

## A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA AWARE-P A UM SISTEMA DE SANEAMENTO NOS SMAS OEIRAS AMADORA

Paulo CAMACHO<sup>(1)</sup>; Augusta CORREIA<sup>(2)</sup>; Maria Adriana CARDOSO<sup>(3)</sup>; M. Helena SILVA<sup>(4)</sup>

### RESUMO

Este artigo apresenta a aplicação da metodologia AWARE-P, por parte dos SMAS Oeiras e Amadora, a um sistema de águas residuais localizado no concelho da Amadora, a Bacia da Venteira. A metodologia AWARE-P consiste numa abordagem integrada de Gestão Patrimonial de Infraestruturas, onde são considerados três níveis de planeamento: estratégico, tático e operacional. Esta metodologia apresenta a vantagem de possibilitar a realização de um diagnóstico do sistema e a comparação de várias alternativas de reabilitação, tendo em conta as dimensões de desempenho, risco e custo. Apresenta-se um caso de estudo que descreve os passos executados para aplicação da metodologia, incluindo os processos de recolha de informação, modelação hidráulica, diagnóstico, tendo em conta diferentes cenários de funcionamento, e identificação de alternativas de intervenção, recorrendo ao *software* desenvolvido no âmbito do projeto AWARE-P. A aplicação desta metodologia nos SMAS Oeiras e Amadora permitiu identificar e aplicar novos métodos de processamento de informação, bem como melhorar processos existentes, assim como o conhecimento do sistema. Concluiu-se que esta metodologia permite gerir, de uma forma expedita, a informação de diferente natureza produzida nas diversas divisões desta entidade gestora, possibilitando uma análise multidimensional e objetiva do estado atual das infraestruturas e dos diferentes cenários de reabilitação.

Palavras-chave: aware-p, gestão patrimonial de infraestruturas, reabilitação, saneamento.

---

<sup>1</sup> Técnico Superior. Divisão de Controlo de Perdas e Cadastro. [pccamacho@smas-oeiras-amadora.pt](mailto:pccamacho@smas-oeiras-amadora.pt)

<sup>2</sup> Técnica Superior. Divisão de Saneamento da Amadora. [macorreia@smas-oeiras-amadora.pt](mailto:macorreia@smas-oeiras-amadora.pt)

<sup>3</sup> Investigadora Auxiliar. LNEC-DHA-NES. [macardoso@lnec.pt](mailto:macardoso@lnec.pt)

<sup>4</sup> Chefe de Divisão. Divisão de Saneamento de Oeiras. [mhsilva@smas-oeiras-amadora.pt](mailto:mhsilva@smas-oeiras-amadora.pt)

**SMAS de Oeiras e Amadora**

Av. Dr. Francisco Sá Carneiro, n.º 19

Urbanização Moinho das Antas

2780-241 OEIRAS

Tel.: (+ 351) 21 440 06 00

Fax: (+ 351) 21 440 06 01

## 1. INTRODUÇÃO

Têm-se observado em Portugal, nas últimas décadas, investimentos avultados em infraestruturas de forma a responder a exigências provenientes tanto de um significativo crescimento urbano que se verificou no nosso país nas décadas de 70 e 80, como da crescente exigência dos normativos comunitários e nacionais em matéria ambiental e de saúde pública.

Presentemente, a gestão sustentável do património de infraestruturas é uma realidade incontornável e urgente. De facto, a necessidade existente no passado de proporcionar rapidamente às populações infraestruturas de águas residuais e pluviais acarretou, por vezes, um insuficiente planeamento, a aplicação de critérios de qualidade de construção inferiores aos desejáveis, bem como uma insuficiente manutenção dessas infraestruturas. Consequentemente, a realidade atual das entidades gestoras de águas residuais e pluviais exige a aplicação de métodos de Gestão Patrimonial de Infraestruturas (GPI) que permitam realizar as atividades de manutenção preventiva, reparação e reabilitação de uma forma eficaz, que garanta a qualidade do serviço prestado nas suas diferentes vertentes e concordante com os constrangimentos financeiros existentes e que se prevê manterem-se no futuro. Esta constatação é reconhecida no Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto, onde está previsto o dever de promover e manter um sistema de GPI por parte das entidades gestoras que sirvam mais de 30000 habitantes.

Os SMAS de Oeiras Amadora, adiante designados por SMAS O&A, pretendem ser reconhecidos como uma entidade gestora de excelência no que se refere à qualidade de serviços prestados e pretendem desenvolver as suas atividades tendo em conta uma maior responsabilidade social, ambiental e financeira. Assim a participação dos SMAS O&A no projeto AWARE-P ambicionou prover esta entidade gestora de um procedimento estruturado para a GPI. Este projeto teve como objetivo desenvolver e implementar um procedimento estruturado para a GPI.

A metodologia AWARE-P consiste numa abordagem integrada de GPI (Alegre *et al.*, 2011; AWARE-P, 2012) que considera como dimensões de análise o desempenho, o risco e o custo. Por sua vez, os níveis de planeamento e de decisão compreendem o nível estratégico, tático e operacional.

No âmbito da participação dos SMAS, aplicou-se a metodologia AWARE a um caso de estudo com o objetivo de produzir um plano de reabilitação para um sistema de drenagem urbano localizado no Concelho da Amadora, a Bacia da Venteira. O presente artigo descreve esta aplicação.

## 2. METODOLOGIA AWARE

A metodologia AWARE-P, apresentada na Figura 1, consiste numa abordagem integrada de GPI que contempla três níveis de planeamento e decisão, nomeadamente os níveis estratégico, tático e operacional.

O nível estratégico, orientado pela visão geral da organização no longo prazo, com o objetivo de estabelecer e comunicar as prioridades estratégicas aos colaboradores e cidadãos em geral; um nível tático, onde os gestores intermédios responsáveis pelas infraestruturas planeiam, decidem e implementam as melhores ações de médio prazo; e um

nível operacional, da responsabilidade dos operadores das infraestruturas, sendo nele que se estabelecem a sequência e o conteúdo das ações de curto prazo a serem implementadas, correspondendo à implementação das táticas de GPI definidas (Alegre *et al.* 2011). O processo de decisão e planeamento considera três pilares de competência: gestão, engenharia e informação. As dimensões da análise incluem o desempenho, o risco e custo (Figura 2).

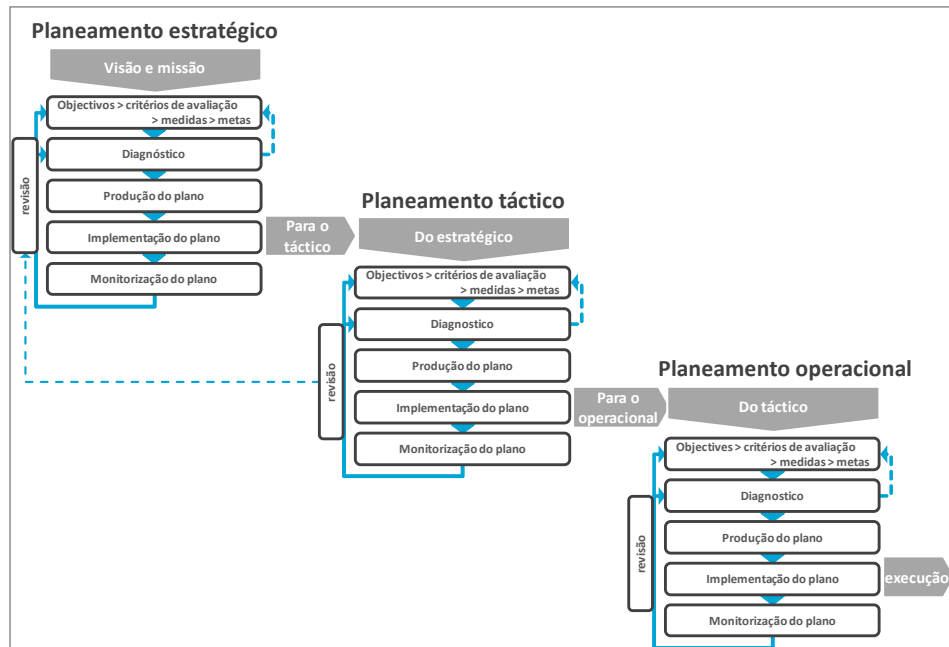


Figura 1. Metodologia AWARE-P (Alegre *et al.* 2011)

Por sua vez, em cada nível de decisão procede-se a um ciclo estruturado (Figura 1) que inclui os seguintes passos: (i) definição de objetivos e metas; (ii) diagnóstico; (iii) produção do plano, incluindo a identificação, comparação e seleção de soluções alternativas; (iv) implementação do plano, e (v) monitorização e revisão. Esta metodologia permite proceder à monitorização e revisão dos planos através da definição de objetivos, critérios de avaliação, métricas e metas, permitindo assim identificar as direções de ação, bem como avaliar os resultados através de revisões periódicas regulares (Alegre *et al.* 2011).

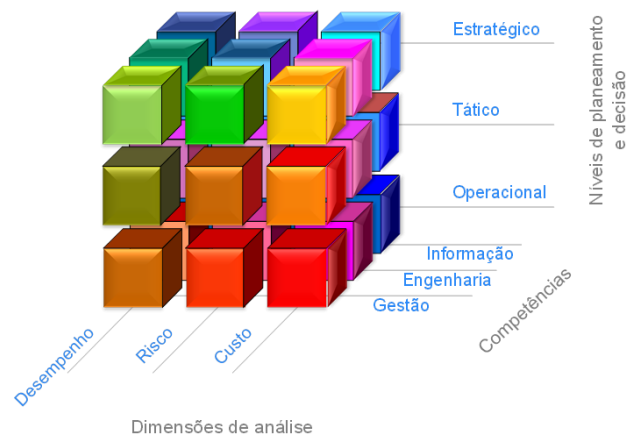


Figura 2. Níveis, dimensões e competências na metodologia AWARE-P (Alegre *et al.* 2011)

Para apoiar a implementação da metodologia descrita foi desenvolvido um *software* de utilização gratuita. O *software* disponibiliza meios de visualização, diagnóstico e avaliação de sistemas urbanos de água através de um portfolio de modelos de desempenho, custo e risco, com aplicação quer a um nível global de sistema, quer ao nível de detalhe baseado no componente (Coelho e Vitorino, 2011). Este *software* permite, ainda, avaliar e comparar soluções de planeamento ou alternativas de reabilitação, utilizando métodos normalizados que facilitam e sustentam a tomada de decisão. A Figura 3 ilustra o resultado de uma avaliação, realizada no *software* AWARE-P, para diferentes alternativas (A), tendo em conta diferentes critérios de avaliação (P, C, R) num determinado horizonte temporal.

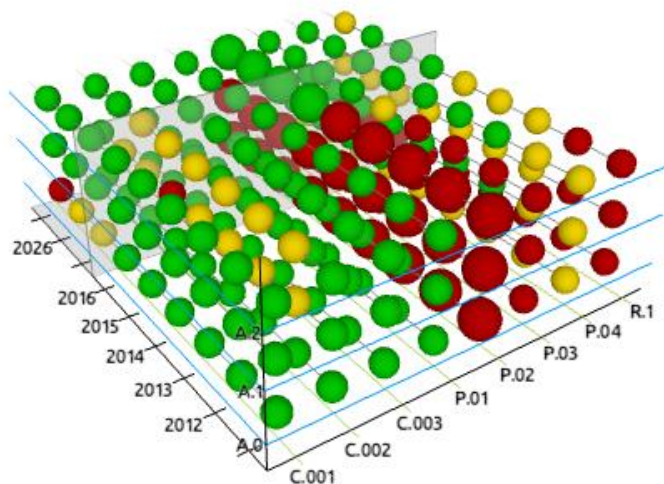


Figura 3. Visualização de uma avaliação realizada através do *software* AWARE-P

### 3. PLANEAMENTO ESTRATÉGICO

Os SMAS O&A são uma entidade pública com autonomia administrativa e financeira, responsável pelo fornecimento dos serviços de distribuição de água e recolha de águas residuais nos municípios de Oeiras e Amadora, com a área respetiva de 46 km<sup>2</sup> e 24 km<sup>2</sup>, nos arredores de Lisboa servindo 350 000 habitantes.

Em alinhamento com a visão e a missão dos SMAS O&A, foi estabelecido o sistema de avaliação estratégico considerando o horizonte de planeamento estratégico de 20 anos, através da definição de objetivos, critérios (Quadro 1), métricas e metas (Silva *et al.*, 2010), essencialmente baseados no sistema da ERSAR de avaliação da qualidade dos serviços de águas prestados aos utilizadores.

Quadro 1. Objetivos e critérios estratégicos

Objetivos estratégicos	Critérios
1. Adequação da interface com o utilizador	1.1 Acessibilidade do serviço aos utilizadores; 1.2. Qualidade do serviço prestado aos utilizadores
2. Sustentabilidade da gestão do serviço	2.1. Sustentabilidade económica; 2.2. Sustentabilidade infraestrutural; 2.3. Produtividade física dos recursos humanos
3. Sustentabilidade ambiental	3.1. Eficiência na utilização de recursos ambientais; 3.2. Eficiência na prevenção da poluição

O diagnóstico foi realizado tendo em conta o sistema de avaliação estabelecido, procedendo-se ao cálculo e avaliação das métricas selecionadas, quer para o serviço de abastecimento de água (SAA) quer para o serviço de águas residuais e pluviais (SARP) (Quadro 2). Para complementar os resultados da avaliação e apoiar a definição das estratégias a implementar no nível de planeamento tático, realizou-se uma análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) (Cardoso *et al.*, 2011). Esta análise consiste na identificação dos pontos fortes e pontos fracos da entidade, tendo em conta o seu contexto interno, assim como as oportunidades e ameaças, tendo em conta o contexto externo à entidade.

Quadro 2. Resultados da avaliação estratégica para SAA e SARP

	<b>Indicadores de desempenho</b>	<b>Unidades</b>	<b>Metas</b>	<b>Resultados</b>
<b>SAA</b>	Qualidade da água fornecida	(%)	99,5	99
	Falhas no abastecimento	(n.º/(1000 ramais.ano))	0,01	0,01
	Défice de adesão ao serviço	(%)	0	0
	Água não facturada	(%)	15	16
	Reabilitação de condutas	(%/ano)	4	7
	Avárias em condutas	(n.º/(100 km.ano))	60	103 *
<b>SARP</b>	Ocorrência de inundações	(n.º/(1000 ramais.ano))	0,2	0,2
	Défice de adesão ao sistema de drenagem	(%)	0	0
	Reabilitação de colectores	(%/ano)	4	6
	Redes de drenagem sem tratamento	(%)	0	0

\* Valor calculado para todas as falhas, mesmo com valor inferior a 6 horas

Do diagnóstico realizado verifica-se que é importante o investimento em substituição de redes, de forma a reduzir o número de falhas e avarias e consequente perda de água. No que diz respeito às águas residuais, verifica-se que a existência de aflúncias indevidas ao sistema doméstico se reflete na ocorrência de inundações e no aumento de caudal de efluente entregue para tratamento. Na sequência do diagnóstico efetuado ao nível estratégico, foram definidas as estratégias apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Estratégias dos SMAS O&amp;A para SAA e SARP

<b>SAA</b>	<b>SARP</b>
E1 - Promoção de medidas proactivas de reabilitação	E4 - Atualizar o cadastro, os sistemas de informação e o conhecimento da condição estrutural das infraestruturas
E2 - Controlar e reduzir perdas	E5 - Promoção de medidas proactivas de reabilitação
E3 - Promover o uso eficiente da água	E6 - Reduzir aflúncias indevidas nos sistemas de águas residuais
	E7 - Avaliar o potencial de reutilização de águas residuais

A presente comunicação descreve seguidamente os desenvolvimentos realizados ao nível tático, relativamente ao sistema de águas residuais e pluviais.

## 4. PLANEAMENTO TÁTICO

### 4.1. Sistema de avaliação

Em alinhamento com os objetivos, critérios e métricas estratégicos definidos (Quadro 1 e Quadro 2), assim como com as estratégias selecionadas (Quadro 3), os SMAS O&A

definiram o sistema de avaliação tático apresentado no Quadro 4, considerando métricas de desempenho (P), custo (C) e risco (R) (Almeida e Cardoso, 2010).

Quadro 4. Sistema de avaliação tático

Objetivos	Critérios de avaliação	Métrica de avaliação	Unidade
1	1.2	P4 - Coletores com velocidade de escoamento inferior ao regulamentar promovendo assoreamento	(%)
		P5 - Coletores com ocorrência de entrada em carga ou inundação	(%)
2	2.1	C1 - Índice de valor infraestrutural (razão entre o valor atual e o valor de substituição da infraestrutura)	(-)
		P8 - Percentagem do caudal mínimo em relação ao caudal médio em tempo seco	(%)
	P12 - Percentagem de volume pluvial relativamente ao de tempo seco	(%)	
	2.2	R2 - Coletores com risco moderado de colapso	(%)
		R3 - Coletores com risco elevado de colapso	(%)
		P6 - Utilização da capacidade do coletor pelo caudal mínimo de tempo seco	(%)
P7 - Utilização da capacidade do coletor pelo caudal máximo de tempo seco		(%)	
3	3.2	P9 – Relação entre o caudal máximo e o caudal médio de tempo seco	(%)
		P10 – Caudal mínimo diário por unidade de comprimento de coletor	(m <sup>3</sup> /(dia.km))
		P11 - Utilização da capacidade do coletor em tempo de chuva	(%)
		P 13 - Frequência de descarga	(-)

As métricas de risco são calculadas através de um método que se baseia numa matriz de risco (Figura 4), também designada como matriz de probabilidade-consequência (Almeida *et al.*, 2011 e Marques *et al.*, 2011). A probabilidade de colapso de um coletor é estimada com base em resultados de inspeção CCTV da sua condição estrutural; a consequência de falha do coletor é obtida através do conhecimento dos técnicos dos SMAS O&A sobre o sistema. A probabilidade de falha e a consequência foram convertidos em escalas de 1 a 5. As métricas R2 e R3 são expressas como a percentagem do comprimento de coletores que apresentam risco moderado (amarelo) e elevado (vermelho), respetivamente.

Probabilidade	Consequência				
	1: insignificante	2: baixo	3: moderado	4: elevado	5: severo
1: raro					
2: pouco provável					
3: moderado					
4: muito provável					
5: quase certo					

Figura 4. Matriz de risco (Almeida *et al.*, 2011)

Os valores das métricas foram classificados em três classes (bom, moderado e inaceitável), de acordo com os limites apresentados no Quadro 5, que foram definidos pelo SMAS O&A com base na sua experiência, conhecimento e requisitos que pretendem para o funcionamento dos sistemas.

Quadro 5. Valores de referência para as métricas

	Bom	Moderado	Inaceitável
C1 (-)	[0.4, 0.6]	]0.2, 0.4[ U ]0.6, 0.8]	[0.0, 0.2[ U ]0.8, 1.0]
R2 (%)	[0]	]0, 5]	]5, 100]
R3 (%)	[0]	]0, 1]	]1, 100]
P4 (%)	[0, 10[	[10, 30[	[30, 100]
P5 (%)	[0, 15[	[15, 30[	[30, 100]
P6 (%)	[0, 25[	[25, 50[	[50, ∞[
P7 (%)	[0, 75[	[75, 100[	[100, ∞[
P8 (%)	[0, 25[	[25, 50[	[50, ∞[
P9 (%)	[0, 300[	[300, 500[	[500, ∞[
P10 (m <sup>3</sup> /(dia.km))	[0, 40[	[40, 80[	[80, ∞[
P11 (%)	[0, 75[	[75, 100[	[100, ∞[
P12 (%)	[0, 300[	[300, 600[	[600, ∞[
P13 (-)	[0]	]0, 12]	]12, ∞[

#### 4.2. Seleção da área de análise e do horizonte de planeamento

As estratégias identificadas a nível de planeamento estratégico são implementadas no nível tático. Neste nível estabelecem-se as intervenções a realizar ao nível de sistemas e subsistemas, a médio prazo. Consequentemente é necessário definir quer a área de análise quer o horizonte de planeamento tático.

O conhecimento das redes de saneamento e o grau de fiabilidade da informação no Sistema de Informação Geográfica (SIG) é limitado, dificultando a obtenção de dados para cálculo de indicadores ao nível das sub-bacias. Assim, numa primeira fase, selecionou-se uma sub-bacia entre as quatro grandes bacias hidrográficas, Algés, Alcântara (Falagueira e Damaia), Trancão e Jamor para desenvolvimento do plano tático. A escolha, foi feita tendo em conta que Alcântara é uma grande bacia unitária e ainda não sujeita a faturação por medição; Algés e Trancão são zonas controladas, com poucas ligações indevidas e ainda não sujeitas a faturação por medição; Jamor é uma zona já sujeita a medição e faturação pela SANEST.

Assim, o sistema de águas residuais selecionado para o desenvolvimento detalhado ao nível tático foi, dentro da bacia do Jamor, a bacia da Venteira. Constituíram-se como fatores determinantes para esta escolha, o facto de a bacia do Jamor estar sujeita a faturação, a bacia da Venteira ser a mais antiga inserida na bacia do Jamor, o SIG apresentar um cadastro com um grau de fiabilidade significativo para a zona a estudar e a existência de inspeções CCTV realizadas em vários troços da sub-bacia. Os principais problemas identificados estão relacionados com a deficiente condição estrutural de coletores, intrusão de raízes em algumas áreas, descargas para o meio recetor, ligações cruzadas entre os sistemas separativos doméstico e pluvial. O horizonte de planeamento tático definido foi de 5 anos, correspondendo ao período pretendido para a implementação das intervenções.

#### 4.3. Descrição da área de análise

A bacia da Venteira (Figura 5) cobre uma zona heterogénea do ponto de vista urbanístico, com edificado recente e antigo, um mercado, escolas primárias, uma clínica e restaurantes. Esta bacia tem um sistema separativo que drena os efluentes de uma população de aproximadamente 4214 habitantes numa área de aproximadamente 12.4 hm<sup>2</sup>.

O sistema de drenagem de águas residuais tem cerca de 3.4 km e 256 ramais; a rede de águas pluviais tem cerca de 3.5 km. Ambos os sistemas têm o mesmo local de entrega. A

rede de águas residuais entrega a um emissário da SANEST (Saneamento da Costa do Estoril). Por sua vez, a rede pluvial descarrega numa linha de água.



Figura 5. Bacia da Venteira

Na Figura 6 e na Figura 7 apresentam-se as distribuições de coletores domésticos e pluviais, por material e diâmetro, respetivamente, sendo GR Grés, PVC Policloreto de Vinilo e PVCC Policloreto de Vinilo Corrugado.

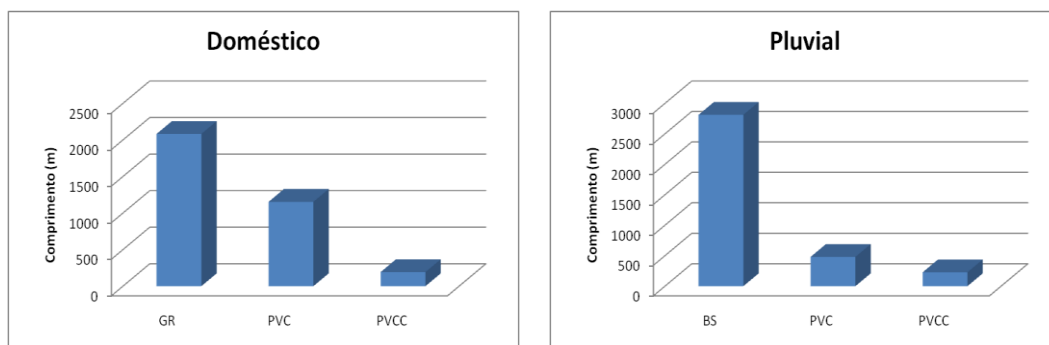


Figura 6. Distribuição de material por sistema

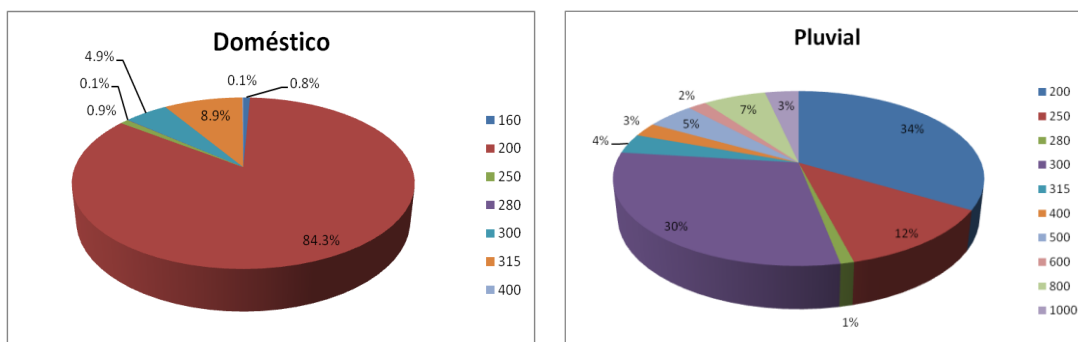


Figura 7. Distribuição de diâmetros por sistema



#### 4.4. Diagnóstico

##### 4.4.1. Análise da informação

Com a finalidade de proceder à avaliação e ao diagnóstico do sistema, identificaram-se, inicialmente, os dados disponíveis e as lacunas existentes relativamente à informação de SIG, sistemas de faturação, sistemas de reclamações, ordens de trabalho, incluindo custos, sistemas de monitorização, modelos matemáticos, indicadores de desempenho e informação contabilística. Em resultado desta análise, reconheceu-se a necessidade de atualizar e completar os seguintes dados: cadastro, condição estrutural dos coletores, monitorização de precipitação e caudal no sistema.

##### 4.4.2. Táticas não infraestruturais resultantes da análise da informação

Em consequência da análise efetuada, os SMAS O&A definiram táticas não infraestruturais que permitiram ter um melhor conhecimento e informação do sistema e, assim, proceder à sua avaliação e diagnóstico.

**T1 - Atualizar e completar o cadastro e os sistemas de informação da bacia da Venteira.** Esta tática contribui diretamente para a estratégia E4 (Quadro 3). Os dados relativamente ao cadastro foram obtidos, recorrendo ao SIG dos SMAS O&A. Estes dados foram posteriormente cruzados com dados provenientes de verificações de campo e de inspeções CCTV (T2) realizadas na bacia deste caso de estudo. As inspeções permitiram identificar troços de coletores que não estavam cadastrados ou incorretamente cadastrados. Estes troços de coletores foram atualizados no SIG após levantamento topográfico. Desta forma, corrigiram-se erros de cadastro existentes e atualizou-se o cadastro com a informação recolhida.

**T2 - Avaliar a condição estrutural dos coletores através de inspeções CCTV.** Esta tática contribui diretamente para as estratégias E4 e E5 (Quadro 3). A codificação dos dados das inspeções CCTV realizadas não estava inicialmente de acordo com os requisitos da norma EN 13 508-2:2003+A1. Consequentemente procedeu-se à recodificação de todos os registos CCTV existentes do sistema da Venteira. Esta operação permitiu realizar uma avaliação da condição estrutural dos coletores instalados na Bacia da Venteira (Figura 8), recorrendo ao método do Water Research Centre (WRc, 2010, Almeida *et al.*, 2011), que atribui uma pontuação a cada coletor em função das observações. A pontuação é convertida nas seguintes classes de condição estrutural: 1 (boa condição estrutural), 2 (probabilidade de colapso mínima), 3 (colapso improvável num futuro próximo), 4 (colapso provável num futuro próximo) e 5 (colapsado ou colapso iminente). Esta informação permitiu avaliar o risco de colapso.

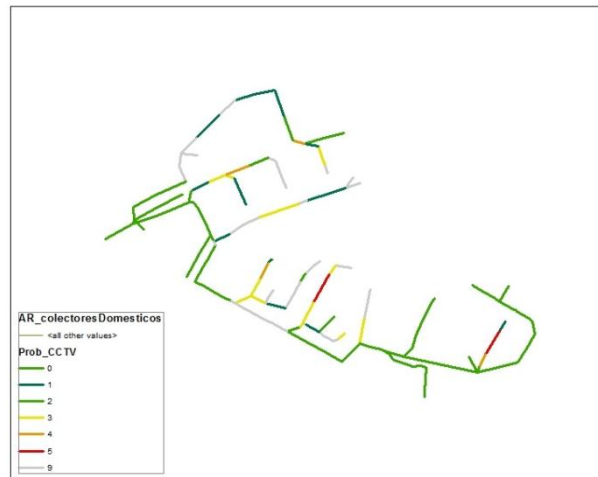


Figura 8. Condição estrutural dos coletores domésticos

**T3 - Melhorar o conhecimento das aflúências indevidas nos sistemas de águas residuais e pluviais através de campanhas de monitorização de precipitação e caudal.**

Esta tática contribui diretamente para as estratégias E5 e E6 (Quadro 3). Os dados de caudal e de precipitação foram obtidos através de uma campanha de monitorização com início em abril de 2011 e que continua a decorrer, por forma a contabilizar os caudais em tempo seco e em tempo de chuva (Figura 9). Para a monitorização do sistema adquiram-se e instalaram-se dois medidores de caudal, que permitem medir o caudal afluyente ao emissário e as descargas do sistema pluvial na linha de água, e um udómetro, para contabilização da precipitação.

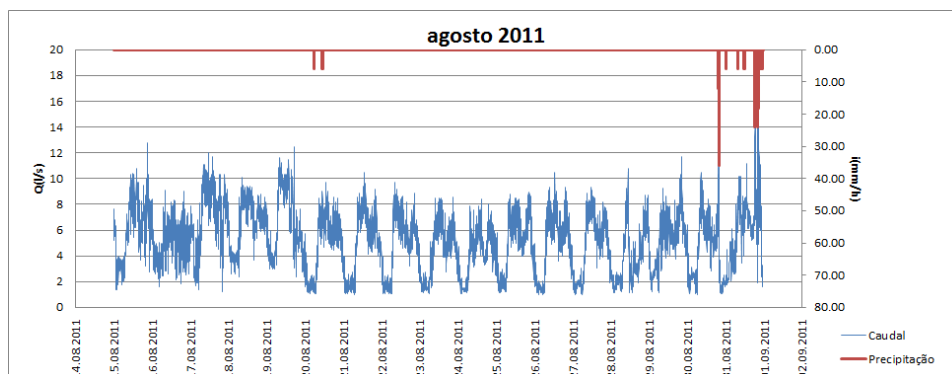


Figura 9. Registo de caudal e de precipitação

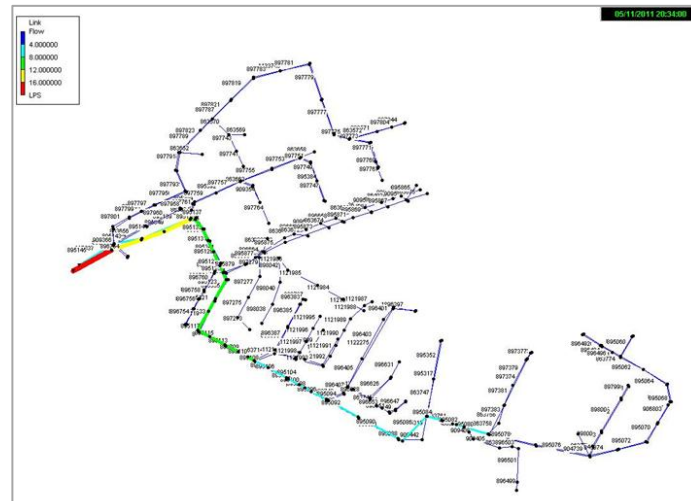
Esta informação permitiu obter informação sobre os caudais de tempo seco e sobre as aflúências de infiltração e pluviais ao sistema doméstico. Verificou-se que a razão entre o caudal máximo registado em tempo de chuva e o caudal médio de tempo seco atingiu o valor de 36, durante o período de monitorização.

**4.4.3. Modelação matemática**

O cálculo das métricas seleccionadas P4 e P5 (Quadro 4) requer resultados provenientes da modelação matemática do sistema. Os SMAS O&A construíram um modelo matemático do sistema da Venteira utilizando o software *Storm Water Management Model* (SWMM), desenvolvido pela *Environmental Protection Agency* (USEPA, 2010), tendo tido várias atualizações até ao presente.

Sendo o sistema da Venteira separativo, construiu-se quer a componente do sistema doméstico quer a do sistema pluvial (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). O modelo foi calibrado com base nas medições de caudal e precipitação efetuadas na campanha de monitorização.

Foram realizadas diversas simulações, tendo em conta cenários de funcionamento do sistema quer para tempo seco quer para tempo de chuva. Consideraram-se fatores de carga ( $fc$ ) de 1, 20 e 50, relativamente ao hidrograma de tempo seco, correspondendo o  $fc$  unitário



ao funcionamento em tempo seco.

Figura 10. Rede da Bacia da Venteira no modelo SWMM

#### 4.4.4. Avaliação

Com base no sistema de avaliação apresentado no Quadro 4, e após a obtenção da informação necessária, efetuou-se a avaliação detalhada da situação atual do sistema de drenagem de águas residuais da Venteira, com recurso ao *software* AWARE-P (Baseform, 2012).

Com base nos resultados da monitorização, selecionaram-se três cenários de avaliação, correspondentes às seguintes situações de funcionamento do sistema: A.C1 - tempo seco com  $fc=1$ , A.C2 - tempo de chuva com  $fc=20$  e A.C3 - tempo de chuva com  $fc=50$ .

Os resultados da avaliação para os três cenários de funcionamento apresentam-se na Figura 11. Há aspetos que se mantêm inalterados entre os cenários, particularmente os relacionados com a componente estrutural e com a infiltração proveniente do nível freático. O esforço realizado em reabilitação no sistema é adequado (C1), no entanto, existem problemas de risco de colapso de coletores (R2 e R3). A infiltração no sistema é aceitável (P10), não provocando problemas hidráulicos (P6 e P7) nem encargos excessivos ao sistema (P8 e P9).

Para os cenários de tempo de chuva verifica-se a afluência indevida de caudais pluviais ao sistema doméstico (P11), provocando problemas de incapacidade hidráulica no sistema, que se agravam com o aumento do fator de carga (P5), podendo atingir valores inaceitáveis. No entanto, o impacto em termos de encargos com o tratamento é aceitável (P12).

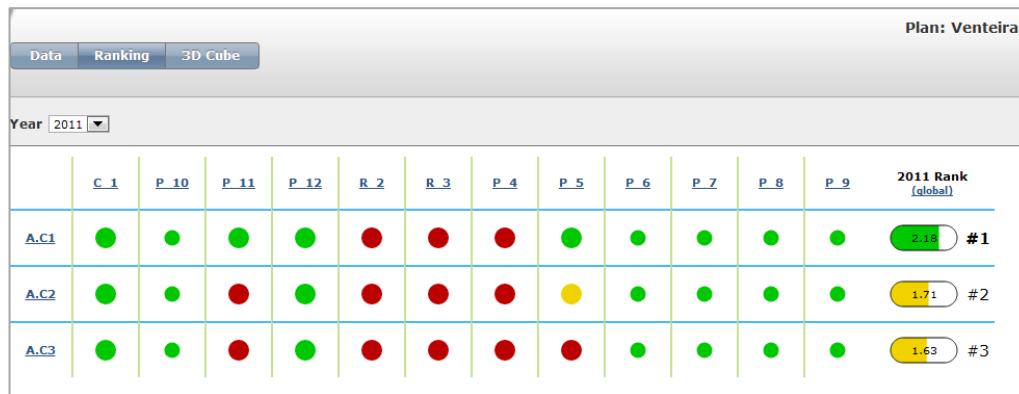


Figura 11. Avaliação do sistema doméstico da Venteira – situação atual

No que respeita aos diferentes cenários, pode observar-se que o sistema apresenta problemas relacionados com velocidades de escoamento excessivamente baixas (P4), propiciando condições para ocorrência de assoreamento e maus odores. Este problema é mais grave em tempo seco, A.C1, melhorando ligeiramente em tempo de chuva, A.C2 e A.C3, uma vez que, as aflúncias pluviais indevidas ao sistema doméstico provocam aumento da velocidade de escoamento nos coletores.

#### 4.5. Reflexão sobre alternativas de intervenção

Com base no diagnóstico efetuado para a situação atual do sistema, tendo em conta os objetivos estabelecidos, identificaram-se como principais problemas o risco de colapso de alguns coletores, o elevado potencial de assoreamento de coletores numa extensão excessiva do sistema e a ocorrência de aflúncias pluviais indevidas ao sistema doméstico, com impacto negativo na capacidade hidráulica.

Por forma a procurar resolver estes problemas consideram-se como possíveis alternativas de intervenção, que darão origem a táticas infraestruturais as seguintes:

- Substituição dos troços, onde se encontram os coletores com maior risco de colapso, recorrendo a técnicas de vala aberta;
- Renovação dos troços, onde se encontram os coletores com maior risco de colapso, recorrendo a técnicas de *relining*.
- Campanha de identificação e eliminação de ligações indevidas.

Relativamente aos problemas de assoreamento considera-se como possível alternativa o desenvolvimento de um plano de limpeza periódica dos coletores mais afetados, que dará origem a uma tática não infraestrutural. As alternativas identificadas serão avaliadas futuramente.

## 5. FUTUROS DESENVOLVIMENTOS E CONCLUSÕES

Os futuros desenvolvimentos deste trabalho contemplam: a continuação da campanha de medição de caudal e precipitação, no sentido de obter um conjunto de eventos meteorológicos que permitam uma maior abrangência do modelo matemático e calcular a

métrica de avaliação P13 (Frequência de descarga); a avaliação das alternativas de reabilitação apresentadas no ponto 4.5.; a avaliação e diagnóstico do sistema pluvial e a aplicação desta metodologia a outras bacias.

O processo de implementação do AWARE-P como procedimento de GPI não apresenta dificuldades significativas, na medida em que este está estruturado de maneira a produzir resultados de acordo com a disponibilidade de dados existente numa organização. Permite servir como base de orientação para a definição e planeamento de recolha de informação adicional identificada como relevante.

Os requisitos de informação incentivaram a melhoria da gestão dos dados provenientes das inspeções CCTV. A aplicação da norma EN 13508 permitiu a catalogação das anomalias detetadas de uma forma objetiva, facilitando a avaliação estrutural das diferentes redes de saneamento. Os SMAS O&A, cientes deste facto, iniciaram diligências no sentido de prover o SIG de ferramentas que facilitem o registo, o processamento e análise destes dados.

O diagnóstico e a avaliação da situação atual do sistema, integrando as dimensões de desempenho, custo e risco, permitiu identificar os principais problemas e apoiar a definição de alternativas de intervenção e melhoria do funcionamento do sistema.

Os diagnósticos e avaliações de diferentes alternativas apresentarão uma qualidade proporcional à qualidade e quantidade dos dados. Os SMAS O&A sendo uma organização focada na melhoria contínua, utilizaram este projeto como uma referência para deteção de lacunas e oportunidades de melhoria. Consequentemente, introduziram-se novos processos internos, como por exemplo: a realização de campanhas de medição de precipitação e caudal, utilizando recursos dos SMAS e o cruzamento de dados do cadastro com os dados gerados pelas inspeções CCTV.

A metodologia AWARE-P é flexível permitindo a cada entidade gestora definir os aspetos mais relevantes a avaliar, tendo em conta a sua realidade. Esta metodologia apresenta vantagens reais na utilização e agregação da informação de diferente natureza para fins de diagnóstico e avaliação, promovendo a interação entre os vários departamentos dos SMAS O&A através da melhoria dos procedimentos de recolha e partilha de dados. Permite, ainda, apoiar a tomada de decisão e facilita a comunicação entre as várias partes interessadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegre, H., Almeida, M.C., Covas, D., Cardoso, M.A., Coelho, S.T. (2011). “Integrated approach for infrastructure asset management of urban water systems”. In: *LESAM 2011*, Mülheim An Der Ruhr, Alemanha.

Almeida, M. C., Cardoso, M. A. (2010). Gestão patrimonial de infraestruturas de drenagem de águas residuais e pluviais: uma abordagem centrada na reabilitação. Guia Técnico 17, ERSAR, Lisboa.

AWARE-P (2012). <http://www.aware-p.org> (acedido a 20 de abril de 2012).

Baseform (2012). <http://tryaware.baseform.org>. (acedido a 20 de abril de 2012).

Cardoso, M. A., Silva, M. S., Coelho, S. T., Almeida, M. C., Covas, D. (2011). Gestão patrimonial de infra-estruturas urbanas de água. Uma abordagem estruturada aplicada a

quatro entidades gestoras. In: *ENEG 2011* - Encontro Nacional de Entidades Gestoras de Água e Saneamento, 22 Novembro, Santarém, Portugal.

CEN (2011). EN 13508 2:2003+A1. Investigation and assessment of drain and sewer systems outside buildings - Part 2: Visual inspection coding system. Brussels, European Committee for Standardization.

Coelho, S.T., Vitorino, D. (2011). AWARE-P: a collaborative, system-based IAM planning software. In *LESAM 2011*, Mülheim An Der Ruhr, Alemanha.

Marques, M. J., Saramago, A. P., Silva, M. H., Paiva, C., Coelho, S., Pina, A., Oliveira, S. C., Teixeira, J. P., Camacho, P., Leitão, J. P., Coelho, S. T. (2011). Rehabilitation in Oeiras & Amadora: a practical approach. In: *LESAM 2011*, Mülheim An Der Ruhr, Alemanha.

Silva, M. S., Cardoso, M. A., Alegre, H. (2010). Avaliação do desempenho na gestão patrimonial de infra-estruturas de abastecimento água e águas residuais e pluviais. 14º ENaSB/SILUBESA, outubro, Porto.

USEPA (2010). Storm Water Management Model – User’s Manual. EPA/600/R-05/040, <http://www.epa.gov/nrmrl/wswrd/wq/models/swmm>, consultada em Abril 2012.

WRc (2001). Sewer rehabilitation manual. 4th Edition. UK, Water Research Council Publications. Almeida, M.C., Leitão, J.P., Silva, M.S. (2011). Avaliação da condição estrutural de colectores: inspeção visual com CCTV, requisitos e uso de dados. In: *ENEG 2011* - Encontro Nacional de Entidades Gestoras de Água e Saneamento, 22 Novembro, Santarém, Portugal.