

MINISTÉRIO DO COMÉRCIO
E DAS COMUNICAÇÕES

INSTITUTO DE HIDROLOGIA

52

Análises química e bacteriológica

ESTUDO DA RADIOACTIVIDADE

DAS

ÁGUAS DE CALDELAS

FOR

CHARLES LEPIERRE

PROFESSOR DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO E DO INSTITUTO DE HIDROLOGIA
SÓCIO DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA
COMENDADOR DA ORDEM DE SANT'IAGO
CAVALEIRO DA LEGIÃO DE HONRA, ETC.

TOMO V



— Oficinas da secção de publicidade —

DO

MUSEU COMERCIAL

ANEXO AO

Instituto Superior de Comércio de Lisboa

1927

MINISTÉRIO DO COMÉRCIO
E DAS COMUNICAÇÕES

INSTITUTO DE HIDROLOGIA

52

AGUAS DE CALDELAS

Análises química e bacteriológica

ESTUDO DA RADIOACTIVIDADE

DAS

ÁGUAS DE CALDELAS

POR

CHARLES LEPIERRE

PROFESSOR DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO E DO INSTITUTO DE HIDROLOGIA
SÓCIO DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA
COMENDADOR DA ORDEM DE SANT'IAGO
CAVALEIRO DA LEGIÃO DE HONRA, ETC.

TOMO V

LISBOA
JANEIRO DE 1927

Frâncisco de Sá de Miráda.	registo n.º	12046
	data	01.04.2016
	cota	

Fundo José
Cruz
Expositivo
307.9

REPUBLICA DE PORTUGAL
SECRETARIA DE AGRICULTURA
E REPARTIÇÃO DE AGRICULTURA

Águas de Caldas e suas propriedades

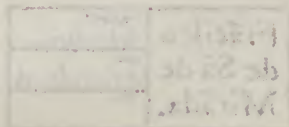
ESTUDO DE A. R. DE ALMEIDA

ÁGUAS DE CALDAS

CHAPÉU RÓMULO

Publicado em Lisboa, em 1911, em 100 exemplares.
A edição é de propriedade do Museu Comercial de Lisboa.
O preço de cada exemplar é de 100 réis.
A distribuição é gratuita para os membros do Museu.

TOMO I



ÁGUAS DE CALDELAS

Para satisfazer aos preceitos legais a *Emprêsa das Águas de Caldelas* requereu ao Instituto de Hidrologia a análise oficial das suas afamadas águas.

Por isso em princípios de Fevereiro do corrente ano (1921) procedi, no sítio das nascentes, às determinações e estudos preliminares; colheita de amostras, etc., encontrando por parte do ilustre administrador Dr. Ortigão Miranda e do seu ilustre colega, médico da Estância, Dr. Flores Loureiro, tôdas as facilidades para o bom cumprimento da minha missão.

As nascentes de Caldelas encontram-se na freguesia de Sant'Iago de Caldelas, concelho de Amares, distrito de Braga. As comunicações com a capital do distrito são fáceis e rápidas. A estância encontra-se junto ao rio Albitio em sítio deveras ameno e lindo.

As Fontes minerais são *seis*, sendo duas as que constituem o assunto principal dêste estudo (*Bica Barbosa*, e *Bica de Fora*). As outras denominam-se Poço do Carvalho, Poço do Reumatismo, Poço Fresco, Casa das Tinas.

As nascentes *Bica Barbosa* e *Bica de Fora* têm disposições para *buvettes*.

O *caudal* foi computado em 151.104 litros, nas 24 horas, para o Poço do Reumatismo — 17.832 litros, para o Poço do Carvalho (Schiappa de Azevedo).

Nos preciosos tratados sôbre águas minerais portuguesas dos Drs. Tenreiro Sarzedas e Alfredo Luís Lopes encontram-se informações interessantes sôbre a história destas nascentes que devem a grande e justificada fama de que gozam ao falecido *Visconde*

de Sernelhe que dedicou tôda a sua actividade aos melhoramentos que a estância hoje possui. Na mesma ordem de ideias a Empresa actual tem um grande plano de melhoramentos de ordem técnica e de hospedagem que já começou a executar.

As águas de Caldelas foram primeiro estudadas quimicamente em 1867 pelo Prof. Agostinho Vicente Lourenço, que fez uma análise sumária. Em 1890 os Srs. Dr. Sousa Gomes e Santos e Silva efectuaram algumas análises mais desenvolvidas, mas muito incompletas ainda. Ainda assim êste trabalho consciencioso fixou já o arcaboço geral da composição química das águas de Caldelas, demonstrando o lugar muito especial que occupam na hydrologia portuguesa.

Como disse as análises a que procedi recaíram essencialmente na água da *Bica de Fora* e na *Bica Barbosa*. Efectuei um sumário exame das outras nascentes — que se me afigura conveniente estudar desenvolvidamente afim de se reconhecer rigorosamente a composição das diversas fontes e o seu valor comparativo.

Ensaio organolépticos e físicos Determinações qualitativas

As águas *Bica Barbosa* e *Bica de Fora* são incolores, inodoras, com sabor leve e agradável.

A	<i>temperatura</i>	da B. Barbosa era de.....	22,2	em 6-2-921
A	»	da B. de Fora era de.....	30,9	» »
A	»	do Poço do Carvalho era de...	30,4	» »
A	»	do Poço do Reumatismo era de	32,1	» »
A	»	da Nasct. do Balneário era de	30,2 ¹	» »

<i>Densidade</i>	— Bica Barbosa.....	1,0001 a 15°
»	— » de Fora.....	1,0001 a 15°

<i>Índice refractométrico</i>	— B. Barbosa.....	1,333.35
»	— B. de Fora.....	1,333.35

<i>Índice crioscópico</i>	— B. Barbosa.....	0,01
»	— B. de Fóra.....	0,01

Condutibilidade eléctrica (medida com aparelhos do Instituto de Farmacologia da Faculdade de Medicina de Lisboa — Professor Dr. Sílvio Rebêlo — Assistente Dr. Basso Marques):

B. Barbosa	{ Condutância X 10 ⁻⁵	11,5
	{ Resistividade a 18°.....	8713 ohms
B. de Fora	{ Condutância X 10 ⁻⁵	13,3
	{ Resistividade a 18°.....	7498 ohms

Reacção — As duas águas estudadas são *levemente alcalinas*, com a fenoltaleína e com o tornesol.

¹ Uma vez tapada a nascente de água fria.

Pela ebulição tornam-se *mais alcalinas*, turvando ligeiramente

Ação dos ácidos: desenvolvimento de pequenas bôlhas de gás carbónico (nas 2 águas)

Cloretos	pequena quantidade...	} Bica Barbosa e Bica de Fora
Sulfatos	vestígios	
Carbonatos e CO ²	bastante	
Nitratos	vestígios	
Sais de cálcio	bastante	
» » magnésio	pequena quantidade...	
» » sódio	pequena quantidade...	
» » amónio	nulo	
» » ferro	vestígios	
Matérias orgânicas.....	vestígios ténues.....	

II

Determinações quantitativas

As minhas análises são sempre referidas ao *litro*, unidade internacional para exprimir as análises dos líquidos.

No quadro I e, por cada água, indico a *Composição elementar da água* — quer dizer os resultados directos da análise.

Os elementos *ácidos* são representados pelos *resíduos halogénicos* (aniões) — os elementos *básicos*, pelos *metais* (catiões); excepto para a sílica e o ácido titânico que vão expressos em anidridos.

No quadro II represento a *composição hipotética* de cada água; hipotética por ser impossível, no estado actual da sciência, reconstituir os sais e mais componentes duma água qualquer.

Afim de evitar confusões os nomes dos corpos vão acompanhados das respectivas fórmulas. Os *bicarbonatos* são expressos em CO³MH.

Finalmente cada análise vai acompanhada com quadros elucidativos de bastante interêsse.

QUADRO I

BICA BARBOSA

Composição elementar

(Por litro)

Temperatura da água, na nascente (em 6-2-1921).	22°,2
Densidade a 15°	1,0001
Resíduo da evaporação directa, sêco a 130°	0,gr0914
Índice refractométrico a 18°	1,333.35
Índice crioscópico $\Delta = 0°,01$	
Condutibilidade eléctrica	{ Condutância X 10 ⁻⁵ ... 11,5
	{ Resistividade
Alcalinidade	6,cc0 (de soluto $\frac{N}{10}$)

Gases dissolvidos (a 0° e 760 mm/m)	{	Anídrido carbónico	7,cc6	}	24,cc5
		Oxigénio	4,3		
		Azote	12,6		
		Argon, etc.	vestígios		

A — Resíduos halogénicos

		gr.
Cloro	Cl	0,013.49
Brómio	Br	0,000.05
Fluor	F	0,000.60
Ácido sulfúrico	SO ⁴	0,008.00
» fosfórico	PO ⁴	0,000.31
» bórico	BO ³	0,000.01
» nítrico	NO ³	0,004.16
Sílica	SiO ²	0,019.40
Ácido carbónico	CO ³	0,059.32
Anídrido carbónico	CO ²	0,043.50
Ácido arsénico	AsO ⁴	0,000.003
Anídrido titânico	TiO ²	0,000.04

B — Metais

		gr.
Sódio.....	Na	0,015.05
Potássio.....	K	0,002.62
Lítio.....	Li	0,000.12
Rubídio.....	Rb	vestígios
Magnésio.....	Mg	0,001.16
Cálcio.....	Ca	0,008.65
Bário.....	Ba	0,000.06
Estrôncio.....	Sr	0,000.10
Alumínio.....	Al	0,000.12
Ferro.....	Fe	0,000.60
Manganés.....	Mn	0,000.07
Iodo.....	}	nulos em 50 litros
Nitritos.....		
Césio, Níquel, Amônio, Cobalto, Urânio, Cobre, } Chumbo, Estanho, Antimônio, Bismuto. }		nulos em 50 litros

C — Matérias orgânicas

	gr.
(Em ácido oxálico $C^2O^4H^2. 2H^2O$).....	0,000.14

QUADRO II

BICA BARBOSA

Agrupamento hipotético dos Elementos

(Por litro)

		gr.
Bicarbonato de cálcio.....	$(CO^3H)^2Ca$	0,029.36
» » sódio.....	CO^4HNa	0,020.34
» » lítio.....	CO^3HLi	0,001.16
» » bário.....	$(CO^3H)^2Ba$	0,000.11
» » estrôncio.....	$(CO^3)H^2Sr$	0,000.24
» » ferro.....	$(CO^3H)^2Fe$	0,001.90
» » manganés.....	$(CO^3H)^2Mn$	0,000.23
Cloreto de sódio.....	$ClNa$	0,022.23

Brometo de sódio.....	BrNa	gr. 0,000.064
Fluoreto de sódio.....	FNa	0,001.32
Borato de sódio.....	BO ² Na	0,000.015
Sulfato de magnésio.....	SO ⁴ Mg	0,005.80
Sulfato de cálcio.....	SO ⁴ Ca	0,004.76
Arseniato de sódio.....	AsO ⁴ Na ² H	0,000.004
Nitrato de potássio.....	NO ³ K	0,006.78
Fosfato de alumínio.....	PO ⁴ Al	0,000.43
Sílica.....	SiO ²	0,019.40
Anídrido titânico.....	TiO ²	0,000.04
Matérias orgânicas (em C ² O ⁴ H ² .2A9.).....		0,000.14
Bicarbonato de Rubídio.....		vestígios
<i>Mineralização fixa.....</i>		0,114.323
<i>Anídrido carbônico livre.....</i>		0,014.97 ¹
<i>Substâncias dissolvidas.....</i>		0,129.293

Elementos pesquisados e não mencionados acima:

Iodetos — nitritos.		
Césio, Amônio, Níquel, Cobalto, Urânio, Cobre,	} nulos em 50 litros	
Chumbo, Estanho, Antimônio, Bismuto		
Gases dissolvidos {	Oxigênio.....	4 ^{cc} ,3
(além de CO ²) {	Azote.....	12,6
a 0° e 760 m/m {	Argon, etc.....	vestígios
		16,cc ⁹

QUADRO III

BICA BARBOSA

Distribuição do ácido carbônico

(Por litro)

Acido carbônico total (CO ³).....	0 ^{gr} ,059.32
CO ³ combinado com o sódio.....	gr. 0,014.52 para <i>Bicarbonatos</i>
» » » » lítio.....	0,001.02

¹ ou 7^{cc},6 a 0° / 760 m/m.

	gr.
CO ³ combinado com o cálcio.....	0,021.74
» » » » bário.....	0,000.05
» » » » estrôncio ...	0,000.14
» » » » ferro	0,001.28
» » » » manganés ...	0,000.16
CO ³ COMBINADO (Bicarbonatos).	0,038.91
» livre.....	0,020.41
» total.....	0,059.32
ou	gr.
Anídrido carbónico combinado (CO ³)....	0,028.53
» » livre	0,014.97 ou 7 ^{cc} ,6
» » total.....	0,043.50

QUADRO IV

BICA BARBOSA

**Resíduo sêco comparado com a composição
calculada em carbonatos neutros CO³M²**

Resíduo sêco directo.....	gr. 0,091.4
Composição, calculada em carbonatos neutros...	0,094.2

QUADRO V

ALCALINIDADE — (B. Barbosa)

Alcalinidade <i>observada</i>	cc 6,15 $\frac{N}{10}$
Alcalinidade <i>deduzida</i> da composição química....	6,0 $\frac{N}{10}$

Os resultados dos quadros IV e V demonstram a exactidão da análise e dos respectivos cálculos.

VI

**Considerações sôbre a análise química
da Água da "Bica Barbosa," e conclusões**

Os quadros que precedem permitem-me chegar às seguintes conclusões:

A Água da *Bica Barbosa*:

- 1.º) É hipotermal;
- 2.º) Pela sua mineralização fixa ou quota salina é *hiposalina*;
- 3.º) Pelas suas constantes físico-químicas é *hipotónica*;
- 4.º) É água de composição complexa; pela variedade e pequena quantidade dos seus elementos mineralizadores é *oligo* e *policrenática*;
- 5.º) Os componentes *ácidos* e *básicos* repartem-se da seguinte maneira:

	Por litro gr.	Por cento
Elementos <i>ácidos</i> (resíduos halogénicos)	0,105.38	78 0/0
» <i>básicos</i> (metais).....	0,029.55	22 0/0
» doseados.....	0,134.93	100

Os *Elementos ácidos* dividem-se assim:

Ácido carbónico (CO ³).....	56,5 0/0
Sílica.....	18,5
Cloro.....	12,8
Ácido sulfúrico (SO ⁴).....	7,6
Outros elementos ácidos.....	4,6
	100,0

Os *Elementos básicos ou metálicos* dividem-se assim:

Sódio.....	Na	50,0 0/0
Cálcio.....	Ca	28,7
Potássio.....	K	8,7
Magnésio.....	Mg	3,9
Ferro.....	Fe	2,0
Outros metais.....		6,7
		100,0

Vê-se nitidamente que, *pela ordem decrescente*, a Água da Bica Barbosa é *carbónica, silicatada, cloretada, sulfatada*, sendo os elementos metálicos, também por ordem decrescente: o *sódio*, o *cálcio*, o *potássio*, o *magnésio*, o *ferro*, o *lítio*, etc.

- 6.º) O exame do *Quadro II* põe estes factos mais em relêvo.

Sendo a mineralização total, fixa, de 0^{gr},114.32 os *sais mais importantes* são:

<i>Bicarbonatos</i>	0 ^{gr} ,053.34 ou seja.....	46,8 %
(dos quais o <i>Bicarbonato de cálcio</i> constitui 55 % dos bicarbonatos totais ou 25,7 % da mineralização fixa).		
<i>Cloretos</i> (cloreto de sódio)	0,022.2 ou seja.....	20,0 %
<i>Sílica</i>	0,019.4 » »	17,0 %
<i>Sulfatos</i>	0,010.5 » »	9,0 %
Outros sais e compostos diversos.....		7,2 %
		<hr/> 100,0 %

Logo:

A água da *Bica Barbosa* é hipotermal, hiposalina, hipotónica, *bicarbonatada mixta* (sobretudo cálcica e sódica), *cloretada, silicatada, sulfatada — sódica, cálcica, potássica, magnésica, litínica, férrea*.

Contém além disso quantidades ponderáveis de elementos mais raros: o *fluor*, o *brómio*, o *boro*, o *arsénico*, o *manganés*, o *titânio*, etc.; elementos a alguns dos quais se liga hoje uma grande importância biológica e terapêutica.

Assim a presença de *silica* (substância bio-plástica), de *fluor*, de *arsénico*, de *manganés*, de *boro* (elementos normais do organismo) torna esta água deveras notável e certamente devem contribuir estes corpos para os efeitos terapêuticos observados com o uso desta água.

É água muito *ionizada*.

Contém *gases raros*.

Higiênicamente considerada é *puríssima* (isenta de contaminação).

Constitui um tipo único em Portugal de entre as águas analisadas, não se podendo confundir com outras.

Vamos ver que as procedentes conclusões e considerações aplicam-se, duma maneira mais acentuada ainda, para a água da *Bica de Fora* que passamos a descrever.

Bica de Fora

Depois dos estudos preliminares e colheita da Água da Bica de Fora, esta foi captada novamente pelo ilustre Engenheiro Prof. Freire d'Andrade.

Este meu colega entendeu e muito bem que, podendo ter havido uma modificação na composição química da água após a nova captagem em 12 de Maio (1921) remeteu amostras para fixar este ponto.

Procedi à determinação do resíduo sêco, da alcalinidade; cloretos, cálcio, sílica, e verifiquei duma maneira positiva que a água não sofreu alteração na sua composição, conservando assim todo o seu valor os números que constam do actual estudo.

QUADRO I

BICA DE FORA

Composição elementar

(Por litro)

Temperatura da água na nascente, em 7-2-1921...	30°,9
Densidade a 15°.....	1,0001
Resíduo da evaporação directa, sêco a 130°.....	0 ^{gr} ,1103
Índice refractométrico a 18°.....	1.333.25
» crioscópico Δ	0°,01
Condutibilidade eléctrica {	Condutância X10 ⁻⁵ 13,3
	Resistividade..... 7498 ohms
Alcalinidade.....	10 ^{cc} ,4 (soluto $\frac{N}{10}$)
	cc.
Gases dissolvidos {	Anídrido carbónico... 5,4
	Oxigénio 5,2
a 0° e 760 ^m / _m {	Azote..... 11,4
	Argon, etc..... vestígios
	22 ^{cc} ,0

A — Resíduos halogênicos

		gr.
Cloro	Cl	0,009.23
Brômio	Br	0,000.06
Fluor	F	0,000.80
Ácido sulfúrico.....	SO ⁴	0,010.8
» fosfórico.....	PO ⁴	0,000.44
» bórico.....	BO ²	0,000.03
» nítrico.....	NO ³	0,000.62
Sílica.....	SiO ²	0,021.80
Ácido carbônico.....	CO ³	0,078.27
Anídrido carbônico.....	CO ²	0,057.40
Ácido arsênico.....	AsO ⁴	0,000.003
Anídrido titânico.....	TiO ²	0,000.04

B — Metais

		gr.
Sódio.....	Na	0,010.33
Potássio.....	K	0,002.73
Lítio.....	Li	0,000.20
Rubídio.....	Rb	vestígios
Magnésio.....	Mg	0,000.94
Cálcio.....	Ca	0,018.88
Bário.....	Ba	0,000.07
Estrôncio.....	Sr	0,000.11
Alumínio.....	Al	0,000.17
Ferro.....	Fe	0,000.70
Manganés.....	Mn	0,000.08
Iodo }	nulos em 50 litros	
Nitritos }		
Césio, Níquel, Amônio, Cobalto, Urânio, Cobre, }	nulos em	
Chumbo, Estanho, Antimônio, Bismuto }	50 litros	

C — Matérias orgânicas

(Em ácido oxálico C²O⁴H². 2H²O)..... 0^{gr},000.10

QUADRO II

BICA DE FORA

Agrupamento hipotético dos elementos

(Por litro)

		gr.
Bicarbonato de cálcio.....	$(CO^3H)^2Ca$	0,069.50
» » sódio.....	CO^3HNa	0,012.23
» » lítio.....	CO^3HLi	0,001.94
» » bário.....	$(CO^3H)^2Ba$	0,000.13
» » estrôncio.....	$(CO^3H)^2Sr$	0,000.25
» » ferro.....	$(CO^3H)^2Fe$	0,002.22
» » manganés.....	$(CO^3H)^2Mn$	0,000.26
Cloreto de sódio.....	$ClNa$	0,015.21
Brometo de sódio.....	$BrNa$	0,000.077
Fluoreto de sódio.....	FNa	0,001.76
Borato de sódio.....	BO^2Na	0,000.048
Sulfato de magnésio.....	SO^4Mg	0,004.70
» » cálcio.....	SO^4Ca	0,005.86
» » potássio.....	SO^4K^2	0,005.25
Arseniato de sódio.....	AsO^4Na^2H	0,000.004
Nitrato de potássio.....	NO^3K	0,001.00
Fosfato de alumínio.....	PO^4Al	0,000.01
Sílica.....	SiO^2	0,021.80
Anídrido titânico.....	TiO^2	0,000.04
Matérias orgânicas (em $C^2O^4H^2. 2Aq$).....		0,000.10
Bicarbonato de Rubídio.....		vestígios
<i>Mineralização fixa</i>		0,142.989
Anídrido carbônico livre.....		0,010.63 ¹
<i>Substâncias dissolvidas</i>		0,153.619

Elementos pesquisados e não mencionados acima:

Iodetos, nítritos.....	}	nulos em 50 litros
Césio, Amônio, Níquel, Cobalto, Urânio, Cobre,		
Chumbo, Estanho, Antimônio, Bismuto		

¹ ou 5cc,4 a 0o/760 m/m.

Gases dissolvidos (além de CO_2 a 0° e 760 m/m)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Oxigénio} \dots\dots\dots \\ \text{Azote} \dots\dots\dots \\ \text{Argon, etc.} \dots\dots\dots \end{array} \right.$	5 ^{cc} ,2	} 16 ^{cc} ,6
		11,4	
		vestígios	

QUADRO III

BICA DE FORA

Distribuição do ácido carbónico

(Por litro)

Ácido carbónico total (CO_2).....	0 ^{gr} 078,27
CO_2 combinado com o sódio.....	0,008.70 para bicarbonatos
» » » » lítio.....	0,001.72
» » » » cálcio.....	0,051.48
» » » » bário.....	0,000.06
» » » » estrôncio..	0,000.14
» » » » ferro.....	0,001.50
» » » » manganés	0,000.18
CO_2 combinado (Bicarbonatos)...	0,063.78
» livre.....	0,014.49
» total.....	0,078.27

ou:

Anídrido carbónico combinado.....	0,046.77
» » livre.....	0,010.63 ou 5 ^{cc} ,4
» » total.....	0,057,40

QUADRO IV

BICA DE FORA

Resíduo sêco comparado com a composição calculada em carbonatos neutros CO_3M^2

Resíduo sêco directo.....	0,110,3
Composição, calculada em carbonatos neutros.....	0,110,0

QUADRO V

ALCALINIDADE — (Bica de Fora)

Alcalinidade <i>observada</i>	10,4	$\frac{N}{10}$
» <i>deduzida</i> da composição química....	10,6	

Os resultados dos *Quadros IV e V* demonstram a exactidão da análise e cálculos respectivos.

VI

Considerações sôbre a análise química da Agua da Bica de Fora e Conclusões

Podemos agora chegar às seguintes conclusões:

A água da *Bica de Fora*:

- 1.º) É termal.
- 2.º) Pela sua mineralização fixa ou quota salina é *hipo-salina*.
- 3.º) Pelas suas constantes físico-químicas é *hipotónica*.
- 4.º) É muito *ionizada*.
- 5.º) A água da *Bica de Fora* tem composição complexa, pela variedade dos seus componentes: é *oligo* e *poli-crenática*.
- 6.º) Os constituintes *ácidos* e *básicos* dividem-se assim:

	Por litro gr.	Por cento
Elementos <i>ácidos</i> (resíduos halogénicos)...	0,122.12	78 ‰
» <i>básicos</i> (metais).....	0,034.21	22 ‰
» doseados.....	0,156.33	100

A repartição dos *elementos ácidos* é a seguinte:

Ácido carbónico (CO ³).....	64,1 ‰
Sílica.....	17,9
Ácido sulfúrico (SO ⁴).....	8,8
Cloro.....	7,5
Outros elementos ácidos.....	1,7
	<u>100,0</u>

Os *Elementos básicos ou metálicos* dividem-se assim:

Cálcio.....	55,0 %
Sódio	30,3
Potássio.....	8,0
Magnésio.....	2,7
Ferro.....	2,0
Outros metais.....	2,0
	<hr/>
	100,0

Vê-se claramente que, pela *ordem decrescente*, a Água da Bica de Fora é *carbónica, silicatada, sulfo-cloretada*, sendo os ácidos combinados com os seguintes metais, também em ordem decrescente: *cálcio, sódio, potássio, magnésio, ferro, lítio*, etc.

7.º) O exame do *Quadro II* põe estes factos mais em relevo:

Sendo a mineralização fixa de 0^{gr},143 os *sais mais importantes* são:

<i>Bicarbonatos</i>	0 ^{gr} ,086.6 ou seja	60,5 %
(dos quais o <i>Bicarbonato de cálcio</i> constitui 80 % dos bicarbonatos totais ou 48,6 % da mineralização fixa)		
<i>Sílica</i>	0 ^{gr} ,021,8 ou seja	15,2 %
<i>Sulfatos</i>	0 ^{gr} ,015.8 » »	11,0 %
<i>Cloretos</i> (de sódio).....	0 ^{gr} ,015.2 » »	10,6 %
Outros sais e compostos diversos.....		2,7 %
		<hr/>
		100,0 %

Logo:

A água da *Bica de Fora* é termal, hiposalina, hipotónica, muito ionizada, *bicarbonatada cálcica* e mixta, *silicatada, sulfo-cloretada, sódica, potássica, magnésica, lítínica, férrea*.

Contém além disso quantidades ponderáveis de elementos mais raros: *fluor, brómio, boro, arsénico, manganés, titânio*, cujo papel fisiológico e terapêutico já indiquei mais acima.

Contém *gases raros*.

Higiênicamente considerada é *isenta de contaminação* (puríssima).

Semelhantemente ao que se dá com a «*Bica Barbosa*» constitui a *Água da Bica de Fora* um tipo único e inconfundível de entre tôdas as águas nacionais.

Comparação da água da Bica Barbosa e da água da Bica de Fora

O exame atento dos quadros precedentes demonstra nitidamente que as duas águas estudadas *pertencem ao mesmo tipo hidrológico*. Os eu arcaboço é semelhante — o que não quer dizer que sejam as duas águas iguais.

A *Bica de Fora* é muito *mais mineralizada* do que a B. Barbosa (143 mgr. contra 114 mgr. por litro) o que corresponde a uma mineralização de 25 ‰ a mais a favor da B. de Fora.

A *Água da B. de Fora* é essencialmente uma bicarbonatada cálcica, visto que, como vimos, o bicarbonato de cálcio entra por *quasi 50 ‰* da mineralização fixa (e 80 ‰ da totalidade dos bicarbonatos). Segue-se-lhe a *Silica* (15 ‰ da mineralização) que comunica a esta água as propriedades *bioplásticas* bem estudadas ultimamente.

A mineralização *ácida e básica* é representada, nas duas águas, por percentagens quasi idênticas (78 ‰ a 22 ‰), *o que prova bem a semelhança da estrutura mineral*.

A *Água da B. Barbosa* partilha das mesmas propriedades da *B. de Fora*, mas duma maneira geral *mais atenuada* — ou reciprocamente a B. de Fora corresponde ao tipo da B. Barbosa, mas *mais acentuado*.

Alguns estudos sôbre outras nascentes de Caldeas

- | | |
|--|---|
| 1.º) <i>Poço do Carvalho</i> — Temperatura em 6-2-921... | 30º,4 |
| Alcalinidade, por litro..... | 9 ^{cc} ,6 sol. $\frac{N}{10}$ |
| 2.º) <i>Tinas do Carvalho</i> — Temperatura..... | 30º,4 |
| Alcalinidade..... | 10 ^{cc} ,4 sol. $\frac{N}{10}$ |
| 3.º) <i>Poço do Reumatismo</i> — Temperatura..... | 32º,1 |
| Alcalinidade..... | 10 ^{cc} ,2 sol. $\frac{N}{10}$ |

4.º <i>Nascente do Balneário</i> — tapada a nascente de água fria — Temperatura.....	30º,2
Alcalinidade.....	10 ^{cc} , sol. $\frac{N}{10}$

Lembro aqui que a *B. Barbosa* e a *B. de Fora* deram:

<i>B. Barbosa</i> — Temperatura.....	22º,2
Alcalinidade.....	6 ^{cc} , sol. $\frac{N}{10}$
<i>B. de Fora</i> — Temperatura.....	30º,8
Alcalinidade.....	10 ^{cc} ,4 sol. $\frac{N}{10}$

Vê-se que as nascentes examinadas duma maneira sumária diferem, pela temperatura e pela alcalinidade das nascentes *Barbosa* e *Fora*, e que seja talvez útil e interessante o seu conhecimento químico, físico-químico, etc., mais completo.

Comparação das análises actuais com as precedentes

Comparando os resultados das análises da *B. Barbosa* e da *B. de Fora*, agora efectuadas, com os resultados publicados em 1890 pelos químicos Sousa Gomes e Santos e Silva, vê-se, duma maneira geral que a composição química, na parte reduzida em que se pode fazer a comparação, variou pouco, sendo comtudo as águas um pouco mais mineralizadas hoje, isto é, passados 30 anos.

	Barbosa	Fora
1890 { Resíduo fixo a 130º.....	0 ^{gr} ,084.1	0 ^{gr} ,103
{ Mineralização total.....	0 ^{gr} ,100.8	0 ^{gr} ,128.6
1921 { Resíduo fixo a 130º.....	0 ^{gr} ,091.4	0 ^{gr} ,110.3
{ Mineralização total.....	0,1 ^{gr} 29.2	0 ^{gr} ,153.6

Santos Silva e Sousa Gomes observaram, como eu, o *predomínio* do *bicarbonato de cálcio* e da *sílica* em ambas as águas.

Não se pode levar muito mais longe as comparações porque as ditas análises, embora bem feitas, são deficientes, visto faltarem muitos elementos que reconheci e doseei.

Radioactividade

Procedi ao estudo da Radioactividade das águas de Caldelas, junto à nascente e em Lisboa.

Os ensaios efectuaram-se, em Caldelas, nos dias 6 e 7 de Fevereiro de 1921.

Recorri, como sempre, ao método por *ebulição* e ao aparelho de *Chéneveau-Laborde*.

Pode exprimir-se a radioactividade em *miligramas-minutos*, por 10 litros de água, sendo o miligrama-minuto a quantidade de emanação produzida, num minuto, por um miligrama de Brometo de Rádio Br^2Ra . Hoje exprime-se geralmente a radioactividade em *Curies*, sendo o *Curie* a unidade internacional — ou a quantidade de *emanação* de Rádio, em equilíbrio com um grama de Rádio elemento. Passam-se dos miligramas-minutos para os *Curies*, multiplicando por 73,4.

Os resultados das medidas, concordantes em Caldelas e em Lisboa, foram os seguintes:

A — Nascentes Barbosa e Fora

I — As águas das duas nascentes são *Radioactivas*.

II — *Natureza da Emanação* — As duas águas de Caldelas contêm apenas *Emanação do Rádio*, sem Thorio, nem Actínio.

III — *Quantidade de Emanação do Rádio* — A média de muitos ensaios efectuados na nascente e em Lisboa deu:

Bica Barbosa — Em 10 litros de água $2^{\text{mgr}},14$ minutos (ou 2,14 miligramas-minutos) — quer dizer que a água B. Barbosa contém em 10 litros uma quantidade de emanação igual a que produz, num minuto 2,14 miligramas de Brometo de Rádio, Br^2Ra .

Estes 2,14 mgr. min. correspondem a:

157 milimicrocuries, em 10 litros, ou 157.10^{-9} curies ou $15,7.10^{-9}$ curies *por litro*.

IV — *Pesquisa dos sais solúveis do Rádio* — A água fervida, passado alguns dias — ou a água primitiva um mês depois de captada, deu resultados *negativos*, sob o ponto de vista Rádio.

Resultados igualmente *negativos* com o resíduo da evaporação de 10 litros da água.

Conclui-se daqui que a Água da Bica Barbosa deve a sua radioactividade à Emissão do Rádio (*Radon*) que dissolveu durante o seu percurso subterrâneo.

Bica de Fora — Em 10 litros de água existem 2 miligr.-minutos de emissão — o que corresponde a 146,8 milimicrocuries, em 10 litros ou $146,8 \times 10^{-9}$ curies ou 14,68 milimicrocuries por litro.

Também não contém sais solúveis de Rádio.

As águas de Cadelas (*B. Barbosa* e *B. de Fora*) são pois muito radioactivas — ocupando o 2.º lugar, logo após a água de Luso, de entre as águas portuguesas devidamente analisadas.

Certamente que a radioactividade destas águas constitui um elemento de valor para a acção terapêutica que elas exercem.

Das duas águas examinadas vê-se que a mais radioactiva é a água da *Bica Barbosa*. Este facto foi bem confirmado, tanto na nascente, como em Lisboa.

Resta-nos dar conta da *análise bacteriológica* e da análise da água potável da estância.

É o que consta das páginas seguintes.

Lisboa, 25 de Junho de 1921.

Charles Lepierre

**Boletim da análise de água «BICA BARBOSA»
remetida pela
EMPRESA DAS ÁGUAS DE CALDELAS
em 7 de Fevereiro de 1921**

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

I

Número de gérmens susceptíveis de se desenvolverem na gelatina a 20°-22° (quinze dias):

Por centímetro cúbico — Bactérias.....	12
Fungos	0

II

Especificação dos gérmens

Saprophytas banais. Nenhum gérmem patogéneo ou suspeito.

III

*Pesquisa dos colibacilos e do bacilo tífico. Título colibacilar.
Ausência em 250^{cc} de água.*

IV

Conclusões e Observações

A Água da *Bica Barbosa*, de Caldelas, bacteriológicamente considerada é *puríssima*.

Lisboa, 30 de Fevereiro de 1921.

O DIRECTOR DO LABORATÓRIO
Charles Lepierre

*Boletim da análise de água «BICA DE FORA»
remetida pela
EMPRESA DAS ÁGUAS DE CALDELAS
em 7 de Fevereiro de 1921*

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

I

Número de gérmes susceptíveis de se desenvolverem na gelatina a 20°-22° (quinze dias):

Por centímetro cúbico — Bactérias.....	6
Fungos.....	0

II

Especificação dos gérmes

Saprophytas banais. Nenhum gérmes patogéneo ou suspeito.

III

*Pesquisa dos colibacilos e do bacilo tífico. Título colibacilar.
Ausência em 250^{cc} de água.*

IV

Conclusões e Observações

A água da *Bica de Fora*, de Caldelas, é *puríssima*.

Lisboa, 30 de Fevereiro de 1921.

O DIRECTOR DO LABORATÓRIO
Charles Lepierre

**Boletim da análise de «ÁGUA POTÁVEL»
da Estância termal de
CALDELAS colhida em 7 de Fevereiro de 1921**

ANÁLISE QUÍMICA HIGIÊNICA

<i>Exame organolético</i> —	Sabor.....	agradável
	Aparência.....	límpida
	Côr.....	incolor
	Cheiro.....	nenhum
	Depósito.....	nulo
	Alteração.....	nenhuma
<i>Exame qualitativo</i> —	Reacção.....	levemente ácida
	Cloretos.....	vestígios
	Sulfatos.....	vestígios
	Carbonatos.....	vestígios
	Nitratos.....	vestígios
	Sais de cálcio.....	vestígios
	Sais de magnésio.....	vestígios
	Sais de sódio.....	vestígios

Determinações quantitativas (por litro):

	gr.
Resíduo sêco a 180°.....	0,070.4
Grau hidrotimétrico.....	1°
Cloretos (em cloro).....	0,016.3
Cloretos (em cloreto de sódio).....	0,026.9
Nitratos (em nitrato de potássio).....	0,010.0
Nitritos.....	nulos
Sais de amónio.....	nulos

Matérias orgânicas (em oxigénio consumido)...	gr. 0,000.1
Matérias orgânicas (em ácido oxálico crist.).....	0,000.8
Alcalinidade (em carbo- nato de cálcio).....	0,000.4

Composição aproximada (por litro):

	gr.
Cloretos (em NaCl).....	0,026.9
Carbonatos (em CaCO_3)	0,000.4
Nitratos (em KNO_3).....	0,010.0
Matérias orgânicas (em ácido oxálico).....	0,000.4
Sulfatos, sílica, etc. (por diferença)	<u>0,032.7</u>
Mineralização	0,070.4

Conclusões — A água potável da Estância de Caldelas é muito leve e isenta de contaminação e por isso *puríssima*.

Lisboa, 29 de Julho de 1921.

O DIRECTOR DO LABORATÓRIO

Charles Lepierre

