

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

I-049 - BASES PARA A ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA. O CASO DA ÁGUAS DO CÁVADO

José Manuel Pereira Vieira ⁽¹⁾

Licenciatura em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. MSc. em Engenharia Sanitária pelo IHE-Delft (Holanda). Doutoramento em Engenharia Civil pela Universidade do Minho. Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil pela Universidade do Minho.

José Carlos Tentúgal Valente

Licenciatura em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Doutoramento em Engenharia Civil pela Universidade Porto. Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Porto. Presidente do Conselho de Administração da Águas do Cavado S.A.

Carla Morais

Licenciatura em Engenharia Civil pela Universidade do Minho. Membro da Equipa Técnica do Plano de Segurança da Águas do Cavado S.A.

Filomena Peixoto

Licenciatura em Engenharia Biológica pela Universidade do Minho. Responsável pela Área Funcional de Qualidade da Águas do Cavado S.A.

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Engenharia Civil – Universidade do Minho – Largo do Paço – 4704-553 Braga – Portugal – Tel: (+351) 253604722 -

 : jvieira@civil.uminho.pt

RESUMO

A 3ª Edição das *Guidelines for Drinking Water Quality*, da Organização Mundial de Saúde, contém recomendações que incorporam novos conceitos de avaliação e gestão de riscos para aplicação ao processo de produção e fornecimento de água para consumo humano. Nessas recomendações é proposta uma forma prática e estruturada de aplicar aqueles conceitos à realidade dos sistemas de abastecimento de água através da implementação de "Planos de Segurança da Água". Com esta nova metodologia pretende-se operar uma mudança na abordagem dos mecanismos de controlo de qualidade da água, do actual processo de monitorização de conformidade de "fim-de-linha" para um processo de gestão de segurança de todo o processo, desde a fonte de água bruta até aos pontos de consumo.

Em alguns países europeus, na Austrália e na Nova Zelândia, têm sido registadas experiências-piloto de aplicação de Planos de Segurança da Água, com resultados que estimulam a sua generalização. Em Portugal, começam a dar-se os primeiros passos nesse movimento de garantir segurança sanitária da água de consumo através deste sistema de gestão de qualidade.

O presente trabalho descreve a forma como a empresa Águas do Cavado S.A. desenvolveu os trabalhos de elaboração do Plano de Segurança da Água para o Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água à Área Norte do Grande-Porto. De forma sumária, são apresentadas as abordagens adoptadas na avaliação de riscos, na identificação de pontos críticos de controlo, na definição de acções correctivas e no planeamento das instruções necessárias ao funcionamento do Plano.

PALAVRAS-CHAVE: Controlo de Processos, Gestão de Riscos, HACCP, Plano de Segurança da Água.

INTRODUÇÃO

A aplicação de princípios de avaliação e de gestão de riscos na produção e distribuição de água para consumo humano complementa o controlo realizado através da monitorização de conformidade do produto final, reforçando, desta forma, a segurança da qualidade da água e a protecção da saúde pública.

A conformidade com valores paramétricos de qualidade da água estabelecidos nas normas nacionais (Portugal, 2001) ou internacionais (EC, 1988 e WHO, 2003) deve assumir um carácter fundamental na verificação de que a segurança é garantida. Nesta perspectiva, a adopção da abordagem de avaliação e gestão de riscos constitui mais um elemento para o sistema de gestão global de controlo de qualidade do produto final.

O desenvolvimento e a implementação desta metodologia por parte das entidades gestoras de sistemas de abastecimento público de água, algumas das quais já incluem nos seus processos produtivos boas práticas de garantia de qualidade, apresentam diversas vantagens para a gestão de qualidade da água fornecida, uma vez que:

- formaliza e organiza procedimentos a constar de um "dossier" sistemático e acessível para consulta (interna e externa), facilmente integrável em sistemas de gestão de qualidade, porventura já existentes (por exemplo ISO 9001);
- objectiva recursos e atenção para aspectos determinantes da qualidade da água e ajuda a focalizar as actividades de monitorização num número menor de parâmetros críticos de qualidade;
- promove profissionalismo e protege contra alegações de negligência;
- aumenta a transparência das entidades gestoras para com os consumidores e autoridades de supervisão competentes;
- proporciona uma oportunidade para que o pessoal afecto à gestão do sistema de abastecimento aumente o seu conhecimento sobre os aspectos que podem afectar a qualidade da água.

A Organização Mundial de Saúde (OMS), através das suas recentes *Guidelines for Drinking Water Quality* (WHO, 2003), recomenda que as entidades gestoras de sistemas de abastecimento público de água desenvolvam Planos de Segurança da Água (PSA), incorporando metodologias de HACCP e práticas de boa operação dos sistemas.

Estes PSA contemplam três componentes principais (WHO, 2003):

- avaliação do sistema (componente 1) "com vista a determinar onde o sistema de abastecimento de água (até ao ponto de consumo) como um todo pode fornecer água com uma qualidade que cumpre com os objectivos estabelecidos. Também inclui a avaliação de critérios de projecto para novos sistemas". A avaliação do sistema constitui uma primeira "fotografia" para determinar se o sistema possui capacidades para atingir os objectivos de protecção de saúde propostos;
- gestão efectiva – medidas de controlo (componente 2) "monitorização das medidas de controlo da cadeia de abastecimento com relevância especial para assegurar a qualidade da água". Esta componente inclui a metodologia HACCP para avaliação e gestão de riscos e assegura a percepção das capacidades e limites das barreiras múltiplas que compõem o sistema. Envolve os aspectos de monitorização operacional;
- planos de gestão (componente 3) "que documentam a avaliação e monitorização do sistema e descrevem as medidas a tomar durante a operação em condições normais ou em caso de situações excepcionais, incluindo tarefas de melhoramento, documentação e comunicação". Esta componente inclui a elaboração dos vários capítulos que formam o plano e os respectivos planos de suporte.

Todo o processo de aplicação do PSA deve ser fiscalizado por uma entidade independente, o que constitui por si só, um elemento adicional de controlo externo. Esta fiscalização pode ser exercida através de auditorias ao próprio plano, de validação das medidas de controlo propostas e de verificação do produto final.

Desde 1999, data em que se iniciou a primeira experiência conhecida (Melbourn Water-Austrália), têm vindo a ser relatadas algumas experiências na aplicação desta metodologia com resultados animadores para o bom desempenho das entidades gestoras (Deere et al., 2001; Dewettinck et al., 2001; Girsberger, 2003; Hellier, 2003; Mullenger et al. 2002; Nokes, 2003).

Embora de forma limitada, esta abordagem começa a despertar o interesse científico em Portugal (Oliveira et al., 2000; Sancho et al., 2000). O presente trabalho reporta a experiência-piloto na aplicação de PSA na empresa Águas do Cávado S.A., gestora do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água à Área Norte do Grande-Porto. A iniciativa resultou de um protocolo de cooperação estabelecido entre aquela empresa e o Laboratório de Hidráulica e

Recursos Hídricos da Universidade do Minho, em Abril de 2003.

CARATERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A empresa Águas do Cávado, S.A., é responsável por todo o processo de produção e abastecimento de água potável ao Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água à Área Norte do Grande-Porto.

O Sistema compreende a captação de água bruta no rio Cávado, o tratamento na Estação de Tratamento de Água (ETA) de Areias de Vilar e a distribuição (adução e armazenamento) da água tratada aos concelhos de Barcelos, Esposende, Maia (Norte), Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Vila do Conde e Vila Nova de Famalicão.

As infra-estruturas do Sistema organizam-se em três grandes etapas: Fonte, Tratamento e Distribuição, conforme se representa, de forma esquemática, na Figura 1.

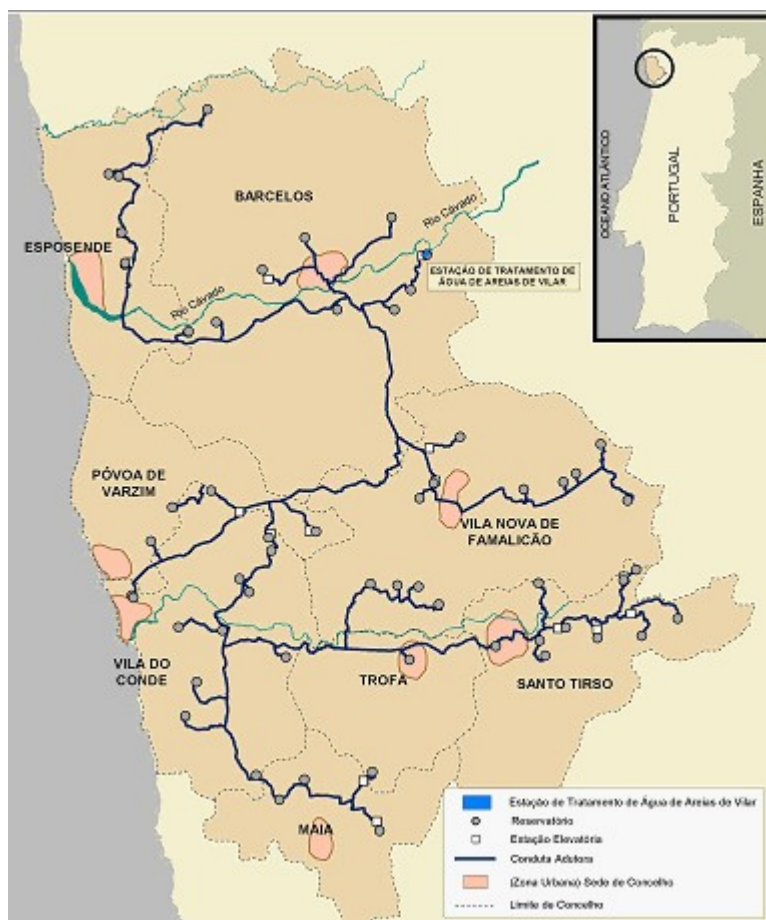


Figura 1: Infra-Estruturas físicas do sistema.

A água que alimenta o Sistema é captada superficialmente no rio Cávado, em Areias de Vilar – Barcelos, onde é armazenada num Reservatório de Água Bruta, com um tempo de retenção de 24 horas. Segue-se um conjunto de operações e processos de tratamento na ETA que inclui: Pré-Ozonização, Remineralização, Mistura Rápida e Floculação, Decantação, Filtração, Desinfecção, Tratamento de Afinação e Armazenamento de Água Tratada. Depois de tratada, a água percorre uma rede de condutas adutoras em ferro fundido, com diâmetros compreendidos entre 1400 e 200 mm, numa extensão global de 237,14 km, a fim de abastecer 4 reservatórios de regularização e 52 reservatórios, onde se faz a entrega de água aos diversos municípios que integram o Sistema. Existem ainda 15 estações elevatórias, válvulas, descargas de fundo, ventosas e outros dispositivos complementares que garantem o funcionamento hidráulico do Sistema. Deve referir-se que os sistemas de distribuição municipal não são da responsabilidade da empresa Águas do Cávado, S.A., sendo geridos pelos municípios aderentes ao Sistema.

ESTRUTURAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA

O Plano desenvolvido foi estruturado em três grandes fases de elaboração: caracterização do sistema, avaliação de riscos, funcionamento do sistema, envolvendo um total de dez etapas, conforme esquema que se apresenta na Figura 2.

A primeira fase constou de duas etapas nas quais se fez uma caracterização geral do sistema, através de uma breve descrição da estrutura da empresa e do sistema propriamente dito. Nestas etapas fez-se o inventário técnico, organizacional e das condições específicas do sistema de abastecimento.

A segunda fase decorreu em seis etapas e envolveu o desenvolvimento de bases científicas para avaliação de processos, baseando-se na metodologia HACCP para a identificação, avaliação e controlo de perigos. Este procedimento assentou numa perspectiva de controlo de qualidade da água recorrendo ao conceito de barreiras múltiplas preventivas, de forma a assegurar que a qualidade da água abastecida cumpra as disposições regulamentares da legislação em vigor. Assim, estabeleceram-se duas etapas preliminares que envolveram a constituição da equipa responsável pela elaboração do Plano e a construção do diagrama de fluxo correspondente a todo o sistema em avaliação. Seguiram-se quatro etapas onde se procedeu à identificação de perigos e sua priorização e ao estabelecimento de Pontos de Controlo Críticos (PCC). De acordo com a metodologia HACCP, os locais ou pontos que podem constituir perigos de alguma gravidade foram determinados para todas as áreas relevantes do sistema. Em alguns casos, a eliminação ou redução de perigos pode ser realizada de uma forma individualizada, através de apenas uma medida preventiva. Quando isto não for possível, a redução de perigos pode ser realizada através de outras medidas preventivas, de esquemas de manutenção ou de controlo contínuo dos pontos críticos (monitorização com frequência pré-estabelecida).

A terceira fase incluiu mais duas etapas com o objectivo de garantir a aplicabilidade do PSA. Desta forma, foi desenvolvido um plano diário de funcionamento e prevista a avaliação periódica para modificações e/ou melhoramentos, tendo em conta a experiência entretanto adquirida.

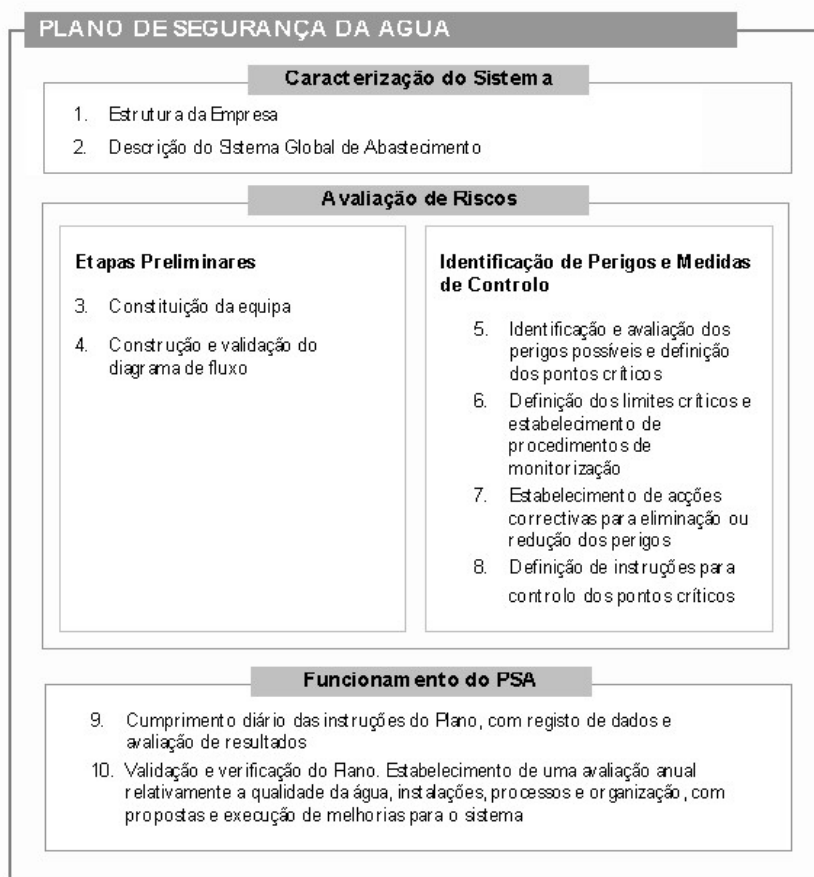


Figura 2: Esquema da estruturação adoptada na elaboração do PSA da Águas do Cavado.

Na Figura 3 descrevem-se, resumidamente, os procedimentos adoptados para a elaboração do PSA, onde constam as actividades a desenvolver em cada etapa.

Etapa	Conteúdo	Fase
1	Organograma da empresa com uma breve descrição do seu funcionamento. Poderá, também, incluir uma descrição dos trabalhos e competências técnicas dos responsáveis por cada área funcional.	Caracterização da empresa
2	Listagem das etapas principais do sistema de abastecimento e breve descrição das mesmas.	
3	Identificação dos elementos da equipa do Plano. Contactos, funções e responsabilidades.	Avaliação de riscos
4	Construção do diagrama de fluxo desde a fonte até ao consumidor e análise de conformidade do mesmo.	
5	Definição e avaliação dos perigos que podem ocorrer em todo o sistema de abastecimento. Estabelecimento dos PCC.	
6	Definição dos LC. Estabelecimento de procedimentos de monitorização para verificar se os LC estão a ser cumpridos.	
7	Remoção ou redução dos perigos. Para cada PCC deve definir-se a acção correctiva e os procedimentos a adoptar.	
8	Instruções de trabalho para fazer o controlo dos pontos críticos de controlo. Melhorar as instruções existentes, ou definir novas.	Funcionamento do PSA
9	Instruções para o cumprimento diário do plano (instruções de manutenção e de controlo de pontos críticos). Registar as actividades correspondentes e os dados diários.	
10	Avaliação anual do PSA. Análise de factores externos e internos e respectiva influência no sistema.	

Figura 3: Resumo dos procedimentos para a elaboração do PSA da Águas do Cávado.

AValiação de Riscos

Diagrama de fluxo

O diagrama de fluxo do sistema de abastecimento inclui todos os elementos da infra-estrutura física, desde a fonte até à distribuição, dando uma visão clara e sequencial de todas as etapas envolvidas no processo.

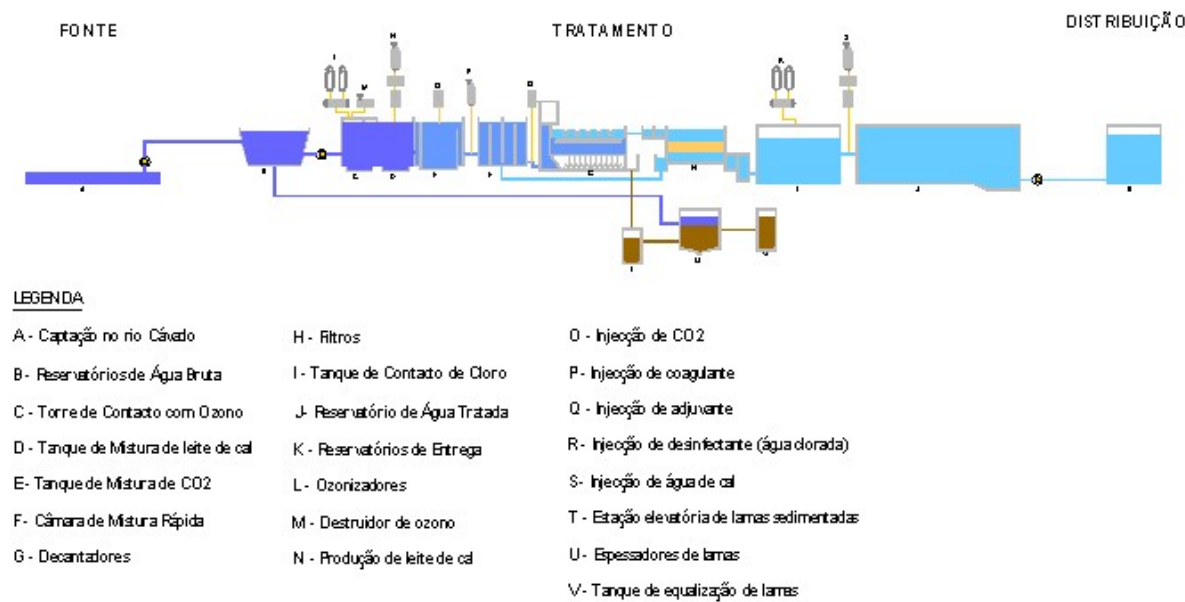


Figura 4: Diagrama de fluxo do sistema de abastecimento de água.

Identificação de perigos

Foram identificados perigos (qualquer agente biológico, físico, radiológico ou químico capaz de causar doença) nas três etapas principais que constituem o Sistema: fonte, tratamento e distribuição.

Avaliação de riscos

A avaliação de riscos foi feita utilizando uma matriz de priorização qualitativa de riscos, que teve em consideração probabilidades de ocorrência e severidade das suas consequências. A pontuação desta matriz consta da Tabela 1 e foi obtida através do cruzamento de escalas de probabilidade e escalas de severidade.

Tabela 1: Matriz Qualitativa de Priorização de riscos.

Probabilidade de Ocorrência	Severidade das Consequências				
	Insignificante	Pequena	Moderada	Grande	Catastrófica
Quase certa	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
Muito provável	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
Provável	Baixo	Moderado	Moderado	Elevado	Elevado
Pouco provável	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
Raro	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

Na elaboração do PSA foi considerado que os perigos classificados com pontuações de risco igual ou superior a "moderado" determinavam Pontos de Controlo (PC). Para os PC obtidos, aplicou-se a metodologia da Árvore de Decisão do HACCP para definir quais deles seriam Pontos de Controlo Críticos (PCC), para os quais se considera essencial prevenir, reduzir ou eliminar o perigo que lhe está associado. Representa-se na Figura 5 o método iterativo

que constitui a Árvore de Decisão utilizada.

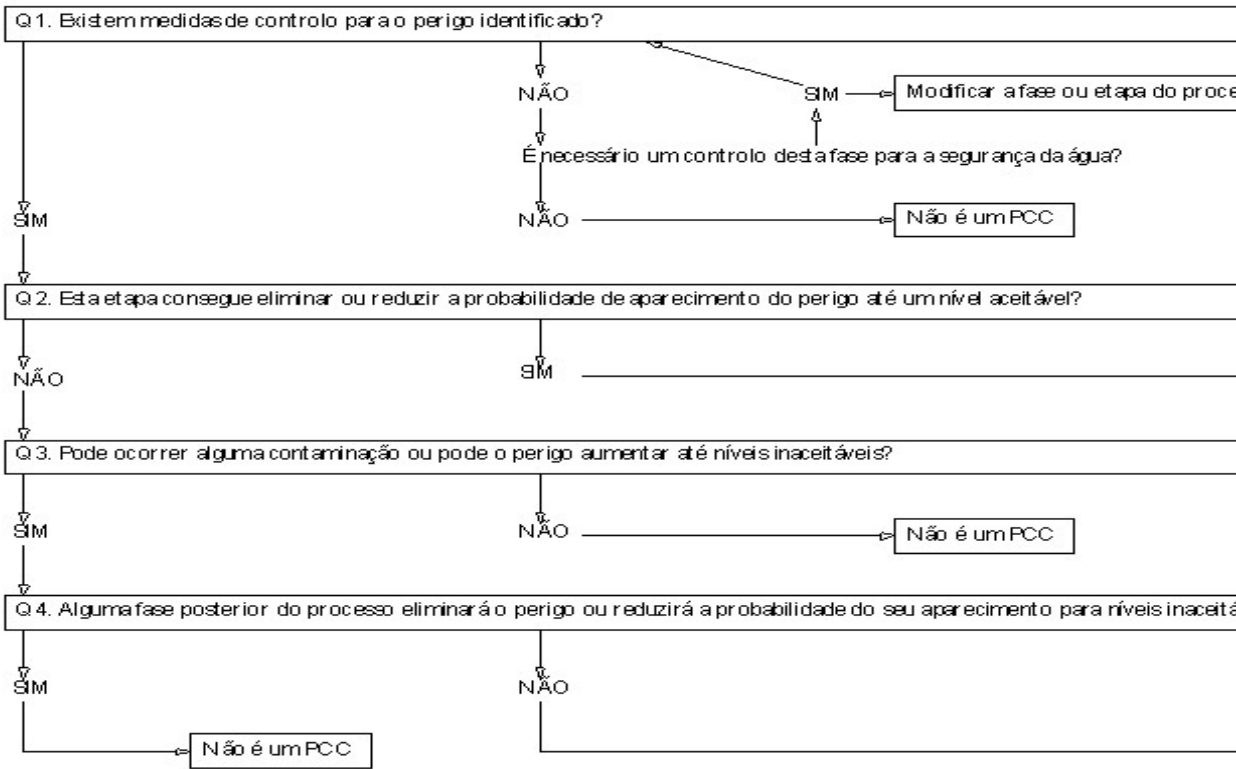


Figura 5: Árvore de Decisão HACCP para definição de PCC.

A Tabela 2 apresenta um exemplo de procedimento para identificação de perigos, avaliação de riscos e definição de medidas preventivas a estabelecer para o controlo do perigo identificado.

Tabela 2: Identificação de perigos e definição de PCC. Exemplo.

Etapa: Captação					
Evento: Quantidade insuficiente de água disponível para captação					
Tipo de Perigo	Acontecimento Perigoso	Medidas de Controlo	Avaliação de Riscos	Árvore de Decisão	PCC?

Físico	Seca ● Redução prolongada do caudal do rio por parte da entidade que faz a gestão do armazenamento na barragem da Caniçada. ● Caudal baixo no rio devido a um período de estiagem. Cheia ● Situação de cheia (inundação), em que a subida do nível da água inviabiliza a captação.	Tomar medidas de poupança antes que a falta de água se torne efectiva no consumidor. Garantir a manutenção do caudal necessário à produção de água. Definir protocolos com as entidades gestoras da Bacia. Avisar os clientes da necessidade de interrupção do abastecimento. Fazer uma gestão criteriosa do armazenamento de água.	2	3	Moderado	S, N, S, N	PCC – 1
--------	---	--	---	---	----------	------------	---------

Limites críticos e monitorização

Os limites críticos (LC) foram estabelecidos de acordo com as Normas portuguesas em vigor (Portugal, 1998 e 2001). Os procedimentos de monitorização foram definidos de modo a detectar qualquer inconformidade que ocorra no sistema e foi baseada nos Planos de Qualidade da empresa no que respeita a operação, manutenção, recolha de amostras e análises laboratoriais. Na Tabela 3 apresenta-se um exemplo de definição de LC e procedimentos de monitorização.

Tabela 3: Definição de LC e procedimentos de monitorização. Exemplo.

Evento: Inadequada concentração de cloro livre disponível à saída do tanque de contacto					
PCC n.º 14	Monitorização				
	O Quê?	Limite Crítico	Quando?	Como?	Quem?
	Cloro residual	< 0,5 mg/L Cl ₂ > 1,0 mg/L Cl ₂	On-line	Medição via telemetria e alarmes via sondas on-line	DOP SLB
	pH	< 6,5 > 9,0	On-line	Análise laboratorial	
	Equipamento doseador		Semanalmente	Inspeção visual	DOP
	Alarmes do controlador		Semanalmente		

Acções correctivas

Quando se verifica a violação dos limites estabelecidos para um determinado parâmetro torna-se necessário dar uma resposta através de uma acção correctiva para restabelecer a conformidade do sistema. Na Tabela 4 apresenta-se um exemplo de acções correctivas planeadas.

Tabela 4: Estabelecimento de Acções Correctivas. Exemplo.

Evento: Concentração de coagulante inadequada		
PCC n.º7	Acção Correctiva	Procedimentos de Referência
	Ajustar a quantidade de coagulante necessária ao processo, sempre que as características da água bruta mudem.	Ajustar as dosagens
	Restabelecer o bom funcionamento dos dispositivos de monitorização e medição (DMM's).	Calibrar os DMM's
	Verificar a conformidade dos ensaios de <i>jar-test</i> .	

Instruções para controlo dos pontos críticos

O controlo dos PCC deve ser documentado com instruções bem definidas onde se prevêem verificações sistemáticas e periódicas, através de inspecções visuais, medições físicas *in situ* e análises laboratoriais. Apresenta-se na Tabela 5 um exemplo de instruções para o controlo de um PCC.

Tabela 5: Definição instruções para controlo dos PCC. Exemplo.

PCC n.º 13	
Evento: Nível de turvação superior a 0,5 NTU	
Etapas: Tratamento	Local: Filtração
Frequência	On-line
Parâmetro medido	Turvação
Procedimentos de medição	Ensaio fotométrico com formazina
Documentação	Registar os dados nas folhas de registo
Limite Operacional	< 0,5 NTU
Limite Crítico	< 1,0 NTU
Medidas em caso de desvios	Se o valor estiver acima do LO e abaixo do LC, dar alarme para reforçar o tratamento nas etapas a montante. Se o valor ultrapassar o LC, rejeitar a água filtrada.
Responsabilidade	

● de intervenção ● de manutenção do equipamento	DOP DSO
--	----------------

VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO PLANO

Uma vez elaborado o PSA, as instruções nele contidas deverão ser seguidas diariamente para se garantir a qualidade da água fornecida. Todos os resultados da monitorização e da inspecção dos processos produtivos devem ser registados de forma organizada e coerente. Para tal, foram elaboradas folhas de registo para serem arquivadas com todo o histórico do comportamento do Sistema nos PCC.

CONCLUSÃO

A implementação de um PSA na empresa Águas do Cavado S.A. é um exemplo de como uma entidade gestora de abastecimento de água pode adoptar com sucesso as orientações propostas pela OMS em termos de garantia da qualidade da água para consumo humano fornecida aos seus consumidores. Com esta metodologia compreende-se todo o sistema de abastecimento como uma cadeia de barreiras múltiplas de protecção à contaminação da água através de um processo sistemático de avaliação e gestão de riscos, garantindo-se a conformidade da sua qualidade com os valores paramétricos definidos na legislação nacional e europeia.

Esta abordagem tem ainda a virtude de colocar em evidência a absoluta necessidade de cooperação entre os diversos actores que têm influência decisiva no controlo da qualidade da água que é fornecida aos consumidores: autoridades responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, autoridades responsáveis por instalações de tratamento de águas residuais, entidades gestoras de abastecimento de água e entidades responsáveis por instalações privadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DEERE, D., STEVENS, M., DAVISON, A., HELM, G., DUFOUR, A. Management strategies. In Water Quality: Guidelines, Standards and Health (edited by Fewtrell L. and Bartram J.), 1-16. IWA Publishing, London, 2001.
2. DEWETTINCK, T., VAN HOUTTE, E., GEENENS, D., VAN HEGE, K., VERSTRAETE, W. Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) to guarantee microbial safe water reuse and drinking water production: a case study. Water Science and Technology. Vol. 43, nº 12, p.31-38. 2001.
3. European Community Directive 98/83/EC, 1998.
4. GIRSBERGER, W. HACCP–Hazard Analysis and Critical Control Point in modern management systems of water suppliers. In Water Safety Conference Abstracts. Federal Environmental Agency. Berlin-Germany, 2003.
5. HELLIER, K. HACCP at Melbourne Water–Implementation from catchment to tap. In Water Safety Conference Abstracts. Federal Environmental Agency. Berlin-Germany, 2003.
6. MULLENGER, J., RYAN, G., HEARN J. A water authority experience with HACCP. In Proceedings of IWA-World Water Congress. Melbourne-Australia, 2002.
7. NOKES, C., TAYLOR, M. Towards public health risk management plan implementation in New Zealand. In Water Safety Conference Abstracts. Federal Environmental Agency. Berlin-Germany, 2003.
8. OLIVEIRA, A., VIEIRA, J.M.P., RAMÍSIO, P. O sistema "Hazard Analysis and Critical Control Point" (HACCP) e a sua aplicação a sistemas de produção de água. In Actas do X Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental e X Encontro Nacional de Saneamento Básico. Braga-Portugal, 2000.
9. PORTUGAL, 1998 Decreto-Lei nº236/98, de 1 de Agosto.
10. PORTUGAL, 2001 Decreto-Lei nº243/2001, de 5 de Setembro.
11. SANCHO, R., LUCAS, H., COELHO, R. Limites de controlo da qualidade da água em estações de tratamento de água para consumo humano. In Actas do X Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental e X Encontro Nacional de Saneamento Básico. Braga-Portugal, 2000.
12. World Health Organisation Guidelines for Drinking Water Quality, 3rd edition, 2003. Geneva.