



APRH

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS  
NUCLEO REGIONAL DO SUL

DEBATE  
**RIO GUADIANA**  
PASSADO PRESENTE FUTURO

**METODOLOGIA DE ESTUDO DA QUALIDADE EM  
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO COM ORIGEM EM  
ALBUFEIRAS - APLICAÇÃO AO SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DO CONCELHO DE ÉVORA**

Felisbina Lopes Quadrado  
Margarida Conte de Barros

# METODOLOGIA DE ESTUDO DA QUALIDADE EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO COM ORIGEM EM ALBUFEIRAS - APLICAÇÃO AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO CONCELHO DE ÉVORA

Felisbina Lopes Quadrado e Margarida Conte de Barros  
Instituto da Água - Ministério do Ambiente e Recursos Naturais  
Avenida Almirante Gago Coutinho, 30 1000 Lisboa

## RESUMO

A contínua degradação das origens de água de abastecimento aliadas a Estações de Tratamento que não estão projectadas as para enfrentar essas alterações de qualidade da água bruta originam, muitas vezes, a produção de uma água de consumo que não respeita os valores normativos nacionais.

Investiu-se assim, no desenvolvimento de uma metodologia de estudo de sistemas de abastecimento já estabelecidos, desde a origem às redes de distribuição, estudos esses articulados entre si, com o objectivo de definir as medidas correctivas a implementar, identificar as acções de controle a realizar de forma a garantir, no final, a produção de uma água de consumo com a qualidade exigida na legislação.

Neste trabalho descreve-se a metodologia de base delincada e apresenta-se a sua aplicação ao estudo do sistema de abastecimento à cidade de Évora e a outras povoações do Concelho de Évora.

**PALAVRAS CHAVE :** Sistemas de abastecimento, metodologia de estudo.

## 1- INTRODUÇÃO

Devido às pressões a que as águas superficiais e, em particular, as albufeiras estão sujeitas, na maior parte das vezes meios receptores de efluentes domésticos e industriais, e de escorrências de solos agrícolas e florestais, a sua qualidade não é, muitas vezes, apropriada para produção de água para abastecimento necessitando de tratamentos sofisticados.

A afluência excessiva de nutrientes, material sólido e matéria orgânica, nomeadamente aos lagos e albufeiras, conduz, pelas suas características de meio lêntico, à deterioração da qualidade da água originando processos de eutrofização, em particular. Os sintomas de ocorrência de eutrofização são os aumentos dos níveis de nutrientes, da produção de algas, redução de transparência da água e o desaparecimento do oxigénio nas águas mais profundas (Palmer, 1980).

O aparecimento de *blooms* algais contribuem para a degradação da qualidade da água limitando os seus usos. Certas espécies de algas que aparecem, sobretudo em meios eutrofizados, podem ser

responsáveis pela produção de toxinas que podem afectar os animais e o homem. Estes fenómenos estão a verificar-se em Portugal e representam um risco de saúde pública (Vasconcelos, 1994).

A utilização das águas superficiais como origens de água, nomeadamente as albufeiras, trouxe novos problemas ao tratamento da água para abastecimento ou outros usos. Enquanto as águas subterrâneas estão praticamente livres de organismos, as águas superficiais apresentam, por vezes, grande abundância o que complica o tratamento. Alguns dos problemas acrescidos são o odor e sabor, colmatação de filtros, crescimento de algas nas redes, nas torres de captação e nos reservatórios. Existe ainda a possibilidade de algumas espécies libertarem toxinas com eventuais riscos de saúde pública (Thomann, et al, 1987).

Assim, para além dos problemas de tratamento de uma água com má qualidade química, na ETA tem que se enfrentar a remoção das algas e a retenção de compostos químicos, eventualmente, por estas produzidas. O facto de as Estações de Tratamento existentes não estarem, na sua maioria, preparadas para resolver muitos destes problemas, apresentando-se com uma eficiência muito reduzida aumenta o risco decorrente da má qualidade na origem.

Torna-se, assim, necessário investir na gestão apropriada e integrada destes sistemas de forma a garantir que a água distribuída cumpra as normas de qualidade existentes. Esta gestão passa, primeiro pelo conhecimento efectivo dos vários componentes do sistema de abastecimento, tanto das características do ecossistema da origem, como da ETA e das redes de distribuição. Com o conhecimento da situação real é possível implementar acções que promovam a qualidade da água na origem, aumentem a eficiência da ETA e permitam controlar a qualidade da água distribuída (Henderson-Sellers, 1984).

## 2- METODOLOGIA DE ESTUDOS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA ORIGEM À DISTRIBUIÇÃO

Em Portugal predominam as captações subterrâneas como origem de água para abastecimento sendo, apenas, 4% realizados em águas de superfície (Barros, 1993). Os problemas de qualidade que apresentam genericamente estes dois tipos de águas são diferentes e, quando estão em causa origens em águas de superfície é, praticamente, sempre necessário proceder a um tratamento da água captada para conseguir características de qualidade e garantir a potabilidade nas redes de distribuição.

É frequente, em Portugal, as Estações de Tratamento não terem sido projectadas atendendo à qualidade da água bruta que utilizam e às variações temporais que se verificam. Em consequência, ocorrem contínuos problemas na operação das ETA's e, frequentemente, a água distribuída não respeita as normas de qualidade existentes.

A garantia de qualidade da água distribuída às populações é atingida quando o sistema de abastecimento - "origem/tratamento/redes de distribuição" - funciona, no seu conjunto, de forma tecnicamente correcta e cada um dos seus três componentes está articulado com os restantes, tendo em atenção as normas de qualidade a cumprir no final, ou seja, no abastecimento. A gestão do sistema de abastecimento deverá ser feita através de um conjunto de acções desenvolvidas ao nível dos seus vários componentes, para as quais é necessário dispôr de variada informação de base e manter um acompanhamento contínuo.

Assim, procedeu-se ao desenvolvimento de uma metodologia de estudo de sistemas de abastecimento já implantados de forma a se poder encontrar medidas correctivas quando necessário e identificar acções de controle que possam garantir uma água de consumo que respeite os valores normativos.

A informação que se considera essencial no contexto da metodologia que se adoptou e que é a base de tomadas de decisão para a corrente gestão do sistema, refere-se a:

1. características de qualidade da origem de abastecimento, no espaço e no tempo;
2. condições e eficácia da Estação de Tratamento;
3. características de qualidade da água distribuída nos vários pontos das redes e sua variabilidade;
4. factores determinantes da qualidade - contaminação natural, fontes de poluição - e relações entre os componentes do sistema de abastecimento.

A informação de base referida nos pontos 1 a 4 deverá ser analisada com vista a:

5. identificar os problemas de qualidade a gerir;
6. identificar as zonas e períodos de maior risco para a qualidade de água distribuída;
7. proposta de medidas correctivas imediatas e das acções a desenvolver a curto e longo prazo;
8. estabelecer planos de monitorização/vigilância para a origem, para a Estação de Tratamento e para as redes de distribuição.

O estudo de situação constituído pela recolha da informação referida nos pontos 1 a 4 e as conclusões que se obtiverem deverão conduzir à fase de implementação durante a qual se desenvolverão acções de acompanhamento com a finalidade essencial de verificar se os pressupostos e premissas de que se partiu estavam correctos e permitem atingir os objectivos de gestão definidos.

Na Figura 1 apresenta-se esquematicamente a articulação dos estudos a desenvolver para os sistema de abastecimento com o objectivo de gerir os recursos em função do seu uso.

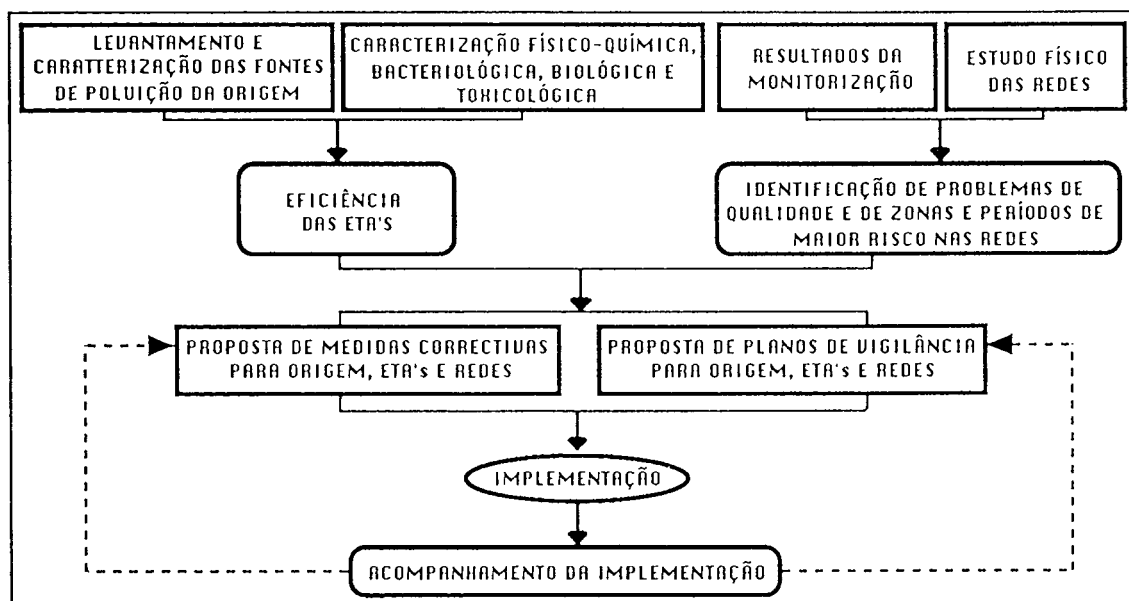


Figura 1 - Articulação dos estudos a desenvolver para gestão de sistemas de abastecimento

## 2.1 Caracterização das Albufeiras

Os estudos para a caracterização de albufeiras que são origens de água deverão permitir obter um conhecimento real do comportamento destes sistemas de forma a poderem estabelecer-se as condições de gestão da captação de água e, conseqüentemente, os planos de vigilância da qualidade adequados. Deverão, ainda, identificar-se as eventuais acções de protecção para controlar processos de degradação da qualidade da água e, se necessário, de recuperação.

Uma albufeira corresponde sempre a um ecossistema aquático no qual a intervenção humana vai introduzindo desequilíbrios de magnitude variável em que interferem as ocorrências meteorológicas (Haslam, 1990). A caracterização do ecossistema nas suas componentes físico-química, biológica e bacteriológica assim como da respectiva bacia drenante, é fundamental e o conhecimento das características das fontes de poluição que podem afectar a qualidade da água na albufeira permitirá avançar com o seu controle de forma eficaz para que não se atinjam estádios de eutrofização indesejáveis ou a degradação progressiva da qualidade da água.

O estudo biológico das massas de água do ponto de vista quantitativo e qualitativo assume cada vez mais importância uma vez que a componente biológica do ecossistema é, em parte, determinada pelas características físico-químicas do sistema e, simultaneamente, interfere nessas características. Em particular, os problemas de toxicidade que se observam quando ocorrem *blooms* de Cianobactérias e o desconhecimento existente nesta matéria, torna importante que se

disponha de estudos sobre a problemática das Cianobactérias e da sua toxicidade (Vasconcelos, 1994).

Neste contexto é fundamental realizar trabalho de amostragem e análise que complemente o que vem sendo realizado no âmbito da Rede de Qualidade da Água do INAG/DRARN's (Barros, 1994) que fornece informação muito limitada, essencialmente quando estão em causa origens de abastecimento, dado as amostragens da RQA serem realizadas à superfície. Assim, é necessário proceder à reformulação da monitorização, que habitualmente é feita nestes meios lênticos, implementando as amostragens em várias zonas da Albufeira com colheitas a três profundidades, de forma a caracterizar o meio (Ward *et al*, 1990). Efectivamente, em Portugal, a maior parte das albufeiras existentes têm um comportamento semelhante aos dos lagos temperados, com estratificação no período de Primavera-Verão e total mistura no Outono-Inverno. Este aspecto tem grande importância para determinar as profundidades de captação de forma a procurar zonas em que a qualidade da água seja a melhor.

Os descritores de qualidade a considerar deverão cobrir a gama dos nutrientes, a temperatura e oxigénio dissolvido, os parâmetros que indicam as substâncias consumidoras de oxigénio e, ainda, outros parâmetros físico-químicos que sejam relevantes para a albufeira em estudo. A determinação da clorofila *a* e do fitoplâncton é fundamental para conhecimento do estado de eutrofização (UNESCO/WHO/UNEP, 1992).

Para obter a totalidade da informação necessária é conveniente (e poderá ser indispensável em alguns casos) realizar estudos da variação diurna dos parâmetros mais importantes e, também, proceder à caracterização e análise dos sedimentos em particular no que se refere a nutrientes, matéria orgânica, metais e pesticidas.

## 2.2 Caracterização de Estações de Tratamento de Água

A caracterização da origem de água, por um período estatisticamente válido, que dá informação sobre a variabilidade no tempo e no espaço permite seleccionar, correctamente, a linha de tratamento mais adequada para se produzir uma água de consumo que cumpra os normativos existentes. Todo este processo deveria ser realizado no período de projecto da Estação mas, na maioria dos casos, as ETA's foram construídas sem ter em atenção estas questões e sem qualquer conhecimento das características da água bruta o que tem originando graves incompatibilidades e dificuldades no tratamento.

A maior parte das ETA's existentes não estão adaptadas ao tipo de água que tem de ser tratada e dificilmente produzem águas de consumo, sistematicamente com a qualidade exigida pela legislação. Nestes casos, e a par da caracterização da origem, deve ser feita uma avaliação dos diferentes órgãos da Estação determinando a eficiência de cada operação de tratamento.

À medida que a informação sobre a água bruta for mais completa é possível determinar as medidas a implementar na Estação, tanto através de alterações nos vários órgãos que a constituem, como através de correcções na dosagem dos reagentes usados ou, ainda, através da implantação de passos intermédios no tratamento.

A existência de um laboratório devidamente equipado é importante para controlar *in situ* os parâmetros determinantes com vista a orientar e garantir uma boa eficiência do tratamento. Este controle deve incidir sobre os parâmetros definidores da qualidade da água bruta e tratada e, simultaneamente, deverão ser realizados os ensaios e os testes necessários para afinar as várias operações unitárias do tratamento.

A exploração das ETA's deverá ser feita por pessoal com formação adequada ao grau de complexidade da instalação que, forçosamente, deverá implementar um correcto controle do sistema para poder ajustar as condições de exploração e assim garantir a qualidade de serviço pretendida.

A determinação dos parâmetros de controle da ETA, assim como a existência de mini-estações piloto que permitam ao operador ensaiar as dosagens de floculadores e desinfectantes consoante as variações da qualidade da água na origem, assumem particular importância nas situações em que a qualidade da água captada é deficiente e com acentuada variabilidade temporal.

### 2.3 Caracterização das Redes de Distribuição

O planeamento da vigilância da qualidade nos sistemas de distribuição deve assentar num conhecimento da estrutura física da rede e da história da vida útil do sistema. Os pontos de amostragem devem ser seleccionados de modo a que se consiga seguir o percurso da água desde a sua entrada na rede até à casa do consumidor mais afastado, tendo em linha de conta as variações de caudal, os locais de maior risco de contaminação, os de maior e menor consumo, e outros factores que podem influenciar a qualidade.

À medida que os estudos das estruturas a montante, água bruta e Estação de Tratamento, vão avançando deverão ser avaliadas as repercussões que as alterações no tratamento vão provocando na qualidade da água distribuída.

Dever-se-ão identificar as zonas de maior risco na rede e, ainda, intensificar a vigilância nos períodos identificados como críticos. A legislação portuguesa determina a realização de vigilância da qualidade da água distribuída, estipulando a frequência mínima de amostragem e os parâmetros a analisar (Decreto-Lei 74/90, de 7 de Março) tanto no que se refere à entidade distribuidora como no que se refere à fiscalização a exercer pelos organismos competentes do Ministério da Saúde (vigilância sanitária). No entanto, quando existem problemas de qualidade, o cumprimento das imposições legais não responde às necessidades de vigilância (para orientar acções correctivas) e,

portanto, deverá ser estabelecido um programa adequado no que se refere aos locais de colheita, à frequência de amostragem e aos parâmetros, tendo em conta as características de qualidade que se verificam.

### 3- ESTUDO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA AO CONCELHO DE ÉVORA

A contínua degradação da qualidade da água na Albufeira de Monte Novo e na Albufeira do Divor, origens da água de abastecimento de alguns Concelhos do Distrito de Évora, aliada a dificuldades de tratamento nas ETA's originaram que a qualidade da água captada e, conseqüentemente distribuída, não cumprisse, por vezes, para alguns parâmetros, os normativos nacionais. Tornou-se evidente a necessidade do conhecimento do sistema de abastecimento para fundamentar uma gestão adequada à qualidade.

Com base na metodologia apresentada anteriormente foi desenvolvido um plano de estudos que incluiu a caracterização físico-química, bacteriológica e biológica da água na origem, a identificação e caracterização da poluição que afecta as massas de água, o estudo da eficiência do tratamento da água na ETA do Monte Novo com vista à sua reformulação se necessário e, ainda, a caracterização da água distribuída (INAG, 1994-a). Os estudos programados para as Albufeiras de Monte Novo e Divor, descritos conceptualmente no Documento I e a execução segundo Plano apresentado no Documento II da série que o INAG tem vindo a publicar (INAG, 1994-a e b), foram diferentes atendendo aos dados e informações já existentes para cada uma. No âmbito do trabalho aqui apresentado vai-se apenas referir o estudo planeado para a Albufeira do Monte Novo.

Para a realização destes estudos estabeleceu-se uma equipa formada por técnicos do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais (INAG, entidade coordenadora, DRARN/Alentejo e DGA), Ministério da Saúde (Administração de Saúde do Alentejo) e a C.M. Évora. Solicitou-se, ainda, a colaboração do Instituto Nacional de Investigação Marítima (IPIMAR) para a caracterização biológica da Albufeira, do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Universidade Nova de Lisboa (DCEA/UNL) para o estudo de eficiência da ETA e do Instituto de Zoologia Dr. Augusto Nobre (IZAN) para os estudos de toxicologia.

#### 3.1 Plano de Estudos

##### 3.1.1 Albufeira do Monte Novo

A barragem de Monte Novo localiza-se no rio Degebe (classificação decimal 401 76), um afluente da margem direita do rio Guadiana, no Concelho e Distrito de Évora. É do tipo gravidade e foi finalizada em 1982. O objectivo da sua construção foi a de ser origem de água para abastecimento,



sendo classificada, quanto à sua aptidão para os usos secundários, como albufeira protegida (Decreto Lei 2/88 de 20 de Janeiro e Decreto Regulamentar nº 37/91 de 23 de Julho). A nível de pleno armazenamento, o volume total armazenado na Albufeira é de cerca de 15,3 hm<sup>3</sup>, sendo o volume útil de 14,8 hm<sup>3</sup>.

No âmbito da RENQA/DGRAH e posteriormente da RQA/DGRN procedeu-se, desde o ano hidrológico 82/83 à monitorização da qualidade da água na Albufeira do Monte Novo, através de amostras colhidas à superfície, com periodicidade mensal. É evidente que esta amostragem não dá informação sobre a qualidade de água captada. Dos resultados analíticos pode concluir-se que houve um comportamento similar na variação sazonal dos parâmetros de qualidade ao longo dos dez anos hidrológicos, parecendo, no entanto, registar-se uma subida nos valores de NH<sub>4</sub>, CBO<sub>5</sub> e CQO. Tendo em consideração o Decreto-Lei 74/90 de 7 de Março e, com base nos valores obtidos nas determinações analíticas realizadas durante os dez anos hidrológicos, a qualidade da água à superfície pode ser avaliada conforme se apresenta no Quadro I. As classificações de <A3 e >A1 atribuídas aos parâmetros CQO e SST, respectivamente, deve-se ao facto de, no Anexo II deste Decreto-Lei, apenas existirem limites para o CQO para A3 e, no caso dos SST, apenas para A1.

Quadro I - Classificação dos parâmetros de qualidade da água (1982/1993) segundo o Anexo II do D.L. 74/90 de 7 de Março

Parâmetros	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93
Az. Amoniacal (mg/l NH <sub>4</sub> )	A2	A2	A2	A2	A2	(*)	A2	A2	A2	A2	A3
CBO <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )	> A3	A3	A1	A1	A3	(*)	A1	A3	> A3	> A3	> A3
CQO (mg/l O <sub>2</sub> )	> A3	A3	(*)	(*)	> A3	(*)	< A3	< A3	< A3	> A3	> A3
Fosfatos (mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	(*)	(*)	(*)	(*)	A1	(*)	A1	A1	A1	A1	A1
Nitratos (mg/l NO <sub>3</sub> )	(*)	(*)	(*)	(*)	A1	(*)	A1	A1	A1	A1	A1
OD (% sat)	A2	A3	A3	A3	A1	(*)	A1	A2	A3	A1	A2
SST (mg/l)	A1	> A1	A1	A1	A1	(*)	A1	> A1	> A1	A1	> A1
Coliformes fecais (/100 ml)	A1	A2	A2	A2	A1	(*)	A2	A2	A2	A1	A2
pH	A1	A2	A2	A2	A2	(*)	A1	A2	A2	A2	A2
Temperatura (° C)	> A3	> A3	> A3	> A3	> A3	(*)	> A3	> A3	A2	A2	A1

Os parâmetros que condicionam a qualidade da água, que atinge frequentemente mesmo à superfície um nível de imprópria para a utilização na produção de água de consumo, são, em primeiro lugar, o CBO<sub>5</sub> e o CQO, seguindo-se o oxigénio dissolvido e o azoto amoniacal. Não se considera importante a classificação decorrente da temperatura por se tratar de um fenómeno natural que não tem repercussão significativa no tratamento nem na potabilidade da água produzida.

As principais fontes poluentes pontuais são os esgotos domésticos, as suiniculturas e vacarias e os lagares de azeite. Existe ainda uma fábrica de curtumes que está ligada à ETAR de N<sup>a</sup> Sr. de Machede, e toda a área de drenagem é agricultada com maior ou menor intensidade consoante as

zonas, existindo, também, pastoreio de gado bovino. Na Figura 2 apresenta-se a localização das fontes de poluição que foram identificadas pela DRARN/Alentejo.

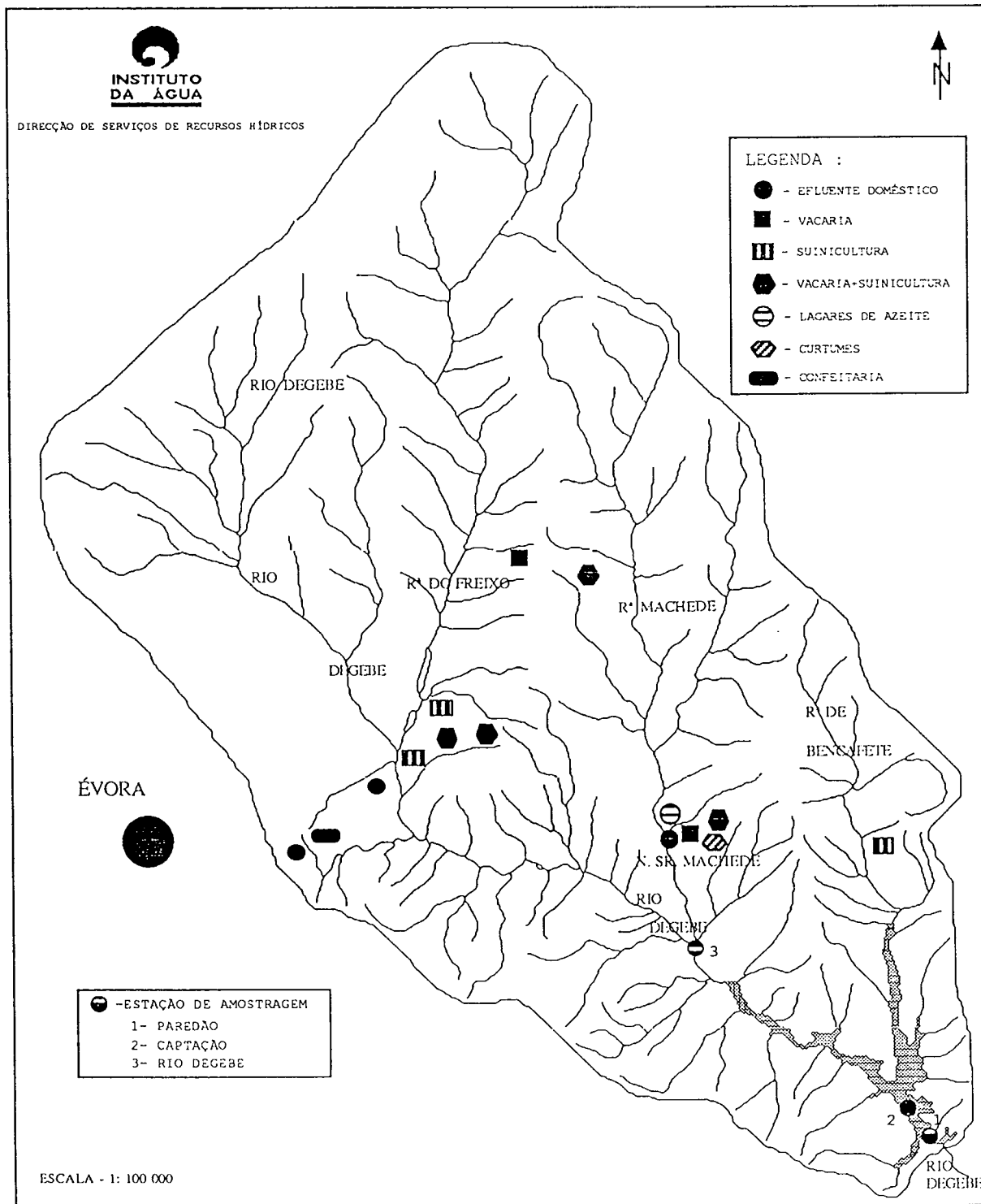


Figura 2 - Localização das principais fontes de poluição pontuais (fonte: DRARN/Alentejo, 1993) e das estações de amostragem

As cargas poluentes que afectam esta Albufeira têm contribuído para a degradação da qualidade da água e para o enriquecimento em nutrientes, responsável pelos *blooms* que ali se têm observado nos anos mais recentes. Associados aos *blooms* de Cyanophyceae encontra-se, recorde-se, o risco da produção de toxinas, que têm problemas de saúde pública.

Tendo em conta a qualidade da água observada na Albufeira e os objectivos de gestão que se pretendiam atingir, foram planeados vários estudos com o intuito de caracterizar a Albufeira do ponto de vista biológico e físico-químico, de forma a permitir, também, a futura aplicação de modelos de simulação da qualidade da água.

Assim, houve necessidade de reformular a monitorização físico-química que estava a ser feita, aumentando o número de estações e de parâmetros e, amostrando em cada estação três profundidades diferentes. Teve-se em atenção, as exigências da legislação nacional e a necessidade de manter as séries de amostras de superfície que existiam e, ainda, os aspectos relacionados com a variabilidade dos descritores de qualidade o que levou a considerar determinações mensais (Quadro II) e determinações sazonais (Quadro III). Deve referir-se que seria mais correcto considerar a determinação mensal de pesticidas organoclorados e triazinas uma vez que, com análises sazonais se corre o risco de não detectar a presença na água destes produtos. No entanto, não existe capacidade de análise a nível do MARN para proceder a mais determinações que as seleccionadas.

Quadro II - Parâmetros a determinar na Albufeira do Monte Novo (colheitas mensais)

Estação	Profundidade	Parâmetros
Paredão	Superfície	Temperatura-perfil; Disco Secchi; pH; Oxidabilidade; Condutividade; OD-perfil; CBO5; P-total; P2O5; NO3; NO2; NH4; Azoto Kjeidahl; SST; Clorofila a; Si; Cl; C90; SO4; Detergentes aniónicos; Coliformes Fecais e Totais; Estreptococcus Fecais; Salmonelas
	Meio	Temperatura-perfil; Disco Secchi; pH; Oxidabilidade; Condutividade; OD-perfil; CBO5; P-total; P2O5; NO3; NO2; NH4; Azoto Kjeidahl; SST; Clorofila a; Si
	Fundo	Temperatura-perfil; Disco Secchi; pH; Oxidabilidade; Condutividade; OD-perfil; CBO5; P-total; P2O5; NO3; NO2; NH4; Azoto Kjeidahl; SST; Clorofila a; Si
Captação	Superfície	Temperatura-perfil; Disco Secchi; pH; Oxidabilidade; Condutividade; OD-perfil; CBO5; P-total; P2O5; NO3; NO2; NH4; Azoto Kjeidahl; SST; Clorofila a; Si
	Meio	Temperatura-perfil; Disco Secchi; pH; Oxidabilidade; Condutividade; OD-perfil; CBO5; P-total; P2O5; NO3; NO2; NH4; Azoto Kjeidahl; SST; Clorofila a; Si
	Fundo	Temperatura-perfil; Disco Secchi; pH; Oxidabilidade; Condutividade; OD-perfil; CBO5; P-total; P2O5; NO3; NO2; NH4; Azoto Kjeidahl; SST; Clorofila a; Si
Rio Degebe	Superfície	Temperatura; pH; Oxidabilidade; Condutividade; OD; CBO5; P-total; P2O5; NO3; NO2; NH4; Azoto Kjeidahl; SST

Quadro III- Parâmetros a determinar na Albufeira do Monte Novo (colheitas 4 x ano)

Estação	Profundidade	Parâmetros
Paredão	Superfície	Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Cr, Pb, Hg, As, pesticidas organoclorados e triazinas
	Meio	Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Cr, Pb, Hg, As, pesticidas organoclorados e triazinas
	Fundo	Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Cr, Pb, Hg, As, pesticidas organoclorados e triazinas
Captação	Superfície	Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Cr, Pb, Hg, As, pesticidas organoclorados e triazinas
	Meio	Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Cr, Pb, Hg, As, pesticidas organoclorados e triazinas
	Fundo	Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Cr, Pb, Hg, As, pesticidas organoclorados e triazinas

A caracterização biológica da Albufeira vai ser realizada com base em amostragens mensais da coluna integrada e nas estações coincidentes com as determinações físico-químicas. Vão ainda, realizar-se mensalmente, e em amostra integrada, ensaios de toxicidade, complementados, sempre que o teste seja positivo, pela identificação das toxinas presentes.

Em resumo, para o estudo da Albufeira de Monte Novo (ver na Figura 2 os locais de amostragem), foi planeado o seguinte:

1. estabelecimento de duas estações, uma na zona do paredão outra na zona da captação, com determinações, em cada uma delas, a três profundidades, caracterizando o epilimnion, termoclina e hipolimnion; uma vez que a torre de captação tem entradas selectivas a diferentes profundidades tornava-se necessário conhecer as características da água às profundidades a que pode ser captada;
2. caracterização qualitativa e quantitativa de fitoplâncton e de zooplâncton, com amostragens mensais e durante um ano na zona do paredão e da captação;
3. continuação da caracterização físico-química da Albufeira do Monte Novo, mas com amostragens na zona do paredão e na zona da captação e a três profundidades, conciliando as datas, as profundidades e as estações com as do estudo biológico, passando a determinar-se, para além dos parâmetros que estão a ser analisados, o perfil de temperatura e de oxigénio dissolvido, a transparência, o azoto Kjeldahl, o fósforo total, a sílica, e a clorofila *a*;
4. estabelecimento de uma estação de amostragem no rio Degebe, à entrada da Albufeira, para se caracterizar a qualidade da água que afluí e, ainda, para possibilitar a aplicação e calibração de um modelo de simulação, criando assim um instrumento de gestão importante para este sistema;
5. realização de ensaios de toxicidade, durante um ano consecutivo, acompanhando a caracterização biológica e físico-química nas duas estações consideradas; no período de Julho a Outubro as colheitas serão quinzenais e, sempre que o teste de toxicidade em ratos for positivo, haverá identificação e quantificação de toxinas;
6. identificação actualizada e caracterização das fontes poluidoras que descarregam directamente para a Albufeira, e ainda das existentes na bacia drenante;
7. elaboração de um programa de monitorização para acompanhamento futuro e orientação da gestão da Albufeira e da captação para produção de água para abastecimento;
8. avaliação das possibilidades de reabilitação da Albufeira;
9. aplicação e calibração de um modelo de qualidade da água.

Está a planear-se a realização do estudo da variação diurna dos parâmetros mais importantes, assim como o estudo da variabilidade do oxigénio dissolvido e da temperatura (pelo menos) em toda a Albufeira. Espera-se poder vir a realizar, também, o estudo dos sedimentos.

### 3.1.2 Caracterização da Estação de Tratamento de Água

A ETA do Monte Novo é constituída pelos órgãos apresentados na Figura 3 (Costa, 1993). Esta Estação concluída em 1982 não foi projectada para tratar uma água com as características da presentemente proveniente da Albufeira do Monte Novo. Alguns dos órgãos da ETA apresentam problemas de funcionamento e, as grandes variações de qualidade da água, verificadas na origem ao longo do ano, têm acarretado graves dificuldades no tratamento.

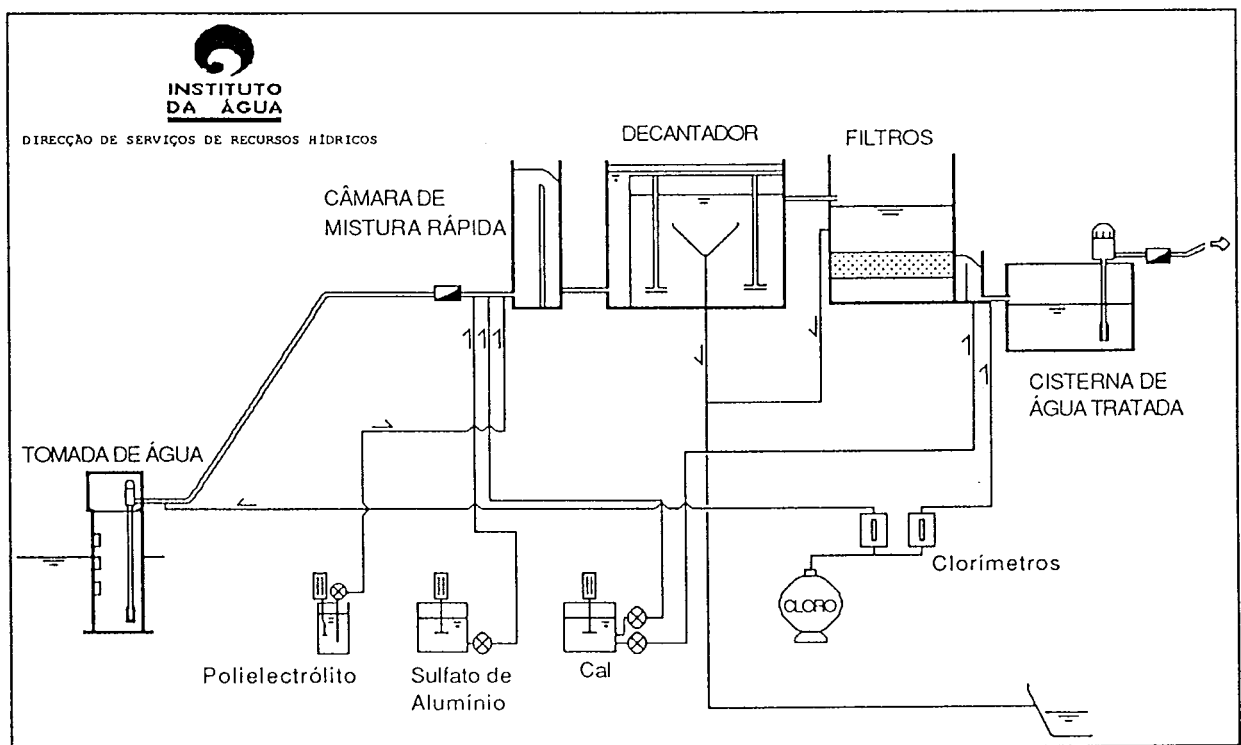


Figura 3 - Esquema hidráulico de funcionamento da ETA do Monte Novo (fonte: C.M. Évora, 1993)

Como a situação relativa à ETA no Concelho de Évora é semelhante à de outros Concelhos considerou-se importante dispôr de uma metodologia de estudo de eficiência de estações de tratamento de água e, simultaneamente, testar essa metodologia para o caso particular da ETA de Monte Novo. Nesta perspectiva, a cooperação que o INAG estabeleceu com o Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, com o acordo e apoio da C.M. de Évora, contempla os dois aspectos.

Com os vários estudos incluídos neste grupo pretende-se identificar os órgãos e fases de tratamento que deverão ser alterados tendo em conta a qualidade da água que efectivamente se

verifica. Pretende-se, também, estabelecer um plano de vigilância da ETA do Monte Novo e identificar, para situações limites, as medidas de prevenção e correcção a introduzir. Em paralelo será reformulado o laboratório existente para melhor dar resposta às necessidades de controle da eficiência da ETA.

No seguimento deste estudo preliminar da situação real foi considerado necessário proceder ao seguinte:

1. estudo da eficiência da ETA de Monte Novo para esclarecimento das condições limitativas do seu funcionamento;
2. proposta de medidas correctivas;
3. estabelecimento de um plano de vigilância para controlo do funcionamento corrente;
4. reformulação do laboratório da C.M. Évora, tendo em conta as necessidades de controle na ETA e de vigilância nas redes de distribuição;
5. proposta de soluções para a disposição final das lamas das ETA;
6. caracterização físico-química e bacteriológica da água nas várias etapas do tratamento na ETA, ao longo de um ano, para testar as alterações que forem sendo introduzidas para melhorar o seu funcionamento;
7. determinação de fitoplâncton nas várias etapas de tratamento das ETA's;
8. elaboração de um relatório com as conclusões e recomendações importantes para a gestão futura da ETA tendo em atenção a qualidade da água na origem, e a sua variação ao longo do ano e, eventualmente condições climatológicas e hidrológicas.

### 3.1.3 Caracterização das Redes de Distribuição

O sistema de abastecimento de água do Concelho de Évora é apresentado na Figura 4. Algumas das localidades ali representadas têm sistemas de abastecimento mistos, constituídos por captações locais em águas subterrâneas reforçadas a partir da rede de Évora. Para este estudo apenas interessam as localidades abastecidas com água oriunda de Monte Novo ou do Divor, embora desde Junho de 1993, a Albufeira do Divor ter deixado de ser utilizada para produção de água para consumo devido ao facto de terem sido identificadas toxinas produzidas pelas Cyanophyceae.

Nas Redes de Distribuição planeou-se continuar (com algumas alterações), enquanto decorre o estudo de caracterização da Albufeira e da ETA, a monitorização que vinha sendo realizada pela C.M. Évora (Quadro IV) e a vigilância sanitária da ARS do Alentejo - Sub-Região de Évora, incluindo não só a cidade de Évora mas também as outras localidades referidas acima. Deverá ser incluída nesta monitorização a determinação de trihalometanos e a realização de ensaios de toxicidade.

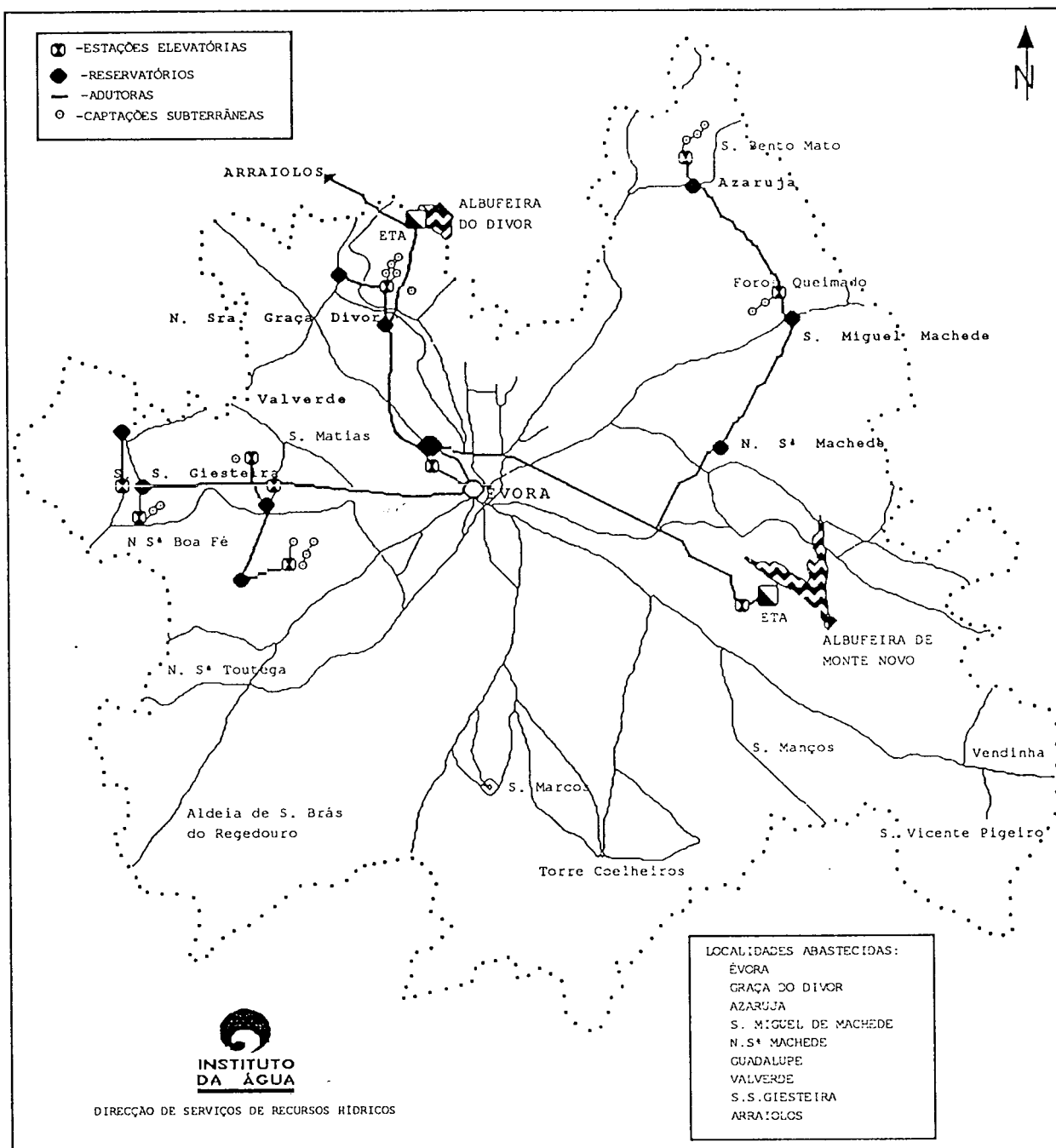


Figura 4 - Redes de distribuição de água no Concelho de Évora (fonte: Costa, 1994)

A vigilância sanitária passará a considerar, em particular, a eventual ocorrência de protozoários e organismos patogénicos e, sempre que necessário, a ocorrência de fitoplâncton condicionará a realização de ensaios de toxicidade no mesmo período, à saída da ETA, nos reservatórios e pontos importantes e significativos das redes de distribuição.

Os resultados da monitorização, da vigilância sanitária durante o período de estudo e, ainda, os dados já disponíveis de anos anteriores permitirão estabelecer um plano de monitorização para o

futuro considerando uma análise de custos/benefícios a par das exigências de defesa de saúde pública e regulamentares.

Quadro IV - Parâmetros de qualidade da água monitorizados na água de consumo

GRUPO G1	GRUPO G2	GRUPO G3
<b>ORGANOLÉPTICOS</b> cor turvação cheiro sabor outros cloro livre cloro combinado <b>MICROBIOLÓGICOS</b> germes totais a 22 ° germes totais a 37 ° coliformes totais coliformes fecais estreptococcus fecais clostridos sulfito-redutores	<b>FÍSICO-QUÍMICOS</b> alcalinidade temperatura pH condutividade cloretos sulfatos sílica cálcio magnésio sódio potássio alumínio dureza total sólidos suspensos totais oxigénio dissolvido anidrido carbónico livre	<b>INDESEJÁVEIS</b> nitratos nitritos azoto amoniacal azoto kjeldahl oxidabilidade carbono orgânico total sulfureto de hidrogénio ferro manganês cobre zinco fósforo fluoretos cobalto <b>TÓXICOS</b> arsénio cádmio cianetos crómio mercúrio níquel chumbo antimónio selénio

Para as redes de distribuição considera-se fundamental :

1. continuação do programa de monitorização (parâmetros físico-químicos e bacteriológicos dos grupos G1, G2 e G3), passando a incluir no grupo G1, que é analisado mensalmente, a determinação de temperatura, pH, nitratos, oxidabilidade e trihalometanos;
2. determinação de fitoplâncton nas redes, nos períodos em que a ocorrência na origem o justifique;
3. ensaios de toxicidade à saída da ETA, nas redes e nos reservatórios a incluir na vigilância sanitária, nos períodos em que ocorrem *blooms* de Cyanophyceae na origem;
4. identificação de zonas da rede e períodos de maior risco.

#### 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O novo quadro legislativo obriga a que se garanta uma determinada qualidade na água de consumo humano o que implica um controle efectivo dos diferentes sistemas envolvidos. A degradação



acelerada de muitos dos recursos hídricos usados como origem para abastecimento, a inoperacionalidade de muitas das ETA's e os problemas verificados em certas zonas das redes dificultam o cumprimento dessa legislação.

A implementação de estudos sistematizados e integrados nos diferentes componentes dos sistemas de produção e distribuição de água potável são vitais para o encontrar de acções correctivas e de controle de forma a garantir uma eficiência adequada à qualidade que se pretende para a água distribuída. Estes estudos deveriam ser realizados na fase de projecto das barragens a par dos estudos sobre a quantidade de água que estará disponível.

Globalmente os estudos programados para o sistema de abastecimento ao Concelho de Évora, contemplando as três componentes - origem, Estação de Tratamento e redes de distribuição -, pretendem atingir os seguintes objectivos:

- 1- conhecimento real e efectivo dos sistemas que estão em causa;
- 2- identificação, caracterização e controle das fontes de poluição que afectam a Albufeira do Monte Novo;
- 3- melhoramento do funcionamento da ETA para se adaptar à qualidade da água que é captada;
- 4- desenvolvimento de planos de monitorização da qualidade para a albufeira, para a ETA e para as redes de distribuição, implantados e operados pelos organismos competentes, atendendo aos problemas de qualidade que se verificam e às imposições legais;
- 5- identificação das situações e períodos de risco na Albufeira, na ETA e nas redes de distribuição e desenvolvimento de planos de acção para minimizar os efeitos da ocorrência destas situações.

A aplicação da metodologia de estudo desenvolvida teve início em Março deste ano, ao sistema de abastecimento do Concelho de Évora, e os resultados obtidos entretanto permitiram enfrentar a crise observada no passado Verão, devida ao grande desenvolvimento de uma espécie de Cyanophyceae - *Anabaena sp.*. O conhecimento que já se tinha do sistema e a sistematização dos estudos realizados permitiram garantir a produção de uma água de consumo sem riscos para a saúde pública, muito embora persistissem graves problemas, uma vez que as medidas correctivas na ETA de Monte Novo não tinham ainda sido implantadas.

## 5- BIBLIOGRAFIA

Barros, Margarida Conte de, (1992), A Rede de Qualidade da Água da Direcção Geral dos Recursos Naturais, 1º Congresso da Água - O Estudo da Água em Portugal, Março, Lisboa.

- Barros, Margarida Conte de, (1993), Sobre a Qualidade da Água nas Origens, Encontro Técnico "Qualidade da Água para Consumo Humano", Associação Portuguesa dos Distribuidores de Água, Novembro, Coimbra.
- Costa, Joaquim D. da, (1993), Abastecimento de Água a Évora - O Sistema de Abastecimento e a Aplicação do Decreto-Lei 74/90, Encontro Técnico sobre Qualidade da Água para Consumo Humano, Associação Portuguesa dos Distribuidores de Água, Novembro, Coimbra.
- Costa, Vera B. da, (1992), Programa de Controlo e Vigilância dos Sistemas de Distribuição da Água, IV Jornadas Técnicas da APRH - 2º Encontro Nacional dos Distribuidores de Água, Braga.
- Guerreiro, Noémia M. de Sousa, (1992), Classificação de Águas Doces à Superfície quanto à sua Aptidão para serem Utilizadas na Produção de Água Potável, 1º Congresso da Água - O Estudo da Água em Portugal, Março, Lisboa.
- Haslam, S.M., (1990), River Pollution: An Ecological Perspective, Belhaven Press, London.
- Henderson-Sellers, (1984), Engineering Limnology, Pitman Advanced Publishing Program, Boston.
- INAG, Instituto da Água, (1994-a), Plano de Estudos para as Albufeiras de Abastecimento a Évora, Estações de Água e Redes de Distribuição, Estudos de Qualidade nos Sistemas de Abastecimento com Origem nas Albufeiras de Monte Novo e Divor- Documento I, Fevereiro, Lisboa.
- INAG, Instituto da Água, (1994-b), Plano de Execução, Parte I - Amostragem e Determinações, Estudos de Qualidade nos Sistemas de Abastecimento com Origem nas Albufeiras de Monte Novo e Divor- Documento II, Junho, Lisboa.
- Palmer, C. Mervin, (1980), Algae and Water Pollution - The identification, significance and control of algae in water supplies and in polluted water, Castle House Publications Ltd, New York.
- Tangarrinhas, M. Rosário, (1993), Rio Guadiana : Origens de Poluição e qualidade da Água, Jornadas Hispano-Lusas de Impacto Ambiental, Janeiro, Badajoz.
- Thomann, Robert and Mueller, John, (1987), Principles of Surface Water Quality Modeling and Control, Harper & Row, Publishers, New York.
- UNESCO/WHO/UNEP, (1992), Water quality Assessments, Edited by Deborah Chapman
- Vasconcelos, Vitor, (1994), Toxic Cyanobacteria (blue-green algae) in Portuguese fresh waters, Arch. Hydrobiol. nº 130 (4), pg. 439-451.
- Ward, Robert C.; Loftis, Jim C. and McBride, graham B., (1990), Design of Water Quality Monitoring Systems, Van Nostrand Reinhold, New York.