

# USO EFICIENTE DA ÁGUA NOS EDIFÍCIOS. ASPECTOS TÉCNICOS, CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL E INCENTIVOS ECONÓMICOS Water Efficiency in Buildings. Technical Aspects, Environmental Certification and Economic Incentives

MÁRIO VALENTE-NEVES <sup>(1)</sup> e DANIEL DOS SANTOS MARTINS <sup>(2)</sup>

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

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

<sup>(2)</sup> Mestre em Engenharia do Ambiente, FEUP

Rua do Dr. Roberto Frias s/n, 4200-465 Porto, ega04051@fe.up.pt

## Resumo

Este artigo começa por abordar as formas para se conseguir um uso mais eficiente da água nos edifícios, para depois se centrar em duas delas: a redução de consumos através de equipamentos mais eficientes e o recurso a alternativas à água potável para utilizações menos exigentes. Quanto à redução de consumos existe um vasto leque de soluções, sendo que as de maior potencial se referem à limpeza de sanitas, aos duches e às máquinas de lavar. Entre os equipamentos recomendáveis encontram-se os autoclismos duais (ou de dupla descarga), torneiras e chuveiros de baixo consumo, temporizadores, redutores de caudal, arejadores, etc.

Por outro lado, o uso eficiente da água tem um peso significativo na certificação ambiental de edifícios, um galardão muito valorizado no mercado imobiliário. O artigo mostra como essa matéria é considerada em dois dos sistemas de certificação ambiental de edifícios mais utilizados, o Sistema LEED e o Sistema BREEAM, e descreve o programa computacional RECONCER, desenvolvido para avaliar a redução de consumos que se pode conseguir num edifício com determinados equipamentos, mostrando as inerentes implicações em termos de certificação ambiental. Quanto às “águas alternativas”, descrevem-se soluções para o aproveitamento de águas pluviais e um outro programa computacional (RESAP) para o cálculo do volume do reservatório de armazenamento, do volume de água aproveitado, e para a análise económica de cada solução. Segue-se uma abordagem à questão do aproveitamento das águas cinzentas, nomeadamente, as águas de banho. As potencialidades dos programas RESAP e RECONCER foram aproveitadas para o estudo de dois casos reais, uma moradia de quatro pessoas e um edifício de escritórios para 650 pessoas, ambos situados no Porto, sendo o estudo depois alargado à zona de Faro, para ter em conta regiões com condições climáticas e tarifas de água distintas. Finalmente, desenvolve-se a questão dos incentivos fiscais em vigor para um uso mais eficiente da água nas habitações, no comércio e na indústria, nomeadamente, em termos do Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI).

**Palavras-chave:** Aproveitamento de águas pluviais; aproveitamento de águas cinzentas; Sistemas de Certificação Ambiental de Edifícios; Leadership in Energy and Environmental Design (LEED); Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM).

## Abstract

This article describes measures to achieve a more efficient use of water in buildings, and thereafter it focuses two of them, water saving by means of improved technology and the use of alternatives to drinking water for less exigent situations. The most significant water savings are related to toilet flushing, showers and washing machines. Among the recommended equipment there are the dual flush toilets, faucets and low consumption showers, timers, flow reducers, aerators, etc.

The efficient use of water is relevant for the environmental certification of buildings, and this is shown with respect to LEED and BREEAM systems. The software RECONCER was developed to evaluate the savings enabled by a number of water devices and show the corresponding implications in terms of building certification. With respect to “alternative waters”, solutions for rainwater harvesting are described, as well as another software (RESAP) which allows the evaluation of the tank capacity, corresponding water saving and economic assessment of each solution. Grey-water reuse is also analyzed, with particular emphasis on shower waters. The potentialities of RECONCER and RESAP were used to study two typical real cases, a four-person house and an office building for 650 persons, both in Porto zone. This analysis was thereafter enlarged to Faro, in order to compare two distinct situations in terms of climate and water tariffs. Finally, fiscal incentives for the efficient use of water are described, in particular those considered in the Portuguese municipal taxation.

**Keywords:** Water efficiency in buildings, rainwater use, grey-water use, Environmental Certification Systems; LEED; BREEAM.

## 1. Uso Eficiente de Água em Edifícios

### 1.1. Motivação

Na linha do movimento universal para a sustentabilidade ambiental, o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) tem funcionado como catalisador próximo de acções visando um uso mais eficiente do precioso líquido nos edifícios, embora o seu âmbito não se limite a este sector. O PNUEA identifica uma série de medidas com esse propósito, todas elas válidas, mas levando à conclusão de que as mais eficazes em termos económicos são a poupança de água nos banhos e na limpeza das sanitas, por esta ordem. É claro que um dos factores mais relevantes para a prioridade dos banhos é a inerente poupança de energia.

Outra motivação são os incentivos da União Europeia para a construção sustentável, dos quais usufruíram Cooperativas de Habitação em Portugal, no âmbito do programa "Sustainable Housing in Europe".

A corrente para a certificação da sustentabilidade em edifícios, materializada em vários sistemas de certificação (LEED, BREEAM, LIDERA, por exemplo) tem tido também uma grande importância no sentido de um uso mais eficiente da água. Finalmente, mas ainda longe de esgotar as motivações para esse objectivo, refiram-se os incentivos fiscais contemplados no Código do Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI) para os prédios que utilizem água das chuvas ou façam reutilização de águas residuais.

### 1.2. Medidas para um uso mais eficiente da água nos edifícios

Numa tentativa de sistematização, diga-se que as vias para se conseguir um uso mais eficiente da água nos edifícios serão as seguintes:

- Redução de consumos;
- Redução de perdas;
- Utilização de "águas alternativas".

A redução de consumos pode ser alcançada quer por mudança de hábitos, quer por melhores tecnologias.

Relativamente à mudança de hábitos há uma série de atitudes bem conhecidas, das quais destacaremos, pelo seu impacto, a poupança de água nos duches, que devem ser breves, evitando abrir demasiado a torneira e fechando-a em determinadas ocasiões, como na fase de ensaboamento, por exemplo. Quanto a tecnologias para redução de consumos, existe também um vasto leque de soluções, sendo que as de maior potencial se referem à limpeza de sanitas, aos duches e às máquinas de lavar. Entre os equipamentos recomendáveis encontram-se os autoclismos duais (ou de dupla descarga), torneiras e chuveiros de baixo consumo, temporizadores, redutores de caudal, arejadores, etc. A este assunto se voltará mais adiante, apresentando-se a propósito o programa RECONCER, desenvolvido pelo segundo autor, que permite quantificar as previsíveis poupanças de água com determinados equipamentos e, inclusivamente, introduzir essa informação nos sistemas de certificação LEED e BREEAM.

Algumas medidas para reduzir perdas de água nos edifícios passam, por exemplo, por evitar fugas nos ramais domiciliários (muitas vezes deficientemente construídos e/ou demasiado antigos) e evitar que autoclismos ou torneiras fiquem a verter.

Finalmente, no que diz respeito ao que é apelidado de "águas alternativas", trata-se de adequar a qualidade da água aos fins para que é utilizada. Para usos menos nobres poderão ser utilizadas águas de menor qualidade como, por exemplo, águas pluviais, águas cinzentas, água do mar, etc.

No que se segue aborda-se a questão dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAP), passando-se depois para os sistemas de aproveitamento de águas cinzentas (SAAC).

## 2. Aproveitamento de Água das Chuvas

A água das chuvas, normalmente recolhida na cobertura dos edifícios, é utilizada sobretudo para rega, lavagem de automóveis e pavimentos, limpeza de sanitas, lavagem de roupas e usos industriais (redes de incêndio, AVAC, torres de arrefecimento), etc. Num edifício de habitação isto representará cerca de 70 l/hab/dia.

A Figura 1 ilustra uma possível solução para um sistema de aproveitamento da água das chuvas. No entanto, outras alternativas existem, mesmo ao nível da concepção, visto que os reservatórios podem ficar à vista, no sótão e, sobretudo, podem ser das mais variadas formas e materiais.

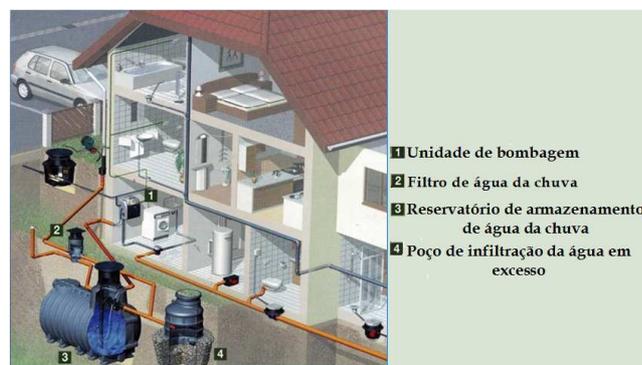


Figura 1. Possível solução para aproveitamento da água das chuvas.

Note-se que o poço de infiltração de água em excesso representado na figura nem sempre é necessário visto que, por vezes, essa água pode ser conduzida para outros locais.

Por vezes é ainda instalado um dispositivo para recolha e posterior rejeição das escorrências das primeiras águas precipitadas ("first-flush"), quando se presume que poderão apresentar um grau de poluição acima do admissível.

Recentemente, a ANQIP, Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais, publicou as primeiras especificações técnicas relativas aos SAAP (ANQIP, 2009). Aí se referem as condições a que a água deve obedecer para as diversas utilizações, frisando-se que mesmo em SAAP relativamente simples já é proporcionado algum tratamento às águas pluviais, como sejam a retenção de matérias grosseiras (no filtro) e uma sedimentação na cisterna.

Aí poderão ocorrer, ainda, processos de precipitação e biológicos, geralmente com efeitos favoráveis.

O custo do reservatório é decisivo para uma análise custo-benefício de um SAAP. Quanto maior a sua capacidade, maior o volume de água que se pode aproveitar mas, naturalmente, maior será o custo do sistema.

Na FEUP foi desenvolvido o software RESAP (Reservatórios de Águas Pluviais), que faz um balanço entre as afluências e os consumos, permitindo avaliar, perante determinada capacidade (input), qual o volume de água utilizado, o volume desperdiçado e suprimento, isto é, o volume que será necessário ir buscar a outras origens para fazer face às utilizações pretendidas (outputs).

Em termos de afluências o programa está preparado para trabalhar com registos de precipitações diárias, usando-se habitualmente séries longas, de 10 anos, para serem mais representativas em termos de anos secos, anos húmidos, etc. Outro dos “inputs” (opcional) é o critério de rejeição no “first-flush”.

Introduzem-se depois os consumos diários no edifício, com possibilidade de se atender a situações especiais, como fins de semana, ausência para férias, etc.

O programa devolve os volumes (outputs) acima referidos e a partir daí determinam-se os custos e as receitas. É evidente que convém fazer simulações com várias capacidades, no sentido de se procurar a solução mais vantajosa.

Como em tudo, os SAAP apresentam aspectos positivos e aspectos negativos. Nos primeiros incluem-se:

- Evitam o desperdício de água potável em usos menos nobres o que, para além do seu valor intrínseco, potencia a certificação ambiental dos edifícios, cada vez mais em voga;
- A partir de determinada escala permitem uma rentabilidade económica interessante;
- Essa rentabilidade pode ser ampliada pelos incentivos em vigor, nomeadamente de natureza fiscal;
- Favorecem o amortecimento dos caudais pluviais, com repercussões, por exemplo, no custo das redes de drenagem e na redução do risco das inundações (nalgumas cidades, como Seoul, é obrigatória a construção de reservatórios com esse propósito, em determinadas zonas);
- Permitem uma redução do consumo de detergentes e maior longevidade de alguns aparelhos, já que se trata de água isenta de calcários;
- A água das chuvas apresenta melhor qualidade para rega, já que se trata de um produto natural, nomeadamente isento de cloro.
- Por outro lado, quanto aos aspectos negativos dos SAAP, será de referir:
- Poderão não ser economicamente atractivos para utilização doméstica em pequena escala;
- É necessária alguma atenção à sua exploração;

- Em termos sanitários, e para uso no interior dos edifícios, não constituem solução tão segura quanto a água potável, embora a questão se possa remediar com tratamento e pareça não infundir grandes preocupações, tal a forma como tem vindo a crescer a aceitação desta tecnologia.

### 3. Aproveitamento de Águas Cinzentas

#### 3.1. Introdução

Mercê de um conjunto de circunstâncias favoráveis, o aproveitamento de águas de banho (duche e imersão) para a limpeza de sanitas, parece conjugar interesse ambiental e económico. Entre essas circunstâncias encontram-se as seguintes (Rossa, 2006):

- As águas de banho são pouco poluídas, pelo que com um tratamento simples (ou, eventualmente, de forma directa) poderão ser utilizadas numa operação pouco exigente como é a limpeza de sanitas;
- A sua produção é muito similar ao consumo nas mesmas, cerca de 54 litros por habitante e por dia com os autoclismos tradicionais, o que dispensa volumes de armazenamento significativos;
- A solução poderá ser encarada quer a nível individual (isto é, uma unidade em cada casa de banho) quer a nível central (uma única unidade para um conjunto de sanitas), o que lhe confere grande flexibilidade;
- Os suprimentos com água da rede, caso necessários, podem fazer-se com facilidade mediante a abertura de uma torneira na banheira ou na cabina de duche, eliminando praticamente riscos de contaminação.

Neves *et al.* (2006) e Verdade (2008) relatam estudos feitos na FEUP sobre esta matéria, incluindo a utilização de instalações piloto durante algumas semanas, tendo concluído que se trata de uma solução com elevado potencial.

#### 3.2. Soluções para a utilização de águas de banho em limpeza de sanitas

Conforme foi dito, as soluções poderão ser individuais, ou seja, uma unidade em cada casa de banho, ou centralizadas, isto é, uma única unidade para um conjunto de sanitas.

##### 3.2.1. Sistema individual

Entre outras possibilidades, o sistema individual poderá ser concretizado conforme se esquematiza na Figura 2.

Sob a banheira seria instalado um pequeno reservatório com cerca de 120 litros, a partir do qual a água seria elevada para a bacia de autoclismo através de uma bomba comandada por sensores de nível.

A potência requerida para o efeito é insignificante, cerca de 2 W. Trata-se, portanto, de uma bomba miniatura, semelhante às que se usam em pequenas fontes ornamentais, com baixo custo, consumo insignificante e possibilidade de colocação em qualquer local, inclusivamente na espessura do pavimento.

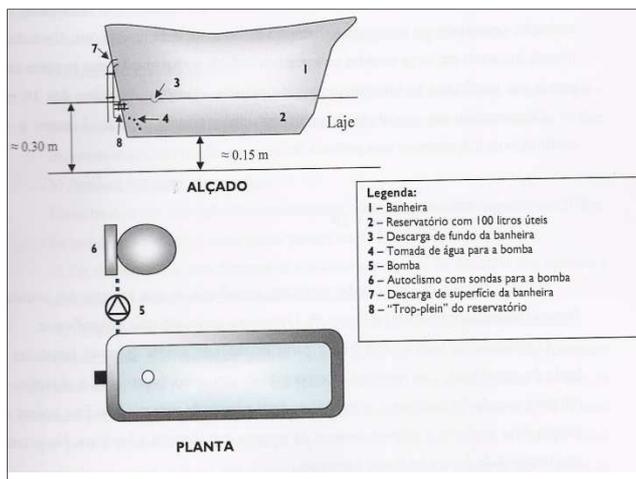


Figura 2. Sistema individual para aproveitamento de águas de banho.

Em princípio não devem ocorrer odores desagradáveis, mas em casos em que se verifique essa tendência poderá recorrer-se a produtos à base de cloro ou bromo, por exemplo, que até reforçam a desinfecção já proporcionada pelos produtos usados no duche.

Os cálculos efectuados levam a admitir que para 2 pessoas este sistema poderá representar um acréscimo de custo de 70 a 100 euros relativamente à solução tradicional. No entanto, a poupança de água poderá ser da ordem dos 34 m<sup>3</sup>/ano o que, nalguns casos, poderá permitir uma amortização em cerca de 7 meses.

A Figura 3 ilustra uma outra solução já em comercialização, embutida na parede. As soluções atrás descritas não contemplam o aproveitamento da água dos lavatórios porque, em princípio, a água dos banhos deve ser suficiente para a limpeza das sanitas.

No entanto, se o objectivo for o máximo aproveitamento de águas cinzentas, poderá fazer sentido a condução da água dos lavatórios ao mesmo reservatório onde é armazenada a água dos banhos.



Figura 3. Exemplo de uma solução comercializada para reutilização de águas de banho (ECOPLAY).

### 3.2.2. Sistema centralizado

Os princípios do sistema centralizado estão representados na Figura 4, com bacias de autoclismo, embora outras variantes possam ser consideradas como, por exemplo, fluxómetros em vez de autoclismos, ou mesmo a dispensa de qualquer deles.

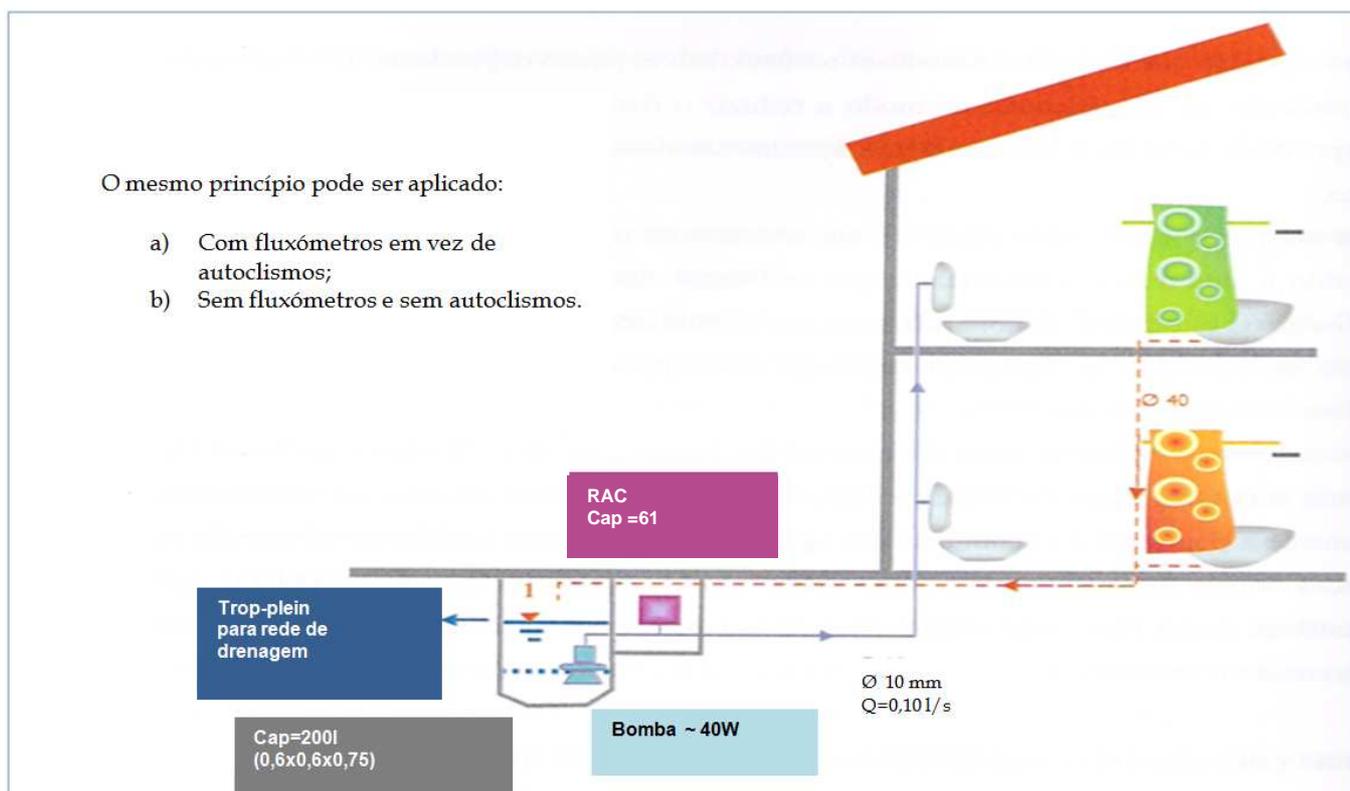


Figura 4. Reutilização de águas de banho com um sistema centralizado.

Analisadas algumas soluções para duas casas de banho e quatro utilizadores, concluiu-se que a solução mais económica deverá ser, justamente, a descarga directa na sanita com um caudal da ordem de 0.6 l/s, isto é, sem interposição de autoclismos ou fluxómetros, o que, paralelamente, permite reduzir o atravancamento das sanitas e, eventualmente, a área necessária para a casa de banho. O acréscimo de custo relativamente à solução tradicional poderá ser da ordem dos 250 a 390 euros. Permitindo uma poupança de água de cerca de 68 m<sup>3</sup>/ano, nalguns casos a amortização poderá ser feita em cerca de 12 meses.

#### 4. Junção de Águas Pluviais com Águas de Banho

Face ao anteriormente descrito, uma solução muito interessante parece ser a junção, para aproveitamento, de águas pluviais com águas de banho, na medida em que oferece as seguintes vantagens:

- Economia de escala;
- Diluição das cargas poluentes;
- Para além da limpeza de sanitas, possibilidade de utilização para rega, lavagens exteriores e de automóveis, etc., eventualmente sem necessidade de reforço a partir da rede pública;
- Caso se pretenda esse reforço, bastará abrir a torneira do banho.

### 5. Certificação Ambiental nos Edifícios

#### 5.1. Sistemas de certificação

Existem sistemas de certificação ambiental de edifícios em vários países, em regra de carácter voluntário. Um dos mais conhecidos é o sistema LEED, acrónimo de Leadership in Energy and Environmental Design, desenvolvido nos Estados Unidos da América. No Reino Unido é corrente o sistema BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Em Portugal, a partir de 2005 começou a ser desenvolvido o sistema LIDERA, cuja designação enraíza no conceito de “liderar pelo Ambiente”, o qual vem ganhando crescente popularidade.

#### 5.2. Sistema LEED

LEED é um sistema de carácter voluntário, desenvolvido pelo U.S. Green Building Council (USGBC) e hoje seguido em muitos países. Existem versões para vários tipos de construções, mas a que mais interessa para este trabalho é a LEED-NC (New Construction and Major Renovations) que incide sobre seis áreas gerais do empreendimento (Pinheiro, 2006):

- Locais sustentáveis;
- Uso eficiente dos recursos hídricos;
- Energia e atmosfera;
- Materiais e recursos;
- Qualidade do ar interior;
- Inovação e processos de projecto.

Cada uma destas áreas gerais subdivide-se em áreas específicas, e a satisfação dos respectivos objectivos é contemplada com determinada pontuação (créditos).

Considerando, por exemplo, o consumo de água, estabelece os seguintes objectivos para a atribuição de Créditos WE (Water Efficiency):

- Crédito WE 2 - Redução de 50% do consumo de água potável nos urinóis e sanitas, quer pelo uso de equipamentos eficientes, quer pelo recurso a água não potável (água das chuvas, águas cinzentas recicladas ou águas residuais tratadas no local ou nos sistemas municipais);
- Crédito WE 3.1 - Redução em 20% no consumo de água potável (não incluindo a irrigação) através de sistemas de poupança, aproveitamento de águas pluviais ou reciclagem de águas cinzentas;
- Crédito WE 3.2 - Redução em 30% no consumo de água potável pelos mesmos métodos;
- Crédito Extra - Este crédito é atribuído para performances exemplares e implica a redução em 40% no consumo de água potável pelos mesmos métodos.

Repare-se que todos estes créditos assumem a possibilidade de aproveitamento de águas pluviais e cinzentas.

Em função da pontuação total obtida são atribuídos níveis de certificação, que vão desde o simples “Certificado” até ao “Certificado Gold”.

#### 5.3. Sistema BREEAM

O BREEAM é também um sistema de carácter voluntário, que funciona à base da atribuição de créditos sempre que determinados requisitos, organizados em categorias, são cumpridos. Existem versões para diversas aplicações, sendo o BREEAM EcoHomes e o BREEAM Offices duas das mais utilizadas. Uma vez que um dos casos de estudo diz respeito a um edifício de escritórios, dar-se-á especial ênfase ao BREEAM Offices, que considera as seguintes categorias: Gestão, Saúde e Bem-estar, Energia, Transportes, Consumo de Água, Materiais, Uso do Solo, Ecologia e Poluição.

Na categoria Water Consumption figuram os seguintes créditos:

. *Autoclismos*

O BREEAM estima que 3 em cada 4 utilizações do autoclismo se dão após micção, pelo que, num autoclismo com sistema dual de 3/6 L, o volume médio descarregado será:

$$\text{Média} = \frac{3 \cdot 3 + 1 \cdot 6}{4} = 3.75 \text{ L} \quad [1]$$

- Crédito 1 - Autoclismos devidamente sinalizados e o volume médio das descargas não ultrapassa 4,5 L.
- Crédito 2 - Os autoclismos estão devidamente sinalizados e o volume médio das descargas não ultrapassa 3 L. Em alternativa deverá ser cumprido o Crédito 1 e os autoclismos terão uma válvula que impeça a sua alimentação durante a descarga.

*Torneiras, chuveiros, urinóis*

- Crédito 3 - De entre as soluções que se seguem, utilizar até duas que possibilitem maior redução de consumos:

- As torneiras, com excepção das de cozinha e exteriores, deverão ter um caudal máximo de 6 L/min a 3 bar, podendo utilizar temporizador, comando electrónico, redutor de caudal ou pulverizador.
- Os chuveiros não deverão ultrapassar um fluxo de 9 L/min para uma pressão de 3 bar.
- Os urinóis terão detectores de presença, fluxos muito baixos ou mesmo funcionar sem água.

## 6. Programa RECONCER

O programa RECONCER (Redução de Consumos e Certificação) tem um módulo relativo ao aproveitamento da água da chuva (baseado no RESAP), um outro módulo relativo ao aproveitamento de águas cinzentas e ainda um terceiro relativo aos equipamentos de poupança.

A base de dados, para além dos registos das precipitações diárias em postos udométricos cobrindo várias zonas do país, inclui:

- os consumos de vários aparelhos (veja-se, por exemplo, o Quadro 2);
- perfis de utilização dos mesmos, isto é, o número de vezes em que são utilizados por uma pessoa, e a duração média dessa utilização (Quadro 3);
- custo dos aparelhos;
- consumos de energia no caso da haver aquecimento da água;
- estrutura tarifária para a água e a energia em várias zonas do país.

Como “inputs” do programa é preciso fornecer o número e a natureza dos dispositivos de utilização e dos seus utilizadores.

Como resultados, RECONCER fornece a redução de consumos de água proporcionada por cada aparelho, a taxa interna de rentabilidade (TIR), o tempo de retorno do investimento (TRI), os ganhos esperados ao fim de 10 anos, e a indicação de quais os créditos atingidos quer no sistema LEED quer no sistema BREEAM, possibilitando uma simulação que servirá como suporte prévio em tomadas de decisão.

No que se segue, ilustra-se a aplicação de RECONCER a vários casos de estudo.

## 7. Estudo de Casos

Essa análise incidiu sobre duas classes de edifícios, uma habitação doméstica e um edifício de escritórios, ambos reais e situados na zona do Porto.

Entendeu-se, ainda, que seria de comparar resultados com uma suposta localização em Faro, para se analisar a influência de diferentes características climáticas e diferentes tarifários.

### 7.1. Caso 1, moradia unifamiliar no Porto/Faro

Trata-se de uma habitação com 3 pisos e uma cobertura de telha com 117 m<sup>2</sup>, onde residem 4 pessoas. Os dispositivos de consumo de água são os indicados no Tabela 1.

Tabela 1. Equipamentos da habitação familiar.

Equipamentos	Número
Torneiras de lavatório	5
Torneiras de cozinha	2
Chuveiros	3
Sanitas	3
Máquina de lavar louça	1
Máquina de lavar roupa	1

Em primeiro lugar o programa calcula os consumos base, isto é, os consumos com equipamentos tradicionais, sem sistemas de poupança. Para tal utiliza uma base de dados onde figuram os valores unitários indicados no Tabela 2, baseados no BREEAM e em consultas aos fabricantes, os quais são depois multiplicados pelo número de utilizações diárias. Esses perfis de utilização (Tabela 3) foram inspirados no sistema LEED, em estudos realizados por Neves (2003) e por Martins (2009).

Tabela 2. Consumos dos equipamentos tradicionais.

Equipamentos	Consumos	
	L	L/min (3bar)
Autoclismo	6	
Chuveiro		14
Torneira de lavatório		12
Torneira de cozinha		12
Máquina de lavar roupa	52	
Máquina de lavar louça	15	

Tabela 3. Perfis de utilização diários para uma moradia.

Equipamentos	Usos/dia/hab	Duração (s)
Autoclismo	5,625	-
Chuveiro	1	300
Torneira de lavatório	3	15
Torneira de cozinha	1	15
Máquina de lavar roupa	0,175	-
Máquina de lavar louça	0,225	-

## Resultados

A aplicação do programa RECONCER conduziu aos seguintes resultados:

### Chuveiros

A utilização de chuveiros mais eficientes (8L/min), com um investimento extra de 60,6 €, permitiria uma redução de 22,4% do consumo total de água, com um TRI de 1 ano. No caso do Porto a TIR seria de 430%, permitindo um ganho de 1 385 € ao fim de 10 anos. Em Faro, com diferentes tarifas de água e de gás, esse ganho seria de 1 081 €, com uma TIR de 500%.

### Autoclismos

Outra medida com rápido retorno é a utilização de autoclismos com dupla descarga, visto que podem permitir uma redução de 10,1% do consumo total na habitação e um TRI de apenas um ano, pois a diferença de custos entre um autoclismo dual e um normal é muito reduzida. Obtiveram-se TIR de 2 900% no Porto e 3 500% em Faro.

*Aproveitamento da água da chuva*

Considerou-se a utilização da água pluvial num autoclismo com dupla descarga e numa máquina de lavar roupa com boa eficiência hídrica.

Como se pode verificar pela Figura 5, a redução da água potável consumida nos dois aparelhos aumenta com o volume do reservatório para armazenamento da água das chuvas, até estabilizar em cerca de 64,5%.

O TRI para este tipo de investimento é superior a 11 anos, tanto no Porto como em Faro, o que se deve, principalmente, ao custo do reservatório.

Se o mesmo sistema servir várias habitações do mesmo tipo, torna-se rentável a partir de 5 habitações.

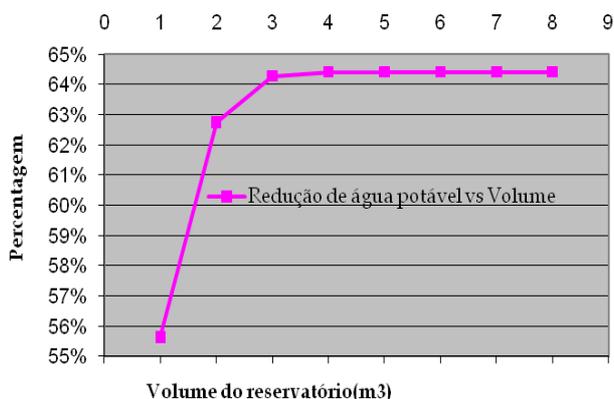


Figura 5. Redução no consumo de água potável em função do volume do reservatório da água da chuva.

*Aproveitamento da água dos duches*

Utilizando a água dos duches para limpeza de sanitas e máquina de lavar roupa, a redução no consumo desses equipamentos é de 100%, uma vez que a produção de água no banho os ultrapassa.

Se considerarmos uma solução centralizada patenteada, com tratamento por decantação e um custo da ordem dos 3 000 €, o TIR será da ordem dos 11 anos.

No entanto, um sistema individual simplificado para cada WC, apenas com rede para retenção de sólidos e tratamento com pastilha de cloro, tem um TIR de apenas 1 ano (Neves *et al.*, 2006).

**7.2. Caso 2, edifício de escritórios (Porto/Faro)**

O edifício de escritórios localiza-se na Maia (isto é, praticamente no Porto) mas efectuou-se também uma simulação para Faro.

É composto por 8 pisos, 2 em profundidade e 6 em altura, sendo toda a água bombada a partir do piso -2. A cobertura é em lajetas de betão com uma área de 2090 m².

O edifício será utilizado por 650 pessoas e integra as casas de banho da torre de escritórios, destinadas aos funcionários administrativos (as quais incluem urinóis, sanitas e lavatórios) e balneários que servem os funcionários dos armazéns, que incluem lavatórios, urinóis, sanitas e chuveiros (Tabela 4).

Tabela 4. Equipamentos do edifício de escritórios.

Secções	Sanitas	Urinóis	Torneiras	Chuveiros
Serviço	83	37	90	-
Cozinhas	-	-	4	-
Balneário	17	12	37	37
Cantina	-	-	7	-
Enfermaria	1	-	3	-
Total	101	49	141	37

Foram aplicados os sistemas LEED e BREEAM, indicando-se nos Tabelas 5 e 6 os consumos unitários considerados em cada sistema para equipamentos tradicionais.

Uma vez que apenas o LEED estabelece perfis de utilização para o mundo laboral, decidiu-se utilizá-los para o caso da torre de escritórios (Tabela 7). Estes perfis foram estimados para 8 horas de trabalho.

Tabela 5. Consumos unitários considerados no LEED (5,5 bar).

	Consumos	
	L	L/min
Autoclismo	6,06	-
Urinol	3,79	-
Chuveiro	-	9,46
Torneira de lavatório	-	9,46
Torneira de Cozinha	-	9,46

Tabela 6. Consumos unitários considerados no BREEAM (3 bar).

	Consumos	
	L	L/min
Autoclismo	6	-
Urinol	1,5	-
Chuveiro	-	14
Torneira de lavatório	-	12
Torneira de cozinha	-	12

Tabela 7. Perfis de utilização para a torre de escritórios.

Equipamentos	Usos/dia em ETI		Duração (s)
	Homem	Mulher	
Autoclismo	1	3	-
Urinol	2	0	-
Chuveiro	0,1		300
Lavatório	3		15

No caso do balneário prevê-se que 50% do pessoal dos armazéns o frequente uma vez por dia com o intuito de tomarem um banho e utilizarem os restantes equipamentos. Por outro lado, praticamente todas as pessoas irão usar os lavatórios exteriores antes de ir almoçar.

Considera-se que cada homem utiliza a sanita 1/5 das vezes e o urinol as restantes.

Como apenas 50% dos homens e das mulheres utilizam as sanitas, definiu-se que os homens utilizariam  $0,5 \cdot (1/5) = 0,1$  vezes a sanita por dia e as mulheres  $0,5 \cdot 1 = 0,5$  por dia. Por fim, os urinóis seriam usados  $0,5 \cdot 4/5 = 0,4$  vezes. A Tabela 8 indica a previsão.

Tabela 8. Perfis de utilização para o balneário.

Equipamentos	Usos/dia em ETI <sup>1</sup>		Duração (s)
	Homem	Mulher	
Autoclismo	0,1	0,5	-
Urinol	0,4	0	-
Chuveiro	0,5		300
Torneira	1		15

## Resultados

Apresentam-se apenas os resultados em relação ao sistema LEED, pois é o mais exigente, e por isso mais difícil se torna obter com ele um retorno económico.

### Chuveiros

Chuveiros mais eficientes (8 L/min) permitem uma redução de 8% do consumo de água, obtendo-se uma TIR de 435%, o que possibilita um retorno quase imediato (TRI=1 ano). Note-se que só para banhos se prevêem 4490 m<sup>3</sup>/ano, pelo que só a energia poupada no aquecimento de água permite uma redução significativa nos gastos.

### Autoclismos/urinóis/torneiras

A utilização de autoclismos duais nas casas de banho femininas proporciona um TRI de um ano. O urinol sem água permite, evidentemente, uma poupança da mesma dimensão relativamente ao pneumático temporizado, embora com um TRI bastante superior (11 anos contra 6). Embora com um TRI de 11 anos, as torneiras pneumáticas são um equipamento interessante, pois permitem poupar cerca de 8% da água gasta no edifício.

Utilizando os quatro equipamentos descritos consegue-se atingir o crédito WE 3.1 do LEED e os créditos 1 e 3 do BREEAM. Para conseguir mais créditos o LEED recomenda o aproveitamento de águas alternativas, tais como águas pluviais ou águas cinzentas.

### Aproveitamento de águas pluviais

Também neste caso se partiu do princípio de que se utilizariam equipamentos de baixo consumo, o que reduz o potencial de poupança de um SAAP. A aplicação do RECONCER leva à conclusão de que o volume óptimo do reservatório para este edifício é de cerca de 40 m<sup>3</sup>, conforme resulta da análise da Figura 6.

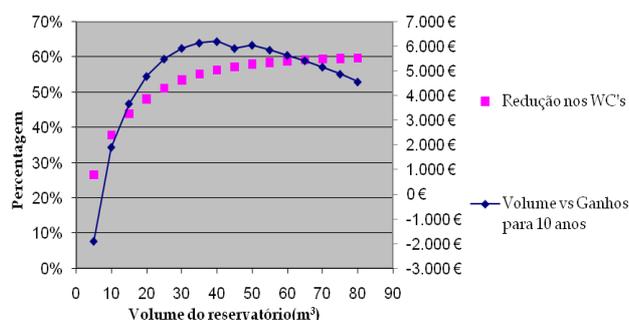


Figura 6. Reduções e ganhos ao fim de 10 anos, em função do volume do reservatório.

Esta solução permite uma poupança de 54% no consumo de água potável nas sanitas, correspondendo-lhe um TRI de 7 anos e um TIR de 18%, o que torna o investimento interessante. Adicionalmente, os créditos LEED podem ser todos cumpridos.

### Aproveitamento de águas de duche

O aproveitamento de águas de duche neste edifício de escritórios resulta da grande vantagem da existência de um balneário com chuveiros, garantindo-se assim uma oferta de água cinzenta superior à procura para autoclismos e urinóis, a qual corresponde a 24% da água consumida no edifício.

Um sistema centralizado patenteado, com tratamento por decantação, tem um TRI de 6 anos, com ganhos de 13 000 € em 10 anos, no Porto, e de 20 981€ em Faro.

Se apenas fosse aproveitada a água dos lavatórios o TRI seria superior a 11 anos.

Esta solução permitiria igualmente atingir todos os créditos LEED.

## 7.3. Caso 3: conjunto de moradias unifamiliares

O aproveitamento da água da chuva e das águas cinzentas torna-se tanto mais atraente do ponto de vista económico, quanto maior é a escala do empreendimento. Por isso se decidiu fazer uma análise para um conjunto de moradias semelhantes às que foram consideradas no CASO 1. O programa RECONCER permite simular a situação com rapidez, pelo que foram consideradas desde 5 até 10 moradias. Eis algumas conclusões:

### Aproveitamento da água da chuva

- O volume útil mais aconselhável para o reservatório poderá ser estimado através da expressão

$$V = 1.4 (N-1) \quad [2]$$

em que N representa o número de moradias (entre 5 e 10);

- Para um grupo de 5 moradias consegue-se uma redução de 50% no consumo de água potável e um TRI de 10 anos.

### Aproveitamento de águas de duche

Um sistema centralizado patenteado, com tratamento por decantação, conduz a TRI que num grupo de 3 a 8 moradias, varia entre 8 e 4 anos, respectivamente, o que torna a solução economicamente interessante.

## 8. Incentivos Fiscais

Em Portugal estão há algum tempo em vigor incentivos fiscais para a construção ambientalmente sustentável, designadamente ao nível do Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI). Estabelece o n.º 1 do artigo 43º do Código IMI que “o coeficiente de qualidade e conforto (Cq) obtém-se adicionando à unidade os coeficientes majorativos e subtraindo os minorativos que constam das tabelas seguintes:..”.

<sup>1</sup> Equivalente a tempo inteiro

Segue-se uma tabela onde consta que a “utilização de técnicas ambientalmente sustentáveis” permite considerar um coeficiente minorativo de 0.5 no caso de edifícios de habitação.

Em relação a “prédios urbanos destinados a comércio, indústria ou serviços” a bonificação é ainda mais significativa, na medida em que se permite um coeficiente minorativo de 0.10.

Em relação à definição de técnicas ambientalmente sustentáveis, a alínea o) do mesmo artigo 43º estabelece: “Considera-se haver utilização de técnicas ambientalmente sustentáveis, activas ou passivas, quando o prédio utiliza energia proveniente de fontes renováveis, ou aproveita águas residuais tratadas ou águas pluviais, ou ainda quando foi construído utilizando sistemas solares passivos”.

Este articulado suscita uma série de dúvidas de interpretação. Limitando-nos apenas às questões que se prendem com o uso da água, pode-se perguntar, por exemplo, o que se entende por “águas residuais tratadas”. As águas usadas num duche, filtradas por uma rede de malha fina e submetidas à acção de um desinfectante, podem incluir-se nessa categoria? Ou um recipiente com, digamos, 50 litros, para aproveitar água da chuva numa habitação, também dá direito a um coeficiente de 0.05, já que não está prevista uma escala gradativa? Enfim, o artigo 43º necessita de um esclarecimento, mas o mais importante é tomar-se conhecimento, e divulgar-se, que existem incentivos de natureza fiscal no sentido de um uso mais eficiente da água.

#### Exemplo

Considere-se uma moradia construída sem técnicas ambientalmente sustentáveis, à qual se atribui um “coeficiente de qualidade e conforto, Cq” de, por exemplo, 1.3, daí resultando, por aplicação do Código IMI, um valor patrimonial de 400 000 €.

Se a moradia tiver, por exemplo, aproveitamento de águas pluviais, Cq passa a valer 1.25 e, proporcionalmente, o valor patrimonial passa a 384 615 €.

No caso do Porto, onde a taxa é de 0.7%, a diminuição do valor patrimonial traduz-se numa poupança de 108 €/ano em termos de IMI.

## 9. Conclusões

Da análise efectuada neste artigo, será de retirar as seguintes principais conclusões:

- Para além do mérito ambiental, o uso eficiente da água potencia vantagens económicas expressivas, quer em termos de poupança na factura da água, quer em termos de benefícios fiscais.

- A certificação ambiental dos edifícios dá uma significativa importância ao uso eficiente da água, nomeadamente nos aspectos da redução de consumos e/ou utilização de águas alternativas (por exemplo, água das chuvas e/ou águas cinzentas). O programa de cálculo automático RECONCER permite avaliar as incidências destas medidas relativamente à certificação através dos sistemas LEED e BREEAM.
- O tempo de retorno do investimento para o aproveitamento da água da chuva numa moradia poderá ser da ordem dos 10 a 20 anos, dependendo de vários factores, entre os quais se incluem o número de utilizadores, o seu tempo de permanência no edifício, as condições climáticas, os escalões de consumo de água e as correspondentes tarifas, etc. A atractividade económica desta solução aumenta com a escala do empreendimento.
- O aproveitamento de água de banhos para limpeza de sanitas revela-se muito interessante em termos económicos, no caso de tratamento muito ligeiro.
- A junção de água de banhos com água da chuva num mesmo reservatório, para posterior aproveitamento no edifício, pode ser uma boa opção.

## Referências

- ANQIP, (2009). *Especificação técnica sobre sistemas de aproveitamento de água pluviais em edifícios*. Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais.
- Bertolo, E.J.P (2006). *Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- 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.
- Martins, DGS (2009). *Uso eficiente da água nos edifícios*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Pinheiro, M. D. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente, Amadora.
- 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.