

# ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DAS CHUVAS E DAS ÁGUAS CINZENTAS NOS EDIFÍCIOS

## Specifications for Rainwater Harvesting and Greywater Reuse in Buildings

MÁRIO VALENTE NEVES <sup>(1)</sup> e ARMANDO DA SILVA AFONSO <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Professor Associado, FEUP

Rua do Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, mjneves@fe.up.pt,

<sup>(2)</sup> Professor Associado Convidado, Universidade de Aveiro

Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, silva.afonso@civil.ua.pt

### Resumo

As medidas mais correntes para um uso mais eficiente da água são a redução de consumos, a redução das perdas e o aproveitamento de águas alternativas (entre as quais se incluem as águas das chuvas, águas residuais e água do mar, por exemplo). O aproveitamento de águas alternativas está na ordem do dia, e para isso têm contribuído diversos catalisadores, de entre os quais se destacam: Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água; Incentivos da UE para a Construção Sustentável; Certificação da Sustentabilidade em Edifícios; Incentivos Fiscais; ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais).

Recentemente, a ANQIP, que tem acompanhado algumas realizações, elaborou e publicou as primeiras Especificações Técnicas portuguesas sobre sistemas de aproveitamento de águas das chuvas (ETA 0701 - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais) e sistemas de aproveitamento de águas cinzentas (ETA 0905 - Sistemas de Reutilização ou Reciclagem de Águas Residuais Cinzentas), cujos aspectos fundamentais são apresentados neste artigo.

Relativamente às águas pluviais indica-se a constituição típica de um SAAP, o modo de calcular o volume de água das chuvas disponível, os usos dessa água e a qualidade necessária, assim como se desenvolvem os aspectos mais relevantes dos reservatórios e equipamentos.

Quanto às águas cinzentas, é feita a sua caracterização em termos de quantidade e de qualidade, referidos os requisitos para diversas utilizações, os tratamentos e tecnologias aplicáveis, bem como as normas de utilização e de manutenção dos SPRAC.

**Palavras-Chave:** SAAP, aproveitamento de águas das chuvas, SPRAC, reutilização de águas cinzentas.

### Abstract

The most common measures to increase the efficient use of water are the consumption reduction, loss reduction and the use of alternative solutions like rainwater harvesting (SAAP), greywater reuse (SPRAC) and desalination, for example. These solutions are being increasingly used in Europe, taking profit, in many cases, of financial incentives.

The Portuguese Association for the Quality of Building Installations (ANQIP) published in 2009 the first Portuguese specifications for SAAP, and is about to publish similar specifications for SPRAC.

This article describes the main subjects covered by those documents, like storage, possible uses, quality requirements, treatment technologies, running operations, etc.

**Keywords:** Technical specifications, rainwater harvesting, greywater reuse.

### 1. Introdução

As medidas mais correntes para um uso eficiente da água são a redução de consumos, a redução das perdas e o aproveitamento de águas alternativas (entre as quais se incluem as águas das chuvas, as águas residuais e a água do mar, por exemplo).

O aproveitamento de águas alternativas está na ordem do dia e para isso têm contribuído diversos catalisadores, de entre os quais se destacam:

(i) Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

Trata-se de um documento oficialmente aprovado há alguns anos, mas que continua a aguardar promulgação.

São sugeridas cerca de 72 medidas para os sectores doméstico, urbano e industrial.

O presente artigo contempla apenas o sector doméstico, sendo importante referir que a poupança de água nos banhos e na limpeza de sanitas constituem as medidas mais eficazes do ponto de vista económico.

(ii) Incentivos da UE para a Construção Sustentável

A EU tem concedido significativo apoio ao desenvolvimento da construção sustentável, designadamente em cooperativas de habitação, no âmbito de programas como o *Sustainable Housing in Europe*.

(iii) Certificação da Sustentabilidade em Edifícios

Trata-se de uma questão muito actual, que tradicionalmente era avaliada por sistemas de certificação como o LEED (USA) e o BREEAM (Reino Unido). Em Portugal está a tornar-se progressivamente utilizado o sistema LIDERA, preparado para o nosso país, cujo "leitmotiv" é "liderar pelo ambiente".

(iv) Incentivos Fiscais

Os incentivos fiscais são importantes para a generalização da construção sustentável, e em Portugal já há consciência disso. Por exemplo, a última versão do Código do Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI) estabelece incentivos para os prédios que utilizem água das chuvas ou façam reutilização de águas residuais.

Outros exemplos são a Câmara Municipal de Lisboa, que reduz em 50% o IMI dos prédios com certificação LIDERA e autarquias que concedem bonificações em despesas administrativas.

(v) ANQIP

De entre as entidades que mais têm contribuído para a divulgação do aproveitamento das águas das chuvas e das águas cinzentas, será justo destacar a ANQIP, Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais, na qual os autores estão integrados, e que tem desenvolvido diversas acções neste domínio, de entre as quais se destacam:

- Desenvolvimento e aplicação das primeiras especificações técnicas em Portugal, ETA 0701 - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP);
- Idem, relativamente à ETA 0905, Sistemas de Reutilização ou Reciclagem de Águas Residuais Cinzentas (SPRAC);
- Certificação de SAAP e, futuramente, de SPRAC;
- Formação de técnicos para a instalação destas tecnologias.

**2. Sistemas de Aproveitamento das Águas das Chuvas (SAAP)**

**2.1. Constituição de um SAAP**

A Figura 1 ilustra uma possível solução para um SAAP, na qual a água é captada na cobertura do edifício, filtrada (Figura 2), e depois cuidadosamente descarregada num reservatório (ou cisterna), a partir do qual é elevada para efeitos de utilização.

Algumas observações:

- Embora não seja frequente, outras superfícies de captação podem ser consideradas, nomeadamente, os terraços;
- Nem sempre existe reservatório no sótão, sendo até mais frequente uma bombagem directa a partir do reservatório inferior, geralmente comandada por um dispositivo para arranque automático;
- Embora não seja a solução mais aconselhável, o reservatório pode ficar à superfície, conforme se vê no exemplo da Figura 3.

- Em Portugal, as prolongadas estiagens podem originar acumulação de sujidade nas superfícies de captação, pelo que convirá rejeitar o escoamento resultante das primeiras precipitações (first-flush).



Figura 1. Esquema geral de um SAAP (www.bellacalha.com.br).



Figura 2. Filtro para SAAP (www.bellacalha.com.br).

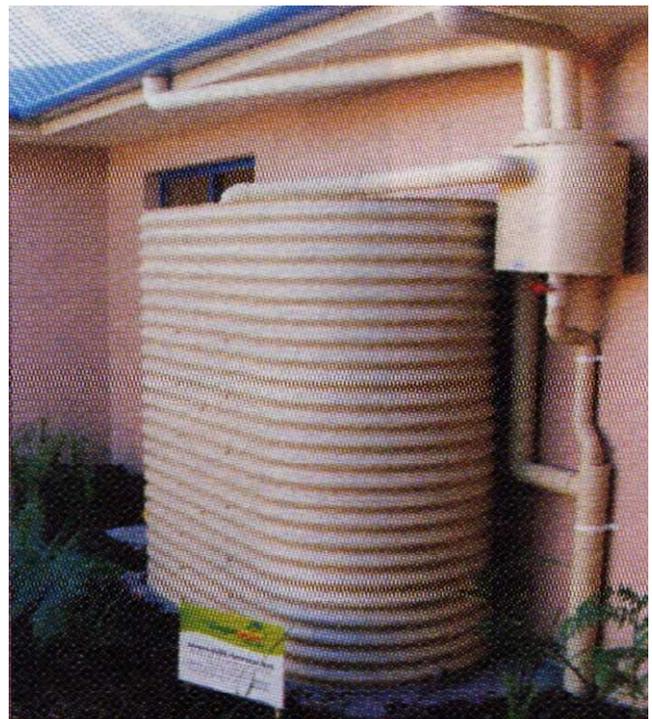


Figura 3. Aproveitamento da água das chuvas numa casa australiana (Apostolidis, 2003).

## 2.2. Volume de água das chuvas disponível

O volume (V) de água da chuva afluente ao reservatório na sequência de uma precipitação de altura P sobre uma superfície de captação com área A, pode ser determinado pela expressão

$$V = C.P.A.\eta - V_{\text{rejeitado}} \quad [1]$$

em que C representa o coeficiente de escoamento da superfície,  $\eta$  a eficiência hidráulica na filtragem e  $V_{\text{rejeitado}}$  o volume eventualmente rejeitado (por falta de qualidade, por exemplo). C deve ter em conta as retenções, absorções e desvios de águas, recomendando-se valores desde 0,8 para coberturas impermeáveis, até 0,3 para coberturas verdes extensivas (com uma camada de profundidade média, permitindo plantar árvores e arbustos).

Em filtros com manutenção e limpeza regulares pode admitir-se uma eficiência hidráulica próxima de 0,9.

Conforme foi já referido, recomenda-se que em Portugal as primeiras águas não sejam aproveitadas o que, normalmente, é conseguido com dispositivos próprios, correntes no mercado. O volume a rejeitar será dado por

$$V_{\text{rejeitado}} = P_{\text{rejeitada}} : A \quad [2]$$

em que  $P_{\text{rejeitada}}$  representa a altura de precipitação rejeitada, a qual se poderá situar entre 0 e 8 mm. A decisão dependerá das condições locais e dos intervalos entre precipitações mas, na ausência de estudos sobre as primeiras, sugere-se 2 mm.

## 2.3. Usos e qualidade da água

A água da chuva pode ter, entre outras, as seguintes utilizações: limpeza de bacias de retretes, máquinas de lavar roupa, lavagem de pavimentos e automóveis, rega de zonas verdes e, eventualmente, outros usos (torres de arrefecimento, redes de incêndio, AVAC, etc.).

Os SAAP clássicos já proporcionam tratamentos básicos de filtragem (no filtro de montante) e de sedimentação (no reservatório), mas poderão ainda ocorrer processos de precipitação e/ou decomposição biológica, com um efeito geralmente favorável sobre a qualidade da água.

Para rega de zonas verdes ou lavagem de pavimentos a água das chuvas pode não precisar de outro tratamento. No entanto, a sua utilização sem tratamento complementar na limpeza de bacias de retretes apenas deve ser admitida quando a água respeitar, no mínimo, as normas de qualidade aplicáveis a águas balneares.

Caso seja necessária uma desinfecção, a mesma poderá ser realizada com radiações ultravioleta (Figura 9), cloro ou outros processos adequados. A desinfecção por cloro deve ser feita a jusante do sistema de bombagem, antes da entrada na rede da água não potável.

A utilização em máquinas de lavar roupa sem tratamento específico apenas será de considerar se a temperatura da água atingir, no mínimo, 55°C, devendo ser previsto um microfiltro e garantida a sua manutenção adequada.

Nos usos industriais os tratamentos eventualmente necessários deverão ser analisados caso a caso.

Sendo o pH superior a 8,5 ou inferior a 6,5 pode ser conveniente a sua correcção em função dos materiais utilizados na instalação.

Se a área de captação integrar zonas poluídas, devem considerar-se tratamentos suplementares adequados como, por exemplo, floculação e/ou desinfecção. Por sua vez, nas regiões com libertação significativa de pólen nalgumas épocas do ano, devem ser promovidos transbordamentos do reservatório, com vista ao arrastamento da camada flutuante que se pode formar nessas ocasiões.

Recomenda-se um controlo da qualidade da água no reservatório com uma periodicidade máxima de seis meses, a qual poderá ser alargada até um ano caso o suprimento seja efectuado unicamente a partir da rede de água potável.

## 2.4. Reservatórios e equipamentos

### 2.4.1. Capacidade do reservatório

A fixação da capacidade do reservatório passa pelo balanço hídrico diário entre as afluências e os consumos. As primeiras incluem água da precipitação, mas nalguns casos, outras haverá a considerar como, por exemplo, as chamadas “águas cinzentas”, se se tratar de um aproveitamento misto.

Os valores das alturas de precipitação deverão ser obtidos a partir de registos de postos udométricos que existam na região, sendo o estudo mais rigoroso se se trabalhar com valores ponderados, normalmente pela área de influência de cada posto (Método de Thiessen).

Recomenda-se que, no mínimo, sejam considerados cinco anos de registos contínuos de precipitações diárias, mas um período de dez anos será preferível e analisável sem grande aumento de trabalho computacional.

A relação entre o volume de água que afluí ao reservatório e a altura de precipitação é expressa pela equação 1. Outras afluências, se as houver, serão calculadas de acordo com os ritmos de produção.

Quanto aos consumos, a ETA 0701 indica no Anexo 3 alguns valores típicos, estimados com base em dispositivos da “categoria A”, dado não ser coerente a utilização de um SAAP com dispositivos não eficientes.

Os consumos deverão ser considerados diariamente, conforme os perfis de utilização previstos. Naturalmente, a estimativa dos volumes efectivamente utilizados será mais rigorosa se se atender a períodos de férias ou fins-de-semana, dias de esvaziamento, períodos de rega, etc.

Um reservatório pequeno transborda com facilidade, o que reduz o volume de água aproveitável mas, em contrapartida, é mais barato. A determinação da capacidade óptima é pois um clássico problema “custo do reservatório versus benefícios que proporciona”, o qual deve passar pela análise de várias alternativas. É costume considerar períodos de retenção da água próximos de 30 dias, admitindo-se até 90 dias desde que as condições de armazenamento sejam adequadas.

O volume total ( $V_t$ ) deve ser cerca de 20% superior ao volume útil calculado, para ter em conta a capacidade morta e a profundidade da boca de captação.

#### 2.4.2. Aspectos construtivos dos reservatórios

A água das chuvas deve ser armazenada em locais abrigados da luz e do calor e, se os reservatórios forem instalados no exterior, devem ser preferencialmente enterrados para aproveitar a protecção geotérmica do solo. Os reservatórios de grandes dimensões podem ser divididos em células, que deverão ser isoláveis, nomeadamente para efeitos de manutenção.

Os reservatórios devem ser cobertos, ventilados (com as aberturas dotadas de dispositivos anti-roedores e anti-mosquitos) e permitir a inspecção, respeitando todas as normas de segurança. Os cantos devem ser arredondados para facilitar a limpeza e evitar o desenvolvimento de biofilmes, devendo ainda minimizar-se as zonas de estagnação. Se a cisterna ficar enterrada há que prevenir a flutuação quando se encontre vazia, e atender às cargas de tráfego.

É aconselhável um sistema de corte a montante, de modo a que, quando utilizados ou derramados produtos potencialmente nocivos para a saúde humana na área de captação, o sistema possa ser desconectado.

A Figura 1 ilustra alguns aspectos técnicos a ter em conta. Por exemplo, a entrada da água deve ser ascendente e provocar pouca turbulência, sendo que a captação também deve ser realizada com baixa velocidade e, se possível, 10 cm a 15 cm abaixo do nível da água na cisterna, para evitar a aspiração de matérias à superfície. Uma tomada de água flutuante é útil para esse efeito.

As cisternas devem ser dotadas de um filtro a montante com uma malha entre 0,2 mm e 0,8 mm, descarga de superfície sifonada e descarga de fundo para esvaziamento da(s) célula(s).

As águas rejeitadas na captação, no filtro e nos transbordamentos poderão ser lançadas na rede de águas pluviais, infiltradas no solo ou descarregadas em linhas de água, desde que não haja possibilidades de contaminação. Quando a descarga for ligada directamente a uma rede pluvial recomenda-se a instalação de uma membrana anti-roedores e, no caso de possibilidades de retorno, deve considerar-se uma válvula de prevenção do escoamento inverso.

#### 2.4.3. Equipamentos

As instalações de bombagem devem estar protegidas do calor, do frio e da chuva, em local ventilado, e respeitar os níveis de ruído regulamentares. As bombas submersíveis devem ser facilmente removíveis para facilitar as operações de manutenção.

É de boa norma que os SAAP sejam dotados de um sistema suplementar de abastecimento de água (suprimento), para que a possibilidade de funcionamento contínuo seja assegurada mesmo com défice de precipitação.

O suprimento deve ser possível sem interrupção do funcionamento da rede não potável, recomendando-se dispositivos que, de forma automática e segura, façam a comutação e gestão das fontes de abastecimento. É fundamental impedir a possibilidade de conexões cruzadas entre a rede de água potável e a rede de água não potável.

Se o suprimento for realizado directamente a partir da rede de água potável, com descarga na cisterna, devem garantir-se, pelo menos, 30 mm de afastamento entre a saída dessa rede e o nível máximo possível da água na cisterna.

### 3. Sistemas de Aproveitamento das Águas Cinzentas (SPRAC)

#### 3.1. Concepção geral

Águas cinzentas são águas residuais domésticas sem águas fecais, provindo, em geral, de banheiras, duches, lavatórios, lavagem de roupas e cozinhas.

Seguem-se alguns critérios para a realização de sistemas prediais de reciclagem e reutilização de águas cinzentas. Na reutilização essas águas voltam a ser usadas no edifício, com ou sem tratamento, conforme a qualidade exigível para as utilizações. Por seu lado, um sistema predial de reciclagem de águas cinzentas promove o tratamento das mesmas e a sua reentrada no ciclo predial. Apesar da diferença técnica, ambos os sistemas costumam ser genericamente designados por SPRAC. A utilização mais óbvia é na limpeza de bacias de retrete, com recurso a soluções como as que se mostram a título de exemplo – Neves (2006). Assim, as Figura 4 e 5 mostram possíveis soluções individuais para um WC numa habitação.

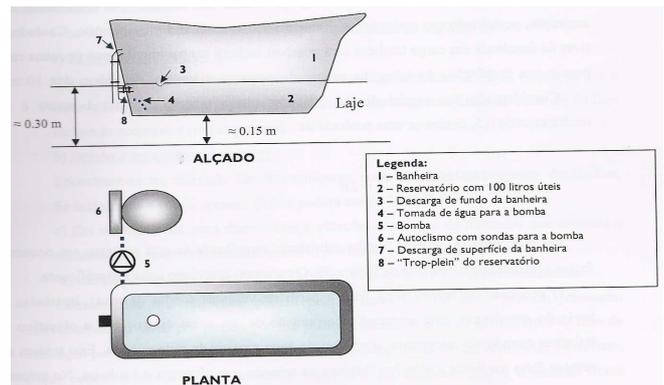


Figura 4. Possível solução para um SPRAC num WC.

Por sua vez, as Figuras 6 e 7 mostram exemplos de filtros comercializados para águas cinzentas, funcionando com uma mistura de sais e carvão. Importa ainda realçar que as águas de duches e banhos podem ser também utilizadas para o aproveitamento do seu calor em sistemas de aquecimento, conforme acontece na Alemanha, por exemplo (Figura 8).

O armazenamento das águas cinzentas pode ter ainda o interesse de, a partir do reservatório, se poder injectar na rede predial um caudal apreciável (que só depende da bomba) capaz de permitir dispensar a(s) bacia(s) de autoclismo, com vantagens em termos de poupança de espaço nos WC, de estética e mesmo económicas. A ETA 0706 considera que à escala unifamiliar, e para limpeza de retretes, poderão ser admitidos sistemas de tratamento muito simples, desde que respeitem a legislação aplicável e sob responsabilidade do proprietário. Considera ainda que deve ser elaborado um Plano de Segurança, com uma versão inicial da responsabilidade do instalador, mas periodicamente actualizado pelo utilizador.



Figura 5. Exemplo de SPRAC comercializado para um WC.



Figura 6. Exemplo de filtro para águas cinzentas.



Figura 7. Exemplo de filtro para utilização de águas cinzentas em rega.

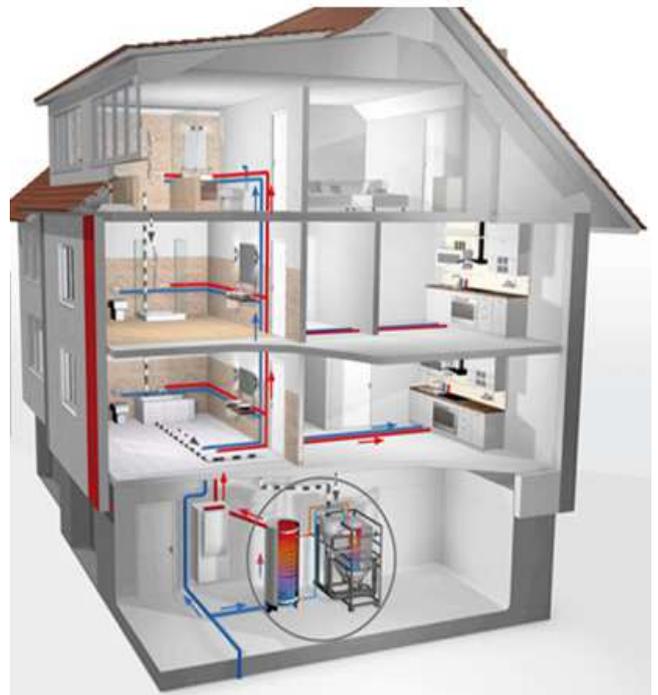


Figura 8. Tratamento de águas de banho e recuperação de calor. (legenda: *a tracejado* – águas cinzentas; *a azul* – água fria; *a vermelho* – água quente; *a cinza* – ciclo de recuperação de calor).

### 3.2. Quantidade e qualidade das águas cinzentas

Embora variável com os hábitos sanitários e o nível de vida das famílias, em edifícios onde tenham sido instalados dispositivos da classe de eficiência hídrica A ou inferior (conforme as ETA 0802 a 0809) o consumo médio de água poderá estimar-se em cerca de 100 L/hab/dia e a produção de águas cinzentas em cerca de 70 L/hab/dia (Quadro 1).

De acordo com esta estimativa o potencial de reutilização é de cerca de 48 L/hab/dia, dos quais 25 a 35 L/hab/dia em limpezas de sanitas. A informação apresentada nesse quadro pode ser adaptada para hotéis e similares, escolas, instalações desportivas, parques de campismo e restaurantes.

Quadro 1. Balanço hídrico em edifícios residenciais com dispositivos eficientes (valores médios em litros por habitante e por dia) (adaptado de fbr - information sheet H201).

Natureza da água utilizada	Usos da água	Águas residuais produzidas	Destino da água
52 litros de água de qualidade alimentar	40 litros para duche, banheira	70 litros de águas cinzentas	48 litros de águas cinzentas regeneradas
	12 litros para a cozinha		
48 litros de água regenerada	5 litros para limpezas	25 litros de águas negras	22 litros de águas cinzentas descarregadas
	13 litros para a máquina de lavar roupa		
	25 litros para limpeza de sanitas	-	25 litros de águas negras descarregadas
	5 litros para rega	-	Infiltração no solo

As substâncias presentes nas águas cinzentas resultam geralmente de produtos de higiene pessoal, detergentes, cabelos, pele, partículas de caspa e, eventualmente, sujidade da roupa, sendo facilmente biodegradáveis.

Devido a esta biodegradabilidade o tratamento não pode ser muito retardado, pois podem desencadear-se processos de decomposição envolvendo sulfatos e cheiros desagradáveis.

Em geral as águas de chuveiros e banheiras não são muito poluídas.

As das máquinas de lavar roupa costumam sê-lo mais e as da cozinha (pia lava louça e máquina de lavar louça) ainda mais. Significativas concentrações de fosfatos poderão resultar de detergentes para lavar louça.

Em comparação com as águas residuais domésticas totais as águas cinzentas contêm menos nutrientes (fósforo/azoto) devido à ausência de águas negras. Contudo, investigações sobre a sua reciclagem não evidenciaram limitações a tratamentos biológicos.

O grande número de estudos microbiológicos realizados nos últimos anos em águas de banheiras, chuveiros e lavatórios revelou teores de coliformes totais e fecais (*E. coli*) muito inferiores, em comparação com águas residuais domésticas totais.

É claro que nos efluentes de máquinas de lavar roupa as concentrações de bactérias dependem da temperatura de lavagem.

### 3.3. Utilizações e exigências de qualidade para águas regeneradas

Ao nível dos conhecimentos actuais considera-se que, no sector residencial, as águas regeneradas podem ser utilizadas em limpeza de sanitas, lavagem de roupas e rega de jardins, após tratamento adequado.

Esse tratamento depende do uso pretendido mas, de um modo geral, a água regenerada não deverá criar riscos sanitários, apresentar matérias em suspensão, coloração ou odor, mesmo após vários dias de armazenamento.

A qualidade considera-se adequada quando, nos controlos analíticos anuais, nenhum parâmetro exceder o VMA especificado (Quadros 3 e 4), com a tolerância indicada no Quadro 2 e, neste último caso, uma análise de confirmação a realizar após revisão da instalação e no prazo máximo de 15 dias, conduzir a um novo valor que cumpra o VMA.

Quadro 2. Tolerâncias relativamente ao VMA.

Parâmetro	Tolerância relativamente ao VMA
<i>Legionella spp.</i>	1 unidade logarítmica
Estreptococos fecais ( <i>Enterococos</i> )	1 unidade logarítmica
Coliformes fecais ( <i>Escherichia coli</i> )	100% do VMA
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100% do VMA
Parasitas entéricos	100% do VMA
Sólidos em suspensão	100% do VMA
Turvação	100 % do VMA

#### Limpeza de sanitas

Para limpeza de sanitas devem considerar-se os requisitos indicados do Quadro 3, onde os valores para coliformes totais e coliformes fecais são definidos como nas normas de qualidade para águas balneares.

Quadro 3. Requisitos de qualidade para limpeza de sanitas.

Parâmetro	VMA	VMR
Coliformes totais	-	10 <sup>4</sup> UCF/100 ml
Estreptococos fecais ( <i>Enterococos</i> )	400 UCF/100 ml	
Coliformes fecais ( <i>Escherichia coli</i> )	10 <sup>3</sup> UCF/100 ml	0 UCF/100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1 UFC/ml	
Parasitas entéricos	1 ovo/ 10 l	
Sólidos em suspensão	10 mg/l	
Turvação	2 UNT	

#### Lavagem de roupas

Os requisitos indicados no Quadro 3 são também aplicáveis à lavagem de roupas, a qual deverá ser efectuada a temperaturas não inferiores a 55°C.

#### Rega de plantas

No caso de rega de produtos susceptíveis de serem consumidos a cru não se recomenda o aproveitamento de águas provenientes de cozinhas.

Para rega de jardins privados devem ser cumpridos os requisitos indicados no Quadro 4 sem necessidade de adição de produtos químicos.

Quadro 4. Requisitos de qualidade para rega de jardins privados.

Parâmetro	VMA	VMR
Legionella spp. (*)	100UCF/100 ml	-
Coliformes totais	-	10 <sup>4</sup> UCF/100 ml
Estreptococos fecais ( <i>Enterococos</i> )	100UCF/100 ml	-
Coliformes fecais ( <i>Escherichia coli</i> )	200UCF/100 ml	0 UCF/100 ml
Salmonellae	Não detectável	-
Parasitas entéricos	1 ovo/10 l	Não detectável
Sólidos em suspensão	10 mg/l	-
Turvação	2 UNT	-

(\*) Quando existir risco de formação de aerossóis (pulverizadores, aspersores, nebulizadores, etc.)

### 3.4. Aspectos técnicos relativos aos SPRAC

#### 3.4.1. Reservatórios e equipamentos

Uma das funções dos reservatórios é compensar o desfasamento entre a afluência de águas cinzentas e o seu consumo, mas podem também ter alguma influência sobre a qualidade das águas regeneradas. O seu volume depende do tipo de edifício e dos hábitos dos utilizadores, bem como do tempo de processamento. Mas, uma vez que, em regra, existe equilíbrio entre a produção de águas cinzentas e o seu consumo, esse volume não deve ser maior que o consumo diário médio.

Os reservatórios devem ser opacos ou protegidos da exposição solar a fim de evitar desenvolvimento de algas. Além disso, os reservatórios e as condutas de águas cinzentas e regeneradas devem evitar a libertação de odores e, se possível, ser ventilados separadamente das restantes zonas do edifício. As descargas de superfície devem ser providas de sifão, dispositivo anti-retorno e, se necessário, protegidas contra roedores.

As instalações de bombagem devem respeitar os níveis de ruído aconselháveis e estar protegidas do calor, frio ou chuva, em local ventilado. Recomendam-se, ainda, a protecção dos circuitos eléctricos por ligação à terra e a instalação de sensores para indicação dos parâmetros do sistema (níveis de água, pressão, etc.)

#### 3.4.2. Tratamento

Existem tecnologias de tratamento de águas que podem ser também utilizadas nas águas cinzentas, sendo preferíveis as que dispensem produtos químicos, necessitem de pouca energia e permitam uma manutenção económica.

De entre elas podem referir-se: (i) sistemas biológicos de tratamento, (ii) tecnologia de membranas e (iii) tecnologias combinadas.

Se, conjuntamente com a redução de matéria orgânica, ocorrer também uma redução microbiológica (o que pode acontecer com membranas ou filtros, por exemplo) pode não ser necessária uma etapa específica para desinfecção.

Quanto a esta, diversas técnicas podem ser consideradas, mas o uso de cloro deve ser evitado, pois pode originar compostos orgânicos de cloro, com efeitos eventualmente adversos sobre o ambiente e a saúde pública.

Uma técnica bastante utilizada é a das radiações ultravioleta (UV, Figura 9), sendo que após uma separação de sólidos e um tratamento biológico, uma radiação de 250 J/m<sup>2</sup> é geralmente suficiente para assegurar os necessários requisitos de qualidade.



Figura 9. Lâmpada UV para 19L/min.

Por razões de segurança operacional é recomendável o controlo automático dos dispositivos de desinfecção.

Em caso de avaria a unidade de controlo deve desviar automaticamente a água regenerada, de forma a evitar que água não desinfectada entre no circuito de utilização.

A Figura 10 mostra um SPRAC completo, patenteado e para uso colectivo, o qual envolve os seguintes tratamentos:

#### - Pré-filtração

O filtro retém as partículas de maior dimensão, tais como fibras têxteis, cabelos, etc., sendo limpo automaticamente, com lançamento dos retidos na rede de águas residuais.

#### - Tratamento biológico

Segue-se um tratamento biológico em dois estágios. No primeiro (depósito da esquerda) faz-se borbulhar oxigénio atmosférico no seio da água a tratar, o qual mantém em suspensão as partículas que servem de suporte aos microrganismos que promovem a degradação da matéria biodegradável por processos metabólicos.

#### - Sedimentação

Durante o tratamento anterior gera-se um excesso de lamas activadas, as quais, após sedimentação, são automaticamente removidas a intervalos certos e descarregadas na rede de águas residuais.

### - Desinfecção por ultra-violetas

Depois da sedimentação a água passa através de uma lâmpada UV, para esterilização. A água assim tratada fica sem cheiro e pode ser armazenada.



Figura 10. SPRAC "Pontos".

A Figura 11 mostra uma fotografia de um SPRAC para uma comunidade de 2000 habitantes, obtida pelos autores. Trata-se do Projecto Block 6, desenvolvido em Berlim e vencedor de um prémio ambiental, através do qual se substituíram "wetlands" construídas no centro de uma urbanização, que nunca chegaram a funcionar convenientemente.

Por sua vez, a Figura 12 mostra a fotografia de um aquário, com peixes vivendo na água cinzenta tratada naquele SPRAC.



Figura 11. Fotografia de um SPRAC para 2000 habitantes.



Figura 12. Aquário com peixes vivendo na água cinzenta tratada no SPRAC da Figura 9.

### 3.4.3. Suprimento e sinalização

Deverá ser prevista uma alimentação alternativa do SPRAC com água de outras origens (suprimento) mas com qualidade adequada às utilizações em vista. A operação deverá ser preferencialmente automática e no último estágio do tratamento. Quando o nível mínimo de água regenerada for atingido no reservatório, arrancará o dispositivo de suprimento, introduzindo no sistema a quantidade de água estritamente necessária. Se o suprimento for feito com água potável devem ser impedidas ligações cruzadas entre as duas redes e atender-se à EN 1717.

As redes de água regenerada, incluindo elementos acessórios, devem ser claramente diferenciadas das de água potável, sugerindo-se a utilização de tubagem de cor púrpura ou de fita adesiva colorida, preferencialmente com o aviso "Água não potável", ou equivalente, cujo estado de conservação deve ser controlado periodicamente. Os dispositivos de rega ou lavagem, interiores ou exteriores, devem ser sinalizados com advertências análogas, acompanhadas de simbologia adequada, e as respectivas torneiras dotadas de manípulos amovíveis (chave de segurança) para evitar usos inadequados.

No que diz respeito à exploração dos SPRAC, para além de se verificar periodicamente o funcionamento dos seus componentes, devem ser analisadas a turvação e o odor da água. Deverá ainda existir um contrato de manutenção com um instalador ou entidade acreditada para o efeito.

## 4. Conclusões

O aproveitamento de águas pluviais está a conhecer um grande desenvolvimento, mesmo em Portugal. Quanto à reutilização de águas cinzentas, o número de instalações é ainda reduzido no nosso País, mas existem já várias, por exemplo, em Inglaterra, França e, sobretudo, na Alemanha. A reutilização de umas e de outras é feita, sobretudo, em limpeza de sanitas, sendo que, nalguns casos, o calor das águas cinzentas também é aproveitado para aquecimento de edifícios.

A ANQIP publicou as primeiras especificações técnicas sobre SAAP em 2009 (ETA 0701), as quais se encontram presentemente em fase de revisão. Esta associação promove ainda a certificação das instalações, bem como cursos para instaladores. A ANQIP publicou igualmente as primeiras especificações técnicas sobre SPRAC em 2011 (ETA 0905) e brevemente passará a proporcionar os mesmos serviços oferecidos para apoio aos SAAP. Estas informações podem ser consultadas em [www.anqip.pt](http://www.anqip.pt).

Finalmente, há indícios de que o futuro regulamento de abastecimento de água e águas residuais vai passar a contemplar estas soluções, tal como acontece noutros países.

## Referências

ANQIP, (2009). *ETA 0701 - Especificação técnica sobre sistemas de aproveitamento de água pluviais em edifícios*. Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais.

- ANQIP (2011). *ETA 0905 - Sistemas de Reutilização ou Reciclagem de Águas Residuais Cinzentas*. Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais.
- Neves, M. (2003). *Perspectivas para um uso mais eficiente da água no ciclo urbano*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Neves, M., Bertolo, E., Rossa, R. (2006). *Aproveitamento e reutilização da água para usos domésticos*. 1<sup>as</sup> Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pp. 37-46, ISBN978-989-95557-0-9.
- Martins, DGS (2009). *Uso eficiente da água nos edifícios*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Rossa, S.R.L (2006). *Contribuições para um uso mais eficiente da água no ciclo urbano. Poupança de água e reutilização de águas cinzentas*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Verdade, J. (2008). *Aproveitamento de água das chuvas e reutilização de águas cinzentas*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.