

AWARE-P: uma abordagem integrada para gestão patrimonial de infra-estruturas de sistemas urbanos de água

Helena Alegre^{*}, Dídia Covas^{**}, Sérgio T. Coelho^{*}, M. Céu Almeida^{*}, M. Adriana Cardoso^{*}

^{*} LNEC – National Civil Engineering Laboratory, Av. Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

^{**} Instituto Superior Técnico (IST), Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

Resumo

Este texto apresenta a metodologia integrada para gestão patrimonial de infra-estruturas (GPI) desenvolvida no âmbito do projecto AWARE-P (www.aware-p.org). Este projecto de I&D visa produzir um conjunto diversificado de ferramentas – manuais, aplicações computacionais, materiais para formação – destinadas a apoiar as entidades gestoras de sistemas urbanos de água no planeamento e tomada de decisão relativas à expansão, à manutenção e à reabilitação dos sistemas. A metodologia proposta está organizada em três níveis de planeamento e decisão: estratégico, tático e operacional. Em cada nível, um ciclo baseado nos princípios PDCA (plan-do-check-act) contempla (i) definição de objectivos e metas; (ii) diagnóstico; (iii) desenvolvimento do plano; (iv) implementação do plano; e (v) monitorização e revisão do plano. A metodologia permite avaliar a infra-estrutura tal como existe e é operada, bem como as alternativas de intervenção que se pretendam analisar, tendo em consideração três dimensões – custo, risco e desempenho. Para o efeito, foram incorporados na abordagem AWARE-P diversos métodos e modelos de avaliação, resultantes de investigação avançada, recomendados e adoptados pelos melhores consultores especializados e entidades gestoras. A metodologia proposta difere de outras metodologias existentes por incorporar, numa única plataforma, o processo completo de GPI e por representar uma visão integrada do funcionamento das infra-estruturas – i.e., considerando o sistema com um todo, e não como um mero somatório de componentes individuais – no longo prazo. Métodos específicos e ferramentas computacionais têm vindo a ser desenvolvidos para apoiar as entidades gestoras de sistemas urbanos de água na implementação da metodologia AWARE-P nas suas próprias organizações; vários casos de demonstração, resultantes de algumas das aplicações já realizadas, estão disponíveis para ilustrar a implementação da metodologia.

INTRODUÇÃO

A gestão patrimonial de infra-estruturas (GPI) é um tema que tem ganho relevância central, no que respeita ao esforço desenvolvido para o cumprimento dos requisitos de desempenho dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais e pluviais. A gestão sustentável destes sistemas deve garantir uma resposta adequada à necessidade de:

- promover níveis de serviço adequados e assegurar a fiabilidade do serviço no longo prazo;
- melhorar a utilização sustentável de água e energia;
- gerir o risco, tendo em conta as necessidades dos utilizadores e a aceitabilidade do risco;
- prolongar a vida útil das infra-estruturas existentes, como alternativa à construção de novas infra-estruturas;
- preparar e fasear as adaptações necessárias para fazer face a alterações climáticas;
- melhorar as eficiências de investimento e operacional da organização;
- justificar de forma clara e simples as prioridades de investimento.

Uma tomada de decisão eficaz requer uma abordagem abrangente, que garanta o desempenho desejado, com um nível de risco e custos totais aceitáveis. Para além dos custos de construção, deverão ser incluídos todos os outros custos relevantes no ciclo

de vida dos componentes da infra-estrutura, com destaque para as rubricas de operação, de manutenção e de desactivação. Brown e Humphrey (2005) resumem estes conceitos, definindo GPI como “a arte de encontrar o equilíbrio entre desempenho, custo e risco, a longo prazo”.

As abordagens de GPI mais comuns tendem a reflectir visões parciais: por exemplo, para gestores financeiros e contabilistas, GPI significa planeamento financeiro e controlo da exposição do negócio ao risco (Harlow e Young, 2001); para os engenheiros civis e hidráulicos, a GPI é focada na análise e projecto de redes, no planeamento, construção, optimização da operação e fiabilidade hidráulica (Alegre e Almeida, 2009); para os responsáveis pela manutenção das infra-estruturas, a infra-estrutura tende a ser tratada com um conjunto de componentes individuais independentes e a GPI tende a constituir-se pela soma de planos, componente-a-componente, estabelecidos com base em análises de condição e avaliação da criticidade dos componentes; para os gestores de topo (como, por exemplo, os políticos eleitos), uma vez que as infra-estruturas de águas estão, na sua maior parte, enterradas, tendo, por isso, pouca visibilidade política e social, a GPI tem tendência a ser orientada apenas por factores como a acessibilidade física e económica ao serviço e à qualidade do serviço directamente percebida pelos utilizadores, numa perspectiva de curto prazo. Equívocos comuns incluem, por exemplo, a redução da GPI a um conjunto de princípios e soluções gerais (one-size fits-all), confundindo-a, por exemplo, com uma aplicação computacional, ou com soluções de “chave-na-mão” que possam ser adquiridas no mercado ou subcontratadas a consultores experientes. Em termos práticos, muitas das implementações existentes tendem a ser enviesadas por uma ou várias destas perspectivas.

A abordagem integrada de GPI descrita neste artigo pretende evitar as limitações inerentes às perspectivas parciais anteriormente mencionadas. A abordagem é orientada pela necessidade de fornecer níveis de serviço adequados e assegurar a sustentabilidade do serviço no longo prazo. Esta abordagem é o resultado do trabalho desenvolvido durante o projecto AWARE-P – Advanced Water Asset Rehabilitation, um projecto de I&DT com o objectivo de produzir ferramentas adequadas e eficazes para apoiar as entidades gestoras de sistemas urbanos de água na tomada de decisão e no planeamento de intervenções de reabilitação (www.aware-p.org).

A metodologia AWARE-P e as suas ferramentas incorporam os princípios de GPI resultantes da mais actual investigação e recomendados e adoptados pelas mais avançadas entidades gestoras de sistemas de água urbanos (Hughes, 2002; INGENIUM e IPWEA, 2006; Saegrov, 2005; Saegrov, 2006; Sneesby, 2010). Aborda a GPI como um processo de gestão baseado em princípios PDCA (*Plan – Do – Check – Act*), requerendo o melhor alinhamento possível entre objectivos e metas estratégicos e as verdadeiras prioridades e acções a implementar. A metodologia AWARE-P tem explicitamente em conta o facto de que as infra-estruturas de abastecimento de água ou de drenagem de águas residuais e pluviais têm um funcionamento dominante como sistema (i.e. o comportamento dos componentes individuais não são independentes entre si) e, como um conjunto, não tem uma vida finita – não podem ser substituídas na sua totalidade, apenas componente a componente (Burns et al., 1999). A metodologia permite avaliar e comparar alternativas de intervenção a partir de perspectivas de desempenho, de custo e de risco, ao longo de todo(s) o(s) horizonte(s) de análise, tendo em conta os objectivos e

metas definidos (Alegre e Covas, 2010; Almeida e Cardoso, 2010). Em suma, o objectivo da metodologia é apoiar as entidades gestoras de sistemas urbanos de água a responder às seguintes questões:

- Quem somos no presente e que serviço prestamos?
- O que possuímos em termos de infra-estruturas?
- Onde queremos estar no longo prazo?
- Como vamos lá chegar?

GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRA-ESTRUTURAS

O problema

Coloquemo-nos na posição de um gestor responsável pelo planeamento e reabilitação da infra-estrutura numa entidade gestora de sistemas urbanos de água. Assumamos que a administração da entidade gestora definiu como um dos objectivos estratégicos da organização *Melhorar a utilização sustentável de água e energia minimizando a pegada de carbono*. Sabe-se que as redes de água e de águas residuais apresentam taxas de falha (roturas em condutas e colapsos em colectores) elevadas. Os custos de energia usada para bombeamento também são elevados; a rede de abastecimento regista perdas relevantes e problemas localizados de pressão nas horas de maior consumo; registam-se inundações e extravasamentos a partir do sistema de águas residuais, mesmo em condições de precipitação moderada. As questões que necessitam ser resolvidas são as seguintes:

- Como actuar?
- Como provar que as decisões tomadas contribuem efectivamente para o objectivo estratégico?
- Como quantificar o impacto das decisões tomadas e das acções subsequentes?

Prática tradicional de gestão patrimonial de infra-estruturas

Num caso como este, provavelmente começar-se-ia pela elaboração de um cadastro correcto e actualizado dos activos (componentes do sistema) e compilar-se-ia o maior número possível de registos relativos à sua condição e ocorrência de falhas. Tentar-se-ia identificar quais as localizações onde ocorrem os problemas de pressão, inundações e extravasamentos, e far-se-ia também uma avaliação da eficiência de bombagem e consumo energético. Possivelmente avaliar-se-ia a importância relativa de cada componente. Conjugando toda esta informação, proceder-se-ia à priorização das intervenções, tendo em conta as restrições orçamentais.

Com isto resolveríamos a primeira questão. No entanto, o que se poderia fazer em relação às outras duas? Reparar bombas e substituir algumas condutas ou colectores iria, sem dúvida, contribuir para poupar alguma água e energia. Mas será que isso maximizaria o investimento realizado? Uma administração perspicaz poderá não ficar satisfeita com a resposta, e a terceira questão ficaria ainda por responder. Poderiam ainda surgir algumas dúvidas associadas aos procedimentos adoptados:

- Como se trataram os problemas hidráulicos? Foi possível atribuir níveis de serviço a cada componente do sistema individualmente, ao trabalhar nos problemas de pressões, perdas de água e inundações?
- Como foi feita a selecção de diâmetros e materiais das novas condutas e novos colectores?
- Não se assumiu que a configuração da rede existente (e.g. traçado e diâmetros de condutas ou colectores, localização e características dos reservatórios de

armazenamento e estações elevatórias) é adequada do ponto de vista de energético? Não haveria melhores soluções com viabilidade de implementação?

Este é o tipo de questões que a metodologia proposta pretende resolver, de uma forma estruturada, transparente e alinhada. As secções seguintes explicam como.

A METODOLOGIA AWARE-P

O cubo apresentado na Figura 1 simboliza a metodologia AWARE-P. Sustenta-se que a GPI deve ser abordada em diferentes níveis de decisão: um *nível estratégico*, orientado pela visão geral da organização no longo prazo, com o objectivo de estabelecer e comunicar as prioridades estratégicas aos colaboradores e cidadãos em geral; um *nível tático*, onde os gestores intermédios responsáveis pelas infra-estruturas planeiam, decidem e implementam as melhores acções de médio prazo; e um *nível operacional*, onde as acções de curto prazo são planeadas e implementadas. A metodologia também chama a atenção para a necessidade de seguir procedimentos normalizados na avaliação de alternativas de intervenção, considerando o desempenho, o risco e o custo ao longo do período de análise. A outra mensagem importante que está patente no cubo é a necessidade de a GPI considerar três pilares de competência: gestão, engenharia e informação.

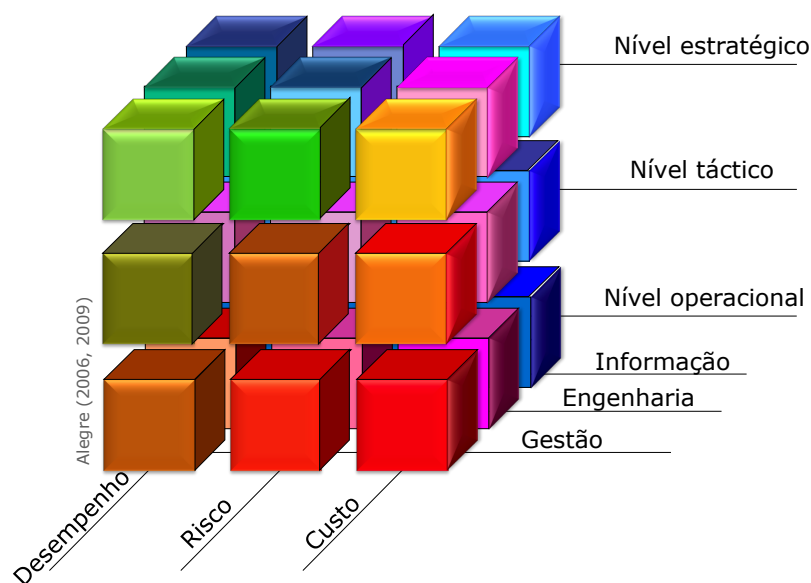


Figura 1 – O “cubo de GPI”

Em cada um dos níveis de gestão e planeamento – estratégico, tático e operacional – é proposto um ciclo estruturado (Figura 2) que inclui os passos seguintes: (i) definição de objectivos e metas; (ii) diagnóstico; (iii) produção do plano, incluindo a identificação, comparação e selecção de soluções alternativas; (iv) implementação do plano, e (v) monitorização e revisão. A maior parte das entidades gestoras têm já em prática vários elementos deste processo. O que, na maioria dos casos, ainda falta é o mecanismo de monitorização e revisão – uma forma de avaliar o cumprimento dos objectivos – bem como um alinhamento efectivo entre diferentes níveis de gestão e planeamento.

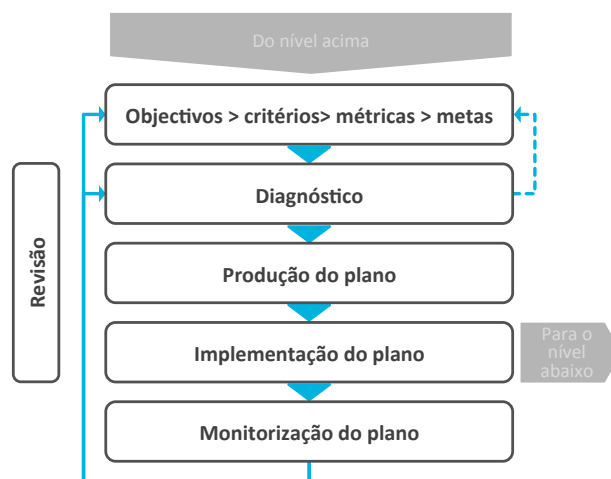


Figura 2 – O processo de gestão e planeamento (em cada nível)

O estabelecimento de objectivos, critérios de avaliação, métricas e metas é um passo crucial para identificar as direcções de acção, bem como avaliar os resultados através de revisões periódicas regulares. Clarificando os quatro conceitos distintos e sequenciais:

- *Objectivos* são os fins que a organização pretende alcançar. A metodologia AWARE-P, de acordo com as normas ISO 24510:2007, 24511:2007, 24512:2007 e a norma Europeia EN752:2008, exige que os objectivos sejam claros e concisos, bem como ambiciosos, atingíveis e compatíveis, e que incorporem o propósito final de uma entidade gestora de sistemas urbanos de água, fornecer o serviço sustentável à sociedade. Para cada objectivo, é recomendável que os critérios relevantes de avaliação sejam especificados.
- *Critérios* correspondem aos pontos de vista que permitem a avaliação dos objectivos. Para cada critério devem ser seleccionadas métricas de desempenho, risco e custo, de forma a ser possível definir metas claras e permitir a monitorização dos resultados.
- *Métricas* são parâmetros ou funções específicos usados para avaliar quantitativa ou qualitativamente os critérios; métricas podem ser indicadores, índices ou níveis;
- *Metas* são os valores efectivamente propostos para serem alcançados, para cada métrica num determinado período (curto, médio ou longo prazo).

Como exemplo: para um objectivo de *Sustentabilidade ambiental*, um critério possível poderá ser *Eficiência na utilização da água*, medido através da métrica *Perdas reais por ramal (l/ramal/dia)*, para o qual uma meta de *100 l/ramal/dia* pode ser escolhida.

As métricas de avaliação são um elemento chave de todo o processo: elas são usadas para estabelecer metas, para proceder ao diagnóstico, para comparar e seleccionar soluções alternativas e para monitorizar e rever o processo. Elas devem ser relevantes, fiáveis, simples e medir, efectivamente, o sucesso. O *software* AWARE-P disponibiliza uma grande variedade de métricas que podem ser escolhidas pelos utilizadores e permite, também, que estes definam as suas próprias métricas (Coelho e Vitorino, 2011). Os objectivos e metas são também meios de comunicação fortes

dentro da organização e entre outras partes interessadas. Para o exemplo utilizado neste artigo, o Quadro 1 ilustra possíveis critérios de avaliação, métricas e metas que podem ser utilizadas para o objectivo estratégico *Melhorar a utilização sustentável de água e energia minimizando a pegada de carbono*. Apenas são ilustrados indicadores de desempenho, no entanto, métricas de risco e custo podem também ser consideradas.

Quadro 1 – exemplo de critérios, métricas e metas de avaliação

Obectivo estratégico 1: “ <i>Melhorar a utilização sustentável de água e energia minimizando a pegada de carbono</i> ”			
Métricas de avaliação	Situação actual	Metas	
		Em 5 anos	Em 20 anos
Critério 1: “Utilização sustentável de água”			
Perdas reais por ramal (l/connection/day)	250 <i>(fraco desempenho)</i>	150	100
Reutilização de água residual (%)	0 <i>(fraco desempenho)</i>	5	20
Criteria 2: “Utilização sustentável da energia e minimização da pegada de carbono”			
Consumo normalizado de energia (kWh/m³/100 m)	0.6 <i>(desempenho adequado)</i>	0.40	0.40
Energia excessiva por água facturada ⁽¹⁾ (kWh/m³ água facturada)	0.15 <i>(fraco desempenho)</i>	0.10	0.05

⁽¹⁾ Representa o máximo potencial teórico de redução de energia por m³ de água não facturada (Duarte *et al.*, 2009).

Como ilustrado na Figura 3, o processo encadeia-se através dos níveis de decisão dentro da estrutura de gestão da organização. A metodologia global é baseada em princípios PDCA, visando a melhoria contínua do processo de GPI, e privilegiando as noções de alinhamento, comunicação, envolvimento e delegação:

- *Alinhamento* entre os objectivos e metas estratégicos, táticos e operacionais é fundamental de forma a assegurar que os esforços e os recursos não são desperdiçados a longo prazo. Por outras palavras, fazer o melhor com recursos limitados não é possível sem um claro alinhamento em todos os sectores e níveis da organização;
- *Comunicação* é crucial porque o alinhamento não pode ser assegurado apenas através de um processo *top-down*. É fundamental ter mecanismos de comunicação dentro de cada nível, bem como entre níveis.
- As pessoas são o elemento-chave deste processo. Acima de tudo, a gestão de topo de ser envolvida na mudança de paradigma, em direcção a uma abordagem integrada de GPI. É igualmente importante assegurar o *envolvimento* de toda a organização, desde o presidente do conselho de administração até aos operadores das infra-estruturas, e *delegar* capacidade de decisão aos colaboradores, de forma a promover a liderança, coordenação, colaboração, aceitação da cultura da organização, motivação, compromisso e conhecimento da organização.

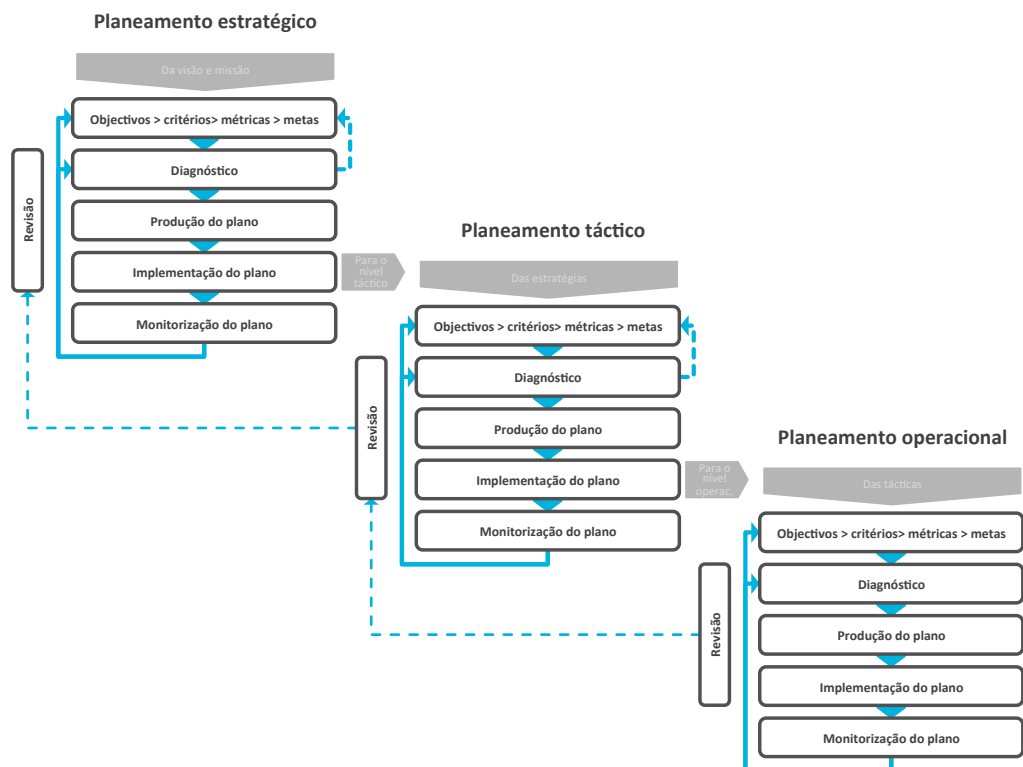


Figura 3 – Alinhamento e comunicação entre níveis de planeamento (decisão)

De acordo com Plant (2008), o compromisso de melhoria contínua não é apenas necessário durante a produção dos documentos do plano, mas é um compromisso contínuo da organização, para assegurar o sucesso estratégico.

Voltando ao exemplo, a implementação da metodologia AWARE-P deveria ter obrigado a administração a ser mais específica, identificando a forma de avaliar o sucesso das estratégias através de métricas e metas ao longo do tempo (ver exemplo no Quadro 1) e providenciando direcções para a acção. Estas linhas orientadoras teriam sido cruciais no estabelecimento dos objectivos e metas táticos, e seguidamente no desenvolvimento do diagnóstico, na identificação e avaliação de soluções alternativas e na monitorização do seu impacto, uma vez implementadas.

DOS PROBLEMAS ÀS SOLUÇÕES

A secção anterior ilustrou a importância de incorporar a GPI e a metodologia AWARE-P como um processo de gestão e de organização. No entanto, o processo GPI é também um processo conduzido pelos problemas específicos de cada organização, orientando e apoiando os decisores da entidade na questões-chave relacionadas com as infra-estruturas, através da realização de diagnósticos, avaliação e comparação de soluções alternativas e selecção do melhor equilíbrio entre desempenho, risco e custo, e respectivos compromissos, tendo em conta os objectivos definidos.

Para decidir onde e como actuar numa infra-estrutura, é essencial efectuar um diagnóstico correcto, em particular nos níveis de gestão e planeamento estratégico e tático. Este diagnóstico deverá ser baseado nos objectivos, critérios, métricas e

metas, como apresentado na secção anterior. Estes são definidos não apenas com base no nível de planeamento superior (ou a partir da visão e missão, se no nível estratégico), mas também baseado na avaliação preliminar da situação existente e nas contribuições resultantes dos mecanismos de comunicação existentes.

O diagnóstico começa com a avaliação do sistema existente. No entanto, deverá ter-se em conta não apenas o momento actual, mas toda a duração do período de planeamento (normalmente 1 ano, 3 a 5 anos ou 15 a 20 anos para os níveis operacional, tático e estratégico, respectivamente) e do período de análise (por exemplo, 20 a 40 anos). O período de análise deverá ser significativamente mais longo que o período de planeamento, de forma a permitir avaliar se as soluções implementadas respondem adequadamente às alterações esperadas. Por exemplo, se o período de planeamento do nível tático é normalmente 3 a 5 anos, o período de análise não deverá ser inferior a 20 anos.

O diagnóstico deverá ser efectuado para a infra-estrutura como um todo e para cada componente do sistema individualmente. No nível estratégico, a infra-estrutura é avaliada como um todo, de forma a ser possível a identificação dos problemas globais e principais do sistema. Ao nível tático, e num primeiro passo, a infra-estrutura deverá ser dividida em pequenos subsistemas (por exemplo, sistema principal ou zonas de medição e controlo (ZMC) em sistemas de abastecimento de água; bacias ou sub-bacias em sistemas de drenagem de águas residuais ou pluviais). Neste passo, o diagnóstico pretende priorizar os subsistemas para intervenção, identificando áreas com baixo nível de desempenho, áreas com elevada incidência de problemas (*hot-spots*) ou áreas com nível de desempenho aceitável mas prioritárias devido a factores externos (como, por exemplo, coordenação com trabalhos nas vias ou reabilitação municipal). Num segundo passo do nível de planeamento tático, uma análise mais detalhada é conduzida para cada um dos subsistemas prioritários, analisando os componentes (e.g. condição, custos de construção e manutenção, criticidade) e o comportamento de sistema (e.g. hidráulico, qualidade da água, energia, condições operacionais e custos).

A avaliação do sistema existente deverá ser realizada utilizando as métricas estabelecidas para as três dimensões de avaliação mencionadas anteriormente – desempenho (MD), custo (MC) e risco (MR) – e para diferentes cenários. *Cenários* são definidos como as condições que não são controladas pela entidade gestora, mas que podem influenciar a análise devendo, por isso, ser também consideradas (por exemplo, tendências demográficas ou económicas, alterações regulatórias). Neste contexto, o sistema existente é avaliado ao longo do tempo. Através da comparação dos valores das avaliações com as metas é possível identificar os problemas e, consequentemente, explorar causas potenciais.

Uma vez realizado o diagnóstico, as soluções alternativas (i.e. estratégias, táticas ou acções, de acordo com o nível de planeamento) podem ser identificadas. Por exemplo, se o objectivo tático fosse *Reduzir o extravasamento de águas residuais domésticas*, alguns tipos de alternativas podiam ser:

- (A0) manter o sistema existente, sem alteração das práticas de operação e manutenção correntes – esta alternativa é designada por alternativa *status quo*, também chamada de caso de base;

- (A1) reduzir infiltração e ligações indevidas entre sistemas;
- (A2) aumentar a capacidade interna de armazenamento do sistema, ou
- (A3) alterar as práticas operacionais.

O *software* AWARE-P disponibiliza ferramentas para desenvolver e analisar alternativas (Coelho e Vitorino, 2011). As soluções de engenharia associadas a cada alternativa têm que ser especificadas (por exemplo, substituição de colectores, planeamento de inspecções CCTV, procedimentos de operação e manutenção).

Um das importantes inovações inerentes à metodologia apresentada é a percepção de que as soluções alternativas não podem ser estabelecidas apenas com base na probabilidade de falha de componentes individuais do sistema e que a substituição *like-for-like* não é a única opção válida. O comportamento do sistema não pode ser ignorado:

- A causa do problema e os sintomas que lhe estão associados ocorrem, muitas vezes, em diferentes localizações; por isso, os níveis de serviço não podem ser directamente associados a componentes individuais;
- A generalidade das redes cresceu gradualmente durante várias décadas para dar resposta ao crescimento urbano e às novas necessidades; por esta razão, aquelas raramente correspondem às condições de longo prazo do projecto; consequentemente, a grande maioria dos sistemas existentes encontram-se a grande distância das suas configurações óptimas, para a situação actual e para as necessidades expectativas futuras.

Por estas razões, o desenvolvimento de soluções de planeamento deve ser firmemente ancorado numa visão global do sistema, analisando alternativas eficientes em termos de custo, que globalmente estabeleçam o melhor compromisso entre o nível de desempenho exigido e o nível aceitável de risco. Isto leva a que o sistema evolua para uma configuração mais racional e mais próxima da configuração óptima – tendo em conta os objectivos definidos – para o médio e longo prazos, e/ou modificando as práticas de operação e manutenção para melhorar a eficiência. A aplicação destes conceitos a um caso real é apresentado por Marques *et al.* (2011), sendo exploradas soluções globais de sistema e soluções de substituição do tipo *like-for-like*.

As soluções alternativas devem ser avaliadas através das mesmas métricas, metas e cenários previamente definidos para a alternativa *status quo* (Figura 4). As alternativas devem ser comparadas entre si (incluindo a alternativa *status quo*), e a melhor solução será encontrada entre as alternativas que garantam o melhor equilíbrio entre desempenho, risco e custo. O *software* AWARE-P, acima mencionado, disponibiliza ferramentas para avaliar o desempenho, o risco e o custo (Almeida et al., 2011). O *software* disponibiliza também ferramentas multicritério simplificadas para a comparação e ordenação das alternativas, bem como ferramentas multicritério mais sofisticadas para ordenação e classificação (Carriço *et al.*, 2011).

A secção anterior proporcionou uma visão geral do tópico avaliação de desempenho. No que respeita a custo, prevê uma ferramenta para avaliar o valor actual líquido de cada alternativa, que inclui custos de investimento e operação e proveitos operacionais que ocorrem durante o período de análise do plano. A versão actual não considera custos intangíveis nem externos, assumindo que estes são incluídos nas

perspectivas de risco ou desempenho. As ferramentas já incorporadas no *software* são baseadas numa abordagem qualitativa de avaliação do risco (Almeida *et al.*, 2011). O *software* disponibiliza ainda ferramentas para avaliar a probabilidade de falha, no caso de roturas em condutas e colapsos em colectores e as suas consequências.

Quando as alternativas são seleccionadas (i.e. estratégias, táticas ou acções), os planos podem ser produzidos. Um plano deverá ser um documento curto e claro, que evite a repetição de outras referências. O âmbito geográfico, temporal e temático do plano deve ser especificado, bem como os objectivos e metas para o curto, médio e longo prazos. O plano deverá conter um resumo do diagnóstico e das soluções alternativas seleccionadas. Os procedimentos deverão ser especificados (tarefas e responsabilidades), o programa de intervenção e sua calendarização, o plano financeiro e a frequência de monitorização e revisão.

Os planos táticos são os documentos de maior complexidade entre os três níveis de planeamento, muitas vezes requerendo ajuda de consultoria externa. O diagnóstico e a formulação e análise das alternativas requerem o emprego de conhecimento especializado de engenharia, correspondendo a uma evolução dos tradicionais planos directores. No entanto, é importante referir que não devem ser consideradas apenas alternativas infra-estruturais, mas também considerar alternativas que se baseiem em alterações da operação e manutenção dos sistemas ou outras alternativas não infra-estruturais (e.g. gestão da procura, melhoria dos sistemas de informação geográfica), se relevante.

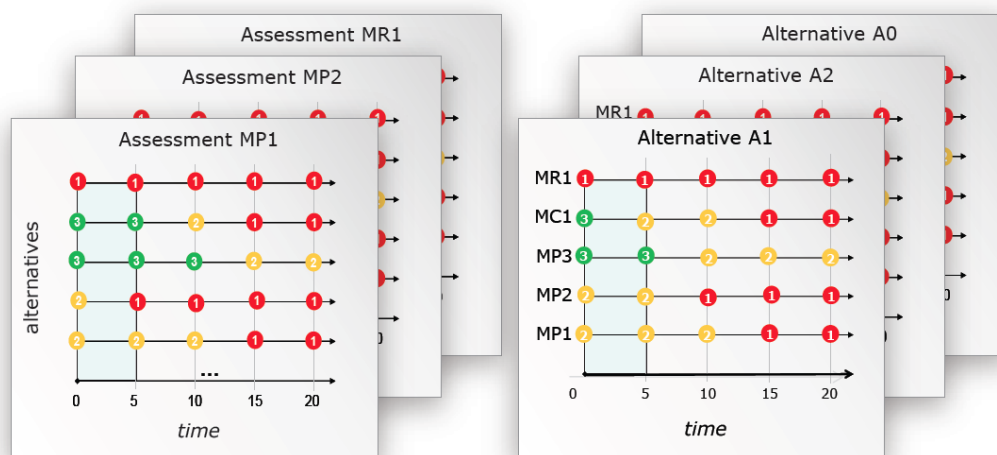


Figura 4 – avaliação por cenário, comparação de todas as alternativas para cada métrica (à esquerda) ou todos os critérios para cada alternativa (à direita)

De volta ao nosso problema, o que teríamos feito de forma diferente usando a metodologia AWARE-P? Em primeiro lugar, teríamos clarificado a nossa compreensão sobre a visão, objectivos, metas e estratégias, e tê-los-íamos mantido como a nossa direcção no longo prazo. Com base nestes e no nosso conhecimento da infra-estrutura e do seu desempenho, iríamos definir os nossos objectivos e metas táticos. Os dados que teríamos compilado numa abordagem de GPI tradicional seriam relevantes nesta fase. No entanto, a informação específica realmente necessária para apoiar as decisões teria sido, provavelmente, mais clara.

Uma vez que se partiria de uma visão global do nosso sistema, seguida de uma avaliação a nível de subsistema, previamente a uma análise componente a componente, teríamos um diagnóstico mais claro e teríamos explorado alternativas globalmente mais eficazes. Teríamos provavelmente também concluído que a configuração da rede e os diâmetros existentes estariam longe do ideal, e que algumas mudanças morfológicas seriam mais prioritárias do que utilizar todo o orçamento disponível para a substituição de componentes em mau estado de conservação por componentes novos com as mesmas características (lógica *like-for-like*). De facto, ajustes na configuração da rede e no seu modo de operação podem ter um impacto bastante maior no consumo energético do que apenas melhorias na eficiência individual das bombas.

Teríamos resolvido os problemas hidráulicos (pressão, inundação e extravasamentos) a um nível mais global – nível do sistema ou do subsistema – e não com base numa análise componente a componente. A condição estrutural dos componentes e a sua importância relativa no sistema poderiam ser também utilizadas como informação para analisar as alternativas consideradas; os componentes mais necessitados continuariam a ser substituídos, mas com base numa visão mais global, que conduziria a um sistema melhor, e não apenas a uma colecção de partes melhoradas.

Através da análise e comparação sistemática de alternativas, para os cenários relevantes, baseado nas métricas e metas pré-seleccionadas, a comunicação e negociação entre as partes interessadas, internas e externas, ter-se-ia tornado mais clara e fácil. As decisões teriam sido menos subjectivas e mais facilmente avaliadas pelos membros do conselho de administração, ou políticos eleitos, e os seus impactos nos objectivos da organização melhor avaliados. A entidade gestora teria conseguido melhorar a monitorização dos resultados, aprender com eles e agir em conformidade.

Aplicações práticas desta metodologia podem ser encontradas em Marques *et al.*, (2011), Cardoso *et al.* (2011) e Carriço *et al.* (2011).

BREVE REFLEXÃO SOBRE DADOS

Uma questão chave para a GPI é a necessidade de ter informação disponível para apoiar a fase de diagnóstico e avaliação. Informação é o conjunto de dados necessários para a sustentar a tomada de decisão e que permite o estabelecimento de acções. As decisões importantes devem ser baseadas em dados fiáveis; dados incorrectos ou incompletos podem levar a decisões erradas.

Assim, o primeiro passo da GPI passa por ter dados actualizados e fiáveis do cadastro das infra-estruturas. No entanto, outros tipos de informação também são necessários. Alegre e Covas (2010) e Almeida e Cardoso (2010) identificam a informação mais relevante a ter em conta em cada nível de planeamento de GPI. Beleza *et al.* (2011) aborda a questão da gestão da informação, incluindo a disponibilidade, exactidão, integridade e relevância da usabilidade dos dados e a sua transformação em informação.

Dada a importância dos dados, o diagnóstico deve, necessariamente, incluir a avaliação dos dados disponíveis e produzir recomendações com vista à melhoria da sua qualidade (em termos de fiabilidade e incerteza), da coerência e os fluxos entre

diferentes origens de dados, da utilização dos dados, da integração de diferentes sistemas de informação e bases de dados e de procedimentos de actualização de dados.

COMENTÁRIOS FINAIS

No contexto actual mundial, é essencial garantir que os serviços urbanos de água sejam geridos de uma forma mais dinâmica, racional e eficiente do que aquela que se tem seguido até agora. Este é um sector estratégico de grande relevância social e económica, apoiado em infra-estruturas físicas de elevado valor e com longos tempos de vida, com uma reputação de elevada inércia e pouca eficiência. Uma mudança de paradigma é urgente e requer uma gestão avançada de infra-estruturas, assegurando níveis adequados de serviço no presente e no futuro, particularmente no que diz respeito ao abastecimento de água fiável e de boa qualidade, utilização eficiente de recursos naturais e prevenção da poluição e inundações.

O projecto AWARE-P pretende consciencializar para esta necessidade, alterando as práticas actuais, melhorando o conhecimento técnico do sector e fornecendo ferramentas guia e *software*. O objectivo da metodologia proposta é encorajar e apoiar as entidades gestoras de sistemas urbanos de água na implementação de uma abordagem coerente e estruturada de GPI. A metodologia é baseada em conceitos avançados de GPI, integrando e complementando-se com novos conhecimentos e métodos.

Esta metodologia foi publicada em dois manuais de boas práticas de GPI para sistemas urbanos de água – um para sistemas de abastecimento de água (Alegre e Covas, 2010) e outro para sistemas de águas residuais e pluviais (Almeida e Cardoso, 2010) – complementada por *software* desenvolvido em plataforma *web* (Coelho e Vitorino, 2011) e por materiais de formação e divulgação. Todos os produtos do projecto são de domínio público, i.e. gratuitos (www.aware-p.org). O recentemente iniciado projecto TRUST (7º P-Q da UE) vai permitir continuar o desenvolvimento das técnicas e *software* de GPI lançados com o projecto AWARE-P.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a toda a equipa do projecto AWARE-P pela sua contribuição e empenho, bem como ao Mecanismo Financeiro da *EEA Grants* pelo seu apoio ao projecto. Agradecimentos especiais são devidos às entidades gestoras participantes no projecto e parte integrante da equipa de desenvolvimento – AdP Serviços, S.A., AGS, S.A., Veolia Águas de Mafra e SMAS Oeiras e Amadora – e à Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, ERSAR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, H., Almeida, M. C. (2009). Strategic asset management of water and wastewater infrastructures. IWA Publishing, ISBN 97843391869 (536 p.).
- Alegre, H., Covas, D. (2010). Infrastructure asset management of water services (in Portuguese). Technical Guide n.16. ERSAR, LNEC, IST, Lisboa, 472 pp. (ISBN: 978-989-8360-04-5).
- Almeida, M. C., Cardoso, M. A. (2010). Infrastructure asset management of wastewater and stormwater services (in Portuguese). Technical Guide n.17. ERSAR, LNEC, IST, Lisboa (ISBN: 978-989-8360-05-2).
- Almeida, M. C., Leitão, J. P., Martins, A. (2011). Incorporating risk in infrastructure asset management of urban water systems. Urban Water (submitted).
- Beleza, P., Feliciano, J., Maia, J., Ganhão, A., Almeida, R., Santos, A., Coelho, J. (2011). Integrated information tools for strategic asset management. International Water Association 4th Leading Edge Conference on Strategic Asset Management, 27-30 September, Mülheim An Der Ruhr, Germany.

- Brown, R. E., Humphrey, B. G. (2005). Asset management for transmission and distribution. Power and Energy Magazine, IEEE, 3(3,39).
- Burns, P., Hope, D., Roorda, J. (1999). Managing infrastructure for the next generation. Automation in Construction, 8(6), 689.
- Cardoso, M. A., Santos Silva, M., Coelho, S. T., Almeida, M. C., Covas, D. (2011). Urban water infrastructure asset management - structured approach in four Portuguese water utilities. IWA 4th Leading Edge Conference on Strategic Asset Management, 27-30 September, Mülheim An Der Ruhr, Germany.
- Carriço, N. G., Covas, D. I. C., Alegre, H., Almeida, M. C., Leitão, J. P. (2011). Prioritization of rehabilitation interventions for urban water assets using multiple criteria decision-aid. IWA 4th Leading Edge Conference on Strategic Asset Management, 27-30 September, Mülheim An Der Ruhr, Germany.
- CEN (2008). EN 752:2008 Drain and sewers outside buildings. Committee European de Normalization.
- Coelho, S. T., Vitorino, D. (2011). AWARE-P: a collaborative, system-based IAM planning *software*. IWA 4th Leading Edge Conference on Strategic Asset Management, 27-30 September, Mülheim An Der Ruhr, Germany.
- Duarte, P., Alegre, A., Covas, D. I. C. (2009). PI for assessing effectiveness of energy management processes in water supply systems. Proceedings of the PI09 Conference - Benchmarking water services - the way forward, Amsterdam, The Netherlands, 11-13 March (8 pp).
- Harlow, V. K., Young, K. (2001). Asset management war stories or doing it by the numbers! Asset Management Series:
Number 5. Brown and Caldwell (California), Hunter Water (Australia).
- Hughes, D. M. (2002). Assessing the future: Water utility infrastructure management. AWWA, USA (644 p.).
- INGENIUM, IPWEA (2006). International infrastructure management manual, version 3.0. Association of Local Government Engineering NZ Inc (INGENIUM) and the Institute of Public Works Engineering of Australia (IPWEA), ISBN: 0-473-10685-X (360 p.).
- ISO 24510: 2007. Activities relating to drinking water and wastewater services - Guidelines for the assessment and for the improvement of the service to users.
- ISO 24511: 2007. Activities relating to drinking water and wastewater services - Guidelines for the management of wastewater utilities and for the assessment of drinking water services.
- ISO 24512: 2007. Service activities relating to drinking water and wastewater - Guidelines for the management of drinking water utilities and for the assessment of drinking water services." Intern. Org. for Standardization, Geneva.
- Marques, M. J., Saramago, A. P., Silva, M. H., Paiva, C., Coelho, S., Pina, A., Oliveira, S. C., Teixeira, J. P., Camacho, P. A., Leitão, J. P., Coelho, S. T. (2011). Rehabilitation in Oeiras&Amadora: A Practical Approach. IWA 4th Leading Edge Conference on Strategic Asset Management, 27-30 September, Mülheim An Der Ruhr, Germany.
- Plant, T. E. (2008). strategic planning for municipalities. A users' guide. Municipal Knowledge Series. Municipal Word Incorporation (Pub). ISBN: 978-0-91-9779-84-6 (125 pp.).
- Sægrov, S. ed. (2005). CARE-W - Computer Aided Rehabilitation for Water Networks.EU project: EVK1-CT-2000-00053, IWA Publishing, ISBN: 1843390914, (208 p.).
- Sægrov, S. ed. (2006). CARE-S - Computer Aided Rehabilitation for Sewer and Stormwater Networks.IWA Publishing, ISBN: 1843391155, (140 p.).
- Sneesby, A. (2010). Sustainable infrastructure management program learning environment (SIMPLE). Sustainable Infrastructure and Asset Management Conference. Australian Water Association. 23-24 November 2010, Sydney, Australia (CD).