

Vigilância de Águas Termais, consumo, recreio e minerais

Ana Paula Pinto Areias

PRODEP 1998

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

622(047.3)
LEMI 1997/AREa

Vigilância de
Águas
Termais,
consumo, recreio e
minerais

Ana Paula Pinto Areias

PRODEP 1998
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

1. ASPECTOS GERAIS DE HIDROGEOLOGIA.....	5
1.1- Ciclo hidrológico e sua quantificação.....	5
1.2- Pesquisa de águas subterrâneas.....	8
1.3- Perímetros de protecção.	10
1.4- Dimensionamento e protecção de captações de águas subterrâneas.....	13
1.4.1- Escolha do tipo de captação.....	14
1.4.2- Técnicas construtivas.....	15
1.4.3- Procedimentos na exploração e no abandono.....	18
1.5- Aquíferos Aquitardos e equicludos.....	19
i)- Aquíferos.....	19
ii)- Aquitardos.....	20
iii)- Aquicludos.....	20
1.6- Contaminação.....	20
1.6.1- Origem das contaminações nas águas subterrâneas e as características dos focos de poluição.....	20
1.6.2- Mecanismos gerais de contaminação.....	23
1.7- Qualidades exigidas às águas normais.....	25
2. ÁGUA DE CONSUMO.....	27
2.1- Directivas comunitárias no domínio da água com relevância para a qualidade da água para abastecimento público.....	27
2.2- Tipos de tratamento da água para abastecimento público.....	30
2.2.1- Desinfecção.....	31
2.2.2- Flotação.....	34
2.2.3- Uso de membranas.....	35
2.3- Reutilização de águas residuais de processo nas estações de tratamento. Tratamento e destino final das lamas produzidas.....	37
3. ÁGUAS MINERAIS NATURAIS E DE NASCENTE.....	40
3.1 - Definição.....	40
3.2 - Classificação das águas minerais e de mesa.....	41
3.3 - Origem da Mineralização das Águas.....	42
3.4 - Evolução da Produção Total.....	43
3.5 - Tipos de águas vendidas em 1991.....	46
3.6 - Comparação das produções de água mineral e de nascente.....	47
3.7 - Exportações.....	51
4. ÁGUAS E ESTÂNCIAS TERMAIS.....	53

4.1 - Definição	53
4.2 - Origem da termalidade das águas	55
4.3 - Localização das nascentes termo-minerais.....	56
4.4 - Uso medicinal das termas	56
4.5 - Actividade termal em Portugal.....	57
4.6 - Análise de frequência termal em 1991.....	58
Totais	59
4.7 - Evolução da actividade termal	61
4.8 - Emprego	61
5. ÁGUAS DE RECREIO.....	63
5.1- A qualidade da água nas praias de banho e o desenvolvimento das zonas costeiras turísticas.	63
5.2- Controle das águas de Banho em Portugal.....	64
5.3- Síntese dos aspectos fundamentais da directiva do conselho 76/160/CEE.....	65
5.3.1- Esta Directiva respeita a água de banho, excluindo-se do domínio de aplicação as águas para usos terapêuticos e águas de piscinas.	65
5.3.2- Duma forma sumária pode dizer-se que a Directiva exige dos Estados membros que:.....	65
5.3.3- A Directiva comunitária impõe os seguintes prazos após a sua notificação:	66
5.4- Aplicação em Portugal da Directiva comunitária	67
Bibliografia	70

INTRODUÇÃO

Pela Ciência antiga (Aristóteles) de quatro elementos se compõe o mundo: A terra, água, fogo e ar.

Da água, a descoberta da sua natureza complexa conta dois séculos (Lavoisier) e a síntese ponderal do oxigénio e hidrogénio, que a compõe tem século e meio (Gay-Lussac). Mas desde sempre, o homem a tem utilizado, mesmo sem lhe vislumbrar os particularismos; e tem procurado explorar racionalmente os recursos hídricos da Terra, como factor básico do progresso geral da humanidade.

Da água se poderá dizer que é, como o ar, combustível da vida, constituindo um meio em que as reacções se passam.

Já no nosso século, com o desenvolvimento industrial, muito se aperfeiçoaram os meios técnicos de obtenção e aproveitamento de água para se satisfazerem as sempre crescentes solicitações industriais, agrícolas, municipais e domésticas; e também já o progresso tecnológico dos nossos dias ensejou transformações frutuosas de aqueles meios para aplicação no presente e para prospecção no futuro.

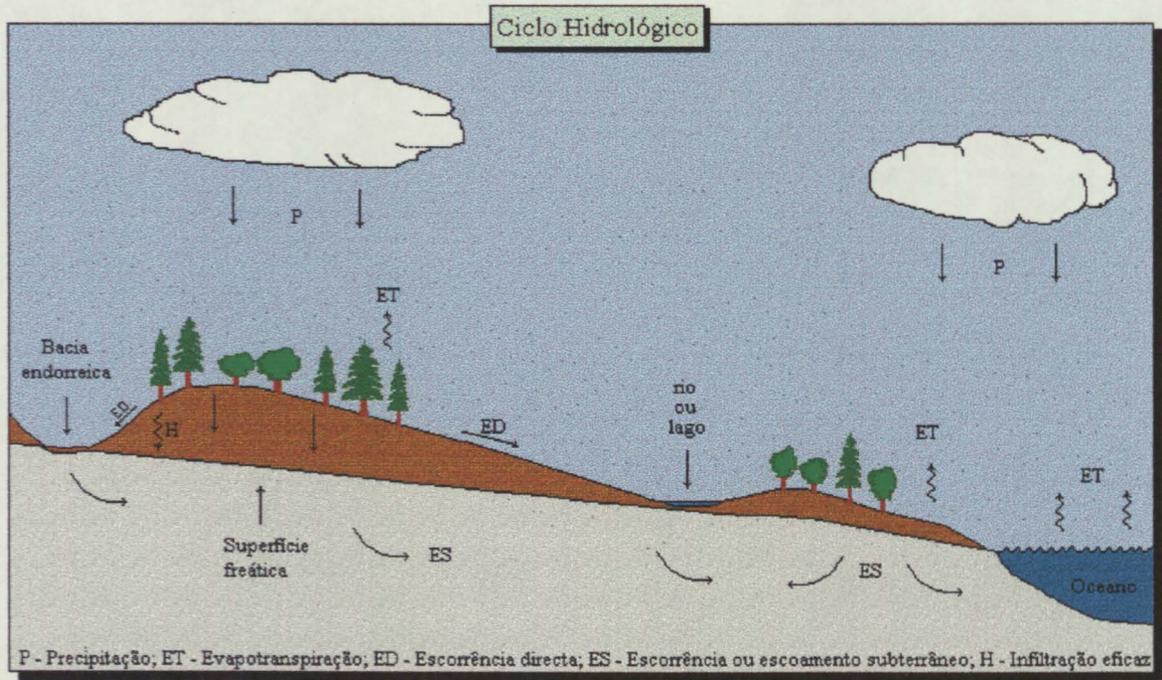
A água distribui-se praticamente em toda a natureza. Impressionam as majestosas obras de hidráulica (barragens, aquedutos, canais) com frequência realizados a fim de aproveitar as água superficiais. E, no entanto, a águas superficiais correspondem apenas a 3% da água total existente no globo. Os restantes 97% (correspondem a volumes da ordem de 10^{16} m^3) encontram-se no subsolo

A exploração de águas subterrâneas é feita frequentemente recorrendo a furos de captação, os quais devem ser conduzidos com o espírito da utilização rentável e racional da reservas.

1. ASPECTOS GERAIS DE HIDROGEOLOGIA

1.1- Ciclo hidrológico e sua quantificação

Considera-se que a quantidade de água existente na Terra é praticamente constante e está distribuída por vários domínios ou ambientes - atmosfera, oceanos, lagos, etc. - domínios esses que constituem, no seu conjunto, a Hidrosfera. Entre estes ambientes as águas circulam constante e continuamente. Esse processo repetitivo que, a médio prazo, se configura estacionário ou constante, chamado Ciclo Hidrológico, compreende basicamente os seguintes passos da figura a seguir apresentada.



A evaporação das águas dos oceanos ou transpiração nas terras emersas;

Precipitação dessas águas sob a forma de chuva, neve, orvalho ou nevoeiro;

Uma parte dessa precipitação humedece a Terra e infiltra-se;

Uma outra fracção da precipitação escorre sobre a superfície e dá origem ao escoamento directo ou superficial;

A parte de fracção infiltrada que não sofre evapotranspiração, através da vegetação, tem percolação para baixo da zona das raízes das plantas de modo a constituir a recarga dos aquíferos, que assim origina o fluxo ou esgotamento subterrâneo;

Finalmente, tanto o escoamento superficial como o subterrâneo vão alimentar rios, lagos e mares para, de novo, se reiniciar o ciclo com a evaporação.

Os agentes físicos que movimentam o ciclo hidrológico são essencialmente a energia solar, que evapora a água líquida ou sublima o gelo, e a acção da gravidade.

Ainda a par deste assunto (Ciclo Hidrológico da Água), apresenta-se a tabela I e II que mostram, respectivamente, a distribuição da água e dos seus tempos de residência em cada uma das fases do ciclo e a síntese sobre a distribuição dos principais componentes do Ciclo Hidrológico, à escala mundial, segundo vários autores.

	Área /Km ² x 10 ³	Volume /Km ³ x 10 ³	Altura equi- valente /m	% de água total	Tempo médio de residência
Oceanos	362000	1335000	2700	97,6	3000 anos
Rios (volume instantâneo)	-	1,7	0,003	0,0001	15-20 dias
Lagos de água doce	826	125	0,25	0,009	10 anos
Lagos de água salgada	700	105	0,2	0,008	150 anos
Humidade do solo na zona não saturada	131000	150	0,3	0,01	Semanas a anos
Calotes de gelo glaciares	17000	26000	50	1,9	Milhares de anos
Água subterrâ- neas	131000	7000	14	0,5	Dezenas de milhares de anos
Total nas terra emersas	148000	33900	105	2,4	-
Atmosfera (va- por de água)	510000	13	0,025	0,001	8-10 dias
Total	510000	1348000	2750	100	-

Tabela I

	Global 148×10^7 /km ²		Europa $9,8 \times 10^7$ /km ²		África $30,6 \times 10^7$ /km ²		Rússia $21,9 \times 10^7$ /km ²		Espanha $0,49 \times 10^7$ /km ²	
	Km ³	mm	Km ³	mm	Km ³	mm	Km ³	mm	Km ³	mm
P – Precipitação	108400	730	7025	714	20800	683	10960	500	331	670
E – Escoamento total	38150	260	2950	300	4220	139	4350	198	95	190
ES – Escoamento subterrâneo (está-vel)	12000	81	1000	102	1460	48	1020	46	30	60
ED – Escoamento directo (cheias)	26150	179	1950	198	2760	91	3330	152	65	130
H – Humidade total do solo	83250	551	5075	516	18040	592	7630	348	266	540
ET – Evapotranspiração	70250	470	4075	414	16580	544	6610	303	236	480

Tabela II

1.2- Pesquisa de águas subterrâneas.

A pesquisa de águas subterrâneas terá de assentar num cuidado e completo estudo hidrológico da região onde se pretende procurar e captar.

O processo mais simples de encontrar fontes numa região, consiste em investigar a origem de todos os recursos de água e segui-los em todas as ramificações. Muitas vezes, somos advertidos da presença de águas subterrâneas próximas da superfície, ou de fontes, não de um modo directo e visual, mas através de certos indícios, como:

- sinais meteorológicos e biológicos - em consequência do esfriamento do ar nos locais onde está a água, formam-se neblinas e aí esvoaçam certos insectos e vivem plantas hidrófilas;

- turfeiras ou charcos de base de encosta. Estas turfeiras têm origem em fontes aí localizadas. A existência de água leva ao desenvolvimento de plantas e ao processo de turfeição;
- existência de crostas calcárias ou segregação ferríferas. Quando a água de um manancial carregada de bicarbonato de cálcio ou hidróxido ferroso, é posta em contacto com o ar, precipita um carbonato de cálcio sobre as pedras ou plantas originando crostas, identicamente se passa ainda com o ferro;
- desprendimento de terras de encostas. Quando rochas aquíferas repousam sobre camadas impermeáveis, originam-se desligamentos e desprendimentos de terras onde fontes são camufladas e se dispersam;
- terras aluvionais - as águas nos terrenos aluvionais podem atingir a superfície ou desaparecer completamente, incorporadas no caudal subterrâneo do vale;
- pesquisa de água em terrenos estratificados. No caso das estratificações horizontais, após ter fixado a camada impermeável sobre a qual corre a água de uma camada permeável superior, deve-se procurar fontes nas vertentes dos vales em que as curvas de nível apresentam as concavidades voltadas para estes. Deverá ser mais rica a vertente que apresentar maior área de alimentação. Se o vale ficar encaixado num conjunto de estratos inclinados e existir uma linha de fontes acima do fundo do vale, o lado para o qual pendem os estratos não devem ter fontes, e

aquele donde inclinam será tanto mais rico quanto menor for a pendente e maior a bacia de infiltração;

- pesquisa de fontes nas rochas compactas e junto a filões. Deverá prestar-se grande atenção à presença de fracturas de filões ou diques rochosos na pesquisa de fontes nestes terrenos;
- os depósitos "in situ" de materiais clássicos resultantes de decomposição de rochas compactas, como os cones detríticos, etc., possuem grande capacidade de armazenamento de água por efeito da própria decomposição. Eles podem apresentar-se nas vertentes ou vales, ou sobre a própria rocha tornada permeável por alteração.

1.3- Perímetros de protecção.

Os perímetros de protecção constituem um instrumento legal utilizado em muitos países na defesa contra a contaminação dos aquíferos e das captações.

Pode-se definir perímetro de protecção como um conjunto de zonas nas quais, mediante restrições graduais sobre actividades ou instalações potencialmente contaminantes ou sobre as extracções de água, se pretende garantir a quantidade e a qualidade da água que chega ao consumidor (Lopes Geta et al., 1991).

O principal objectivo do zonamento consiste em otimizar o compromisso entre a protecção necessária e suficiente do recurso hídrico subterrâneo e o respeito pela actividade socio-económica. Isto é, deve-se assegurar o máximo de segurança

sempre que a extensão e as servidões excessivas do perímetro de protecção inviabilizem a sua aplicação.

Com o perímetro de protecção, pretende-se diminuir o risco de contaminação ou, no caso desta acontecer, que não chegue á captação em concentrações perigosas ou que seja detectada, pelo sistema de monitorização do aquífero a tempo de evitar a sua entrada na rede de distribuição.

Embora o objectivo final seja idêntico, a legislação e regulamentação estrangeiras sobre este tema, tanto na Europa como nos EUA, apresentam algumas diversidades na definição do número e da dimensão das zonas e critérios utilizados na sua fixação.

A configuração mais frequente do perímetro de protecção engloba três zonas, definidas a partir do tempo de propagação ou de transito dos eventuais contaminantes da água: 24 horas para a zona próxima da captação 50 a 60 dias para a zona intermédia e 10 ou mais anos para a zona mais afastada.

Em Portugal, a “ Norma Portuguesa Definitiva NP- 836”, publicada em 1971, estabelece, os limites para duas zonas de protecção: “ Próxima” e “Distância”. Considera três domínios de aplicação: Terreno permeável que não assegura boas condições de filtração; terreno permeável que assegura boas condições de filtração; formação aquífera protegida por camada impermeável com mais de 50 metros de raio. Para cada um destes domínios, são indicados os intervalos de variação da distância mínima de qualquer ponto da captação aos limites da zona de protecção.

No caso da água minerais, os decretos-lei 86/90 e 90/90 estabelecem os princípios orientadores da exploração das águas minerais e, em particular da delimitação dos perímetros de protecção.

Conforme o estabelecido no artigo 12º , n.º4 do decreto-lei 90/90 o perímetro de protecção será fixado com o fundamento em estudos hidrogeológicos, para garantir a disponibilidade e as características da água e as condições para uma boa exploração e abrange três zonas: Imediata, intermédia e alargada. Por sua vez os artigos 42º, 43º e 44º do mesmo decreto-lei regulamentam as actividades e instalações proibidas ou condicionadas para cada uma daquelas zonas.

Os métodos que permitem delimitar os perímetros de protecção são diversos, a sua escolha dependerá o tipo de aquífero e do critério do limitador. A delimitação do perímetro de protecção deverá fundamentar-se em estudos que avaliem:

- 1- Vulnerabilidade à poluição das formações hidrogeológicas;
- 2- Risco de poluição;
- 3- O poder auto depurados da cobertura e do aquífero;
- 4- O rebaixamento e as zonas de influência e de chamada da captação;
- 5- As fronteiras dos escoamentos e dos sistemas hidrogeológicos;
- 6- O tempo de propagação ou transito das poluições.

O âmbito destes critérios de avaliação interpenetram-se e complementam-se e, por isso, a delimitação das zonas de protecção deve ser tomada após a sua ponderação.

Haverá casos em que, por insuficiência de dados, o perímetro de protecção poderá basear-se em apenas um dos critérios mencionados ou, mesmo, utilizar distâncias arbitrárias. Nestas situações, parece razoável que se faça uma análise de sensibilidade de modo a conseguir-se a percepção das dependências funcionais entre causas e efeitos.

O perímetro de protecção embora seja um instrumento eficaz na luta contra a contaminação dos aquíferos e das captações, fazendo diminuir o risco, obviamente que não o elimina. Necessita, por isso, de ser complementado com monitorização que permita o controlo da hidrodinâmica e da qualidade da água do aquífero e das captações e detecte atempadamente eventuais contaminações.

1.4- Dimensionamento e protecção de captações de águas subterrâneas.

A contaminação das captações de águas subterrâneas leva frequentemente à sua desactivação e abandono ou, em situações mais graves e não controladas, as captações tornam-se focos ou origem de contaminações que poluem e se propagam no aquífero. Outras situações há, mais benignas ou detectadas mais precocemente, em que se torna possível realizar trabalhos que as reabilitem.

No projecto, na construção e na captação das explorações é possível e desejável utilizar técnicas, materiais e procedimentos que minimizem o risco de poluição e aumentem a sua longevidade operacional e o seu rendimento.

1.4.1- Escolha do tipo de captação.

Uma captação de água subterrânea é uma obra que, quando devidamente projectada e construída, permite a exploração dos aquíferos em boas condições técnico-económicas e preserva a qualidade dos recursos hídricos.

Para que esses objectivos sejam conseguidos, no projecto e construção das captações dever-se-ão:

- a) - aplicar os princípios de hidráulica;
- b) - usar técnicas construtivas que permitam tirar o melhor rendimento das condições hidrogeológicas;
- c) utilizar materiais e equipamentos que optimizem a eficiência e a vida da obra;
- d) explorar as captações e os aquíferos numa perspectiva de preservação e gestão racional dos recursos hídricos;

Depois de definidas as condições hidrogeológicas e as condicionantes técnicas, económicas e sociais, a primeira questão que se levanta é a da escolha do tipo de captação. Do ponto de vista da vulnerabilidade, propagação e protecção contra as contaminações, os vários tipos de captação têm especificidade que possibilitam um maior ou menor grau de intervenção.

Tendo em conta as origens, a natureza, os mecanismos e a propagação das contaminações, as captações superficiais onde se incluem as nascentes, as galerias e os poços, pelas suas próprias características, são regra geral bastante vulneráveis. A definição de perímetros de protecção, o acesso condicionado à captação e à zona

envolvente e a selagem da zona captante, são medidas que diminuem o risco de contaminação do aquífero e da água fornecida por estas captações.

Os poços com drenos radiais e os drenos, nos aquíferos muito transmissivos e pouco espessos, como são a maioria das faixas aluvionares que ocorrem ao longo dos rios no Maciço Hespérico, nalguns casos de espessura excepcionalmente reduzida, constituem opções que permitem extrair caudais elevados, aumentar o tempo de circulação no volume aluvionar e garantir a efectiva filtração e maior uniformidade da qualidade da água extraída.

Por razões tecnológicas, económicas e sociais os furos são as captações actualmente mais utilizadas. É possível atingir profundidades da ordem dos milhares de metros e possibilitam a extracção de caudais elevados, que em algumas situações atingem as centenas de litros por segundo.

Nos furos como nos outros tipos de captação, devem ser evitadas localizações próximas de focos poluidores conhecidos pelo que devem ser preferidas as posições topográficas que impeçam que a drenagem ou a propagação de poluente atinjam a captação.

1.4.2- Técnicas construtivas.

Como norma, nos furos, a cabeça do entubamento, deve ficar acima da superfície do terreno ou, caso contrário, deve ser protegida com cobertura estanque. O furo, em todas as circunstâncias, deve ter tampa estanque e um dispositivo de arejamento com entrada protegida por uma rede muito fina ou preenchida com fibra-de-vidro (Discoll, 1986). O terreno à volta do furo deve ser cimentado e/ou ter uma configuração que evite a acumulação da água e facilite a drenagem para o exterior.

A escolha dos materiais de revestimento do furo, é uma das decisões do projecto de um furo de captação. A resistência mecânica e química dos diferentes materiais deve ser analisada tendo em conta as solicitações mecânicas, a qualidade físico-química da água a captar e o impacto sobre os entubamentos dos diferentes ambientes geológicos e físico-químicos atravessados. A utilização de diversos materiais metálicos no mesmo furo é, normalmente factor que favorece o aparecimento de fenómenos electrolíticos, com desenvolvimento de células de corrosão.

A dimensão das aberturas e a área aberta dos tubos ralos deve ser adequada ao caudal a explorar e às características do terreno envolvente, evitando o arraste de materiais sólido, para captação e minimizando o rebaixamento da superfície freática ou da superfície piezométrica.

Os métodos e as técnicas de perfuração escolhidos deverão produzir o menor impacto possível no aquífero. A utilização de ar comprimido de fluidos de perfuração biodegradáveis e que não contenham metais pesados e outros produtos contaminantes, e o uso de água tratada e de composição química e microbiológica adequada são alguns dos procedimentos que reduzem o risco de contaminação da aquífero e da captação.

A decisão definitiva sobre a localização dos traços captantes deve ser tomada com base no estudo da amostragem geológica e das diagrfias instantâneas e diferidas. São técnicas que permitem identificar as camadas aquíferas e a presença de condições hidrogeológicas particulares, como camadas com água muito mineralizada. A presença de camadas aquíferas com características hidrodinâmicas e hidroquímicas distintas pode aconselhar à captação em separado cada um dos horizontes (Mendonça et al. 1982 descrevem a adopção de uma solução deste tipo num sistema aquífero

terceário do Tejo e Sado, na região da Lezíria de Vila Franca de Xira.) ou o abandono e isolamento de alguns deles.

A colocação de uma cimentação em todo ou em parte do anular, fora das zonas aquíferas captadas, é uma técnica adequada e muito utilizada para garantir que as contaminações superficiais ou sub-superficiais não atinjam o aquífero ou aquíferos captados. A mesma técnica utiliza-se em complemento para protecção dos entubamentos quando colocados em ambientes corrosivos, como os de águas salgadas. As técnicas de colocação da cimentações são diversas, a escolha depende do método de perfuração utilizado, da configuração e do volume a cimentar, dos objectivos a atingir e, naturalmente, da tecnologia disponível, já que por regra são operações de algum risco e melindre.

Em meio saturado e para selagens parciais do anular, o recurso a argilas, nomeadamente bentonites, ou a misturas de cimento e bentonite é uma solução eficaz contra a propagação vertical das contaminações.

Depois de completado, o furo de captação deve ser desinfectado. Os materiais e equipamentos utilizados na sua construção estão geralmente contaminados, por exemplo, com produtos de lubrificação dos equipamentos e por bactérias usualmente não patogénicas que existem à superfície no solo. Estas contaminações, podem ser introduzidas no aquífero, na fase de construção.

Na fase final da obra, para além da verificação das condições de execução do projecto, nomeadamente na posição dos tubos ralos, diâmetro do entubamento e verticalidade do furo interessará verificar o estado das soldaduras e das roscas de entubamentos. Com efeito, estas singularidades são locais privilegiados para a entrada de contaminantes se não forem estanques e para o início e desenvolvimento do processo

de corrosão. A observação da captação com câmara de televisão e o registo em vídeo, constituem instrumentos de controlo cujo emprego deve ser estimulado mesmo em fases posteriores da vida dos furos de captação.

1.4.3- Procedimentos na exploração e no abandono

A exploração dos furos de captação de água subterrânea deve Ter em conta as características dos próprios furos e do ambiente hidrogeológico em que estão implantados. A exploração com ralos a descoberto, constitui um grave risco para a captação e um factor potenciador da entrada de contaminantes nas captações, particularmente em aquíferos livres. As alterações locais das características hidrodinâmicas podem favorecer o acelerar fenómenos como a drenância, o avanço da interface entre água doce e água salgada, a formação de domus ou cones salinos sob a captação ou o aumento da contribuição de água de camadas com água mais mineralizada. Ocorrências deste tipo provocadas pela sobreexploração local de aquíferos, encontra-se, por exemplo, no sistema aquífero cretácico de Aveiro, no sistema aquífero terciário do Tejo e Sado, nos aquíferos dos vales tifónicos da orla ocidental. A sobreexploração é também a causa do avanço da interface entre água doce e água salgada na região costeira do Algarve.

Muito comum é a contaminação por sobreexploração de captações construídas em aquíferos dunares litorais e nos aquíferos de base nas ilhas atlânticas. São vários os exemplos de contaminação salina no aquífero dunar da península de Tróia (Setúbal) e dos aquíferos basais em ilhas dos Açores.

A exploração de captações nestes ambientes hidrogeológicos passam pela monitorização permanente do aquífero e da captação de modo a manter a cota do nível da água acima de um valor que inviabilize ou contrarie de cones e domus salinos

pronunciados sob as captações. A nível de projecto e construção, podem-se melhorar as condições de captação, com a utilização de técnicas e materiais na zona captante que façam aumentar o caudal específicos dos furos de captação.

As captações depois de abandonadas devem ser seladas de modo a restabelecer tanto quanto possível as condições hidrogeológicas naturais e a inviabilizar o acesso dos contaminantes ao aquífero. No caso dos furos, é necessário evitar o curto-circuito hidráulico com horizontes em que a água é de qualidade inferior ou está contaminada.

Mantendo-se o entubamento dos furos, a selagem deve compreender o volume inferior do entubamento e o anular, onde está o filtro de seixo ou material de enchimento. Na construção dos selos utilizam-se caldas de cimento que devem ser aplicadas de acordo com as melhores técnicas, nomeadamente, a injeção de calda de baixo para cima e de modo a evitar a segregação dos vários constituintes que a compõem.

1.5- Aquíferos Aquitardos e equicludos

i)- Aquíferos

São formações saturadas de água, que não coincidem necessariamente com o mesmo tipo de formação geológica, mas que sob o ponto de vista prático, apresentam propriedades hidrogeológicas semelhantes, não devem ter descontinuidades importantes, por exemplo: Se houver uma interface impermeável, de argila, entre duas camadas hidraulicamente boas condutoras, por exemplo de arenito, por exemplo, solo, argila, arenito, argila, arenito, bedrock impermeável, está-se na presença de dois aquíferos.

ii)- Aquitardos

São formações menos permeáveis que as anteriores, das quais não é possível extrair água em quantidade que se torne interessantes sob o ponto de vista económico, mas que, apesar disso, constituem uma componente não desprezável na recarga de aquíferos com que contactam.

iii)- Aquicludos

Ainda são menos permeáveis que os anteriores; localmente não contribuem para a recarga dos aquíferos mas, a nível regional, podem Ter uma acção de recarga não negligenciável.

1.6- Contaminação

1.6.1- Origem das contaminações nas águas subterrâneas e as características dos focos de poluição.

As águas naturais têm sempre maior ou menor quantidade de substâncias dissolvidas que derivam da interacção com a atmosfera, com a matéria orgânica do solo e da cobertura vegetal e com os diversos materiais geológicos. Estes processos naturais são de grande importância na definição das características da água: a qualidade final depende assim dos ambientes naturais com que interactivam ao longo do ciclo hidrológico.

Há situações, no entanto, em que a presença em quantidade de determinadas substâncias (Orgânicas, inorgânicas, biológicas e radioactivas) produzem a degradação da qualidade da água e dificultam ou inviabilizam a sua utilização em aplicações

específicas- a água fica contaminada ou poluída. A poluição também pode ter origem em fenómenos físicos como os de origem térmica, naturais ou artificiais.

A contaminação ou poluição e a degradação da qualidade da água subterrânea podem estar associados a fenómenos naturais, a factores ligados à actividade humana ou a causas em que intervêm simultaneamente os dois tipos de fenómenos.

Na primeira categoria cabem a concentração salina provocada pela evapotranspiração em zonas áridas, ou pela salinização da água na zona de avanços e recuos da interface entre a água doce e a água salgada, em resposta a variações naturais da hidrologia e do clima. Incluem-se também nesta categoria, as contaminações provocadas por difusão ou por advecção a partir de salmouras ou águas muito mineralizadas que ocorram, por exemplo, em formações hidrogeológicas adjacentes.

A contaminação das águas subterrâneas, associada à actividade humana, pode acontecer por introdução directa da substâncias contaminantes nos aquíferos ou de forma indirecta com diluição, quando a contaminação ocorre na área de recarga natural do aquífero ou através da alteração das condições hidrodinâmicas.

As actividades industrial, agrícola e doméstica, assim como o fabrico e manipulação de substâncias radioactivas, constituem a principal origem dos elementos químicos, biológicos e radio activos que podem contaminar as águas subterrâneas. Estas poluições podem ter um carácter pontual, como as derivam, por exemplo, de lixeiras, de fossas sépticas e de fugas de tanques de armazenamento de combustíveis ou, pelo contrário, podem assumir carácter difuso, em grandes áreas, como são os casos de muitas poluições agrícolas com adubos, pesticidas e herbicidas.

Também a taxa de libertação dos contaminantes pode ser variável conforme os focos. Pode tomar um carácter permanente com concentração constante, como na fuga contínua e prolongada de um tanque de armazenamento de combustíveis ou outros produtos poluentes; pode representar um simples episódio e considerar-se como instantâneo, como no caso de derramamentos de poluentes líquidos; ou ainda, pode apresentar, com o tempo, variações na quantidade e na qualidade dos contaminantes libertados, como é o caso das variações sazonais da quantidade e da qualidade dos lixiviados produzidos numa lixeira ou num aterro sanitário.

Há uma grande lista de actividades potenciais que podem produzir a contaminação das águas subterrâneas. Como consequência desta variedade de actividades a lista dos potenciais contaminantes atinge muitas dezenas de milhares, com propriedades, comportamento e risco para a saúde muito diversos. Isto levanta a questão de como organizar e detectar uma tão vasta lista de produtos. Na tentativa de racionalizar os programas de análise e detecção de poluições, a Agência de Protecção do Ambiente (EPA) dos EUA, considera uma lista de 129 poluentes prioritários que frequentemente ocorrem nas águas e que são perigosos para a saúde ou persistem na cadeia alimentar.

Os maiores grupos de contaminantes incluem:

- os radionuclídeos- a exposição à radiação tem efeito cancerígeno ou podem provocar alterações genéticas;
- os metais pesados e outros metais que ocorrem em concentrações reduzidas na água, como o alumínio, cobre, chumbo e mercúrio- mesmo em concentrações reduzidas podem ser tóxi-

cos e mesmo letais devido à sua tendência para a acumulação no corpo humano;

- os nutrientes, incluem iões ou compostos que contenham azoto ou fósforo- são exemplo, os nitratos causadores de cianoses nas crianças e a formação de produtos cancerígenos (como nitrosaminas). A ingestão de água contaminada com compostos azotados;
- outras espécies inorgânicas, como o sódio, cálcio, cloreto e bicarbonato- embora muitas destas espécies serão largamente maioritárias na composição das águas “ normais” , as concentrações elevadas destes elementos podem envolver risco para a saúde por alterarem processos químicos a nível celular ou no sangue; o sódio, mesmo em concentrações moderadas provoca hipertensão;
- os contaminantes orgânicos que podem aparecer dissolvidos na água ou como fase separada, incluem produtos tão variados como os hidrocarbonetos, pesticidas, herbicidas e fertilizantes;
- os contaminantes microbióticos incluem as bactérias patogénicas, os vírus e os parasitas, cuja origem principal deriva dos efluentes domésticos e das pecuárias.

1.6.2- Mecanismos gerais de contaminação

A infiltração é provavelmente o mais comum dos mecanismos responsáveis pela introdução de contaminações nas águas subterrâneas. Parte da água das chuvas

infiltra-se e o seu movimento predominantemente descendente, se atravessa uma zona contaminada pode dissolver e deslocar os contaminantes até à zona saturada.

Os contaminantes podem ser introduzidos directamente no ambiente subterrâneo através de mecanismos diversos, de que se dão exemplo: fugas de tanques (a situação é mais grave quando estão enterrados na zona saturada ou na zona de flutuação de nível freático); drenância através do anular dos furos de captação de água ou através de roturas nos entubamentos; furos expressamente construídos para a rejeição de efluentes e recarga artificial de aquíferos com água de qualidade degradada.

As contaminações podem resultar de trocas de massa interaquíferos situação que acontece através de furos que atravessam várias formações aquíferas com potenciais hidráulicos distintos. Os furos, nestes casos, “Curto-circuitam” entre as várias formações o movimento vertical natural da água que, em condições naturais, atravessa formações de baixa permeabilidade. Situações deste tipo ocorrem, por exemplo, muito frequentemente em zonas estuarinas, em furos abandonados e/ou com roturas no entubamento ou com isolamento deficiente das camadas aquíferas.

A contaminação das águas subterrâneas pode ter origem na contaminação da água dos rios que tenham ligação hidráulica a aquíferos, quando o potencial hidráulico nas águas superficiais é superior ao das águas subterrâneas. Estas ocorrências dão-se, por exemplo, em períodos de cheia, de águas altas ou quando a captação se faz por infiltração induzida no leito do rio ou lago. Os contaminantes que ocorram na água superficial entram desse modo no escoamento subterrâneo.

1.7- Qualidades exigidas às águas normais

Tendo em conta a sua utilização - alimentação humana ou utilização industrial - as águas devem possuir certas qualidades. Na indústria, o conteúdo em materiais em dissolução terá maior importância relativamente à sua pureza em microorganismos. Mas, quando a água se destina a ser utilizada pelo Homem na alimentação, banhos, tratamentos médicos, a questão da sua pureza é fundamental.

As qualidades exigidas a uma água potável são as seguintes:

- tem de ser fresca, clara, límpida, incolor, inodora, de sabor agradável e ser bem arejada;
- não deve conter excesso de materiais em dissolução ou suspensão (organismos ou minerais). Antes do estabelecimento de quaisquer captações, a água em questão deve ser submetida a exames bacteriológicos metódicos sob intervalos de tempo regulares. A duração desses ensaios deve ser, pelo menos, um ano. Mas, após a entrada em serviço de uma captação, a água deve ser metodicamente vigiada. Sob este ponto de vista, conforme o número de microorganismos comuns que a água contém, classifica-se em:

Qualidade da água	Número de microorganismos
Muito pura	0 - 10
Pura	10 - 100
Potável	100 - 150
Suspeita	500 - 1000
Imprópria	> 1000

Relativamente às matérias minerais em dissolução na água, estas não só podem constituir sério inconveniente para a sua utilização industrial, como tornarem desagradáveis e mesmo nocivas estas águas destinadas a fins domésticos. Este dá-se por agressividade de uma água à intensidade de que ela é dotada para corroer ou reagir um dado material. Esse poder depende do seu teor em sais e gases dissolvidos (O_2 e CO_2).

2. ÁGUA DE CONSUMO

Os tipos de tratamento de águas a adoptar na produção de água de abastecimento público dependem, sobretudo, da qualidade da água nas captações e dos objectivos da água tratada. Sendo assim, apresenta-se as principais directivas comunitárias, no domínio da água, com relevância para a qualidade destas águas. É dada particular atenção à necessidade de associar o tratamento da água, e as suas exigências de qualidade, à protecção das captações, de uma forma integrada e coerente.

São referidos alguns tipos de tratamentos julgados mais inovadores e relevantes no contexto actual. É abordada a problemática da reutilização e recuperação dos resíduos do tratamento e a necessidade crescente de reabilitar e inovar estações existentes face às características da água bruta e às exigências crescentes da qualidade da água tratada.

2.1- Directivas comunitárias no domínio da água com relevância para a qualidade da água para abastecimento público.

Desde 1973 que a CE tem vindo a publicar diversas directivas no domínio do ambiente e, mais especificamente no domínio da água, para responder a problemas

crecentes de poluição e para manter condições de competitividade de empresas industriais.

Estas directivas constituem instrumentos do sistema jurídico europeu que vinculam os estados membros ao cumprimento dos seus objectivos, mas que deixam a cada um a definição da melhor forma de os atingir.

Consideram-se as seguintes directivas como mais relevantes para a qualidade da água distribuída por sistemas públicos:

- Directiva 75/440/CEE – Águas superficiais destinadas á produção de água potável. Esta directiva tem como principais objectivos:

- Garantir determinadas normas de qualidade física, química e bacteriológica das águas superficiais, destinadas à produção de água para consumo humano, promovendo a melhoria da sua qualidade;
- Assegurar o seu tratamento adequado antes da sua introdução nas redes públicas de abastecimento.

As águas superficiais são divididas em três categorias- A1, A2 e A3 – correspondentes a níveis de qualidade diferentes; a cada uma destas categorias correspondem um esquema de tratamento:

- A1- tratamento físico “simples”, seguido de desinfecção;
- A2- tratamento físico e químico “normal”, seguido de desinfecção;

- A3- tratamento físico e químico “reforçado”, afinação e desinfecção.

Esta directiva proíbe a captação de águas superficiais para abastecimento público em qualidade inferior à categoria A3, independentemente do tipo de tratamento a efectuar, admitindo excepções.

- Directiva 76/464/CEE- Protecção das águas contra substâncias perigosas de origem pontual e industrial.

É uma directiva quadro que se destina, essencialmente às descargas industriais e que tem por objectivo a eliminação ou redução da poluição de águas interiores superficiais, subterrâneas e de águas litorais por substâncias perigosas, persistente, tóxicas e biocomuláveis, através de directivas sectoriais.

- Directiva 80/068/CEE- Protecção de águas subterrâneas contra a poluição.

Tem objectivo impedir, ou reduzir a poluição de águas subterrâneas por certas substâncias tóxicas, persistentes e bioacomuláveis.

- Directiva 80/778/CEE- Águas destinadas ao consumo humano.

Define as exigências de qualidade das águas destinadas ao consumo humano, em termos de saúde pública e de qualidade estética.

Abrange 62 parâmetros, sendo 4 organolépticos, 15 físico-química, 24 indesejáveis, 13 tóxicos e 6 microbiológicos. Recomenda valores-guia e impõe o compromisso de concentrações máximas admissíveis para cada parâmetro.

Contém 3 anexos. O anexo 1 fixa os níveis de contaminação; o anexo 2 indica modelos de análise tipo e a frequência para a sua reutilização; o anexo 3 define os métodos analíticos de referência para os parâmetros que constam no 1º anexo.

- Directiva 91/271/CEE- Tratamento de águas residuais.

Tem por objectivo proteger o ambiente através da drenagem, tratamento e destino final das águas residuais urbanas - domésticas e pluviais- e de águas residuais provenientes de certos sectores industriais.

Define parâmetros para descarga para efluentes de estações de tratamento municipais- CBO, CQO, SS, P, N- em função da capacidade de encaixe da zona de rejeição e da população servida.

- Directiva 91/676/CEE- Poluição causada por nitratos.

Tem por objectivo prevenir ou reduzir a poluição provocada ou induzida pela presença de nitratos de origem agrícola. Aplica-se a águas doces, superficiais e subterrâneas e a águas costeiras.

2.2- Tipos de tratamento da água para abastecimento público.

De seguida abordam-se alguns tipos de tratamento que se julgam ser mais relevantes , quer pela necessidade absoluta da sua utilização- caso da desinfecção- quer pelo seu carácter mais inovador e de eficácia promissora face a certas características das águas nas captações e ao longo dos esquemas de tratamento. Estão neste último caso a flotação e a utilização de membranas.

2.2.1- Desinfecção

A desinfecção da água para abastecimento público tem constituído a medida mais eficaz da protecção da saúde pública contra doenças transmissíveis por via hídrica nos chamados países industrializados. Nos países menos desenvolvidos, a sua não utilização continua a contribuir para elevadas taxas de mortalidade.

Desde meados dos anos 60, tem sido largamente discutida e investigada a formação de subprodutos de desinfecção química da água de abastecimento público, levando à revisão, não só dos procedimentos de desinfecção, mas de todo o tratamento da água em geral.

Como resultado desta problemática, alguns países mais industrializados aboliram mesmo a utilização de cloro como agente desinfectante, enquanto que a maioria optou por reduzir, de forma ponderada, as dosagens utilizadas.

Métodos de desinfecção.

Os métodos de desinfecção conhecidos mais relevantes são:

- **cloração, utilizando cloro gasoso (ácido hipocloroso) e hipocloritos.**

Este método é eficaz contra bactérias e vírus e permite proteger, a longo prazo o sistema de abastecimento contra contaminações acidentais. O efeito desinfectante varia com o pH da água e com a presença de azoto. Quando o valor de pH sobe, a produção de trihalometanos (THM) aumenta, enquanto que para valores mais baixos de pH se verifica um aumento nas concentrações de compostos organoclorados não-voláteis e uma mais forte actividade mutagénica.

- Dióxido de cloro.

Sendo também um desinfectante eficaz contra bactérias e vírus bem como protector do sistema de abastecimento, não leva à formação de THM, mas sim de compostos organoclorados não-voláteis, embora em menores concentrações que as provocadas pelo cloro livre. O seu efeito potencialmente negativo na saúde pública consiste na formação de ião clorito não-orgânico, tanto mais quando maior for o teor da água em matérias orgânicas. Tem sido utilizado em vários países europeus e nos EUA, embora o seu uso tenda a diminuir.

- Uso de cloraminas.

Embora o seu efeito desinfectante seja inferior ao do cloro livre, a utilização das cloraminas tem decrescido devido às desvantagens associadas ao uso do cloro. Estudos recentes permitiram concluir que a monocloramina tem uma acção desinfectante mais importante do que se julga. A sua grande estabilidade leva a uma protecção eficaz do sistema de abastecimento. Em contrapartida, a sua acção contra vírus mostra-se insuficiente e tem levado à sua utilização conjunta com outro oxidante poderoso (ozono, dióxido de cloro). Dada a sua menor reactividade em relação ao cloro livre, a monocloramina produz menores quantidades de subprodutos organoclorados. Em certos casos, a utilização de amónia para produção das cloraminas tem intensificado problemas de formação de nitritos nas redes de distribuição.

- Ozonização

O ozono é um oxidante poderoso e um desinfectante de acção rápida, tanto contra bactérias como contra vírus. No entanto, dada a sua instabilidade, não protege o sistema de contaminações acidentais. Utilizado em simultâneo com outro agente

desinfectante mais estável, leva a uma redução sensível nas dosagens deste último. Pode agravar problemas de proliferação de microorganismos na rede de distribuição, por decomposição da matéria orgânica em compostos biologicamente assimiláveis, perturbando a estabilidade biológica do sistema de abastecimento. A prática mais comum consiste em fazer seguir a ozonização de adsorção em carvão activado ou de filtração lenta em areia, seguidos de desinfecção final com cloro. Conhecem-se poucos subprodutos nocivos da utilização do ozono, já que reage com numerosos compostos orgânicos nocivos que, assim, se tornam inofensivos. A ozonização de águas contendo quantidade apreciáveis de brometos que levam à formação de bromatos que talvez constituam o subproduto mais perigoso. Não se conhecem efeitos mutagénicos significativos, podendo mesmo diminuir, ou eliminar, a capacidade mutagénica da água bruta. O seu uso tem aumentado, não só como desinfectante, como para eliminação de substâncias em geral.

- Uso de ultravioletas

As preocupações, sobretudo de natureza ambiental, relacionadas com a utilização de desinfectantes químicos aumentou o interesse por métodos alternativos de desinfecção, nomeadamente o uso de ultravioletas. A eficácia deste método depende das características da água e dos procedimentos técnicos utilizados. Quando utilizado de forma correcta, é um método eficaz contra bactérias e vírus. Pode necessitar de um reforço adicional com um desinfectante químico. A adição prévia de peróxido de hidrogénio ou de ozono, permite desencadear um processo acelerado de oxidação química, muito eficiente na destruição de cor e de micro-poluentes orgânicos.

Apesar da discussão em curso sobre os efeitos nocivos dos subprodutos de desinfecção química, a cloração continua a ser um método dominante em países como a África do Sul, EUA e na maioria dos países europeus.

2.2.2- Flotação

A flotação constitui um processo de separação sólido-líquido utilizado, em alternativa à decantação, no tratamento de água para abastecimento público que, na origem, contém cor e algas, ou seja materiais leves cuja remoção por decantação é pouco eficiente.

Requer tanques de menores dimensões do que as necessárias para a decantação, produzindo águas de boa qualidade. É um processo de separação gravítica, no qual bolhas de gás se agregam às partículas sólidas da água formando um aglomerado cuja densidade aparente é inferior à densidade da água permitindo-lhe flutuar.

Consoante o método utilizado na produção das bolhas de gás, definem-se tipos de flotação apropriados ao tratamento de águas:

- **flotação electrolítica**

São produzidas bolhas de hidrogénio e oxigénio, numa solução aquosa diluída, fazendo passar corrente eléctrica entre dois eléctrodos. Tem a desvantagem de exigir a substituição periódica dos eléctrodos e tem-se mostrado mais apropriada a pequenos sistemas de abastecimento.

- **flotação com ar dissolvido**

As bolhas são produzidas reduzindo a pressão da água saturada com ar.

Para que este processo seja eficiente na clarificação da água, é conveniente proceder à coagulação/floculação previa da água.

Os materiais flutuantes podem ser removidos mecanicamente, ou por subida do nível da água nos tanques de flotação, de forma contínua ou intermitente. O equipamento utilizado na remoção mecânica tem de ser cuidadosamente seleccionado, evitando provocar a destruição das lamas e a deterioração da qualidade da água tratada. O segundo método de extracção leva a perdas de água e à produção de lamas menos concentradas ($<0,2\%$).

Testes comprovaram que o funcionamento dos filtros é idêntico, que a jusante de tanques de flotação, quer a jusante dos processos de coagulação/floculação/decantação. As estações de tratamento em que se combinam a flotação e a filtração são extremamente compactas, ambas as taxas de filtração condicionam e reduzem as taxas de flotação.

A combinação da flotação e da ozonização é pioneira em França.

A flotação parece constituir uma boa alternativa à decantação, sobretudo em instalações de pequena dimensão, compactas e bem adaptadas a zonas de ocupação sazonal (turísticas) pela sua facilidade de arranque e de paragem, produzindo lamas mais concentradas.

2.2.3- Uso de membranas

As tecnologias de tratamento de água baseada no uso de membranas, como processo único, pode considerar-se um avanço importante da última década. O uso

de técnicas de separação convencionais assegura, apenas uma qualidade relativa da água tratada, dependente da água bruta e de condições operacionais (uso de tratamentos químicos, regime de funcionamento hidráulico, equipamento instalado, etc.).

A qualidade da água filtrada por membranas depende, apenas, da maior abertura dos seus poros- “Filtração Absoluta”. A qualidade da água bruta e as condições operacionais só afectam a produção da instalação.

A excelente qualidade da água produzida deve-se a diversas características deste sistema de tratamento, nomeadamente:

- a não exigir a adição de produtos químicos;
- ser uma técnica de filtração absoluta;
- não dar origem à formação de subprodutos;
- ser facilmente automatizado já que a pressão é a sua força motriz.

Podem ser utilizados vários tipos de membranas, consoante a dimensão dos poros e as dimensões das partículas a remover: microfiltração (10 a 0,1 μm), ultrafiltração (0,1 a 0,01 μm), monofiltração ($\approx 0,001\mu\text{m}$) e osmose inversa (0,001 a 0,0001 μm). Dentro desta gama, podem ser removidos materiais em suspensão, mais ou menos finos, e substâncias dissolvidas.

Embora este processo de tratamento exija, em cada caso, um estudo de optimização tecnológica que assegure a sua rentabilidade económica, a sua aplicabilidade é vasta e depende da qualidade da água bruta e dos objectivos de qualidade da água tratada.

Para águas de turvação variável, com problemas de contaminação microbiológica, a micro ou ultrafiltração podem ser utilizadas pela sua capacidade de clarificação e de desinfecção. O tratamento pode ser complementado com processos de coagulação, oxidação ou adsorção em carvão activado. No caso de águas muito turvas e com cor, ou de dureza elevada, podem ser utilizadas, eficazmente a monofiltração e a ultrafiltração. Em qualquer destas três situações a utilização exclusiva de membranas pode ser suficiente.

No caso de águas brutas com problemas adicionais de poluição orgânica, crónica ou accidental, no caso de águas superficiais com problemas ainda mais graves de poluição, as membranas por si só poderão não bastar para produzir água potável, havendo que, em alternativa a outros processos, determinar a sua posição óptima num esquema completo de tratamento.

Um outro processo prometedora, com utilização de membranas, consiste na redução do teor em nitratos da água, sobretudo de origem subterrânea, por electrodiálise, com membranas permutadoras de iões de elevada selectividade. Tem sido desenvolvida investigação para a eliminação do residual concentrado a que este processo dá origem. Tem a vantagem de uma boa adaptação a variações de caudal embora tenha a desvantagem da sua sofisticação exigir uma exploração cuidada por pessoal competente.

2.3- Reutilização de águas residuais de processo nas estações de tratamento. Tratamento e destino final das lamas produzidas.

A necessidade de conservação e de valorização de recursos tem dado importância crescente à reutilização, directa ou indirecta, da água.

Por reutilização de águas residuais de processo entende-se a reutilização, como água bruta a submeter a tratamento, da água de lavagem de filtros (com ou sem remoção de materiais sólidos) e das águas resultantes da desidratação de lamas numa estação convencional de tratamento de águas de abastecimento público.

A avaliação destas águas residuais de processo parece ser praticada, em menor ou maior escala, internacionalmente em países como o Reino Unido, a Holanda, França, Brasil, Suécia e E.U.A, embora se receie a recirculação e concentração de poluentes que podem comprometer a produção de água de elevada qualidade. Os riscos para a saúde pública que esta pratica poderá implicar levaram países, como a Holanda, a desenvolver investigação nesta área.

Na maior parte dos casos conhecidos, a água é reutilizada após remoção previa de materiais em suspensão.

Outros resíduos do funcionamento de estações de tratamento de água para abastecimento público podem incluir lamas (de decantadores e filtros, a jusante de processos como a coagulação/floculação, a precipitação química, a oxidação de ferro e manganês), carvão activado (em pó), matéria concentrada resultante do uso de unidades de permuta iónica e de filtração por membranas.

O maior problema associado a estes resíduos é a diversidade das suas características físicas e químicas, que variam com a qualidade da água bruta e com os processos utilizados no seu tratamento.

A utilização de terrenos para estes resíduos sólidos deverá constituir, no futuro, um último recurso para o seu destino final, após se esgotarem outras opções prioritárias, que incluem:

- redução ou prevenção, da sua produção nas estações de tratamentos;
- recirculação, ou seja, utilização dos resíduos dentro das próprias estações de tratamento;
- reutilização, ou seja, utilização dos resíduos fora das estações de tratamento.

3. ÁGUAS MINERAIS NATURAIS E DE NASCENTE

3.1 - Definição

Como a água mineral encerra constituintes úteis para a saúde tornou-se necessário, ou seja, vulgar chamar-lhe água medicinal, sendo no entanto empregadas como águas de mesa. Portanto pode definir-se esta água como sendo aquela que contém mineralização, mesmo vestigiária, com uma acção especial sobre o organismo humano, acção da qual a terapêutica pode ter proveito.

A água de mesa ou de nascente é destinada ao consumo apesar da sua mineralização não ter qualquer acção especial sobre o organismo.

Sob a acção de temperaturas superiores ao normal, as águas minerais são designadas por termo minerais e definem-se como sendo de origem profunda ou juvenil. Encerram quantidades anormais de elementos minerais excepcionais. Podem também ser de origem superficial ou meteórica tendo penetrado até grandes profundidades na crosta terrestre onde a sua composição química se modificou notavelmente.

As condições geológicas e as propriedades terapêuticas permitem classificar as águas, respectivamente como termominerais e medicinais independentemente da sua origem e condição de jazigo.

3.2 - Classificação das águas minerais e de mesa

Há uma grande controvérsia quanto à classificação das águas. Alguns autores tomam por base de classificação o elemento químico dominante, outros as propriedades físicas, ou mesmo ainda, a acções fisiológicas.

Mas por ser a composição química o aspecto dominante, apresenta-se de seguida a classificação química das águas:

I – Bicarbonatadas

- Sódicas: Carbogasosas; Clorobicarbonatadas; Ferro-Bicarbonatadas; Magnésio-Bicarbonatadas; Fluó-Bicarbonatadas.
- Cálcicas: Carbogasosas; Clorobicarbonatadas; Fluó-bicarbonatadas.

II – Sulfurosas

- Sódicas: Fluoradas ou Fluosulfuradas; Bicarbonatadas; Cloretadas ou Clorosulfuradas.
- Cálcicas
- Nitratadas

III – Sulfatadas

- Sódicas
- Cálcicas

IV – Cloretadas

- Bicarbonatadas
- Carbogasosas
- Nitratadas
- Sulfatadas
- Sulfídricas

V - Ferruginosas

VI – Radioactivas

3.3 - Origem da Mineralização das Águas

As causas possíveis são as rochas, os magmas ou a atmosfera. A mineralização pode fazer-se através de sais, gases e radioactividade.

Os sais das águas minerais podem provir das rochas atravessadas ou dos magmas dos quais os elementos juvenis são libertados através do vapor de água.

Analisando as águas subterrâneas obtém-se as interacções ocorridas entre estas e os terrenos atravessados e assim podemos apurar as origens e causas da sua mineralização.

Assim, na qualidade das águas sob o ponto de vista químico, inferirão: a natureza das rochas, a duração do contacto com elas e a maior ou menor solubilidade dos seus minerais, a pressão, a temperatura e as acções de natureza magmática.

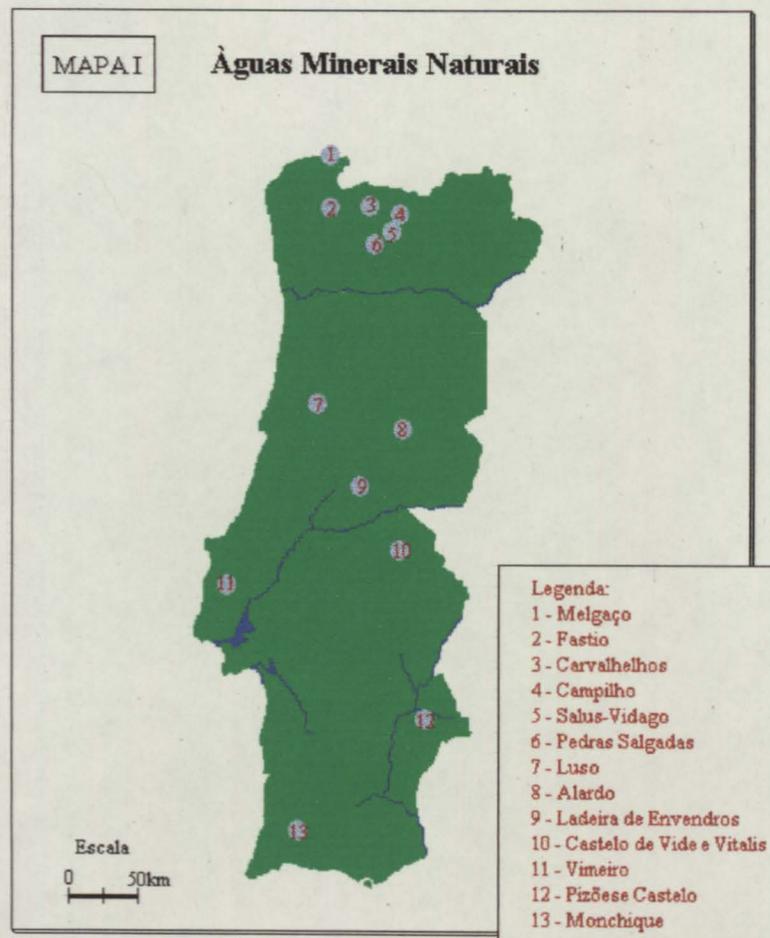
Atendendo a isto, pode dizer-se que a composição química de uma água reflecte, embora grosseiramente, a natureza geológica do meio atravessado, o que terá interesse para a prospecção geológica.

Quanto aos gases, o anidrido carbónico é o gás mais abundante nas águas minerais. Mas podem conter ainda hidrogénio, oxigénio, azoto e gases raros (argon, neon, kripton, helio, xenon). As águas sulfurada localizam-se em regiões de actividade vulcânica recente ou actual, podendo também provir da acção redutora de matérias orgânicas sobre os sulfatos.

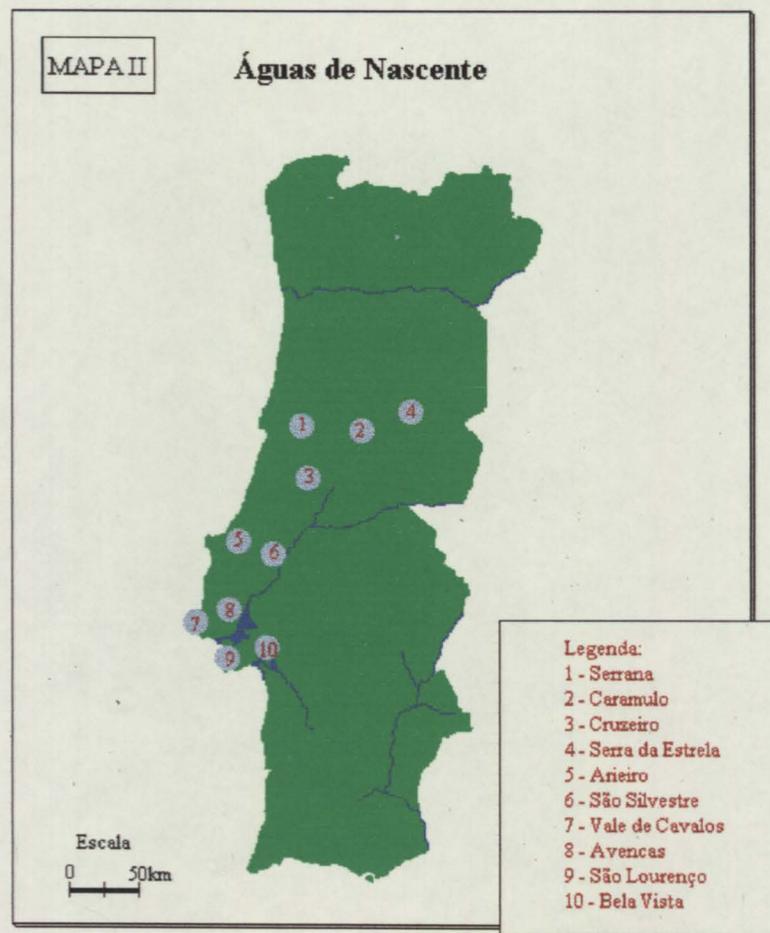
Pode afirmar-se que todas as nascentes são Radioactivas em maior ou menor proporção. A causa principal será o rádon dissolvido. Além dele, outros rádio elementos dissolvidos na água poderão aumentar a radioactividade, oriunda dos terrenos atravessados, granitos por excelência.

3.4 - Evolução da Produção Total

Em 1991 registavam-se em Portugal treze oficinas de engarrafamento de águas minerais naturais (MAPA I) e dez de águas de nascente (MAPA II), enquanto que em 1971 registavam-se, respectivamente, oito e três oficinas de engarrafamento.



MAPA I - Oficinas de engarrafamento de Águas Minerais naturais existentes em 1991.



MAPA II - Oficinas de engarrafamento de Águas de Nascente existentes em 1991.

No total, a produção anual de litros de água tem evoluído de 1959 a 1992 de forma exponencial, passando de 18862 milhões de litros em 1959 para cerca 375000 milhões em 1992. Isto corresponde a uma taxa de crescimento de 1874%. Contudo a fase de crescimento mais importante para as produções situa-se nos últimos vinte anos com uma taxa de 650% (ver gráfico 1).

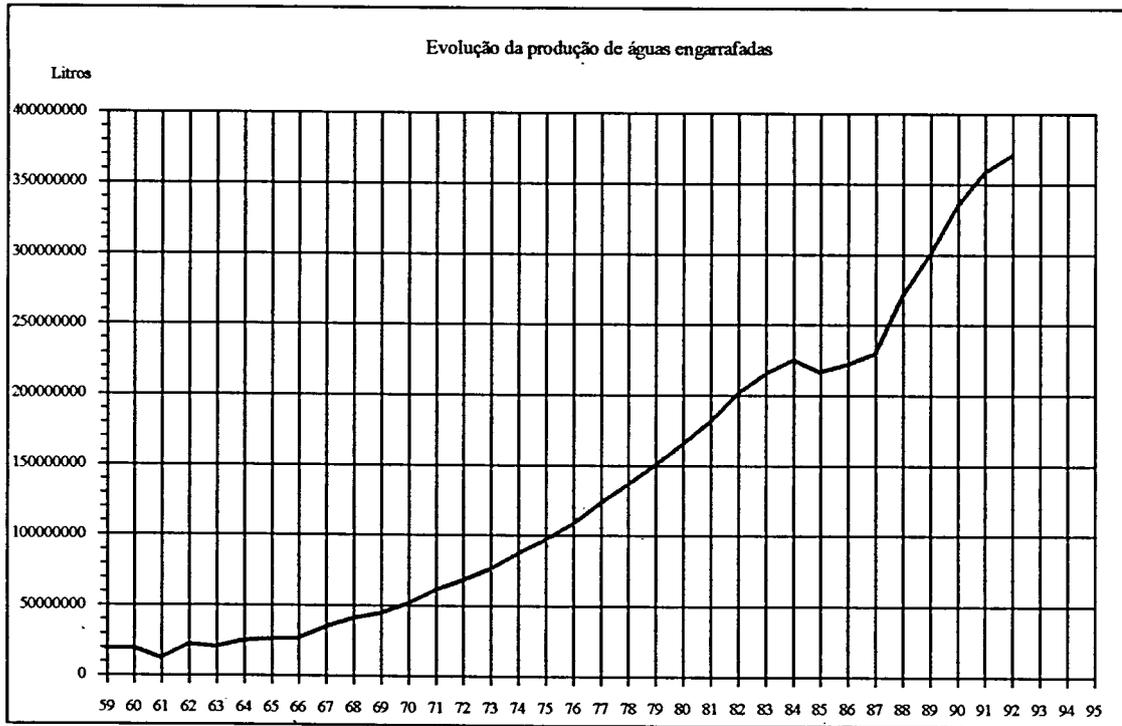


Gráfico.1 - Produções totais por ano de 1959 a 1992.

Ao nível das facturações a evolução é semelhante. De 30 000 contos em 1959 passou para 14 000 000 em 1992, correspondendo a uma taxa de crescimento igual a 46567% (ver gráfico 2). Verifica-se também que o maior crescimento se deu nos últimos vinte anos onde a taxa de crescimento foi de 23 233%.

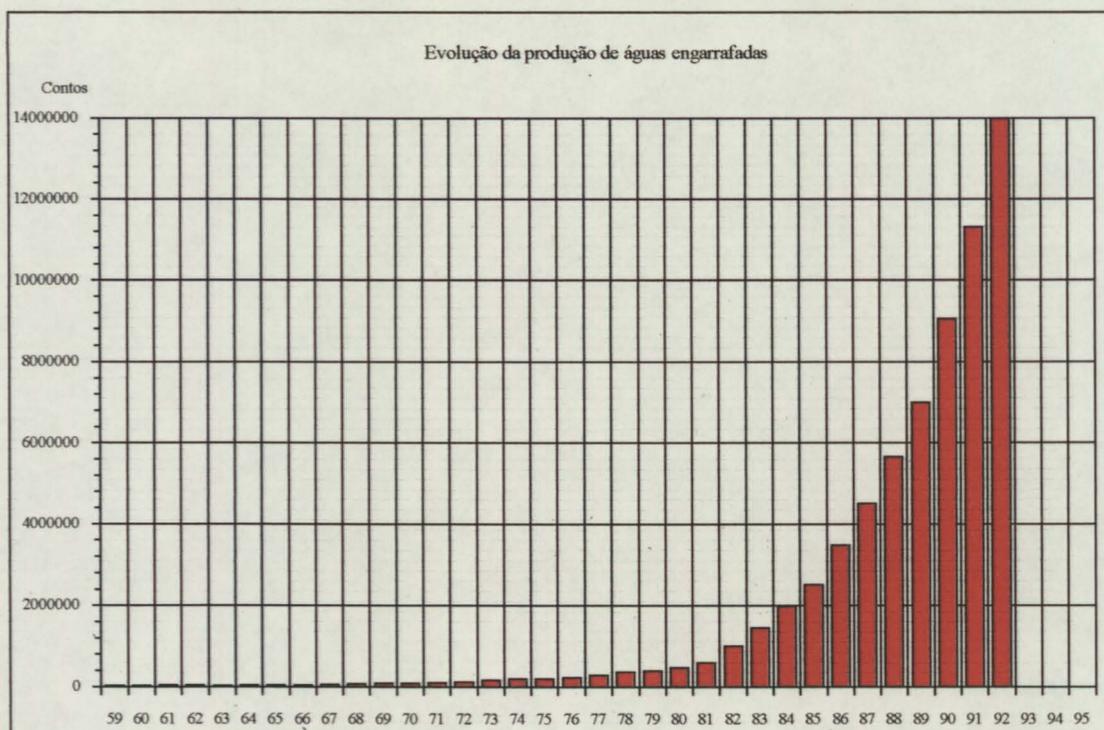


Gráfico 2 - Evolução das facturações totais por ano de 1959 a 1992.

3.5 - Tipos de águas vendidas em 1991

Do total de água vendida em 1991, 9% foi gaseificada artificialmente (gráfico 3). Existem actualmente cinco marcas de água mineral gaseificada: Castelo de Vide, Água Castelo, Carvalhelhos, Água Termal Monchique, Vimieiro e duas marcas de água de nascente gaseificada: Arieiro e Cruzeiro. As Gasocarbónicas representam 10% das vendas, representadas pelas seguintes marcas: Campilho, Melgaço, Pedras Salgadas e Salus Vidago (ver gráfico 3). O resto da água vendida correspondente a 81% das vendas é denominada água engarrafada tal como é captada.

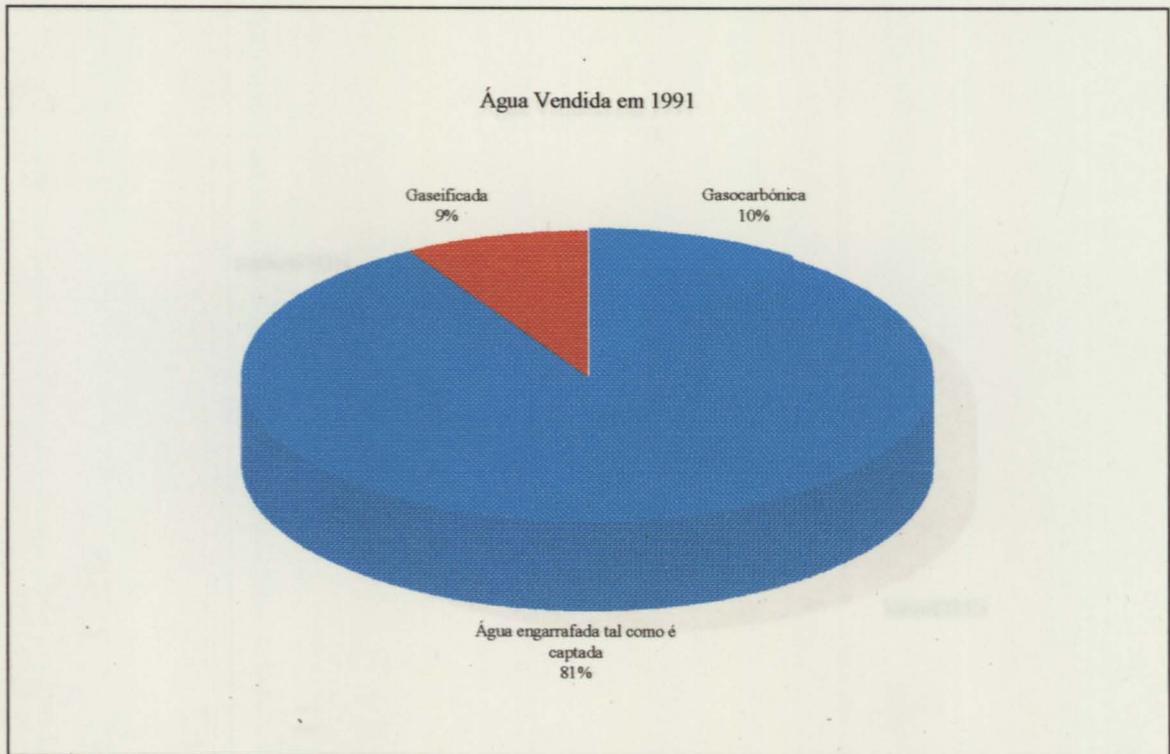


Gráfico 3 - Tipo de águas vendidas em 1991 e quantidades relativas.

3.6 - Comparação das produções de água mineral e de nascente

Como se pode ver no gráfico 4 a quantidade de água mineral vendida em 1991 representa uma fracção bem superior em relação à água de nascente, 75,9% contra 24,1%.

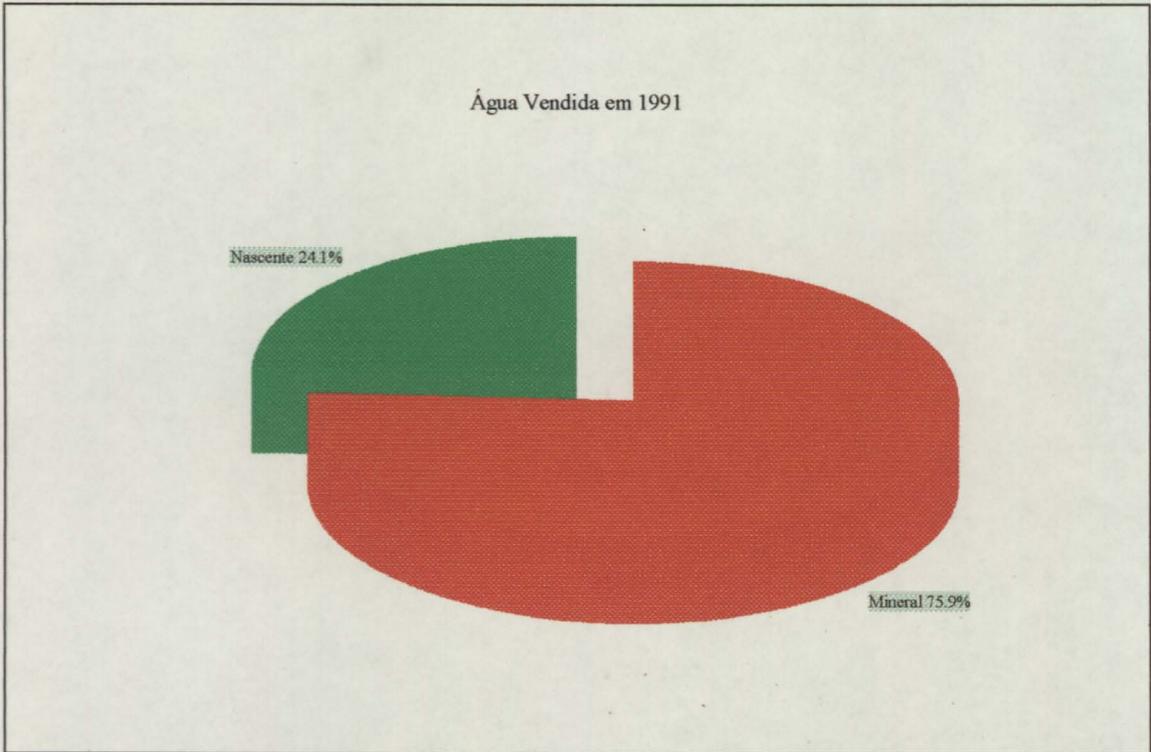


Gráfico 4 - Comparação das quantidades de água mineral e de nascente vendidas em 1991.

Em termos de crescimento desde 1970, as águas minerais também dominam, como se pode verificar pelo gráfico 5.

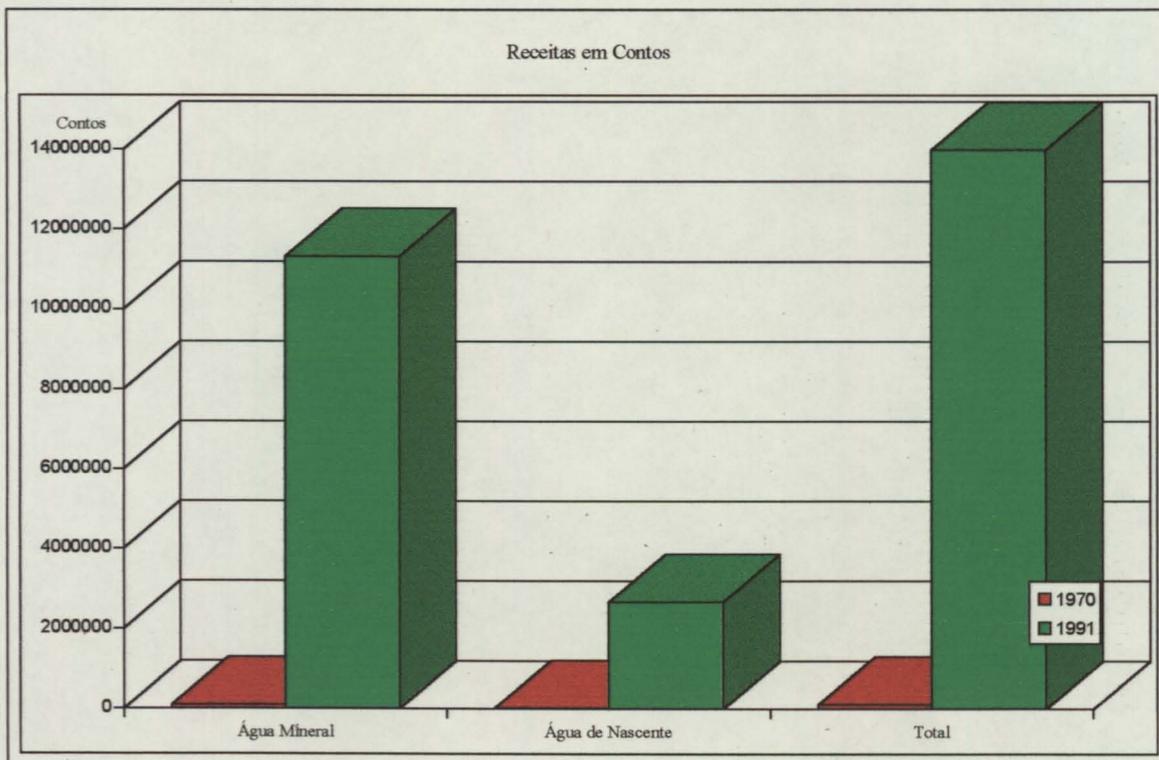


Gráfico 5 - Comparação das receitas de água mineral e de nascente vendidas em 1970 e 1991.

No entanto a expansão da produção de água de nascente é um fenómeno muito mais recente como se pode observar através do gráfico 6. As quatro marcas mais produtivas de água de nascente em 1991 não existiam em 1970, e das que existiam então só a água do Cruzeiro aumentou a sua produção em 1991.

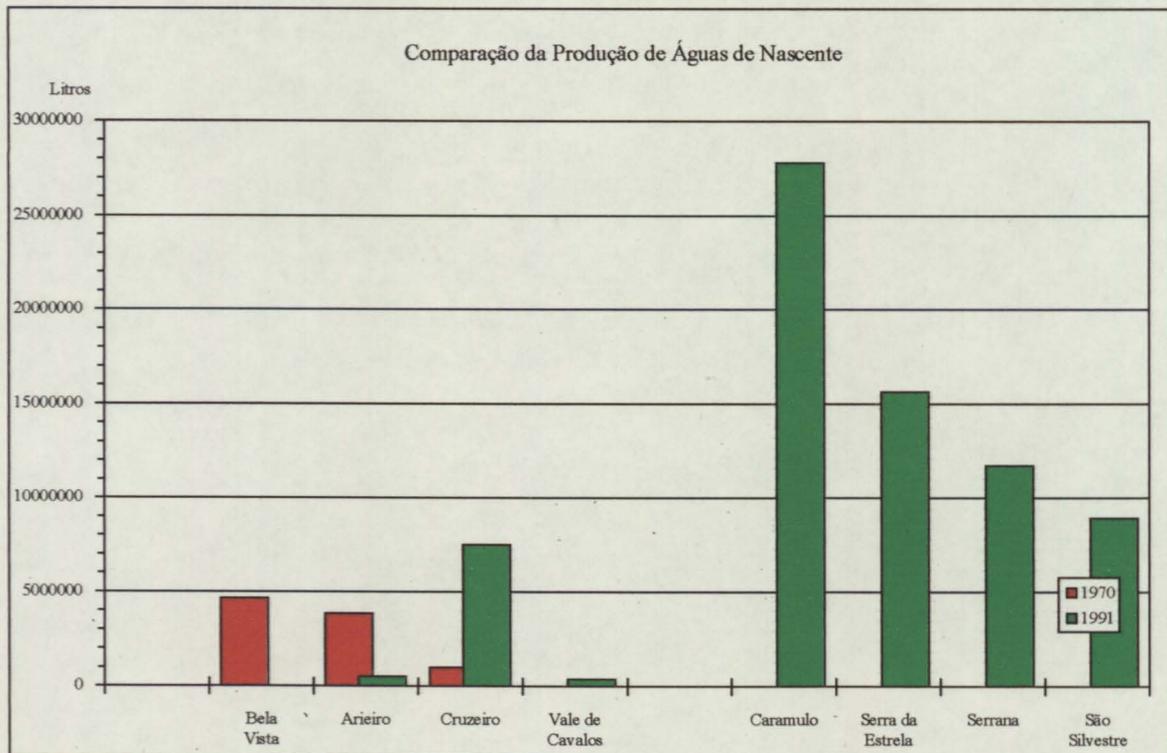


Gráfico 6 - Marcas de água de nascente com maiores produções em 1970 e 91.

Nas águas minerais verifica-se o contrário. As maiores produtoras em 1970 mantiveram-se e aumentaram as suas produções em 1991, sendo hoje as principais produtoras, com destaque para a água do luso responsável em 1991 por quase metade da produção total (ver gráfico 7).

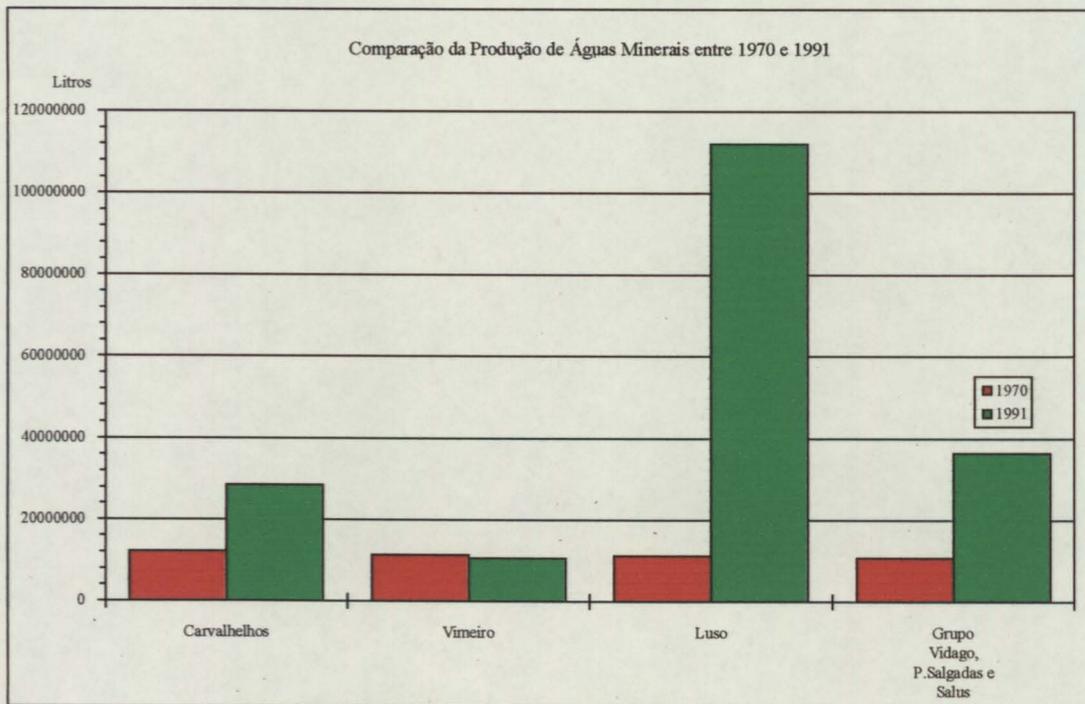


Gráfico 7 - Principais produtoras de água mineral natural em 1970 e 1991.

3.7 - Exportações

Podemos dizer que as exportações dos diferentes tipos de águas tem aumentado nos últimos 10 anos e actualmente terão entrado numa fase de estabilização (ver gráfico.8). No geral o volume de água mineral exportada é duas vezes maior do que o volume da água de nascente, o que terá a ver com as respectivas produções.

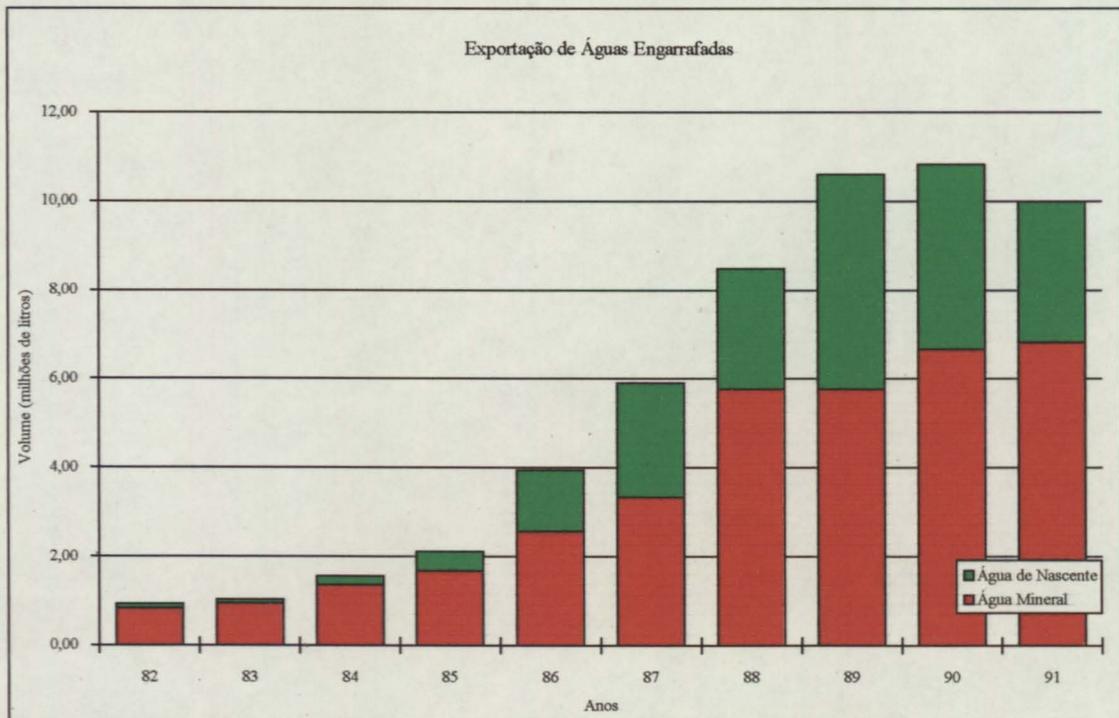


Gráfico 8 - Evolução das exportações de água mineral e de nascente de 1982 a 1991.

Deve dizer-se que Portugal é dos Países da Europa que produzem menos água, cerca de 5%, e a Itália é a maior produtora com cerca de 45%. Isso poderá ter reflexos no volume das nossas exportações assim como no desenvolvimento futuro do sector, pois esses Países são igualmente exportadores.

4. ÁGUAS E ESTÂNCIAS TERMAIS

4.1 - Definição

Uma água diz-se termal quando a sua temperatura é superior à temperatura média anual do local de emergência. Se a termalidade de uma água for referida à do corpo humano, distinguem-se os seguintes tipos:

- águas muito frias, temperatura $< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- águas tépidas, temperatura compreendida entre 20 e $30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- águas quentes, temperatura compreendida entre 31 e $35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- águas muito quentes, temperatura $> 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

As águas de temperaturas mais elevadas são as dos geysers, que excedem por vezes $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, chegando mesmo a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ quando a temperatura é determinada na bacia. Perto dos vulcões também a temperatura das nascentes ultrapassa por vezes os $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Em geral, considera-se termal uma nascente em que as águas possuam temperaturas de 6 °C acima da temperatura média da região de emergência.

A temperatura, em graus centígrados, da água de algumas das fontes termais portuguesas é a seguinte:

Termas	Temperatura / °C
Ilha de S. Miguel (Açores)	15 a 98
S. Pedro do Sul	68,7
Chaves	68
Aregos	38 a 59,7
Vizela	31 a 67
Alcafache	49,8
Gerês	42,7 a 46,4
Moledo	39,1
Caldelas	30,9

A temperatura das águas baixa fortemente ao aproximarem-se da superfície da Terra, onde as rochas estão mais frias que em profundidade. Há ainda que ter em conta a influência das águas superficiais com as quais elas podem misturar-se. Esta influência das águas superficiais é particularmente vincada por depósitos aluvionares. Nestes depósitos superficiais estabelece-se uma toalha freática que a água termal terá de atravessar para atingir a superfície, levando a que, por efeito desta mistura de águas a temperaturas diferentes e com origens diferentes, a temperatura da água termal seja consideravelmente baixada.

Além da classificação segundo a temperatura de emergência, as águas podem também ser classificadas segundo as substâncias predominantes que contêm. Em Portugal, essa classificação é a seguinte:

- Bicarbonatadas Sódicas - Chaves, Pedras Salgadas, Vidago, Salus, Monção e Monchique;
- Bicarbonatadas Cálcicas - Melgaço e Moura;
- Sulfúreas Sódicas - Vizela, Taipas, Caldas da Saúde, Canaveses, Moledo, Aregos, S. Jorge, Entre-os-rios, S. Vicente, S. Pedro do Sul, Felgueiras, Manteigas e S. Paulo;
- Sulfúreas Cálcicas - Caldas da Rainha;
- Sulfato-Cálcicas - Curia, Monte Real;
- Cloretadas - Amieira, Bicanho, Azenha, Fervença-Piedade, Termas Salgadas da Batalha, Santa Marta, Cercos, Estoril;
- Hipomineralizadas - Vale de Mó, Luso, Curia, Monfortinho, Carvalhelhos, Guinchães, Caldelas e Gerês.

4.2 - Origem da termalidade das águas

Em princípio, as águas termais devem a sua temperatura mais ou menos elevada ao calor interno da Terra.

As causas principais da termalidade das águas, por ordem de importância, são:

- a) Geotermismo ou Calor Central;
- b) Vulcanismo;
- c) Águas Juvenis;
- d) Reacções Químicas.

4.3 - Localização das nascentes termo-minerais

A emergência das nascentes termo-minerais faz-se segundo o percurso que oferece menor resistência à circulação. Este facto explica a tão frequente localização das fontes termais nos vales, ravinas ou gargantas, isto é, nos pontos mais baixos da superfície topográfica. É o caso, por exemplo, da grande falha que passa por Chaves, Vidago e Pedras Salgadas, onde se localizam estas estâncias termais.

A erosão, que determina a formação dos vales, pode levar as águas a procurarem saídas mais fáceis que as primitivas. A migração ou estabilização das nascentes pode também resultar da orientação das diaclases ou fracturas em relação ao vale. Se a direcção daquelas é paralela à do vale, os bolhões mantêm-se, podendo verificar-se o inverso se as fracturas se orientarem perpendicularmente ao vale. Assim se explica a localização e agrupamento de certas emergências termais.

4.4 - Uso medicinal das termas

Os resultados do tratamento termal, embora primariamente dependente das reacções determinadas pelo uso interno ou externo da água mineral julgada mais apropriada à condição mórbida a tratar, dependem também de factores associados, como o repouso físico e psíquico, o exercício moderado e orientado, o regime ali-

mentar, a recriação, os quais, concertados com os factores climáticos, concorrem para a valorização do tratamento termal.

4.5 - Actividade termal em Portugal

Em 1990 estiveram em actividade 36 estâncias termais (ver MAPA - III):

Monchique	Alcafeche	Monção
Cucos	Cavaca	Melgaço
Vimeiro	Carvalhal	Gerês
Caldas da Rainha	S. Jorge	Carvalhelhos
Piedade	E. Rios	Chaves
Azenha	S. Vicente	Vidago
Curia	Canaveses	Pedras Salgadas
Monte Real	Moledo	Carlão
Luso	Vizela	Monfortinho
Vale de Mó	Taipas	Envendos
S. Pedro do Sul	Eirogo	Castelo de Vide
Felgueiras	Caldelas	Cabeço de Vide



MAPA III - Termas em actividade em 1991

4.6 - Análise de frequência termal em 1991

Segundo o quadro III, relativo à frequência termal em 1991, verifica-se um notável aumento da frequência termal - 58 % das estâncias registam subidas percentuais de frequência superiores a 10 %.

n.º	Termas	Inscrições		Receitas	
		n.º	Var.1990	contos	Var.1990
1	Alcafeche	3829	296	18459	4873
2	Azenha	168	30	542	206
3	Cabeço de Vide	3738	166	22000	1400
4	Caldas da Rainha	7677	-104	50238	-184
5	Caldelas	6367	-202	50416	-10150
6	Canaveses	262	45	1878	741
7	Carlão	295	10	1569	302
8	Carvalhal	907	96	4928	663
9	Carvalhelhos	53	-22	276	-75
10	Castelo de Vide	204	-64	609	-928
11	Cavaca	646	-26	6005	-709
12	Chaves	5673	173	47268	-6667
13	Cucos	1079	-46	31058	2160
14	Curia	5803	-209	91134	10190
15	E. Rios	2353	96	21510	8750
16	Eirogo	770	-8	6691	1297
17	Envendos	455	167	2188	44
18	Felgueiras	4394	443	72229	-1984
19	Gerês	6153	-63	30135	2248
20	Luso	2371	12	47137	6013
21	Melgaço	156	-112	753	-1523
22	Moledo	847	82	7661	2704
23	Monção	1419	157	9979	-3418
24	Monchique	1426	-76	19302	4892
25	Monfortinho	2778	294	38159	10915
26	Monte Real	6473	316	37286	-10143
27	Pedras Salgadas	168	-179	1592	-478
28	Piedade	736	17	10031	729
29	S. Jorge	3107	982	38989	7176
30	S. Pedro do Sul	16773	2037	261537	40762
31	S. Vicente	2729	17	21022	2288
32	Taipas	1537	22	23487	4818
33	Vale de Mó	184	-7	483	-29
34	Vidago	1106	-170	8640	1320
35	Vimeiro	1137	-24	14348	-2010
36	Vizela	6376	16	113112	5773
	Totais	100149	4162	1112651	81966

Quadro III

Como se pode observar no quadro IV, o termalismo português, em 1991, ultrapassa a barreira dos 100 000 aquistas, tendo-se registado 100.149 inscrições, correspondendo a um aumento em relação ao ano anterior de 2.722 aquistas. A taxa de

crescimento da frequência termal relativamente a 1990, foi de 2,8 % (ver gráfico.9) relativo à taxa de evolução da frequência termal.

Ano	n.º insc.	Var.%	Receitas	Var.%
1982	87133	-4	203440	31,11
1983	85751	-1,59	223251	9,74
1984	82720	-3,53	292662	31,09
1985	86471	4,53	386136	31,94
1986	89930	4	478502	23,92
1987	93227	3,67	567559	18,61
1988	85857	2,82	655212	15,44
1989	96210	0,37	770274	17,56
1990	97427	1,26	1037916	34,75
1991	100149	2,79	1112651	7,2

Quadro IV

A nível estrangeiro, verificou-se um ligeiro aumento de 1990 a 1991 de quase 9 % no que diz respeito a frequentadores de estâncias balneares.

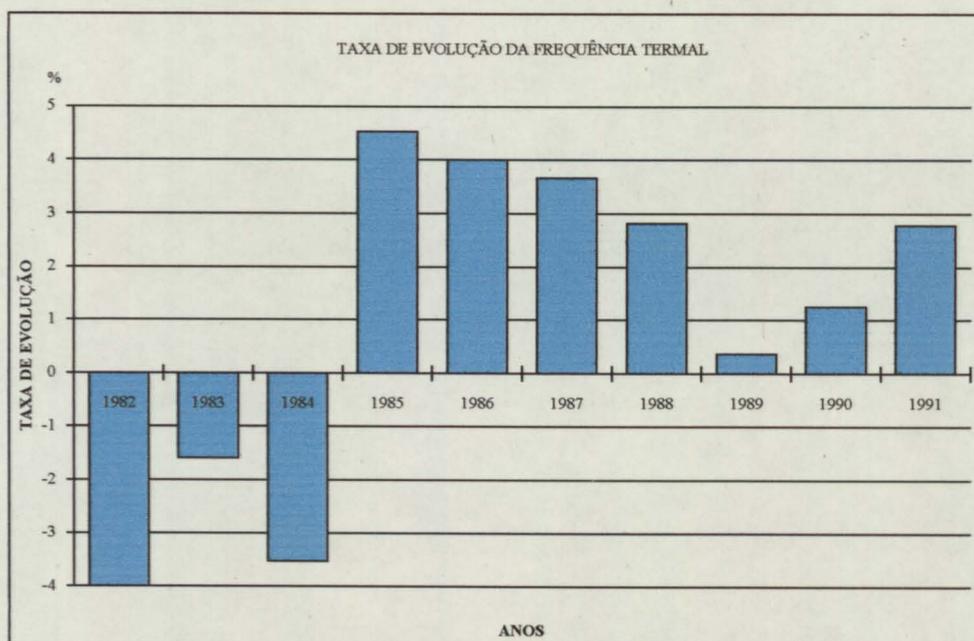


Gráfico 9 - Taxa de Evolução da Frequência Termal

4.7 - Evolução da actividade termal

Esta actividade tem vindo a aumentar de uma forma extraordinária a partir do ano de 1984, apesar de algumas baixas insignificantes nos anos de 1988 e 89, como se pode constatar no gráfico.10 e também pelos pedidos de novas concessões, o alargamento do período de financiamento de algumas estâncias termais, o interesse pela reactivação de algumas termas que se encontravam suspensas há vários anos, a construção e remodelação de antigos balneários, e, ainda, a realização de planos de prospecção, pesquisa e captação de água mineral natural para fins termais.

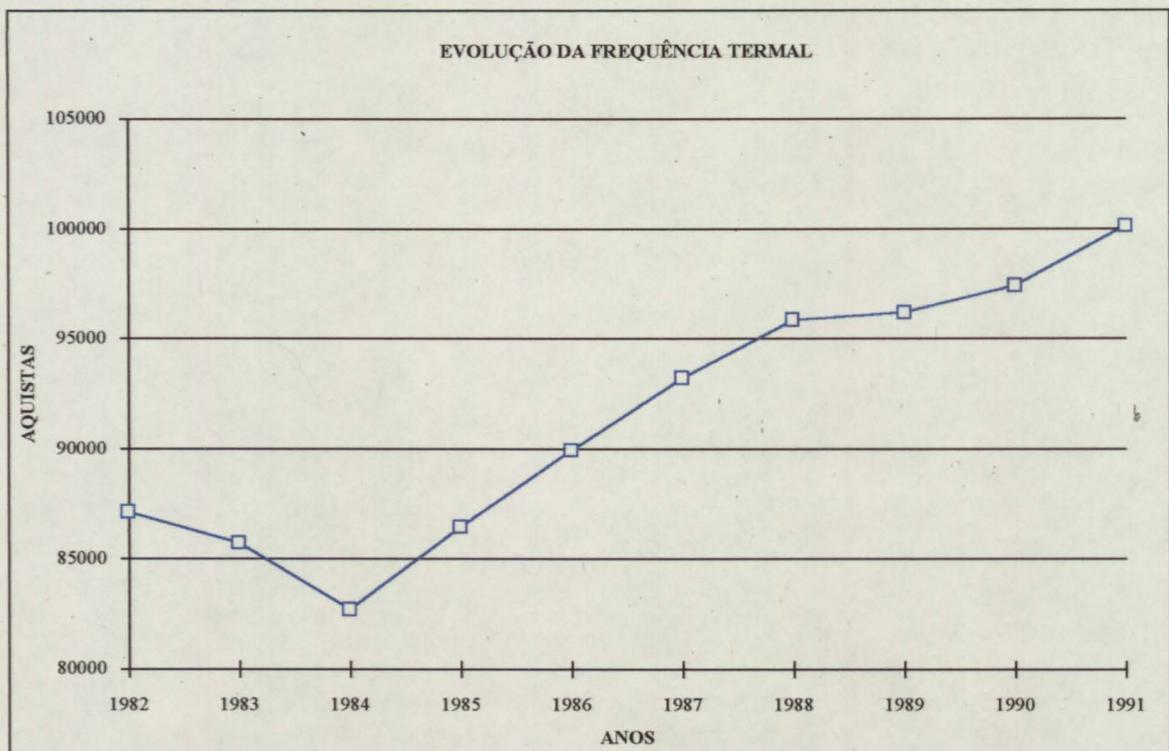


Gráfico.10 - Evolução da Frequência Termal

4.8 – Emprego

Tendo em conta que o termalismo é uma actividade de carácter sazonal, isto é, cujos contratos têm uma duração correspondente ao período de funcionamento da estância, em 1991 houve 502 efectivos e 782 sazonais, o que totalizou 1284 funcio-

nários nesse ano (Quadro IV). No Gráfico.3, pode ver-se a distribuição dos funcionários por vários grupos profissionais.

Categoria	Efectivos	Temporário	Total
Dirigente	54	7	61
Médico	74	80	154
Técnico	42	23	65
Administrativo	82	26	108
Chefia	13	40	53
Operário	142	550	692
Outro	95	56	151
Total	502	782	1284

Quadro V

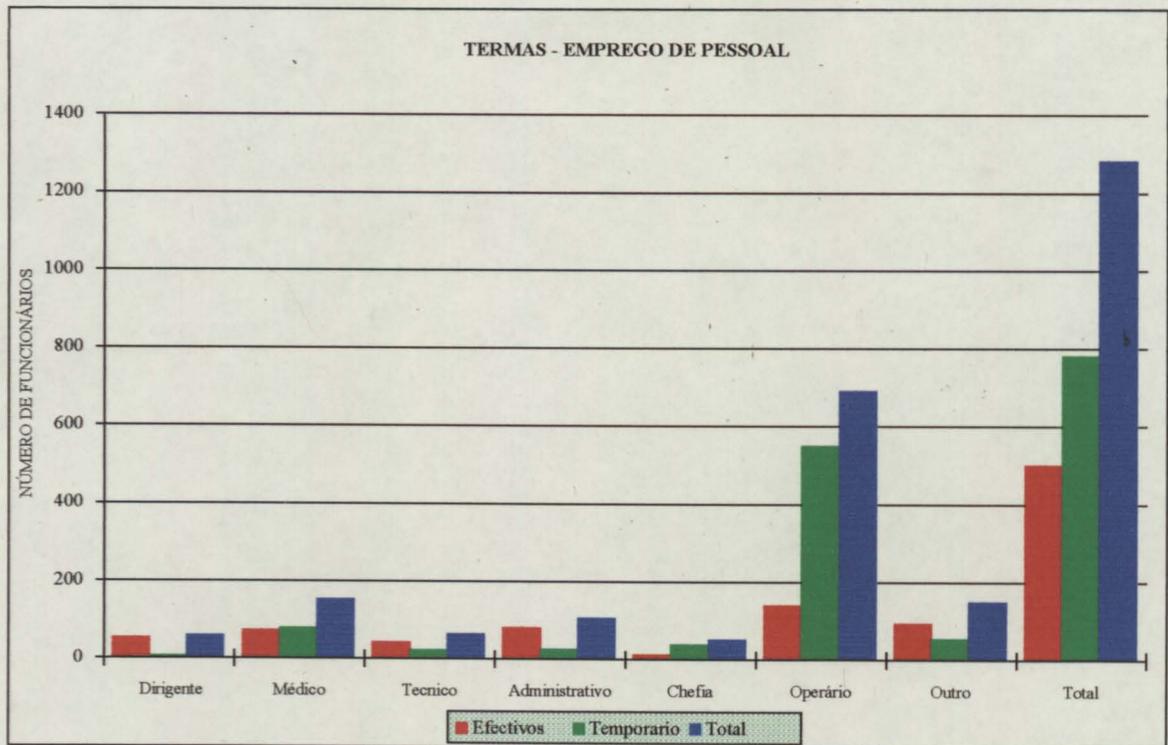


Gráfico 11 – termos e emprego de pessoal

5. ÁGUAS DE RECREIO

5.1- A qualidade da água nas praias de banho e o desenvolvimento das zonas costeiras turísticas.

A prática balnear foi sempre um atractivo para as populações, especialmente em zonas de clima ameno e tem vindo a constituir motivo de interesse turístico, o qual, por razões de ordem económica e social, devem ser incrementados.

O desenvolvimento da aptidão para a prática balnear de zonas turísticas está fortemente dependente das condições que sejam proporcionadas para esse efeito e, em paralelo com exigências de infra-estruturas de apoio às actividades de lazer, surge, de uma forma crescente nos últimos anos, a necessidade de assegurar à água nessas zonas condições sanitárias estéticas compatíveis com a sua utilização para fins recreativo, em geral, e para banho, em particular.

O crescimento por vezes desordenado, de algumas zonas costeiras e a correspondente insuficiência ou inadequação das suas infra-estruturas de águas residuais têm provocado rápida deterioração da qualidade da água nessas zonas, por vezes de uma forma visível, conduzindo à redução das actividades recreativas e à deslocação das populações para outros locais mais propícios às actividades de lazer.

A manutenção da água de banho em boas condições, tem sido, desde há vários anos, preocupações dos governos e das organizações internacionais, nomeadamente da CEE, que, no seu primeiro programa de acção em matéria de meio ambiente de 1973 (Declaração de Concelho, de 22 de novembro de 1973), especificava já como um dos objectivos dos seus trabalhos a definição de série de parâmetros e objectivos de qualidade para as águas do mar adstritas a determinadas utilizações, com base em informações de que alguns estados membros já dispunham no que respeita à qualidade das águas nas praias.

Surge assim em 8 de dezembro de 1975 a directiva do Concelho 76/160/CEE referente à qualidade da água nas zonas balneares.

5.2- Controle das águas de Banho em Portugal.

O controle da qualidade das águas de banho em Portugal é efectuado pela Direcção Geral dos Cuidados de Saúde Primários, através dos seus organismos regionais e locais.

Neste domínio, cabe à Direcção-Geral, com recursos às ARS's (Administração Regional de Saúde) a colheita de amostras e a realização de análises bacteriológicas, bem como o tratamento estatístico dos resultados obtidos e a apreciação da qualidade da água com base nesses resultados.

Este controle analítico compreende normalmente a determinação de coliformes totais e fecais e de estreptococo fecais, em todas as praias mais importantes do país onde é feito de uma forma regular durante a época balnear desde há alguns anos.

Não existindo no nosso país quaisquer normas de qualidade para águas de banho com carácter oficial, são adoptados para efeitos de apreciação da qualidade da água das amostras analisadas os padrões estabelecidos pela directiva da CEE.

Em caso de não conformidade com aqueles padrões, o centro de saúde chama para o facto a atenção dos reponsáveis municipais e das autoridades marítimas que tomarão subseqüentemente as medidas que estiverem dentro das suas possibilidade.

5.3- Síntese dos aspectos fundamentais da directiva do conselho 76/160/CEE

5.3.1- Esta Directiva respeita a água de banho, excluindo-se do domínio de aplicação as águas para usos terapêuticos e águas de piscinas.

No contexto desta Directiva entende-se por “água de banho” qualquer massa de água doce, corrente ou parada, assim como água do mar, nas quais o banho é expressamente autorizado pelas autoridades competentes do Estado membro, ou onde o banho não é proibido e é habitualmente praticado por um número considerável de banhistas.

A directiva diz respeito ainda exclusivamente à época balnear, que corresponde ao período durante o qual se preveja grande afluência de banhistas, tendo em conta usos locais, assim como as condições meteorológicas.

5.3.2- Duma forma sumária pode dizer-se que a Directiva exige dos Estados membros que:

- fixem padrões nacionais para parâmetros consignados no Anexo à Directiva, os quais não poderão ser menos severos que os estabelecidos pela própria Directiva;

- procedam à classificação das zonas balneares, que ficarão abrangidas pela Directiva;
- desenvolvam programas de análise sistemáticos, em geral com frequência mínima bimensal, a iniciar 15 dias antes do começo do época balnear, seguindo as instruções para as colheitas e utilizando os métodos de análise especificados na Directiva;
- respeitem desde a abertura da época balnear, em todas as zonas balneares classificadas como tal após notificação da Directiva, os valores obrigatórios dos padrões adoptados;
- informem a Comissão das disposições essenciais do direito interno que adoptarem nos domínios respeitantes à Directiva em causa;
- enviem regularmente à Comissão um relatório de síntese sobre as características mais significativas da água nas zonas balneares;
- participem, com um representante, no comité para a adaptação ao progresso técnico desta Directiva.

5.3.3- A Directiva comunitária impõe os seguintes prazos após a sua notificação:

- dois anos para o Estado membro pôr em vigor as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessária para a implementação da Directiva;

- quatro anos para o envio pelo Estado membro, à Comissão, do primeiro relatório de síntese sobre a qualidade das águas nas zonas balneares;
- dez anos para que a qualidade da água nas zonas balneares designadas como tal venha satisfazer os padrões fixados, a não ser em condições excepcionais, devidamente justificadas, e que serão remetidas para conhecimento à Comissão no prazo máximo de seis anos após a notificação.

5.4- Aplicação em Portugal da Directiva comunitária

Dispondo o nosso país de inúmeras praias, marítimas e fluviais, onde o banho é prática corrente durante o Verão para muitas centenas de milhar de pessoas, torna-se difícil assegurar, em todo o país, um controle adequado da qualidade das águas nas praias. Por outro lado, é sabido que é no litoral onde se localizam as maiores concentrações populacionais e os maiores aglomerados urbanos e turísticos, a grande maioria dos quais tem graves carências de infra-estruturas de tratamento e destino final de águas residuais.

Difícil se torna assim visualizar uma melhoria sensível, a curto prazo, da actual situação, no que se refere à qualidade das águas nas praias.

A adesão de Portugal à CEE impõe, neste Domínio, conforme decorre do exposto na ponto anterior, dois tipos de acções fundamentais.

- monitorização da qualidade da água;

- construção de obras de tratamento e destino final das águas residuais.

Quanto à monitorização, será inevitável um reforço da capacidade dos laboratórios distritais e dos centros de saúde, quer em meios humanos, quer em meios financeiros e de equipamento. Nalgumas zonas litorais as análises requeridas pela Directiva já são executadas, no que se refere às características bacteriológicas, mas é evidente que terá de ser feito um esforço para os programas se completarem e abrangerem a generalidade das praias. No plano técnico não se antevêem, em princípio, dificuldades na concretização destas acções.

A fim de que as acções de monitorização não tenham por única finalidade o registo e compilação de informações sobre o grande número de situações declaradamente insatisfatórias sob o ponto de vista sanitário, a tarefa de maior envergadura reside, porém, na melhoria das condições de descarga de esgotos na vizinhança das praias, quer directamente quer através de cursos de água poluídos. Haverá assim que promover a descarga de águas residuais longe das praias, eventualmente mediante de longos emissários submarinos no caso das praias marítimas, ou no tratamento prévio dessas águas a níveis consentâneos com a sua descarga mais próxima da zona balnear sem que tal afecte a qualidade das águas de banho.

A complexidade técnica dos projectos de algumas destas obras e o elevado volume de encargos financeiros associados à sua construção integral têm atrasado excessivamente a resolução dos problemas de poluição em muitas das nossas praias, com os inconvenientes por demais conhecidos. Urge, assim, enquadrar a construção de sistemas de grandes dimensões em planos de execução faseada e desenvolver

atempadamente os respectivos processos de financiamento. Só então se conseguirá promover uma melhoria progressiva da qualidade da água nas praias portuguesas.

Outro tipo de acção deve ser implementado o mais breve possível: a informação à população. Considera-se efectivamente da maior importância que as conclusões dos programas de monitorização, bem como informações sobre os planos dos municípios para melhorar as condições de descarga de águas residuais na vizinhança das praias, sejam divulgadas pelos órgãos de comunicação social e fixados no local, afim de se manter devidamente informados os utentes.



Bibliografia

- “Água para Beber - as de Ontem, as de Hoje e as de Amanhã “
- Manuel Neto Valente.
- “Estudo geológico da nascentes termais” – J.M. Cotelos Neiva
- “Dimensionamento de captações de água subterrânea” – J. Martins de Carvalho, Lourenço Marques, 1973.
- “Recursos Hídricos” – Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Janeiro de 1989 vol. 9 n.º 2.
- “O quimismo das águas sulfúreas portuguesas”- M.J. Canto Machado, 1987.
- “Estudos, Notas e Trabalhos” – D.G.G.M., 1988, t. 30, pp. 37-49.
- “Águas Subterrâneas e Poços Tubulares” – edição patrocinada pelo convénio Banco Nacional da Habitação, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Control de Poluição das Águas. S. Paulo 1974.
- “Geologia e Captagem (Hidrogeologia Médica)”-Alberto M. Cerveira, Departamento de Minas, F.E.U.P.

- “Catalogo Sobre Termas e Águas Engarrafadas em Portugal”- Direcção Geral de Geologia e Minas, Lisboa 1992.
- “Águas Engarrafadas e Termalismo em 1991” - Eurico José P.R. Fernandes e José Francisco A. Cruz, Boletim de Minas. Lisboa. Abril-Junho, 1992.
- “Potencialidades Minerais da Metrópole”- F. Soares Carneiro, Arquivos da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos. Lisboa, 1971.
- “Roteiro das Termas” - José Cordeiro, Jornal de Noticias. Porto, 24/05/95.
- “A Água - Escassez ou Mau Uso”- M.R. Llamas, Colóquio Ciências nº12, Fundação Calouste Gulbenkian.
- “ Tema e Aplicação em Portugal da Directiva da CEE sobre Águas de Banho” – António S. Lobato de Faria, e Maria Helena P. Tavares, II Jornadas da A.P.R.H., 1985.
- “ Água para Abastecimento Público. Necessidades de Tratamento Face à Qualidade da Água nas Captações” – Maria Eduarda Beja Nunes, Recursos Hídricos vol. 16 n.º 1.
- “Captações de Água Subterrânea e Perímetros de Protecção” – J. J. Lopo Mendonça, Instituto de Investigação da Água.
- “Contaminações das Águas Subterrâneas” ” – J. J. Lopo Mendonça, Instituto de Investigação da Água.



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000073356

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DEPGEF

prodepII

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCATIVO PARA PORTUGAL



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu

Nome: Ana Paula Pinho Areias

Curso: Eng^a Minas

Datas: 1998/02/02 a 1998/08/02

Tema: Vigilância de águas termais, consumo, recreio e minerais

Empresa: Sub-Região de Saúde de Vila Real

Concurso: 306/010-98 – PRODEPII – Medida 5/Ação 5.2 - Estágios