



**Helena Maria  
Gonçalves Lucas dos  
Santos**

**CONTROLO OPERACIONAL DA QUALIDADE DA  
ÁGUA: CASO ÁGUAS DO ALGARVE**



**Helena Maria Gonçalves**  
**Lucas dos Santos**

**CONTROLO OPERACIONAL DA QUALIDADE DA  
ÁGUA: CASO ÁGUAS DO ALGARVE**

Relatório Profissional apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Engenharia do Ambiente, ao abrigo do despacho nº 7047/2011, de 9 de Maio, que estabelece o regulamento de creditação de formação e de reconhecimento de experiência profissional na Universidade de Aveiro, realizado sob a orientação científica do Professor Doutor José de Jesus Figueiredo da Silva, Prof. Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha avó Isabelinha pelo seu exemplo de vida

**O Júri  
Presidente**

Presidente: Professora Doutora Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes, Professora Auxiliar, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Vogal - Arguente Principal: Engenheiro Fausto Manuel Melo de Oliveira, Especialista, Águas do Vouga - Exploração e Gestão do Sistema Regional do Carvoeiro, S.A.

Vogal – Orientador: Professor Doutor José de Jesus Figueiredo da Silva, Professor Auxiliar, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

## **Agradecimentos**

Neste documento está refletido o meu percurso e atividade profissional, o qual envolveu várias equipas de trabalho, pelo que agradeço a todos os que colaboraram comigo ao longo deste percurso, contribuindo para o trabalho apresentado. Agradeço, em especial à minha tia Beatriz, que sempre me apoiou e motivou no meu percurso de vida académica e profissional. Agradeço também ao meu orientador Professor Doutor José de Jesus Figueiredo da Silva, que não desistiu de simplificar o meu trabalho.

**Palavras-chave**

Percurso profissional, controlo operacional, qualidade da água para consumo humano.

**Resumo**

O presente relatório pretende contribuir para a demonstração de que a adoção de um esquema de certificação da água para consumo humano associado à implementação de um plano de segurança da água, permite implementar um programa de controlo operacional da qualidade da água, quer no tratamento da água para consumo humano, quer no sistema de abastecimento de água, tendo em vista detetar e corrigir, em tempo útil, as alterações que eventualmente ocorram na qualidade da água.

Este trabalho tem por base a apresentação crítica da atividade e percurso profissional da candidata, iniciado em 1984 com o ingresso na Universidade de Aveiro, dando especial ênfase ao percurso profissional e à atividade desenvolvida na área do controlo operacional da qualidade da água para consumo humano.

Inclui uma apresentação detalhada de todo o percurso profissional, abrangendo desde o trabalho desenvolvido no projeto de fim de curso, passando pelas funções desempenhadas em entidades públicas, designadamente na Câmara Municipal de Albufeira (desde o estágio às funções de coordenação da divisão de serviços urbanos) na área do saneamento de águas residuais, na recolha e destino final e valorização de resíduos sólidos urbanos e no ambiente litoral. Inclui também o percurso na concessionária do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Barlavento algarvio, como diretora de exploração, planeando e coordenando o arranque e a exploração da estação de tratamento de água de Alcantarilha e o sistema de abastecimento de água em alta, e culminando na função de direção da operação - água da concessionária do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve, sendo responsável pelo tratamento da água e fornecimento da água, desde 2000.

No âmbito do tema de desenvolvimento selecionado é feita uma abordagem e enquadramento do controlo operacional da qualidade da água, sua definição e componentes, legislação e orientações aplicáveis e sua influência na garantia da qualidade da água, para a segurança da água e para a certificação do produto “água para consumo humano”.

O relatório termina com uma análise de um caso de estudo e apresentação das atuais tendências na monitorização da qualidade da água para consumo humano, evidenciando a sua relevância como atividade da especialidade do mestrado em Engenharia do Ambiente.



**Keywords**

Professional report, operational control, drinking water; water quality.

**Abstract**

This report aims to present the candidate's activity and professional path which started in 1984 with the enrollment at the University of Aveiro, giving special emphasis to the professional career and the activity developed on the operational control on drinking water quality. It includes a detailed presentation of the entire professional career, from the work developed in the final graduation project, the duties carried out in the municipal town hall of Albufeira such as Coordinator of Urban Services, in areas such as sanitation, disposal and valorization of solid wastes, and preservation on littoral environment to the coordination duties of Águas do Algarve, SA concessionary company, in the operation of the drinking water system and research projects on water treatment and supply. An approach and framing on the operational control of the drinking water quality, its influence on the human health and safety water is done under the selected development topic, and product certification on drinking water. The report ends with an analysis of the evolution of the professional experience, highlighting its relevance as an activity of the specialty of the Master of Science Degree in Environmental Engineering.



## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 2  |
| 1.1. Objetivos e organização do relatório .....   | 2  |
| 1.2. Percurso profissional.....   | 2  |
| 1.3. Controlo da qualidade da água para consumo humano.....   | 5  |
| 1.4. Orientações de organizações internacionais para o controlo da qualidade da água para consumo humano.....                 | 6  |
| 1.5. Recomendação da Entidade Reguladora do Sector das Águas e Resíduos para o controlo operacional da qualidade da água..... | 7  |
| 1.6. Nova abordagem proposta para o programa de controlo operacional da qualidade da água .....                               | 9  |
| 2. PERCURSO PROFISSIONAL.....   | 12 |
| 2.1. Atividade relativa ao controlo da qualidade e segurança da água.....   | 12 |
| 2.2. De Outubro de 1989 a Junho de 1998, Percurso profissional na Câmara Municipal de Albufeira .....                         | 14 |
| 2.3. Entre 1996 e 1998, Atividade liberal como consultora na área do ambiente .....   | 16 |
| 2.4. De Julho de 1998 a Agosto de 2000, Atividade na empresa concessionária Aguas do Barlavento Algarvio, SA. ....            | 16 |
| 2.5. De Agosto de 2000 à atualidade, Atividade na empresa Aguas do Algarve, SA.....   | 17 |
| 2.6. Participação em projetos de I&D .....  | 17 |
| 2.7. Orientação de teses de mestrado e atividade docente .....  | 21 |
| 3. CONTROLO OPERACIONAL DOS PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ..... | 22 |
| 3.1. Controlo operacional da qualidade da água .....  | 22 |
| 3.2. Nova abordagem proposta para o programa de controlo operacional da qualidade da água .....                               | 27 |
| 4. CASO DE ESTUDO: CONTROLO OPERACIONAL DA ÁGUAS DO ALGARVE, SA.....  | 34 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO .....   | 42 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 44 |

|                |    |
|----------------|----|
| ANEXOS.....    | 46 |
| Anexo I.....   | 49 |
| Anexo II.....  | 51 |
| Anexo III..... | 59 |
| Anexo IV.....  | 61 |
| Anexo V.....   | 63 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1-- Esquema dum sistema de abastecimento de água com os locais e principais parâmetros <i>online</i> a considerar no controlo operacional _____ | 25 |
| Figura 2 - Mapa do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve _____  | 35 |
| Figura 3 - Esquema do processo de tratamento de água _____   | 36 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 - Percurso e atividade profissional _____  | 14 |
| Quadro 2 - Projetos de I&D _____  | 20 |
| Quadro 3 - Instrumentação online mais utilizada nos sistemas de abastecimento de água _____   | 26 |
| Quadro 4 - Tipologia e componentes dos sistemas de abastecimento de água _____  | 28 |
| Quadro 5 – Volumes de água (m <sup>3</sup> /dia) a considerar na recolha de amostras de água _____  | 28 |
| Quadro 6 – Limites de Aceitação de parâmetros não legislados e de parâmetros com LA diferente ao VP da legislação em vigor _____  | 30 |
| Quadro 7 - Frequência mínima de amostragem a aplicar por cada sistema público de abastecimento de água em alta constituído por captação, produção e adução de água, para um volume de água fornecido superior a 100.000 m <sup>3</sup> /dia _____ | 31 |
| Quadro 8 - Principais infraestruturas do SMAAA _____  | 35 |
| Quadro 9 - Componentes do PCO do SMAAA _____  | 37 |
| Quadro 10 - Evolução da conformidade da qualidade da água no âmbito do PCQA e do PCO entre 2010 e 2013 _____  | 38 |
| Quadro 11 - Evolução da % de incumprimentos na qualidade da água no âmbito do PCO entre 2010 e 2013 de parâmetros não legislados e parâmetros legislados com VP e LA _____  | 38 |
| Quadro 12 - Parâmetros com incumprimentos na qualidade da água no âmbito do PCO entre 2010 e 2013 não legislados e legislados com VP e LA diferentes _____  | 39 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

AdA – Águas do Algarve, SA  
AdP – Águas de Portugal, SGPS  
ADWG – *Australian Drinking Water Guidelines*  
ALGAR – Valorização de Resíduos Sólidos do Algarve, SA  
APDA – Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas  
APEA – Associação Portuguesa de Engenharia do Ambiente  
APESB – Associação Portuguesa de Engenharia Sanitária e Ambiental  
APRH – Associação Portuguesa de Recursos Hídricos  
AQUASTRESS - *Mitigation of Water Stress through new Approaches to Integrating Management, Technical, Economic and Institutional Instruments*  
ATOFINA - *Chemicals, Inc. Company*  
AWARE - P – *project — infrastructure asset management of urban water services*  
BAE – Bandeira Azul da Europa  
Bromato10 - Ensaio para teste da viabilidade técnica da remoção de bromato em filtros de carvão ativado com atividade biológica no tratamento de água para consumo humano  
CCDR – Comissão de Coordenação de Desenvolvimento Regional  
CE – Comunidade Europeia  
CEAAR – Comissão Especializada de Águas e Águas Residuais  
CESA – Comissão Especializada de Serviços de Águas  
CIANOTOX - Monitorização de cianotoxinas e das condições desencadeadoras da sua produção em águas superficiais com vista à otimização das condições de tratamento em ETAs  
COST - *European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research*  
CS/04 - Comissão Setorial para a Água  
EEC – *Economic European Community*  
EG – Entidade Gestora  
ENaSB – Encontro Nacional de Saneamento Básico  
ENEG - Encontro Nacional de Entidades Gestoras de Água e Saneamento  
EPA – *US Environmental Protection Agency*  
EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A..  
EQS – Engenharia, Qualidade e Segurança  
ERP – *Enterprise Resource Planning*  
ERSAR – Entidade Reguladora de Águas e Resíduos  
ETA – Estação de Tratamento de Água  
ETA21 - Estudos de avaliação de desempenho e de otimização das estações de tratamento de água  
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais  
EUA – Estados Unidos da América  
FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
FP7 - *Seventh Framework Programme*  
FUNDEC - Associação para a Formação e o Desenvolvimento em Engenharia Civil e Arquitetura  
HACCP – *Hazard Analysis and Critical Control Point*

HYMEMB – *Tailoring hybrid membrane processes for sustainable drinking water production*

I&D – Investigação & Desenvolvimento

IDA – *International Desalination Association*

IMAR – Centro do Mar e Ambiente

INSSAA – Iniciativa Nacional para a Simulação de sistemas de Abastecimento de Água

IPIMAR - Instituto Português das Pescas, Investigação e do Mar

IPQ – Instituto português da Qualidade

IRAR – Instituto Regulador de Águas e Resíduos

ISEP – Instituto de Engenharia do Porto

ISO – International Organization for Standardization

IST – Instituto superior Técnico

IWA – *International Water Association*

IWC - *International Water Conference*

LA – Limite de Aceitação: Valor máximo ou mínimo fixado para cada um dos parâmetros a controlar, de acordo com o disposto na especificação técnica para a certificação do produto água para consumo humano

LESAM - *Leading Edge Conference on Strategic Asset Management*

LFE - Local Físico de Entrega: Local físico de entrega de água de uma entidade gestora a outra entidade gestora, seja à entrada ou à saída de reservatórios ou em condutas

LFR - Local Físico de Receção: Local físico de receção de água de uma entidade gestora a outra entidade gestora, seja à entrada ou à saída de reservatórios ou em condutas

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

NES – Núcleo de Engenharia Sanitária

OE – Ordem dos Engenheiros

OMS – Organização Mundial de Saúde

OPTISM – Modelo de otimização da gestão de origens de água face à procura

OPTOEXPLOR – Desenvolvimento de um instrumento para gestão de um sistema de abastecimento público de água numa perspetiva de exploração integrada dos recursos hídricos

PAS21 - Iniciativa Nacional de Avaliação de Desempenho de ETA e ETAR Urbanas

PASool – *Performance Access System*

PCO – Programa de Controlo Operacional

PCQA – Programa de Controlo da Qualidade da Água

PE - Ponto de Entrega: o local físico ou conjunto de locais físicos onde é feita a entrega de água para consumo humano por uma entidade gestora a outra entidade gestora, caracterizado por uma uniformidade da qualidade de água

PEC - Ponto de Entrega ao Consumidor: Local físico ou conjunto de locais físicos onde é feita a entrega de água para consumo humano por uma entidade gestora em baixa ao consumidor (isto é, à entrada da rede predial), caracterizado por uma uniformidade da qualidade da água

PREPARED - *PREPARED Enabling Change*

PROA – Programa Operacional do Algarve

PSA – Plano de Segurança da Água

RUD – Reservatório Unidirecional

*SAFEWATER – Innovative tools for the detection and mitigation of CBRN related events of drinking water*

*SGS - Société Générale de Surveillance S.A.*

*SMAAA – Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Algarve*

*TECHNEAU – Technology Enabled Universal Access to Safe Water*

*THM - Trihalometanos*

*TOC - Total Organic Carbon*

*TRUST – Transitions to the Urban Water Services of Tomorrow*

*VP – Valor Paramétrico: o valor máximo ou mínimo fixado para cada um dos parâmetros a controlar, tendo em atenção o disposto no Decreto - Lei n.º306/2007*

*WATER 21 - Magazine of the International Water Association*

*WHO – World Health Organization*

*W-SMART - Water Security Management Assessment, Research & Technology*

*WTP – Water Treatment Plant*



## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Objetivos e organização do relatório**

O presente relatório pretende contribuir para a demonstração de que a adoção de um esquema de certificação da água para consumo humano associado à implementação de um plano de segurança da água, permite implementar um programa de controlo operacional da qualidade da água, quer no tratamento da água para consumo humano, quer no sistema de abastecimento de água, tendo em vista detetar e corrigir, em tempo útil, as alterações que eventualmente ocorram na qualidade da água.

Este relatório compreende cinco capítulos, o presente capítulo introdutório, onde se define o objetivo e se descreve de forma resumida o percurso profissional. Inclui ainda um enquadramento do tema selecionado para análise e caso de estudo sendo feita uma introdução ao controlo operacional da qualidade da água para consumo.

Segue-se o capítulo 2, onde se descreve detalhadamente toda a atividade e percurso profissional relevante.

O capítulo 3 apresenta os aspetos fundamentais do controlo operacional da qualidade da água para consumo humano, os parâmetros a monitorizar e a frequência de monitorização do programa de controlo operacional a realizar nos processos de tratamento de água e nos sistemas de abastecimento de água.

No capítulo 4 é apresentado e avaliado o caso de estudo controlo operacional da qualidade da água da empresa concessionária Aguas do Algarve, SA.

No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais e conclusão.

### **1.2. Percurso profissional**

Este relatório tem por base a apresentação crítica da atividade e percurso profissional mais relevante de Helena Maria Gonçalves Lucas dos Santos, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Engenharia do Ambiente, ao abrigo do Despacho n.º 7047/2011, de 9 de Maio de 2011, que estabelece o regulamento de creditação de formação e de reconhecimento de experiência profissional na Universidade de Aveiro.

Ingressou no curso de Engenharia do Ambiente na Universidade de Aveiro em outubro de 1984, tendo concluído a licenciatura em Setembro de 1989.

O seu percurso profissional teve início em Outubro de 1989 na Câmara Municipal de Albufeira, como técnica superior, desempenhando funções na área do ambiente, onde

permaneceu até 1998, como Coordenadora da Divisão de serviços Urbanos daquela autarquia local.

Logo de início da sua atividade profissional, participou no curso sobre “Qualidade da água para consumo humano” da Escola Nacional de Saúde Pública, em Lisboa, sobre a preparação da então legislação relativa ao controlo da qualidade da água para consumo humano (Decreto-Lei n.º 74/90 de 7 de Março), resultante da transposição da Diretiva da Água para Consumo Humano (80/778/EEC), que desempenhou um papel fundamental na sua atividade profissional futura, no desenvolvimento de programas de controlo da qualidade da água e sua monitorização.

Durante a sua permanência na Câmara Municipal de Albufeira, destaca-se ainda a frequência do curso de especialização técnica sobre Planeamento e Desenvolvimento Regional pela Universidade do Algarve e a Associação de Desenvolvimento local Associação in Loco, que lhe proporcionou uma visão regional do desenvolvimento económico e social, nas várias vertentes do planeamento sustentável das sociedades civis.

Nesse período acompanhou e coordenou o projeto de encerramento e requalificação da lixeira do município, como uma ação de elevada importância ambiental. Teve como atividade principal a coordenação dos serviços de recolha, deposição final e valorização de resíduos sólidos urbanos, de limpeza e salubridade dos espaços públicos do concelho de Albufeira.

No domínio do saneamento de águas residuais, destaca-se a sua coordenação das redes de drenagem, elevação e tratamento de águas residuais domésticas, dos projetos de reabilitação e ampliação das infraestruturas existentes, com caráter inovador mantendo-se ainda parte das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) em funcionamento.

Ainda na Câmara Municipal de Albufeira, coordenou entre 1990 e 1998 a campanha para a Bandeira Azul da Europa (BAE), sendo responsável pelo desenvolvimento das atividades de educação ambiental previstas no âmbito da referida campanha. Acompanhou ainda a implementação de medidas de intervenção e reabilitação no litoral urbano do concelho de Albufeira.

Entre 1995 e 1998, desempenhou cumulativamente funções liberais de consultora na área do ambiente, desenvolvendo programas de monitorização de sistemas ambientais e sendo responsável técnica pelo arranque do aterro intermunicipal do Barlavento algarvio, tendo coordenado a formação técnica inicial dos Operadores da empresa ALGAR – Valorização de Resíduos Sólidos do Algarve, SA.

Posteriormente em 1998, passou a integrar o quadro da empresa concessionária Aguas do Barlavento Algarvio, SA, como Diretora de Exploração, planeando o arranque do sistema multimunicipal de captação, tratamento e abastecimento de água do Barlavento Algarvio, nas vertentes da Operação, da Manutenção e do Laboratório. Nesta empresa, uma parte significativa do trabalho realizado desenvolveu-se na preparação das atividades de operação, designadamente do tratamento da água da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Alcantarilha e do abastecimento de água até aos reservatórios municipais. Uma das principais tarefas compreendeu a colaboração ativa na contratação e formação das equipas de operação.

A sua atividade abrangeu também a organização das atividades de manutenção preventiva das infraestruturas em causa e a organização da construção do laboratório de análises de água da empresa.

Resultante da fusão das duas empresas concessionárias do abastecimento de água no Algarve, em 2000, passou a integrar o quadro da empresa Aguas do Algarve, SA (AdA), como Diretora de Operações – Água, onde coordena a operação do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve (SMAAA), sendo responsável pelo tratamento e fornecimento de água para consumo humano no Algarve.

Nesta função, a sua atividade profissional passou por diversas etapas, de acordo com a evolução da empresa.

Destaca-se numa primeira fase a definição e a implementação de programas de monitorização das origens de água superficiais do SMAAA, para o conhecimento mais atual do seu estado natural, físico-químico, microbiológico e biológico, com vista à sua utilização para a produção de água para consumo humano, de acordo com o Decreto-lei nº 236/98 de 1 de Agosto, tendo para o efeito coordenado o primeiro projeto de Investigação e Desenvolvimento (I&D) nesta área em colaboração com a Universidade do Algarve pelo período de dois anos.

No âmbito desta função, participou em 2000-2001, na comissão nacional de acompanhamento da transposição da Diretiva da Agua para Consumo Humano (98/83/CE), que originou o Decreto-Lei nº 243/2001 de 5 de setembro.

Posteriormente, nos anos seguintes, o foco de interesse foi dado à otimização dos processos de tratamento utilizados no SMAAA, quer na importância da remoção de eventuais contaminantes que possam ocorrer na água de origem superficial, como é o caso de cianobactérias e cianotoxinas, quer no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias de tratamento, pelo que prosseguiu na colaboração com a Universidade do Algarve neste domínio, através da coordenação dos projetos de I&D, CIANOTOX -

Monitorização de cianotoxinas e das condições desencadeadoras da sua produção em águas superficiais com vista à optimização das condições de tratamento em ETA (2001-2002), Optimização da ETA de Alcantarilha (1999-2002), e CIANOTOX-Tratamento (2002-2006), e posteriormente com a coordenação do projeto ETA21 (2007-2009) financiados inteiramente pela AdA. Este último projeto esteve na base da posterior iniciativa nacional PAST21 (2009-2011), do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) sobre desempenho operacional de ETA e ETAR.

Na sequência do episódio de Seca Extrema na região e no país em 2004-2005, o centro de atenção foi deslocado para a necessidade de efetivar uma gestão integrada de origens de água (superficial e subterrânea) e dar robustez e fiabilidade ao SMAAA, desenvolvendo planos de contingência e de ação necessários à garantia da sustentabilidade do abastecimento de água no Algarve, tendo para o efeito participado no projeto europeu AQUASTRESS da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e coordenado o projeto de I&D, OPTOEXPLOR (2005-2008) da AdA com a Universidade do Algarve, em colaboração com a Universidade de Coimbra e o Instituto Superior técnico (IST), que consistiu no desenvolvimento de uma ferramenta de gestão integrada da disponibilidade hídrica regional e de análise inter-anual, quer de águas superficiais quer águas subterrâneas, para a sua utilização para o abastecimento de água para consumo humano.

Na busca da melhor resiliência do abastecimento de água, acompanhou a implementação na empresa do Plano de Segurança da Água (PSA) do SMAAA, sendo responsável pela gestão através da ISO 22 000, desde 2007 na AdA, bem como acompanhou e participou na elaboração da especificação técnica do produto água para consumo humano, no âmbito da Comissão Técnica da autoridade competente, sendo responsável pela certificação do produto na AdA.

### **1.3. Controlo da qualidade da água para consumo humano**

O controlo da qualidade da água para consumo humano é o conjunto de ações de avaliação da qualidade da água realizadas com carácter regular pelas entidades gestoras (EG) de sistemas de abastecimento de água, com vista à manutenção da sua qualidade, em conformidade com as normas estabelecidas legalmente.

O controlo analítico da qualidade da água para consumo humano está definido na legislação nacional em vigor pelo Decreto-lei n.º 306/2007 (2007), por transposição da diretiva europeia relativa à qualidade da água para consumo humano, para cumprimento pelas EG de sistemas de abastecimento de água, através da execução do programa de controlo da qualidade da água (PCQA) e da demonstração anual dos resultados analíticos da sua implementação, de modo a evidenciar a qualidade da água destinada ao consumo humano.

Por outro lado o controlo operacional é o controlo regular e frequente de todos os componentes do sistema de abastecimento, por forma a otimizar e a garantir a qualidade da água no consumidor. Está definido na legislação em vigor como o conjunto de observações, avaliações analíticas e ações a implementar no sistema de abastecimento que contribuem para assegurar a adequada qualidade da água para consumo humano.

A legislação em vigor relativa à qualidade da água para consumo humano é muito ampla quanto à gama de valores para cada um dos parâmetros estabelecidos para a qualidade da água para consumo humano, e cada sistema de abastecimento de água, tem de encontrar o seu padrão de qualidade da água para consumo humano, a fornecer dentro dos Valores Paramétricos (VP) estabelecidos. Por exemplo para o parâmetro condutividade é possível fornecer uma água para consumo humano até 2500  $\mu\text{Scm}^{-1}$ .

A legislação em vigor é ainda menos restritiva nos VP a cumprir na qualidade da água, em relação a alguns parâmetros com impacto na saúde humana, como sejam o alumínio e os subprodutos da desinfecção, não constando neste caso muitos parâmetros de relevo, bem como outros parâmetros microbiológicos também com impacto na saúde pública, como sejam a *Salmonella*, a giardia, o *Cryptosporidium* e os vírus.

Na legislação em vigor relativa à água para consumo humano, apenas está definido o Programa de Controlo Operacional (PCO) para o caso do parâmetro microcistina – LR total, que deverá ser monitorizada, caso o número de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas seja superior a 2000 células/ml.

#### **1.4. Orientações de organizações internacionais para o controlo da qualidade da água para consumo humano**

A Organização Mundial de Saúde (OMS) apresenta na 4ª Edição da *Guidelines for Drinking-water Quality* (WHO, 2011), o conhecimento mais atualizado relativo ao impacto da concentração de todo o tipo de substâncias e microrganismos com impacto na saúde humana.

Por outro lado a Austrália através das *Australian Drinking Water Guidelines* (ADWG, 2013) tem uma abordagem ainda mais restritiva relativa à qualidade da água para consumo humano, estabelecendo limites mais atualizados relativos aos diversos parâmetros da qualidade da água do que a legislação europeia.

As ADWG contêm uma vasta informação sobre a gestão de sistemas de abastecimento de água, a sua monitorização e a diversidade de contaminantes que pode estar presente na água. Segundo as ADWG os principais riscos para o consumidor são os microrganismos patogénicos, pelo que a proteção das origens de água deve estar consagrada e não deve estar comprometida.

Referem ainda que a desinfecção é a única etapa no tratamento de água para consumo humano que tem efetivo impacto na segurança da água, mantendo-se no entanto o nível de subprodutos tão baixo quanto possível sem comprometer a eficácia da desinfecção.

Para o acréscimo de segurança da água a introdução de uma etapa de filtração consegue assegurar a remoção de vírus e protozoários.

Por outro lado a abordagem multi-barreira é reconhecida como a forma de assegurar uma robustez na segurança da água.

Há ainda que ter em conta que alterações extremas na qualidade da água (escoamento, condições ambientais) devem estar na suspeição de quem gere os sistemas de abastecimento de água, devendo ser capazes de reagir rapidamente e dar respostas adequadas de monitorização.

A monitorização de parâmetros microbiológicos (eg. E. coli) é recomendável que seja pelo menos semanal, e caso não seja possível por razões logísticas/económicas, deverá aumentar-se a frequência das inspeções sanitárias para assegurar a operacionalidade e a normal integridade do sistema.

Pelo menos diariamente a análise do cloro residual deverá ser implementada para assegurar a eficácia da desinfecção.

A monitorização da qualidade da água é focalizada normalmente para garantir a qualidade da água tratada e não efetivamente para garantir o fornecimento de água segura. Adicionalmente, os resultados da monitorização da qualidade da água só está disponível após o fornecimento de água ao consumidor.

O desenvolvimento de um programa de controlo é pois uma ação dinâmica resultante de um processo de iteração, que pressupõe o conhecimento dos desafios e riscos envolvidos na prevenção da contaminação da qualidade da água.

As prioridades e as frequências de monitorização devem ser baseadas na gestão do risco, dando resposta aos contaminantes expectáveis, às barreiras implementadas e à validação das medidas de controlo operacionais.

### **1.5. Recomendação da Entidade Reguladora do Sector das Águas e Resíduos para o controlo operacional da qualidade da água**

A entidade reguladora do sector das águas e resíduos (ERSAR), no Guia Técnico n.º 10 - "Controlo Operacional em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água" (ERSAR, 2007),

refere que os maiores incumprimentos à legislação em vigor dos valores limite (ou paramétricos (VP)) da qualidade da água para consumo humano verificam-se nos parâmetros microbiológicos, por insuficiência ou ausência de desinfecção, no pH, no ferro, no manganês e no arsénio, devido essencialmente a causas naturais, e no alumínio, por deficiências na operação das estações de tratamento.

A ERSAR refere ainda que parte destes incumprimentos são consequência da falta de um adequado controlo operacional dos sistemas de abastecimento de água.

Como refere ainda o Guia Técnico n.º 10 (ERSAR, 2007), a elaboração de um Programa de Controlo Operacional (PCO) é da exclusiva responsabilidade das EG e requer o conhecimento de todo o sistema de abastecimento, desde a origem até à torneira do consumidor.

O PCO deve ser elaborado com base no conhecimento dos condicionalismos locais, das infraestruturas existentes, das condições de exploração e operação, bem como do pessoal operador, com vista à identificação dos pontos do sistema mais problemáticos sob o ponto de vista do risco sanitário.

Depende, assim, da qualidade e origem de água utilizada, dos processos e etapas de tratamento adotados, da tipologia e dimensão do sistema de abastecimento de água (características das infraestruturas de transporte de água, condições de escoamento), dos reagentes adicionados e dos materiais em contato com a água.

Os parâmetros da qualidade da água a considerar no PCO serão aqueles que terão maior variação, os que constituem uma contaminação natural e características próprias da água de origem, ou sobre quais os processos e etapas de tratamento incidam (controlando, removendo ou formando subprodutos do tratamento), ainda sobre os quais que possam resultar da adição de reagentes ou do contato com materiais e que possam ser originados pelas condições de escoamento, transporte e distribuição da água.

A frequência de amostragem dos parâmetros da qualidade da água deve ser assim adequada à qualidade da água de origem, ao adequado controlo do processo de tratamento da água e à dimensão e características das infraestruturas do sistema de abastecimento de água associada aos fatores de risco identificados.

O histórico de resultados do PCO permitirá uma revisão do próprio programa, reduzindo ou reforçando os parâmetros a monitorizar e adequando a respetiva frequência com vista à garantia da qualidade da água tratada e fornecida, face à avaliação de novos riscos que possam ser identificados no sistema de abastecimento de água.

Os parâmetros a controlar e a sua frequência devem ser adaptados a cada situação, em função das características da qualidade da água e dos riscos identificados.

A instrumentação que permite a monitorização em tempo real (*online*) é uma importante ferramenta no controlo da qualidade da água, quando devidamente calibrada e mantida, e pode reduzir significativamente a frequência de amostragem de determinados parâmetros relacionados e complementar o PCO, garantindo-se a continuidade da qualidade da água tratada e fornecida para consumo humano.

### **1.6. Nova abordagem proposta para o programa de controlo operacional da qualidade da água**

Pretende-se demonstrar que uma abordagem mais preventiva, na construção do PCO das EG de sistemas de abastecimento de água, e não baseado apenas numa simples monitorização de um conjunto de parâmetros da qualidade da água, minimiza os riscos para a saúde humana e protegendo a saúde pública.

Com a implementação de um PCO mais empreendedor, as EG poderão melhor garantir a continuidade quer da qualidade da água tratada e fornecida no sistema de abastecimento de água cumprindo com o disposto na legislação em vigor quer da segurança e saúde humana.

Com o objetivo de estabelecer um conjunto de regras e parâmetros de qualidade da água mais exigente do que a legislação em vigor, a ERSAR elaborou a recomendação nº 02/2011 (ERSAR, 2011) relativa à especificação técnica para a certificação do produto “água para consumo humano”, que constitui um documento orientador para uma gestão mais efetiva da segurança da água e um contributo muito importante para consideração no PCO dos sistemas de abastecimento de água das EG, independentemente de seguirem ou não a posterior certificação do produto “água para consumo humano”.

A EG que decidir seguir a recomendação nº2/2011 (ERSAR, 2011), terá que implementar um Plano de Segurança da Água (PSA) e ter um sistema de gestão da qualidade de acordo com os requisitos da norma NP EN ISO 9001, cujo âmbito de certificação inclua as atividades de captação, tratamento, adução e/ou distribuição de água, certificado por um organismo acreditado.

Em alternativa a EG deve ter um sistema de gestão de segurança alimentar de acordo com os requisitos da norma NP EN ISO 22000, cujo âmbito de certificação inclua as atividades de captação, tratamento, adução e/ou distribuição de água, certificado por um organismo de certificação acreditado.

A EG deverá no âmbito da certificação do produto “água para consumo humano”, caracterizar o seu produto de acordo com todas as características e requisitos definidos (parâmetros da qualidade da água definidos e nos locais de entrega) dentro dos limites de aceitação (LA) estabelecidos.

Deverá ainda cumprir uma frequência mínima de amostragem necessária à caracterização do produto a certificar, tendo em conta a tipologia do sistema de abastecimento em causa.

A EG que seguir a recomendação nº2/2011 (ERSAR, 2011) terá assim de cumprir um programa de controlo operacional mais abrangente para além do programa de controlo da qualidade da água (PCQA) estabelecido na legislação em vigor.



## **2. PERCURSO PROFISSIONAL**

### **2.1. Atividade relativa ao controlo da qualidade e segurança da água**

Neste capítulo apresenta-se uma descrição detalhada da atividade e percurso profissional, desde o seu ingresso no curso de licenciatura em Engenharia do Ambiente na Universidade de Aveiro, incluindo os cargos e funções desempenhados, as principais atividades desenvolvidas e os projetos em que esteve envolvida ou coordenou, bem como a formação frequentada mais importante para o seu percurso profissional.

Ingressou no curso de licenciatura em Engenharia do Ambiente na Universidade de Aveiro em Outubro de 1984 e concluiu a licenciatura em Setembro de 1989, com a classificação final de doze valores.

O curso de licenciatura em Engenharia do Ambiente frequentado proporcionou uma consistente formação tecnológica e orientada para a resolução de problemas ambientais fundamentalmente provenientes da poluição urbana e industrial, abrangendo o tratamento de resíduos, o tratamento de efluentes líquidos e de poluentes gasosos e o controlo de ruído. O curso foi amplamente abrangente para a compreensão das diversas componentes ambientais (biológicas, químicas, microbiológicas, atmosféricas, geomorfológicas, etc.) e de saúde humana afetadas pelos fenómenos de poluição e capacitando com as ferramentas necessárias desde a identificação das causas até à resolução desses problemas.

Destaca-se ainda o caráter integrador e complementar do curso com diversas disciplinas e engenharias mais tradicionais (química, civil), conferindo a capacidade de intervenção profissional numa perspetiva multidisciplinar ampla e para a promoção de um desenvolvimento sustentável.

No âmbito da cadeira de Projeto, no último ano do curso, efetuou o estudo e a análise de modelos matemáticos de dispersão de partículas na atmosfera.

O objetivo do trabalho era a avaliação da aplicabilidade e da eventual viabilidade da utilização e calibração de modelos matemáticos (gaussianos ou estocásticos), para simular a dispersão de partículas na atmosfera, decorrentes de ensaios realizados em Cadarache (França).

Apesar da análise se ter revelado inconclusiva na calibração dos modelos utilizados, o estudo prosseguiu na Universidade de Aveiro, dada a sua importância para o maior conhecimento das condições de dispersão de partículas na atmosfera e a sua previsão, com vista a deslocar populações em risco em caso de acidentes ambientais graves, como

aqueles que se vieram a verificar já neste século, nomeadamente do acidente da central nuclear de Fukushima.

Em complemento à sua formação académica, durante o exercício da atividade profissional, para reforço e/ou aquisição de novas competências, frequentou diversas ações de formação na área do ambiente e em áreas específicas, destacando-se o curso de Qualidade da Água para Consumo Humano, da Escola Nacional de Saúde Pública, que permitiu o conhecimento aprofundado da diretiva relativa à qualidade da água para consumo humano e a necessária implementação à legislação nacional que ocorreu em 1990.

Destaca-se ainda a frequência do curso de formação de Técnicos de Planeamento e Desenvolvimento Regional, que permitiu uma visão integrada dos aspetos económicos, sociais e ambientais do desenvolvimento sustentado das regiões.

No âmbito do desempenho dos diversos cargos e funções desempenhadas, realça-se também a formação técnica especializada na área do desempenho operacional dos processos de tratamento da água para consumo humano.

No Anexo I encontra-se detalhada a principal formação frequentada.

Participou também em dezenas de eventos técnicos do sector do ambiente, dos quais se destaca os Congressos Mundiais da Água da IWA, Congressos Nacionais da Água da APRH, Encontros Nacionais de Águas e Saneamento Básico da APESB, Encontros Nacionais das Entidades Gestoras da APDA, presente quer como participante, quer como coautora de comunicações ou oradora e fazendo parte da organização de diversos eventos, como indicado no Anexo II.

O percurso profissional iniciado em Outubro de 1989, as funções desempenhadas, as entidades e as principais atividades/tarefas desenvolvidas encontram-se resumidos no Quadro 1.

### Quadro 1 - Percurso e atividade profissional

| Período   | Função                                    | Entidade                         | Principais atividades /tarefas  |
|-----------|---|----------------------------------|---|
| 1989-1996 | Técnica superior (estagiária a 1ª classe) | Câmara Municipal de Albufeira    | Acompanhamento e monitorização ambiental de sistemas de recolha e deposição de resíduos sólidos urbanos; Operação e monitorização de estações de tratamento de águas residuais; Monitorização da qualidade da água para consumo humano; Responsável pela campanha BAE |
| 1996-1998 | Chefe de Divisão de Serviços Urbanos      | Câmara Municipal de Albufeira    | Coordenação dos serviços urbanos da área do ambiente: água, águas residuais, resíduos, ambiente litoral   |
| 1995-1998 | Consultora                                | Bento Pedroso; Hersal; Rolear    | Atividade liberal de consultoria na área do ambiente  |
| 1998-2000 | Diretora de Exploração                    | Aguas do Barlavento Algarvio, SA | Coordenação das atividades de operação, manutenção e laboratório de águas   |
| 2000-2014 | Diretora de Operações - Agua              | Aguas do Algarve, SA             | Coordenação das atividades de operação do abastecimento de água; Responsável pelas ações de I&D no abastecimento de água; Responsável pela qualidade da água fornecida  |

#### 2.2. De Outubro de 1989 a Junho de 1998, Percurso profissional na Câmara Municipal de Albufeira

No início da sua atividade profissional, participou num conjunto de ações de formação que permitiram uma maior especialização técnica da sua atividade, para a sua progressão profissional na autarquia local, nomeadamente o curso da Escola Nacional de Saúde Pública, em Lisboa, sobre a transposição da Diretiva da Água para Consumo Humano (80/778/EEC) para a legislação nacional, com a então lei relativa ao controlo da qualidade da água para consumo humano (Decreto-Lei n.º 74/90 de 7 de Março), que desempenhou um papel fundamental na sua atividade profissional futura, no desenvolvimento dos programas de controlo da qualidade da água e sua monitorização.

Durante a sua permanência na Câmara Municipal de Albufeira, destaca-se ainda a frequência de curso de formação de Técnicos de Planeamento e Desenvolvimento

Regional, pela Universidade do Algarve e a Associação de Desenvolvimento local Associação in Loco, que lhe proporcionou uma visão integral do desenvolvimento económico, social e ambiental, nas várias vertentes do planeamento sustentável das regiões.

Nesse período acompanhou e coordenou o projeto de encerramento e requalificação da lixeira do município, como uma ação de elevada importância ambiental, estando munida das necessárias competências para o efeito.

Teve como atividade principal a coordenação e a otimização dos serviços de recolha, deposição final e valorização de resíduos sólidos urbanos, de limpeza e salubridade dos espaços públicos do concelho de Albufeira.

Acompanhou as ações tendentes à instalação do sistema regional de deposição e de valorização de resíduos sólidos urbanos entre 1995 e 1997, participando na comissão de acompanhamento do aterro sanitário do Barlavento algarvio, em 1997.

No domínio do saneamento de águas residuais, destaca-se a operação das ETAR e a monitorização da descarga dos efluentes tratados no meio receptor. Refere-se ainda o acompanhamento do funcionamento dos respetivos sistemas de drenagem de águas residuais e de pluviais na área do concelho de Albufeira, e a posterior coordenação dos projetos de reabilitação e ampliação das infraestruturas existentes, com caráter inovador, mantendo-se atualmente ainda parte das ETAR em funcionamento.

Na área do sistema de abastecimento de água do município de Albufeira, foi responsável pela monitorização da qualidade da água para consumo humano.

Coordenou a partir de 1993 os serviços urbanos de higiene e limpeza e os serviços de saneamento do município de Albufeira.

Coordenou e elaborou as candidaturas de infraestruturas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais ao PROA em 1996 e ao Fundo de Coesão entre 1995 e 1998.

Ainda na Câmara Municipal de Albufeira, coordenou a campanha para a BAE, entre 1990 e 1998 sendo responsável pelo desenvolvimento das atividades de educação ambiental previstas no âmbito da referida campanha. Neste âmbito procedeu à realização de ações de formação sobre o ambiente litoral e a sua preservação.

Acompanhou ainda a implementação de medidas de intervenção no litoral urbano do concelho de Albufeira, destacando-se a monitorização do estado das arribas das praias e a requalificação da frente urbana de mar.

Participou em 1997, na Comissão de acompanhamento do Plano de Ordenamento da Orla Costeira, pelo município de Albufeira.

Participou no processo de geminação das cidades de Albufeira e de Dumferline na Escócia, como intercâmbio social, cultural e técnico em 2005.

No desempenho das suas funções na área do ambiente, visitou diversas feiras internacionais do sector, diversas empresas e entidades de serviços urbanos.

### **2.3. Entre 1996 e 1998, Atividade liberal como consultora na área do ambiente**

Decorrente da sua experiência adquirida na área do ambiente e domínio técnico dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, desempenhou também funções em atividade liberal como consultora, destacando-se o acompanhamento técnico do arranque da exploração do aterro sanitário do Barlavento algarvio e a formação profissional dos seus operadores.

Participou neste âmbito na elaboração de projetos de pequenas estações de tratamento de águas residuais industriais e de equipamento urbanos para recolha seletiva de resíduos sólidos.

Realça-se ainda a consultoria na área da monitorização ambiental da rega de um campo de golfe a partir da reutilização de águas residuais tratadas.

### **2.4. De Julho de 1998 a Agosto de 2000, Atividade na empresa concessionária Aguas do Barlavento Algarvio, SA.**

Em 1998 solicitou uma licença sem vencimento de longa duração à Câmara Municipal de Albufeira e passou a integrar desde Julho o quadro da empresa Aguas do Barlavento Algarvio, SA, concessionária do sistema multimunicipal de captação, tratamento e abastecimento de água do Barlavento Algarvio no cargo de Diretora de Exploração, tendo como principais funções planear o arranque e a colocação em serviço do sistema multimunicipal, que compreendia a nova ETA de Alcantarilha, com capacidade de 3 m<sup>3</sup>/s, e a reabilitação da ETA de Fontainhas de 300 l/s de capacidade.

Teve como principais funções igualmente constituir e formar as equipas técnicas e operacionais para a operação do sistema multimunicipal, quer para o tratamento da água, quer para a adução de água tratada até aos pontos de entrega municipais.

Teve também como tarefas, constituir as equipas técnicas de manutenção e de laboratório de análise de águas do sistema multimunicipal.

As atividades relacionadas com o arranque e colocação em serviço do sistema multimunicipal nas suas diversas componentes foram de elevada complexidade e responsabilidade e teve como objetivo principal, substituir na região, o abastecimento público de água a partir de origens de água dispersas de água subterrânea, com reconhecida falta de qualidade (elevada dureza e água salobra) e quantidades limitadas, por uma nova origem única de água superficial, que exigia um tratamento adequado, para além da necessária desinfeção.

### **2.5. De Agosto de 2000 à atualidade, Atividade na empresa Aguas do Algarve, SA.**

Em Agosto de 2000, as sociedades Aguas do Barlavento Algarvio, SA e Águas do Sotavento Algarvio, SA, num processo de fusão institucional deram origem à empresa Aguas do Algarve, SA, concessionária do SMAAA, pelo que passou a integrar o quadro desta nova sociedade, como Diretora de Operações – Água.

As novas funções desempenhadas compreendem a coordenação da operação de todo o sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve, nas suas componentes do tratamento de água para consumo humano e transporte e adução de água tratada até aos pontos de entrega municipais.

O SMAAA é constituído por quatro ETA, com capacidade total de 5,65 m<sup>3</sup>/s, um sistema de abastecimento de água com mais de 480 km de condutas, 29 estações elevatórias, 17 reservatórios de água tratada e 13 postos de recloração.

Nesta função, a sua atividade profissional passou por diversas etapas, de acordo com a evolução da empresa.

### **2.6. Participação em projetos de I&D**

Destaca-se numa primeira fase a definição e a implementação de programas de monitorização das origens de água superficiais do SMAAA, de acordo com o Decreto-lei nº 236/98 de 1 de Agosto, para o conhecimento mais atual do seu estado natural, físico-químico, microbiológico e biológico, com vista à sua utilização para a produção de água para consumo humano, tendo para o efeito coordenado o primeiro projeto de I&D nesta área em colaboração com a Universidade do Algarve pelo período de dois anos.

Este primeiro projeto de I&D teve como objetivo monitorizar as diversas origens de água superficiais do SMAAA, ao longo de dois anos, criando uma base de dados da qualidade da água para além da vigilância realizada pela entidade competente, com uma periodicidade mensal, constituindo assim uma primeira versão do PCO das origens de água, abrangendo a totalidade dos parâmetros previstos na legislação então em vigor

num único programa, quer para a água superficial destinada ao consumo humano quer para a água tratada para consumo humano.

Desta forma a AdA passou a ter um quadro inicial do estado das origens do SMAAA, que é conveniente para o conhecimento mais abrangente de todas as características naturais, geológicas, biológicas, químicas e microbiológicas da água a tratar para consumo humano.

No âmbito desta nova função, participou em 2000/2001, na comissão nacional de acompanhamento da transposição da Diretiva da Água para Consumo Humano (98/83/CE), que originou o Decreto-lei nº 243/2001 de 5 de setembro.

Posteriormente, nos anos seguintes, o foco de interesse foi dado à otimização dos processos de tratamento utilizados no SMAAA, quer na importância da remoção de eventuais contaminantes que possam ocorrer na água de origem superficial como é o caso de cianobactérias e cianotoxinas, quer no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias de tratamento, pelo que prosseguiu na colaboração com a Universidade do Algarve neste domínio através da coordenação dos projetos de I&D CIANOTOX - Monitorização de cianotoxinas e das condições desencadeadoras da sua produção em águas superficiais com vista à otimização das condições de tratamento em ETA (2001-2002), Otimização da ETA de Alcantarilha (1999-2002), e CIANOTOX-Tratamento (2002-2006), e ainda o projeto ETA21 (2007-2009) financiados inteiramente pela AdA. Este último projeto esteve na base da posterior iniciativa nacional PAST21 (2009-2011), do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) sobre desempenho operacional de ETA e ETAR.

Estes projetos tiveram como objetivo principal dotar a AdA do melhor conhecimento possível da capacidade instalada para a remoção de contaminantes, das limitações dos processos de tratamento utilizados e das tecnologias possíveis de adotar em alternativa.

Na sequência do episódio de Seca Extrema na região e no país que ocorreu nos anos 2004 e 2005, o centro de atenção foi deslocado para a necessidade de efetivar uma gestão integrada de origens de água (superficial e subterrânea) e dar robustez e fiabilidade ao SMAAA, desenvolvendo planos de contingência e de ação necessários à garantia da sustentabilidade do abastecimento de água no Algarve. Para o efeito, destaca-se a participação no projeto europeu AQUASTRESS da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e a coordenação de um novo projeto de I&D, OPTOEXPLOR (2005-2008) da empresa com a Universidade do Algarve, em colaboração com a Universidade de Coimbra e o IST, que consistiu no desenvolvimento de uma ferramenta de gestão integrada da disponibilidade hídrica regional de análise inter-anual, quer de águas superficiais quer águas subterrâneas, para a sua utilização para consumo humano.

Ultrapassadas as limitações de escassez de água na região, com a construção da nova barragem de Odelouca e a implementação de medidas adicionais de reforço ao abastecimento de água no Algarve, com recurso à gestão integrada de águas subterrâneas e superficiais para o abastecimento público de água e na busca da melhor resiliência do sistema multimunicipal, acompanhou a implementação na empresa do Plano de Segurança da Água, sendo responsável pela gestão através da ISO 22 000, desde 2007, bem como acompanhou e participou na elaboração da especificação técnica do produto água para consumo humano, no âmbito da Comissão Técnica da autoridade competente, sendo responsável pela certificação do produto na AdA.

Coordenou outros projetos de I&D da empresa Aguas do Algarve, SA, nomeadamente o projeto Bromato10 (2009-2010) com a Universidade do Algarve, que teve como objetivo estudar a remoção de Bromato no processo de tratamento da água com ozono.

Recentemente participou em projetos de I&D europeus, o TRUST e o PREPARED do FP7, em que o SMAAA e a AdA foi caso de estudo.

Atualmente está a coordenar internamente na AdA os projetos financiados da EU, SAFEWATER (2013-2015) pelo programa FP7 e HYMEMB (2014-2016) do programa LIFE+, em que a empresa participa como parceiro.

No Quadro 2 é apresentada, a descrição detalhada dos principais projetos de I&D em que esteve ou está envolvida ou coordenou ou coordena.

**Quadro 2 - Projetos de I&D**

| <b>Período</b>         | <b>Projeto</b>   | <b>Parceria</b>                          | <b>Principais objetivos /resultados</b>  |
|------------------------|--|--|--|
| 2000-2002              | Monitorização das águas superficiais do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve   | Universidade do Algarve                  | Monitorização da qualidade da água nas origens de água superficial, com periodicidade mensal, dos parâmetros previstos no Decreto-lei nº 236/98, de água para consumo humano   |
| 2003-2004              | Estudo para o estabelecimento do Programa de Monitorização de Pesticidas cuja presença seja provável nas origens de água para abastecimento público no Algarve | Universidade do Algarve                  | Identificar os pesticidas que efectivamente poderão estar presentes nas bacias hidrográficas das albufeiras que servem o sistema de abastecimento de água ao Algarve/ calendário anual de análise de pesticidas; pesticidas prováveis de ocorrer |
| 1999-2002<br>2002-2006 | CIANOTOX - Monitorização de Cianobacterias e de cianotoxinas e capacidade de remoção no tratamento de água   | Universidade do Algarve                  | Monitorização de cianobactérias e de cianotoxinas nas massas de água e avaliação da capacidade de remoção no tratamento da água  |
| 2007-2009              | ETA21 - Avaliação de desempenho operacional de ETA   | Univeridade do Algarve                   | Desenvolvimento de um sistema de avaliação operacional do tratamento de água em ETA/indicadores e  |
| 2005-2008              | OPTOEXPLOR - Desenvolvimento de uma ferramenta para a gestão integrada de recursos hídricos  | Universidade do Algarve/CIMAV/IST        | Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão sobre utilização sustentável de recursos hídricos com vista ao abastecimento público de água  |
| 2009-2011              | PASt21 - Iniciativa Nacional de Avaliação de Desempenho  | Laboratório Nacional de Engenharia Civil | Otimização do sistema de avaliação operacional em ETA/ETAR   |
| 2009-2010              | Bromato10 - Ensaio para teste da viabilidade técnica da remoção de bromato em filtros de carvão activado com   | Universidade do Algarve                  | Estudos para avaliar a possibilidade de remoção de bromato por utilização de filtros de carvão   |
| 2013-2016              | Safewater - Innovative tools for the detection and mitigation of CBRN related events of drinking water   | Fraunhofer                               | Desenvolvimento de uma solução para a deteção e gestão de situações de crises nos sistemas de abastecimento de água resultante de contaminação química, biológica e radiológica/nuclear  |
| 2014-2016              | Hymemb -Tailoring hybrid membrane processes for sustainable drinking water production  | Laboratório Nacional de Engenharia Civil | Optimização da tecnologia PAC/MF aplicada ao tratamento de água para consumo humano, para o fornecimento de água segura  |

## **2.7. Orientação de teses de mestrado e atividade docente**

Tem orientado e coorientado mais de uma dezena de teses de dissertação de mestrado, e inclusivamente participado na sua avaliação como júri nomeada por diversas instituições de I&D.

Neste âmbito, destacam-se os estudos relacionados com a otimização dos processos de tratamento da água para consumo humano, eficiência na utilização de recursos hídricos, energéticos e materiais.

Realçam-se ainda os estudos no domínio da adaptação às alterações climáticas e da gestão integrada e sustentável de recursos hídricos.

Refere-se ainda como primordial as pesquisas na área da qualidade da água para consumo humano.

No Anexo IV é apresentada a listagem de estudos, coordenações, representações e participações.

No Anexo V apresentam-se as principais participações na orientação, coorientação e júri de teses de dissertação de mestrado e de atividade docente.

### **3. CONTROLO OPERACIONAL DOS PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

#### **3.1. Controlo operacional da qualidade da água**

Neste capítulo apresentam-se os aspetos fundamentais do programa de controlo operacional (PCO), os parâmetros a monitorizar e a frequência de monitorização a realizar nos processos de tratamento de água para consumo humano e nos sistemas de abastecimento de água.

Conforme foi referido inicialmente o controlo da qualidade da água para consumo humano é o conjunto de ações de avaliação da qualidade da água realizadas com carácter regular pelas EG de sistemas de abastecimento de água, com vista à manutenção da sua qualidade, em conformidade com as normas estabelecidas legalmente.

Por outro lado o controlo operacional é o controlo regular e frequente de todos os componentes do sistema de abastecimento, por forma a otimizar e a garantir a qualidade da água para consumo humano na torneira do consumidor.

As deficiências ocorridas na operação das ETA e dos sistemas de abastecimento de água, originam incumprimentos na qualidade da água como consequência da falta de um adequado controlo operacional dos sistemas de abastecimento de água.

Assim é fundamental a definição do conjunto de parâmetros analíticos da qualidade da água a avaliar, quer no tratamento da água para consumo humano, quer no sistema de abastecimento de água, tendo em vista detetar e corrigir, em tempo útil, as alterações que eventualmente ocorram na qualidade da água.

A abordagem de construção do PCO da qualidade da água deve ser o mais preventiva possível, no sentido de minimizar os riscos para a saúde humana e proteger a saúde pública.

O PCO deve ser elaborado com base no conhecimento dos condicionalismos locais, das infraestruturas existentes, das condições de exploração e operação, bem como dos recursos disponíveis, com vista à identificação dos pontos do sistema mais problemáticos sob o ponto de vista do risco para a segurança da água.

Depende da qualidade e origem de água utilizada, dos processos e etapas de tratamento adotados, da tipologia e dimensão do sistema de abastecimento de água (características das infraestruturas de transporte de água, condições de escoamento), dos reagentes adicionados e dos materiais em contato com a água.

Os parâmetros da qualidade da água a considerar no PCO serão aqueles que terão maior variação, aqueles que constituem uma contaminação natural e características próprias da água de origem, aqueles sobre quais os processos e etapas de tratamento incidam (controlando, removendo ou formando subprodutos do tratamento), aqueles sobre os quais possam resultar da adição de reagentes ou do contato com materiais e aqueles que possam ser originados pelas condições de escoamento, transporte e distribuição da água.

A frequência de amostragem dos parâmetros da qualidade da água deve ser assim adequada à qualidade da água de origem, ao adequado controlo do processo de tratamento da água e à dimensão e características das infraestruturas do sistema de abastecimento de água associada aos fatores de risco identificados.

As origens de água utilizadas para consumo humano têm um regime legal próprio de controlo e de classificação do seu estado ambiental.

Os resultados desse controlo legal introduzem informação útil e importante sobre a qualidade da água de origem, mas numa perspetiva evolutiva da qualidade da água, num quadro temporal difícil de incorporar no dia-a-dia das entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água. Assim os seus resultados constituem um contributo de revisão para o PCO, numa perspetiva anual ou sazonal se necessário.

Por outro lado, a qualidade da água de origem tem uma influência direta nos processos e etapas de tratamento a adotar e nas quantidades de reagentes a dosear, nomeadamente devido à elevada variação, presença ou concentração característica de determinados parâmetros da qualidade da água, com impacte ainda na formação de subprodutos do tratamento da água.

Deste modo, refere o regulador que os principais parâmetros a ter em conta no PCO, considerando a água de origem, serão a turvação, face à sua elevada variação, pH, temperatura, condutividade, ferro, manganês, alcalinidade, cloretos face a características próprias de cada água de origem, a matéria orgânica, nitratos, fosfatos, o estado trófico (fósforo total, azoto total, oxigénio dissolvido, clorofila a, fitoplâncton) de cada origem e a contaminação microbiológica (Bactérias coliformes, E. coli) e biológica (cianotoxinas) a que estará sujeita.

No processo de tratamento da água para consumo humano o PCO a considerar, terá em conta as etapas de tratamento presentes na ETA.

Nos processos de tratamento convencionais mais simples, com apenas correção de agressividade e desinfecção da água, os parâmetros mais relevantes a considerar no PCO estão relacionados com o pH, condutividade e alcalinidade, para além dos contaminantes microbiológicos relevantes para a água a tratar.

Nos processos de tratamento convencionais mais completos, com um esquema de tratamento constituído por pré-oxidação, coagulação/floculação/adsorção/decantação, filtração e desinfecção final, o conjunto de parâmetros a monitorizar em cada etapa de tratamento depende dos parâmetros que é expectável remover, dos reagentes a dosear e dos subprodutos que poderão ser formados durante o processo de tratamento.

Caso o tratamento se inicie com uma etapa de pré-oxidação é conveniente monitorizar quer os parâmetros a oxidar, quer os valores residuais de oxidante na água, quer as componentes da matéria orgânica e inorgânica oxidada, quer ainda os contaminantes microbiológicos mais relevantes para a origem em causa. Esses mesmos parâmetros deverão ser monitorizados igualmente nas etapas seguintes, e na água tratada para avaliação da eficácia do processo de tratamento.

Assim, é essencial controlar o pH da água na etapa de coagulação e conseqüentemente o pH da água nas etapas seguintes, bem como o reagente adicionado (caso seja um coagulante à base de alumínio ou de ferro) nas águas decantada, filtrada e tratada.

Nos processos de tratamento da água para consumo humano com origem superficial, a turvação representa o parâmetro por excelência, mais fácil de monitorizar e de avaliar o desempenho de cada etapa do tratamento, nomeadamente a decantação e a filtração.

Após a desinfecção final deverá ser monitorizado o desinfetante residual livre na água tratada.

No tratamento de água para consumo humano, as etapas de correção da agressividade da água, requerem o controlo do equilíbrio calco-carbónico da água tratada, para efeitos da estabilidade da água ao longo do sistema de abastecimento não reagindo com os materiais em contacto com a água.

Para assegurar a eficácia da desinfecção e garantir que, sem a comprometer, a presença de subprodutos de desinfecção seja mantida a um nível tão baixo quanto possível e não ponha em causa a qualidade da água para consumo humano é necessário controlar no âmbito do PCO, quer o doseamento correto do desinfetante, quer o desinfetante residual, quer os parâmetros que concorrem para a formação de subprodutos da desinfecção.

Por outro lado, para assegurar a eficácia da desinfecção e para verificar a qualidade final da água tratada, é necessário considerar no PCO a adequada frequência regular dos parâmetros microbiológicos relevantes para a garantia da qualidade da água.

Os sistemas de abastecimento de água diferem essencialmente na sua dimensão e tipologia, consoante as características das infraestruturas de transporte, de reserva, de

elevação, de regulação, de rechloragem e da própria rede de distribuição, de acordo com as condições de escoamento da água (sazonalidade, inversão do escoamento, tempos de residência, velocidades, etc.) e o tipo de utilizadores abrangidos.

O PCO do sistema de abastecimento de água deverá ter em conta igualmente a dimensão e as especificidades relativas às infraestruturas.

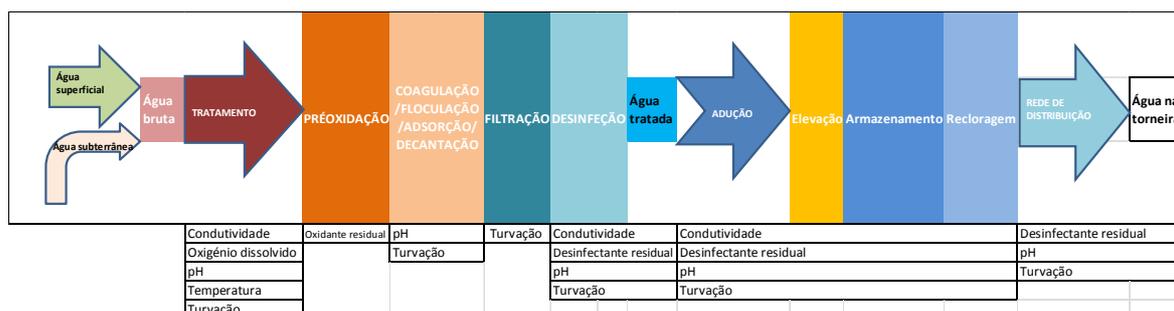
As condições de escoamento (velocidade, tempo de percurso) da água podem ser responsáveis pela possibilidade de alterações da qualidade da água, pelo que o PCO deverá ter em conta essa análise e riscos associados.

O tipo de utilizadores (por exemplo hemodiálises) pode ainda determinar alguns requisitos específicos da qualidade da água a garantir pela entidade gestora e a necessidade de controlar determinados parâmetros, para evidenciar esse cumprimento.

O histórico de resultados do PCO permitirá uma revisão do próprio programa, reduzindo ou reforçando os parâmetros a monitorizar e adequando a respetiva frequência com vista à garantia da qualidade da água tratada e fornecida, face à evolução dos incumprimentos e à avaliação de novos riscos que possam ser identificados no sistema de abastecimento de água.

Os parâmetros a controlar e a sua frequência devem ser adaptados a cada situação, em função das características da qualidade da água e dos riscos identificados.

Na Figura 1, é apresentado o esquema do sistema de abastecimento de água com os principais parâmetros a considerar no controlo operacional em tempo real desde a captação, no processo de tratamento, no sistema de transporte e distribuição até à torneira do consumidor.



**Figura 1- Esquema dum sistema de abastecimento de água com os locais e principais parâmetros *online* a considerar no controlo operacional**

Nos processos de tratamento da água para consumo humano e nos sistemas de abastecimento de água, a instrumentação em tempo real (*online*) de determinados

parâmetros da qualidade da água é essencial para o controle operacional da água tratada e fornecida.

A instrumentação para a monitorização em tempo real da qualidade da água mais relevante e que está disponível no mercado permite a monitorização dos parâmetros apresentados no Quadro 3.

**Quadro 3 - Instrumentação *online* mais utilizada nos sistemas de abastecimento de água**

| Parâmetro           |
|---------------------|
| Turvação            |
| pH                  |
| Condutividade       |
| Cloro residual      |
| Oxidante residual   |
| Alumínio residual   |
| TOC                 |
| Oxigénio dissolvido |

Considerando os parâmetros indicados no **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** relativamente à instrumentação da qualidade da água, que normalmente estão disponíveis para utilização, é possível controlar e validar em tempo real os principais parâmetros previstos nos controlos mais frequentes da recomendação do produto “água para consumo humano” e atuar em caso de desvio, no sentido da conformidade da qualidade da água.

A instrumentação em tempo real exige no entanto um adequado programa de manutenção e calibração, para o seu funcionamento regular e consistente, sendo a mesma parte integrante do PCO. As ações de calibração representam em número cerca de 25% das determinações analíticas.

Torna-se fundamental realizar nas etapas do processo de tratamento determinações analíticas regulares para validar os valores medidos da instrumentação, pelo que a determinação expedita de parâmetros como a turvação, pH, alumínio e desinfetante residual pode ser necessária, onde os mesmos tenham relevância para o controle da qualidade da água.

Os sistemas de abastecimento de água exigem uma outra condição necessária que é a manutenção de um teor de desinfetante residual livre ao longo do sistema, por forma a garantir a proteção sanitária da água até à torneira do consumidor.

Desta forma a EG deverá monitorizar e controlar de forma regular e expedita o teor de desinfetante residual livre nos pontos do seu sistema de abastecimento de água até à toneira do consumidor.

No caso da ocorrência de ações mais frequentes e suscetíveis de provocarem alterações na qualidade da água distribuída, como por exemplo, a reparação de condutas, de forma a minimizar possíveis contaminações da água distribuída, a entidade gestora deverá monitorizar no âmbito do PCO os parâmetros previsíveis de alteração.

Deve também no âmbito do plano anual de limpeza e higienização dos reservatórios existentes, considerar a monitorização e controlo da validação da eficácia destas ações.

### **3.2. Nova abordagem proposta para o programa de controlo operacional da qualidade da água**

Com o objetivo de estabelecer um conjunto de regras e parâmetros de qualidade da água mais exigente do que a legislação em vigor, o regulador elaborou a recomendação nº 2/2011 (ERSAR, 2011) relativa à especificação técnica para a certificação do produto água para consumo humano, que constitui um documento orientador para uma gestão mais efetiva da segurança da água e um contributo muito importante para consideração no PCO dos sistemas de abastecimento de água das entidades gestoras, independentemente de seguirem ou não a posterior certificação do produto “água para consumo humano”.

A EG que decidir seguir a recomendação nº2/2011 (ERSAR, 2011), terá que implementar um Plano de Segurança da Água (PSA) e ter um sistema de gestão da qualidade de acordo com os requisitos da norma NP EN ISO 9001, cujo âmbito de certificação inclua as atividades de captação, tratamento, adução e/ou distribuição de água, certificado por um organismo acreditado.

Em alternativa a EG deve ter um sistema de gestão de segurança alimentar de acordo com os requisitos da norma NP EN ISO 22000, cujo âmbito de certificação inclua as atividades de captação, tratamento, adução e/ou distribuição de água, certificado por um organismo de certificação acreditado.

A EG deverá no âmbito da certificação do produto “água para consumo humano”, caracterizar o seu produto de acordo com todas as características e requisitos definidos (parâmetros da qualidade da água definidos e nos locais de entrega) dentro dos limites de aceitação (LA) estabelecidos.

Deverá ainda cumprir uma frequência mínima de amostragem necessária à caracterização do produto a certificar, tendo em conta a tipologia do sistema de abastecimento em causa.

No Erro! A origem da referência não foi encontrada. apresenta-se a tipologia de sistemas de abastecimento considerados na recomendação n.º 2/2011 (ERSAR, 2011) e as componentes dos mesmos.

**Quadro 4 - Tipologia e componentes dos sistemas de abastecimento de água**

| SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO | COMPONENTES DO SISTEMA/ZONA DE ABASTECIMENTO |
|----------------------------------|--|
| ALTA                             | Captação, produção e adução                  |
|                                  | Adução                                       |
| ZONA DE ABASTECIMENTO            | Captação, produção e distribuição            |
|                                  | Distribuição                                 |

No

apresenta-se a dimensão dos sistemas de abastecimento de água quanto ao volume médio diário fornecido por uma entidade gestora em alta, onde por cada local de entrega, nomeadamente Local Físico de Entrega (LFE), Local Físico de Receção (LFR), Ponto de Entrega (PE) à EG onde devem ser recolhidas amostras para monitorização da qualidade da água.

A cada local de amostragem do sistema de abastecimento de água, consoante o volume de água estará associada uma frequência específica de acordo com cada parâmetro da qualidade da água a monitorizar.

Nesta recomendação a água tratada à saída da ETA, é também traduzida como um local de amostragem para controlo com extrema importância para a garantia da qualidade da água destinada ao consumo humano.

**Quadro 5 – Volumes de água (m<sup>3</sup>/dia) a considerar na recolha de amostras de água**

| VOLUME DE ÁGUA FORNECIDO (m3/dia) | FREQUÊNCIA MÍNIMA DE AMOSTRAGEM | LOCAIS FÍSICOS DE ENTREGA |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| ≤250                              | Quinzenal                       | Todos os LFE              |
| >250 e ≤1000                      | Semanal                         | Todos os LFE              |
| >1000 e ≤2000                     | Semanal                         | Todos os LFE              |
| >2000 e ≤5000                     | Semanal                         | Todos os LFE              |
| >5000 e ≤15000                    | Semanal                         | Todos os LFE              |
| >15000 e ≤25000                   | Semanal                         | Todos os LFE              |
| >25000 e ≤50000                   | Semanal                         | Todos os LFE              |
| >50000 e ≤100000                  | Bissemanal                      | Todos os LFE              |
| >100000                           | Bissemanal                      | Todos os LFE              |

Comparativamente com a legislação em vigor existem mais intervalos de volume de água a considerar, a que correspondem diferentes frequências de amostragem.

A frequência de amostragem é aplicada a todos os LFE e não apenas aos PE, o que exige um maior controlo da qualidade da água entregue em todos os locais físicos.

No âmbito da certificação do produto “água para consumo humano” é possível a redução da frequência de amostragem, por parâmetro, até 50% da frequência especificada onde se cumpre as duas condições seguintes:

- A avaliação do risco demonstra a não existência de risco significativo para os parâmetros em causa;
- A verificação da qualidade da água para consumo humano demonstra que os valores dos resultados obtidos, durante um período de, pelo menos, dois anos consecutivos, foram constantes e significativamente melhores que os limites de aceitação estabelecidos cumprindo-se os dois critérios – todos os valores obtidos devem ser inferiores a 90% do limite de aceitação e 95% dos valores devem ser inferiores a 75% do limite de aceitação.

A recomendação n.º2/2011 (ERSAR, 2011), contempla parâmetros não previstos na legislação em vigor com limites de aceitação estabelecidos e parâmetros com limites de aceitação (LA) mais restritivos, numa ótica preventiva de deteção de eventuais riscos para a saúde humana, como se apresenta no **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**

**Quadro 6 – Limites de Aceitação de parâmetros não legislados e de parâmetros com LA diferente ao VP da legislação em vigor**

| PARÂMETROS NÃO LEGISLADOS     | LIMITE DE ACEITAÇÃO (LA)                | PARÂMETROS LEGISLADOS COM LA DIFERENTE DO VP  |
|-------------------------------|---|---|
| Clorato                       | 0,7 mg ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L | Cor - 10 mg PtCo/L (VP - 20 mg/l PtCo)  |
| Clorito                       | 0,7 mg ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L | Turvação - 2 UNT (VP - 4 UNT)   |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 0 ufc/100 m                             | Alumínio - 100 µg Al/L (VP - 200 µg Al/L)   |
| <i>Salmonella</i>             | Ausência /5 L                           | Cálcio - 80 mg Ca/L (Valor Recomendado da legislação < 100 mg/l Ca)   |
| Bacteriófagos                 | 0 ufp/100 mL                            | Cloreto - 200 mg Cl <sup>-</sup> /L (VP - 250 mg/l Cl)  |
| <i>Cryptosporidium</i>        | 0 oocistos/10 L                         | Desinfetante residual (Cloro residual livre: 0,2 - 1,0 mg Cl <sub>2</sub> /L) (Valor Recomendado da legislação entre 0,2 e 0,6 mg/l Cloro residual livre)   |
| <i>Enterovirus</i>            | 0 ufp/100 L                             | Dureza total - 200 mg CaCO <sub>3</sub> /L (Valor desejável da legislação, entre 150 mg e 500 mg/l CaCO <sub>3</sub> )  |
| <i>Giardia</i>                | 0 cistos/10 L                           | Nitrito - 0,2 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L - Nas amostras colhidas à saída da ETA deve verificar-se a seguinte condição: [nitratos]/50+[nitritos]/3 ≤ 1 (VP - 0,5 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L) |
| Ácidos cloroacéticos - total  | 100 µg/L                                | Trihalometanos - total (THM) - 80 µg/L e Bromodiclorometano (o limite de aceitação deve ser 60 µg/L) (VP - 100 µg/L)  |
| Dicloroacetnitrilo            | 20 µg/L                                 | Índice de saturação de Langelier +/-1 (Desejavelmente da legislação, deve estar compreendido entre - 0,5 < IL < + 0,5)  |
| Dibromoacetnitrilo            | 70 µg/L                                 | Cloreto de Vinilo - 0,3 µg/L (VP - 0,5 µg/L)  |
| 2,4,6 – Triclorofenol         | 200 µg/L                                |   |

A recomendação n.º2/2011 (ERSAR, 2011) tem um maior foco na monitorização de parâmetros relacionados com os subprodutos da desinfecção, quer seja por cloro, com um LA inferior à legislação em vigor do parâmetro THM total e para o bromodiclorometano e a introdução de novos parâmetros a determinar, como seja os ácidos cloroacéticos – total, o dicloroacetnitrilo e o dibromoacetnitrilo, quer seja por dióxido de cloro, com a introdução dos parâmetros clorato e clorito. A definição de um LA para o cloro na água exige um maior controlo por parte das EG, relativamente ao que a legislação recomenda.

A referida recomendação é muito mais abrangente em relação aos parâmetros microbiológicos, com a introdução de novos microrganismos patogénicos relevantes para a saúde humana e cuja ocorrência está associada a doenças e surtos epidemiológicos relacionados com a água para consumo humano, designadamente a *Pseudomonas aeruginosa*, a *Salmonella*, o *Cryptosporidium*, a *Giardia* e os indicadores de contaminação por vírus, com os Bacteriófagos e os *Enterovirus*.

Apresenta também um limite mais rigoroso com os parâmetros organoléticos (cheiro, sabor, cor) diminuindo os valores limites de aceitação em relação ao VP da legislação em vigor, bem como com os parâmetros responsáveis pelo equilíbrio calco-carbónico da água.

Tem ainda em especial atenção nos parâmetros cujos efeitos na saúde humana, têm sido cada vez mais estudados, como seja o alumínio, com uma redução significativa do LA em relação ao VP, e ainda para o parâmetro cloreto.

Apenas em caso de limitações tecnológicas existentes, não se poderá estar em conformidade com a recomendação nº 2/2011 (ERSAR, 2011).

**Quadro 7 - Frequência mínima de amostragem a aplicar por cada sistema público de abastecimento de água em alta constituído por captação, produção e adução de água, para um volume de água fornecido superior a 100.000 m<sup>3</sup>/dia**

| Frequência mínima de amostragem (Bissemanal) | Frequência mínima de amostragem (Semanal) |
|--|---|
| Turvação**                                   | Alumínio**                                |
| Bacterias coliformes*                        | Bromato                                   |
| <i>Clostridium perfringens</i> **            | Número de colónias 22° C**                |
| Enterococos                                  | Número de colónias 36° C**                |
| E. coli*                                     | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>             |
| Condutividade**                              | <i>Salmonella</i>                         |
| Desinfectante residual*                      | Cheiro**                                  |
| pH**   | Cor**                                     |
|  | Sabor**                                   |
|  | Cálcio                                    |
|  | COT                                       |
|  | <b>Clorato</b>                            |
|  | <b>Clorito</b>                            |
|  | Dureza total                              |

|  |  |
|--|--|
|  | Ferro total**  |
|  | Índice de saturação de langelier                               |
|  | Magnésio   |
|  | Manganês total**   |
|  | Nitrito**  |
|  | Trihalometanos total   |
|  | <b>Ácidos cloroacéticos - total</b>                            |
|  | <b>Haloacetoneiros (dicloroacetoneiro e dibromoacetoneiro)</b> |
|  | <b>Haloacetoneiros (dicloroacetoneiro e dibromoacetoneiro)</b> |
|  | <b>2,4,6 – Triclorofenol</b>                                   |

Nota:\* Parâmetros do controlo de rotina 1 na legislação em vigor; \*\*Controlo de rotina 2 na legislação em vigor

A frequência de amostragem é efetuada em todos os LFE e à saída da ETA.

A frequência bissemanal é a mais regular e só é exigida para fornecimentos de água acima de 100.000 m<sup>3</sup>/dia, sendo que passa a semanal para os mesmos parâmetros, entre fornecimentos de água de 5.000 a inferiores a 100.000 m<sup>3</sup>/dia e a quinzenal abaixo de 5.000 m<sup>3</sup>/dia.

De acordo com o Quadro 7 os parâmetros com maior rotina de monitorização incluem os previstos na legislação de controlo de rotina 1 e ainda acrescenta a condutividade, turvação e pH, que são parâmetros que facilmente a EG inclui na sua rotina de controlo, ou através de monitorização em tempo real (*online*). A recomendação inclui ainda no grupo de parâmetros mais frequentes microrganismos patogénicos com significado específico para a saúde pública e indicadores de maior necessidade de rigor no controlo operacional.

No segundo conjunto de parâmetros mais frequentes de monitorização, incluem-se todos os parâmetros relacionados com os subprodutos da desinfeção, adicionam-se parâmetros microbiológicos relacionados diretamente com relação à saúde humana ou que são indicadores de contaminação microbiológica e ainda mantém o foco no controlo dos parâmetros relacionados com contaminações antropogénicas (ferro e manganês) e o alumínio, este também relacionado com os reagentes provavelmente utilizados no tratamento da água.

Mantém as preocupações com a monitorização dos parâmetros organolépticos da qualidade da água e do seu equilíbrio calco-carbónico.

Os parâmetros do grupo dos ácidos cloroacéticos podem não ser pesquisados se for evidenciado um baixo potencial de formação dos mesmos. Na recomendação nº2/2011 da ERSAR, considera-se que o seu potencial de formação é baixo quando a média dos valores determinados na água bruta ou na água antes da desinfecção final, durante um período de, pelo menos, dois anos consecutivos, não excede:

- 2 mg C/L em carbono orgânico total (COT), ou

- 2 L/(mg.m) em absorvência específica a 254 nm (SUVA), calculada através da razão UV254/DOC, onde UV254 é a absorvência a 254 nm da amostra filtrada e DOC é o carbono orgânico dissolvido (também determinado em amostras filtradas através de membrana de 0,45 µm de porosidade). Os parâmetros UV254 e DOC devem ser determinados nos locais e com a frequência estabelecida para o parâmetro COT.

Assim, estabelece-se uma relação causa – efeito, na ocorrência de determinados subprodutos da desinfecção, com o controlo da matéria orgânica natural presente na água e em todas as suas formas para que sempre que possível se reduza a concentração de compostos resultantes da desinfecção, sem que, no entanto, se comprometa a sua eficácia.

#### **4. CASO DE ESTUDO: CONTROLO OPERACIONAL DA ÁGUAS DO ALGARVE, SA.**

A empresa AdA é concessionária do SMAAA e do sistema de saneamento de águas residuais do Algarve.

O SMAAA tem como principais infraestruturas, que se apresenta, no Quadro 8, designadamente a captação de água superficial no aproveitamento hidráulico Odeleite-Beliche, na albufeira de Odelouca, no canal de rega proveniente da albufeira da Bravura e a captação de água subterrânea no aquífero Querença-Silves, através dos 15 furos de Benaciate e de Vale da Vila, cujo tratamento ocorre nas estações de tratamento de água (ETA) para consumo humano de Alcantarilha, Beliche, Tavira e de Fontainhas, com uma capacidade total de 5,65 m<sup>3</sup>/s. É ainda constituído por cerca de 482 km de condutas, desde 1,5 m de diâmetro até diâmetros de 60 mm, 17 reservatórios com 69.814 m<sup>3</sup> de capacidade de reserva de água, 29 estações elevatórias e 13 postos de rechloragem.

O SMAAA permite o fornecimento de água para consumo humano a 72 pontos de entrega ou reservatórios municipais.



**Figura 2 - Mapa do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve**

O SMAAA é caracterizado pela forte sazonalidade resultante da principal atividade económica do Algarve (o turismo) e em 2013 forneceu 63,7 milhões de metros cúbicos de água, com um caudal médio diário de 174.744 m<sup>3</sup> e um caudal máximo no dia de maior consumo de 305.977 m<sup>3</sup> em agosto.

#### **Quadro 8 - Principais infraestruturas do SMAAA**

| <b>PRINCIPAIS INFRAESTRUTURAS DO SISTEMA MULTIMUNICIPAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO ALGARVE</b> |
|---|
| 15 furos de água subterrânea  |
| 4 captações de água superficial   |
| 4 Estações de Tratamento de Água (ETA) (5,65 m <sup>3</sup> /s)                                 |
| 482 quilómetros de condutas   |
| 29 Estações Elevatórias, 2 Reversíveis  |
| 17 Reservatórios (69.814 m <sup>3</sup> )   |
| 13 Postos de Recloragem   |
| 72 Pontos de entrega em reservatórios municipais  |

A água captada é predominantemente superficial, sendo pouco mineralizada e apresenta alguma variação da turvação, sendo mais elevada no Inverno. Apresenta ainda

caraterísticas antropogénicas de contaminação sazonal por manganês. Nos últimos anos não tem ocorrido *blooms* de cianobactérias tóxicas.

Os processos de tratamento utilizados seguem um esquema convencional de tratamento da água para consumo humano, Figura 3, com uma pré-oxidação inicial da água (com ozono e na ETA das Fontainhas, com dióxido de cloro), seguida das etapas de coagulação com a adição de um coagulante polimérico de alumínio, adsorção com carvão ativado em pó, floculação com a adição de um polímero, decantação e filtração rápida em filtros de areia. No final a água filtrada é sujeita a um processo de desinfecção com cloro.

Nas ETA onde a origem de água é apenas superficial, como é o caso de Tavira, Beliche e Fontainhas, ocorre ainda a etapa de mineralização da água com leite de cal na coagulação e com água de cal ou hidróxido de sódio a montante da desinfecção final.

Na ETA de Alcantarilha, a água superficial é misturada com a água subterrânea (captada em cerca de 5% do volume total de água) que se caracteriza por elevada dureza e alcalinidade, sendo dispensada a etapa de mineralização.

As lamas geradas nas etapas de decantação e provenientes das águas residuais da lavagem dos filtros são espessadas em órgãos próprios e desidratadas, sendo posteriormente encaminhadas para valorização em cimenteira, na CIMPOR de Loulé.

A água tratada é armazenada e posteriormente transportada graviticamente ou elevada ao longo do sistema de adução até aos pontos de entrega municipais, podendo nalguns casos ser sujeita a uma recloração adicional para garantir a qualidade da água na entrega ao consumidor.

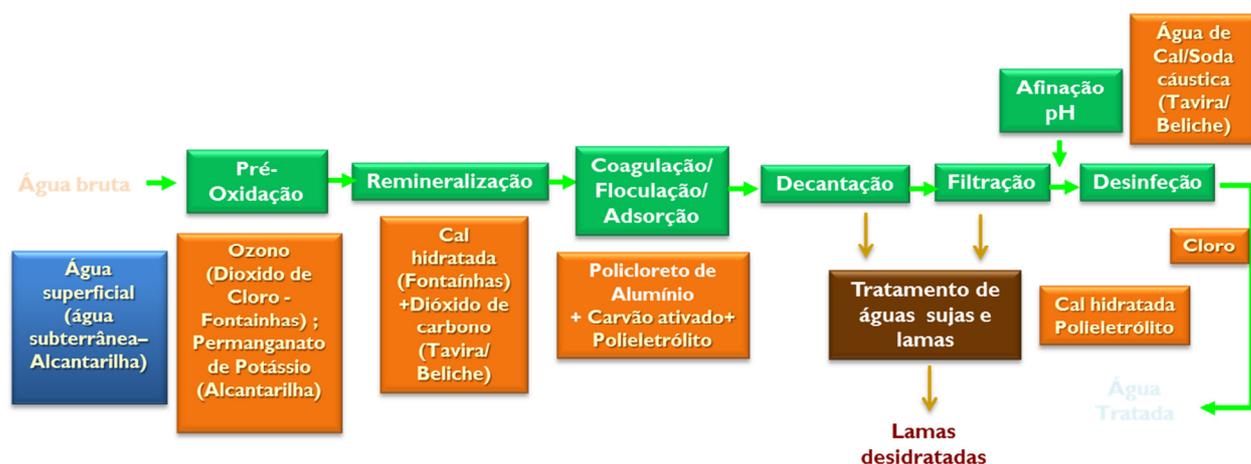


Figura 3 - Esquema do processo de tratamento de água

O controle operacional abrange a monitorização analítica de parâmetros da qualidade da água nas diversas origens superficiais e subterrânea, dos processos de tratamento da água, ao longo das diversas etapas de tratamento e na adução, no armazenamento, na elevação e na recloração da água tratada para consumo humano, até ser fornecida aos reservatórios de entrega, com as componentes que estão apresentadas no Quadro 9, para cada local de amostragem.

**Quadro 9 - Componentes do PCO do SMAAA**

| PCO Origens de água | PCO Tratamento de Água      | PCO da Adução                              |
|---------------------|-----------------------------|--|
| Água Superficial    | Água Bruta                  | Reservatórios de Entrega                   |
| Água Subterrânea    | Água Oxidada                | Reservatórios do Sistema                   |
|                     | Água Câmara Coagulação      | Recloragens                                |
|                     | Água Decantada              | Locais Pós-Cloragem                        |
|                     | Água Filtrada               | Locais Finais de Rede                      |
|                     | Água Tratada                | Locais Maior Consumo                       |
|                     | Águas Residuais do Processo | Locais Clientes Sensíveis (ex.Hemodiálise) |
|                     | Lamas Decantadas            | Locais Adução ( ex. RUD)                   |
|                     | Lamas Espessadas            | Estações Elevatórias                       |
|                     | Lamas Desidratadas          |  |
|                     | Lamas Destino final         |  |
|                     | Água Recuperadas            |  |
|                     | Reagentes                   |  |

Nos processos de tratamento e em cada etapa, a água é amostrada e analisada nos parâmetros que concorrem com essa etapa específica, ou que dela são removidos, ou eventualmente produzidos subprodutos do tratamento.

As águas residuais do processo de tratamento, as lamas desidratadas produzidas e os reagentes utilizados são igualmente monitorizados laboratorialmente, com vista à verificação das suas características para a sua reintrodução no processo de tratamento, a sua eliminação ou valorização e ainda para a sua utilização nas etapas de tratamento da água.

Na adução de água tratada ao longo do sistema de abastecimento de água, são analisados parâmetros, para comprovar a qualidade da água fornecida, em diferentes condições de escoamento (maior consumo, locais finais de rede, reserva), em distintas localizações e estados (antes e pós cloragem), e ainda para especiais situações de sensibilidade (hemodiálise).

A água fornecida pelo SMAAA é igualmente analisada segundo os critérios estabelecidos para a certificação do produto “água para consumo humano” de acordo com a Recomendação da ERSAR nº 2/2011 (ERSAR, 2011) relativa à certificação do produto água para consumo humano e no âmbito do Plano de Segurança da Água (PSA).

No âmbito do PCQA da legislação em vigor a AdA efetua cerca de 8.000 determinações analíticas e no âmbito do controlo operacional, que inclui a certificação do produto água para consumo humano e o PSA, realiza cerca de 88.000 determinações analíticas à qualidade da água.

No Quadro 10 apresenta-se a evolução do nível de conformidade na qualidade da água no SMAAA desde 2010.

**Quadro 10 - Evolução da conformidade da qualidade da água no âmbito do PCQA e do PCO entre 2010 e 2013**

| Conformidade da Qualidade da Água Tratada Fornecida (%) - PCQA |                       |   | Conformidade da Qualidade da Água Tratada Fornecida (%) - PCO |                       |   |
|--|-----------------------|---|---|-----------------------|---|
| ANO  | N.º de Incumprimentos | Conformidade da Qualidade da Água Tratada Fornecida (%) | ANO   | N.º de Incumprimentos | Conformidade da Qualidade da Água Tratada Fornecida (%) |
| 2010   | 4                     | 99,99%  | 2010  | 80                    | 99,9%   |
| 2011   | 1                     | 99,99%  | 2011  | 56                    | 99,9%   |
| 2012   | 1                     | 99,99%  | 2012  | 92                    | 99,9%   |
| 2013   | 6                     | 99,98%  | 2013  | 91                    | 99,9%   |

Verifica-se uma elevada conformidade na qualidade da água fornecida pela AdA, no período em análise e no âmbito do PCQA da legislação em vigor, apesar de no ano 2013 se terem registado um maior número de incumprimentos.

Por outro lado confirma-se uma redução no número de incumprimentos no âmbito do PCO, com uma redução significativa de 2010 para 2011, associada ao controlo do parâmetro clorito na etapa de pré-oxidação e com o aumento relativo em 2012 e 2013, face à existência de um novo Local Físico de Entrega que apresentou consumos de água muito inferiores ao previsto e consequentemente conduziu a uma menor conformidade da qualidade da água relacionado com esse ponto (associado ao parâmetro cloro residual).

No Quadro 11 apresenta-se a evolução da % de incumprimentos na qualidade da água no âmbito do PCO entre 2010 e 2013 face aos parâmetros legislados e não legislados com VP ou LA mais restritivo do que a legislação em vigor.

**Quadro 11 - Evolução da % de incumprimentos na qualidade da água no âmbito do PCO entre 2010 e 2013 de parâmetros não legislados e parâmetros legislados com VP e LA**

| ANO  | PARÂMETROS NÃO LEGISLADOS | PARÂMETROS LEGISLADOS |                   |
|------|---------------------------|-----------------------|-------------------|
|      |                           | PARÂMETROS COM VP     | PARÂMETROS COM LA |
| 2010 | 38,8%                     | 23,8%                 | 37,5%             |
| 2011 | 8,9%                      | 25,0%                 | 66,1%             |
| 2012 | 8,7%                      | 27,2%                 | 64,1%             |
| 2013 | 12,1%                     | 19,8%                 | 68,1%             |

Verifica-se que a % de incumprimentos em parâmetros não legislados teve uma evolução favorável no sentido da diminuição dos incumprimentos ao longo do período em análise. O aumento observado de 2012 para 2013 deve-se à ocorrência pontual do subproduto clorito na água fornecida a partir da ETA de Fontainhas em que é usado o dióxido de cloro como pré-oxidante. A variação entre 2010 e 2011 deve-se igualmente à redução da ocorrência do mesmo subproduto clorito.

Verifica-se ainda que a % de incumprimentos de parâmetros legislados com VP manteve-se relativamente estável ao longo do período em análise.

Nos parâmetros legislados com diferente limite (LA, mais restritivo que VP), regista-se a manutenção do mesmo nível de % de incumprimentos no período de 2011 a 2013.

O aumento da % de incumprimentos de parâmetros legislados com diferente LA do VP da legislação em vigor, observado de 2010 para os anos seguintes, deve-se quer à existência de um LFE com características atípicas de consumo da água (menor consumo, e incumprimento constante no parâmetro Cloro residual) quer à existência de limitações tecnológicas na etapa de decantação na ETA de Alcantarilha que provoca a ocorrência sazonal de alumínio na água tratada.

No Quadro 12 apresenta-se os parâmetros não legislados e legislados com VP e LA distintos que tiveram incumprimentos na qualidade da água no âmbito do PCO entre 2010 e 2013.

**Quadro 12 - Parâmetros com incumprimentos na qualidade da água no âmbito do PCO entre 2010 e 2013 não legislados e legislados com VP e LA diferentes**

| PARAMETROS NÃO LEGISLADOS     | PARÂMETROS LEGISLADOS            |                              |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
|                               | PARAMETROS COM VP                | PARÂMETROS COM LA            |
| Cloritos                      | Alumínio total                   | Alumínio total               |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Bactérias coliformes             | Carbono orgânico total (COT) |
| <i>Salmonella</i>             | Bromato                          | Cloro residual livre         |
|                               | <i>Clostridium perfringens</i>   | Dureza total                 |
|                               | Enterococos                      | Índice de Langelier          |
|                               | <i>Escherichia coli (E.coli)</i> | Número de colônias a 22°C    |
|                               | Manganês total                   | Número de colônias a 36°C    |
|                               | pH                               | Trihalometanos total (THM)   |
|                               | Trihalometanos total (THM)       | Turvação                     |
|                               | Turvação                         |                              |
|                               |                                  |                              |

Verifica-se que no período em análise, dos parâmetros não legislados, apenas um parâmetro (cloritos) relacionado com subprodutos da desinfecção (com dióxido de cloro) esteve em incumprimento, com predominância de ocorrências no ano 2010. Igualmente, ocorrem incumprimentos em apenas dois parâmetros microbiológicos (*Salmonella* e *Pseudomonas aeruginosa*) não legislados.

Os incumprimentos aos VP de parâmetros legislados têm causas diversas, por vezes não identificadas, nomeadamente no que se refere aos incumprimentos microbiológicos.

Para os restantes parâmetros legislados com incumprimento nos VP, a causa é normalmente detetada e corrigida (pH, alumínio, bromato, manganês, Trihalometanos – total e turvação).

Especificamente, relativamente aos parâmetros legislados mas com LA mais restrito do que com o VP da legislação em vigor, a causa para a ocorrência dos incumprimentos é normalmente conhecida, com exceção igualmente para os parâmetros microbiológicos.

Assim, destaca-se a dificuldade em justificar incumprimentos nos parâmetros microbiológicos, ainda que não sejam perceptíveis desvios operacionais no processo de tratamento com que possam relacionar-se.

Por outro lado, a AdA não tem ainda instrumentação em tempo real que permita detetar pequenas variações na qualidade da água, resultantes de eventual incapacidade tecnológica ou de desvios operacionais que estejam na causa de tais incumprimentos em parâmetros microbiológicos.

No âmbito do PSA a AdA tem vindo a validar limites críticos estabelecidos face a eventuais ocorrências nos processos de tratamento, com determinações analíticas de parâmetros que constituem perigos microbiológicos e que supostamente são eliminados

em determinada etapa de tratamento, que se julga estarem na causa de eventuais incumprimentos microbiológicos, mas ainda sem garantir totalmente a sua eficácia.

Está prevista a aquisição e instalação de instrumentação em tempo real, que permita detetar variações de qualidade da água, que não são perceptíveis em variações mínimas de turvação (entre 0,1 NTU e 0,5 NTU), designadamente contadores de partículas, a que possa associar-se um padrão ou perfil para cada água tratada e assim detetar pequenas variações que até agora não são possíveis.

A inexistência de outras EG com certificação do produto água para consumo humano em Portugal, não permite efetuar comparações relativamente ao número de incumprimentos verificados no âmbito do PCO, nem relativamente aos parâmetros em incumprimento.

A consistência dos incumprimentos detetados na qualidade da água, com a implementação da certificação do produto “água para consumo humano” no âmbito do PCO da AdA, permite atestar as causas que estão nas origens dos mesmos e agir tendo em vista detetar e corrigir, em tempo útil, as alterações que eventualmente ocorram na qualidade da água, garantindo uma água fornecida com uma qualidade de excelência e focada no que é crítico para a saúde humana.

Por outro lado a AdA solicita anualmente à ERSAR, a redução de frequência de análise de parâmetros no âmbito do PCQA, dada a contínua e elevada conformidade na qualidade da água e a existência de um PSA.

No âmbito da certificação do produto “água para consumo humano” a AdA aplica ainda a redução da frequência de amostragem, por parâmetro, até 50% da frequência especificada onde cumpre as condições previstas, ou seja, nos parâmetros onde não ocorrem incumprimentos, dos resultados analíticos obtidos na qualidade da água, durante um período de, pelo menos, dois anos consecutivos, foram constantes e significativamente melhores que os limites de aceitação estabelecidos cumprindo-se os dois critérios – todos os valores obtidos devem ser inferiores a 90% do limite de aceitação e 95% dos valores devem ser inferiores a 75% do limite de aceitação e quando a avaliação do risco demonstra a não existência de risco significativo para os parâmetros em causa.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO**

A elaboração de um PCO da qualidade da água para consumo humano carece do conhecimento da evolução da qualidade da água nas origens utilizadas, nas etapas de tratamento consideradas no tratamento de água e das condições de adução, armazenamento e distribuição da água. Os reagentes utilizados durante o tratamento da água e os subprodutos do tratamento, lamas e águas residuais do processo também devem ser monitorizadas. O carácter sazonal deve ser tido em conta, face aos diversos regimes de escoamento nos sistemas de abastecimento de água.

A dimensão do sistema de abastecimento de água e a população servida, determinam a frequência de amostragem.

Os parâmetros que podem ter maior variação devem ser sujeitos a uma monitorização em tempo real, como seja a turvação, o desinfetante residual, o pH e o alumínio residual.

Aqueles parâmetros que são característicos da água, como seja a sua condutividade, a matéria orgânica natural são parâmetros, a controlar igualmente em tempo real, pois a sua alteração altera os procedimentos de atuação no processo de tratamento.

Os sistemas de abastecimento paralelamente devem avaliar a necessidade de evoluir na monitorização em tempo real de outros parâmetros determinantes para a qualidade da água para consumo humano, que permitam assegurar a segurança da água.

A utilização da recomendação da ERSAR relativa à certificação da água para consumo humano é uma ferramenta sensível aos incumprimentos na qualidade da água, numa perspetiva inovadora, quando utilizada na conceção do PCO das EG, permitindo uma evolução e melhoria da qualidade e segurança da água.

A Aguas do Algarve evoluiu de um programa clássico de controlo operacional, baseado fundamentalmente em determinações analíticas, sistemáticas e extremamente auto exigente, que permitia a verificação à posteriori da conformidade, para um sistema preventivo e proactivo de análise de tendências, focada em pontos críticos de controlo, parâmetros indicadores, monitorização contínua e boas práticas de construção, operação e manutenção, com vista a garantir a melhoria contínua da qualidade da água fornecida.

Optou por implementar um Plano de Segurança da Água, sustentado num sistema de gestão de segurança alimentar, validado e auditado por entidades externas e a evidenciar a sua conformidade através do fornecimento de um produto certificado e seguro para consumo humano e mais exigente que a legislação em vigor.

Os benefícios alcançados em termos de capacidade de resposta a alterações da qualidade da água, custos operacionais de monitorização, foram relevantes, garantindo-se a excelência da qualidade da água tratada e fornecida.

A utilização da recomendação da ERSAR relativa à certificação da água para consumo humano é uma ferramenta sensível aos incumprimentos na qualidade da água, numa perspetiva inovadora, quando utilizada na conceção do PCO das EG, permitindo uma evolução e melhoria da qualidade e segurança da água.

A certificação da água para consumo humano permite ter um melhor controlo operacional, capacitando a EG para um maior domínio tecnológico, enfrentando novos desafios na aplicação de instrumentação em tempo real, para garantir cada vez mais o fornecimento de um produto seguro para a salvaguarda da saúde pública.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWWA (1990). Water quality and treatment Water Quality and Treatment – A handbook of community water supplies. 4.ª ed. McGraw-Hill. New York.

AWWA (1999). Water Quality and Treatment – A handbook of community water supplies. 5.ª Ed. McGraw-Hill. New York.

Decreto-Lei nº 306/2007 (2007) - Diário da República, 1.ª série — N.º 164 — 27 de Agosto de 2007.

Diretiva n.º 98/83/CE (1983) do Conselho, de 3 de Novembro, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano.

EPA (2003) 40 CFR Parts 141 and 142 [FRL-7530-5] RIN 2040-AD37 National Primary Drinking Water Regulations: Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule AGENCY: Environmental Protection Agency. ACTION: Proposed rule. Federal Register / Vol. 68, No. 154 / Monday, August 11, 2003 / Proposed Rules.

EPA (1999) - Environmental Protection Agency – Enhanced coagulation and enhanced precipitative softening guidance manual. Office of Water. EPA 815-R-99-012. Maio 1999.

ERSAR (2011) Recomendação ERSAR n.º 02/2011 - Especificação técnica para a certificação do produto água para consumo humano. Entidade reguladora de Águas e Resíduos.

IRAR (2005) - Guia Técnico n.º 7 – Planos de segurança da água para consumo humano Instituto Regulador de Águas e Resíduos/ Universidade do Minho. ISBN:972-99354-5-91. Novembro 2005.

IRAR (2005). Recomendação IRAR n.º 07/2005 – Controlo dos bromatos na água para consumo humano - Instituto Regulador de Águas e Resíduos.

IRAR (2007) Guia Técnico n.º 10 - Controlo Operacional em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água - Instituto Regulador de Águas e Resíduos. ISBN: 978-989-95392-2-8. Setembro.

IRAR (2009) Guia Técnico n.º 13 - O tratamento de água para consumo humano face à qualidade da água de origem - Instituto Regulador de Águas e Resíduos/ Laboratório Nacional de Engenharia Civil. ISBN: 978-989-95392-7-3. Setembro.

NP EN ISO 22000 – Sistemas de Gestão da Segurança Alimentar. Requisitos para qualquer organização que opere na cadeia alimentar.

VIEIRA, P., ROSA, M. J. e ALEGRE, H. (2007). Estações de tratamento de água para consumo humano em Portugal. ITH 44. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.

WATER RESEARCH 4 5 (2 0 1 1) 7 4 1 e 7 4 7 journal homepage: [www.elsevier.com/locate/watres](http://www.elsevier.com/locate/watres) Advances in on-line drinking water quality monitoring and early warning systems. Michael V. Storey, Bram van der Gaag, Brendan P. Burns.

WHO (2006) - Water Safety Plan Manual, Maio 2006.

WHO (2009) - Water Safety Plan Manual.

WHO (2011) - Guidelines for Drinking-water Quality, 4th edition, World Health Organization, Geneva.

WHO (2013) - Planning of water quality monitoring systems, in Technical Report Series No. 3 World Meteorological Organization, 2013.

ADWG (2011) – Australian Drinking Water Guidelines 6, version 2.0 Updated December 2013.

### **Sítio na internet**

URL1 - <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html>, "Drinking Water Contaminants."

## **ANEXOS**

**Anexo I**

**Listagem dos cursos e ações de formação mais relevantes frequentados**

**Anexo II**

**Listagem de principais presenças em eventos técnicos internacionais e nacionais  
- congressos, conferências, workshops, visitas técnicas e seminários**

**Anexo III**

**Listagem de publicações em coautoria**

**Anexo IV**

**Listagem de estudos, coordenações, representações e participações em projetos  
de I&D**

**Anexo V**

**Listagem das principais participações na orientação, coorientação e júri de teses  
de dissertação de mestrado e de atividade docente**



## Anexo I

### Listagem dos cursos e ações de formação mais relevantes frequentados

- 2013** Curso “Estratégias de controlo de agentes biológicos resistentes e de subprodutos da oxidação química no tratamento de águas”, LNEC, Lisboa, 15 horas, 6 e 7 de fevereiro;
- 2012** Curso “Controlo de cianobactérias e cianotoxinas em água para consumo humano - Problema e Soluções”, LNEC, Lisboa, 14 horas, 4 e 5 de julho;
- Curso Prático de “Tarifários de serviços de Águas e Resíduos”, ERSAR, Faro, 7 horas, 26 de junho;
- 2010** Training Seminar on “Risk Management of Drinking Water Systems in Southern Europe”, TECHNEAU, Faro, 14 horas, 20 e 21 de dezembro;
- Ação de Formação “Falar em público”, EQS, Faro, 16 horas, 25 e 26 maio;
- 2008** Ação de Formação “Aplicação de Benchmarking e Indicadores de Desempenho nos Serviços de Água e de Águas Residuais”, FUNDEC - Instituto Superior Técnico, Lisboa, 8 horas, 8 de maio;
- 2007** Ação de Formação sobre “Oxidação química da água no tratamento e distribuição”, LNEC, Lisboa, 10 horas, 14 e 15 de março;
- 2006** Ação de Formação “HACCP - Planos de Segurança em sistemas de Abastecimento de Água”, SGS, Faro, 21 horas, 24 a 26 maio;
- Ação de Formação sobre “Balanced Scorecard para Produção”, Institute for International Research, Lisboa, 12 horas, 18 a 19 abril;
- Curso de Atualização Técnica e Científica sobre “Florescências de algas e Cianobactérias nas águas de captação: o problema e as soluções”, AdP Formação, Carvoeiro (Algarve), 12 horas, 14 e 15 de fevereiro;
- 2004** Ação de Formação sobre “Planeamento e Controlo Orçamental”, AdP Formação, Faro, 35 horas, 3 a 7 de maio;
- Ação de Formação sobre “Finanças para Não Financeiros”, AdP Formação, Faro, 35 horas, 19 a 23 de abril;
- Formação em “Avaliação de Desempenho de Recursos Humanos”, AdP Formação, Faro, 35 horas, 26 a 30 de janeiro;

- 2003** Formação Pedagógica de Formadores, AdP Formação, Faro, 97,5 horas, março;
- 1996** Ação de Informação e Sensibilização sobre Ruído, Instituto de Promoção Ambiental, Faro, 7 horas, 18 junho;
- VII Curso “Ecologia e Conservação da Natureza”, Liga para a Proteção da Natureza, IPIMAR, Lisboa, 21 horas, 9 a 11 de fevereiro;
- 1994** Curso “Avaliação de Impactes Ambientais”, Instituto de Promoção Ambiental, Faro, 35 horas, 21 a 25 de novembro;
- Ação de Formação “Ambiente e Educação Ambiental”, Instituto de Promoção Ambiental, Olhão, 7 horas, 16 de março;
- 1993** Curso “Acústica de edifícios – Aplicação do regulamento Geral do Ruído”, CCDR Algarve, Faro, 12 horas, 6 a 7 de maio;
- 1991-1992** Curso de Formação Profissional “Técnicos de Planeamento e Desenvolvimento Regional”, Associação In Loco/Universidade do Algarve, Faro, 480 horas, 22 de abril a 1 de fevereiro;
- 1989** Curso “Qualidade da água para consumo humano”, Escola Nacional de Saúde Pública, Lisboa, 40 horas, 4 a 8 de dezembro.

## Anexo II

### Listagem de principais presenças em eventos técnicos internacionais e nacionais - congressos, conferências, workshops, visitas técnicas e seminários

**2014** Congresso Internacional da IWA, Lisboa, 22 a 25 setembro, coautoria de comunicação *“Emergency Response After Wild Fires Near Drinking Water Sources”* e de Poster, *“Risk Management Of Operation And Maintenance Planning, Procedures And Practices - Águas do Algarve”* e *“Tailoring hybrid membrane processes for sustainable water production: first adsorption studies”*;

12º Congresso da Água/16º ENaSB, APRH/APESB, Lisboa, 5 a 8 de março;

**2013** ENEG 2013 - Encontro Nacional de Entidades Gestoras de Água e Saneamento, APDA, coautoria das comunicações "Matrizes multicritério aplicadas à gestão patrimonial de infraestruturas da Águas do Algarve, S.A.", "Melhoria da eficiência energética em estação elevatória de água potável", "Monitorização de práticas e condições operacionais de estações de tratamento de água - Estudo de caso, ETA de Alcantarilha", "Resposta à emergência após ocorrência de incêndios junto a massas de água para produção de água para consumo humano" e "Modelação do cloro residual num sistema de adução de água", Coimbra, de 3 a 6 de dezembro;

IV Jornadas dos Recursos Hídricos sobre "Impacto das alterações climáticas nos recursos hídricos, com apresentação da comunicação "Adaptação climática em sistemas urbanos de águas", APRH, Beja, 26 de novembro;

**2012** III Jornadas de Engenharia do Grupo Aguas de Portugal, com participação na Mesa redonda sobre "A gestão da mudança nas atividades operacionais dos sistemas multimunicipais", Lisboa, novembro;

15º ENaSB – Encontro Nacional de Saneamento Básico, APESB, Évora, Comissão científica, Coautoria das comunicações "Partilha de experiências de tratamento de água para consumo humano no grupo Aguas de Portugal", "Evolução do desempenho operacional do abastecimento de água – caso de estudo: Águas do Algarve, SA. ", "Aplicação da gestão patrimonial de infraestruturas nos sistemas multimunicipais de abastecimento de água e de saneamento de efluentes do Algarve", "Aplicação da ferramenta de cálculo PASTool, desenvolvida no âmbito do projeto PAST21, ao caso da ETA de Alcantarilha", Évora, 10 a 12 de outubro;

AQUALIFEEXPO 2012, apresentação de comunicação "Modelos para a gestão otimizada de origens superficiais e subterrâneas em sistemas regionais de abastecimento de água", Lisboa, outubro;

Workshop "Tratamento de Água para Consumo Humano no Grupo Aguas de Portugal", em Lisboa, a 20 de junho;

Sessão técnica “Adaptação às Alterações Climáticas – Serviços de Aguas”, Aguas de Portugal, apresentação de comunicação “ OPTISM – Modelo de otimização da gestão de origens de água face à procura”, Lisboa, 24 fevereiro;

11º Congresso da Água, APRH, Revisão de comunicações submetidas, Moderação de Mesa sobre o Tema “ Abastecimento de Água e Saneamento de Aguas Residuais”, Coautoria das comunicações “Plano de Segurança da Água e Controlo Microbiológico na Águas do Algarve, SA”, “Desempenho Operacional de Sistemas de Abastecimento de água para consumo humano – os desafios dos sistemas de gestão e a monitorização do desempenho” e “Impacto das alterações climáticas nos cenários de contingência do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve” e “Avaliação económica preliminar da nanofiltração na remoção de cianotoxinas em água naturais”, Porto, 6 a 8 de Fevereiro;

- 2011** Seminário Professor José Pinto Peixoto – “Ciclo da água: Do oceano à nossa mesa”, com apresentação de comunicação “Qualidade da água para consumo humano”, Universidade do Algarve, Faro, 16 de Novembro;

Comissão Organizadora do Encontro Técnico sobre Política Energética – Desafios para o sector da água, APRH - CESA, Lisboa, 6 de Julho;

Comissão Organizadora da Conferência “Tarifas do Serviço de Água”, APRH - CESA, Viseu, 3 de junho;

Seminário “ Gestão patrimonial de infraestruturas de Serviços de Águas”, Faro, ERSAR/AWAREP, 1 de fevereiro;

- 2010** 14º ENAsB/SILUBESA, APESB, Moderação da Sessão Planos de Segurança da Água, coautoria da comunicação “Avaliação de desempenho das ETA do sistema multimunicipal de abastecimento de água do algarve (SMAAA), no âmbito da iniciativa Past21”, e do Poster “Adaptação às alterações climáticas do plano de contingência do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve” Porto, 26 a 29 de outubro;

5ª ExpoÁgua 10 – Potenciar a cadeia de valor da água. Assegurar o futuro do sector em Portugal, apresentação de comunicação “Certificação do Produto Água para Consumo Humano” Lisboa, 19 a 21 de outubro;

Congresso Mundial da Água, IWA, apresentação de comunicação em coautoria “*The Influence Of Temperature On Full-Scale Inactivation Of Aerobic Endospores by Ozone*”, Coautoria com o LNEC “*Assessing the Operational Performance of Water Treatment Plants - Focus on Water Quality and Treatment Efficiency*” no âmbito do Projecto ETA 21, e de Poster com a Universidade do Algarve “*Operational and technological conditions suitable for bromateremoval in drinking water treatment*”, Montreal (Canadá), 19 a 24 setembro;

Comissão Organizadora do Encontro Técnico “Água e Saúde” , IPQ/CS/04, Caparica, 19 de maio;

Comissão Organizadora do 10º Congresso da Água, APRH, coautoria da comunicação “Água e Educação ambiental – uma perspetiva do desenvolvimento sustentável”, Alvor (Algarve), 22 a 25 de março;

Jornadas sobre “Adaptação de Serviços da Água a Alterações Climáticas – perspetiva, desafios e soluções”, AdP, Lisboa, Apresentação de comunicação “OPTISM – Modelo de otimização de gestão de origens de água face à procura”, 24 de fevereiro;

**2009** 4ª ExpoÁgua 09 - Gestão da Água Rumo à Sustentabilidade, Lisboa, 3 a 4 novembro;

International Workshop W-SMART on “Water Security Management Assessment, Research & Tecnology”, EPAL, Lisboa, 25 a 27 de março;

Comissão Organizadora do Seminário Técnico “Uso eficiente da Água em espaços Verdes e Jardins”, Almargem/AdA, Faro, 6 de março;

**2008** PSE Conference on “Use and Control of EU Structural Funds – Bringing the actors together, com apresentação de comunicação “ *The financial and environmental challenges met by the project - Águas do Algarve*”, Lisboa, 14 novembro;

13º ENaSB – Encontro Nacional de Saneamento Básico, Coautoria das comunicações: “Monitorização e redução de subprodutos resultantes da pré-oxidação com dióxido de cloro Estudo das condições operacionais e tecnológicas adequadas à remoção de Bromato nos processos de tratamento de água com ozono, utilizados nas Águas do Algarve, SA.”, “O consumo de água para abastecimento público no Algarve no triénio 2002 -2004 e “Uma ferramenta de cálculo automático para avaliação de desempenho de ETA Indicadores de desempenho de ETA – teste e validação num caso de estudo”, APESB, 14 a 17 outubro, Covilhã;

**2008** Visita à Aquatech, Amsterdam, 30 Setembro a 2 outubro;

Conferência “Water Safety Plans”, IWA/ WHO, Lisboa, 12 a 14 de maio;

9º Congresso da Água, APRH, coautoria da comunicação “Estratégia de operação do sistema de bombagem da pré-ensecadeira de Odelouca”, Cascais, 2 a 4 abril;

**2007** Conferência IRAR “ A qualidade da água para consumo humano em Portugal”, Lisboa, 17 de maio;

2nd Regional Technology Platform do projeto TECHNEAU (contract nº.018320 - UE, com a apresentação de comunicação “*The Algarve region utilities experience* –

*from the systems implementation to the present and prospects*”, LNEC, Lisboa, 5 junho;

Ação COST 19, com apresentação da comunicação *“Proactive crisis management of urban infrastructure”*, Coimbra, 24 a 25 setembro;

Conferência Internacional da IWA, LESAM 2007 – 2nd Leading Edge Conference on Strategic Asset Management, com apresentação de comunicação *“Infrastructure strategic management in contingency situations”*, LNEC, Lisboa, de 17 a 19 outubro;

World Congress on Desalination and Water Reuse, IDA, Palma de Maiorca (Espanha), de 21 a 26 de outubro;

ENEG 2007 - Encontro Nacional de Entidades Gestoras, APDA, Lisboa, 6 a 8 de novembro;

Conferência IRAR, *“A qualidade da água para consumo humano em Portugal”*, Lisboa, 17 maio;

**2006** World Water Congress and Exhibition, IWA com apresentação de comunicações em coautoria *“Compliance with legal standards of Pre-Oxidation and Disinfection By-Products, in Four Water Treatment Plants”* e *“Strategies for Public Water Supply Management in Contingency Situations: the Algarve Case”* e um Poster Beijing (China), 10 a 14 setembro;

**2005** ENEG 2005 – Encontro Nacional de Entidades Gestoras, APDA, Lisboa, 22 a 25 novembro;

**2005** Seminário *“Águas de Consumo Humano e Saúde”*, com a comunicação oral *“O impacto das situações extremas na qualidade da água de consumo humano. Divisão de formação e Investigação/Divisão de saúde Ambiental, Direção Geral de Saúde, Évora, 17 e 18 de outubro;*

Comissão Organizadora do Seminário sobre Aplicação em Portugal e na União Europeia das Diretivas Incidentes no Ciclo Urbano da Água, APRH - CEAAR, Covilhã, 19 a 21 de setembro;

Visita Técnica à Dessalinizadora de Alicante (Espanha), abril, capacidade 125.000 m<sup>3</sup>/dia;

**2004** 8ª Conferência Nacional de Ambiente, coautoria de comunicações *“Valorização de lamas de ETA”* e apresentação de comunicação *“Avaliação dos Efeitos dos Incêndios do verão de 2003 na qualidade da água das origens superficiais do Barlavento Algarvio”*, Lisboa;

Comissão Organizadora do 11º ENASB – Encontro Nacional de Saneamento Básico, Coautoria das comunicações *“Conceção de um instrumento de gestão de lamas*

produzidas na ETA de Tavira”, “ Aplicação de um Modelo de apoio à Decisão à Bacia Hidrográfica das ribeiras do Algarve, “ Importância do sistema multimunicipal na gestão sustentável dos recursos hídricos” e “ Implementação de um sistema de alerta para cianobactérias e cianotoxinas em albufeiras do Algarve”, APESB, Universidade do Algarve, 12 a 5 outubro;

World Water Congress and Exhibition, IWA, Coautoria das comunicações: “ *Monitoring of hazardous substances at Alcantarilha’s WTP*”, “ *A rapid small scale evaluation of ultrafiltration performance for surface water treatment at Alcantarilha’s WTP, Portugal*” e de um Poster “*Monitoring of Microcystins at Funcho Dam Reservoir, Portugal*”, Marrakech (Marrocos), 19 a 24 setembro;

**2003** Simpósio Internacional: Situation and perspectives for the EU, com apresentação de comunicação “*Drinking water in the Algarve – The Tourist’s opinion*”, FEUP, Porto, 6 a 10 maio, 2003.

H2O = Vida Aprender e Ensinar o valor da Água, com apresentação de comunicação “ O fornecimento público de água ao Algarve – uma questão de sustentabilidade”, Lagos, 27 de março;

**2002** 10º ENaSB, APESB, com apresentação de comunicação: “Previsão da capacidade de remoção de cianobactérias e cianotoxinas na ETA de Alcantarilha”, Universidade do Minho, Braga, 16 a 19 setembro;

Ciclo de Conferências “Ambientar Tavira”, com apresentação de comunicação “Águas do Algarve”, 5 junho;

World Water Congress and Exhibition da IWA, em Melbourn (Australia), em abril;

Conference “Environmental Technologies and services in the hotel Industry”, com apresentação de comunicação “O sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve”, no Workshop n.º4 Water, Faro, 26 de março;

Jornadas de Engenharia Biotecnológica, com apresentação de comunicação “ A integração dos profissionais de engenharia biotecnológica nos processos de produção de águas para consumo humano”, Universidade do Algarve, Faro, março;

XIV Congresso da Ordem dos Engenheiros Coimbra, apresentação de comunicação “ O ensino da engenharia sanitária”, junho;

**2001** ENEG 2001- Encontro Nacional de Entidades Gestoras, APDA, com apresentação de comunicação: “Aplicação da Diretiva 98/83/CE- O caso do sistema do Sotavento Algarvio, Lisboa, 9 a 11 de outubro;

IWC2001- Conferência Internacional sobre a Água, ISEP, Porto, de 26 a 29 junho;

- Mesa Redonda “Será a água um recurso inesgotável? Com apresentação de comunicação, Biblioteca Municipal de S. Brás de Alportel, 21 de junho;
- II Jornadas Ecológicas do Concelho de Tavira, ELOS CLUBE de Tavira, maio;
- Conferência Diretiva Quadro da Água “ Um instrumento integrador da política da água na União Europeia”, Universidade do Algarve, Faro, 16 de março;
- 11º Congresso do Algarve com apresentação de comunicação “Qualidade da água fornecida aos municípios pelo SMAAA”, Albufeira, 11 de março;
- 2000** 3º Forum de Águas Potáveis, ATOFINA, Madrid, 26 Outubro 2000;
- 9º ENaSB - Encontro Nacional de Saneamento Básico, APESB, Loures, 21 a 24 novembro;
- World Water Congress and Exhibition, IWA, Paris (França), julho;
- 1999** 10º Congresso do Algarve, (autor), 16 a 17 abril;
- 1998** 8º ENaSB - Encontro Nacional de Saneamento Básico, APESB, Barcelos, 27 a 30 outubro;
- 1998** Seminário “ Tratamento de efluentes em pequenos aglomerados populacionais – Fibro ETAR”, Universidade de Coimbra/Planeamento e Gestão do Ambiente, 31 de março;
- 1997** ENEG – Encontro Nacional de Entidades Gestoras, APDA, Tomar, 30 a 31 outubro;
- IV Congresso Nacional dos Engenheiros do Ambiente, APEA, Faro, 8 a 10 maio;
- 9º Congresso do Algarve;
- Jornadas Técnicas Internacionais de Resíduos, APESB, Lisboa, 8 a 10 de outubro;
- 1996** Conferência Nacional dos Distribuidores de Água, Castelo Branco, APDA, 28 Setembro a 2 outubro;
- Encontro Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos, APEMETA, 21 de junho;
- 1995** ExpoAmbiente, Lisboa, 22 a 24 junho;
- Seminário “Sistemas Multimunicipais”, APRH, Coimbra, 21 fevereiro;
- 1993** 2ª<sup>s</sup> Jornadas da Indústria da Água - Fortalecer os serviços de água e saneamento, LNEC, Lisboa, 27 e 28 maio;
- 1990** Simpósio Recolha Tratamento e Destino Final de Resíduos Sólidos Urbanos, Coimbra, 10 a 11 Dezembro;

**1988** 1ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente, Departamento de Ambiente e ordenamento, Universidade de Aveiro, 22 a 24 fevereiro;



## Anexo III

### Listagem de publicações em coautoria

- 2010** “Normalização e Certificação de Sistemas de Água – Plano de Segurança da Água/Certificação ISO 22000/ERP 5001”, Revista Águas & Resíduos, n.º 12 Janeiro a abril;
- 2009** “Drinking water quality and safety management systems – Águas do Algarve, SA Experience in Portugal”, Volume 1, Issue 3, Drinking Water Safety International, Newsletter for the Bonn Network, IWA, July;
- “Avaliação de Desempenho de Estações de Tratamento de Água”, Revista Água e Resíduos, Abril a Junho, série III, n.º9, janeiro a abril;
- “Avaliação de Desempenho de Estações de Tratamento de Água”, Revista Água e Resíduos, Abril a Junho, série III, n.º9, janeiro a abril;
- 2008** “Strategies for integrating alternative groundwater sources into the supply system of the Algarve, Portugal”, Issue 1, volume 4, Water asset management International, WATER21, IWA Publishing, March;
- “Infrastructure strategic management in contingency situations, Issue 3, volume 4, Water asset management International, WATER21, IWA Publishing, September ;
- “Implementação de um Plano de Segurança da Água, certificação de acordo com a ISO 22000 e Certificação do Produto Água para consumo humano – Caso prático”, Revista Águas & Resíduos, série III, n.º 7, maio a agosto;
- “Gestão estratégica de infraestruturas em situações de contingência” Revista Águas & Resíduos, série III, n.º 6, janeiro a abril;
- 2007** “Aplicação da modelação como monitorização no Plano de Segurança da Água do SMAAA”, I Conferência INSSAA – Modelação de Sistemas de Abastecimento de Água, Livro de resumos, Barcelos 10 a 11 de maio;
- 2004** “Monitoring of hazardous substances at Alcantarilha’s water treatment plant, Portugal. Water Science and Technology – Water Supply, Vol. 4 No 5-6 pp. 343-353, IWA Publishing;
- 2003** “Análise das eficiências de tratamento na ETA de Alcantarilha”. CAMPINAS, M., LUCAS, H. e ROSA, M. J. Recursos Hídricos. 24 (2), p. 21-31.
- “Previsão da capacidade de remoção de cianobactérias e cianotoxinas na ETA de Alcantarilha”. CAMPINAS, M., RIBAU TEIXEIRA, M., LUCAS, H. e ROSA, M. J. Tecnologia da Água. Edição I, p. 60-66, Maio.

**2002** “The role of pH on the ultrafiltration for drinking water production in Algarve (Portugal)”. Artigo Publicado na Revista Tecnologia da Água, Ed. 1 2003 Water Science and Technology – Water Supply, Vol. 2 No 5 -6 pp. 367-371 IWA.

## Anexo IV

### Listagem de estudos, coordenações, representações e participações em projetos de I&D

**2009** Membro do Júri do Prémio APRH 08/09.

**2008-2013** Coordenação da Comissão Especializada de Serviços de Água (CESA) da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH).

**2008-2009** Coordenação do Projeto Eco famílias – Água, de Educação Ambiental, em parceria entre a Aguas do Algarve, S.A. e a Quercus.

**2007-2013** PREPARED (LNEC – Eng.ª Helena Alegre/ Eng.ª Maria João Rosa).

Participação no projeto europeu PREPARED, Stakeholder, Case study.

**2007-2013** TRUST (IST/LNEC - Prof. António Jorge Monteiro/ Eng.ª Helena Alegre).

Participação no projeto europeu TRUST - Transition to the urban water services of tomorrow, do FP7 – EU programme (2007-2013 grant agreement nº265122), Stakeholder, Case study. Cities Platform and Workshop on Alternatives Resources, Faro, 3 a 4 de abril.

**2006-2009** TECHNEAU (LNEC - Eng.ª Helena Alegre).

Participação no projeto europeu TECHNEAU, Stakeholder, Case study.

**2006 – 2007** “APOIO À ANÁLISE DE CONSUMOS DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO” Lisboa, Relatório 243/2008-NES. (LNEC – Eng.ª Helena Alegre).

**2005-2009** AQUASTRESS (FEUP - Prof. Rodrigo Maia)

Participação no projeto europeu AQUASTRESS, Stakeholder, Case study, Internacional Conference and Stakeholders, Info Day, Beja, 13 outubro 2005; nos Workshops: Beja, 12 dezembro 2006; Serpa, 19 abril 2007; Mértola, 30 janeiro 2008; Beja, 9 outubro 2007.

**2005 – 2008** OPTOEXPLOR – “ Desenvolvimento de um Instrumento para Gestão de um Sistema de Abastecimento Público de Água numa perspetiva de Exploração Integrada dos Recursos Hídricos”, (UALG – Prof. Luís Nunes).

**2004 - 2005** PESTICIDAS – “Estudo para o estabelecimento do Programa de Monitorização de Pesticidas cuja presença seja provável nas origens de Água para Abastecimento Público no Algarve”, Tese de Mestrado em Recursos Hídricos (UALG – Prof.ª Jacinta Fernandes).

- 2005 – 2007** “GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E APOIO À DECISÃO” (UP/FEUP – Prof Rodrigo Maia).
- 2004 – 2006** REVISÃO DO CIANOTOX - TRATAMENTO - Monitorização de cianotoxinas e das condições desencadeadoras da sua produção em águas superficiais com vista à otimização das condições de tratamento em ETAs (UALG -Prof. Maria João Rosa).
- 2001 – 2004** Monitorização de cianotoxinas e das condições desencadeadoras da sua produção em águas superficiais com vista à otimização das condições de tratamento em ETA - CIANOTOX (UALG – Prof. Maria João Rosa).
- 2000 – 2002** Otimização do Sistema de Tratamento da ETA de Alcantarilha (UALG – Prof Maria João Rosa).
- 2000** Representante da Ordem dos Engenheiros na Comissão de acompanhamento dos Regulamentos de Abastecimento de Água, de Águas Residuais e de Higiene e Limpeza dos Serviços Municipalizados da Câmara Municipal de Faro.
- 1999 - 2000** Caracterização das origens de água do Barlavento Algarvio (UALG – Prof. Abílio Marques da Silva).

## Anexo V

### Listagem das principais participações na orientação, coorientação e júri de teses de dissertação de mestrado e de atividade docente

**2014** Colaboração no Mestrado em Ciclo Urbano da Água na Universidade do Algarve, na Unidade Curricular de Gestão de Dados em Ciclo Urbano da Água, Edição 2014 - 2015;

**2012** Coorientação e Júri da Tese de Dissertação de Mestrado em Química da Universidade de Évora, do aluno Filipe Carrapatoso de Távora Garrido Velho, sobre “Remoção de contaminantes emergentes no tratamento de água para consumo humano por adsorção em carvões ativadas”;

Júri na qualidade de especialista da Tese de Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da Universidade do Algarve, da aluna Maria Lucília Valente Silva, sobre “Avaliação económica da nanofiltração no tratamento de água para consumo humano”;

**2011** Orientação e Júri da Tese de Dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos da Universidade do Algarve, do aluno João Paulo Monteiro Coelho, sobre “Metodologia de avaliação de desempenho regional da sustentabilidade ambiental de instalações de tratamento, transporte e armazenamento de águas para consumo humano”;

**2010** Coorientação e Júri da Tese de Dissertação de Mestrado em Engenharia dos Recursos Hídricos da Universidade de Évora, da aluna Sandra Jesus Lopes Dias, sobre “Adaptação às alterações climáticas do plano de contingência do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve”;

Coorientação e Júri da Tese de Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da Universidade do Algarve da aluna Mónica Alexandra Soares Ferreira sobre “Nanofiltração na remoção de cianotoxinas no tratamento de água para consumo humano”;

Coorientação da Dissertação de Mestrado Integrado em Segurança Alimentar e Saúde Pública do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, da aluna Ana Margarida Miguel Pina sobre “Utilização de endósporos bacterianos como indicadores da eficiência de desinfecção da pré-oxidação de água para consumo humano com ozono e dióxido de cloro”;

**2009** Orientação e Júri da Tese de Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Biológica da Universidade do Algarve, da aluna Andreia de Sousa Viegas, sobre “Estudo das capacidades de redução microbiológica na etapa de pré-oxidação e global da estação de tratamento de água de Tavira”;

**2009** Orientação e Júri da Tese de Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Biológica da Universidade do Algarve, do aluno David Filipe de Sousa Maié, sobre

“Caracterização das águas residuais do processo de tratamento na ETA de Tavira e otimização das condições operacionais”;

**2008** Orientação e Júri da Tese de Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Biológica da Universidade do Algarve, da aluna Ana Filipa Benedito da Assunção, sobre “Ensaio para a remoção de Bromatos por adsorção com carvão ativado em pó”;

Júri na qualidade de especialista da Tese de Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente (2º ciclo) da Universidade do Algarve, da aluna Catarina Duarte Prudêncio da Silva, sobre “Aplicação de medidas de avaliação de desempenho a estações de tratamento de água da Aguas do Algarve”, em Junho de 2008;

**2007-2009** Ao abrigo de protocolo estabelecido entre a Aguas do Algarve, SA e o Instituto Piaget de Silves, foi regente da disciplina Hidrologia e Análises Hidrológicas da licenciatura em Farmácia do Instituto Piaget de Silves no ano lectivo 2007/2008 e regente das disciplinas de Hidrologia e Tratamento de Aguas e de Higiene e Saneamento Básico da Licenciatura em Análises Clínicas e de Saúde Pública no ano lectivo 2008/2009.