



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
NOVOS  
DESAFIOS

## METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANOS: UMA REVISÃO

Liliana, SANTOS<sup>1</sup>; Maria Adriana, CARDOSO<sup>2</sup>; Ana, GALVÃO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bolseira de doutoramento; CERIS, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal; LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal; liliana.santos@tecnico.ulisboa.pt

<sup>2</sup> Investigadora auxiliar, LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal; macardoso@lnec.pt

<sup>3</sup> Professora auxiliar, CERIS, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal; ana.galvao@tecnico.ulisboa.pt

### Resumo

Ao longo das últimas duas décadas, a avaliação de desempenho com base em indicadores de desempenho (ID) tem sido uma das áreas onde se tem registado um grande progresso no setor da água. Esta prática possibilita a medição da eficiência e/ou eficácia de uma atividade ou processo usando ID, apoiando o processo de tomada de decisão e incentivando a melhoria contínua de uma entidade gestora. Apesar dos potenciais benefícios, poucos têm sido os projetos e iniciativas de avaliação de desempenho com base em ID que são desenvolvidos especificamente para sistemas de águas pluviais. O presente artigo tem como objetivos reunir trabalhos que tenham sido realizados nesta área, com propostas de metodologias de avaliação de desempenho com base em ID, discutir a aplicabilidade de tais metodologias e as suas lacunas, assim como apresentar trabalho em desenvolvimento e futuro. Com esta revisão, verificou-se que grande parte dos trabalhos é de âmbito limitado, focando-se num só tipo de sistemas de águas pluviais ou em só alguns aspetos do seu desempenho, além de se verificar que em alguns casos há diferentes definições do conceito de ID, comprometendo a sua aplicação em trabalhos posteriores. As lacunas identificadas enfatizam a necessidade de se desenvolver uma metodologia que possa estabelecer-se como uma referência para sistemas de águas pluviais. A metodologia de avaliação de desempenho a desenvolver deverá ser objetiva, padronizada e flexível na adaptação a diferentes sistemas e contextos, orientada por objetivos e critérios de avaliação, recorrendo a métricas, como ID, e classificado com base em valores de referência, e seguindo as melhores práticas e recomendações da área.

**Palavras-chave:** Avaliação de desempenho, indicadores de desempenho, sistemas de águas pluviais, entidades gestoras

**Tema:** Serviços de abastecimento, drenagem e tratamento de águas

## 1. INTRODUÇÃO

A avaliação de desempenho baseada em indicadores de desempenho (ID) tem sido uma prática corrente em diversos setores de atividade, quer públicos como privados. O setor da água constitui um desses exemplos, tendo-se verificado o desenvolvimento de um grande número de projetos e iniciativas em vários países, nas últimas duas décadas. Os primeiros passos rumo ao desenvolvimento de sistemas de avaliação de desempenho com base em ID foram essencialmente levados a cabo no final dos anos 90, tendo sido as entidades reguladoras de serviços de água as principais impulsionadoras (Alegre *et al.*, 2009).

De acordo com as normas ISO 24500, a avaliação consiste num processo de comparação, ou no resultado deste processo, de um dado objeto de estudo a referências de relevo. Assim, define-se a avaliação de desempenho como qualquer abordagem que possibilita avaliar a eficiência e/ou eficácia de um processo ou atividade com recurso a métricas de desempenho (Alegre e Coelho, 2012), como os ID.

Dada a complexidade inerente aos serviços de água, o uso de sistemas de avaliação de desempenho por parte das entidades gestoras (EG) pode revelar-se benéfico. Alguns dos benefícios reconhecidos são: possibilidade de medir a qualidade de serviço e a eficiência e eficácia da EG; apoio na tomada de decisão; transparência na comparação entre objetivos; possibilidade de avaliação comparativa (*benchmarking*) entre EG similares; e incentivo à melhoria do serviço prestado (Alegre *et al.*, 2016).

Apesar do potencial dos sistemas de avaliação de desempenho enquanto ferramenta de apoio à gestão dos serviços no setor da água, nem todos os sistemas se encontram ao mesmo nível na sua aplicação. Os maiores avanços têm-se registado nos sistemas de abastecimento de água e de águas residuais, enquanto no caso dos sistemas de águas pluviais os avanços registados têm sido incipientes.

Os sistemas de águas pluviais constituem uma relevante parte da infraestrutura urbana. As suas principais funções são o escoamento das águas pluviais para minimizar o risco de inundações, evitar danos a propriedades e riscos para a saúde pública, assim como prevenir potenciais impactes ambientais (Butler e Davies, 2011). No contexto de alterações climáticas e intensa urbanização, com mudanças nos padrões de precipitação e ocupação de solo, a capacidade dos sistemas para cumprir com os seus requisitos de desempenho poderá ser comprometida. Estes sistemas são igualmente relevantes pelo esforço financeiro que comportam, quer em atividades de instalação, como manutenção, reparação e reabilitação, criando grandes desafios à sua gestão.

Tendo em conta os aspetos apresentados, promover a aplicação da avaliação de desempenho com base em ID a sistemas de águas pluviais reveste-se de grande importância e oportunidade. Tal possibilitaria que os benefícios já reconhecidos nos outros sistemas de água pudessem ser alargados a este tipo de sistemas. Além disso, a avaliação de desempenho poderia contribuir para o melhor conhecimento dos sistemas de águas pluviais e das suas vulnerabilidades, para apoiar o planeamento, a gestão e a tomada de decisão na definição de prioridades de intervenção.

É, assim, essencial conhecer o trabalho desenvolvido e proposto nesta área e identificar as suas maiores lacunas, permitindo a definição de uma abordagem adequada que promova a mudança do paradigma. Neste sentido, os principais objetivos deste artigo de revisão são: 1) rever ID que tenham sido desenvolvidos ou propostos para sistemas de águas pluviais; 2) discutir a sua aplicabilidade; 3) identificar limitações e constrangimentos numa aplicação mais ampla; 4) apresentar trabalho em desenvolvimento e futuro para a avaliação de desempenho destes sistemas. Adicionalmente, é apresentada uma breve descrição dos diferentes sistemas de águas pluviais, assim como de conceitos relativos à avaliação de desempenho no setor da água.

## 2. SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Durante muito tempo, os sistemas de águas pluviais foram desenvolvidos e implementados com o único propósito de drenar as águas o mais rapidamente possível para evitar inundações em zonas urbanas (Butler e Davies, 2011). Estes sistemas convencionais permitem o escoamento das águas pluviais de ruas e pavimentos impermeáveis através de canais de drenagem e de coletores subterrâneos, com descarga direta em cursos de água superficiais (Zhang *et al.*, 2017).

Os sistemas convencionais de coletores podem dividir-se em sistemas unitários ou separativos. Nos sistemas unitários, tanto águas residuais como pluviais são admitidas na mesma rede de coletores; nos sistemas separativos existem duas redes de coletores distintas para cada tipo de efluente. Em algumas cidades existem sistemas mistos, em que parte da rede funciona como sistema unitário e a restante como sistemas separativo. Em condições excecionais, é possível considerar sistemas parcialmente separativos, com ligação de águas pluviais de pátios interiores a coletores de águas residuais.

Apesar da grande representatividade nos países desenvolvidos, os sistemas convencionais têm-se revelado inadequados para fazer face às pressões impostas pela intensa urbanização e pelos efeitos das alterações climáticas, devido a limitações, quer de capacidade quer de flexibilidade (Zhou, 2014), assim como em relação a preocupações ambientais. Como resposta, ao longo das últimas décadas, um vasto número de soluções de drenagem alternativas têm vindo a ser desenvolvidas (Zhang *et al.*, 2017). Estas soluções apresentam diferentes designações em vários países. A designação mais comum na Europa é *SUDS* ("Sustainable Urban Drainage Solutions"), a qual se adotará ao longo do presente artigo.

Os *SUDS* têm como funções minimizar os impactos do desenvolvimento urbano na quantidade e qualidade das escorrências superficiais formadas e maximizar as oportunidades de amenidade e biodiversidade (Charlesworth, 2010). Estas soluções de drenagem podem classificar-se em soluções de prevenção, de controlo na origem (e. g. telhados verdes, pavimentos permeáveis, áreas de bio retenção e de infiltração local), de controlo local (e. g. bacias de retenção e retenção, trincheiras de infiltração), e de controlo regional (e. g. bacias de retenção e zonas húmidas construídas) (Woods-Ballard *et al.*, 2015). Os benefícios que se podem obter com a implementação de *SUDS* são maximizados quando estes são considerados no planeamento urbano, em particular desde o início.

### 3. INDICADORES DE DESEMPENHO

Os ID têm um papel crucial em qualquer sistema de avaliação de desempenho. As normas ISO 24500 (ISO 2007a,b,c) propõem uma metodologia de avaliação de desempenho para os serviços de águas orientada por objetivos, na qual a definição de ID constitui uma importante etapa: 1) identificação dos componentes físicos dos sistemas, de gestão e/ou do serviço; 2) definição de objetivos; 3) definição de critérios de avaliação; 4) definição de ID; e 5) comparação dos resultados de desempenho com os objetivos.

Os ID são métricas que permitem quantificar a eficiência e/ou a eficácia de uma atividade, processo ou serviço. Os ID são compostos por um número expresso em unidades específicas, acompanhados por bandas de confiança que indicam a qualidade dos dados representados pelos ID. Em geral, os ID apresentam-se como rácios entre variáveis, que podem ser comensuráveis (e. g. %) ou não comensuráveis (e. g. €/m<sup>3</sup>) (Alegre e Coelho, 2012).

Individualmente, os ID devem ser escolhidos com base na sua relevância para a EG, ter uma definição clara e um significado conciso, e ser razoavelmente exequíveis e quantificáveis para evitar avaliações subjetivas (Alegre *et al.*, 2016). Coletivamente, cada ID deve fornecer informação única, significativamente diferente dos demais ID do sistema (Alegre *et al.*, 2016), e representar todos os aspetos relevantes do desempenho da EG de modo não enviesado.

Além do uso de ID, é necessário prover informação de contexto e fatores explicativos (Alegre *et al.*, 2016). A informação de contexto fornece informação sobre as características inerentes à EG e tem em consideração as diferenças entre sistemas. Os fatores explicativos são qualquer elemento do sistema de ID que permite explicar os valores de ID, e podem consistir em ID, variáveis, informação de contexto e outros elementos de dados.

Os ID podem ser usados para calcular outro tipo de métricas de desempenho, como índices ou níveis de desempenho (Alegre e Coelho, 2012). Os índices de desempenho são métricas padronizadas e podem resultar da agregação de ID (e. g. média ponderada de ID) ou de outras ferramentas de análise (e. g. modelos de simulação, métodos de custo eficiência). Por oposição aos ID, os índices contêm um julgamento em si (e. g. 0 – sem função; 1 – aceitável; 2 – bom; 3 – excelente). Quando não é adequado recorrer a métricas quantitativas, recorre-se a níveis de desempenho que são apresentados em categorias discretas, sendo métricas de natureza qualitativa.

### 4. REVISÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO DE SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

A presente revisão reúne exemplos de ID propostos por diferentes autores e organizações, cujo foco era a avaliação de desempenho de sistemas de águas pluviais. A seleção de trabalhos teve como critério a menção do uso de métricas como forma de avaliar o desempenho dos sistemas, apesar de se considerarem em trabalhos distintos (e. g. ID, indicadores ou medidas de desempenho). Também a definição de ID difere entre trabalhos e não coincide em muitos casos com a definição apresentada nas ISO 24500 e em Alegre *et al.* (2016). Outro critério de seleção foi o de selecionar ID que se relacionam diretamente com o funcio-

namento dos sistemas em diferentes domínios (técnico, ambiental, social e económico), deixando de parte os que estão diretamente relacionados com o desempenho do serviço prestado e de atividades inerentes à gestão de EG.

Os exemplos estão organizados em três grupos com ID aplicáveis a: 1) sistemas convencionais (sistemas unitários e separativos); 2) soluções de drenagem alternativas (*SUDS*); e 3) sistemas convencionais e *SUDS*. Os grupos de ID apresentam-se na tabela 1.

No grupo de sistemas convencionais, os trabalhos selecionados são relativos ao estudo dos efeitos das alterações climáticas no desempenho destes sistemas. Um dos trabalhos é o de Berggen *et al.* (2008), que com base numa revisão de literatura, investigou os ID que melhor se adequavam à descrição e comparação dos impactes das alterações climáticas em sistemas unitários e separativos, por cada evento de precipitação.

Outro dos trabalhos é o de Nie *et al.* (2009), que recorreram a indicadores que permitissem descrever as consequências de diferentes cenários climáticos, tanto em sistemas unitários como em separativos, num caso de estudo situado na cidade de Fredrikstad, na Noruega.

No trabalho de Kleidorfer *et al.* (2014) aplicou-se uma análise de sensibilidade para comparar o impacto das alterações climáticas e de ocupação de solo em áreas urbanas. Selecionaram-se indicadores para medir o desempenho de um sistema unitário de uma bacia situada em Innsbruck, na Áustria.

Relativamente a soluções de drenagem alternativas (*SUDS*), tem-se a proposta de indicadores de Cherqui *et al.* (2013), que se baseou numa revisão de literatura. Os indicadores apresentados são relativos à monitorização de desempenho de *SUDS*, em diferentes domínios: hidráulico, hidrológico, tratamento, económico e social, por exemplo.

Outro trabalho focado na monitorização de desempenho de *SUDS* é o de Jefferies *et al.* (2004). Os ID selecionados foram aplicados a dois tipos de *SUDS* (soluções de controlo na origem e controlo local/regional), durante um período de monitorização de cinco anos, na Escócia. Os ID são referentes a parâmetros hidrológicos e de qualidade de efluentes.

No que concerne a monitorização de sistemas de infiltração, têm-se os trabalhos de Moura *et al.* (2010) e Dechesne *et al.* (2004). Moura *et al.* (2010) desenvolveu um sistema de apoio à decisão, com base num método multicritério, para ajudar na avaliação de desempenho de sistemas de infiltração, durante as diferentes etapas de vida útil destes. Foram propostos ID integrando diferentes aspetos de desempenho (e. g. técnico, económico, ambiental e social). No trabalho de Dechesne *et al.* (2004) foi proposta uma metodologia de avaliação do desempenho hidráulico e de retenção de poluentes em bacias de infiltração, a longo prazo. Os ID desenvolvidos foram testados numa área suburbana em Lyon, na França.

No grupo de sistemas convencionais e de *SUDS*, são citados quatro trabalhos. O primeiro é referente a Matzinger *et al.* (2014), que propuseram ID como uma ferramenta de apoio à definição de uma estratégia de gestão de sistemas de águas pluviais. Os restantes trabalhos proveem de duas cidades na Nova Zelândia (Auckland e Wellington) e de uma cidade da Austrália (Mitchell Shire). Os ID apresentados são parte integrante dos planos de gestão patrimonial dos respetivos sistemas de águas pluviais.

**Tabela 1.** Indicadores de desempenho propostos por tipo de sistemas de águas pluviais.

Sistemas convencionais		SUDS		Sistemas convencionais e SUDS	
Autor	Indicadores de desempenho	Autor	Indicadores de desempenho	Autor	Indicadores de desempenho
Berggen (2008)	Volume de descarga de tempestade (m <sup>3</sup> ) (SU)	Cherqui <i>et al.</i> (2013) *	Atenuação de caudal no dispositivo de saída	Matzinger <i>et al.</i> (2014)	Reutilização de águas pluviais (%)
	Frequência de descarga de tempestade (-) (SU)		Redução de volume no dispositivo de saída		Taxa de evapotranspiração (%)
	Volume de extravasamento em estações elevatórias (m <sup>3</sup> ) (SU)		Tempo de retardamento		Proporção de superfícies aquáticas (%)
	Volume afluente ao sistema de coletores unitários (m <sup>3</sup> ) (SU)		Frequência de extravasamento		Diversidade de flora e fauna (número de espécies)
	Volume afluente a estações de tratamento (m <sup>3</sup> ) (SU)		Frequência de formação de escorrência superficial		Proporção de espécies invasoras (%)
	Número de propriedades afetadas (-) (SU)		Duração de escoamento superficial		Alteração na taxa de recarga de aquíferos (mm)
	Danos económicos (€) (SU)		Redução do volume médio anual de escorrência em relação ao volume de pré-urbanização		Alteração na condutividade elétrica e nas concentrações de cloretos, sulfatos, zinco e biocidas em águas subterrâneas (%)
	Volume total escoado (m <sup>3</sup> ) (SSP)		Atenuação da descarga de poluentes		Redução do caudal de pico de período de retorno de um ano (%) (em comparação com a situação sem SUDS)
	Volume total de escorrência (m <sup>3</sup> ) (SSP)		Remoção de poluentes por evento de precipitação		Redução do caudal de pico de período de retorno de 30 anos (%)
	Tempo de pico de descarga (min ou h) (SSP)		Contaminação do solo		
	Volume de pico de descarga (m <sup>3</sup> ) (SSP)		Custos de construção		
	Número de coletores em carga (-) (SSP)		Custos operacionais		



Sistemas convencionais		SUDS		Sistemas convencionais e SUDS	
Autor	Indicadores de desempenho	Autor	Indicadores de desempenho	Autor	Indicadores de desempenho
	Frequência de inundações (-) (SSP)		Número de queixas		(em comparação com a situação sem SUDS)
	Duração de inundações (h) (SSP)		Nível de segurança para trabalhadores e público		Redução da carga de SST e de fósforo e nitrogénio descarregada (%)
	Rácio de escoamento em coletores (-) (SSP)				
Nie <i>et al.</i> (2009)	Número de caixas de visita em carga (-)	Jefferies <i>et al.</i> (2004)	Interceção inicial de escorrência (mm)		Valor atual líquido de custos anuais por área impermeabilizada com ligação direta à rede (€ ano <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )
	Volume total de transbordo de coletores (1000 m <sup>3</sup> )		Tempo de retardamento (min)		Necessidade cumulativa de energia proveniente de combustíveis fósseis (MJ m <sup>-2</sup> )
	Número de nós de coletores em carga (-)		Formação de escorrência (mm)		
	Comprimento total de coletores em carga (km)		Redução do caudal de pico (%)	Auckland Council (2015)	Número de eventos de inundação (-)
	Número de habitações em risco de inundação (-)		Retenção de eventos (%)		Percentagem de pisos habitáveis em risco de inundação para um evento de precipitação de período de retorno de 10 anos (%)
	Volume total de descarga de emergência (1000 m <sup>3</sup> )		Concentração de descarga de SST, CBO, zinco, níquel e hidrocarbonetos (mg/l)		Percentagem de pisos habitáveis em risco de inundação para um evento de precipitação de período de retorno de 100 anos (%)
Kleidorfer <i>et al.</i> (2014)	Volume de extravasamento de coletores (m <sup>3</sup> )	Moura <i>et al.</i> (2010)	Frequência de inundações (-)		Número de obstruções em coletores separativos pluviais (nº/100 km)
	Volume de descarga de tempestade (m <sup>3</sup> )		Condutividade hidráulica (m/s)		
	Carga de SST descarregada (ton)		Concentração de oxigénio dissolvido em águas subterrâneas		
	Carga de amónia descarregada (ton)				

Sistemas convencionais		SUDS		Sistemas convencionais e SUDS	
Autor	Indicadores de desempenho	Autor	Indicadores de desempenho	Autor	Indicadores de desempenho
			(mg/l)	<i>Wellington Water</i> (2005)	Número de descargas de emergência não consentidas em estações de tratamento (-)
			Eficiência de retenção de SST em órgãos de pré-tratamento (-)		Número de descargas de emergência consentidas em estações de tratamento (-)
			Profundidade do solo onde o nível de poluição é baixo ou nulo (m)		Número de obstruções em coletores (nº/100 km)
			Diferença entre o custo de manutenção de um ano em relação ao custo de manutenção médio dos últimos cinco anos (€)		Número de pisos habitáveis afetados por inundações (nº/1000 ramais)
			Número de reclamações de residentes locais (-)		Número de inundações devido a obstruções na rede de coletores (-)
		<i>Deschesne et al.</i> (2004)	Duração de escoamento superficial (%)	<i>Mitchell Shire Council</i> (2012)	Número de inundações que afetam propriedades individuais (-)
			Frequência de extravasamento (-)		Número de descargas contaminadas passíveis de afetar negativamente os cursos de água (-)
			Tempo de vida útil (anos)		
			Filtração de sedimentos (%)		
			Retenção cumulativa de poluentes (%)		

SU – Sistema Unitário; SSP – Sistema Separativo Pluvial; SST – Sólidos Suspensos Totais; CBO – Carência Bioquímica de Oxigênio; \*os autores não propuseram unidades para cada indicador proposto.



## 5. DISCUSSÃO

O presente artigo pretende dar um contributo relativamente ao estado da arte da avaliação de desempenho de sistemas de águas pluviais, identificando as lacunas e oportunidades existentes. Pretende-se, assim, apoiar a identificação das áreas mais relevantes para o desenvolvimento nesta área.

Os ID apresentados nos exemplos foram desenvolvidos e propostos para diferentes tipos de sistemas, desde os convencionais às soluções de drenagem alternativas. Os domínios de avaliação mais recorrentes foram o hidráulico e ambiental, seguidos dos domínios económicos e sociais. O domínio de avaliação estrutural teve expressão muito reduzida nos trabalhos citados.

Relativamente à escala de aplicação dos ID, foram consideradas diferentes abordagens. Verificaram-se trabalhos mais focados em ID de escala local, como no caso de *SUDS*; enquanto outros consideraram uma escala ao nível de bacia. Poucos trabalhos consideraram ambas as escalas de aplicação, embora seja esta a abordagem que apresenta mais benefícios. Isto porque, em regra, não é suficiente avaliar se os sistemas individuais cumprem os seus requisitos de funcionamento para que, globalmente, o funcionamento do sistema seja adequado. Assim, geralmente, é necessário determinar a interação entre diferentes sistemas à escala global, para deteção da origem das deficiências, definição de áreas de intervenção prioritária e identificação do potencial de sinergia entre sistemas, com vista à melhoria do seu desempenho global.

Outro aspeto a reter da revisão dos trabalhos apresentados diz respeito às diferentes interpretações do que é um ID. Alguns autores apresentaram como ID (Tabela 1) o que se considera como variáveis (Alegre *et al.*, 2016), e. g. volume ( $m^3$ ) ou massa (ton). Nestes casos, não é possível a comparação do desempenho entre diferentes sistemas ou componentes de um sistema, ou até a sua comparação em termos temporais. Deste modo, o potencial de utilização de um sistema de avaliação pode ficar condicionado, reforçando a importância de se seguir uma terminologia unívoca e bem definida.

É igualmente de realçar que, na maior parte dos trabalhos apresentados, é dado pouco ênfase à necessidade de se fornecer informação de contexto e de se classificar a qualidade dos dados. Sem informação complementar, ficam dificultadas as tarefas de análise e interpretação de resultados e de comparação entre diferentes sistemas. Desconhecer a fiabilidade e a exatidão dos dados pode comprometer igualmente todo o processo de avaliação, uma vez que as decisões tomadas podem vir a revelar-se inadequadas.

Em termos de países, poucos são os que adotaram extensivamente o processo de avaliação de desempenho de sistemas de águas pluviais. A Nova Zelândia e a Austrália são alguns destes exemplos. Nestes países, algumas cidades desenvolveram planos de gestão patrimonial que incluem ID para águas pluviais, atribuindo uma importância vital à gestão destes sistemas.

Globalmente, as metodologias de avaliação de desempenho apresentadas, com base em ID, são de limitada aplicação, não estando suficientemente testadas, o que não encoraja a sua adaptação e uso. Ante esta situação, há a necessidade de desenvolvimento de uma

metodologia que se possa constituir como uma referência na área, colmatando as lacunas identificadas nos trabalhos citados neste artigo, e que possa ser utilizada pelas EG responsáveis pelos sistemas de águas pluviais.

## 6. TRABALHO EM DESENVOLVIMENTO E FUTURO

A avaliação de desempenho com base em ID permite que as organizações de diversos setores de atividade conheçam a sua atividade, o cumprimento dos seus objetivos, os fatores que têm influência no seu desempenho e o que poderá ser feito para o melhorar, apoiando o processo de planeamento e tomada de decisão. Esta prática tem sido levada a cabo com relativo sucesso nos serviços de águas, nomeadamente em sistemas de abastecimento de água e de águas residuais, contrariamente ao que se verifica no caso dos sistemas de águas pluviais. Dados os desafios que estes sistemas apresentam, é reconhecida a importância de também integrar a avaliação de desempenho no âmbito da sua gestão.

Os trabalhos que propõem metodologias de avaliação de desempenho para sistemas de águas pluviais, com base em ID, apresentam várias lacunas que dificultam a sua adaptação por parte de EG destes sistemas. Neste sentido, identificou-se a necessidade de desenvolver uma metodologia de avaliação de desempenho, de referência para este tipo de sistemas, que considere as melhores práticas e recomendações.

Assim, encontra-se presentemente em desenvolvimento uma metodologia, no âmbito do programa doutoral H2Doc (Hidráulica Ambiental e Hidrologia), que se pretende que seja objetiva, flexível na aplicação e padronizada. Pretende-se ainda que seja orientada por objetivos, cujo cumprimento é verificado através de critérios de avaliação, sendo o desempenho quantificado recorrendo a métricas, como ID, e classificado com base em valores de referência. A definição das métricas segue as recomendações apresentadas em nas ISO 24500 e em *Manuais de Boas Práticas* da Associação Internacional da Água (IWA) relativas a indicadores de desempenho em sistemas de abastecimento e de águas residuais (Matos *et al.*, 2003; Alegre *et al.*, 2016).

A metodologia considera diferentes contextos de atividade, tendo em conta os diferentes tipos de sistemas de águas pluviais (convencionais, não convencionais e a sua combinação), os diferentes domínios de funcionamento (e. g. hidráulico, ambiental, estrutural, económico e social) e diferentes escalas de aplicação. Os trabalhos revistos no presente artigo constituem o ponto de partida dos desenvolvimentos.

As características definidas para a metodologia em desenvolvimento destinam-se a colmatar as lacunas identificadas em trabalhos da área e a facilitar a utilização por parte das EG, à semelhança do que existe disponível para sistemas de abastecimento de água e de águas residuais. Tal contribuiria para a mudança de paradigma atual e para a sensibilização do setor quanto ao facto de a implementação da avaliação de desempenho em sistemas de águas pluviais ajudar a enfrentar os desafios do presente e futuro.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o financiamento concedido pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) para a bolsa de doutoramento PD/BD/114461/2016, no âmbito do programa doutoral H2Doc (Hidráulica Ambiental e Hidrologia).

## REFERÊNCIAS

- Alegre, H., Baptista, J. M., Cabrera, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W., Parena, R. (2016) *Performance indicators for water supply services - Manual of best practices* (3ª edição). London, UK: IWA Publishing.
- Alegre, H., Cabrera, E., & Merkel, W. (2009). Performance assessment of urban utilities: The case of water supply, wastewater and solid waste. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, 58(5), 305–315. <http://doi.org/10.2166/aqua.2009.041>
- Alegre, H., & Coelho, S. T. (2012). Infrastructure Asset Management of Urban Water Systems. In: A. Ostfeld (Ed.) *Water Supply System Analysis - Selected Topics*, InTech, pp. 49–74.
- Auckland Council (2015). *Stormwater Asset Management Plan 2015-2045*. Auckland, New Zealand.  
<https://www.aucklandcouncil.govt.nz/environment/stormwater/docsassetmanagementplan/stormwater-asset-management-plan-2015-2045.pdf>. (acedido em 7 de outubro 2016)
- Berggren, K. (2008). Indicators for urban drainage system - assessment of climate change impacts. In *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008*.
- Butler, D., & Davies, J. W. (2011). *Urban drainage*. 3ª edição. Taylor & Francis. Oxon: Spon Press.
- Charlesworth, S. M. (2010). A review of the adaptation and mitigation of global climate change using sustainable drainage in cities. *Journal of Water and Climate Change*, 1(3), 165–180. <http://doi.org/10.2166/wcc.2010.035>
- Cherqui, F., Granger, D., Métadier, M., Fletcher, T., Barraud, S., Lalanne, P., Litrico, X. (2013). Indicators related to BMP performances : operational monitoring propositions. In *8<sup>th</sup> Conference NOVATECH, Lyon, France, 2013*.
- Dechesne, M., Barraud, S., & Bardin, J. P. (2004). Indicators for hydraulic and pollution retention assessment of stormwater infiltration basins. *Journal of Environmental Management*, 71(4), 371–380. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.04.005>
- ISO 24510: 2007. *Activities relating to drinking water and wastewater services – Guidelines for the assessment and for the improvement of the service to users*. International Organization for Standardization, Geneva.
- 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*. International Organization for Standardization, Geneva.

- 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*. International Organization for Standardization, Geneva.
- Jefferies, C. (2004). *SUDS in Scotland – The Monitoring Programme of Scottish Universities SUDS Monitoring Group*. SNIFFER Final Report SR (02)51.  
<http://www.sniffer.org.uk/files/6613/4183/8009/SR0251.pdf> (acedido em 26 de janeiro 2017)
- Kleidorfer, M., Mikovits, C., Jasper-tönnies, A., Huttenlau, M., Einfalt, T., & Rauch, W. (2014). Impact of a Changing Environment on Drainage System Performance. *Procedia Engineering*, 70(2009), 943–950. <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.02.105>
- Matos, R., Cardoso, A., Ashley, R., Duarte, P., Molinari, A., & Schulz, A. (2003). *Performance indicators for wastewater services - Manual of best practices*. London, UK: IWA Publishing.
- Matzinger, A., Schmidt, M., Riechel, M., Hein, A., Bräcker, J., Strehl, C., et al. (2014). Quantifying the Effects of Urban Stormwater Management – Towards a Novel Approach for Integrated Planning. In *Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Conference on Urban Drainage*, Sarawak, Malaysia, 2014.
- Mitchell Shire Council (2012). *Infrastructure Asset Management Plan - Part F - Urban Stormwater Drainage System*. Mitchell Shire Council, Australia.  
[https://www.mitchellshire.vic.gov.au/downloads/Council/your\\_council/Council\\_Documents/Council\\_Strategies\\_and\\_Plans/MSA\\_Asset\\_Management\\_Plan\\_Stormwater\\_Drainage\\_2012\\_.pdf](https://www.mitchellshire.vic.gov.au/downloads/Council/your_council/Council_Documents/Council_Strategies_and_Plans/MSA_Asset_Management_Plan_Stormwater_Drainage_2012_.pdf) (acedido em 7 de dezembro 2016)
- Moura, P., Barraud, S., Baptista, M., & Malard, F. (2010). Multicriteria decision-aid method to evaluate the performance of stormwater infiltration systems over the time. In *7<sup>th</sup> Conference NOVATECH, Lyon, France, 2010*.
- Nie, L., Lindholm, O., Lindholm, G., & Syversen, E. (2009). Impacts of climate change on urban drainage systems – a case study in Fredrikstad, Norway. *Urban Water Journal*, 6(4), 323–332. <http://doi.org/10.1080/15730620802600924>
- Wellington Water (2015). *Statement of Intent 2016-19*. Wellington, New Zealand.  
<https://www.aitsl.edu.au/docs/default-source/board-of-directors-resources/statement-of-intent-updated-march-2017.pdf?sfvrsn=4> (acedido em 15 de novembro 2016)
- Woods-Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R., & Kellagher, R. (2015). *The SUDS manual. CIRIA Report no. C753*. London, UK.
- Zhang, D., Gersberg, R. M., Ng, W. J., & Tan, S. K. (2017). Conventional and decentralized urban stormwater management: A comparison through case studies of Singapore and Berlin, Germany. *Urban Water Journal*, 14(2), 113–124.  
<http://doi.org/10.1080/1573062X.2015.1076488>
- Zhou, Q. (2014). A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts. *Water*, 6(4), 976–992.  
<http://doi.org/10.3390/w6040976>