Principal), cuja composição química aqui resumimos:

Aniões			Catiões				
mg/l	mval/l	mval %	mg/l	mvl/l	mval%		
Cl⁻	77,4	2,18	2,9	Na⁺	1382,8	60,12	79,1
F⁻	4,2	0,22	0,3	Ca²⁺	313,2	15,66	20,6
SO₄²⁻	4,8	0,10	0,1	Fe²⁺	6,03	0,22	0,3
HCO₃⁻	4483,5	73,50	96,7				
	4569,9	76,00	100,0		1702,0	76,00	100,0

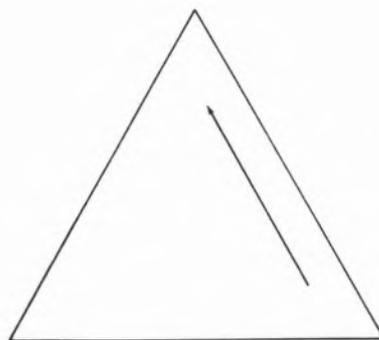


Fig. 2

Os gráficos prestam-nos valioso auxílio no processo comparativo da avaliação das propriedades terapêuticas das águas visto um rápido olhar nos poder dizer, imediatamente, se há grande aproximação, semelhança ou desigualdade entre dois desenhos que são, afinal, duas composições químicas que pretendemos pôr em paralelo. Mas teremos também que anotar um facto importante que é a valorização deste método comparativo consoante o valor dos resíduos.

Quanto mais baixo é o resíduo da água em estudo menor valor tem a comparação, como vemos neste quadro que elaborámos a partir de vasta compilação de resultados de análises:

Resíduo	Valor do método	Grau
< 200 mg	nulo	0
200 mg — 1000 mg	duvidoso	I
1000 mg — 2000 mg	apreciável	II
> 2000 mg	seguro	III



Fig. 3

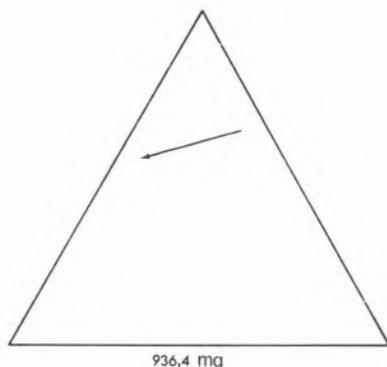


Fig. 4

Isto significa que ao procurarmos conhecer uma água comparamos o seu crenograma com o doutra já conhecida, a mais semelhante no desenho e mais próxima no resíduo, e o grau de segurança das conclusões é expresso no quadro anterior.

Não sendo possível que as duas águas que se comparam tenham rigorosamente o mesmo resíduo (acaso singular) considera-se na consulta do quadro o resíduo de menor valor.

Vejamus um exemplo, extraído do 1.º vol. do Inventário Hidrológico de Portugal (1). Descreve-se, aqui, pela primeira vez, a água da Meia-Praia, da freguesia e concelho de Lagos. A análise química mostra que é uma cloretada sódica fracamente mineralizada, relativamente rica em bicarbonato e cátions alcalino-terrosos, como vemos pela fórmula de Stabler e respectivo crenograma (fig. 4):

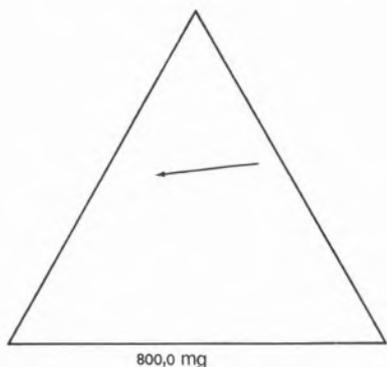
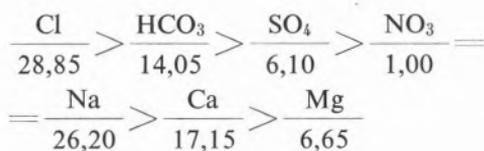


Fig. 5

As outras águas cloretadas sódicas Algarvias diferem bastante desta, pelo resíduo e não têm crenogramas muito sobreponíveis.

Verificámos, contudo, que a conhecida água da Amieira possui um resíduo fixo da mesma ordem de grandeza e o seu crenograma é bastante ajustável (fig. 5).

Como esta água da Beira Litoral tem sido largamente aplicada em doenças de pele e do aparelho digestivo, a semelhança gráfica permitir-nos-ia concluir o mesmo tipo de especialização nas águas da Meia-Praia. Simplesmente, o resíduo de 800 mg conduz a uma comparação do Grau I e, portanto, as conclusões que, só por aqui, podemos tirar não são seguras nem sequer apreciáveis, são duvidosas.

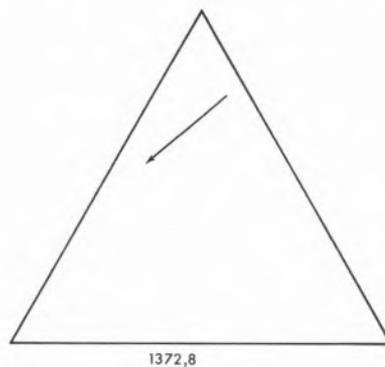
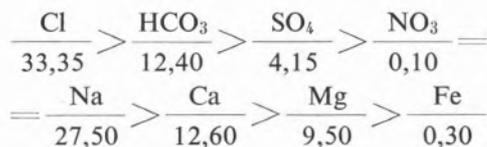


Fig. 6

Também no Algarve encontramos uma água cloretada sódica que descrevemos pela primeira vez, a dos Olhos de Água, da freguesia e concelho de Albufeira. Tem a fórmula de Stabler:



e corresponde-lhe o crenograma da fig. 6. Procurámos identificá-la com a conhecida água da Tojeira cujo gráfico é bastante sobreponível e o resíduo muito aproximado (fig. 7).

Dado que já são conhecidas as propriedades terapêuticas da água da Estremadura e que o grau de comparação é Grau II, o método é apreciável e não são de desdenhar as mesmas propriedades terapêuticas na dos Olhos de Água, até hoje sem aplicação clínica.

Podemos encontrar, na obra citada, um caso em que o método comparativo é seguro, o caso da água do Vale dos Pereiros, da freguesia de Ferragudo, concelho de Lagoa, que tem a seguinte fórmula de Stabler:

$$\begin{array}{cccc} \frac{\text{Cl}}{36,52} > \frac{\text{HCO}_3}{8,54} > \frac{\text{SO}_4}{4,88} > \frac{\text{NO}_3}{0,14} = \\ = \frac{\text{Na}}{32,61} > \frac{\text{Ca}}{9,49} > \frac{\text{Mg}}{7,87} > \frac{\text{Fe}}{0,02} \end{array}$$

representada no crenograma da fig. 8. A água ribatejana de Alcanhões tem uma composição química relativa bastante semelhante como podemos ver no crenograma da fig. 9.

Dado que os resíduos são superiores a 2000 mg permitimo-nos afirmar, com segurança, uma semelhança terapêutica. A água do Vale dos Pereiros

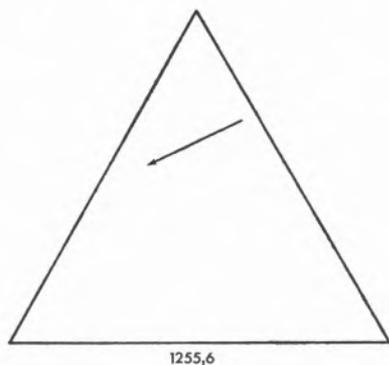


Fig. 7

tem indicações sobreponíveis à água de Alcanhões, havendo desta, já, larga experiência clínica.

São, assim, três exemplos em que o método comparativo tem valores diferentes conforme a salinidade das águas em questão:

- 1) A água da Meia-Praia é gráficamente semelhante à da Amieira mas tal semelhança não permite atribuir com segurança propriedades terapêuticas à primeira.
- 2) A dos Olhos de Água é gráficamente semelhante à da Tojeira. Em princípio é de julgar que possui idênticas aplicações terapêuticas, facto que requiere confirmação.
- 3) A água do Vale dos Pereiros é gráficamente semelhante à de Alcanhões e podemos afirmar, seguramente, que tem as mesmas indicações gerais.

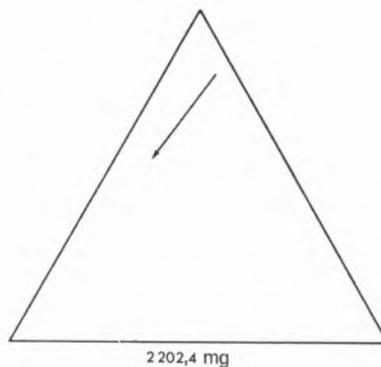


Fig. 8

### 5 — INTERPRETAÇÃO FARMACOLÓGICA

A interpretação farmacológica está também dependente da análise química.

Se quisermos comparar uma água medicinal com um soluto salino galénico — e isso só será certo e, aliás, parcialmente, quando a mineralização for elevada — recorreremos ao conhecimento da acção farmacológica daqueles sais para concluir qual a sua acção terapêutica.

Se mais nada houvesse num «quarto» de Vidago (250 ml de Vidago Principal), por exemplo, haveria pelo menos 1,6 gramas de bicarbonato de sódio, sal cuja acção terapêutica nesta dose é segura e conhecida.

E as águas purgativas de Rubinat e Carabaña não actuam, sobretudo, como solutos salinos, certamente, pelo elevado resíduo?

São águas mais químicas que fisicoquímicas, estão mais próximas dos solutos preparados da arte farmacêutica.

As águas, de baixo resíduo, são complexos iónicos



Fig. 9

sensíveis aos «traumatismos» da luz e calor, facilmente alteráveis na presença do oxigénio, logo transformadas pela perda dos seus gases, de radioactividade diminuída de instante para instante e desaparecida horas depois.

## 6 — CONCLUSÕES

a) O estudo químico de uma água só nos pode garantir que ela possui propriedades terapêuticas quando se verifique, pelo menos, uma das três condições seguintes:

- 1) Resíduo superior a 1000 mg/l.
- 2) Radioactividade superior a 30 nC/l.
- 3) Ser água sulfúrea (HS<sup>-</sup>).

b) Excluindo estes casos, a análise química indica-nos como muito provável a natureza medicinal duma água quando, pelo menos, se verifique uma das quatro condições seguintes:

- 1) Temperatura nascente superior a 35°C.
- 2) Resíduo superior a 50 mg/l.
- 3) Radioactividade entre 20 e 30 nC/l.
- 4) pH menor que 5 ou maior que 8.

c) A análise química ainda nos pode dar uma indicação da qualidade medicinal duma água quando se verifique, pelo menos, uma das condições seguintes:

- 1) Temperatura nascente entre 25 e 35°C.
- 2) Resíduo entre 50 e 100 mg/l.
- 3) Existência dalgum elemento de mineralização acessória.
- 4) Radioactividade compreendida entre 10 e 20 nC/l.

	Provável	Provável	Certa
Temperatura	> 25°C	> 35°C	
Resíduo	< 100 mg	< 50 mg	> 1000 mg
Mineralização acessória	+		
Radioactividade	> 10 nC	> 20 nC	> 30 nC
Presença de HS <sup>-</sup>			+
pH	< 5 ou	> 8	

Nos três casos da alínea a) a análise química permite afirmar categoricamente que a água analisada é medicinal.

Nos casos das alíneas b) e c) é necessária a experimentação quer crenodinâmica quer clínica, para melhor garantir a qualidade da água.

Sem dúvida, os ensaios biológicos, humorais, enzimáticos e crenodinâmicos, procurando acções em órgãos animais isolados ou *in situ*, são uma atitude científica muitas vezes válida, mas que não permite menosprezar o ensaio clínico.

A Medicina encontra-se hoje enriquecida por inúmeros recursos auxiliares de observação — bioquímicos, radiológicos e electrográficos — que são importantes na investigação que, sob ponto de vista hidrológico, deve ter primazia visto ser a verdade mais próxima da verdade — a aplicação da água como fármaco ao homem doente. Enquanto que a análise química é o cartão de visita da água a sua aplicação directa no homem é a água em pessoa.

## BIBLIOGRAFIA

1. Almeida, A. e Almeida, J. D., «Anuário Hidrológico de Portugal», Instituto de Hidrologia de Lisboa (I.S.T.), Lisboa, 1966.

Recebido 7. Maio. 1969.

## ABSTRACT

*The important parameters for the medical classification of waters are described: temperature, residue, subsidiary mineralization, radioactivity, HS<sup>-</sup> ion and pH. Methods for classification and interpretation are presented based on these parameters.*