

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA  
DOS INDÚSTRIAS  
DE ÁGUAS MINERAIS  
NATURAIS E DE NASCENTE

APIAM



ÁGUAS MINERAIS  
**NATURAIS**  
E DE  
NASCENTE

MONITORIZAÇÃO  
HIDRODINÂMICA,  
MICROBIOLÓGICA E  
FÍSICO-QUÍMICA  
DO RECURSO  
DE UMA CAPTAÇÃO

**MANUEL ANTUNES DA SILVA**

*Hidrogeólogo*

# Biografia

---

## **ANTUNES DA SILVA**

LICENCIADO EM GEOLOGIA, PELA F.C.T.U.C.;

1991-1997: GEÓLOGO / DIRECTOR TÉCNICO DAS CONCESSÕES DA EMPRESA VIDAGO, MELGAÇO & PEDRAS SALGADAS, S.A.;

1997-2004- GEÓLOGO / DIRECTOR TÉCNICO DAS CONCESSÕES DA EMPRESA JERÓNIMO MARTINS;

2004-2012:.. GEÓLOGO / DIRECTOR TÉCNICO DAS CONCESSÕES DA EMPRESA UNICER S.A..

# Índice

---

1.	A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO E MONITORIZAÇÃO.....	5
2.	A GESTÃO.....	5
3.	MONITORIZAÇÃO HIDRODINÂMICA DE UMA CAPTAÇÃO.....	6
4.	MONITORIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO RECURSO.....	12
5.	METODOLOGIAS DE COLHEITA MICROBIOLÓGICA.....	14
6.	MONITORIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO RECURSO.....	14
7.	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E DOCUMENTAÇÃO OFICIAL.....	16
8.	CONCLUSÃO.....	18
9.	BIBLIOGRAFIA.....	18



## 1.

---

### A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO E MONITORIZAÇÃO

Os recursos que servem de base à produção de **Água Mineral Natural** (AMN) ou de **Água de Nascente** (AN) terão, obrigatoriamente, que apresentar um perfil qualitativo irrepreensível de acordo com a legislação em vigor, no que respeita às suas características Microbiológicas e Físico-Químicas.

A Qualidade exigida na origem poderá ser progressivamente adulterada ao longo da exploração, caso não sejam respeitadas as condições hidrodinâmicas de extracção definidas, captação a captação, garantindo a renovação do recurso e do equilíbrio do sistema aquífero.

Deste modo, a **monitorização** assegura que, em cada momento, a disponibilidade de recurso em quantidade e qualidade, está de acordo com o expectável e é produto de um trabalho contínuo de **conhecimento/avaliação hidrogeológica** do sistema, associado a uma correcta **gestão da exploração**. Esta gestão, terá que respeitar as condições técnicas expressas no **Plano de Exploração** (no caso de AMN) ou no descritivo do **Sistema de Captação** (AN) aprovados pela Tutela, balizada por detalhados dados qualitativos e quantitativos que permitirão aferir, com frequência, a adequabilidade da parametrização de exploração adoptada e, eventualmente, actuar sobre as especificações de base adaptando-as às reacções do sistema aquífero. A correcta **monitorização** inicia-se aquando a realização da captação, sendo a base de uma boa gestão e salvaguarda da disponibilidade de Recurso.

Ao construir este documento que se constitui como um repositório de pontos de aplicação prática à volta do tema da monitorização, o autor socorreu-se da consulta de documentos vários, devidamente identificados na bibliografia, tendo em alguns casos recorrido à adaptação de trechos.

## 2.

---

### A GESTÃO

A nível de gestão global do aquífero, considerando o alto nível qualitativo que deve ser posto ao serviço do desenvolvimento e exploração de águas minerais naturais e de nascente, é absolutamente indispensável o cumprimento rigoroso das regras gerais de gestão de aquíferos e captações, tais como:

- (i) As extracções não devem ultrapassar 70 a 80% dos recursos renováveis;
- (ii) Para captações situadas em aquíferos confinados, o rebaixamento não deve ser levado abaixo da base da camada confinante;

- (iii) Para captações situadas em aquíferos livres, o rebaixamento não deve exceder 50 a 60% da espessura saturada;
- (iv) A velocidade de entrada de água na captação deve ser respeitada, não excedendo 3 cm/s e os tubos-ralos das captações nunca deverão ficar a descoberto. (os interessados pelo tema poderão encontrar suporte exaustivo em Driscoll 1987 e Harlan et al 1989), por exemplo);
- (v) Não deve ser feita sobrebombagem relativamente à capacidade do aquífero e ao dimensionamento da captação;
- (vi) A operação de captação deve prever a colocação da bomba vários metros abaixo do nível dinâmico;
- (vii) Deve ser evitada a bombagem intermitente, ainda que para isso seja necessário instalar capacidade de armazenamento suplementar à superfície;
- (viii) Devem ser monitorizados, sistematicamente: a qualidade da água, os caudais e os níveis estático e dinâmico;
- (ix) As captações, mesmo as abandonadas, devem ser inspeccionadas regularmente para verificar o comportamento hidrodinâmico e prevenir riscos de contaminação;
- (x) Devem existir procedimentos de rotina para fazer face a uma qualquer situação de emergência (por exemplo, a existência de, pelo menos, uma captação de reserva).

O cumprimento sistemático destas normas, contribuem para a diminuição drástica de ocorrências negativas associadas à qualidade e quantidade de água captada e da sua constância no tempo, princípios básicos inerentes à condição de água mineral natural.

### 3.

---

#### **MONITORIZAÇÃO HIDRODINÂMICA DE UMA CAPTAÇÃO**

A efectivação da monitorização hidrodinâmica, como instrumento de Gestão de uma Exploração de AMN ou de AN, pressupõe uma definição prévia de parâmetros como: o Caudal de Exploração (CE) e o Nível Hidrodinâmico de Exploração (NHD) máximo a atingir. Estas parametrizações, inicialmente estabelecidas, aquando do estudo da captação e no arranque da actividade de extracção, deverão ser validades e/ou ajustadas, ao longo de toda a sua vida útil.

Uma captação só poderá ser dada como concluída, quando for conhecido o formato de exploração a adoptar. Para tal, é imprescindível a realização de ensaios de bombagem, após as fases de: conclusão dos trabalhos de furação, entubamento e desenvolvimento (ver Capítulo desenvolvido por Henrique Graça). Com base na informação obtida durante da furação (tais como: tempos de furação, litologias atravessadas, produtividades obtidas, ...) e de ensaios complementares (diagrafias, ...) são definidas as condições de efectivação dos ensaios de bombagem, escalonado e final, como se encontra descrito no Capítulo "Execução de uma Captação de Água Mineral ou de Nascente".

O **caudal de exploração**, de uma captação de água mineral natural ou água de nascente, constitui o caudal que é possível extrair tendo em conta constrangimentos técnicos, económicos e institucionais. Não corresponde, por isso, ao caudal máximo captável de uma obra ou aquífero hidromineral, mas ao que as condições hidrogeológicas, a captação, o enquadramento ambiental e as interações com outros aquíferos permitem. Finalmente, para ser efectivo, o caudal de exploração é consagrado, legalmente, no Plano de Exploração, aprovado pelo Tutela.

Para estabelecimento do Caudal de Exploração de uma dada captação, será necessário:

- (i) Realizar ensaios de caudal escalonados e de longa duração, sendo que para aquíferos hidrominerais a duração do ensaio pode ser de vários meses. O próprio Decreto-lei n.º86/90, de 16 de Março, no seu Artigo 16º exige a apresentação de 12 análises químicas e bacteriológicas (periodicidade mensal) para que uma água seja considerada água mineral natural, o que sugere a necessidade de um controlo temporal muito alargado;
- (ii) Tentar manter níveis dinâmicos estabilizados;
- (iii) Tentar manter o fluxo laminar na captação e no aquífero (sendo esta condição particularmente importante em águas gasocarbónicas, para que não se verifique uma rápida degradação da qualidade físico-química da água);
- (iv) Controlar a influência dos caudais e dos rebaixamentos na temperatura, quimismo e qualidade bacteriológica da água;
- (v) Ter em conta a vulnerabilidade e risco de contaminação;
- (vi) Manter a superfície piezométrica do aquífero hidromineral acima da superfície livre de aquíferos "freáticos", ou da superfície potenciométrica de outros aquíferos, de forma a diminuir riscos de interferência na qualidade química e microbiológica da água mineral natural (esta condição, porventura considerada excessiva, poderá ser mitigada caso se prove, com controlo analítico adequado, que as condições hidráulicas subterrâneas locais permitem soluções menos penalizantes para as extracções).

Conforme foi anteriormente expresso resulta claro que a fixação do caudal de exploração de uma captação de água mineral natural não corresponde à simples determinação do caudal crítico com um ensaio escalonado. Este caudal crítico será o limite superior fictício, o valor máximo, eventualmente aceitável. Corresponderá ao caudal de exploração se não houver sobreposição de outras limitações como:

- Interferências com outras captações da mesma concessão ou de concessões vizinhas;
- Interferências com aquíferos não minerais ou águas superficiais e mesmo eventuais imposições da Tutela.

O **caudal seguro** de um aquífero hidromineral pode ser encarado de forma semelhante ao de um aquífero normal. Corresponde ao caudal que pode ser extraído de um dado aquífero hidromineral, sem induções de efeitos ambientais negativos.

Nesta asserção, que não corresponde à proposta inicialmente apresentada por Lee (1915), o caudal seguro não coincide com a recarga média anual do sistema, isto é, com os recursos

renováveis. Atente-se que a extracção da globalidade dos recursos médios infiltrados poderia induzir, em reservatórios com pequena função capacitiva, sobre-explorações temporárias, com todo o cortejo conhecido de efeitos ambientais negativos e alterações na própria qualidade físico-química da água.

Na determinação do caudal seguro terá de atender-se às limitações que são impostas pela manutenção absoluta da composição físico-química e microbiológica da água, à tipologia dos reservatórios geológicos, às variações temporais e espaciais do regime hidrológico e ao conhecimento do circuito hidromineral. O caudal seguro pode ser função da metodologia e estratégias de exploração.

Para obviar a surpresas resultantes da margem de incerteza no cálculo dos recursos renováveis, é normal considerar um coeficiente de segurança de 20 a 30% ao estabelecer o limite máximo de exploração de um determinado aquífero.

Para avaliação do caudal seguro de aquíferos de água mineral natural ou de nascente de evolução normal pode partir-se das metodologias clássicas para determinação de recursos renováveis, a saber:

- (i) Métodos Hidrometeorológicos: Balanço hidrológico sequencial e Decomposição de hidrogramas de cursos de água superficiais.
- (ii) Técnicas Hidrogeológicas: Análise da flutuação de níveis; Lei de Darcy e redes de fluxo; Ensaios de caudal e redes de fluxo; Análise de hidrogramas de nascentes; Balanço de cloretos e modelos matemáticos (e outros).

Uma descrição compreensiva destes métodos pode encontrar-se em (Hamill & Bell 1986) e (Custódio & Llamas 1983).

Quanto às águas minerais de origem profunda ou circuito hidráulico longo, as dificuldades para determinação dos recursos são maiores pois em muitos casos é grande a indefinição sobre o modelo conceptual. As áreas de recarga são generalizadamente desconhecidas bem como o tempo de residência das águas, pelo que se deve recorrer à utilização de metodologias que permitam caracterizar estes dois itens de grande importância para a modelização da circulação em profundidade (recorre-se, por exemplo à determinação de alguns isótopos presentes na composição das águas).

É esta a leitura que pode ser feita dos critérios apresentados por (Albu et al 1996) que por serem menos conhecidos referimos aqui com um pouco mais de detalhe:

- (i) Método das extracções escalonadas crescentes: É considerado aplicável em sistemas de extensão limitada, com poucos pontos de investigação e para os quais o comportamento do sistema é razoavelmente inferido. O sistema é testado no conjunto, simultaneamente, em

todas as possíveis captações ou grupos de captações. São mantidas extracções contínuas durante um período de vários dias, em escalões crescentes, cada um com a mesma duração. O ensaio termina quando a influência nas emergências naturais é observada. Os recursos disponíveis correspondem ao caudal total obtido sem induzir influências adversas nas captações clássicas, mantendo, assim, as condições naturais de escoamento.

- (ii) Método das produtividades: este método é considerado útil para aquíferos extensos, relativamente uniformes onde os dados recolhidos são representativos de largos volumes e onde não se conhece o comportamento do sistema no seu conjunto. Com base no comportamento hidrogeológico, e particularmente hidrodinâmico do aquífero hidromineral, são definidos blocos dentro dos quais se admite uma certa homogeneidade de características. O caudal de exploração é determinado a partir de ensaios de caudal em regime de equilíbrio ou quasi-equilíbrio, considerando, também, as relações das extracções com as características físico-químicas. É assim tida em conta a taxa de renovação dos recursos, isto é, os recursos renováveis. O volume de cada bloco é determinado por aproximações geométricas ao modelo hidrogeológico. Este método, pode ser usado, conforme o grau de conhecimento do sistema hidromineral, para a determinação de recursos medidos ou inferidos.
  
- (iii) Método gasohidrodinâmico: este método pode ser usado para águas minerais bifásicas (líquido e gás) em que o gás, geralmente dióxido de carbono, tem um movimento vertical e a água pode mover-se lateralmente na horizontal. É particularmente útil, portanto, na determinação de recursos de águas com alto teor de gases, como são as águas gasocarbónicas. A dificuldade é que esta técnica exige uma completa caracterização dos reservatórios hidrominerais a saber:
  - (a) Fluxo horizontal no aquífero: condutividade hidráulica horizontal, gradiente hidráulico e secção de escoamento, e,
  - (b) Fluxo vertical de águas gasocarbónicas: relação entre a densidade do líquido e a densidade do fluido bifásico e área horizontal de descarga.

Pode concluir-se que a avaliação dos recursos em aquíferos hidrominerais não é tarefa fácil. Carvalho & Silva (1989) retomaram a definição de recurso de (Fetter 1994): volume de água naturalmente ocorrente que pode ser extraído dum aquífero ou sistema aquífero atendendo a condicionalismos económicos e legais, sem alteração das qualidades intrínsecas da água ou indução de danos ambientais. Baseados nesse conceito foi proposta por aqueles autores, para avaliação dos recursos geotérmicos de Trás-os-Montes uma adaptação da metodologia de McKelvey modificada por (Varet 1982) fundamentada em resultados de ensaios de caudal (esta proposta foi formulada em termos hidrogeológicos puros, considerando-se que é a disponibilidade de fluido hidromineral que efectivamente condiciona a quantidade de calor. Ver, também, (Carvalho 1995 c) a propósito de recursos geotérmicos Portugueses). Foram

consideradas as seguintes categorias, que estendemos, agora, à generalidade dos recursos hidrominerais:

- (i) **Recurso provado:** a parte do recurso económico identificado por sondagens e por medidas directas do reservatório podendo ser explorado economicamente. De forma cautelar julgamos recomendável a utilização de um subdomínio desta categoria que definimos como recurso disponível: parte do recurso provado, cuja exploração é compatível e limitada pelo dimensionamento das captações existentes e por critérios de defesa ambiental. Corresponde ao caudal de exploração das captações, que é condicionado pelo dimensionamento das colunas de revestimento e ainda por critérios de defesa da qualidade química e microbiológica da água.
  
- (ii) **Recurso provável:** a parte do recurso económico identificado por extrapolação geológica, geofísica e geoquímica de dados de sondagens. Consideramos, nesta categoria os caudais totais que foram bombados, em ensaios de longa duração.
  
- (iii) **Recurso possível:** a parte do recurso económico identificado por critérios geológicos e hidrogeológicos. Em Portugal, a prática tem consagrado uma aproximação step-by-step, por avanços sucessivos na qual o recurso disponível, tal como foi atrás definido, tem sido, passo a passo, ano a ano, aumentado em muitos locais. Trata-se, no fundo, de uma interpretação não sistemática, mas consistente do método das extracções escalonadas crescentes de (Albu et al 1996). Cabe aqui referir que a metodologia praticada, graças à monitorização qualitativa que tem sido imposta vem apresentando resultados positivos. Nas concessões de recursos de circuito hidrológico longo valerá a pena insistir na imprescindibilidade da monitorização sistemática das características físico-químicas do recurso e da evolução hidrodinâmica do reservatório

O Plano de Exploração, tal como previsto no Art.º 26.º do Dec-Lei 86/90, deve conter "a memória descritiva sobre as características do recurso e a descrição pormenorizada dos processos de exploração e a indicação dos caudais". Trata-se, portanto, do documento que exige um conhecimento adequado sobre o recurso de forma a justificar as metodologias de exploração propostas. Não pode, por isso, ser elaborado sem que o Director Técnico tenha ideias claras sobre a disponibilidade do recurso hidromineral e suas metodologias de desenvolvimento e protecção.

**O Nível Hidrodinâmico de Exploração (NHD)** é o nível estabilizado da água de um furo, medido a partir do seu topo, após várias horas de bombeamento em caudal constante.

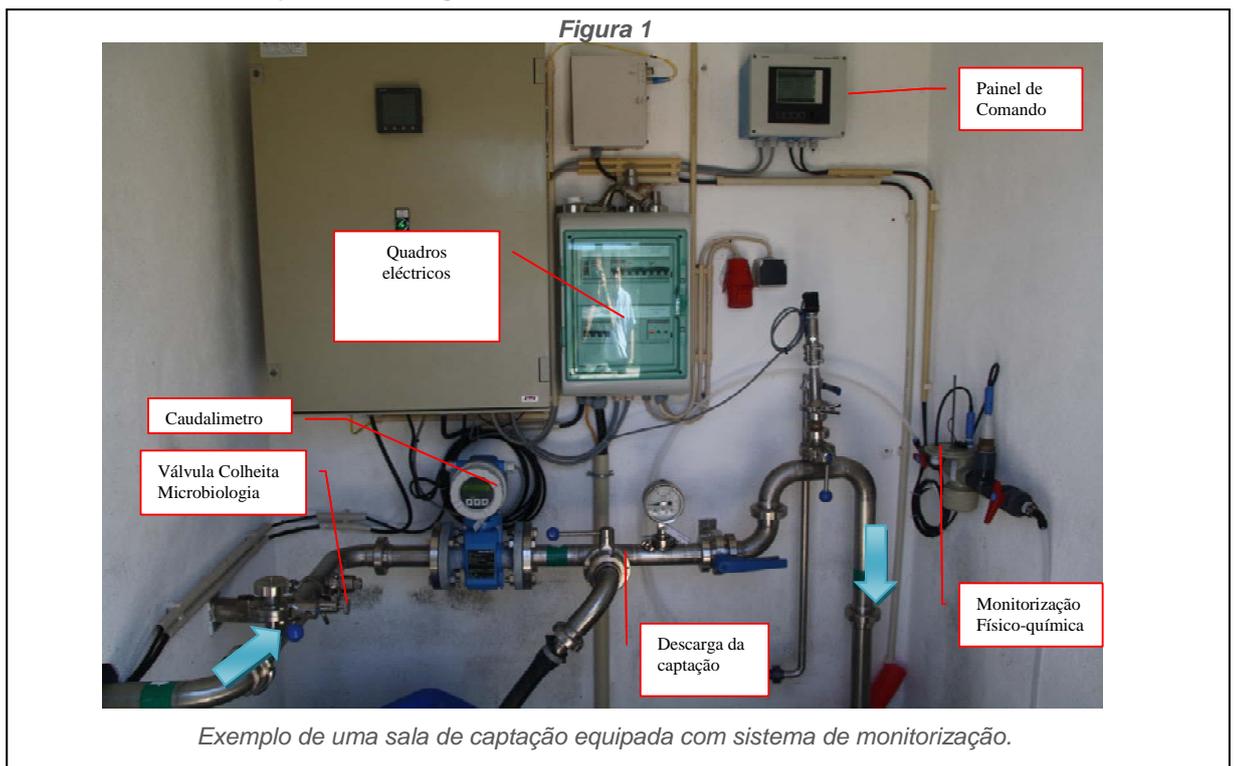
O acompanhamento destes parâmetros depende de vários factores associados ao formato de exploração em uso.

Nas captações mais recentes a Tutela obriga à instalação de sistemas de monitorização hidrodinâmica, que permitem a leitura de dados referentes a este parâmetro. Geralmente constam de um caudalímetro, instalado na adução da água à armazenagem e de uma sonda de pressão que, submersa na própria captação, permite determinar a distância entre o seu topo e o nível da água. Estes sensores podem ser integrados em sistemas de armazenamento/processamento de informação permitindo maior frequência na aquisição de dados, assegurando uma periodicidade pré-definida de acordo com a especificidade da exploração e do sistema aquífero, evitando a intervenção humana nas captações e, eventualmente, poderão emitir alarmes em circunstâncias potencialmente anómalas (tais como: avaria de bomba, detecção de valores não permitidos nos parâmetros monitorizados, entre outros...).

Estes equipamentos de aquisição de informação, terão que ser objecto de calibração periódica e a sua sensibilidade de leitura estar de acordo com as características da exploração.

Nos casos em que tais equipamentos não estejam implementados, a supervisão destes parâmetros não poderá ser descurada. A frequência e metodologias de medição a estabelecer, dependerão sempre do modelo hidrogeológico conceptual subjacente, do tipo de captação (vertical, horizontal, bombada, artesiana...), da exploração (contínua ou descontínua) e do caudal (constante ou variável), devendo ser determinado um padrão que permita o correcto acompanhamento das variações.

Na **Figura 1** apresenta-se um exemplo de uma instalação, com equipamentos para aquisição de valores de CE e NHD. Neste caso, encontram-se também instalados sensores de pH, Condutividade e Temperatura da Água.



#### 4.

### MONITORIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO RECURSO

A ausência de microrganismos patogénicos e/ou poluentes é um dos conceitos de base à classificação de um recurso como AMN ou AN. Esta característica tem que ser mantida ao longo da exploração, não sendo permitida qualquer forma de desinfecção ao recurso.

A informação adquirida na monitorização microbiológica, sempre que sejam respeitadas as regras da boa prática na colheita de amostras e que a entidade que executa as determinações seja qualificada para o fazer, permite aferir das condições higiosanitárias da estrutura de captação e detectar indícios de situações anómalas que a manterem-se no tempo poderão levar à impossibilidade de utilização do recurso captado em determinado ponto.

Menos comuns, mas com maior dificuldade de resolução, são os casos em que a classificação de uma amostra de água como imprópria reflecte a afecção de todo o sistema aquífero, configurando a possibilidade de uma contaminação do recurso na origem.

Os resultados dos exames laboratoriais de qualquer amostra de água, são apenas representativos da água naquele momento e naquele ponto específico. A contaminação quando surge é, usualmente, intermitente e pode não ser revelada pelo exame de uma única amostra. O relatório, baseado numa única amostragem, pode apenas indicar que na altura do exame, os organismos em estudo (quer bactérias indicadoras de contaminação fecal ou indicadores da qualidade geral da água) desenvolveram-se ou não, em determinadas condições laboratoriais a partir da amostra de água. As técnicas de amostragem e transporte das amostras podem influenciar também os resultados, sendo a sua boa prática essencial.

Esta vertente da monitorização microbiológica encontra-se regulada por legislação específica e é objecto de programas anuais, estabelecidos pela Tutela.

Segundo o Decreto Lei 156/98, de 06 de Junho, as condições na captação a que as AMN e as AN devem obedecer, para poderem ser consideradas bacteriologicamente próprias, são as seguintes:

a) Apresentarem-se isentas de:

- i) Parasitas e microrganismos patogénicos;
- ii) *Escherichia coli* e outros coliformes e estreptococos fecais, em 250ml de amostra analisada;

*Escherichia coli* é o único biótipo da família Enterobacteriaceae, que pode ser considerada exclusivamente de origem fecal. A presença de *Escherichia coli* numa amostra de água indica a presença de organismos patogénicos intestinais. Mas a ausência de *Escherichia coli* numa amostra de água não indica, com certeza, que os patogénicos intestinais estão também ausentes.

Os Coliformes são consideradas os indicadores microbiológicos da qualidade da água mais fiáveis. São encontrados nos intestinos dos Humanos e animais e servem de indicadores de poluição de origem fecal mas também são encontrados no meio ambiente (solo, vegetação em decomposição).

Enterococos incluem um grande número de espécies que podem ocorrer em fezes humanas e animais de sangue quente. Não se multiplicam no ambiente. Quando temos bactérias Coliformes presentes e *Escherichia coli* ausente, mas presente Enterococos, este resultado pode ser indicativo da origem fecal dos Coliformes.

iii) Anaeróbios esporolados sulfito-redutores, em 50 ml de amostra analisada;

Anaeróbios esporolados sulfito-redutores, formam esporos resistentes e a sua presença pode indicar contaminação pelo solo, apesar de algumas espécies poderem crescer em depósitos e ser associados a pontos de corrosão nos equipamentos de adução e armazenagem.

iv) *Pseudomonas aeruginosa*, em 250ml de amostra analisada;

*Pseudomonas aeruginosa* são bactérias normalmente presentes no solo e em plantas. São organismos capazes de crescer em águas com níveis muito baixos de nutrientes. Estão frequentemente presentes em baixo número na flora intestinal de Humanos e animais, mas não devem ser usadas como indicadores de poluição fecal. São patogénicas oportunistas. Podem crescer em garrafas de plástico. Algumas espécies de *Pseudomonas* são patogénicas para os Humanos e são particularmente importantes como causa de infeções nosocomiais, devido à sua elevada resistência a antibióticos e desinfetantes e a sua habilidade em colonizar ambientes aquáticos com poucos nutrientes, podendo sobreviver durante meses na água à temperatura ambiente.

b) O teor total em microrganismos viáveis de uma AMN e de uma AN, deve corresponder ao seu microbismo normal e revelar uma protecção eficaz da captação contra qualquer contaminação;

c) Os teores totais de microrganismos referidos na alínea b), após cultura em meio nutritivo gelosado, não devem ultrapassar 20 por mililitro a  $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , às setenta e duas horas, e 5 por mililitro a  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , às vinte e quatro horas.

A contagem de bactérias a 22 e a  $37^{\circ}\text{C}$  permite determinar a população heterotrófica da água. Esta contagem pode representar bactérias cujo habitat natural é a água ou bactérias que tiveram origem no solo ou vegetação. A contagem de colónias a 22 e a  $37^{\circ}\text{C}$ , ao longo do tempo no mesmo local, pode-nos dar a indicação de mudanças de qualidade microbiológica geral da água.

Um aumento nas colónias a  $37^{\circ}\text{C}$  pode ser indicador de contaminação, particularmente se não for acompanhado por um aumento similar nas contagens a  $22^{\circ}\text{C}$ . As bactérias recuperadas na contagem a  $22^{\circ}\text{C}$  representam, geralmente, bactérias presentes naturalmente na água e não têm relevância significativa.

## 5.

---

### METODOLOGIAS DE COLHEITA MICROBIOLÓGICA

A metodologia de colheita é fundamental na garantia de obtenção de resultados representativos, pelo que se apresenta uma breve descrição dos materiais a empregar e da metodologia a seguir.

#### **Materiais**

Álcool

Mala térmica com acumuladores térmicos

Luvras de borracha

Marcador à prova de água

Garrafas esterilizadas

Notas:

- a garrafa só deve ser aberta no momento da colheita;
- nada deve entrar em contacto com o interior da garrafa a não ser a água a amostrar;
- o tempo, entre o momento de colheita e o início da realização da análise, não pode exceder as 24 horas;
- deve ser utilizado um novo par de luvas para cada colheita.

#### **Procedimento**

1. Com o marcador à prova de água, registar na garrafa de amostragem: a data, hora e local da colheita;
2. Antes de efectuar a colheita, calçar as luvas de borracha;
3. Assegurar que a água corre no ponto de colheita o suficiente para drenar toda a tubagem proveniente do ponto de origem (deste modo, evita-se colher água que se encontre parada);
4. Abrir a garrafa e enchê-la, até ao topo, sem a deixar transbordar;
5. Fechar a garrafa e colocá-la dentro da mala térmica, juntamente com os acumuladores térmicos;
6. Entregar a amostragem no laboratório.

## 6.

---

### MONITORIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO RECURSO

A monitorização destes recursos é definida através de uma caracterização Físico-Química, obrigatoriamente estável, dentro de limites considerados aceitáveis, atendendo às flutuações naturais existentes.

Os parâmetros de determinação mais comuns, neste tipo de monitorização da operação de extracção, são: o pH, a condutividade e a temperatura da água na emergência.

A aquisição destes valores pode ser feita:

- a partir da colheita, no local da amostragem ou no laboratório;
- com o recurso a instrumentação instalada na captação (ver Figura 1).

A selecção dos parâmetros a analisar deverá variar consoante a composição química do recurso e os riscos a que se encontra sujeita.

A gestão da exploração de uma AMN ou AN tem que assegurar a estabilidade e renovação do recurso. A sua composição é fruto das condições de circulação subterrânea a que a água é sujeita (duração, pressão e temperatura e rocha de contacto), desde o local de recarga do sistema aquífero até ao ponto de extracção. Qualquer alteração que se verifique no quimismo, reflectirá sempre alguma modificação das condições de equilíbrio, na formação do recurso. A sobre exploração deste, é uma das causas mais comuns para este tipo de alterações.

Desde 1986, a Tutela estabeleceu programas analíticos anuais de acompanhamento da evolução destes parâmetros captação a captação, constituídos por um conjunto de amostragens para determinação laboratorial dos constituintes de cada recurso. Esta é uma base de conhecimento importante para a avaliação dos sistemas aquíferos e da sua reacção aos formatos de exploração em curso.

Tratando-se de recursos cuja variação físico-química será quase nula ao longo do tempo, a monitorização periódica estabelecida pela Tutela revela-se uma ferramenta muito útil na avaliação do impacto da exploração no sistema aquífero e na evolução global do recurso. No entanto, o acompanhamento frequente, com a determinação expedita, de algumas das suas características, permite a detecção atempada de situações indesejáveis que poderão levar à degenerescência do recurso e, no limite, à sua desqualificação como AMN ou AN.

Os parâmetros de determinação mais comum nesta monitorização da operação de extracção são o pH, a Condutividade e a temperatura da água na emergência. A aquisição destes valores pode ser feita:

- a partir de colheita com determinação no local ou laboratorial;
- com o recurso a instrumentação instalada (ver Figura 1)

A selecção dos parâmetros a analisar deverá variar consoante a composição química do recurso e os riscos a que se encontra sujeito.

## 7.

### LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E DOCUMENTAÇÃO OFICIAL

**Lista de Águas Minerais Naturais reconhecidas pelos Estados Membros.** Em conformidade com o artigo 1.º da Directiva 2009/54/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Junho de 2009, relativa à exploração e à comercialização de águas minerais naturais ( 1 ), a Comissão publica no Jornal Oficial da União Europeia a lista das águas minerais naturais reconhecidas como tal pelos Estados-Membros.

**Directiva nº 2009/54/CE, de 18 de Junho,** relativa à exploração e à comercialização de águas minerais naturais (Reformulação)

A nova Directiva consolida e reformula a Directiva nº 80/777/CE, com as alterações que posteriormente lhe foram introduzidas pela Directiva 96/70/CE.

No fundamental, a presente Directiva vem clarificar a atribuição de competências à Comissão Europeia para:

- Aprovar limites para a concentração de constituintes das águas minerais naturais;
- Aprovar disposições especiais de rotulagem necessárias à indicação no rótulo de níveis elevados de certos constituintes;
- Definir as condições para utilização de certas águas minerais naturais e correspondentes informações;
- Métodos de recolha de amostras e métodos de análise para a verificação dos constituintes microbiológicos das águas minerais naturais.

Assinala-se, também, que a presente Directiva, por apenas respeitar a procedimentos de comitologia, não carece de transposição para a legislação portuguesa.

**Decreto Lei nº 72/2004, de 25 de Março,** transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva 2003/40/CE, da Comissão, de 18 de Maio, referente a Águas Minerais Naturais e Águas de Nascente. Este diploma legal estabelece os limites de concentração e as menções constantes no rótulo para certos constituintes eventualmente presentes na águas mineral natural e define as condições de utilização de ar enriquecido em ozono para o tratamento das águas minerais naturais e das águas de nascente. Esta legislação entra em vigor imediatamente sem prejuízo do regime transitório previsto no art.º 12º que estabelece o seguinte: - A partir de 1 de Julho de 2004 é proibida a comercialização de produtos não conformes, podendo os produtos acondicionados e rotulados, antes da entrada em vigor do presente Decreto Lei, ser distribuídos até ao esgotamento das existências. - Até 1 de Janeiro de 2006 as águas minerais naturais devem estar em conformidade com os limites máximos de concentração previstos para os constituintes, excepto no caso do flúor e do níquel em que esse prazo é prorrogado até 1 de Janeiro de 2008.

**Decreto Lei nº 268/2002, de 27 de Novembro**, revoga o n.º 4 do art.º 7 do Decreto Lei n.º 156/98, de 6 de Junho, passando assim a ser possível a comercialização de águas minerais naturais e de águas de nascente em quaisquer acondicionamentos.

**Decreto Lei nº 156/98, de 6 de Junho**, revogou o Decreto Lei nº 283/91, de 9 de Agosto, e respectiva regulamentação, assegura a transposição para a Ordem Jurídica nacional da Directiva nº 80/777/CEE, do Conselho, de 15 de Julho e das modificações que lhe foram introduzidas pela Directiva nº 96/70/CE, do parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de Outubro, relativa à exploração e comercialização das águas minerais naturais e que estabelece também as regras aplicáveis ao acondicionamento e comercialização das águas de nascente. (nº 4 do artº 7º, revogado pelo Decreto Lei nº 268/2002, de 27 de Novembro)

Modificações Sofridas (Associações):

1. Revogado o nº 4 do art. 7º pelo DEC LEI.268/2002.2002.11.27.MADRP DR.IS-A [274]

**Decreto Lei nº 90/90, de 16 de Março**, sistematiza as normas jurídicas aplicáveis à quase totalidade dos recursos geológicos que são objecto de aproveitamento económico pelo Homem. São excluídos os hidrocarbonetos.

**Decreto Lei nº 86/90, de 16 de Março**, estabelece o regime jurídico a que fica sujeito o exercício das actividades de prospecção, pesquisa e exploração das águas minerais naturais. Este diploma estabelece que a outorga de direitos que se passa a fazer através de contrato administrativo, que substitui a figura dos alvarás. É, igualmente, consagrada a figura do perímetro de protecção, que abrangerá três zonas: imediata, intermédia e alargada. Estes perímetros são definidos com fundamento em estudos hidrogeológicos. São também regulamentadas as figuras de Director Técnico e de plano de exploração.

**Decreto Lei nº 84/90, de 16 de Março**, estabelece o regime de aproveitamento económico das águas de nascente. A exploração destas águas está sujeita ao regime de prévio licenciamento. São estabelecidos mecanismos legais que permitem a protecção dos aquíferos.

## 8.

---

### CONCLUSÃO

Torna-se evidente, a necessidade de uma execução criteriosa dos trabalhos de prospecção, pesquisa e execução de uma captação, de forma a proteger a matéria-prima (recurso) de agressões ambientais, tornando-a eficazmente segura ao longo da vida útil do ponto de extracção.

Com base nos pressupostos apresentados, torna-se factual a importância da monitorização em captações de Água Mineral Natural de Água de Nascente, com a respectiva relevância e grau de interesse nos diferentes tipos de sistemas de monitorização: hidrodinâmica, microbiológica e físico-química. Uma monitorização correctamente dimensionada, adaptada às condições de exploração de uma captação e à especificidade do sistema aquífero, é fundamental para assegurar a continuidade na disponibilidade do recurso em quantidade e qualidade permitindo a prossecução de uma actividade económica que não coloca em risco a matéria-prima que utiliza.

## 9.

---

### BIBLIOGRAFIA

**Environment Agency** (2002) The Microbiology of Drinking Water - Part 1 -Water Quality and Public Health

**Health Protection Agency** - THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF WATER SAMPLES- QSOP 57 –

**Henri Leclerc; Annick Moreau** (2002) - Microbiological safety of natural mineral water - FEMS Microbiology Reviews 26207^222

**Henrique Graça** (2002). Controlo de Qualidade e Monitorização de Captações de Água Mineral ou de Nascente. Prospecção, Pesquisa e Captação de Águas Minerais Naturais, Recursos Geotérmicos e Águas de Nascente. IGM. Versão Online no site do INETI: [http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes\\_online/diversos/prosp\\_pesq/indice.htm](http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/prosp_pesq/indice.htm)

**José Martins Carvalho** (2002). Desenvolvimento e Gestão de Recursos Hidrominerais. Prospecção, Pesquisa e Captação de Águas Minerais Naturais, Recursos Geotérmicos e Águas de Nascente. IGM. Versão Online no site do INETI: [http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes\\_online/diversos/prosp\\_pesq/indice.htm](http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/prosp_pesq/indice.htm)

# 2012

## COLECÇÃO CADERNOS TÉCNICOS

CONHEÇA TODA A COLECÇÃO DE  
CADERNOS TÉCNICOS SOBRE  
PROSPECÇÃO, PESQUISA,  
EXPLORAÇÃO E PRESERVAÇÃO  
DE ÁGUAS MINERAIS NATURAIS E  
DE ÁGUAS DE NASCENTE

EM [WWW.APIAM.PT](http://WWW.APIAM.PT)