



35ª Assembleia Nacional, Belo Horizonte, 24-29 Julho 2005

# Plano de Segurança da Água

## A experiência em Portugal

**José Manuel Pereira Vieira**



UNIVERSIDADE DO MINHO

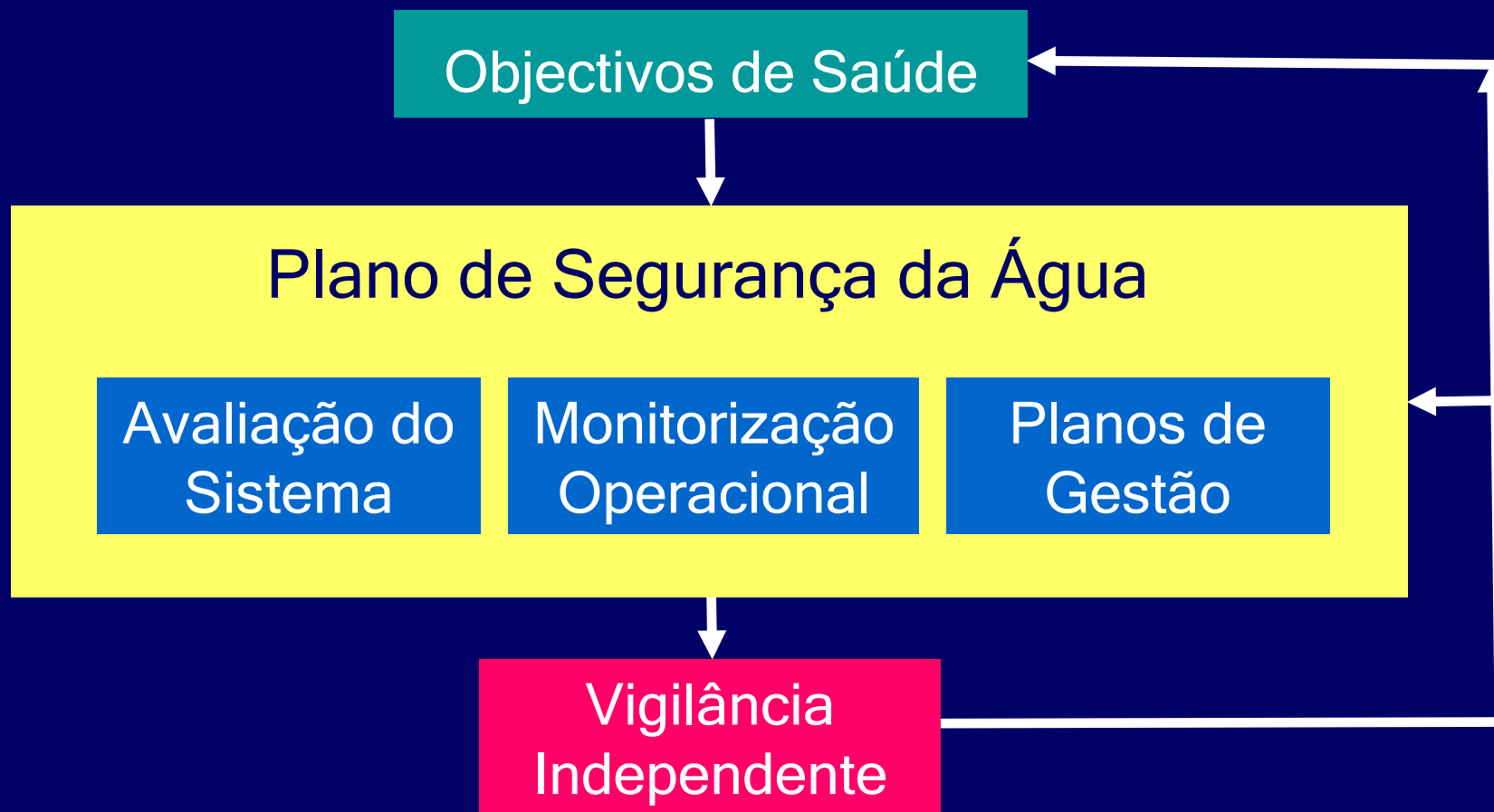
# Sumário

- PSA: Uma nova metodologia
- Caso de estudo: Águas do Cávado, S.A.
- Desenvolvimentos futuros em Portugal
- Conclusão

# Sumário

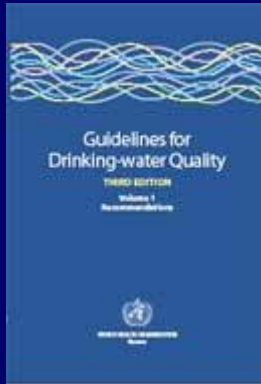
- PSA: Uma nova metodologia
- Caso de estudo: Águas do Cávado, S.A.
- Desenvolvimentos futuros em Portugal
- Conclusão

# PSA nas recomendações da OMS

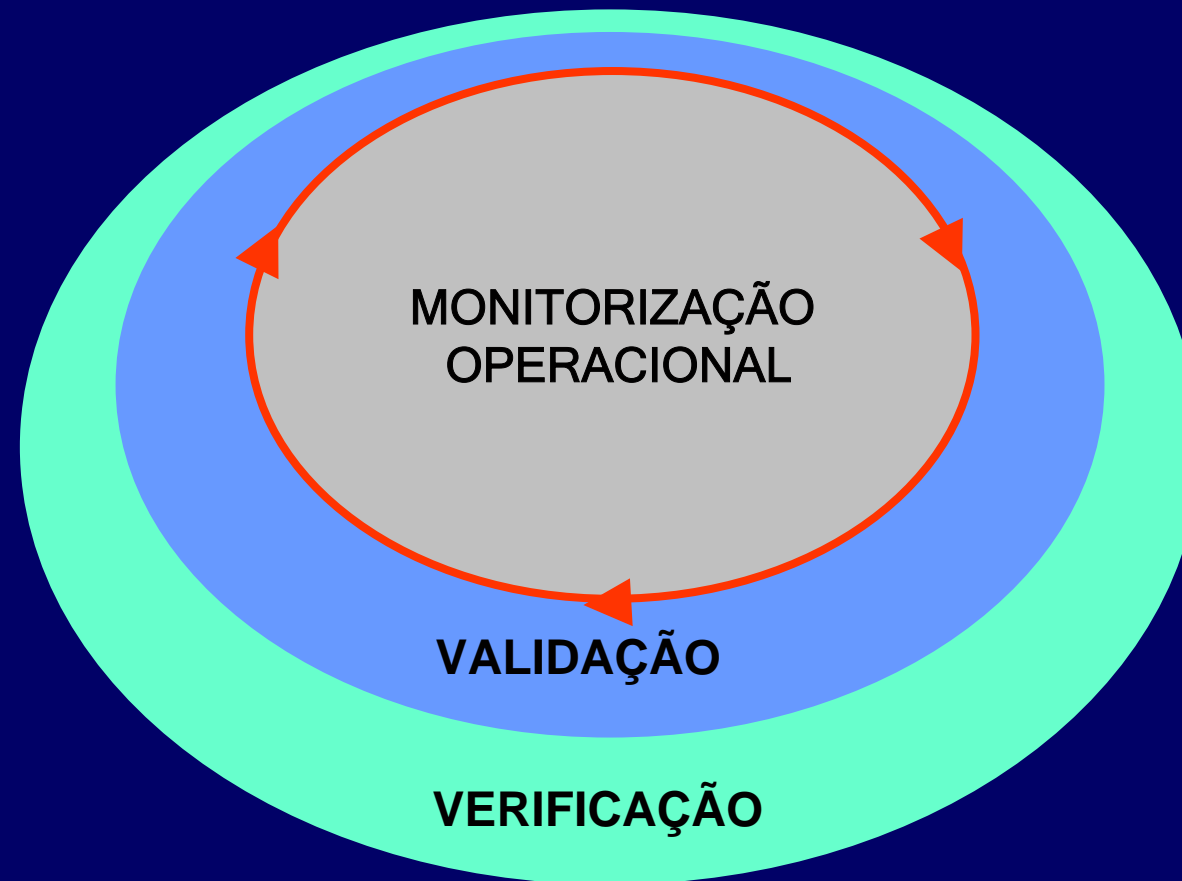


# PSA - Implementação

## ETAPAS - recomendações OMS



# PSA - Gestão integrada do processo



# PSA - Componentes fundamentais

## Avaliação / Gestão de riscos

- ▶ ● Avaliação do Sistema
- ▶ ● Monitorização Operacional
- ▶ ● Planos de Gestão
- ▶ ■ Vigilância Independente

# Avaliação do sistema

## Da captação ao consumidor

- Identificação de perigos e ameaças
  - Contaminação das fontes
  - Eventos (cheias, fogos, mudanças no consumo)
  - Relevância para o sistema (estabelecimento de grelha de avaliação)
- Prevenção e redução de contaminação
  - Evitar riscos (protecção das fontes)
  - Eliminar riscos (tratamento convencional - filtração, desinfecção )
- Preocupação com melhorias para o sistema





# Monitorização operacional

## Medidas de controlo

- O abastecimento de água é um somatório de várias etapas
- Garantir que as barreiras funcionem ( barreiras  $\equiv$  segurança )
- Frequência de monitorização adequada a cada etapa
- Diferentes abordagens
  - Inspeção visual
  - Exames de qualidade
  - Procedimentos operacionais padronizados



# Planos de gestão

## Documentação da avaliação do sistema

- Procedimentos para a gestão de rotina
- Procedimentos para a gestão em condições excepcionais
- Protocolos de comunicação
  - Interna
  - Entidade Reguladora
  - *Media* e Público



# Vigilância independente

## Garantir o funcionamento do sistema

- Baseada em auditorias
- Investigação directa
- Validação das medidas de controlo
- Verificação do produto final

# Sumário

- PSA: Uma nova metodologia
- Caso de estudo: Águas do Cávado, S.A.
- Desenvolvimentos futuros em Portugal
- Conclusão



# Caso de estudo (2/17)

## Metodologia adoptada

### Fases preliminares

1. Estrutura da empresa
2. Descrição do sistema global de abastecimento
3. Constituição da equipa
4. Construção e validação do diagrama de fluxo

### Identificação e avaliação de riscos

5. Identificação e avaliação dos perigos possíveis e definição dos pontos críticos
6. Definição dos limites críticos e estabelecimento de procedimentos de monitorização
7. Estabelecimento de acções correctivas para eliminação ou redução dos perigos
8. Definição de instruções para controlo dos pontos críticos

### Funcionamento do PSA

9. Cumprimento diário das instruções do PSA
10. Validação e verificação do PSA

# Caso de estudo (3/17)

Fonte: água superficial do rio Cávado

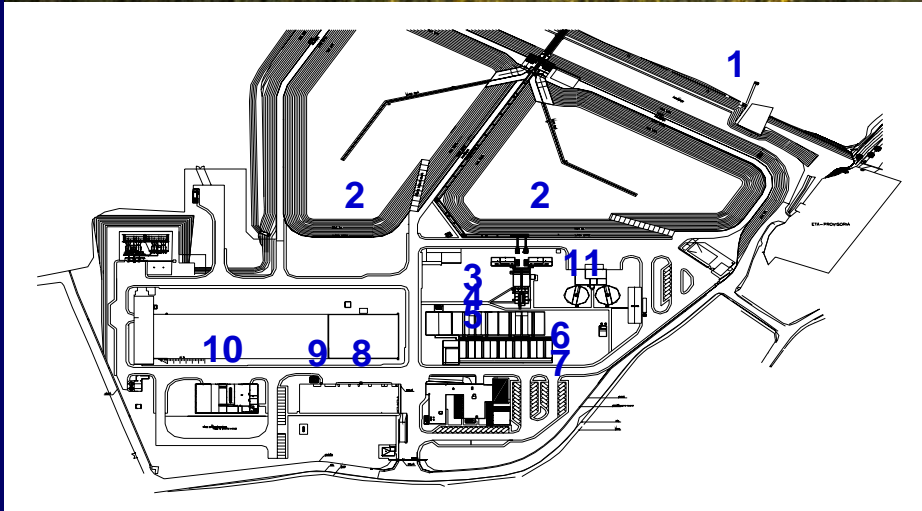


Rio principal: Cávado

Afluentes principais: Homem e Rabagão

# Caso de estudo (4/17)

## Tratamento: ETA de Areias de Vilar



Capacidade: 230 000 m<sup>3</sup>/dia

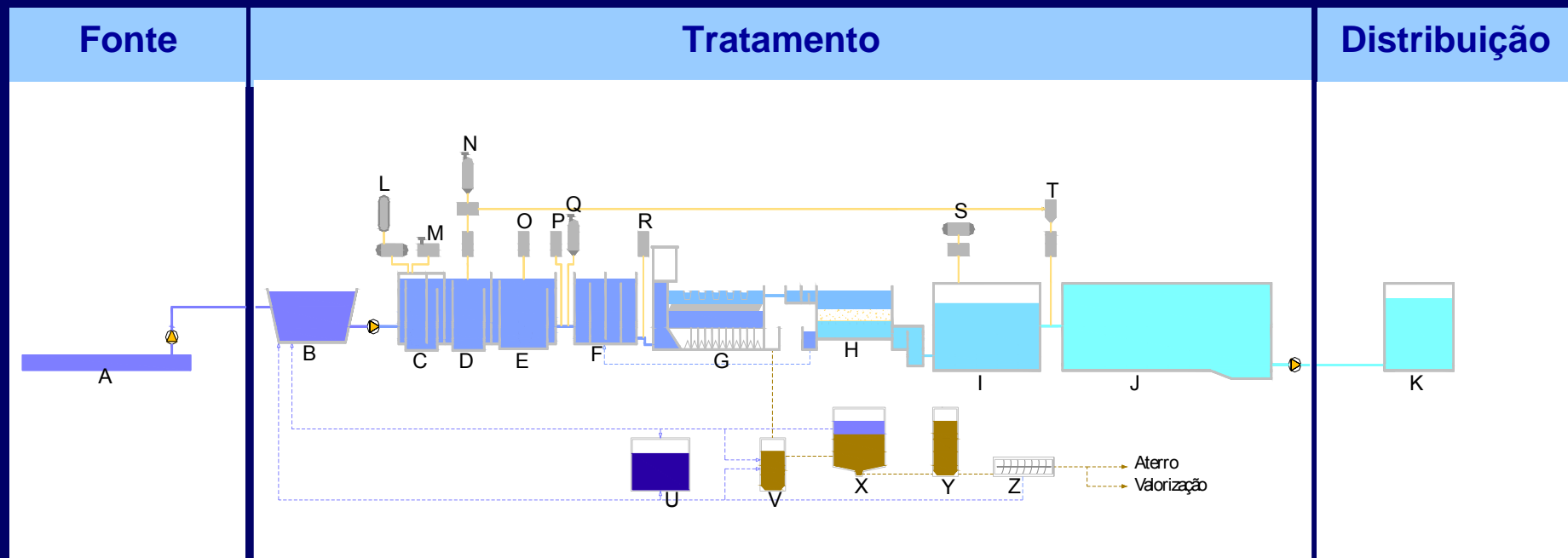
1. Captação
2. Reservatório de água bruta
3. Pré-oxidação
4. Remineralização
5. Mistura rápida e floculação
6. Decantação
7. Filtração
8. Desinfecção
9. Tratamento de afinação
10. Armazenamento de água tratada
11. Tratamento de lamas



# Caso de estudo (5/17)

## Elementos para a avaliação de riscos (1/4)

### Diagrama de fluxo



# Caso de estudo (6/17)

## Elementos para a avaliação de riscos (2/4)

### Escala de probabilidade de ocorrência

Probabilidade	Definição	Peso
Muito provável	Espera-se que ocorra 1 vez por dia	5
Provável	Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana	4
Moderadamente provável	Vai ocorrer 1 vez por mês	3
Pouco provável	Pode ocorrer 1 vez por ano	2
Improvável	Pode acontecer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos)	1

### Escala de severidade de consequências

Severidade	Definição	Peso
Catastrófica	Potencialmente letal para uma parte significativa da população ( $\geq 10\%$ )	5
Grande	Potencialmente letal para uma pequena parte da população ( $< 10\%$ )	4
Média	Potencialmente nocivo para uma parte significativa da população ( $\geq 10\%$ )	3
Pequena	Potencialmente nocivo para uma pequena parte da população ( $< 10\%$ )	2
Insignificante	Não tem qualquer impacto detectável	1

# Caso de estudo (7/17)

## Elementos para a avaliação de riscos (3/4)

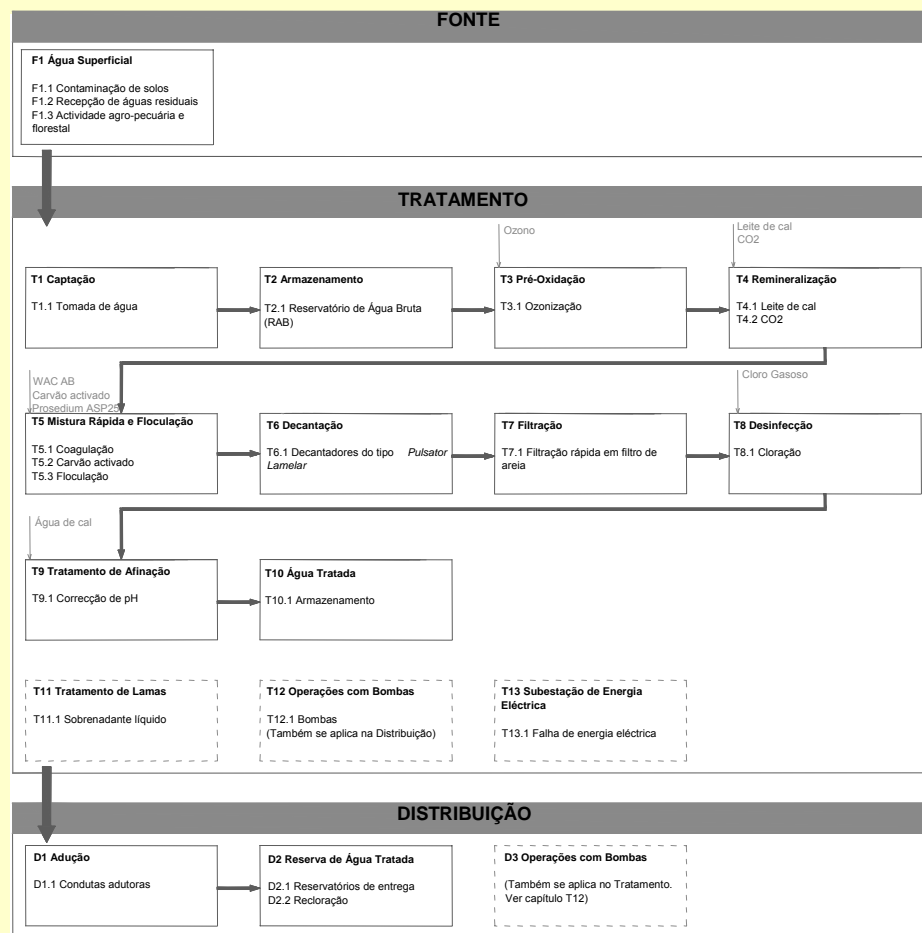
### Matriz de priorização qualitativa de riscos

Probabilidade de ocorrência	Severidade das conseqüências				
	Insignificante	Pequena	Média	Grande	Catastrófica
Muito provável	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
Provável	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
Moderadamente provável	Baixo	Moderado	Moderado	Elevado	Elevado
Pouco provável	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
Improvável	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

# Caso de estudo (8/17)

## Organização geral do PSA

Elementos do PSA



### Plano de Segurança de Qualidade da Água

José M. Pereira Vieira

Águas do Cávado, SA

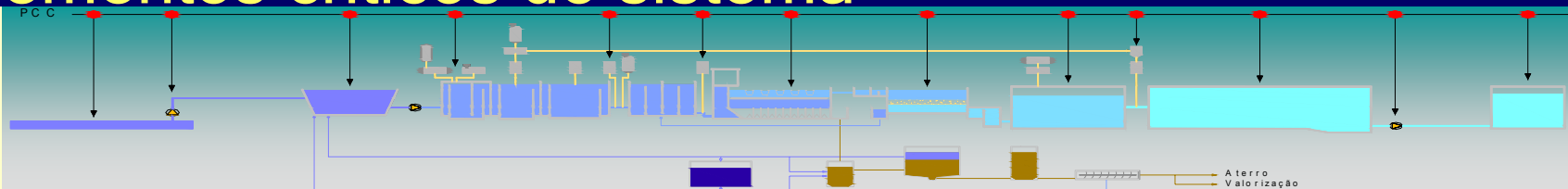
Universidade do Minho  
Departamento de Engenharia Civil  
Laboratório de Hidráulica e Recursos Hídricos

Abril 2004

# Caso de estudo (9/17)

## Elementos críticos do sistema

SÍNTESE



Resumo de PCC no TRATAMENTO

Elemento do sistema	Designação do PCC	Parâmetros Críticos
T1 Captação	<b>PCC 6</b> <b>PCC 7</b>	Nível de aspiração no rio, pH, Azoto amoniacal, Nitratos, Cianetos, Hidrocarbonetos dis./emuls., Fosfatos, Coliformes fecais, Coliformes totais, Algas, Turvação, Condutividade, COT, <i>Cryptosporidium</i> , <i>Giardia</i>
T2 Armazenamento de água bruta	<b>PCC 8</b>	pH, Azoto amoniacal, Nitratos, Fosfatos, Algas
T3 Pré-oxidação	<b>PCC 9</b> <b>PCC 10</b>	pH, Algas, Coliformes fecais, Concentração de ozono, Set point paragem fuga de ozono, Brometos na água não ozonizada, Bromatos na água ozonizada
T4 Remineralização	<b>Não tem PCC</b>	-
T5 Mistura rápida e floculação	<b>PCC 11</b> <b>PCC 12</b>	pH, Alumínio residual na água filtrada, Acrilamida na água tratada
T6 Decantação	<b>PCC 13</b>	Turvação à saída dos decantadores, Fuga de flocos para a superfície
T7 Filtração	<b>PCC 14</b>	Turvação à saída dos filtros, Cor, <i>Cryptosporidium</i> , <i>Giardia</i>
T8 Desinfecção	<b>PCC 15</b>	pH à entrada dos TCCI, Cloro livre residual, <i>E.coli</i> , Bactérias coliformes
T9 Tratamento de afinação	<b>PCC 16</b>	pH
T10 Água tratada	<b>PCC 17</b> <b>PCC 18</b>	pH, Cloro livre residual, Trihalometanos, <i>E.coli</i> , Bactérias coliformes
T11 Tratamento de lamas	<b>Não tem PCC</b>	-
T12 Operações com bombas	<b>PCC 19</b>	Pressão no sistema, número mínimo de bombas em funcionamento
T13 Subestação de energia eléctrica	<b>Não tem PCC</b>	-

# Caso de estudo (10/17)

## Gestão de pontos críticos de controlo

Exemplo de gestão de pontos de controlo  
Filtração

**Evento:** Nível de turvação superior a 0.5 NTU

**PCC 14**    **Tipo de Perigo:** Físico e Microbiológico  
**Classificação de Risco:** Elevado

Acontecimento perigoso

T7.1.1.1 Passagem de partículas e de matéria orgânica

Medidas de Controlo

Ajustar o número de filtros em função do caudal a tratar

Verificação das medidas de controlo

O que verificar?	Limite Crítico	Como?	Quando?	Quem?	Sinais de alarme
Turvação à saída dos filtros	> 0.5 NTU	Telemetria	On-line	DOP	Níveis de turvação superiores a 0.5 NTU após a filtração
Cor	> 20 mg/L Pt-Co	Análise laboratorial	Semanalmente	SLB	
<i>Cryptosporidium</i>	> 0 n.º/L	Análise laboratorial	Semanalmente	SLB	Aumento da frequência de lavagem dos filtros
<i>Giardia</i>	> 0 n.º/L	Análise laboratorial	Semanalmente	SLB	

Acções correctivas

- Ajustar as etapas a montante para otimizar a eficiência da filtração
- Reforçar a desinfecção
- Rejeitar a água filtrada caso os níveis de turvação sejam superiores a 1.0 NTU

# Caso de estudo (11/17)

## Plano de contingência

### Excerto do plano de contingência Vandalismo/Sabotagem

Responsabilidade de acção: Águas do Cávado, S.A.

#### Indicadores de perigo

- Detecção de substâncias químicas ou microbiológicas em concentrações muito superiores à Norma
- Falhas na segurança contra intrusão
- Instalações vandalizadas

#### Análise da situação

- O abastecimento de água à população é a primeira prioridade
- Despistar situações de falso alarme
- Verificar as condições de operação do sistema de abastecimento e validar os valores medidos
- Identificar o tipo e o modo da contaminação ocorrida, em caso de sabotagem
- Avaliar a gravidade da ocorrência, analisando as suas consequências para a qualidade da água e/ou para a garantia da eficiência dos processos de tratamento
- Estabelecer medidas correctivas apenas se o equipamento de amostragem e a monitorização estiver a funcionar correctamente
- Ponderar fontes de abastecimento alternativas. Estudar a possibilidade de transvase entre sistemas de abastecimento (Minho e Lima; Douro e Paiva) e/ou entre reservatórios de entrega

#### Acções correctivas

- Reforçar os elementos e as medidas de segurança para prevenir a ocorrência de situações idênticas no futuro
- Verificar a qualidade da água, e interromper a captação, se necessário
- Informar as autoridades competentes, incluindo defesa civil e autoridade sanitária
- Informar a população, pelos meios adequados, em caso de perigo eminente para a saúde pública
- Utilizar um sistema de abastecimento alternativo
- Aplicar acções correctivas imediatas para restabelecer a qualidade da água em todo o sistema de abastecimento
- Registar o incidente e as acções tomadas

# Caso de estudo (12/17)

## Funcionamento do PSA - preparação de metodologias

- Análise dos dados de monitorização
- Verificação das medidas de controlo
- Análise de não-conformidades ocorridas e suas causas
- Verificação da adequabilidade de acções correctivas
- Implementação das alterações necessárias



# Caso de estudo (13/17)

## Funcionamento do PSA - controlo de PCC

Exemplo de ficha de controlo de PCC

Etapa:

Evento:

### Verificação das medidas de controlo

PCC n.º	Parâmetros	
	Unidades	
	Limite crítico (LC)	
	Frequência	
	Responsabilidade	
	Valor actual	
	Conforme	
	Não-conforme	
	Efectuado por	
	Data/Hora	
	Sinais de alarme	

# Caso de estudo (14/17)

## Funcionamento do PSA - acções correctivas

<b>Exemplo de ficha de acções correctivas</b>	<b>Evento:</b>
	<b>PCC n.º</b>
	<b>Descrição da não-conformidade</b>
	Qual foi a causa inicial do problema? Como é que o problema foi inicialmente detectado?
	<b>Acção correctiva a desenvolver para regularização da não-conformidade</b>
<b>Verificação da regularização da não-conformidade</b>	
Como é que o PSA funcionou face ao incidente ocorrido?	

# Caso de estudo (15/17)

## Funcionamento do PSA - avaliação do funcionamento

- Análise dos registos mais relevantes ao longo do ano
- Reavaliação de riscos associados a cada PCC
- Avaliação da justificação de novas medidas de controlo
- Avaliação crítica do funcionamento do PSA

# Caso de estudo (16/17)

## Funcionamento do PSA - avaliação do funcionamento

### Exemplo de avaliação do funcionamento do PSA Pré-oxidação

#### Verificação

- Toxinas provenientes de algas à entrada e à saída do tanque de contacto
- Coliformes totais (indicador de bactérias não eliminadas) ou fecais (indicador de matéria fecal)
- pH
- Sistema doseador de ozono
- Brometos na água não ozonizada
- Bromatos na água ozonizada
- *Cryptosporidium*

#### Frequência

- De acordo com o Plano de Monitorização da Qualidade da Água
- De acordo com a frequência definida no PSA

#### Tratamento dos resultados

- Registrar os resultados numa base de dados. Estes devem estar no mínimo de acordo com os valores legislativos, e de preferência com os limites estabelecidos no PSA.
- Os dados recolhidos devem ser periodicamente revistos para verificar se é possível que se esteja a desenvolver algum problema para o sistema de abastecimento.
- Esta revisão deve indicar todos os incidentes invulgares, indicar os procedimentos apropriados que não estão implementados, realçar os resultados laboratoriais da qualidade da água ou indicar a dados de qualidade de água tratada não conforme com a Norma. Rever os procedimentos para gestão da ozonização.
- Avaliar os resultados de monitorização e todas as acções tomadas como resultado de desvios de LC ou da aplicação de um plano de contingência, para verificar se o PSA precisa ser modificado.

#### Responsabilidade

- Águas do Cávado, S.A.

# Caso de estudo (17/17)

## Funcionamento do PSA - documentação e arquivo de dados

- Suporte para o desenvolvimento do PSA
- Registos periódicos da situação corrente
- Cadastro dos métodos e procedimentos utilizados
- Registos de programas de formação

# Sumário

- PSA: Uma nova metodologia
- Caso de estudo: Águas do Cávado, S.A.
- Desenvolvimentos futuros em Portugal
- Conclusão

# Desenvolvimentos futuros em Portugal

## Manual PSA

### Índice

1. Introdução
2. Estruturação de um PSA
  - 2.1 Esquema conceptual
  - 2.2 Etapas preliminares
  - 2.3 Avaliação do sistema
  - 2.4 Monitorização operacional
  - 2.5 Planos de gestão
  - 2.6 Validação e verificação do PSA
  - 2.7 Resumo dos conteúdos globais de um PSA
3. Guia de implementação
  - 3.1 Etapas preliminares
  - 3.2 Avaliação do sistema
  - 3.3 Monitorização operacional
  - 3.4 Planos de gestão
  - 3.5 Validação e verificação do PSA
4. Experiência portuguesa - O caso da Águas do Cávado S.A.
  - 4.1 Descrição do sistema de abastecimento
  - 4.2 Motivação específica para aplicação de um PSA
  - 4.3 Processo de elaboração do PSA
  - 4.4 Aspectos de aplicação do PSA
  - 4.5 Nota final
5. Glossário
6. Referências bibliográficas
6. Sobre os autores

### MANUAL PARA A ELABORAÇÃO DE PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

José Manuel Pereira Vieira e Carla Morais



UNIVERSIDADE DO MINHO



INSTITUTO REGULADOR DE ÁGUAS E RESÍDUOS

# Desenvolvimentos futuros em Portugal

## Novas iniciativas

- Experiências - piloto noutras sistemas de abastecimento
- Parcerias internacionais de âmbito europeu
- Investigação (novos métodos analíticos e de alerta *on-line*)
- Acções de formação e publicação de textos a nível nacional



# Sumário

- PSA: Uma nova metodologia
- Caso de estudo: Águas do Cávado, S.A.
- Desenvolvimentos futuros em Portugal
- Conclusão

# Conclusão

- Necessidade de integração da gestão da água na natureza (*e.g.* actividades fontes de poluição) e da distribuição até ao ponto de consumo (*e.g.* práticas de manutenção e reparação de condutas e instalações) no sistema global de avaliação e de gestão
- Aplicação concertada da WFD e da DWFD
- Aumentar o leque de experiências em todos os tipos de sistemas
- Dedicar atenção especial ao controlo da qualidade da água nas redes de distribuição públicas e domiciliárias

A água é o melhor de todas as coisas  
*Píndaro (século V A.C.)*

Obrigado pela atenção



35ª Assembleia Nacional  
Belo Horizonte  
24-29 Julho 2005

José Manuel Pereira Vieira

*[jvieira@civil.uminho.pt](mailto:jvieira@civil.uminho.pt)*

