

IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA E DA NP EN
ISO22000:2005 NA ÁGUAS DO ALGARVE S.A.: ANÁLISE DOS ASPETOS
MICROBIOLÓGICOS

Lizete Camarinha Pereira Costa

Relatório

Mestrado em Tecnologia dos Alimentos

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Prof. Doutor Eduardo Esteves

2013

IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA E DA NP EN
ISO22000:2005 NA ÁGUAS DO ALGARVE S.A.: ANÁLISE DOS ASPETOS
MICROBIOLÓGICOS

Lizete Camarinha Pereira Costa

Relatório

Mestrado em Tecnologia dos Alimentos

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Prof. Doutor Eduardo Esteves

2013

IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA E DA NP EN ISO22000:2005 NA ÁGUAS DO ALGARVE S.A.: ANÁLISE DOS ASPETOS MICROBIOLÓGICOS

Declaração de autoria do trabalho

Declaro ser a autora deste trabalho. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Copyright © Lizete Camarinha Pereira Costa. 2013

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Quero expressar os meus agradecimentos e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram, para a concretização deste trabalho:

À **Águas do Algarve, S.A.** e em especial à **Eng.^a Helena Lucas**, Diretora de Operação Água, agradeço as oportunidades que me concederam de participar neste Mestrado, bem como a disponibilização de todos os recursos postos à disposição, durante a execução prática deste trabalho na empresa;

Ao **Eng.^o Rui Sancho** e **Eng.^a Ana Calvinho** desejo expressar o meu sincero agradecimento pelo, incentivo, confiança depositada, disponibilidade e o apoio ao longo de todo o trabalho realizado ao longo deste anos, que sem eles seria muito difícil de concretizar;

Ao **Prof. Doutor Eduardo Esteves** agradeço a orientação científica, disponibilidade e o apoio ao longo de todo o trabalho em especial durante a escrita da tese e revisão final;

A **todos os meus amigos**, tenho a agradecer a amizade, carinho, apoio, incentivo e coragem que sempre me deram em todos os momentos;

Finalmente, agradeço à **minha família**, em especial ao meu Marido e Filha, e aos meus Pais pela presença sempre atenta, amor, carinho dedicado, compreensão, ajuda, apoio, incentivo e encorajamento que sempre me deram ao longo da minha vida. A eles Muito Obrigada!

Resumo

A Águas do Algarve, SA, empresa concessionária do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Algarve decidiu implementar o Plano de Segurança da Água (PSA) em simultâneo com a NP EN ISO 22000:2005: Sistemas de Gestão de Segurança Alimentar (SGSA). Este referencial integra os princípios do PSA, associando-os a programas pré-requisitos, estabelecidos com base nos princípios da Comissão de *Codex Alimentarius* (2004) e aos requisitos dos sistemas de gestão, validando o mesmo através de entidades externas e independentes.

A água destinada à produção de água para consumo humano pode estar sujeita a vários tipos de contaminação direta ou indireta, de origem antropogénica ou natural. A presença de microrganismos patogénicos (bactérias, protozoários ou vírus) nas águas destinadas ao consumo humano pode ser causa de uma grande variedade de doenças infecciosas, podendo representar um risco para a saúde pública.

Neste trabalho descreve-se o processo de implementação do PSA e, simultaneamente, do SGSA preconizado pela NP EN ISO 22000:2005 na AdA. Mais, analisam-se alguns indicadores quantitativos que se julgam capazes de avaliar a qualidade e segurança da água fornecida ao cliente.

Os maiores benefícios que a AdA adquiriu com a implementação deste referencial foram de uma forma clara a obtenção de um produto seguro e de qualidade elevada verificada pela diminuição do número de NC registadas, tendo sido possível também a redução no número e custo de análise laboratoriais efetuadas desde 2007, assim como a diminuição dos custos relativos aos EMM com consequente diminuição dos seus custos, e a diminuição de descarga de produto potencialmente não seguro. Deste modo, foi possível clarificar a existência de uma diminuição nos custos relativos às monitorizações e às perdas económicas, uma vez que ao existir um maior controlo dos possíveis perigos, a possibilidade de ocorrência de produto não seguro/não conforme é diminuto.

Este caso prático refere-se ao período de tempo decorrido entre maio de 2006 e dezembro 2011 correspondente ao planeamento, desenvolvimento, implementação, otimização e verificação/validação dos sistemas de gestão da segurança alimentar nas 4 ETA's e sistema de adução.

Palavras-chave: Plano de Segurança da Água, microrganismos, severidade, probabilidade, segurança e qualidade da água.

Abstract

Águas do Algarve, SA (AdA), concessionaire of Water Supply to the Algarve decided to implement the Water Safety Plan (WSP) simultaneously with the NP EN ISO 22000:2005: Food Management Systems. The certification according to the NP EN ISO 22000:2005 integrates the principles of WSP, associating them with pre-requirements (PPR), based on principles of the *Codex Alimentarius* Commission (2004) and requirements of the management systems, validating it through external independent organizations.

The drinking water may be subject to various types of direct or indirect contamination of natural or anthropogenic source. The presence of pathogenic microorganisms (bacteria, protozoa or viruses) in water intended for human consumption, may be the cause of a variety of infectious diseases, and may represent a risk to public health.

Herein, the implementation process of the WSP, together with the FMS recommended by the NP EN ISO 22000:2005, in AdA is described. In addition, some quantitative indicators, which are deemed capable of evaluating the process, are analyzed.

The greatest benefits that ADA acquired by implementing this reference were clearly achieving a safe and high quality water verified by the reduced number of registered nonconformities, being also possible to reduce the number and cost of laboratory analysis performed since 2007, as well as the reduction of costs related to measuring and monitoring equipment with consequent reduction of costs, and reducing discharge of potentially unsafe product. Thus, it was possible to clarify the existence of a decrease in costs associated with monitoring and economic loss, as there is greater control of the potential hazards, the possibility of unsafe product is small.

This case study refers to the period between May 2006 and December 2011 corresponding to the planning, development, implementation, optimization, and verification / validation of the safety systems management in the four systems and a distribution.

Keywords: Water Safety Plan, microorganisms, severity, probability, safety and water quality

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	II
ABSTRACT	IV
ABREVIATURAS	VII
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
<i>ORIGENS DE ÁGUA E PONTOS DE ENTREGA</i>	2
<i>PROCESSOS DE TRATAMENTO</i>	2
<i>QUALIDADE DO SERVIÇO</i>	6
<i>ESTADO DAS INFRAESTRUTURAS</i>	6
<i>NORMAS DE QUALIDADE DA ÁGUA</i>	6
<i>OBJETIVO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO</i>	7
CAPÍTULO 2. DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA	9
<i>AVALIAÇÃO E CONTROLO DOS PERIGOS MICROBIOLÓGICOS</i>	9
<i>O PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA E A NP EN ISO 22000:2005</i>	11
<i>Constituição da Equipa Multidisciplinar (1ª Fase)</i>	14
<i>Estabelecimento de Programas Pré-Requisitos (2ª Fase)</i>	15
<i>Identificação e Avaliação de Riscos (3ª Fase)</i>	19
<i>Estabelecimento de Programas de Pré-Requisitos Operacionais (PPRO) e Planos HACCP (4ª Fase)</i>	22
<i>Planeamento das Atividades de Verificação e Auditorias (5ª Fase)</i>	27
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA	31
CAPÍTULO 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	32
<i>AVALIAÇÃO DO RISCO PARA OS PERIGOS MICROBIOLÓGICOS</i>	32
<i>INDICADORES DA EFICÁCIA DO SISTEMA DE GESTÃO</i>	35
<i>RESULTADOS DE AUDITORIAS</i>	42
CAPÍTULO 5. – CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
CAPÍTULO 6. CONCLUSÃO	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

Abreviaturas

AdA – Águas do Algarve, S.A.

ARH – Administração Hidrográfica do Algarve

CRSP – Centro Regional de Saúde Pública

EMM – Equipamentos de Medição e Monitorização

EPA – Environmental Protection Agency

ERSAR - Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

ESA – Equipa de Segurança Alimentar

ETA – Estação de Tratamento de Água

HACCP – Hazard Analysis Critical Control Point

INAG – Instituto da Água

IWA – International Water Association

LC – Limite Crítico

LNEC – Laboratório de Engenharia Civil

LO – Limite Operacional

NC – Não Conformidade

OMS – Organização Mundial de Saúde

P - Probabilidade

PCC – Ponto Crítico de Controlo

PCOQA – Plano Controlo Operacional da Qualidade da Água

PCQA – Plano Controlo Qualidade da Água

PEI – Plano de Emergência Interno

PPR – Plano Pré Requisitos

PPRO – Plano Pré Requisitos Operacionais

PSA – Plano de Segurança da Água

R – Risco

S - Severidade

SEPNA – Serviço de Proteção da Natureza e Ambiente

SGI - Sistema de Gestão Integrado

SGSA – Sistema de Gestão Segurança da Água

SMAAA – Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água ao Algarve

Capítulo 1. Introdução

A EMPRESA

A Águas do Algarve SA (AdA), empresa concessionária do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água ao Algarve em alta, responsável pela captação subterrânea e superficial de água, tratamento e fornecimento a uma população que oscila entre 450.000 a 1.250.000 habitantes, dependente dos períodos turísticos de época baixa (outubro a abril) e época alta (maio a setembro), iniciou em 2006 a implementação do Plano de Segurança da Água em simultâneo com a NP EN ISO 22000:2005.

A AdA explora 4 estações de tratamento de água (ETA) com uma capacidade combinada máxima de tratamento de 5,65 m³/s, nomeadamente ETA de Alcantarilha (3 m³/s), ETA de Tavira (2,2 m³/s), ETA de Fontainhas (0,30 m³/s) e ETA de Beliche (0,15 m³/s) (Figura 1.1). O sistema de distribuição é composto por mais de 400 km de condutas, estações elevatórias e reservatórios.



Figura 1.1 – Mapa do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água ao Algarve concessionado pela Águas do Algarve SA.

ORIGENS DE ÁGUA E PONTOS DE ENTREGA

A AdA explora dois tipos de origem de água: superficial e subterrânea. As águas de origem superficial proveem das albufeiras de Odeleite, Beliche, Funcho, Bravura e Odelouca. As águas de origem subterrânea consistem em captações nos aquíferos de Querença-Silves e Almádena. Enquanto utilizadora destes recursos hídricos, a AdA é, no entanto, apenas a entidade responsável pela gestão da origem de água da albufeira de Odelouca. Tendo em conta que a AdA é responsável pelo serviço correspondente aos processos de captação da água, tratamento da água, transporte da água por condutas, para depois ser feita distribuição em baixa ao domicílio (abastecimento de água em alta), os seus pontos de entrega de água são os reservatórios das entidades gestoras em baixa, entidade responsável por um sistema destinado, no todo ou em parte, ao armazenamento, à elevação e à distribuição de água para consumo público (por exemplo, as Câmaras Municipais da Região).



Figura 1.2 – Mapa das origens de água do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água ao Algarve concessionado pela Águas do Algarve SA.

PROCESSOS DE TRATAMENTO

A AdA opera as quatro estações de tratamento de água, com a mesma sequência de tratamento: Chegada da Água Bruta, Pré-Oxidação, Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração e Desinfecção Final (Figura 1.3).

As etapas de pré-oxidação são efetuadas através de ozono ou dióxido de cloro, a etapa de coagulação através de um coagulante polimérico de alumínio, a floculação através de polímero orgânico de cadeia longa e a desinfecção final é efetuada através de cloro.

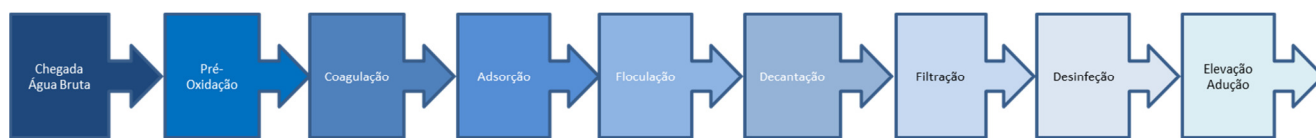


Figura 1.3 – Representação esquemática do processo de tratamento de água.

Chegada da Água Bruta

A água bruta a tratar de origem superficial é encaminhada graviticamente para a ETA e a de origem subterrânea é aduzida através de uma conduta elevatória e um sistema de bombagem associado. No canal de água bruta são medidos em contínuo os parâmetros de oxigénio dissolvido, condutividade, turvação, pH e temperatura, e são também recolhidas amostras da água para determinação laboratorial de diversos parâmetros químicos e microbiológicos.

Pré-oxidação

A água ao chegar à ETA, sofre uma pré-oxidação com ozono, produzido na instalação a partir de oxigénio líquido. O oxigénio é evaporado e introduzido em geradores de ozono, onde por um processo elétrico, se produz ozono. Este tratamento tem por objetivo oxidar a matéria orgânica, micropoluentes e metais.

No caso de se verificarem valores elevados de manganês e ferro, utiliza-se permanganato de potássio, como reforço ao tratamento com ozono.

Nesta fase é medido em contínuo o parâmetro de ozono residual para que se consiga verificar se as dosagens a serem introduzidas são as necessárias e requeridas para esta etapa (com o objetivo de eliminação de potenciais microrganismos presentes na água), e são também recolhidas amostras da água para determinação laboratorial de diversos parâmetros químicos e microbiológicos.

Em caso de necessidade, esta etapa poderá ser realizada também através da utilização de água clorada, em alternativa ao ozono.

Coagulação

Nesta etapa é doseado e introduzido na câmara de mistura rápida o coagulante (polihidroxiclreto de alumínio) com o objetivo de agregar as partículas que se encontram em suspensão, através da destabilização das suas cargas.

Adsorção

Nesta etapa é adicionada, na câmara de mistura rápida, uma solução de carvão ativado que pela sua morfologia é um reagente que permite a fixação à sua superfície de moléculas responsáveis pela criação de cheiros, sabores, colorações na água e eventuais agentes tóxicos (pesticidas, herbicidas, etc.).

Floculação

Nesta etapa é adicionado na câmara de floculação o floculante (Albafloc) com o objetivo de otimizar o processo de criação de flocos, tornando-os cada vez mais densos, e facilitando o processo de decantação que se segue.

Decantação/Espessamento

Nesta etapa ocorre a retenção dos flocos formados durante a coagulação através de fenómenos de separação sólido-líquido. A água clarificada é então recolhida à superfície, enquanto os flocos, após decantação são retirados sob forma de lamas e encaminhados para a linha de tratamento de lamas. Esta etapa permite a obtenção de uma água com uma carga de sólidos em suspensão muito reduzida.

Os decantadores são convencionais, do tipo lamelar e têm ainda a função de efetuar o espessamento das lamas decantadas para posterior desidratação.

Na água decantada são medidos em contínuo os parâmetros de condutividade, turvação, pH e temperatura, e em cada decantador, o parâmetro de turvação em separado, e são também recolhidas amostras de água e lama espessada para determinações laboratoriais.

Filtração

A filtração é um processo físico, com o objetivo fundamental de remoção das partículas em suspensão ainda presentes na água decantada, podendo promover ainda a redução de microrganismos. A filtração realiza-se em 14 filtros rápidos de areia mono-camada. Os filtros de areia são lavados regularmente com água clorada e ar em contra corrente, sendo o tempo de lavagem e a periodicidade ajustável. As águas da lavagem são recolhidas graviticamente para a cisterna da água da lavagem.

Na água filtrada é medido em contínuo o parâmetro turvação e são recolhidas amostras de água para determinação laboratorial de diversos parâmetros químicos e microbiológicos.

Desinfecção

Nesta etapa de tratamento é efetuada a desinfecção através de água clorada, obtida através da evaporação do cloro líquido e mistura deste com água. A água clorada para a desinfecção é injetada no canal de água filtrada e pode ser injetado também nas condutas elevatórias para os reservatórios iniciais (Silves e Algoz), com o objetivo de garantir um residual de cloro ao longo do processo de armazenagem, adução e distribuição de água aos municípios, garantindo assim a qualidade de água aduzida.

Nesta fase são medidos em contínuo os parâmetros de cloro residual e são recolhidas amostras de água para determinação laboratorial de diversos parâmetros químicos e microbiológicos.

Elevação /Adução

A água tratada, armazenada nas cisternas, é posteriormente encaminhada para a cisterna da estação elevatória a partir da qual é bombeada para os reservatórios iniciais, ocidental (Silves) e oriental (Algoz), do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água ao Barlavento Algarvio.

Nesta fase são medidos em contínuo os parâmetros de cloro residual, condutividade, turvação, pH e temperatura.

A partir dos reservatórios iniciais a água está disponível para ser aduzida aos municípios do Barlavento, podendo também ser enviada ao Sotavento através da estação elevatória reversível.

QUALIDADE DO SERVIÇO

A AdA tem como objetivo o abastecimento contínuo em quantidade, qualidade, segurança e com a pressão adequada de água para consumo humano aos seus clientes (Manual de Qualidade da AdA). O reduzido número de reclamações e de suspensões de abastecimento (planeadas e não-planeadas), são uma evidência de um elevado nível de serviço, verificando-se que no ano 2007 houve 5 reclamações e em 2011 houve um decréscimo para 2 reclamações, sem que estas tenham tido relação direta com a qualidade de água fornecida pela AdA. O volume de água rejeitado por degradação da qualidade da água também tem vindo a diminuir desde então.

ESTADO DAS INFRAESTRUTURAS

A maioria das infraestruturas da AdA tem menos de 15 anos, apresentando um elevado nível de conservação devido à existência de planos de manutenção e verificação das instalações com periodicidade diária, semanal ou mensal consoante a infraestrutura em causa. Gradualmente e de acordo com o plano de investimentos têm vindo a ser substituídas algumas das infraestruturas adquiridas às entidades gestoras em baixa.

NORMAS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para além do cumprimento da legislação nacional em matérias relativas à qualidade da água (Decreto-Lei n.º 306/07, de 27 de agosto), a qual referencia o controlo de *Bactérias coliformes*, *Clostridium perfringens*, *Enterococos*, *Escherichia coli* e *Colónias a 22°C e 37°C*, a AdA estabeleceu internamente critérios mais restritos ao cumprimento de limites de aceitação relativamente a parâmetros não legislados, como é o caso de *Cryptosporidium parvum*, *Enterovírus*, *Vírus da Hepatite A e E*, *Giardia intestinalis*, *Salmonella* sp. e *Salmonella typhi*. Em matéria de qualidade e segurança da água, os referenciais utilizados são, por exemplo, os Guias da

Organização Mundial de Saúde (WHO, 2011) os Guias Australianos (NHMRC/NRMMC, 2011), os Guias da Nova Zelândia (NZMH, 2008) e os Guias da *Environmental Protection Agency* dos Estados Unidos (EPA, 2004).

Praticamente todas as águas naturais contêm bactérias devido à sua exposição ao ar e ao solo (Sancho et al., 2007). Na sua maioria trata-se de microrganismos inofensivos, cujo número e natureza variam consideravelmente de acordo com o lugar e as condições ambientais (Calvinho et al., 2008). Ao longo do seu percurso, as águas naturais, superficiais ou subterrâneas, podem ser contaminadas com microrganismos patogénicos como, por exemplo, os protozoários, *Giardia* e *Cryptosporidium*, as bactérias *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio* e *Mycobacterium*, ou vírus (por exemplo Hepatite A). Alguns destes organismos podem sobreviver longos períodos de tempo em águas naturais, não necessitando do homem como hospedeiro, enquanto outros possuem uma capacidade de sobrevivência muito reduzida. Para garantir a ausência de agentes patogénicos, a água destinada ao consumo humano deve ser analisada periodicamente do ponto de vista microbiológico. A aproximação ideal a este problema seria a pesquisa de todos os microrganismos causadores de doenças intestinais e outras, como principal determinação a efetuar numa análise bacteriológica de uma água de abastecimento. Na prática corrente, esta pesquisa só se realiza em casos excecionais pela dificuldade relativa que apresenta; se presentes numa água, as bactérias patogénicas encontram-se em número restrito e os métodos destinados ao seu isolamento e quantificação são frequentemente longos e complexos. A via mais frequente de contaminação ocorre através de esgotos domésticos contendo excrementos com numerosos microrganismos, pertencentes a espécies patogénicas importantes (Costa et al., 2012; Sancho et al., 2007).

OBJETIVO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Com este trabalho e numa perspetiva de estudo de caso prático, pretende-se descrever e analisar, quantitativa e qualitativamente, os impactos do planeamento, desenvolvimento, implementação, otimização e verificação/validação do plano de segurança da água/dos sistemas de gestão da segurança alimentar nas quatro ETA e sistema de adução da AdA sobre aspetos microbiológicos da qualidade da água para consumo humano.

Numa primeira fase é descrito de forma sucinta o historial da empresa Águas do Algarve, e como é efetuado o tratamento da água para consumo humano, descrevendo as diferentes fases do processo.

Este ponto é bastante importante para se poder entender o fluxograma e os seus pontos críticos de acordo com a norma ISO 22000 e o *Codex Alimentarius*, tendo como base a identificação dos perigos microbiológicos e avaliação do risco. São apresentados os resultados satisfatórios de dados obtidos pós implementação do Plano de Segurança Alimentar.

Capítulo 2. Desenvolvimento do Plano de Segurança da Água

AVALIAÇÃO E CONTROLO DOS PERIGOS MICROBIOLÓGICOS

Um sistema de tratamento e adução de água para consumo humano fornece um habitat propício para o crescimento de microrganismos, que são sustentados por nutrientes orgânicos e inorgânicos presentes nas condutas de transporte de água. A principal preocupação é, portanto, evitar a contaminação, nomeadamente por protozoários (oócitos e cistos), bactérias (formas vegetativas, endósporos e cianobactérias), helmintas (ovos) e vírus (Enterovírus), desde a captação até a entrega ao consumidor/cliente (Rosa et al, 2009).

As captações de águas superficiais são geralmente afetadas por fenómenos de poluição e das massas hídricas. De facto, a qualidade destas águas depende muito dos usos a que é submetida, nomeadamente de práticas agrícolas, de descargas de fontes poluidoras domésticas e industriais, de obras hidráulicas e até de flutuações hidrológicas e climatológicas, como é o caso de precipitações elevadas que poderão provocar escorrências de terra (contendo microrganismos que se verificam ao nível da bacia hidrográfica (Rosa et al, 2009).

O tratamento das águas constitui normalmente um desafio permanente à adaptação operacional das estações de tratamento, de modo a produzir água para abastecimento público a partir de águas com qualidade variável ao longo do ano. O conjunto de operações a que geralmente se designa por tratamento convencional (coagulação, floculação, sedimentação e filtração) constitui a base dos esquemas geralmente utilizados para tratar estas águas superficiais. Em termos gerais, um sistema de tratamento pode incluir um pré-tratamento, o tratamento convencional (coagulação, floculação, clarificação, filtração) e a desinfecção (Rosa et al, 2009). Para evitar o aumento de turvação e remover sabores e cheiros devidos à presença de algas, é muitas vezes utilizada a desinfecção (com ozono) no início e final das etapas de tratamento, promovendo em simultâneo a desinfecção da água bruta (Rosa et al, 2009). As operações e os processos de coagulação, floculação, clarificação (sedimentação ou flotação) e filtração promovem a remoção de partículas, incluindo microrganismos (bactérias, vírus e protozoários). É muito importante que o processo seja otimizado

e controlado para que se consiga um desempenho consistente e fiável. Neste processo, a coagulação química constitui uma etapa determinante para a eficiência na remoção de partículas, podendo a sua ineficiência ou falha significar elevado risco de contaminação microbiológica da água tratada (Rosa et al, 2009). A filtração através de meios porosos pode funcionar como barreira única para certos microrganismos patogénicos para os quais a desinfecção é ineficiente (como por exemplo no caso da eliminação de *Cryptosporidium*, quando se utiliza o cloro como desinfetante) (Rosa et al, 2009; WHO, 2011).

Sendo o cloro um reagente bastante eficaz na eliminação de microrganismos, a grande maioria dos sistemas de tratamento utiliza cloro no processo de desinfecção da água, favorecendo, assim, a presença de resíduos de cloro nos sistemas de distribuição/adução. Estes processos são muito eficientes na eliminação de bactérias e razoavelmente efetivos na inativação de vírus e muitos protozoários, incluindo *Giardia*. Nas concentrações geralmente aplicadas (0,2 a 0,6 mg/L, de acordo com recomendação do DL n.º 306/07) em sistemas de abastecimento público, o cloro pode não ser efetivo na inativação de todos os microrganismos, por exemplo *Cryptosporidium*, sendo que a utilização apropriada de diferentes combinações de desinfetantes pode otimizar o processo de remoção de microrganismos patogénicos (Sancho et al., 2009).

Geralmente as bactérias presentes na água são inofensivas, encontrando-se na base da cadeia alimentar de outros organismos, como fungos, protozoários, e vírus. Mesmo na presença de um desinfetante residual como o cloro, estes organismos poderão ocorrer nos sistemas de tratamento de água. Portanto, pode ser necessário tratamento adicional para controlar a qualidade da água tratada e, no sistema de adução, permite evitar o crescimento microbiano ou o desenvolvimento de biofilmes. Estes últimos podem, também, criar condições para o aparecimento de microrganismos patogénicos, fomentar zonas de bio-corrosão e consumir cloro residual (Costa et al., 2012).

A legislação em vigor (DL n.º 306/2007) engloba apenas alguns microrganismos patogénicos com pouco valor informativo para fins de saúde pública, não sendo indicados a maior parte das bactérias, vírus ou protozoários referenciadas pela OMS (WHO, 2011), como exemplo o *Enterovírus* ou a *Giardia*. Alguns microrganismos patogénicos poderão ser mais difíceis de remover/eliminar ou têm um maior nível de resistência aos processos de desinfecção usados rotineiramente (por exemplo, *P. aeruginosa*), do que os microrganismos indicadores estipulados nas normas (por exemplo, bactérias coliformes).

Uma vez que a identificação da maior parte dos microrganismos poderá levar mais de 24 horas (por exemplo, *Salmonellas spp*), as análises microbiológicas não constituem um modo adequado para o aviso prévio ou para fins de controlo da contaminação do produto água em tempo útil. A qualidade microbiológica da água fornecida ao consumidor só seria verificada após o fornecimento e, talvez até, consumo pelo cliente final. Deste modo, uma abordagem holística para a garantia de qualidade da água distribuída para consumo humano é importante e deverá incluir (Sancho et al., 2007):

- Avaliação e controlo da origem da água para evitar ou reduzir a contaminação;
- Operações de tratamento para a redução ou eliminação de possíveis agentes microbiológicos;
- Prevenção da contaminação de microrganismos no tratamento e adução de água ao sistema;
- Controlo das medições *online* dos EMM referentes aos parâmetros de cloro, pH, turvação e ozono, para a redução de microrganismos para níveis seguros para abastecimento.

O PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA E A NP EN ISO 22000:2005

A publicação em 2004 da Carta de Bona (*Bonn Charter for Safe Drinking Water*) pela *International Water Association* (IWA, 2004), associação internacional que visa promover o desenvolvimento de ferramentas eficazes na gestão sustentável de sistemas de abastecimento de água, criou a base para as entidades gestoras de tratamento de água para consumo humano (por exemplo, a AdA) desenvolverem planos de segurança da água (PSA) como forma de garantirem o abastecimento seguro de água para consumo humano.

A AdA iniciou em 2006 a implementação do PSA em conjunto com a certificação pela NP EN ISO 22000:2005 a qual integra os princípios do PSA associando-os a programas pré-requisitos, estabelecidos com base nos princípios e boas práticas da Comissão de *Codex Alimentarius* (CAC, 2004) e aos requisitos dos sistemas de gestão de qualidade, sendo validado através de entidades externas e independentes.

Na tabela seguinte encontram-se as correspondências entre os princípios e etapas do HACCP e as cláusulas da ISO 22000:2005, as quais constituíram a base para este projeto:

Princípios HACCP	Etapas de aplicação HACCP		ISO 22000	
	Designar a Equipa HACCP	Etapa 1	7.3.2	Equipa de segurança alimentar
	Descrever o produto	Etapa 2	7.3.3	Características do produto
			7.3.5.2	Descrição das etapas do processo e das medidas de controlo
	Identificar a utilização prevista	Etapa 3	7.3.4	Utilização prevista
	Elaborar o fluxograma	Etapa 4	7.3.5.1	Fluxogramas
	Confirmar o fluxograma no local	Etapa 5		
Princípio 1 – Conduzir uma análise de perigos	Listar todos os potenciais perigos	Etapa 6	7.4	Análise de perigos
	Conduzir uma análise de perigos		7.4.2	Identificação de perigos e determinação de níveis de aceitação
	Considerar as medidas de controlo		7.4.3 7.4.4	Avaliação do perigo Seleção e avaliação das medidas de controlo
Princípio 2 - Determinar os pontos críticos de controlo (PCC)	Determinar os PCC	Etapa 7	7.6.2	Identificação dos pontos críticos de controlo (PCC)
Princípio 3 - Estabelecer os limite(s) crítico(s)	Estabelecer os limites críticos para cada PCC	Etapa 8	7.6.3	Determinação de limites críticos para os pontos críticos de controlo
Princípio 4 - Estabelecer um sistema para monitorizar o controlo dos PCC	Estabelecer um sistema de monitorização para cada PCC	Etapa 9	7.6.4	Sistema de monitorização dos pontos críticos de controlo
Princípio 5 - Estabelecer a ação corretiva a emprender quando a monitorização indica que um determinado CCP não está sob controlo	Estabelecer as ações corretivas	Etapa 10	7.6.5	Ações a emprender quando existirem desvios aos limites críticos
Princípio 6 - Estabelecer procedimentos de verificação para confirmar se o sistema HACCP a funcionar eficazmente	Estabelecer os procedimentos de verificação	Etapa 11	7.8	Planeamento da verificação
Princípio 7 - Estabelecer documentação acerca de todos os procedimentos e registos apropriados a estes princípios e sua aplicação	Estabelecer a documentação e conservar os registos	Etapa 12	4.2	Requisitos da documentação
			7.7	Atualização da informação preliminar e dos documentos que especificam o(s) PPR(s) e o plano HACCP

Tabela 2.1 – Correspondência entre os princípios e etapas do HACCP e as cláusulas da ISO 22000:2005

A NP EN ISO 22000:2005 especifica os requisitos para um sistema de gestão da segurança alimentar combinando os seguintes elementos chave, geralmente reconhecidos como essenciais, que permitem assegurar a segurança dos géneros alimentícios ao longo da cadeia alimentar, até ao seu consumo final:

- comunicação interativa;
- a gestão do sistema;
- os programas pré-requisito;
- os princípios HACCP.

A comunicação ao longo da cadeia alimentar é essencial para assegurar que todos os perigos relevantes para a segurança alimentar são identificados e adequadamente controlados em cada elo da cadeia alimentar. Isto implica comunicação entre as organizações a montante e a jusante na cadeia alimentar. A comunicação com os clientes e os fornecedores, sobre os perigos identificados e as medidas de controlo, permitirá ajudar a clarificar os requisitos dos clientes e dos fornecedores (ex. em matéria de exequibilidade e de necessidade destes requisitos e do seu impacto no produto acabado).

O PSA baseia-se na metodologia do HACCP, análise de perigos e pontos críticos de controlo (*PCC*), e é, por isso, constituído por várias fases, que se ilustram na Figura 2.1 e descrevem com algum pormenor nas subsecções que se seguem, 1) constituição da equipa multidisciplinar, 2) estabelecimento do programa de pré-requisitos, 3) identificação e avaliação de riscos, 4) estabelecimento do programa de pré-requisitos operacionais e planos de HACCP, e 5) planeamento das atividades de verificação e auditorias.

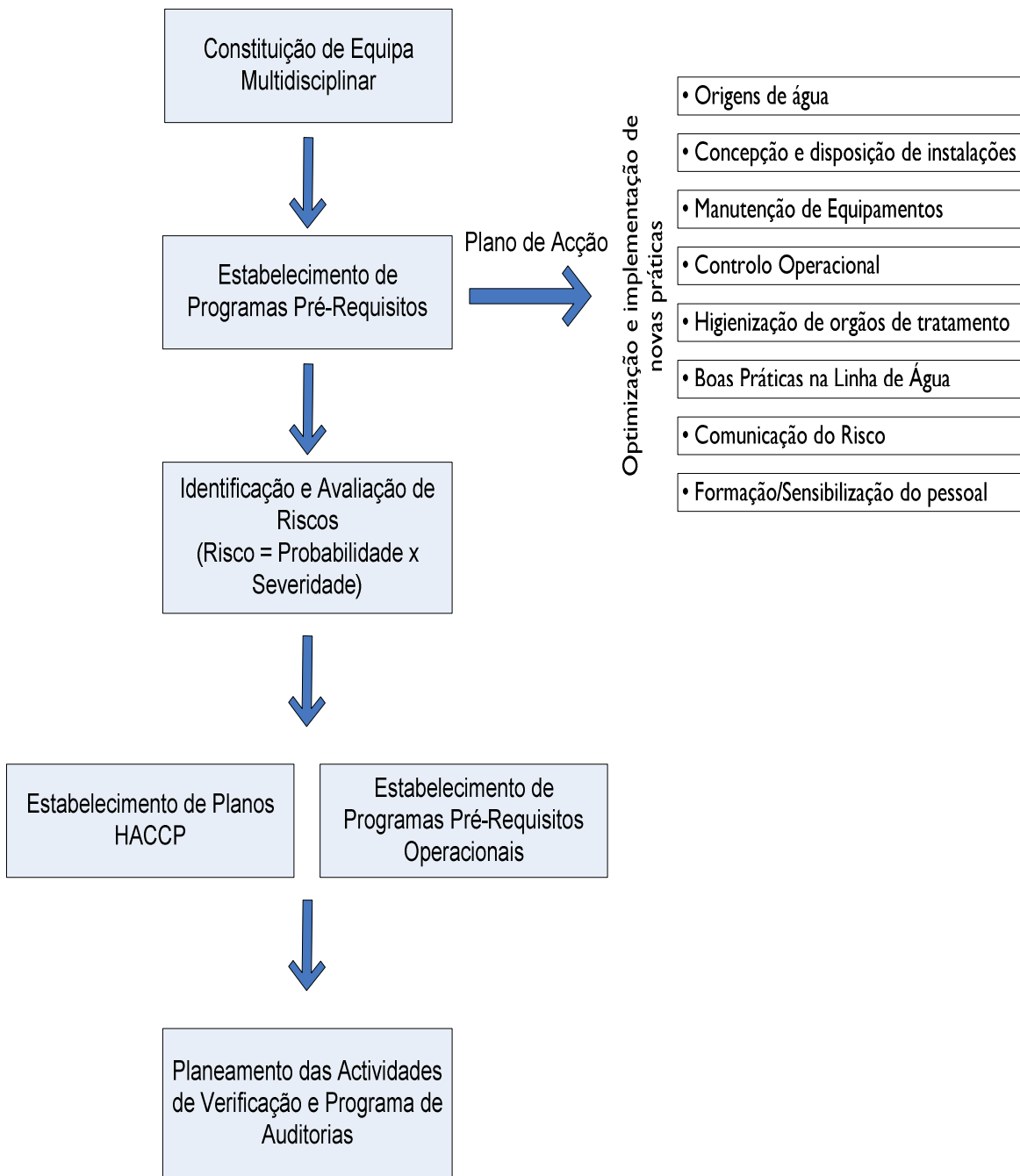


Figura 2.1 – Representação esquemática do desenvolvimento do PSA e implementação da NP EN ISO 22000:2005 pela AdA.

Constituição da Equipa Multidisciplinar (1ª Fase)

No desenvolvimento do PSA e implementação da NP EN ISO 22000:2005 pela AdA, a 1ª fase, correspondeu à constituição da equipa multidisciplinar que teve como base a especialização técnica necessária dos potenciais membros.

Assim, a equipa – designada Equipa de Segurança Alimentar (ESA) – foi e é responsável pelo desenvolvimento, implementação e manutenção do PSA como tarefa central das suas funções do dia-a-dia. É importante que a equipa do PSA possua experiência e conhecimentos adequados para compreender a captação, tratamento e distribuição da água, bem como os perigos que podem afetar a segurança ao longo do sistema de abastecimento, desde a captação até ao ponto de entrega. Uma das tarefas iniciais e essenciais da equipa foi a de definir a forma como a abordagem do PSA seria implementada, bem como a metodologia a utilizar, especialmente na avaliação de risco (Costa et al., 2012).

A ESA na AdA é composta por representantes das seguintes áreas da empresa: Tratamento, Adução, Microbiologia, Físico-química, Manutenção, Obras, Origens de Água, Operadores de Exploração de ETA e técnicos que são críticos para a produção de informação de apoio à decisão, uma vez que foram contratados explicitamente para a implementação do PSA e cuja formação académica é engenharia alimentar e biotecnológica. A equipa reúne-se com uma periodicidade trimestral, podendo realizar reuniões extraordinárias caso ocorram eventos que assim o justifiquem. A equipa é responsável pela tomada de decisões ou propostas de soluções em todas as matérias relacionadas direta ou indiretamente com a qualidade da água, emitindo pareceres e relatórios que sustentem as suas posições (Costa et al., 2012).

Diversas partes interessadas são envolvidas periodicamente e de forma planeada em algumas das decisões da ESA, nomeadamente entidades gestoras das origens de água (por exemplo, Instituto da Água IP – INAG), clientes (distribuidores de água em baixa, por exemplo Câmaras Municipais) e responsáveis regionais de saúde (por exemplo, Centro Regional de Saúde Pública do Algarve – CRSP). O envolvimento destas entidades foi e continua a ser essencial para promover a necessidade de gestão e de comunicação do risco para o exterior da organização (Costa et al., 2012).

Estabelecimento de Programas Pré-Requisitos (2ª Fase)

A descrição do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Algarve (SMAAA) foi uma das tarefas que mais tempo consumiu na fase inicial de implementação do PSA na AdA, dada a necessidade de recolher dados relativamente aos materiais utilizados em todas as infraestruturas

construídas (ETA, condutas, reservatórios, etc.), revestimentos de equipamentos, bem como à identificação de certificados de conformidade para contato com a água para consumo humano que evidenciassem que estes podem ser utilizados na AdA. Este aspeto do trabalho foi fundamental para identificar o perigo e avaliar o risco associado à utilização de cada material. A listagem de materiais e equipamentos utilizados é periodicamente revista e auditada de modo a garantir que está permanentemente atualizada e que não existem perigos não controlados (Costa et al., 2012).

A construção dos fluxogramas (Figura 2.2) dos processos de operação bem como a descrição dos principais procedimentos, foi substancialmente beneficiada pela implementação do PSA, dado que foi possível identificar todas as etapas do processo e eventuais perigos que poderão ocorrer nas mesmas.

O nível de validação, verificação e atualização dos diagramas (Figura 2.2) e procedimentos é garantido através de ações de verificação efetuadas pela ESA.

A ESA iniciou a sua atividade pelo diagnóstico inicial do SMAAA e estabelecimento dos programas pré-requisitos (PPR) ao nível da:

- Produção primária e origem da água;
- Conceção e disposição das instalações;
- Manutenção de equipamentos;
- Controlo de operação;
- Manutenção e higienização de componentes de equipamentos (por ex.: decantadores, filtros, cisternas de água);
- Controlo de pragas;
- Boas-práticas na linha de tratamento da água na AdA em que os procedimentos e práticas de manutenção foram otimizados em particular no que se refere a intervenções na linha de água (reparação de condutas e de equipamentos). Foi necessário proceder também à delimitação de zonas de acesso restrito e zonas onde é proibido comer, beber e fumar;
- Para a informação acerca do produto e de forma a desenvolver uma cultura de comunicação do risco foram estabelecidos canais de comunicação/informação com clientes, fornecedores e entidades responsáveis pela preservação da qualidade da água bruta, nomeadamente

Serviço de Proteção da Natureza e Ambiente (SEPNA) da Guarda Nacional Republicana e Administração Hidrográfica do Algarve (ARH) tendo sido ainda fornecido por estas duas últimas entidades, as potenciais fontes poluidoras para as bacias hidrográficas da região;

- Realização de ações de formação/sensibilização do pessoal (1hora/colaborador/ano), as quais são atualizadas periodicamente e sempre que entre um novo funcionário ou prestador de serviços.

Para cada um dos requisitos não atingidos totalmente foi necessário desenvolver um plano de ação (corretiva) para garantir o seu cumprimento na totalidade e que contempla variadas ações (por ex. condicionamento de zonas sensíveis ou de acesso restrito, melhorias dos sistemas de supervisão, etc.), plano esse que também inclui as atividades a desenvolver, os responsáveis por cada ação e os prazos de conclusão.

Fluxograma da ETA de Alcantarilha

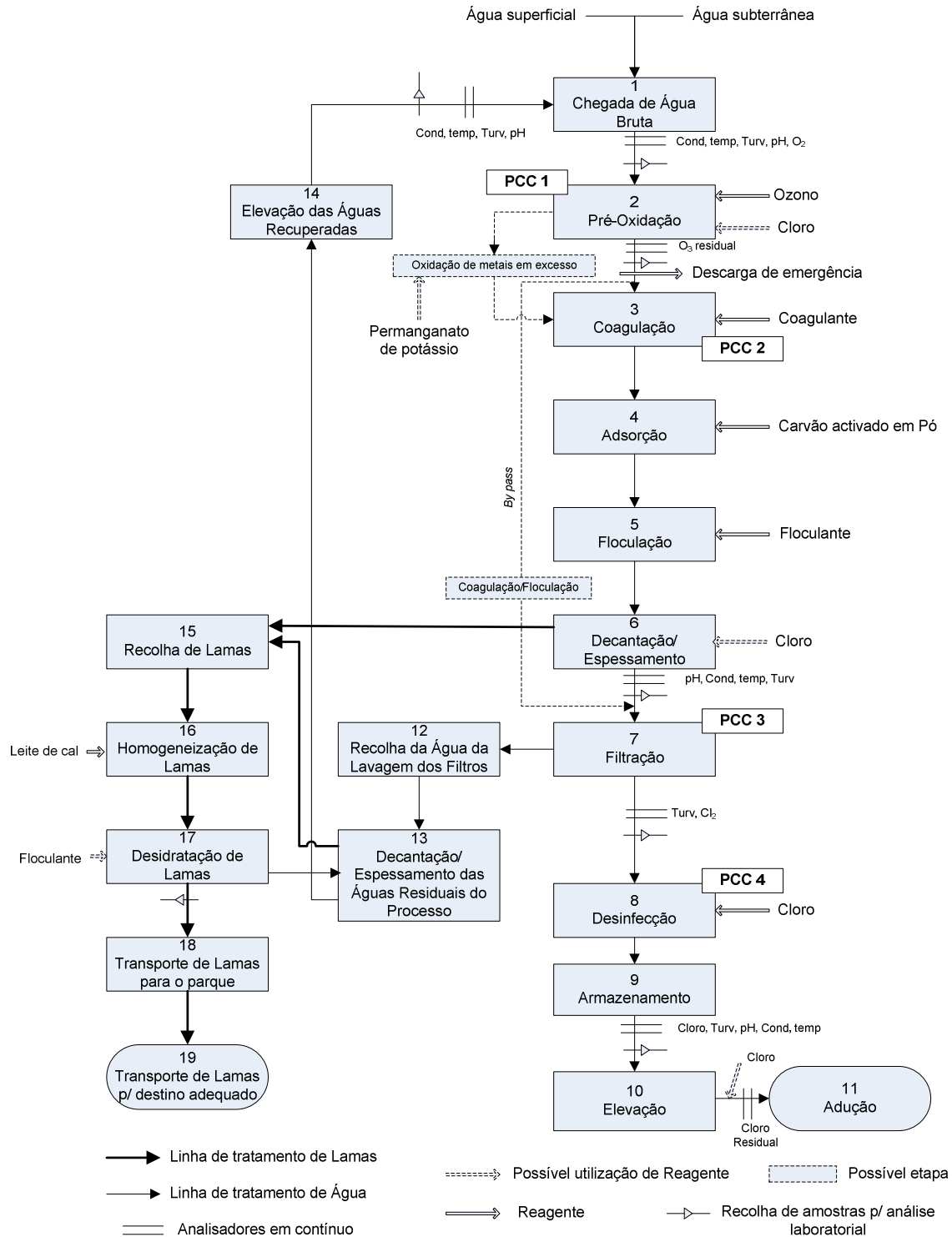


Figura 2.2 – Fluxograma de uma Estação de Tratamento de Água

Identificação e Avaliação de Riscos (3ª Fase)

Esta fase corresponde à avaliação do sistema, designadamente a identificação dos potenciais perigos ao longo da cadeia de abastecimento de água, o nível de risco associado a cada perigo, as medidas necessárias para controlar os riscos identificados e a confirmação de que se cumprem as normas e as metas estabelecidas.

Após o estabelecimento dos PPR foram identificados todos os potenciais perigos provenientes de origens de água, materiais de construção, materiais de manutenção, reagentes, equipamentos, ou que possam ser gerados durante os processos de tratamento e adução. Para cada perigo, foi identificada a causa provável da sua ocorrência (evento perigoso), foi avaliada a existência de medidas preventivas para inibir a sua ocorrência e foi efetuada a classificação em termos de severidade (S) para a saúde humana e probabilidade ou frequência histórica de ocorrência (P). Foram identificados cerca de 200 perigos dos quais 50 perigos são microbiológicos. Para cada um destes perigos expectáveis foi avaliada a probabilidade de ocorrência (P), por cada operação unitária de cada uma das quatro ETA e por cada etapa do Sistema de Adução que inclui dois subsistemas, sistema do barlavento e sistema do sotavento.

Dos 50 perigos microbiológicos identificados destacam-se as bactérias (*Escherichia coli*, *Mycobacterium* spp, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Enterococcus* spp), os vírus (*Hepatite A e E*, *Enterovírus*) e os protozoários (*Cryptosporidium parvum*, *Giardia* spp, *Toxoplasma gondii*, sendo que alguns destes constituem referenciais da OMS (WHO, 2011).

A escala de probabilidade de ocorrência é constituída por quatro níveis:

Severidade	Peso
Catastrófica	4
Grande	3
Pequena / Moderada	2
Insignificante	1

Quadro 2.1 – Escala de severidade

A atribuição do nível de probabilidade assenta, essencialmente, na frequência histórica de desvios ao limite de aceitação do perigo na água tratada. Sempre que não existem dados disponíveis da qualidade da água referentes a um determinado perigo, é utilizado um parâmetro indicador de modo a, ainda assim, se possa atribuir uma probabilidade de ocorrência (Costa et al., 2012)

A atribuição do nível de severidade foi efetuada inicialmente com base em informação bibliográfica, tendo sido recentemente e totalmente revista sob a coordenação dos responsáveis regionais de saúde pública que possuem o conhecimento relativo a doenças de origem hídrica (por exemplo, a febre tifoide causada por *Salmonella typhi*) (WHO, 2011).

O risco (R) foi estimado com base no produto da probabilidade (P) pela severidade (S), i.e.

$$R = P \times S$$

e pretende modelar o risco de ocorrência dos perigos na etapa em que são avaliados. Apenas os perigos com $R \geq 6$ são considerados como significativos e foram submetidos à árvore de decisão (Figura 2.3) para determinar quais os pontos críticos de controlo (PCC).

Foram desenvolvidos Planos HACCP para cada uma das ETA, assim como para o Sistema de Adução, onde para cada PCC identificado foram estabelecidos:

- Medidas de controlo específicas;
- Limites críticos e operacionais, devidamente validados;
- Sistemas de monitorização *online*;
- Medidas corretivas quando exista um desvio ao limite;
- Responsabilidades de registo, deteção e atuação.

Em média, e porque os perigos ocorridos em cada ETA são ligeiramente diferentes entre si devido às suas diferentes origens de água, encontram-se identificados 4 PCC por ETA e um PCC para o sistema de adução.

Todos os perigos submetidos à árvore de decisão (Figura 2.3) que não foram considerados PCC foram estabelecidos como parte do Plano de Pré-Requisitos Operacionais (PPRO). Estes PPRO foram, à semelhança dos Planos HACCP, criados para cada uma das ETA e Sistema de Adução. Nos PPRO, registam-se:

- Quais os perigos para a segurança da água para consumo humano a serem controlados;
- Quais as medidas de controlo;
- Os procedimentos de monitorização que demonstram que os PPRO estão implementados;
- As correções e as medidas corretivas a realizar, se a monitorização mostrar que os PPRO não estão sob controlo.

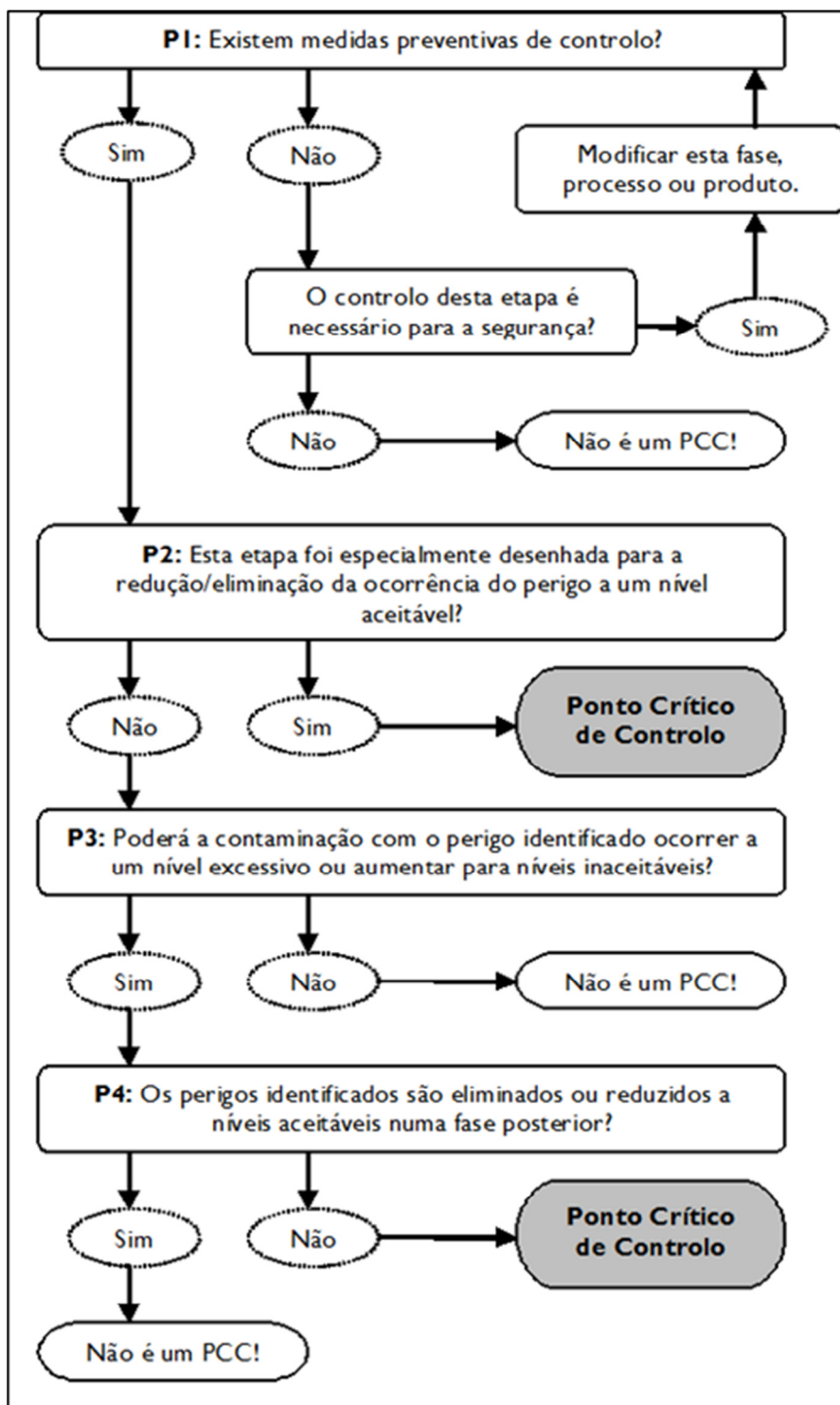


Figura 2.3 – Árvore de Decisão utilizada para determinação de PCC (CAC, 2004).

Estabelecimento de Programas de Pré-Requisitos Operacionais (PPRO) e Planos HACCP (4ª Fase)

Como se referiu anteriormente, todos os perigos submetidos à árvore de decisão (Figura 2.3) que não foram considerados PCC foram estabelecidos como parte do Plano de Pré-Requisitos Operacionais (PPRO). Estes PPRO foram, à semelhança dos Planos HACCP, criados para cada uma das ETA e Sistema de Adução. Mais uma vez, nos PPRO registam-se:

- Quais os perigos para a segurança da água para consumo humano a serem controlados;
- Quais as medidas de controlo;
- Os procedimentos de monitorização que demonstram que os PPRO estão implementados;
- As correções e as medidas corretivas a realizar, se a monitorização mostrar que os PPRO não estão sob controlo.

Medidas de Controlo

A validação das medidas de controlo na AdA, implicou dois conjuntos de ações: validar que as boas-práticas implementadas conduzissem à redução da ocorrência do evento perigoso e logo, do perigo para níveis aceitáveis; e validar que etapas críticas (PCC) de tratamento e de adução de água conduzissem à efetiva redução do perigo para níveis aceitáveis.

De modo a assegurar continuamente a eficácia das medidas de controlo implementadas, a AdA implementou duas estratégias. Por um lado, qualquer alteração de prática de operação e manutenção é devidamente acompanhada e verificada através de *checklist*, bem como monitorizada diretamente a presença do perigo na água ou através de indicadores, (como por exemplo, a turvação), de modo a evidenciar que a alteração da prática conduz à ausência ou à manutenção da ausência do perigo, durante um período de dois anos. Por outro lado, a recolha periódica dos dados operacionais relativamente ao cumprimento do PCC de cada etapa, permite evidenciar que o seu cumprimento (em tempo e valor) não conduz à ocorrência do perigo.

Quando ocorre violação de um PCC efetuam-se, sempre que possível, determinações laboratoriais aos parâmetros violados de modo a identificar a eventual presença do perigo acima do limite de

aceitação (pode ser efetuado através de indicadores). Caso não haja a ocorrência do perigo de forma sistemática, poderá ser revisto o PCC.

Sempre que ocorra a presença de um perigo acima do limite de aceitação, o risco (R) é reavaliado bem como a eficácia das medidas de controlo tomadas. Os riscos são priorizados através do valor unitário calculado do risco isto é, quanto maior for o valor numérico do risco, mais prioritária é a sua mitigação.

Todas as medidas de controlo estabelecidas são monitorizadas *online* através do sistema de supervisão e através de rondas de operação, sendo as mesmas controladas pelos operadores que estão de serviço em 3 turnos de 8 horas, ou seja, são monitorizadas em contínuo (24 horas).

Limites Críticos e Operacionais

Na generalidade, as ações corretivas estabelecidas para os limites definidos são adequadas para a redução dos perigos identificados. Para cada PCC são selecionadas as medidas de controlo existentes e as que serão estabelecidas, sendo definidos os respetivos limites operacionais (LO) e limites críticos (LC).

Os limites foram estabelecidos pela ESA, em conjunto com os responsáveis das áreas envolvidas, para garantir que o nível de aceitação do perigo para a segurança alimentar da água no ponto de entrega, não é ultrapassado. Por exemplo, para o perigo associado a *P. aeruginosa*, sendo a etapa pré-oxidação a etapa crítica para o controlo deste microrganismo, o limite crítico estabelecido foi o doseamento de reagente/tempo de doseamento, ou seja, a dose mínima de ozono (X) utilizada não poderá falhar pelo período de tempo (Y) (valores estabelecidos pelos responsáveis das áreas envolvidas e pela ESA). Relativamente aos limites operacionais, estes foram mais restritos (em termos de dose reagente/tempo de doseamento), do que os limites críticos estabelecidos e referidos acima.

Sistema de Monitorização e Validação

O sistema de monitorização inclui a validação das medidas de controlo e o estabelecimento de

procedimentos para demonstrar que o controlo é eficaz. O estabelecimento de limites críticos (LC) requer, complementarmente, a inclusão das ações corretivas necessárias quando as metas operacionais não estão a ser alcançadas.

A monitorização dos PCC é essencial para apoiar a gestão do risco, uma vez que permite demonstrar que a medida de controlo é eficaz e, no caso de ser detetado um desvio, podem ser executadas ações atempadas para evitar que as metas de qualidade da água fiquem comprometidas. Para que uma monitorização seja eficaz é importante estabelecer várias ações:

- O que vai ser monitorizado;
- Como será monitorizado;
- O momento ou frequência da monitorização;
- Onde será monitorizado;
- Quem efetuará a monitorização.

A monitorização de rotina baseia-se principalmente em observações dos dados dos EMM colocados *on-line* (por exemplo, a falha ou não do doseamento de reagentes como o cloro ou ozono) e testes indicadores da operação para alguns parâmetros (por exemplo, os valores de turvação ou de pH) do que em análises microbiológicas. A monitorização e as ações corretivas formam o sistema de controlo que assegura que não seja consumida água "não potável". As ações corretivas devem ser específicas e pré-determinadas sempre que possível, de modo a permitir a sua rápida implementação.

A avaliação periódica dos registos da monitorização é um elemento essencial do PSA, na medida em que o seu exame permite determinar se os controlos são adequados e também para demonstrar que o sistema de abastecimento de água cumpre as metas de qualidade da água.

Sempre que um PCC é classificado como fora de controlo, são tomadas medidas práticas para garantir a segurança alimentar do produto (neste caso, água para consumo humano), nomeadamente:

- (Re)colocar o processo/operação sob controlo;

- Ativar tratamento(s) alternativo(s), se aplicável com outros reagentes (por ex. na etapa de ozonização poderão ser utilizados os reagentes cloro ou ozono);
- Definir o destino a dar ao produto (eventualmente proceder à rejeição do produto);

Monitorização operacional do Processo de Tratamento

As etapas consideradas como PCC para as ETA, são a pré-oxidação, a coagulação, a filtração e a desinfecção (conforme Figura 1.3). Nestas etapas foram estabelecidas as medidas de controlo: na pré-oxidação, por exemplo, a medida de controlo é a quantidade de ozono doseado, sendo necessário controlar a concentração de ozono residual, de modo a evitar a ocorrência de *P. aeruginosa*, *Salmonella* spp., *E. coli* ou *Enterococcus* spp.

O processo de tratamento é acompanhado não só pelas rondas periódicas efetuadas pelos operadores, como em contínuo através do sistema de supervisão o qual permite a automação e supervisão do funcionamento de todo o sistema de captação, tratamento e distribuição de água, 24 horas/dia. Este sistema permite a ligação *on-line* à instrumentação, garantindo-se assim a fiabilidade dos resultados. Os dados obtidos pela instrumentação colocada em linha tem como principal objeto o controlo do processo de modo a possibilitar a avaliação da qualidade da água, nomeadamente o caudal de água a tratar e os valores medidos de, condutividade, turvação, pH e cloro, de modo a serem tomadas decisões relativas aos aumentos ou não de reagentes a introduzir em cada uma das etapas do processo. Estes valores são lidos e gerados informaticamente de modo a garantir a possibilidade da sua verificação em tempo real, tendo como principal objetivo a tomada de ações imediatas (Figura 2.4).

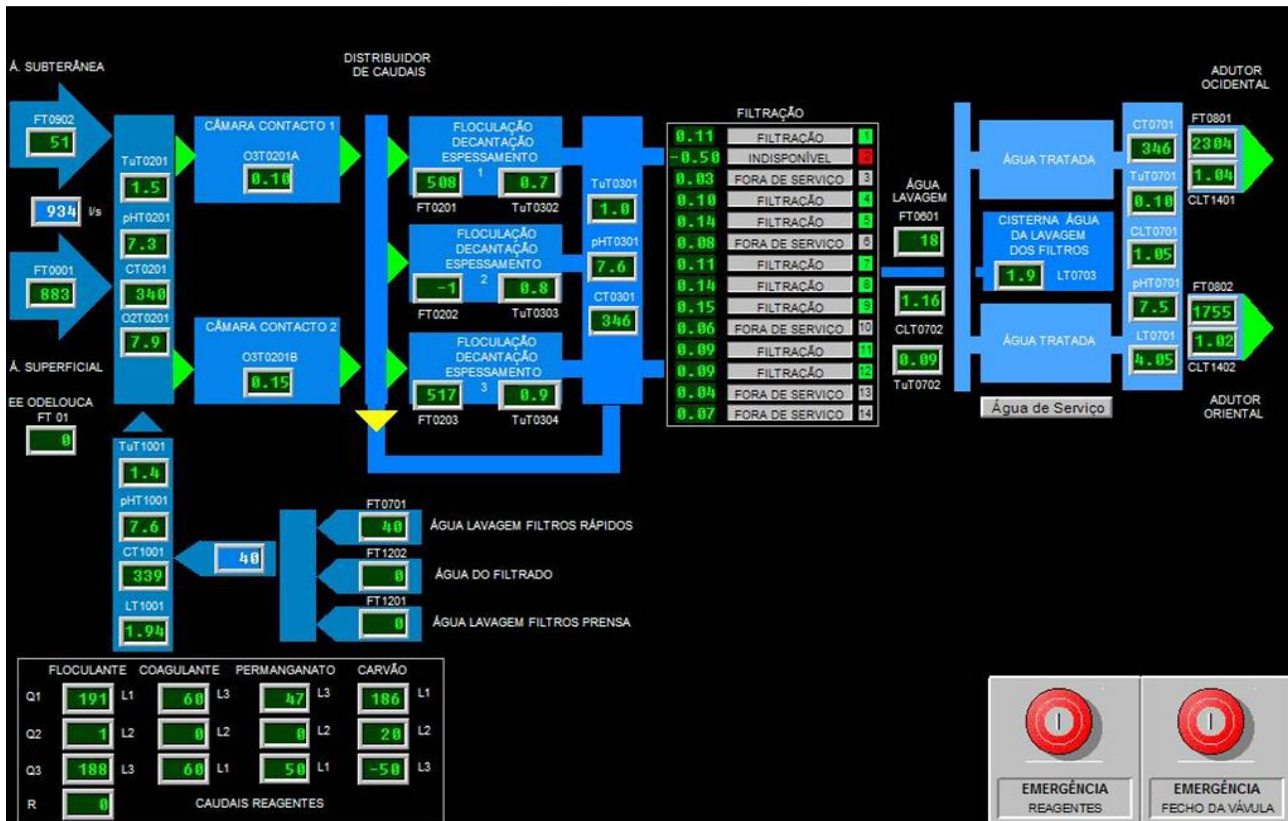


Figura 2.4 – Diagrama geral do sistema de supervisão com medições *on-line* de diversos parâmetros

Monitorização operacional do Sistema de Adução

Nos sistemas de adução, a etapa que é considerada como PCC é o Ponto de Recloração, visto que a rede de distribuição está dependente do processo de tratamento. Neste PCC foi definida como medida de controlo a determinação da concentração de cloro residual na água aduzida ao sistema em função do fator tempo residual de cloro na água aduzida, pois estes dois fatores determinam a quantidade de cloro residual necessário no sistema para que o perigo identificado possa encontrar-se sob controlo.

A rede de distribuição é monitorizada em contínuo através do sistema de supervisão, o qual tem ligação *on-line* à instrumentação verificada periodicamente, garantindo-se assim a fiabilidade dos resultados e a imediatidade no acesso aos resultados da monitorização da qualidade.

Planeamento das Atividades de Verificação e Auditorias (5ª Fase)

A existência de um procedimento formal de verificação e auditoria do PSA assegura que o plano está a funcionar adequadamente. Esta verificação envolve três atividades que são executadas simultaneamente. Essas atividades são:

- Monitorização da conformidade;
- Auditoria interna e externa das atividades operacionais;
- Procedimentos de gestão.

A verificação deve demonstrar que a conceção global e a operação do sistema são capazes de fornecer sistematicamente, água de qualidade cujos parâmetros avaliados (por exemplo, microrganismos) cumprem as especificações estabelecidas para atingir as metas de proteção da saúde definidas na legislação em vigor. Caso não cumpra essas metas, o plano de melhoria deverá ser revisto, aprovado e novamente posto em prática.

Monitorização da conformidade

De acordo com o DL n.º 306/2007, as entidades gestoras (por exemplo, AdA) são obrigadas a cumprir um Plano de Controlo da Qualidade de Água (PCQA), de modo a permitir a verificação da conformidade do produto (água) para consumo humano e a reportar os resultados na forma de edital aos seus clientes. O cumprimento destas obrigações é inspecionado pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR).

Para além dos parâmetros (microbiológicos) exigidos pela Lei (por exemplo, bactérias coliformes, *Clostridium perfringens*, *Enterococcus* spp e *E. coli*), e no âmbito do PSA da AdA, considerou-se necessário reforçar o Plano de Controlo Operacional Interno (PCOQA), designadamente aumentando a frequência das determinações/dos controlos microbiológicos e contemplando outros parâmetros microbiológicos que poderão ter impacto na saúde pública, como é o caso de *Cyanobacteria*, *Mycobacterium* spp, *Leptospira*, *P. aeruginosa*, *Toxoplasma gondii* ou *Salmonella* spp., de modo a verificar se a probabilidade de ocorrência destes se mantém.

Todos os perigos microbiológicos associados às etapas que foram consideradas como PCC, são verificados laboratorialmente (nos laboratórios internos da AdA) de forma a demonstrar que as medidas de controlo asseguram o cumprimento dos níveis de aceitação definidos.

Mecanismos de Auditorias Internas e Externas

De forma a garantir que o sistema de gestão é conduzido conforme planeado, foram desenvolvidos objetivos anuais com avaliação anual. Paralelamente, o funcionamento do sistema é verificado internamente pela ESA com periodicidade semestral. Nessa oportunidade, é avaliado o grau de cumprimento e eficácia dos PPR, do PPRO e do Plano HACCP. Esta verificação contempla desde a consulta de bibliografia atualizada para saber da existência de novos perigos, à avaliação/atualização dos níveis de aceitação, bem como à verificação da eficácia das medidas de controlo dos planos HACCP.

Para além desta verificação interna, são realizadas anualmente duas auditorias, sendo uma interna e outra externa mas ambas com auditores externos qualificados, as quais promovem a validação e melhoria contínua do PSA.

O PSA e a implementação da NP EN ISO 22000:2005 foram integrados no Sistema de Gestão Integrado da AdA, e o Plano de Emergência Interno foi atualizado de acordo com as novas necessidades associadas ao fornecimento de produto (água) seguro. Ainda no âmbito da resposta à emergência foi desenvolvido o sistema de rastreabilidade, quer do produto (água) quer dos reagentes utilizados no processo de tratamento no SMAAA. O sistema é baseado no *software EPANET* desenvolvido pela Agência Norte-Americana de Proteção Ambiental (*Environment Protection Agency* ou EPA) em 1993 (primeira versão do programa), cuja versão em português foi desenvolvida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Entretanto, já foram criadas novas versões pela EPA. O *EPANET* tem um ambiente gráfico integrado para editar os dados descritivos da rede e dos cenários a modelar, executar simulações hidráulicas e de qualidade da água, calibrar o modelo e visualizar os resultados em vários formatos (Figura 2.5). Os resultados incluem a possibilidade de examinar mapas da rede e resultados de acordo com códigos de cores, tabelas de dados, gráficos de séries temporais, perfis de condutas, frequências e outros, e ainda produzir relatórios específicos (energia, calibração e reação) (Costa et al., 2012).

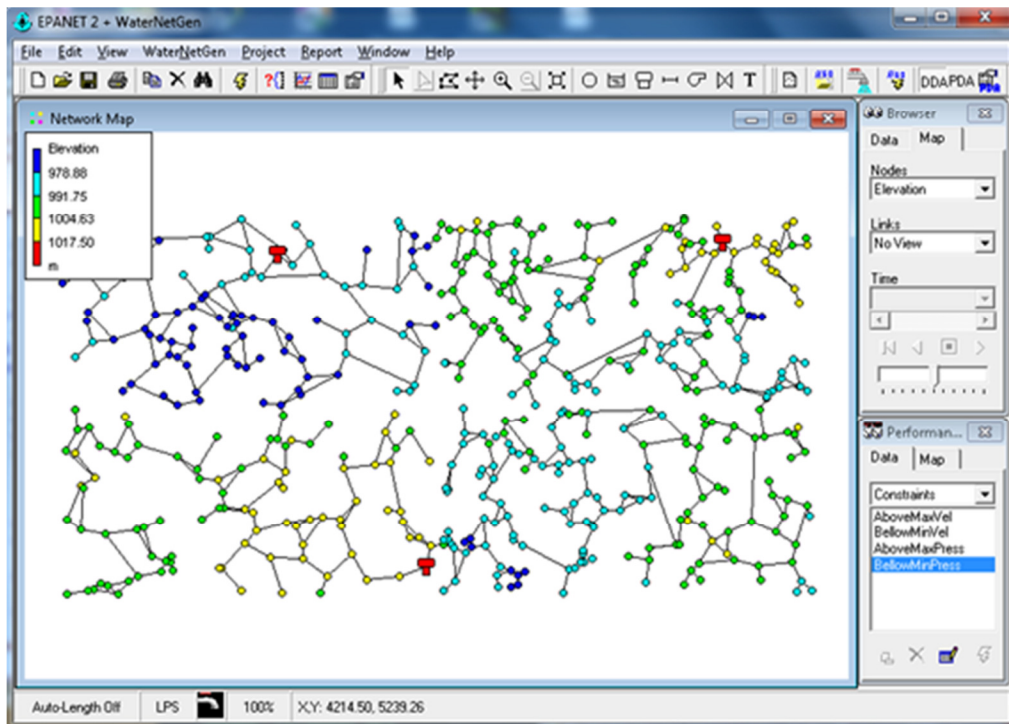


Figura 2.5 – Software EPANET (Fonte: EPA)

Com base no *EPANET* e nos tempos de retenção dos vários órgãos de tratamento e utilizando a folha de cálculo Microsoft® Excel, foi desenvolvido o sistema de rastreabilidade para as ETA, para o produto água e reagentes utilizados no processo de tratamento, de modo a ser possível identificar em que local se encontra determinado “lote” de reagente ou do produto (água) no SMAAA.

Procedimentos de Gestão

Fazem parte integral do PSA procedimentos de gestão claros que documentam as ações a executar quando o sistema se encontra a funcionar em condições normais (procedimentos operacionais normalizados) e quando o sistema se encontra a funcionar em situações de "incidente" (ações corretivas). Os procedimentos são atualizados sempre que necessário, e especialmente na implementação do plano de melhoria e nas revisões dos incidentes, emergências e "quase acidentes".

Os procedimentos de gestão para as condições normais e de incidente/emergência compreendem:

- As ações de resposta;
- A monitorização operacional;

- As responsabilidades da entidade gestora de serviços públicos e outras entidades interessadas;
- Os protocolos e estratégias de comunicação, incluindo os procedimentos de notificação e as informações de contato do pessoal;
- Um plano de comunicação para alertar e informar os utilizadores da água e outras entidades envolvidas (por exemplo, serviços de emergência);
- Um programa para examinar e alterar a documentação quando necessário;
- Planos para providenciar e distribuir água em situações de emergência.

A prática de estabelecer, por exemplo, os procedimentos operacionais e manter os registos resultantes da operação já era anterior ao PSA, todavia nesta oportunidade otimizaram-se os procedimentos/registos existentes e foram criados outros que se julgaram necessários. Todo o PSA está formalizado em procedimentos:

- De carácter operacional (por exemplo, a descrição do modo de operação da ETA);
- De suporte (por exemplo, o Plano de Segurança da Água - Metodologia para a definição, implementação e manutenção do PSA);
- De comunicação, tendo em conta a segurança do produto (água).

Relativamente aos registos, otimizaram-se os existentes e optou-se por realizar ações de sensibilização interna, para explicar a importância de registar convenientemente a informação necessária para ser possível rastrear todo o processo de tratamento ou adução de água (por exemplo, no seguimento de “Falha de Cloro” – deverá ser registado valor de cloro residual, com a hora exata, o tempo que esteve em falha, com o local exato, qual o equipamento “em falha”, qual o equipamento medição e monitorização (EMM) associado e o responsável pelo registo).

Capítulo 3. Metodologia

Todos os dados existentes na AdA relativamente à qualidade microbiológica da água foram compilados (por infraestrutura e por etapas) e tratados estatisticamente (nº análises/nº violações, para cada parâmetro e para cada etapa) de modo a conhecer a frequências de ocorrências, sazonalidade e casos excepcionais.

Foram comparados todos os resultados de análises obtidos desde 2005 com os limites estabelecidos tanto na legislação em vigor como na restante bibliografia (por exemplo, OMS) e efetuada a sua classificação em percentagens de modo a ser possível caracterizar a probabilidade de ocorrência de cada um dos parâmetros para cada uma das etapas e cada um dos sistemas.

Estes dados foram cruzados com dados de origens de água bruta disponibilizados por outras partes interessadas e enriquecidos com dados da instrumentação em linha, principalmente para avaliação do desempenho das etapas de tratamento. Anualmente, esta base de dados é atualizada, de modo a manter um histórico de dados mais próximo possível da atividade real, ou sempre que há alterações de origens de água ou de processos.

Tendo como base os objetivos estipulados com a implementação dos PSA, apresentam-se também, os resultados de vários inputs (por exemplo, custos com determinações laboratoriais, descarga de água potencialmente não segura, EMM, n.º NC da qualidade da água e resultados das auditorias ao sistema, relativos ao período pós-implementação do PSA em análise, 2007-2011).

Capítulo 4. Análise dos resultados

O desenvolvimento e a implementação de um PSA e da certificação de acordo com a NP EN ISO 22000:2005 em qualquer organização, só serão possíveis se existir um compromisso efetivo da gestão de topo que assegure a disponibilidade dos recursos necessários, compromisso que se verificou e se verifica na AdA.

Para além dos benefícios quase imediatos da redução da probabilidade de ocorrência de eventuais problemas de saúde pública provocadas por água contaminada, têm sido diversos os benefícios obtidos pela AdA com a implementação do PSA. No entanto, e como seria expectável dada a dimensão do projeto, foram enfrentadas algumas dificuldades e consequentes desafios.

AVALIAÇÃO DO RISCO PARA OS PERIGOS MICROBIOLÓGICOS

No Quadro 4.1 descrevem-se, a título de exemplo, alguns dos parâmetros microbiológicos expectáveis que foram submetidos a avaliação no âmbito do sistema de gestão de segurança da água para uma ETA do sistema. De uma análise global aos perigos identificados e à avaliação do respetivo risco, de forma a permitir um controlo eficaz dos perigos microbiológicos na água para consumo humano, a ESA constatou que a etapa de pré-oxidação se revela crucial para o controlo de alguns microrganismos, nomeadamente *Leptospira*, *Salmonella* spp, *E. coli*, *Mycobacterium* spp, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* spp e *Enterovírus*.

A posterior etapa de filtração é, por seu lado, essencial para o controlo de *Toxoplasma gondii* e *Cyanobacteria*. No entanto, e de acordo com as probabilidades analisadas nas diversas etapas, constatou-se que existem perigos que necessitam de mais do que uma etapa de tratamento de forma a permitir o seu controlo como é o caso de *Clostridium perfringens* (Quadro 4.1). Assim, e para controlo desses microrganismos, foram identificados como PCC das ETA, as seguintes etapas: Pré-Oxidação, Coagulação, Filtração e Desinfeção.

É importante referir que, dos perigos classificados pelo Centro Regional de Saúde Pública com severidade (ver Quadro 2.1) mais elevada (de 1 a 4 foi classificado com 3) (nomeadamente *Hepatite A e E*, *Acanthamoeba*, *Naegleria fowleri* e *Vibrio cholerae*), a sua probabilidade de ocorrência nas águas brutas das ETA da AdA são bastante baixas, sendo estes controlados nos PPRO.

Identificação do perigo		Medidas Preventivas e/ou de Controlo	Etapa	Avaliação do risco			Árvore de decisão					Notas	
Perigo	Causa			Severidade	Probabilidade	Resultado	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	PCC?		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Encontrado numa grande variedade de ambientes. Biofilmes	Informação de descargas de águas residuais. Pré Oxidação. Filtração. Desinfecção final com cloro. Desinfecção periódica dos orgãos de tratamento de água para prevenir formação de biofilmes.	1 - Chegada Água Bruta	2	4	8	S	N	S	S	Não é PCC	Probabilidade 4 devido ao histórico. O perigo pode aumentar para níveis inaceitáveis pois é encontrado numa grande variedade de ambientes, não controláveis. O perigo é eliminado na etapa 2. Reavaliação na Etapa 2.	
			2 - Pré-Oxidação		4	8	S	S	-	-	PCC	Esta etapa controla o perigo.	
			3 - Filtração		-	-	-	-	-	-	-	-	-
			4 - Desinfecção		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salmonellas spp.</i>	Amplamente distribuído pelo meio ambiente. Contaminações por águas residuais domésticas, pecuárias e por animais selvagens.	Informação de descargas de águas residuais. Instalação de novas indústrias. Pré-oxidação. Filtração. Desinfecção final com cloro.	1 - Chegada Água Bruta	2	3	6	S	N	S	S	Não é PCC	Probabilidade 3 devido ao histórico. Pela análise dos resultados o perigo pode aumentar para níveis inaceitáveis. O perigo é eliminado na etapa 2. Reavaliação na Etapa 2.	
			2 - Pré-Oxidação		3	6	S	S	-	-	PCC	Esta etapa controla o perigo.	
			3 - Filtração		-	-	-	-	-	-	-	-	-
			4 - Desinfecção		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterovirus</i>	Descarga de águas residuais domésticas. Ocorrência associada a fenómenos de precipitação elevada	Informação de descargas de águas residuais. Monitorização dos episódios de precipitação elevada. Pré-oxidação. Desinfecção final com cloro.	1 - Chegada Água Bruta	2	2	4	-	-	-	-	-	Reduzida probabilidade de descarga de águas residuais na bacia hidrográfica.	
			2 - Pré-Oxidação		-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3 - Filtração		-	-	-	-	-	-	-	-	-
			4 - Desinfecção		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clostridium perfringens</i>	Flora intestinal de animais	Informação de instalação de novas indústrias - Pré-oxidação. Filtração. Desinfecção final com cloro	1 - Chegada Água Bruta	3	4	12	S	N	S	S	Não é PCC	Pela análise dos resultados, o perigo pode aumentar para níveis inaceitáveis. O perigo poderá ser controlado na etapa de pré-oxidação. Reavaliação na Etapa 2.	
			2 - Pré-Oxidação		4	12	S	S	-	-	PCC	Esta etapa não controla o perigo 100%. Esta etapa carece de optimização em caso de ocorrência na Etapa 1. Reavaliação na Etapa 3.	
			3 - Filtração		2	6	S	N	N	-	-	Não é PCC	Poderá existir recontaminação uma vez que os orgãos a céu aberto estão susceptíveis à contaminação por animais selvagens (ex: aves). Reavaliação na Etapa 4.
			4 - Desinfecção		2	6	S	S	-	-	PCC	Esta etapa controla o perigo em 100%.	

Quadro 4.1 – Resumo da avaliação no âmbito do sistema de gestão de segurança da água de uma ETA para parâmetros microbiológicos expectáveis

INDICADORES DA EFICÁCIA DO SISTEMA DE GESTÃO

A monitorização da eficácia de qualquer sistema de gestão é complexa, assentando no cumprimento de metas e objetivos estabelecidos, bem como nos resultados das ações de auditoria realizadas. Este mecanismo clássico de verificação dos resultados pode, por vezes, não ser suficiente para evidenciar os benefícios da implementação do PSA. Com o acompanhamento do sistema de gestão da segurança alimentar da AdA, no âmbito da NP EN ISO 22000:2005, nomeadamente os PPR, PPRO e Plano HACCP, é possível aferir periodicamente os resultados das ações implementadas pela análise do grau de cumprimento de cada um dos pontos, corrigindo as estratégias e facilitando o ciclo de melhoria contínua.

Desde o início da implementação do PSA na AdA (em 2006), foi colocado como objetivo paralelo à melhoria do desempenho da AdA em termos de qualidade e segurança da água fornecida, a introdução de eventuais ganhos de eficiência nas áreas associadas à monitorização e controlo da qualidade da água tratada e fornecida aos municípios.

No que se refere à melhoria do desempenho da AdA em matérias de qualidade e segurança da água fornecida, verificou-se entre 2006 e 2009 uma redução substancial do número de não-conformidades (NC) totais na água tratada e fornecida num ciclo de crescimento de volume de água entregue (de 22 NC em 2006 para 12 NC em 2009).

Simultaneamente, foi possível introduzir ganhos de eficiência em áreas de monitorização e controlo da qualidade da água, nomeadamente a redução da frequência da execução de alguns parâmetros previstos legalmente no PCQA, com consequente redução de custos associados (Figura 4.1) e a redução do número total de determinações laboratoriais previstas, entre 2006 e 2009, para as ETA em cerca de 18% de determinações microbiológicas por ETA e de 24% de determinações daquele tipo por ponto de entrega e reservatório do sistema de adução. Na Figura 4.1 não foram tidos em conta os custos relativos ao ano de 2011, devido ao fato deste indicador não ter sido contabilizado nos objetivos desse mesmo ano. Não existem valores para 2013 e os valores relativos a 2012 (ainda sem verificação contabilística) foram disponibilizados recentemente. De qualquer forma, os custos com análise laboratoriais parecem ter estabilizado em cerca 10-15% do total anual.

No que se refere ainda à eficácia do sistema de gestão do PSA, durante o ano 2010 foi diagnosticada a relevância do contributo dos EMM *on-line* da qualidade da água associados ao sistema de adução do SMAAA. Definiu-se o conjunto de EMM que poderiam ser retirados do sistema por serem pouco ou não-relevantes para o desempenho da AdA (por exemplo, EMM de cloro, turvação, pH e oxigénio), tendo em conta o histórico da sua utilização e a triangulação entre análises laboratoriais, restantes EMM e avaliação do risco de modo a garantir a qualidade e segurança da água em qualquer momento e local do SMAAA (Figura 4.2).

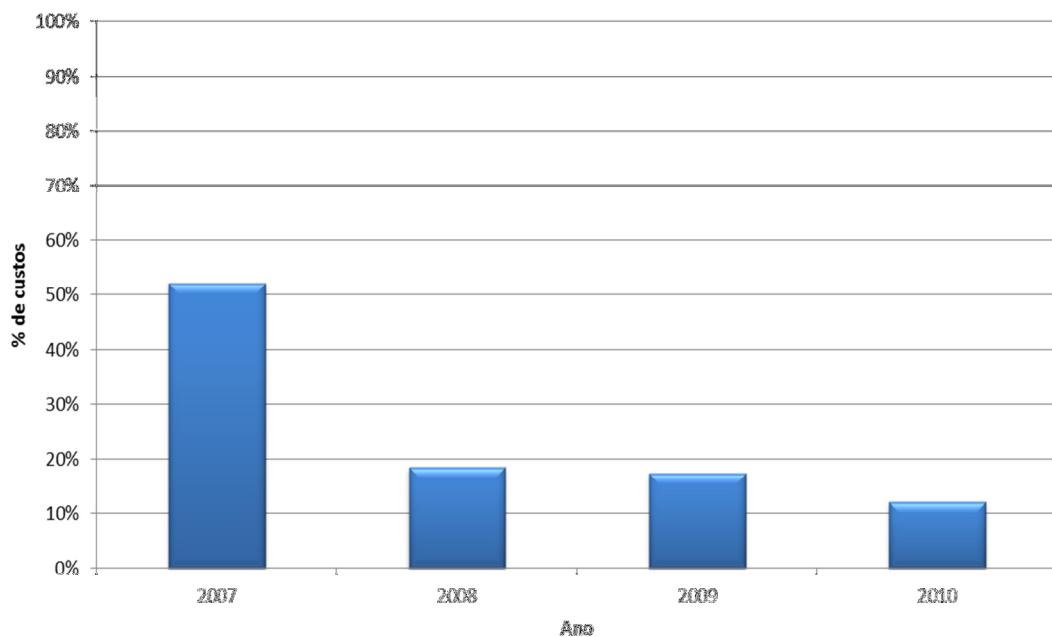


Figura 4.1 – Percentagem de custos com análises laboratoriais relativamente ao total anual de custos (2007-2010).

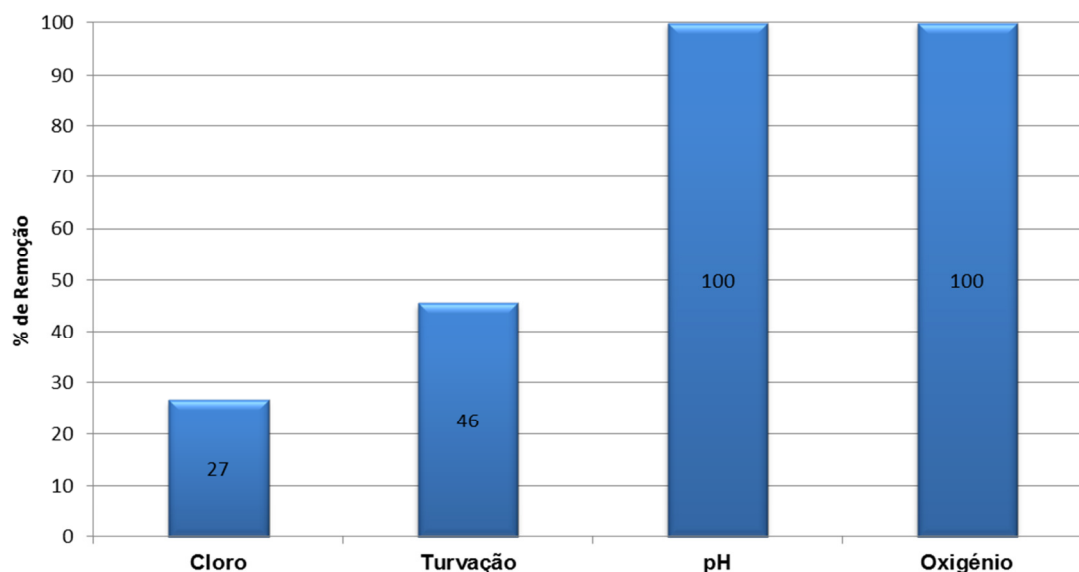


Figura 4.2 – Percentagem de remoção dos EMM no âmbito do PSA (em 2010).

Tendo em consideração a análise anterior, julgou-se que a adoção das medidas introduzidas resultou em ganhos de eficiência significativos, dada a redução combinada de 56% do número de EMM em utilização (redução de 27% dos EMM de cloro, 46% dos EMM de turvação e 100% dos EMM de pH e oxigênio) no SMAAA e consequente redução dos custos associados a tarefas de manutenção, sem perda da qualidade e segurança do serviço prestado.

Da totalidade de desvios ocorridos no sistema de tratamento e adução de água da AdA no período estudado, encontram-se representadas na Figura 4.3 as percentagens de desvios microbiológicos registados e as percentagens de desvios microbiológicos ocorridos no âmbito do Plano HACCP (por exemplo em termos de PCC).

Desde a implementação do PSA que a ESA tem vindo a monitorizar os valores da qualidade microbiológica da água, da captação até à entrega ao cliente. A Figura 4.3 evidencia a percentagem de desvios ocorridos no sistema desde 2007 até 2011. No entanto, e por não constarem nos objetivos do PSA, não se contabilizaram os PCC nos anos de 2007 e 2008. Dos parâmetros microbiológicos analisados, os resultados que deram origem a incumprimentos e que constituem um PCC de 2009 a 2011 incluíram *Cyanobacteria* (33,3%), *Salmonella* spp (26,7%), *Salmonellas typhi* (13,3%), *Clostridium perfringens* (13,3%), *P. aeruginosa* (6,7%) e *S. aureus* (6,7%) (Figura 4.4).

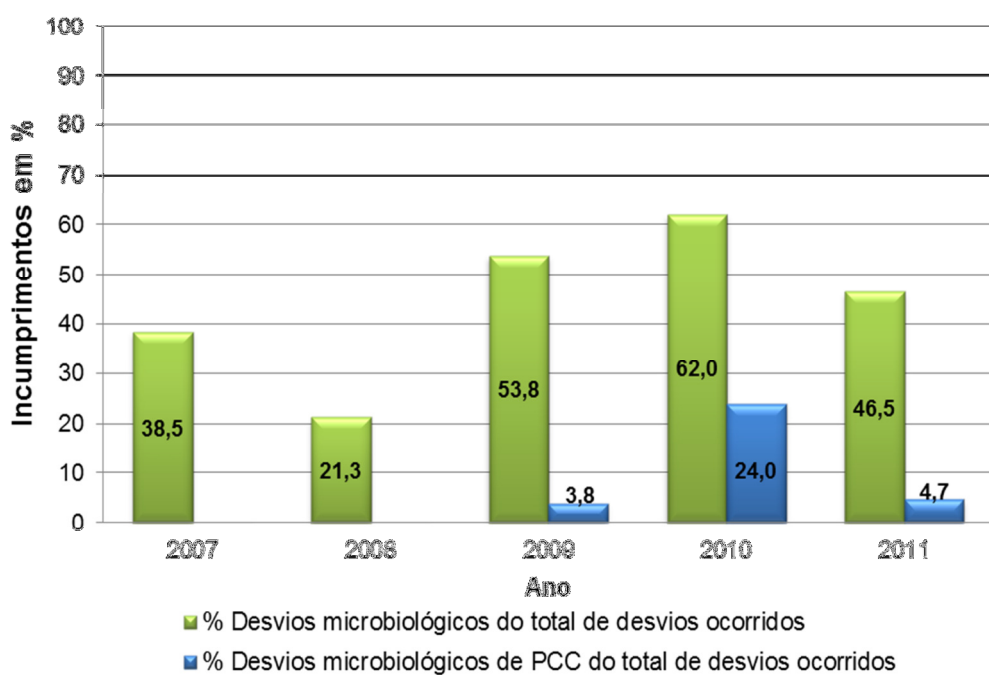


Figura 4.3 – Percentagem de desvios relativamente à qualidade microbiológica da água no sistema de tratamento e adução no âmbito do Plano HACCP.

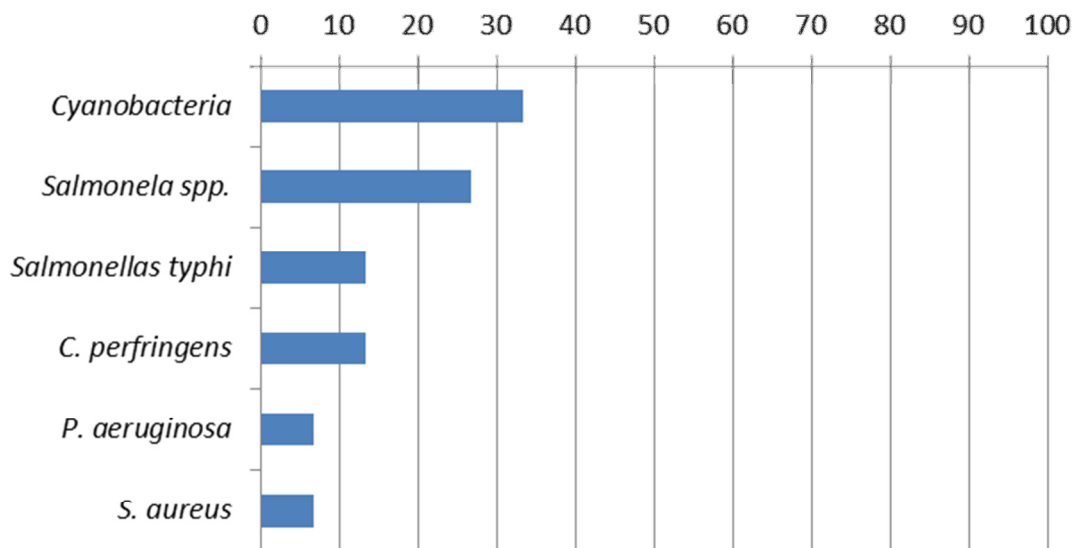


Figura 4.4 – Percentagem de desvios relativamente à qualidade microbiológica da água no sistema de tratamento e adução, e no âmbito do Plano HACCP.

Verifica-se (cf. Figura 4.3) que no ano 2010 houve um acréscimo de desvios aos parâmetros controlados no âmbito do Plano HACCP. Este acréscimo deveu-se essencialmente à degradação da qualidade de água bruta verificada nesse ano, consequência certamente de fenómenos de precipitação intensa e continuada na região do Algarve, que provocaram um aumento generalizado nos valores de turvação (em NTU) da água bruta (Figura 4.5). Tipicamente o crescimento de bactérias em suspensão traduz-se num rápido aumento da turvação, razão pela qual este parâmetro é um excelente indicador da presença destes microrganismos na água.

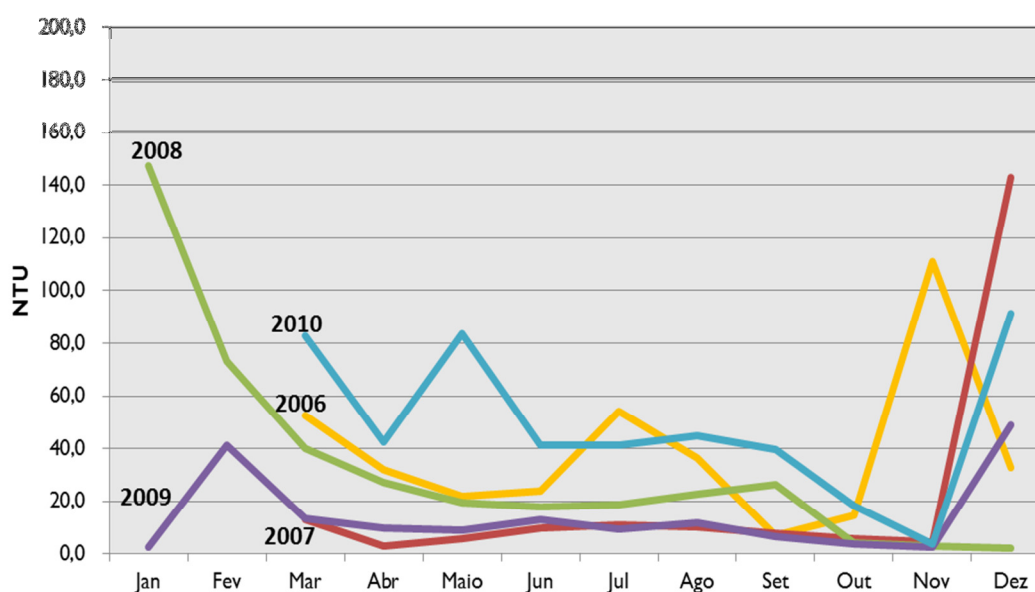


Figura 4.5 – Representação da média mensal de turvação (NTU) na água bruta de uma ETA (2006- 2010).

Tendo como *input* os desvios ocorridos à qualidade da água dos parâmetros microbiológicos controlados no âmbito do Plano HACCP e a avaliação da severidade pelo CRSP, a ESA efetuou em 2012 a revisão das matrizes de identificação e avaliação de perigos, e consequentemente a atualização dos mesmos Planos de HACCP de cada uma das ETA's. No entanto, para cada um dos requisitos não atingidos totalmente e de forma a minimizar o risco de ocorrências, foram elaborados planos de ação para cada um dos perigos identificados, e para cada uma das ETA do sistema da AdA, nos quais se estabeleceram as atividades a desenvolver, os responsáveis por cada ação e os prazos de conclusão.

De referir que os 3,8% de desvios aos PCC registados no ano 2009 corresponderam a 1 desvio microbiológico, os 24% de desvios registados no ano 2010 corresponderam a 12 desvios microbiológicos, e os 4,7% corresponderam apenas a 2 desvios microbiológicos do total de desvios registados (químicos e microbiológicos).

As descargas de água de produto potencialmente não-seguro, são um bom indicador da eficácia do PSA, uma vez que na presença de produto (água) potencialmente não-seguro ocorre a descarga imediata de água. Na Figura 4.6 apresenta-se, desde a implementação dos referenciais de qualidade em 2007, a evolução do volume de água descarregado anualmente. O volume de água descarregado no ano de 2010 contraria a tendência de acentuada diminuição observada nos anos de 2008 e 2009 e deverá estar associado à degradação da qualidade de água bruta verificada no ano de 2010, devido a fenómenos de precipitação intensa na região do Algarve, que provocaram um aumento generalizado nos valores de turvação da água bruta, conforme mencionado anteriormente. Em 2011, parece retomar-se a tendência de diminuição água descarregada.

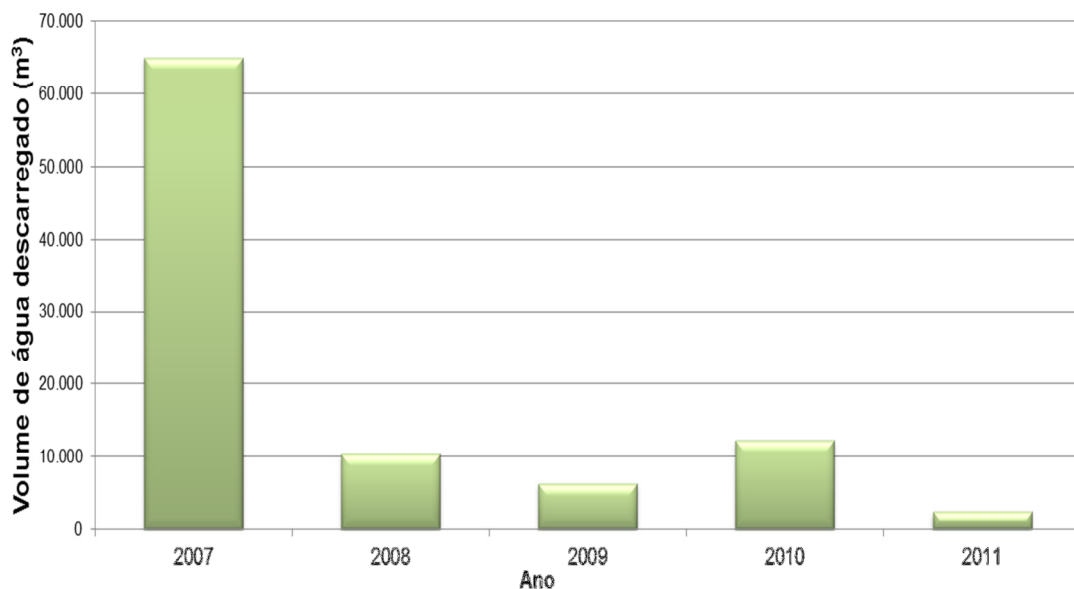


Figura 4.6 – Volume de água rejeitado/d Descarregado anualmente (fonte: AdA)

Por outro lado, apesar de se registar um número importante (>90%) de desvios aos limites operacionais desde o ano de 2007, apenas um pequeno número evoluiu para desvios aos limites críticos (<10%) (Figura 4.7). Mais, a frequência de desvios aos limites críticos tem vindo a diminuir substancialmente desde a implementação do PSA em 2007 (0% em 2011). Este resultado está, certamente, relacionado com a eficácia dos mecanismos de alerta-resposta implementados a propósito do PSA.

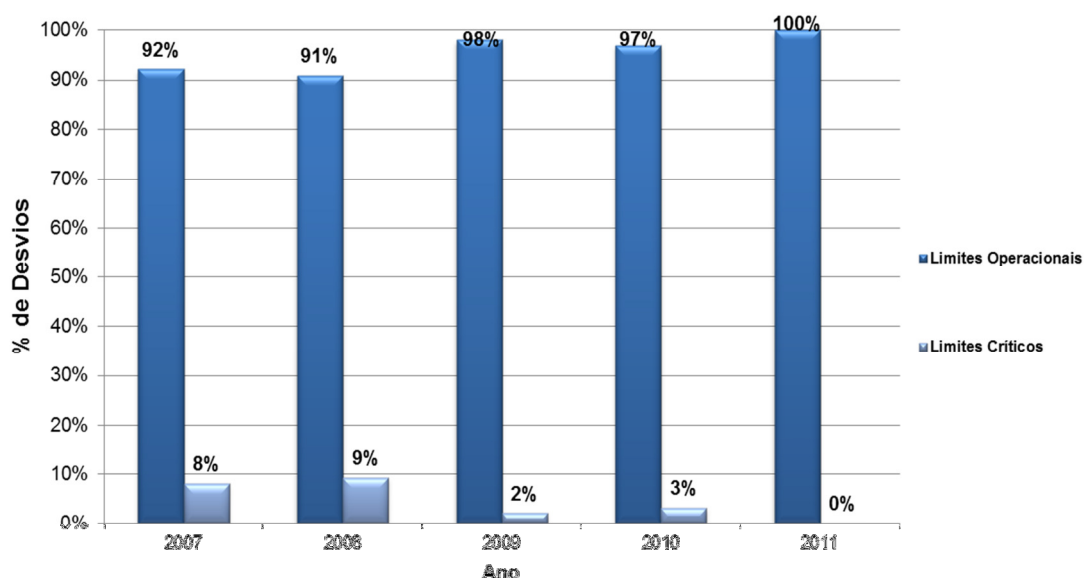


Figura 4.7 – Desvios anuais desde a implementação do PSA em 2007 aos limites operacionais e críticos do Plano de HACCP.

Na Figura 4.8 apresenta-se a razão entre o número de não-conformidades (NC), avaliadas no âmbito do PCQA e/ou PCOQA, e o volume de água faturado (em 10^6 m^3), desde o ano de 2006 até 2011. O volume faturado após a implementação do PSA, entre 2007 e 2011, foi claramente superior àquele registado em 2006 antes da implementação do PSA. No período 2006-2011, a razão NC/Volume diminuiu de 0,13 (PCQA) e 0,36 (PCQA e PCOQA) em 2006 para 0,02 (PCQA) e 0,32, respetivamente, em 2011. O aumento na razão NC/Volume em 2010, quando comparado com o ano de 2009, deverá ter estado associado à degradação da qualidade da água bruta verificada no ano de 2010, devido a fenómenos de precipitação intensa na região do Algarve, que provocaram um aumento generalizado nos valores de turvação da água bruta. Apesar do resultado obtido no ano de 2010 contrariar ligeiramente a tendência para decréscimo da razão NC/Volume observada desde 2006, salienta-se que tanto

ao nível do PCQA como do PCOQA, tem-se vindo a verificar um ganho de eficiência a este nível.

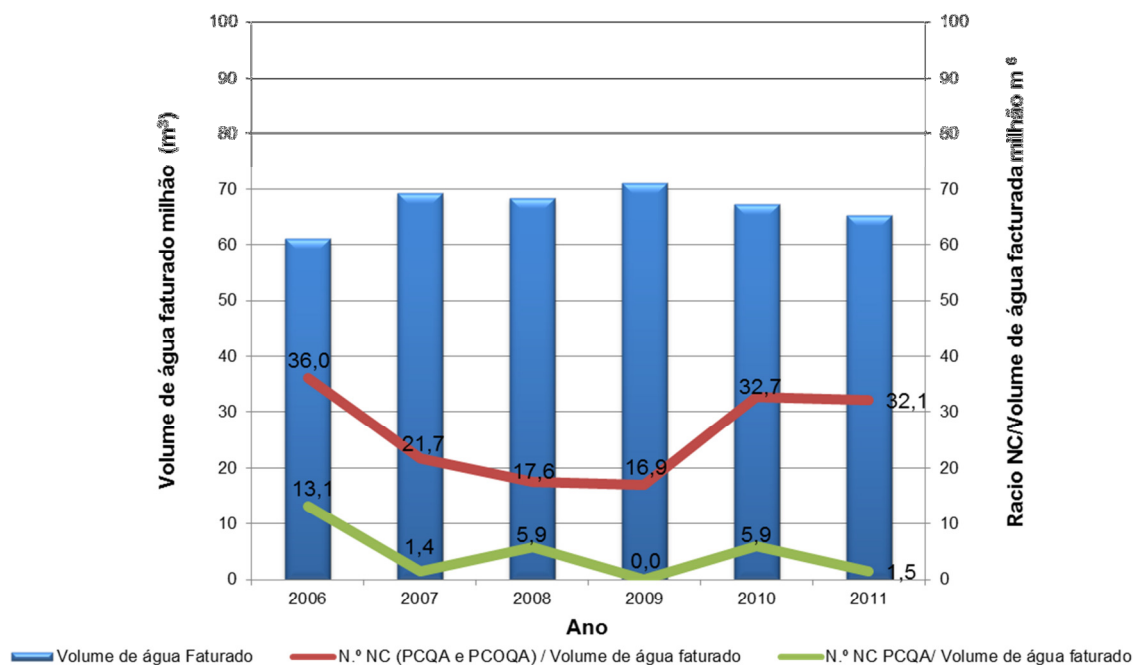


Figura 4.8 – Representação anual do *ratio* de NC à lei (PCQA e PCOQA), pelo volume de água faturado desde o ano de 2006 até 2011. Em 2006 foi iniciada a implementação o PSA.

RESULTADOS DE AUDITORIAS

De todas as NC registadas nas auditorias realizadas ao SGSA da AdA de acordo com o referencial NP EN ISO 22000:2005 desde 2006 a 2011, foram registadas 97 NC. Todavia, todas têm ações corretivas definidas. Das 97 NC apenas 12 (12,4%) se encontram com as ações corretivas em curso, sem que se encontrem totalmente implementadas, e 73 NC encontram-se totalmente implementadas e fechadas.

Tendo em consideração os requisitos da NP EN ISO 22000:2005 associados a cada NC, foram avaliados os desvios por grupo de requisito da norma (Quadro 4.2). Adotando o diagrama de Pareto como ferramenta (da qualidade) (Ramos-Pires, 2004; Tague, 2005) para a análise dos dados do Quadro 4.2 e o critério da frequência acumulado de ocorrência igual a

80%, constata-se que os grupos de requisitos com maior influência são, claramente, o grupo 7-Planeamento e Realização de Produtos Seguros, e o 8-Validação, Verificação e Melhoria e, eventualmente, o 5-Responsabilidade da Gestão (Figura 4.9). Mais especificamente, identificaram-se os requisitos com maior número de desvios até ao ano de 2011 (Quadro 4.3).

Grupo de requisitos (<i>sensu</i> NP EN ISO 22000:2005)	Frequência relativa de Ocorrência (%)
7 – Planeamento e Realização de Produtos Seguros	49
8 - Validação, Verificação e Melhoria	21
5 – Responsabilidade da Gestão	14
4 – Sistema de Gestão de Segurança Alimentar	9
6 – Gestão de Recursos	7

Quadro 4.2 – Frequência relativa de ocorrência de não-conformidades por grupo de requisito da NP EN ISO 22000:2005.

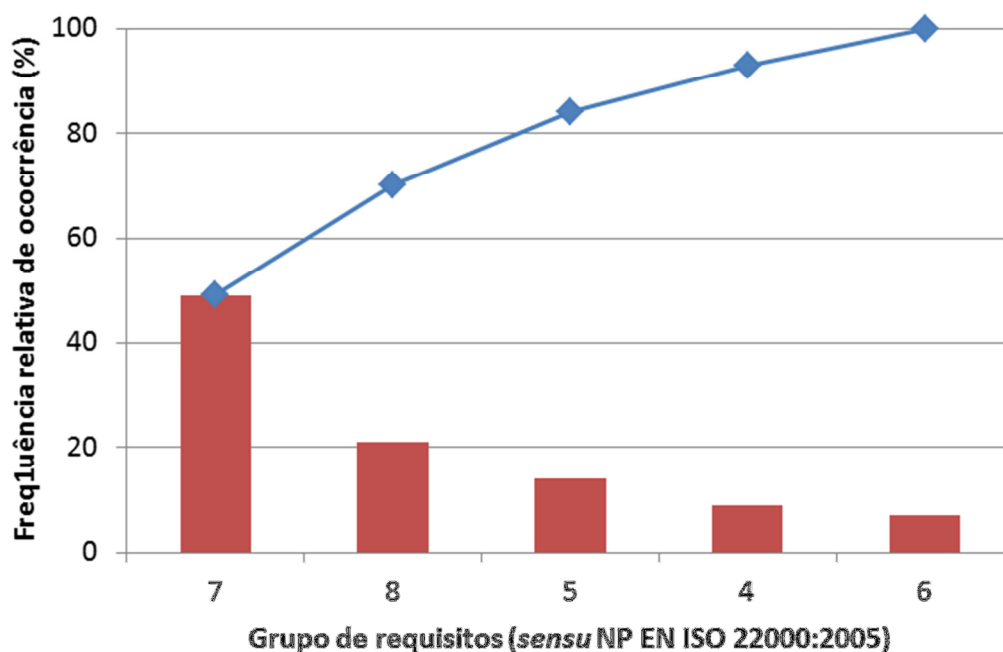


Figura 4.9 – Diagrama de Pareto para os dados relativos à frequência de ocorrência de NC (no período 2006-2011) por grupo de requisitos descritos na NP EN ISO 22000:2005.

Requisito (sensu NP EN ISO 22000:2005)	Frequência relativa de Ocorrência (%)
7.10 - Planeamento e Realização de Produtos Seguros - Controlo da Não Conformidade	18
7.2 - Planeamento e Realização de Produtos Seguros – Programa de Pré-Requisitos (PPR's)	10
6.2 - Gestão de Recursos - Recursos Humanos	7
8.3 - Validação, verificação e melhoria de gestão segurança alimentar - Controlo da Monitorização e Medição	7
4.2 - Sistema de Gestão da Segurança Alimenta	6
8.4. - Validação, verificação e melhoria de gestão segurança alimentar	6

Quadro 4.3 – Frequência relativa de ocorrência de não-conformidades por requisito da NP EN ISO 22000:2005

Atendendo aos dados disponíveis (Quadros 4.2 e 4.3), verifica-se uma incidência relevante de NC associadas ao Grupo 7 de requisitos (Planeamento e Realização de Produtos Seguros-Controlo da Não-Conformidade). Esta análise coincide com os resultados obtidos nas ações de verificação da ESA, evidenciando que ainda há espaço para melhoria neste grupo de requisitos, nomeadamente no que se refere à clarificação de procedimentos operacionais, e complementarmente na melhoria dos procedimentos de validação de práticas (Grupo 8 de requisitos da NP EN ISO 22000:2005).

Capítulo 5. – Considerações finais

A certificação AdA no âmbito da NP EN ISO 22000:2005 permitiu a validação, por organizações independentes, do PSA previamente implementado. A associação dos princípios do PSA aos programas de pré-requisitos assegura um controlo eficaz dos perigos identificados, focando nos que são críticos que é crítico e mantendo um controlo e abordagem global ao sistema. Das diversas dificuldades que foram identificadas durante a implementação dos referenciais, e que advêm principalmente do número reduzido de experiências no setor, apresentam-se aquelas que consideramos mais relevantes, quer pelo desafio que constituem/constituíram quer pela sua significância para o PSA. Destacam-se também alguns dos benefícios obtidos para os requisitos específicos do PSA.

A alocação de recursos humanos para a ESA foi definida pela Administração da AdA, em conjunto com os responsáveis de áreas, tendo sido estabelecida a disponibilidade (horas/mês) de cada colaborador no projeto. Foi necessário comunicar de forma eficaz a cada área da empresa a importância da implementação de um PSA, e definir qual o nível de colaboração pretendida para a execução do projeto. Aquando da criação da equipa multidisciplinar do PSA, para além de terem sido facilitados os mecanismos de comunicação interna, foi implementada uma dinâmica de trabalho em que a interação entre membros de diferentes áreas permitia a resolução otimizada das diversas dificuldades com que a equipa se ia deparando ao longo do processo de implementação do sistema, com consequentes benefícios para o desempenho da AdA para além do PSA.

De forma a desenvolver uma cultura de comunicação de risco, foram estabelecidos canais de comunicação/informação com clientes, fornecedores e entidades responsáveis pela preservação da qualidade da água bruta, nomeadamente com os Serviços de Proteção da Natureza e Ambiente da Guarda Nacional Republicana e com a Administração Hidrográfica do Algarve, entre outras.

A alocação de recursos financeiros foi essencial não só para a contratação de serviços de consultoria/auditoria interna e auditoria externa, como para a eventual beneficiação de instalações e formação dos cerca de 150 colaboradores da empresa em termos de Princípios HACCP e dos elementos da ESA não só em Princípios HACCP mas também em Auditorias a

Sistemas HACCP. Com as consequentes ações de formação/sensibilização deu-se a conhecer a todos os colaboradores da relevância do seu papel no sistema de gestão de segurança alimentar. Anualmente, estas ações são renovadas, sendo dadas cerca de 1 hora/colaborador. As ações de sensibilização contínuas a colaboradores, externos e internos, no âmbito das boas-práticas a desenvolverem nas suas atividades diárias, em particular no que se refere a intervenções na linha de água (reparação de condutas e de equipamentos), serviu como bom indicador na melhoria e otimização dos processos de tratamento da água pela AdA, evitando assim a ocorrência de eventos e perigos para a saúde humana. Estas ações de sensibilização contribuem significativamente para a motivação e envolvimento dos trabalhadores, dando a conhecer aos mesmos a importância que o seu trabalho tem para a melhoria do sistema de segurança alimentar e manutenção da qualidade da água fornecida aos clientes.

Foram identificadas a grande maioria das potenciais fontes de perigos conhecidas, de forma a serem abrangidos e analisados exaustivamente todos os possíveis perigos existentes, compilados tanto pela Organização Mundial de Saúde (OMS), como por outras entidades a nível mundial (*Environmental Protection Agency* nos Estados Unidos América, *Health and Medical Research Council* na Austrália ou *Ministry for the Environment* na Nova Zelândia). Deste modo, fica garantido que todo e qualquer perigo para a saúde humana, devido ao consumo de água, foram identificados e avaliados, facilitando a gestão do risco e as diversas tomadas de decisão relativas à qualidade e segurança da água.

Após a identificação e classificação dos PCC do Plano HACCP, os limites críticos estabelecidos devem ser validados, de forma a evidenciar a sua eficácia na redução dos perigos para níveis aceitáveis. No entanto, não é linear nem evidenciável que algumas das medidas de controlo instaladas ou existentes no mercado, sejam suficientes e eficazes para os níveis de qualidade da água pretendidos. Ações de Investigação e Desenvolvimento, realizadas por colaboradores da AdA encontram-se sempre em curso, com o intuito de otimizar os processos de validação.

Decorrente de outras dificuldades, e para a melhoria contínua do sistema, está a ser desenvolvido e implementado um sistema de informação – cuja designação é NAVIA que é uma plataforma informática que suporta a globalidade dos processos associados à gestão operacional de sistemas globais de água, facilitando o acesso e controlo dos registos associados ao sistema de gestão da segurança alimentar e rastreabilidade, assim como a

otimização do tratamento de todos os dados que o sistema de gestão produz, através da sua integração e produção de diversos indicadores e variáveis de controlo.

Apesar da existência de legislação aplicável à água para consumo humano, não existe um referencial normativo especificamente direccionado para o desenvolvimento e implementação de práticas e métodos com vista à obtenção de água segura para consumo humano, podendo os PSA constituir a figura que mais se aproxima para a colmatação desta necessidade.

O PSA constitui uma matriz ainda em desenvolvimento, dado que apenas em 2004 foram criadas as condições, através da Carta de Bona (*Bonn Charter for Safe Drinking Water*) pela IWA para a sua implementação. Embora haja consensos relativamente à urgência e importância da implementação desta matriz de trabalho, dada a sua juventude ainda não existem acordos relativamente ao seu modo efetivo de implementação, validação e verificação. Tendo em conta o exposto e atendendo à importância da normalização de procedimentos, a AdA optou pela adaptação ao sector da norma NP EN ISO 22000:2005, direccionada principalmente para o sector alimentar, como forma de validação do PSA, opção que tem sido tomada por outras empresas do setor a nível europeu.

Tendo como principal objetivo o fornecimento de água segura e promovendo a proteção da saúde pública, decorrente da implementação do PSA, a AdA identificou e avaliou os riscos associados à ocorrência de eventuais perigos expectáveis, de modo a poder ser priorizado o seu controlo (Pontos Críticos de Controlo, PCC) nas estações de tratamento de água e sistemas de adução.

A abordagem do PSA foi considerada como uma estratégia de gestão de riscos com influência em todo o *modus operandi* da AdA para fornecimento contínuo de água segura. Os riscos significativos cujo controlo não era eficaz foram mitigados. Tal envolveu melhorias de curto, médio e longo prazo. A abordagem do PSA é dinâmica e deve ser pragmática e não meramente mais um procedimento operacional.

Com a implementação do PSA, Para além da obtenção de um produto seguro e de qualidade elevada, houve também uma diminuição e otimização dos custos quer relativos ao controlo analítico e de EMM, quer relativos às perdas económicas.

Capítulo 6. Conclusão

Os Planos de Segurança da Água estão a tornar-se, cada vez mais, ferramentas indispensáveis para as entidades gestoras do tratamento de água em alta. A certificação de acordo com a NP EN ISO 22000:2005 para além da validação dos PSA por entidades independentes permite o foco nos pontos críticos mantendo uma abordagem e controlo global ao sistema.

Desde a implementação do PSA, que se tem vindo a verificar uma maior eficácia no controlo dos perigos na água de consumo, aumentando a confiança dos processos aplicados tanto no tratamento como no sistema de adução.

7. Referências Bibliográficas

- Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M. *Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking water suppliers*. World Health Organization, Geneva, 2009.
- CAC. Recommended International Code of Practice – General Principles of Food Hygiene. *Codex Alimentarius* Commission, CAC/RCP 1-1969 Rev. 4, 2004.
- Costa L, Fontinha P, Calvinho A, Sancho R, Lucas H, Coelho R, Normalização e Certificação de Sistemas de Água – Plano Segurança da Água/Certificação ISO 22000/ERP 5001. *Revista Água & Resíduos*, 12, 2010.
- Costa L, Fontinha P, Calvinho A, Sancho R, Plano de Segurança da Água e Controlo Microbiológico na Águas do Algarve. *Actas do 11º Congresso da Água*, Porto, 2012.
- Decreto-Lei n.º 243/01. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Diário da República I - Série A n.º 206 (01-09-05), Editora da Imprensa Nacional Casa da Moeda, setembro 2001.
- Decreto-Lei n.º 306/07. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Diário da República 1ª Série n.º 164 (07-08-27), Editora da Imprensa Nacional Casa da Moeda, agosto 2007
- EPA, *Guidelines for Water Reuse*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, 2004.
- Fewtrell L, Bartram J, *Water Quality: Guidelines, Standards and Health – Assessment of Risk and Risk Management for Water-Related Infectious Disease*. International Water Association, London, 2001.
- Guillot E, Loret J, *Waterborne Pathogens: Review for the Drinking Water Industry. Global Water Research Coalition*. International Water Association, London, 2010.
- Hrudey S, Hrudey J, *Safe Drinking Water: Lessons from Recent Outbreaks in Affluent Nations*. International Water Association, London, 2004.
- IWA, *Bonn Charter for Safe Drinking Water*. International Water Association, London,

2004.

NHMRC/NRMMC, *Australian Drinking Water Guidelines (ADWG) national water quality management strategy*. National Health and Medical Research Council/Natural Resource Management Ministerial Council, Australia, 2011.

NP EN ISO 22000:2005, *Sistemas de gestão da segurança alimentar – Requisitos para qualquer organização que opera na cadeia alimentar*. Instituto Português de Qualidade, Lisboa, 2005.

NZMH, *Drinking-water Standards for New Zealand*. Ministry of Health, New Zealand, 2005 (Revised 2008).

Ramos-Pires A, *Qualidade. Sistemas de Gestão da Qualidade*. 3ª edição. Edições Sílabo, Lisboa, 2004.

Rosa MJ, Vieira P, Menaia J, *O tratamento de água para consumo humano face à qualidade da água de origem*. Instituto Regulador das Águas e Resíduos, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2009.

Sancho R, Calvinho A, Coelho R, Lucas H, Ribeiro A, *Improvements in Good Operations and Maintenance Practices with Water Safety Plan Implementation – Case Study*. Comunicação apresentada na Techneau, Lisboa, 22 outubro 2007.

Sancho R, Calvinho A, Coelho R, Lucas H, Ribeiro A, *Gestão do Risco – Água para Consumo Humano*, Comunicação apresentada na Expoágua, Lisboa, 25 outubro 2007.

Sancho R, Calvinho A, Costa L, Fontinha P, Freitas R, Dias A, Vaz C, *Implementação de um Plano de Segurança da Água, Certificação segundo a ISO 22000:2005 e Certificação do Produto Água para Consumo Humano – Caso Prático*. *Actas do 9º Congresso da Água*, Estoril, 2008.

Sancho R, Calvinho A, Fontinha P, Costa L, Coelho R, Lucas H, *Drinking Water Quality and Safety Management Systems – Águas do Algarve, SA experience in Portugal*. *IWA Newsletter for the Bonn Network*, 1(3): (2009).

Tague NR, *The Quality Toolbox*. 2nd Edition. ASQ Quality Press, USA, 2005.

WHO, *Guidelines for Drinking Water Quality*, 4rd Edition. World Health Organization, Geneva, 2011.