

A Qualidade das Águas de Mesa Portuguesas

VICTOR M. M. LOBO* e MANUELA ARAÚJO**

Efectuaram-se análises químicas dos parâmetros fundamentais em todas as águas de mesa que conseguimos obter no mercado nacional (todas portuguesas). Verifica-se que a maioria dos rótulos refere resultados de análise para poucos parâmetros. Contudo, de um modo geral, os valores indicados nos rótulos coincidem razoavelmente com as nossas análises e, quer estes quer os outros parâmetros analisados, mostram tratar-se de águas de boa qualidade segundo os critérios cientificamente aceites e também segundo a legislação em vigor.

INTRODUÇÃO

Felizmente, o nosso país tem grandes capacidades de produção de águas naturais de excelente qualidade para consumo humano, dadas as nossas condições orográficas e pluviais. Daí o mercado nacional ter uma abundante diversidade de águas de mesa (Tabela 1), sobretudo quando em comparação com o mercado britânico, americano ou australiano.

Infelizmente, a situação no que respeita a águas fornecidas por entidades municipais (ou similares) para distribuição domiciliária, em princípio também para consumo humano, já deixa muito a desejar, como os recentes acontecimentos na cidade de Évora relativamente ao teor em alumínio bem demonstram. O Decreto-Lei 74/90 de 7 de Março indica parâmetros químicos a ter em conta para a classificação de águas de abastecimento para consumo humano.

Para o presente trabalho adquirimos amostras de todas as águas que conseguimos encontrar em mercados de Coimbra, Porto, Vila Nova de Famalicão, etc., tendo colectado o conjunto descrito na Tabela 1. Infelizmente não conseguimos encontrar amostras de "Água do Castelo", "Fonte das Avenças", "Serra do Trigo" e "Castelo de Vide", que sabemos existirem ou terem existido no mercado. Também não procurámos fontes oficiais ou comerciais apropriadas para averiguar de outras eventuais marcas disponíveis

no mercado por nos parecer que, para o objectivo em causa, tal não se justificaria.

Procedemos a análises químicas destas e comparamos os valores por nós obtidos com os indicados nos rótulos, bem como com os critérios de qualidade estabelecidos pelo Decreto-Lei 74/90, muito embora este Decreto tenha em vista só águas de abastecimento para consumo humano.

PARTE EXPERIMENTAL E CONCLUSÕES

As amostras foram recolhidas dos seus locais de venda tal como se encontram, sendo nossa preocupação que estivessem devidamente seladas. Adquiriram-se geralmente 3 a 5 garrafas de 1.5 litros, ou 1 garrafão de 5 l.

Foram analisados os parâmetros químicos indicados na Tabela 1 por métodos descritos na bibliografia desta área, nomeadamente [1] e [2] que, face a sua divulgação, nos dispensamos de descrever. São também já bem conhecidos os critérios de cariz médico e estatístico que levam aos conceitos de "Valor Máximo Recomendado" (VMR) e "Valor Máximo Admissível" (VMA). Como é óbvio, será desejável que uma água não tenha, para um dado parâmetro, um valor superior ao VMR, e para poder ser considerada água de consumo, não pode ter um valor superior ao VMA. Note-se que há aspectos que se podem prender com condições logísticas relativas à distribuição da água, e não tanto à saúde humana. Assim, por exemplo, a recomendação segundo a qual o pH da água se não deve situar abaixo de 6.5, prende-se com os problemas de corrosão (que por sua vez podem causar problemas de saúde) nas condutas de ferro galvanizado, normalmente usadas nos sistemas municipais. Assim, uma água de mesa como, por exemplo, "Água de Luso", que tem um pH = 5.6, embora abaixo do previsto para "águas de abastecimento para consumo humano", não deve obviamente ser rejeitada por esse facto como água de mesa [3].

A Tabela 1 apresenta, com o título "valor obtido", os resultados das análises por nos efectuadas para os seguintes

parâmetros: pH, resíduo seco, condutibilidade, dureza total, alcalinidade total, hidrogenocarbonato (bicarbonato), oxidabilidade, sílica, cloreto, sulfato, nitrato, nitrito, cálcio, magnésio, ferro total e amónio. Mostra também, com o título "valor indicado", os valores fornecidos nos rótulos. Note-se que para muitos parâmetros os rótulos nada indicam (como, por exemplo, acerca dos nitratos).

As linhas desvio [(obt.-ind.)/med.] indicam, em termos percentuais, o desvio entre os valores das nossas análises e o indicado no rótulo (quando tal acontece), relativamente a média desses dois valores. Refira-se que, de um modo geral (salvo no caso de valores absolutos muito baixos), os desvios percentuais entre os valores indicados e os valores obtidos são relativamente baixos, tendo em consideração o intervalo de tempo decorrido entre as análises indicadas nos rótulos e as nossas análises. Exceptua-se o caso da água do "Caramulo" que, apesar de um pequeno desvio no resíduo seco, apresenta grandes desvios a nível de composição, nomeadamente no pH, hidrogenocarbonato, sílica e cloreto.

Na generalidade, a composição das águas de mesa estudadas esta dentro dos limites indicados no D.L. 74/90, excepto para os seguintes casos (unidades tal como indicadas na Tabela 1; VMR = Valor Máximo Recomendado):

Água Viva:

condutibilidade = 444; VMR = 400
cloretos = 61.5; VMR = 25
sulfatos = 66.9; VMR = 25

S. Lourenço:

cloretos = 34.1; VMR = 25

Vimeiro:

condutibilidade = 1387; VMR = 400
cloretos = 224.8; VMR = 25
sulfatos = 92.9; VMR = 25
cálcio = 125.5; VMR = 100
amónio = 0.076; VMR = 0.05

Pizões:

condutibilidade = 803; VMR = 400
cloretos = 93.6; VMR = 25
cálcio = 113.8; VMR = 100

Note-se, contudo, que em nenhum destes casos se excede o valor máximo admissível (VMA).

Água		Fastio	Luso	Alardo	Serra da Estrela	Marão	Água Viva	Cruzeiro	São Lourenço	Vitalis	Caramulo	Carvalhos	Serrana	São Silvestre	Vimeiro	Pizões	Ladeira Envidos	Grichões
pH (valor indicado)	Sorensen	5.9	5.6	5.9	5.82	5.7	6.76	6.88	6.6	5.3	5.5	7.91	5.9	7.1	7.00	7.2	5.0	5.3
pH (valor obtido)	Sorensen	6.30	5.87	6.14	6.17	6.27	7.42	7.32	7.14	5.99	7.02	8.05	6.22	7.74	7.34	7.72	5.53	6.03
Desvio pH [(obt.-ind.)/7]		5.7%	3.9%	3.4%	5.0%	8.1%	9.4%	6.3%	7.7%	9.9%	21.7%	2.0%	4.6%	9.1%	4.9%	7.4%	7.6%	10.4%
Resíduo Seco (valor indicado)	mg/l	34.2	40.0	28.0	26.0	27.3	288.6	146.6	206.0	46.6	85.4	245.5	37.6	180.6	917.0	530.0	28.0	32.8
Resíduo Seco (valor obtido)	mg/l	36.6	37.6	23.8	20.2	27.0	305.6	134.4	233.6	43.2	90.2	185.4	49.2	182.6	889.8	519.2	35.4	43.8
Desvio Res. Seco [(obt.-ind.)/med.]		6.8%	-6.2%	-16.2%	-25.1%	-1.1%	5.7%	-8.7%	12.6%	-7.6%	5.5%	-27.9%	26.7%	1.1%	-3.0%	-2.1%	23.3%	28.7%
Condutibilidade (valor obtido)	µS/cm	37.2	49.5	23.6	22.9	33.0	444	234	369	42.6	91.5	195	66.9	266	1387	803	31.4	47.3
Dureza Total (valor indicado)	mg CaCO ₃ /l							100										
Dureza Total (valor obtido)	mg CaCO ₃ /l	7.5	9.4	3.8	4.7	10.6	147	100	155	4.7	20.1	19.3	17.6	85.7	414	393	3.9	9.5
Alcalinidade Total (valor obtido)	mg CaCO ₃ /l	17.9	16.2	13.1	13.0	18.0	145	198	255	11.6	61.5	212	27.5	211	716	630	2.0	11.0
Bicarbonato (valor indicado)	mg HCO ₃ /l	9.2	11.0	6.6		9.0		126.3	134.2	7.3	14.6	133.8	8.6	114.7	441.6	383.1	1.7	2.4
Bicarbonato (valor obtido)	mg HCO ₃ /l	10.9	9.9	8.0	8.0	11.0	88.5	120.6	155.3	7.1	37.5	129.4	16.8	129.0	436.8	384.3	1.2	6.7
Desvio Bicarb. [(obt.-ind.)/med.]		17.1%	-10.7%	19.1%		19.8%		-4.6%	14.6%	-3.1%	87.9%	-3.3%	64.4%	11.7%	-1.1%	0.3%	-32.9%	94.6%
Oxidabilidade (valor obtido)	mg O ₂ /l	0.10	0.18	0.18	0.18	0.20	0.39	0.12	0.12	0.12	0.16	0.12	0.16	0.34	0.72	0.42	0.13	0.18
Silica (valor indicado)	mg SiO ₂ /l	13.1	13.0	12		5.9		13.6		21.6	13.4	39.1	10.6				10.9	7.2
Silica Molibd. (valor obtido)	mg SiO ₂ /l	14.1	13.2	13.3	11.1	7.1	33.0	14.5	14.8	20.0	38.5	41.0	13.4	14.1	13.0	25.0	9.2	7.7
Desvio Silica [(obt.-ind.)/med.]		7.4%	1.5%	10.3%		18.5%		6.4%		-7.7%	96.7%	4.7%	23.3%				-16.9%	6.7%
Cloreto (valor indicado)	mg Cl/l	4.6	8.5	2.4		4.5		16.5	38.3	7.4	23.8			34.1	221.9	103.7	6.8	9.2
Cloreto (valor obtido)	mg Cl/l	4.9	7.9	1.9	2.1	3.7	61.5	16.9	34.1	7.1	7.1	3.8	9.0	32.8	224.8	93.6	6.1	9.1
Desvio Cloreto [(obt.-ind.)/med.]		6.3%	-7.3%	-23.3%		-19.5%		2.4%	-11.6%	-4.1%	-108.1%			-3.9%	1.3%	-10.2%	-10.9%	-1.1%
Sulfato (valor indicado)	mg SO ₄ /l		1.1					1.6		1.9	11.0					17.8		
Sulfato (valor obtido)	mg SO ₄ /l	0.2	1.2	0.1	0.3	0.3	66.9	1.4	10.8	2.1	6.6	8.0	4.5	4.8	92.9	20.4	1.7	0.5
Desvio Sulfato [(obt.-ind.)/med.]			8.7%					-13.3%		10.0%	-50.0%					13.6%		
Nitrato (valor indicado)	mg NO ₃ /l			1.6														
Nitrato (valor obtido)	mg NO ₃ /l	2.5	1.7	2.0	1.4	1.5	< 1.0	0.8	12.1	1.9	< 1.0	< 1.0	2.5	< 1.0	6.3	19.9	< 1.0	4.0
Nitrito (valor obtido)	mg NO ₂ /l	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	<0.001	0.003	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.002	0.003	0.001	0.003	<0.001
Sódio (valor indicado)	mg Na/l	5.0	6.9	3.5		3.0		10.2	20.2	6.0	20.7	49.6	6.5	31.1	157.7	34.0	3.9	6.2
Potássio (valor indicado)	mg K/l	0.6	0.8					5.8		2.1	1.1				23.2			0.85
Cálcio (valor indicado)	mg Ca/l	1.8	0.8	1.1		2.2		19.6	48.2	1.2	3.2			23.2	116.0	118.0	1.1	1
Cálcio (valor obtido)	mg Ca/l	2.1	2.1	1.5	1.4	3.0	33.6	20.6	54.4	1.1	5.7	6.9	4.1	29.4	125.5	113.9	0.6	2.2
Desvio Cálcio [(obt.-ind.)/med.]		15.4%	89.7%	30.8%		30.8%		5.0%	12.1%	-8.7%	56.2%			23.6%	7.9%	-3.5%	-58.8%	75.0%
Magnésio (valor indicado)	mg Mg/l		1.6					12.4			1.2					29.2		
Magnésio (valor obtido)	mg Mg/l	0.5	1.0	< 0.1	0.3	0.8	14.9	11.9	4.6	0.5	1.4	0.5	1.8	3.0	24.4	26.4	0.6	1.0
Desvio Magnes. [(obt.-ind.)/med.]								-4.1%			15.4%					-10.1%		
Ferro Total (valor indicado)	mg Fe/l					<0.05					0.021							
Ferro Total (valor obtido)	mg Fe/l	0.011	0.003	0.011	0.001	0.011	0.033	0.032	0.025	0.017	0.021	0.012	0.004	0.011	0.019	0.014	0.018	0.019
Amônio (valor indicado)	mg NH ₄ /l										0.004							
Amônio (valor obtido)	mg NH ₄ /l	0.025	0.020	0.020	0.023	0.033	0.013	0.026	0.022	0.023	0.012	0.022	0.008	0.009	0.076	0.002	0.017	0.005
Fluoreto (valor indicado)	mg F/l	0.2	<0.05					0.15				3.1						

Tabela 1 - Comparação entre os valores indicados nos rótulos das embalagens das águas de mesa com os valores obtidos das nossas análises.

Nas figuras 1 a 7 apresentam-se, em gráfico de barras, comparações entre os valores obtidos nas nossas análises e os valores indicados nos rótulos para, respectivamente, os seguintes parâmetros: pH, resíduo seco, sílica, hidrogenocarbonato, cloreto, sulfato e cálcio.

Da Fig. 1 verifica-se que todos os valores de pH medidos estão acima dos indicados nos rótulos, o que leva a crer tratar-se de uma consequência natural do armazenamento. Apenas a água do "Caramulo" apresenta uma grande diferença (de 5.5 para 7.0). As eventuais diferenças de temperatura de análise (de 17 a 25°C) praticamente só se fazem sentir na casa dos centésimos. Como já foi dito, o VmA (valor mínimo admissível) no D.L. 74/90 (6.5) não é aqui aplicável.

Na Fig. 2 verificamos que o resíduo seco determinado é muito próximo do indicado para todas as águas analisadas. Pode concluir-se que, de um modo geral, são águas pouco mineralizadas (10 águas com menos de 100 mg/l, 5 águas entre 100 e 300 mg/l); exceptuam-se as águas do "Vimeiro" (≈900 mg/l) e de "Pizões" (≈500 mg/l). Todas as águas estão conforme o D.L. 74/90, que apresenta um VMA de 1500 mg/l, não mencionando um VMR, e também obedecem ao valor limite recomendado pela Organização Mundial de Saúde de 1000 mg/l. Geralmente uma água com mineralização inferior a 600 mg/l é considerada "boa", e "desagradável" para cima de 1200 mg/l [2].

Da Fig. 3 conclui-se que todos os valores obtidos para a sílica coincidem razoavelmente com os indicados nos rótulos (das que o indicam), salvo o caso da água do "Caramulo", cujo valor obtido é mais do dobro do valor indicado.

Também na Fig. 4 se verifica que os teores em hidrogenocarbonato são muito semelhantes aos indicados para todas as águas, salvo no caso da água do "Caramulo" em que, apesar da diferença em valor absoluto ser pequena por ter baixa concentração, o valor obtido é cerca do dobro do valor indicado.

Da Fig. 5 verifica-se que também a concentração obtida em cloretos está muito próxima dos valores indicados, com excepção da água do "Caramulo" que, neste caso, tem menos de metade da concentração indicada. O VMR de 25 mg Cl/l é ultrapassado pelas águas mais mineralizadas "Água Viva", "S.

Fig. 1 - Comparação entre os valores de pH indicados nos rótulos e os valores obtidos.

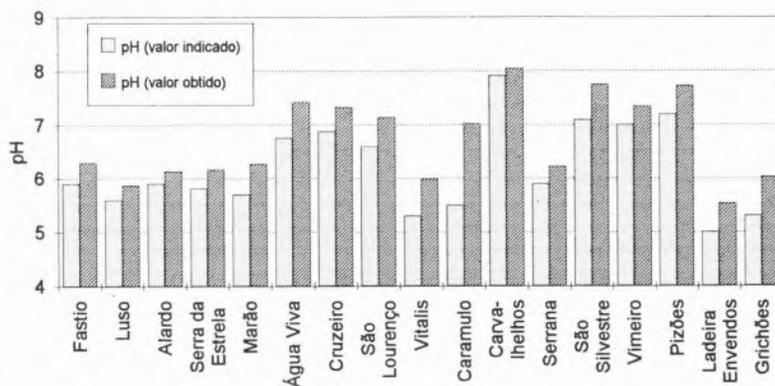


Fig. 2 - Comparação entre os valores de resíduo seco indicados nos rótulos e os obtidos.

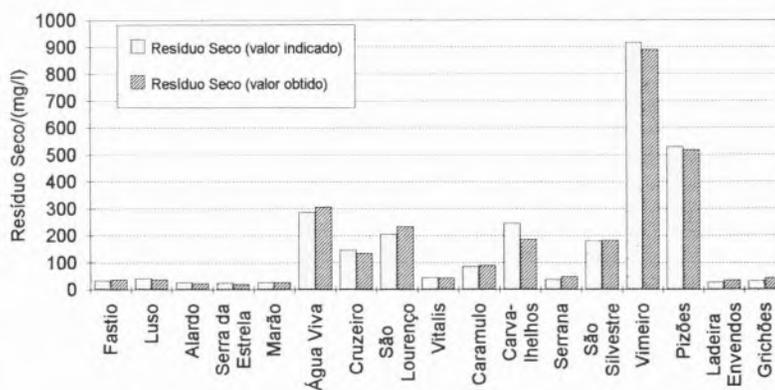


Fig. 3 - Comparação entre os valores de sílica indicados nos rótulos e os valores de sílica molibdoactiva obtidos.

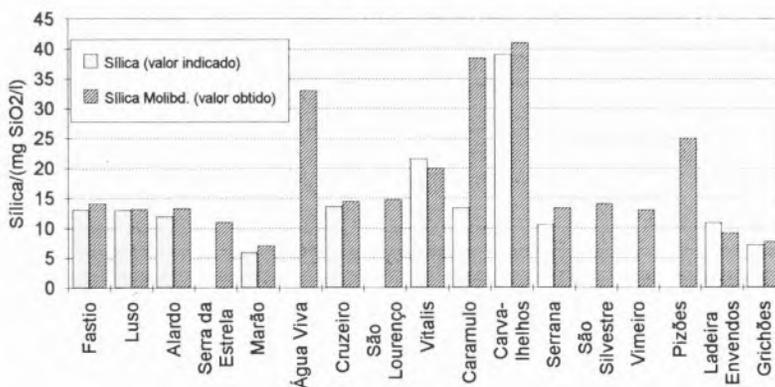


Fig. 4 - Comparação entre os valores de concentração de hidrogenocarbonato (bicarbonato) indicados nos rótulos e os obtidos.

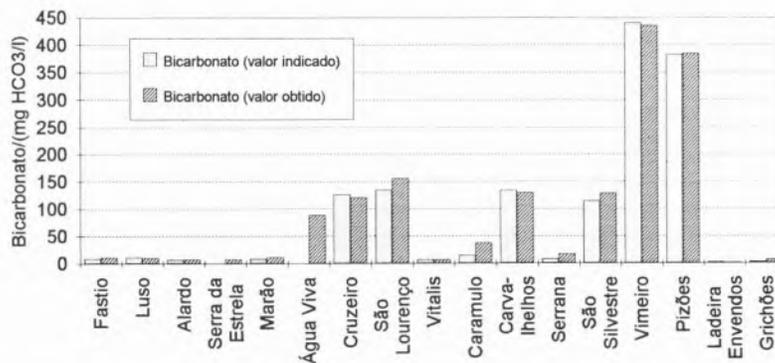


Fig. 5 - Comparação entre os valores da concentração de cloreto indicados nos rótulos e os obtidos.

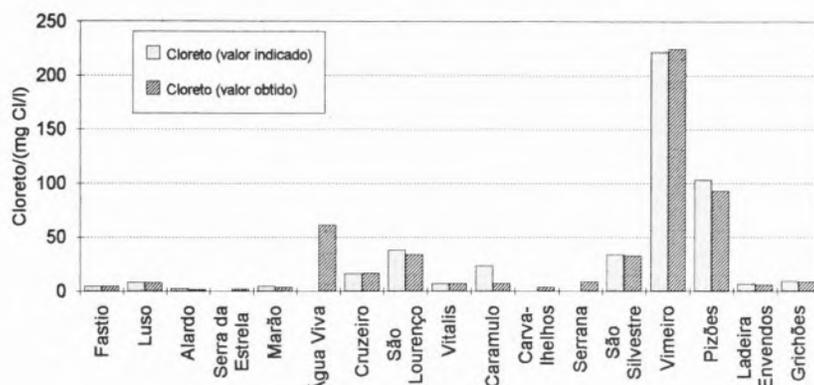


Fig. 6 - Comparação entre os valores da concentração de sulfato indicados nos rótulos e os obtidos.

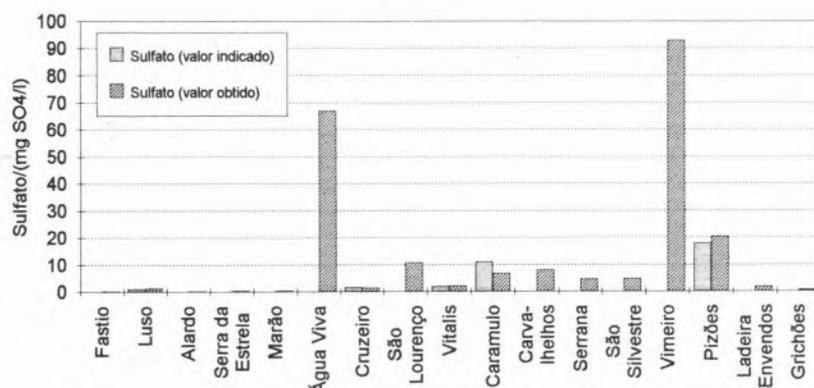


Fig. 7 - Comparação entre os valores da concentração de cálcio indicados nos rótulos e os obtidos.

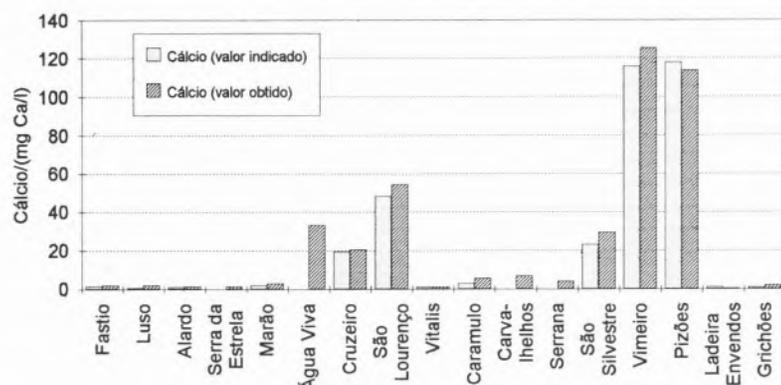
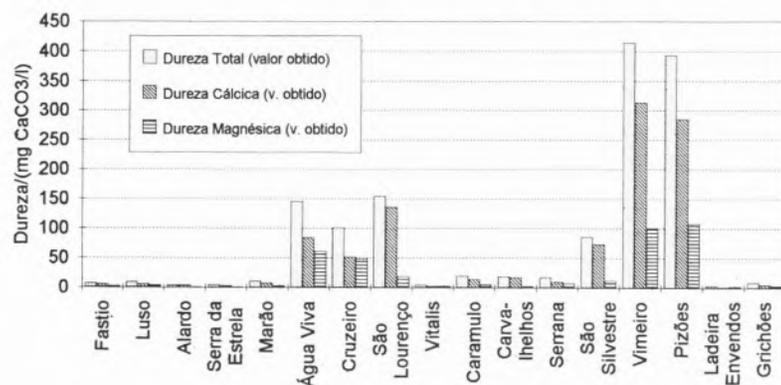


Fig. 8 - Valores obtidos de dureza total, dureza cálcica e dureza magnésica para as 17 águas analisadas.



Lourenço", "S. Silvestre", "Vimeiro" e "Pizões".

Da Fig. 6 conclui-se que poucas águas indicam a concentração em sulfato, não havendo grandes diferenças entre os valores obtidos e os indicados (quando o são). Apenas as águas "Vimeiro" e "Água Viva" ultrapassam o VMR de 25 mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{l}$.

A Fig. 7 mostra-nos as concentrações em cálcio, verificando-se uma razoável concordância entre os valores obtidos e os indicados; apenas duas águas ultrapassam o VMR de 100 mg Ca^{2+}/l ("Vimeiro" e "Pizões").

A Fig. 8 apresenta as durezas obtidas para as águas analisadas em termos de dureza total e das suas 2 componentes: dureza cálcica e dureza magnésica. Nenhuma água ultrapassa o Valor Máximo Admissível (VMA), de 500 mg CaCO_3/l . De acordo com [4], uma água com menos de 75 mg CaCO_3/l de dureza total é considerada macia; de 75 a 150 mg CaCO_3/l considera-se mediamente dura; de 150 a 300 mg CaCO_3/l e considerada dura; a partir dos 300 mg CaCO_3/l considera-se muito dura. Segundo este critério temos uma maioria de águas macias, 4 águas médias ("Água Viva", "Cruzeiro", "S. Lourenço" e "S. Silvestre"), e 2 águas muito duras ("Vimeiro" e "Pizões"). No entanto, o VMA fixado prende-se apenas com questões domésticas (prevenção de incrustações nas canalizações), e não com eventuais efeitos menos benéficos na saúde.

A Fig. 9 apresenta uma comparação entre os valores obtidos para o resíduo seco e para a condutibilidade, verificando-se existir uma certa correlação de proporcionalidade directa, como era de esperar, pois a composição química (iónica) das águas é semelhante.

A Fig. 10 apresenta o valor da razão entre a condutibilidade e o resíduo seco, em função do resíduo seco, para as 17 águas analisadas. Daqui se pode concluir haver uma tendência para a razão "condutibilidade/resíduo seco" aumentar à medida que aumentam os valores de resíduo seco. Isto pode ser explicado pelo facto de as águas com maior resíduo seco terem também maiores concentrações em hidrogenocarbonato, ião este que contribui quantitativamente para a condutibilidade, mas apenas em cerca de metade para o resíduo seco. Efectivamente, no processo de evaporação e secagem a 180°C para a

Fig. 9 - Comparação entre os valores obtidos de resíduo seco e de condutibilidade das águas analisadas.

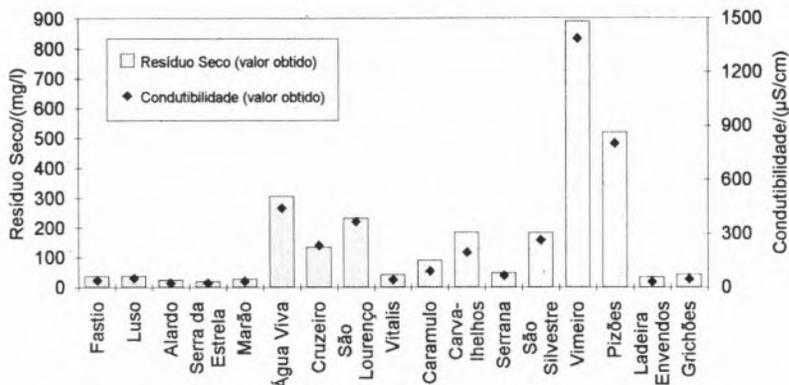
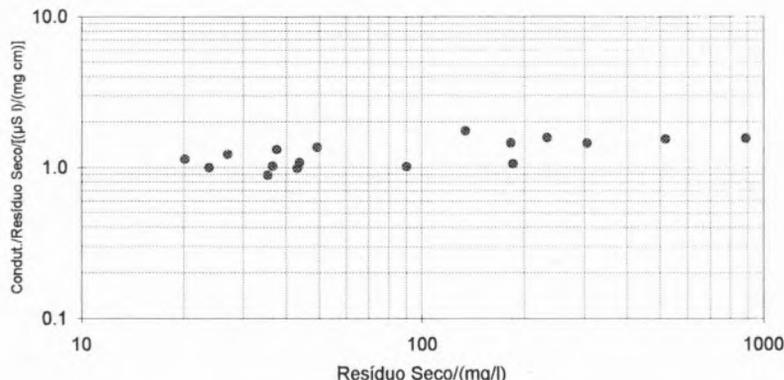
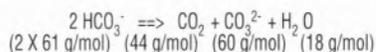


Fig. 10 - Razão entre condutibilidade e resíduo seco em função do resíduo seco, para as águas de mesa analisadas.



determinação do resíduo seco ocorre a seguinte reacção:



Dos produtos de reacção, o dióxido de carbono e a água evaporam, dadas as condições de temperatura, e o ião carbonato precipita juntamente com cationes presentes; assim, há uma "perda" teórica de hidrogenocarbonato de 50.8% [(2 X 61 - 60)/(2 X 61)]; experimentalmente, obtivemos perdas de HCO₃⁻ na determinação do resíduo seco de 47.2 a 49.9 %, como se pode ver na Tabela 2.

mg HCO ₃ ⁻ /l	perda de HCO ₃ ⁻ (%)	
500	49.9;	49.9
200	49.3;	49.3
100	47.7;	48.1
50	48.0;	47.2

Assim, da Tabela 1 e figuras 1 a 10 tiram-se as seguintes conclusões gerais acerca das águas de mesa portuguesas analisadas:

1 - Dum modo geral os rótulos indicam muito poucos parâmetros relativamente aos que deviam indicar para caracterizar a água [desde 2 parâmetros (pH e Resíduo Seco) até um máximo de 12, sendo o número médio de 7-8 parâmetros]. As nossas análises são, assim, muito mais completas (16 parâmetros analisados).

2 - Geralmente, os valores indicados nos rótulos coincidem razoavelmente com as nossas análises, o que leva a

crer corresponderem à realidade. Há que ter em consideração o intervalo de tempo entre as análises indicadas no rótulo e as análises por nos efectuadas. Há um intervalo que vai de cerca de 1 ano ("Griçhões", "Vitalis" e "Serra da Estrela") até 6 anos ("Serrana") entre a data indicada no rótulo e a data das nossas análises. Exceptua-se um caso ("Caramulo") em que apesar do Resíduo Seco ser da mesma ordem de grandeza, os parâmetros mais significativos (tais como pH, Sílica, Bicarbonato e Cloreto) estão muito distantes dos indicados no rótulo (valores estes que se repetiram numa 2ª análise de diferente amostra da mesma água).

É evidente que é natural que na maioria dos casos a data indicada no rótulo seja anterior a data daquele específico engarrafamento e, por isso, embora em princípio próxima, não se aplique àquela específica amostra.

3 - De um modo geral a composição das águas situa-se dentro dos limites estipulados pelo Decreto-Lei nº 74/90 de 7 de Março para águas de abastecimento para consumo humano, havendo apenas as excepções atrás citadas.

REFERÊNCIAS

1. L.S. Clesceri, A.E. Greenberg and R.R. Trussel, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA-AWWA-WPCF, 17th ed. (1989).
2. Jean Rodier, *L'Analyse de l'Eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de Mer*, 7e ed., Dunod, Paris (1984).
3. Supomos que foi este facto que deu origem a comentários na imprensa segundo os quais o Decreto-Lei 74/90 seria tão rigoroso que nem a "Água de Luso" seria por ele "aprovada"!
4. Russel E. Train, *Quality Criteria for Water*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C., Castle House Publications Ltd (1979).

*Departamento de Química - Universidade de Coimbra

** Universidade Lusíada — Vila Nova de Famalicão



PSL Scientific Ltd

GERBER INSTRUMENTS

PERKIN ELMER



METTLER TOLEDO



Hansatech



A & R DESIGNS LTD



Alltech



UNIEQUIP



Promochem



CONSORT

instrumentos de laboratório e científicos lda

SEDE: RUA DR. ÁLVARO DE CASTRO, 77 · TELS. (01)7962172-7963313-7940261(BA) · FAX (01)7937035 · 1600 LISBOA
AV. DA BOAVISTA, 80, 3.ª, SALA 29 · TELEF. 6097503 · FAX 6003154 · 4000 PORTO
FILIAIS: RUA MACHADO DOS SANTOS, 61-63 · TELEF. 27043 · 9500 PONTA DELGADA-AÇORES
RUA PADRE ESTEVÃO CABRAL, 79, 3.ª, SALA 311 · TEL./FAX (039)35022 · 3000 COIMBRA