



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

# SOLUÇÕES NATURAIS PARA A GESTÃO DE ÁGUAS CINZENTAS EM EDIFÍCIOS

## APLICAÇÃO A UM CASO DE ESTUDO NO IST

Ana, GALVÃO<sup>1</sup> ; Maria Clara, CARVALHO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professora auxiliar, CERIS, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal;  
ana.galvao@tecnico.ulisboa.pt

<sup>2</sup> Mestre em Eng.<sup>a</sup> Civil, Instituto Superior Técnico, clara.carvalho@ist.utl.pt

### Resumo

Em edifícios, as águas cinzentas representam a componente não sanitária das águas residuais, constituído aproximadamente 70% do volume total de águas residuais produzidas. Uma opção de sustentabilidade promissora consiste no tratamento e reutilização desta fracção dos efluentes domésticos, uma vez que as águas residuais cinzentas apresentam volumes elevados e baixo teor em poluição. A descentralização do tratamento de águas cinzentas permite a reutilização local destas águas, contribuindo para a promoção de um fluxo circular da água em meio urbano. Esta mudança de paradigma permite criar valor naquilo que outrora seria considerado um resíduo, aumentando a eficiência da utilização de recursos e promovendo os princípios da Economia Circular.

No presente trabalho procedeu-se ao estudo de viabilidade da instalação de uma solução de tratamento de águas cinzentas constituída por paredes verdes complementada por um sistema de desinfecção por radiação ultravioleta, a instalar no Pavilhão de Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico.

O sistema de tratamento seria instalado nas paredes exteriores das instalações sanitárias, que comunicam diretamente com o átrio interior do edifício, recebendo as águas provenientes dos lavatórios. O efluente final seria recolhido no piso inferior do edifício (garagem), onde seria sujeito a desinfecção final por radiação UV e armazenado para lavagem de pavimentos e salas.

Prevê-se que a solução adoptada apresente um custo de cerca de 37 mil euros, sendo previsível a recuperação do investimento em 11 anos.

**Palavras-chave:** águas cinzentas; paredes verdes; reutilização de águas residuais.

**Tema:** 7 - Serviços de abastecimento, drenagem e tratamento de águas

## 1. INTRODUÇÃO

O continente Europeu, assim como muitas sociedades desenvolvidas do resto do Mundo, enfrenta atualmente desafios significativos na promoção da qualidade de vida dos seus habitantes, confrontando-se com o equilíbrio entre o consumo de recursos necessário para satisfazer as necessidades humanas e a garantia de uma proteção adequada dos ecossistemas de onde muitos desses recursos são extraídos.

Tal como sumariado pela Comissão Europeia, no seu relatório “Roadmap to a Resource Efficient Europe”, a Europa enfrenta o duplo desafio de estimular o crescimento necessário ao emprego e bem-estar dos seus cidadãos, garantindo ao mesmo tempo que a qualidade deste crescimento conduz a um futuro sustentável. A utilização eficiente de recursos é identificada como o caminho necessário para a implementação desta visão do futuro. Uma utilização eficiente permitirá a criação de “mais com menos”, desenvolvendo valor com menos recursos, utilizando recursos de forma sustentável e minimizando os impactos ambientais gerados.

Neste contexto, a gestão da água assume um papel preponderante, dado que não só constitui um bem essencial à vida, como o acesso à água representa um fator chave no desenvolvimento de uma sociedade, sendo ainda o suporte de diversas atividades económicas. Desta forma, é essencial a promoção de uma utilização eficiente deste recurso.

Atualmente, a gestão centralizada do tratamento de águas residuais que se realiza na maior parte dos países desenvolvidos, produz um fluxo linear de escoamento onde as águas residuais tratadas não apresentam valor, sendo usual a sua devolução ao meio receptor após tratamento. No entanto, tendo em conta a situação de escassez de água que está a viver em inúmeros países por todo mundo, torna-se pertinente estudar soluções alternativas que aumentem a eficiência da utilização da água, como o tratamento e reutilização das águas residuais.

Em edifícios, as águas cinzentas representam componente não sanitária das águas residuais, constituído aproximadamente 70% do volume total de águas residuais produzidas. Uma opção de sustentabilidade promissora consiste no tratamento e reutilização de águas cinzentas, uma vez que estas apresentam volumes elevados e baixo teor em poluição. As soluções descentralizadas de tratamento de águas cinzentas têm demonstrado ser eficientes e também fáceis de utilizar, tendo como vantagem a diminuição dos custos da ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuais) e das respetivas redes de distribuição, para além dos benefícios ambientais inerentes. A descentralização do tratamento de águas cinzentas permite a reutilização local destas águas, contribuindo para a promoção de um fluxo circular da água em meio urbano. Esta mudança de paradigma permite criar valor naquilo que outrora seria um resíduo, amentando a eficiência da utilização de recursos e promovendo os princípios da Economia Circular.

No presente trabalho procedeu-se ao estudo de viabilidade da instalação de uma solução de tratamento de águas cinzentas constituída por paredes verdes complementada por um sistema de desinfecção por radiação ultravioleta, a instalar no Pavilhão de Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico. A opção por uma parede verde, que constitui um sistema de tratamento natural, destina-se a



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

tirar partido das mais valias que um sistema deste tipo de oferecer, nomeadamente a simplicidade de operação, sem recurso a reagentes e com um reduzido consumo de energia. A excelente integração estética e o potencial de melhoria da qualidade do ar constituem ainda benefícios adicionais. Este estudo foi desenvolvido no âmbito de uma Tese de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Eng.<sup>a</sup> Civil (Carvalho, 2017).

## **2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS CINZENTAS**

A nível urbano, as águas residuais podem ser divididas em dois grupos distintos, as águas negras e as águas cinzentas. As águas negras são a componente sanitária das águas residuais e contêm fezes, urina e papel higiénico. Por sua vez, as águas cinzentas são a componente não sanitária das águas residuais, ou seja, são as águas produzidas em banheiras, chuveiros, lavatórios de mãos, máquinas de lavar roupa e sumidouros de cozinha (Eriksson et al., 2002; B. Jefferson et al., 2000). A contribuição da parcela das águas residuais da cozinha para este tipo de águas não é consensual, sendo que alguns autores não as incluem por estas apresentarem vestígios de matéria orgânica, gorduras, óleos e detergentes (Matos et al., 2012; Nolde, 2000). O tratamento torna-se mais difícil e dispendioso para este último caso.

Nos edifícios residenciais, as águas negras apresentam uma parcela reduzida, um valor aproximadamente de 30% das águas residuais totais (Friedler, 2004). Nos edifícios não residenciais, este valor ainda é mais baixo. Como tal, o tratamento das águas cinzentas permite reciclar a maior parte das águas residuais (Masi et al., 2016). As águas cinzentas usualmente consideram-se como aquelas com volumes elevados e baixo teor em poluição, enquanto as águas negras consideram-se com volumes reduzidos e elevados teores em poluição. Vários estudos indicam que, partindo do princípio que as águas cinzentas geradas numa casa são reutilizadas para fins de serviço, estas serão suficientes para suprir as necessidades internas da mesma. Um esquema de reutilização, usualmente, consome apenas 50-65% do total das águas cinzentas produzidas. É possível que as águas residuais tratadas possam ser utilizadas nos autoclismos e, desta forma, existe uma poupança de água potável na ordem dos 30-50% (Matos et al., 2012). Quando o tratamento e a reutilização para fins menos nobres são realizados no local da produção das mesmas gera-se um ciclo fechado, o que é uma fonte potencial de poupança económica.

As águas cinzentas podem conter vários poluentes e, devido à sua variabilidade inerente são difíceis de classificar, podendo variar bastante em termos de quantidade e qualidade (Jefferson et al., 2004). As suas características, em termos de qualidade e quantidade, são influenciadas pelas atividades principais dos utilizadores, a qualidade do abastecimento de água potável e o seu tipo de rede de distribuição (Eriksson et al., 2002). As atividades dos utilizadores, como a lavagem de mãos, de roupa, de loiça, remoção de maquilhagem, banho, entre outras, ocorrem em alturas diferentes do dia, o que provoca uma elevada variação a curto prazo em relação ao fluxo da água e também à qualidade da água produzida (Eriksson et al., 2009). Usualmente é necessário dispor de um reservatório para armazenar as águas cinzentas não tratadas. É importante que estas não fiquem armazenadas mais de

24 horas, uma vez que esta situação pode originar o crescimento de microrganismos e o aparecimento de maus odores (Australian Capital Territory, 2007; Gonçalves et al., 2006). Existe ainda a possibilidade de as águas serem reutilizadas diretamente, ou seja, sem estarem sujeitas a nenhum tipo de tratamento, passando diretamente da origem ou do reservatório para o seu destino. No entanto, é sempre importante ter em consideração que estas podem possuir microrganismos patogénicos e que a hipótese de utilização direta deve ser devidamente estudada, de forma a não colocar em risco a saúde pública.

As águas cinzentas podem ter presente na sua composição substâncias ou impurezas, de origem orgânica ou inorgânica, que lhes proporcionam determinadas características que vão determinar o seu potencial tratamento e reutilização. Seguidamente são descritos os parâmetros que, na maior parte das vezes, apresentam um elevado desvio-padrão associado aos valores médios. É importante referir que o tempo de armazenamento e transporte a que estas águas estão sujeitas também influenciam bastante as suas características, podendo existir uma rápida degradação da matéria orgânica e proliferação de microrganismos patogénicos, caso esteja armazenada por longos períodos de tempo (Australian Capital Territory, 2007; Gonçalves et al., 2006).

Nas casas-de-banho, os poluentes mais comuns são químicos devido a sabões, champôs, pasta de dentes e detergentes que contêm na sua composição cloro, bromo, sódio, entre outros. É possível que a água dos duches contenha urina, mas esta é inócua no caso das pessoas serem saudáveis. Contudo, no caso da urina conter microrganismos patogénicos, a probabilidade destes sobreviverem fora do corpo humano é pequena e, para além disso, os detergentes presentes nas águas de duche levam, na maior parte das vezes, a sua inativação. A água cinzenta produzida no lavatório é mais poluída, embora apresente volumes inferiores às do banho/duche. É interessante referir, no contexto da dissertação, que as águas das casas-de-banho são as mais indicadas para irrigação, pois os seus componentes atuam como fertilizantes. São a partida aquelas que apresentam menos químicos (Silva, 2012).

Nas lavandarias, os poluentes típicos provêm dos detergentes que contribuem para o aumento da amónia e de outras formas azotadas e fosfatadas nas águas cinzentas, e também para o aumento de salinidade e alcalinidade. Usualmente, a água proveniente das lavandarias apresenta menos risco de contaminação fecal e maior risco de contaminação química e térmica (Coutinho, 2009).

Por fim, na cozinha, é possível encontrar partículas de comida, óleos, gordura e detergentes que contribuem para elevadas concentrações de matéria orgânica, SST (Sólidos Suspensos Totais), CQO (Carência Química em Oxigénio), fosfato e boro. Este tipo de águas cinzentas não é aconselhável para a rega pois as gorduras da cozinha são prejudiciais para os solos (Coutinho, 2009).

### **3. CASO DE ESTUDO – PAREDE VERDE NO IST**

#### *Enquadramento geral*

O caso de estudo descrito na presente comunicação contempla a viabilidade de instalar uma parede verde no Pavilhão de Civil do Instituto Superior Técnico (IST), em Lisboa. A finalidade da parede verde é tratar as águas cinzentas provenientes dos lavatórios das casas-de-

banho dos pisos 1,2 e 3. Na Figura 0.1 apresenta-se uma vista geral das torres interiores do edifício, onde se podem observar em primeiro plano a parede que limita as instalações sanitárias existentes nos vários pisos.



**Figura 0.1 – Vista geral da torre central interior do Pavilhão de Eng.<sup>a</sup> Civil do IST. As janelas localizam-se nas instalações sanitárias.**

O objetivo desta instalação seria a reutilização da água cinzenta tratada na limpeza do chão dos espaços interiores, prevendo-se para o efeito um tratamento posterior de afinação através desinfeção por radiação UV. Esta etapa revela-se essencial visto que pode existir o contacto da água tratada com o pessoal de limpeza ou com os utilizadores do pavilhão e, apenas com um tratamento terciário por desinfeção é garantida a eliminação de todos os microrganismos patogénicos.

A instalação de uma parede verde para tratamento de águas cinzentas apresenta-se como uma solução atrativa, uma vez que apresenta benefícios adicionais derivados do facto de se tratar de uma solução natural. As vantagens deste sistema, considerando a necessidade de adaptação a um edifício já existente, incluem uma área de implantação baixa, promovendo ainda o controlo da temperatura interna do pavilhão e da respetiva humidade, bem como uma melhoria na qualidade do ar interior (Valesan et al. 2010).

#### *Caracterização dos caudais de águas cinzentas a tratar*

O caudal de águas cinzentas produzido no pavilhão de civil foi determinado a partir de uma estimativa dos consumos referentes aos lavatórios de cada piso tendo em conta a taxa de ocupação dos espaços e as tipologias de utilização presentes (gabinetes, salas de aula e

salas de estudo). A estimativa de consumos foi calibrada para o ano de 2016 através do consumo global registado em dois contadores existentes no pavilhão (elementos fornecidos pelos serviços centrais do IST). Após a estimativa dos consumos foi aplicado um fator de afluência ao sistema de drenagem de 90%. No Quadro 0.1 apresenta-se a estimativa do caudal de águas cinzentas produzidas nos pisos 3 a -2 do pavilhão de Eng.<sup>a</sup> Civil. Apesar de existirem instalações sanitárias em todos os pisos, apenas se admitiu tratamento dos caudais provenientes dos pisos 1, 2 e 3, por forma a permitir o funcionamento da parede verde sem recurso a bombagem, entre os pisos 2 e 0.

**Quadro 0.1 - Estimativa do caudal efluente global do Pavilhão de Civil.**

Piso	Caudal de águas cinzentas (m <sup>3</sup> /me s)
3	78
2	76,4
1	323,3
0	225,7
-1	115,2
-2	70,1
<b>Total</b>	<b>888,7</b>

#### *Configuração das paredes verdes*

O sistema de tratamento seria instalado nas paredes exteriores das instalações sanitárias, que comunicam diretamente com o átrio interior do edifício, recebendo as águas provenientes dos lavatórios. Cada parede verde seria composta por um sistema de vasos plantados com plantas macrófitas, constituindo uma adaptação da tecnologia de leitos de macrófitas, amplamente utilizada no tratamento de águas residuais (Kadlec e Wallace, 2006). Os vasos, dispostos em diversas fileiras verticais, seriam alimentados na fileira superior, sendo o tratamento efetuado no interior do seu meio de enchimento, através do escoamento vertical ao longo de cada fileira. O efluente final seria recolhido no piso inferior do edifício (garagem), onde seria sujeito a desinfecção final por radiação UV e armazenado para lavagem de pavimentos e salas.

Como critério de dimensionamento da parede verde, recorreu-se à carga hidráulica referenciada de uma instalação piloto instalado em Pune, Índia. Esta instalação, cuja vista geral se apresenta na Figura 0.2, diz respeito a uma parede verde instalada no Departamento de Abastecimento de Água e Saneamento do estado de Maharashtra, destinando-se ao tratamento das águas cinzentas proveniente dos escritórios aí existentes (Masi et al., 2016). Na figura pode observar-se o excelente enquadramento visual da parede verde instalada.



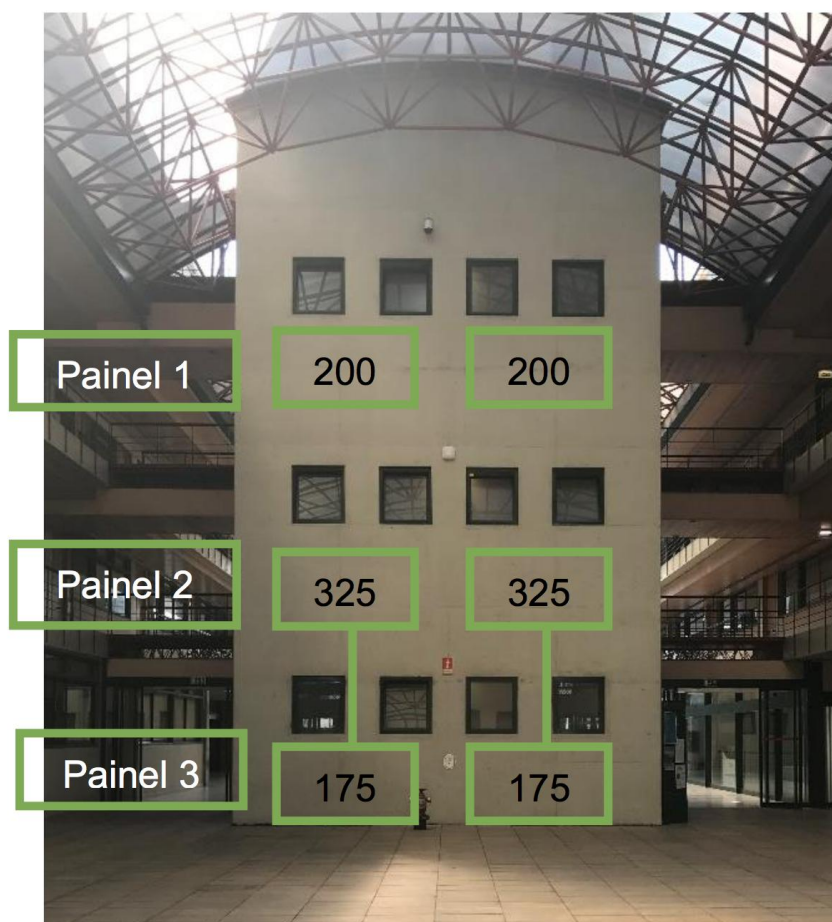


**Figura 0.2 – Vista geral da parede verde piloto instalada em Pune, Índia, destinada ao tratamento de águas cinzentas provenientes de escritórios (Masi et al., 2016).**

No desenvolvimento do trabalho admitiu-se que as águas cinzentas do pavilhão apresentam uma constituição qualitativa bastante semelhante à apresentada em Pune, visto que neste estudo as águas provêm de lavatórios das casas-de-banho de utilizadores de escritórios, uma utilização equivalente à verificada no IST. No entanto, para salvaguardar a segurança dos utilizadores, adicionou-se uma etapa de desinfeção por radiação ultra-violeta (UV). A carga hidráulica considerada em Masi et al. (2016) foi de 96 l/m<sup>2</sup>/dia para uma parede verde com as características de alimentação e escoamento descritas.

No caso em estudo no Pavilhão de Civil, que dispõe de instalações sanitárias em três torres internas (Sul, Central e Norte), admitiu-se que seriam instaladas quatro unidades de tratamento por torre. Em cada, as paredes verdes que pretendem realizar o tratamento das águas cinzentas dos pisos 2 e 3 consistem em duas matrizes de 20 x 10 vasos (200 vasos), cada uma ligada a reservatório a instalar na zona inferior dos lavatórios, que permitiria a regulação do caudal de alimentação à parede verde.

No caso do piso 1, as paredes verdes consistiriam em quatro matrizes conectadas verticalmente duas a duas. A matriz superior seria composta por 25 x 13 vasos (325 vasos) e a matriz inferior seria composta por 25 x 7 vasos (175 vasos), sendo cada um desses conjuntos alimentado pelo ao respetivo reservatório do piso 1. Na Figura 0.3 é apresentada uma representação esquemática das paredes verdes na torre central com indicação do número de vasos referente a cada unidade de tratamento.



**Figura 0.3 - Representação esquemática das paredes verdes na torre central com o número de vasos referente a cada unidade de tratamento.**

### *Reutilização das águas cinzentas tratadas*

Para além da estimativa de caudais de águas cinzentas procedeu-se à determinação dos caudais de lavagens dos pavimentos dos edifícios por consulta à entidade responsável pela realização deste serviço. A estimativa foi realizada considerando as áreas a lavar, o número de baldes utilizados, em média, para as diferentes tipologias de utilização (salas de aula, salas de estudo e gabinetes) e a frequência de lavagens.

No Quadro 0.2 apresenta-se o balanço entre a estimativa de água cinzenta tratada e o caudal necessário à lavagem de pavimentos onde esta poderia ser reutilizada.

**Quadro 0.2 – Caudais de águas cinzentas afluentes ao sistema de tratamento e caudais necessários à lavagem de pavimentos.**

Descrição	Caudal (l/dia)
Consumo nos lavatórios dos pisos 1,2 e 3	4135,1
Afluência ao sistema de tratamento	3721,6
Lavagem dos pavimentos dos pisos 1,2 e 3	3736,7



Como se pode verificar, o caudal necessário à lavagem dos pavimentos dos pisos 1,2 e 3 é apenas ligeiramente superior, pelo que se considera que esta solução apresenta viabilidade em termos de procura versus oferta.

### *Custos*

O custo global da solução proposta foi estimado a partir das diversas constituintes previstas, incluindo os materiais e a mão-de-obra necessária à instalação. Os valores foram determinados a partir da consulta a fornecedores, sendo posteriormente aplicado um fator de majoração conservativo de 5%. No Quadro 0.3 são apresentados os custos de cada um dos componentes assim como percentagem relativa ao custo total.

**Quadro 0.3 - Estimativa do custo total de instalação das paredes verdes.**

<b>Componente</b>	<b>Valor (€)</b>	<b>% total</b>
Reservatório de regularização	4 851,00	13,2%
Sistema de vasos interligados (tipo Minigarden)	9337,9	25,4%
Aluguer do andaime	7 217,25	19,6%
Reservatório de regularização	1 399,99	3,8%
Sistema de desinfecção UV	674,55	1,8%
Reservatório de armazenamento	1 399,99	3,8%
Sistema de tubagem	425,04	1,2%
Mão-de-obra	11 440,80	31,1%
<b>Total</b>	<b>36 746,52</b>	<b>100,0%</b>

Prevê-se que a solução adotada apresente um custo total de cerca de 37 mil euros.

Paralelamente, foram estimados os encargos com os consumos de água previstos para a lavagem dos pavimentos dos pisos 1, 2 3, tendo-se determinado a poupança anual que resultaria da reutilização das águas cinzentas tratadas através da parede verde, sendo previsível a recuperação do investimento em cerca de 11 anos.

É ainda de salientar que a componente correspondente aos vasos, com um peso de cerca de 35% do custo total, foi orçamentada a partir de um sistema pré-fabricado modular disponível comercialmente para aplicações domésticas (Sistema Minigarden). Tendo em consideração que este tipo de aplicações não apresenta economia de escala, será de esperar que com um estudo mais aprofundado seja possível definir uma solução de larga escala, com um custo mais reduzido, o que permitirá um período de recuperação também mais reduzido.

Considera-se assim que a solução estudada constitui uma alternativa atrativa e sustentável à gestão do consumo de água em edifícios com uma tipologia semelhante ao Pavilhão de Civil do IST.

#### 4. CONCLUSÕES

A água com qualidade própria para consumo humano utilizada para atividades que não necessitam de um nível de tratamento tão elevado, deu origem à necessidade de encontrar recursos alternativos, na medida em que os recursos hídricos disponíveis no meio ambiente escasseiam. Na presente comunicação é explorado o potencial de tratamento e reutilização das águas cinzentas em edifícios através de uma solução natural, a parede verde, abordando os seus benefícios ambientais e económicos. A contribuição para a redução da utilização de água potável, bem como a redução de descargas poluentes, contribuindo para a melhoria dos ecossistemas e qualidade da água dos meios recetores, são benefícios inerentes a este tipo de solução. A viabilidade de uma solução de tratamento de águas residuais não depende só dos seus aspetos económico-financeiros, mas também dos ambientais.

Tendo em consideração a qualidade e quantidade das águas cinzentas produzidas em meio urbano, é crucial que estas não sejam tratadas como um resíduo que deve ser restituído ao meio recetor, mas sim como um recurso de valor após o tratamento adequado, podendo ser reutilizadas em lavagem de pavimentos. A utilização de águas residuais tratadas como uma fonte alternativa, independente do sistema de abastecimento público, promove uma utilização racional dos recursos hídricos, contribuindo igualmente para os princípios cada vez mais divulgados da Economia Circular, onde a valorização dos resíduos gerados assume um papel central e fundamental na promoção do desenvolvimento sustentável.

#### AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Eng. Mário Matos a disponibilização de dados relativos aos contadores de água do Pavilhão de Civil do IST, assim como a disponibilidade no esclarecimento de dúvidas relativas ao funcionamento do sistema de abastecimento de água do IST.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Australian Capital Territory. (2007). Greywater Use: Guidelines for residential properties in Canberra. *Australian Capital Territory*, (October), 1–24.

Carvalho, C. (2017) *Soluções naturais para a gestão de águas cinzentas em edifícios. Aplicação a um caso de estudo no IST*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Eng.<sup>a</sup> Civil. IST.

Coutinho, A. C. (2009). Reutilização de Água Utilização de águas cinzentas in situ. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Eriksson, E., Andersen, H. R., Madsen, T. S., Ledin, A. (2009). Greywater pollution variability and loadings. *Ecological Engineering*, 35(5), 661–669.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M., Ledin, A. (2002). Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*, 4(1), 85–104.

Friedler, E. (2004). Quality of Individual Domestic Greywater Streams and its Implication for On-Site Treatment and Reuse Possibilities. *Environmental Technology*, 25(9), 997-1008.

Gonçalves, R. F., Nour, E., Philippi, L., Alves, W., Jordão, E., Bazzarella, E., Anecchini, k., Sezerino, P., Peters, M., Roston, D. (2006). *Uso racional da Água em Edificações. Prosab.* Brasil: Universidade Federal do Espírito Santo

Jefferson, B., Laine, A., Parsons, S., Stephenson, T., Judd, S. (2000). Technologies for domestic wastewater recycling. *Urban Water*, 1(4), 285–292.

Jefferson, B., Palmer, A., Jeffrey, P., Stuetz, R., Judd, S. (2004). Grey water characterisation and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse. *Water Science and Technology*, 50(2), 157–164

Masi, F., Bresciani, R., Rizzo, A., Edathoot, A., Patwardhan, N., Panse, D., Langergraber, G. (2016). Green walls for greywater treatment and recycling in dense urban areas: a case-study in Pune. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 342–347.

Matos, C., Sampaio, A., Bentes, I. (2012). Greywater Use in Irrigation : Characteristics , Advantages and Concerns. *Water Management, Pollution and Alternative Strategies*, 159–184.

Nolde, E. (2000). Grey Water Reuse Systems for Toilet Flushing in Multi-storey Buildings-over Ten Years Experience in Berlin. *Urban Water*, 1(4), 275–284.

Silva, T. (2012). *Estudo de viabilidade técnico-económico do aproveitamento das águas em sistemas prediais.* Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Valesan, M., Fedrizzi, B., Sattler, M. A. (2010). Vantagens e desvantagens da utilização de peles- verdes em edificações residenciais em Porto Alegre segundo seus moradores. *Ambiente Construído*, 10(3), 55–67.