

## CONTRIBUTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE SEGURANÇA DE SANEAMENTO NA CIDADE DE BRAGA

### TOWARDS A SANITATION SAFETY PLAN IN THE CITY OF BRAGA

José M. P. Vieira <sup>a,\*</sup>, Mário Araújo <sup>a</sup>,

<sup>a</sup>Universidade do Minho, Gualtar 4710-057 Braga, Portugal

#### RESUMO

A gestão integrada das infra-estruturas urbanas de água e saneamento constitui um desafio das cidades ambientalmente sustentáveis. Alguns avanços no controlo de qualidade dos sistemas de abastecimento de água para consumo humano, baseado em avaliação e gestão de riscos para a saúde pública, têm sido conseguidos através da implementação de planos de segurança da água. Com base nesta metodologia propõem-se, neste trabalho, contributos para a implementação de planos de segurança de saneamento, cobrindo-se, desta forma, todo o ciclo urbano da água com princípios de gestão de riscos. Com esta abordagem, estrutura-se um plano de segurança de saneamento onde são identificados eventos perigosos, avaliados e priorizados riscos para a saúde pública e para o ambiente, assim como se estabelecem medidas de controlo ao longo de todo o sistema de saneamento, percorrendo todas as etapas que o constituem: recolha, tratamento, lançamento no ambiente e reutilização segura de águas residuais. Estes conceitos foram aplicados ao sistema de saneamento da área central da cidade de Braga, para o qual se criou expressamente uma ferramenta informática de suporte, focada nos módulos principais da estrutura de um plano de segurança de saneamento.

**Palavras Chave** – avaliação de riscos, eventos perigosos, gestão de riscos, plano de segurança, saneamento.

#### ABSTRACT

The integrated management of urban water and sanitation infrastructure is a challenge for environmentally sustainable cities. Positive developments in quality control in drinking water supply systems, based on risk assessment and risk management for public health, have been achieved through the implementation of water safety plans. Based on this methodology, the present work gives contributions for sanitation safety plans implementation. In this way, the urban water cycle is covered with risk management principles. With this approach, a sanitation safety plan is structured in which hazardous events to public health and environment are identified. Also risk assessment, risk prioritization and control measures are established throughout the sanitation system, covering all its steps: collection, treatment, disposal in receiving waters and safe reuse of treated wastewater. These concepts have been applied to the sanitation system of the central area of the city of Braga, for which a support software tool was expressly created, focusing in the core structural modules of a sanitation safety plan.

**Keywords** – risk assessment, hazardous events, risk management, safety plan, sanitation.

---

\* *Autor para correspondência. Corresponding author.*  
E-mail: [jvieira@civil.uminho.pt](mailto:jvieira@civil.uminho.pt) (Prof. Doutor J. Vieira)

## 1 INTRODUÇÃO

Um sistema de saneamento adequado é essencial para a protecção e promoção da saúde humana, proporcionando uma digna forma de vida. O acesso a sistemas completos de saneamento, com colecta, tratamento, lançamento no ambiente e reutilização, contribui para a redução substancial de doenças diarreicas, infecções intestinais por vermes e doenças transmitidas por vectores. Em contraste, a não disponibilidade deste tipo de infra-estruturas com qualidade adequada tem impactos negativos na saúde humana e contribui para a degradação do ambiente.

A Organização Mundial da Saúde, através das “Directrizes para a qualidade da água para consumo humano” tem promovido o desenvolvimento do conceito do Plano de Segurança da Água (PSA), que se baseia na avaliação e gestão de riscos para a saúde humana, ao longo de todo o sistema de abastecimento de água, desde a fonte até ao consumidor (WHO 2004, WHO 2011). A disseminação deste conceito tem sido objecto de múltiplas publicações e de propostas de implementação de âmbito nacional e internacional (Bartram, et al. 2009, Vieira 2011).

De igual forma, faz sentido implementar, de forma sistemática, metodologias semelhantes, baseadas em avaliação e gestão de riscos, tanto para os 2,4 mil milhões de pessoas estimadas que ainda não têm acesso a instalações de saneamento melhorado (UNICEF/WHO 2015), como relativamente a instalações existentes, com diferentes tipos de tratamento e opções de lançamento ou reutilização de águas residuais. Desta forma, implementam-se planos de segurança de saneamento (PSS), assegurando a existência de medidas de controlo ao longo de toda a cadeia de saneamento, estabelecidas com base na avaliação e priorização de riscos, de modo a proteger a saúde pública e um ambiente saudável. Embora se baseie na estrutura de um PSA, é possível estabelecerem-se semelhanças e diferenças entre este e o PSA (WHO 2010), como se pode verificar da análise da informação contida no Quadro 1.

Quadro 1. Semelhanças e diferenças entre o PSA e o PSS, adaptado de WHO (2010)

Plano de segurança de saneamento	Plano de segurança da água
<b>Semelhanças</b>	
Derivado das directrizes de WHO para o uso em segurança de águas residuais e saponáceas.	Derivado das directrizes de WHO para a qualidade da água para consumo humano.
Abordagem de gestão com risco parcial	Abordagem de gestão com risco parcial
Ações essenciais: Avaliação do sistema de saneamento. Monitorização de operação. Gestão de operação.	Ações essenciais: Avaliação do sistema de abastecimento. Monitorização de operação. Gestão de operação.
Natureza sistemática, seguindo o fluxo do sistema de saneamento.	Natureza sistemática, seguindo o fluxo do sistema de abastecimento de água.
<b>Diferenças</b>	
A abordagem expande-se para tópicos como a saúde pública e efeitos ambientais.	A abordagem permanece confinada ao sistema de abastecimento de água para consumo.
Considera múltiplas rotas de exposição e vários grupos expostos em relação a riscos microbiológicos e químicos.	Foca-se principalmente na ingestão de água, considerando riscos microbiológicos, químicos e radioactivos.
Normalmente não possui nenhum quadro regulamentar, com atribuições e responsabilidades fragmentadas.	Normalmente opera num quadro regulamentar bem estabelecido.
Diversidade no processo de tomada de decisão.	Uniformidade no processo de tomada de decisão.
Objectivos: Reduzir a exposição e os impactos negativos na saúde e no ambiente do lançamento e uso de águas residuais, excreta e águas saponáceas.	Objectivo: Prevenção da contaminação de água potável destinada a consumo humano.
Entidade responsável pela execução do plano: autoridades nacionais, regionais ou locais, dependendo de recursos e competências.	Entidade responsável pela execução do plano: entidade gestora ou associação comunitária, no caso de pequenos sistemas de abastecimento.

Na Figura 1 representa-se, de forma esquemática, o relacionamento entre um PSA e um PSS, integrados no ciclo urbano da água.



Figura 1. Posicionamento do PSS e PSA no ciclo urbano da água

Um PSS abrange, assim, todas as etapas constituintes de um sistema de saneamento, nomeadamente, recolha de águas residuais, rede de colectores, tratamento, lançamento nos meios receptores e reutilização de águas residuais e lamas. A implementação de um PSS estrutura-se em três fases fundamentais: avaliação do sistema, monitorização operacional e planos de gestão.

A criação e desenvolvimento de ferramentas informáticas podem ser muita utilidade para a implementação de PSS, pois constituem meios eficientes para organizar informação e procedimentos em documentos de fácil integração com outros sistemas. Promove-se, desta forma, o estudo e o conhecimento do funcionamento de um sistema de saneamento, que se traduz na focalização dos aspectos mais importantes a monitorizar ou a corrigir, diminuindo o tempo de investigação e recolha de informação sobre perigos, eventos perigosos, medidas de controlo e acções correctivas a aplicar na monitorização operacional. Por outro lado, facilita-se a adopção de mecanismos de auto-avaliação e de sistematização de abordagens que permitem a avaliação externa relativamente à implementação do PSS.

No presente trabalho apresentam-se aspectos de uma plataforma informática desenvolvida no contexto da estruturação de um PSS para o sistema de saneamento Cidade em Braga (área central da cidade), cujas características seguiram os seguintes termos de referência:

- Permitir a elaboração automática de PSS através da utilização de interfaces amigáveis para o utilizador;
- Criar bases de dados expansíveis, com: identificação de eventos perigosos, avaliação e priorização de riscos; medidas de controlo;
- Produzir relatórios (documentos) em formato de utilização generalizada;
- Possibilitar o armazenamento toda a informação gerada em um único ficheiro.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Metodologia para a estruturação do PSS do sistema Cidade em Braga

Com base na metodologia proposta por vários autores para a elaboração e implementação de um PSA (Bartram *et al.* 2009, Vieira e Morais 2005) e na proposta constante do *Sanitation*

*Safety Plan Manual* (WHO 2016), foi desenhada uma estrutura sequencial para a elaboração de um PSS para o sistema Cidade, em Braga, da responsabilidade da empresa AGERE, em treze módulos, agrupados em cinco fases fundamentais de desenvolvimento, conforme se resume na Figura 2.



Figura 2. Estrutura de um PSS para a elaboração e implementação de um plano de segurança em sistemas de saneamento (adaptado de Vieira e Morais 2005)

## 2.2 Constituição da equipa do PSS

A constituição de uma equipa para a elaboração e implementação do PSS começa pela elaboração de um registo de contactos dos membros, tanto da equipa de suporte ao PSS, como da equipa responsável pelo PSS, incluindo função exercida na empresa, responsabilidade no PSS, sigla de identificação, exemplo descrito na Figura 4.

Nome	Função	Responsabilidade no PSS	Email	Contacto	ID. do operador
Rui Morais	Administrador	Decisões Comunicações externas	rui.morais@agere.pt	969666666	RM
Jorge Silva	Administrador	Decisões Comunicações externas	jorge.silva@agere.pt	969666666	JS
Eduardo Barbot	Diretor Geral	Aprovação de documentos PSS Designação e Coordenação da Equipa PSS Acompanhamento na implementação do PSS	eduardo.barbot@agere.pt	969666666	EB

Figura 3. Excerto da constituição da equipa do PSS constituída no âmbito da empresa AGERE.

### 2.3 Descrição do sistema Cidade e constituição do diagrama de fluxo

O presente caso de estudo aplica-se ao sistema de saneamento de maior dimensão da cidade Braga (Sistema Cidade), estando previsto que, após a implementação com sucesso do PSS a este sistema, a empresa AGERE possa replicar esta metodologia para os restantes quinze sistemas que compõem todo o sistema de saneamento do município de Braga. A caracterização do sistema consiste na elaboração de uma listagem de processos que englobam as principais etapas do sistema, encadeados da forma que melhor se aproxima da realidade, obtendo-se um diagrama do processo com se apresenta na Figura 5.

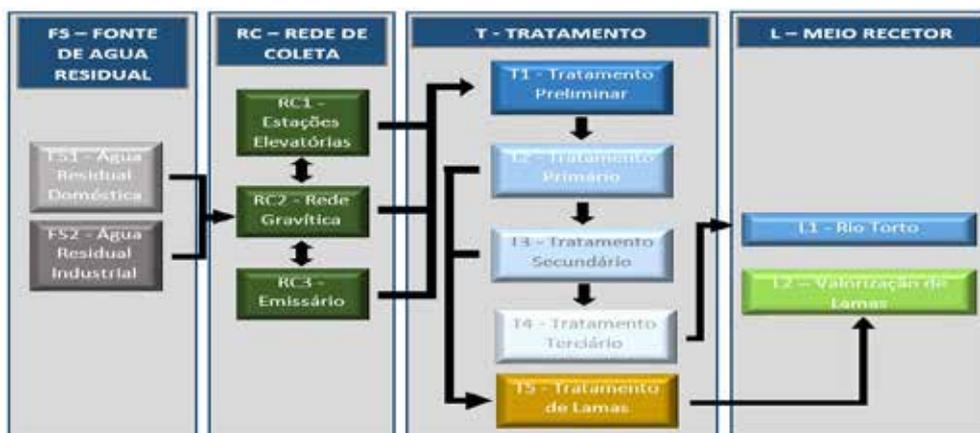


Figura 4. Caracterização do sistema de saneamento da AGERE do sistema Cidade.

### 2.4 Elementos de monitorização operacional

Na monitorização operacional são identificados pontos críticos, determinados a partir da metodologia de priorização de riscos adoptada com critérios pontuados de 1 a 5 para a probabilidade de ocorrência dos eventos perigosos e para a severidade das consequências. Os riscos avaliados com pontuação superior a 36 são considerados como pontos críticos, para os quais se estabelecem medidas de controlo e acções correctivas. A construção de uma estrutura de organização de informação (plataforma) é fundamental para o PSS pois permite, de uma forma quase automática, integrar uma base de dados, a avaliação e priorização de riscos e o estabelecimento de medidas de controlo. Desta forma, possibilita-se, também, a criação de planos de gestão. No Quadro 2 apresenta-se a estrutura da plataforma.

Quadro 2. Exemplo da estrutura da plataforma informática adoptada pela empresa AGERE

Sistema	Etapa do sistema	Local	Ponto de Avaliação	Evento Perigoso	Perigos Associados	Aspectos Ambientais	Impacto Ambiental	Data da Avaliação	Tipologia de Plano	ID do Operador
Identificação do sistema	Identificação da etapa no sistema	Identificação do local	Identificação do ponto de avaliação	Descrição do evento perigoso	Descrição do perigo inerente ao evento	Aspecto ambiental em que o perigo se enquadra	Impacto do perigo no meio	DD/MM/AAAA	Normal Emergência	Identificação do responsável pela avaliação
Probabilidade de Ocorrência	Severidade da Ocorrência	Dimensão da Ocorrência	Pontuação	Classificação do risco	Status do Evento	Medidas de Controlo Existentes	Validação das Medidas de Controlo	Validação das medidas de controlo	Observações	Plano de Melhoria
Análise através da metodologia	Análise através da metodologia	Análise através da metodologia	Análise através da metodologia	Análise através da metodologia	Prioritário ou Não prioritário	Proposta de resolução do problema	Validação das medidas de controlo	Validação das medidas de controlo	Observações	Plano para melhoria

## 3 DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DE SUPORTE AO PSS

A estruturação do PSS para o sistema cidade implicou a reunião de um grande volume de informação que foi posteriormente compilado numa plataforma informática. Esta plataforma, criada com base no programa EXCEL/VISUALBASIC, compreende uma base de dados, avaliação de riscos e a definição de medidas de controlo por forma a promover uma

utilização “user friendly”. Através do uso de macros de localização optou-se por mapear o programa com 5 módulos principais, como demonstrado na Figura 6. A seguir descrevem-se, com mais detalhe, algumas das acções contidas em cada um dos menus que o compõem.



Figura 5 - Aspetto do menu principal da plataforma desenvolvida.

No ícone “descrição do sistema” é apresentado um novo menu, onde aparece representado o mapa do sistema cidade, contendo todos os locais estudados (ETAR de Frossos e estações elevatórias), numerados e indexados a ícones que estendem toda a informação relevante sobre o local solicitado. É dada especial atenção à ETAR de Frossos devido ao elevado volume de informação compilada nas fases de tratamento, como demonstrado na Figura 7.



Figura 6. Aspetto do menu onde se apresenta o mapa do sistema cidade.



Figura 7. Aspetto do menu contendo informação sobre a ETAR de Frossos.

O ícone “Plataforma PSS” apresenta um novo menu que contém toda a informação recolhida sobre o caso de estudo, onde constam também ícones de regresso aos vários menus disponíveis, como demonstrado na Figura 8. Devido ao volume de informação recolhido e à natureza perene desta plataforma, criou-se a possibilidade de inserção de nova informação,

através de uma interface gráfica (em VISUALBASIC). Esta interface está alocada ao ícone sinalizado na Figura 9, que tem como objectivo simplificar o processo de introdução de informação. Este ícone contém *tabstrips* equipadas com caixas de texto e caixas de combinação que facilitam o preenchimento da informação relativa ao fluxograma adoptado.



Figura 8 - Aspecto do menu "Plataforma PSS" com indicação do ícone "inserir novo Registo".

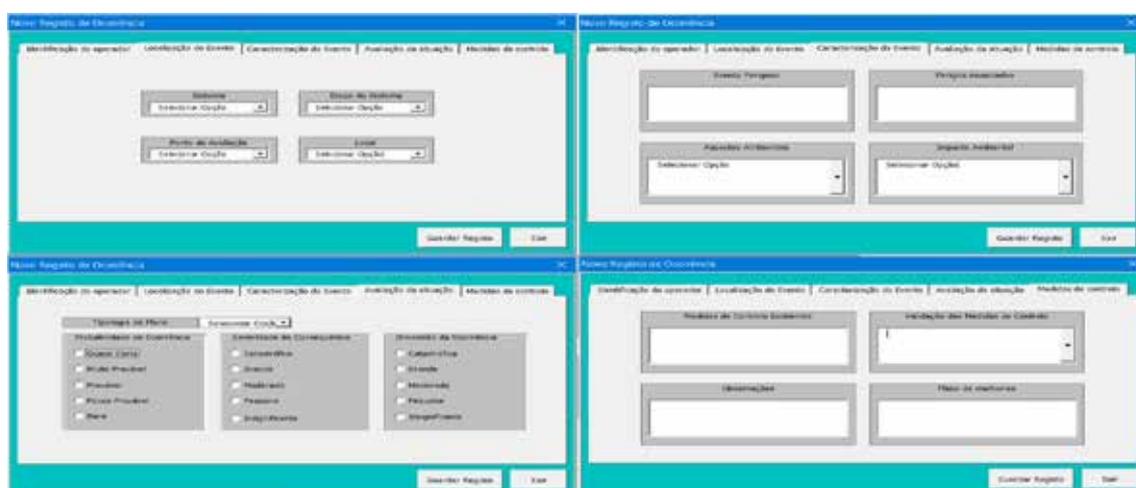


Figura 9 - Aspecto do menu "Inserir novo Registo".

O funcionamento dos ícones "Equipa PSS" e "Equipa de Suporte" é idêntico, e registam toda a informação pessoal dos elementos que constituem a equipa PSS.

No ícone "Avaliação de riscos" é apresentada a metodologia de avaliação adoptada na avaliação da base de dados, como se demonstra na Figura 10.

Probabilidade de ocorrência	Descrição	Peso	Severidade das consequências	Descrição	Peso	Exatidão	Descrição	Peso	Probabilidade de risco	Classificação de risco	Prioridade
Baixa	Evento ou que ocorre uma vez por ano	5	Catastrófica	Potencialmente fatal para parte significativa da população ou muito severo (≥ 18Q)	5	Exactíssima	Potencialmente fatal para parte significativa da população ou muito severo (≥ 18Q)	5	16	Risco	Não Prioritária
Muito Provável	Evento ou que ocorre uma vez por ano	4	Grande	Potencialmente fatal para uma pequena parte da população ou muito severo (≥ 18Q)	4	Grande	Potencialmente fatal para uma pequena parte da população ou muito severo (≥ 18Q)	4	12-15	Moderado	Não Prioritária
Provável	Evento ou que ocorre uma vez por ano	3	Moderada	Alto para alguma parte da população ou muito severo (≥ 18Q)	3	Moderada	Alto para alguma parte da população ou muito severo (≥ 18Q)	3	8-11	Urgente	Prioritária
Pouco Provável	Evento ou que ocorre uma vez por ano	2	Freguesia	Alto para pequena parte da população ou muito severo (≥ 18Q)	2	Freguesia	Alto para pequena parte da população ou muito severo (≥ 18Q)	2	7-10	Muito Urgente	Prioritária
Raro	Pouco ocorre em situações excepcionais (1 em 10 anos)	1	Insignificante	Sem qualquer impacto detectável	1	Insignificante	Sem qualquer impacto detectável	1	1-6	Controlado	Prioritária

	Raro	Pouco Provável	Provável	Muito Provável	Severidade	
Catastrófica	16	20	24	28	32	Catastrófica
Grande	12	15	18	21	24	Grande
Moderada	8	10	12	14	16	Moderada
Freguesia	6	8	10	12	14	Freguesia
Insignificante	4	6	8	10	12	Insignificante

	Insignificante	Freguesia	Moderada	Grande	Severidade	
Catastrófica	Moderado	Urgente	Urgente	Muito Urgente	Catastrófica	Catastrófica
Grande	Risco	Moderado	Urgente	Urgente	Muito Urgente	Grande
Moderada	Risco	Moderado	Moderado	Moderado	Urgente	Moderada
Freguesia	Risco	Risco	Risco	Freguesia	Moderado	Freguesia
Insignificante	Risco	Risco	Risco	Risco	Risco	Insignificante

Figura 10 - Aspecto do ícone "Metodologia de avaliação".

## 4 CONCLUSÕES

A elaboração e implementação de PSS, baseados em metodologias de avaliação e priorização de riscos, assegurando a existência de medidas de controlo ao longo de toda a cadeia de saneamento, constituem ferramentas de grande utilidade na protecção da saúde pública e de um ambiente saudável. A metodologia para a implementação de um PSS abrange a avaliação de riscos associados a todas as etapas constituintes de um sistema de saneamento, estruturando-se em três fases fundamentais: avaliação do sistema, monitorização operacional e planos de gestão.

A criação e desenvolvimento de ferramentas informáticas, como proposto no presente trabalho, podem ter muita utilidade na implementação de PSS, pois constituem meios eficientes para organizar informação e procedimentos em documentos de fácil integração com outros sistemas e facilitam o estabelecimento de mecanismos de auto-avaliação e de avaliação externa.

A aplicação da metodologia descrita ao caso de estudo do sistema de saneamento cidade de Braga alarga horizontes na aplicação de sistemas de segurança de infra-estruturas incluídas no ciclo urbano da água, complementando, assim, experiências já desenvolvidas na implementação de PSA. Neste caso, a implementação deste PSS permitirá à empresa AGERE aperfeiçoar a garantia de qualidade de serviço prestado aos seus consumidores, quer no abastecimento de água, quer no sistema de saneamento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa AGERE as facilidades concedidas para este trabalho que foi realizado no âmbito de uma dissertação de mestrado em Engenharia Civil na Universidade do Minho.

## REFERÊNCIAS

- Bartram J., Corrales L., Davison A., Deere D., Drury D., Gordon B., Howard G., Reinhold A., Stevens M. (2009) *Water Safety Plan Manual. Step-by-Step Risk Management for Drinking-water Suppliers*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- UNICEF/WHO (2015) *Progress on sanitation and drinking water – 2015 update and MDG assessment*. World Health Organization and United Nations Children’s Fund Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. UNICEF, New York and WHO, Geneva.
- Vieira, J.M.P., Morais C.M. (2005). *Planos de Segurança da Água para Consumo Humano*. Edição IRAR, ISBN:972-99354-5-9, p. 173. Lisboa, Portugal.
- Vieira, J.M.P. (2011). A strategic approach for water safety plans implementation in Portugal. *Journal of Water and Health* 9 (1) 107-116.
- WHO (2004) *Guidelines for Drinking Water Quality (3rd Edition)*. World Health Organisation. Geneva, Switzerland.
- WHO (2010) *Concept Note-Sanitation Safety Plans (SSP): A vehicle for guideline implementation*. World Health Organisation. Geneva, Switzerland.
- WHO (2011) *Guidelines for Drinking Water Quality (4th Edition)*. World Health Organisation. Geneva, Switzerland.
- WHO (2016) *Sanitation Safety Planning - Manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta*. World Health Organisation. Geneva, Switzerland.