



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS
Núcleo de Acústica, Iluminação, Componentes
e Instalações

Proc. 0809/11/16210

PROPOSTA DE MEDIDAS PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA NOS EDIFÍCIOS

Lisboa • Dezembro de 2008

I&D EDIFÍCIOS

RELATÓRIO 386/2008 – NAICI

PROPOSTA DE MEDIDAS
PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA
NOS EDIFÍCIOS

RESUMO

O crescente aumento dos níveis de consumo de água potável em meio urbano, associado a uma cada vez maior escassez dos recursos existentes, quer em termos quantitativos, quer qualitativos, com o conseqüente aumento do custo da produção para a sua obtenção, deve levar-nos à adopção de medidas que revertam esta tendência.

Com o presente documento pretende-se proceder à apresentação de um conjunto de medidas que conduzem a um uso mais eficiente da água nos edifícios, sem que no entanto sejam postos em causa, quer o desempenho funcional adequado dos equipamentos, quer os níveis de conforto e de saúde pública a proporcionar aos consumidores.

PROPOSAL OF MEASURES FOR A MORE EFFECTIVE USE OF WATER IN BUILDINGS

Abstract

The increasing consumption of drinking water in urban environments, associated with a decreasing availability of existing resources, both in quantitative and qualitative terms, together with the corresponding increase in production costs, must lead us to adopt the necessary measures to reverse that tendency.

Thus, the main purpose of the present document is to address a set of measures aimed at achieving a more effective use of water in buildings, without obviously disregarding, both the adequate operation of equipment as well as the comfort and public health levels to be provided to users.

PROPOSITION DE MESURES POUR UN USAGE PLUS EFFICIENT DE L'EAU DANS LES BÂTIMENTS

Résumé

L'augmentation croissante des niveaux de consommation d'eau potable aux milieux urbains, associée à une disponibilité de plus en plus réduite des ressources existantes, soit en termes quantitatifs soit en termes qualitatifs, conjointement avec l'accroissement des frais de production pour son obtention, devra nous amener à l'adoption de mesures destinées à contrarier cette tendance.

Ainsi, l'objet essentiel de ce document est de présenter un ensemble de mesures, conduisant à un usage plus efficace de l'eau aux bâtiments, sans toutefois négliger, soit la performance fonctionnelle adéquate des équipements, soit les niveaux de confort et de santé publique à être mis à la disposition des consommateurs.

PROPOSTA DE MEDIDAS
PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA
NOS EDIFÍCIOS

ÍNDICE

	Pág.
1 INTRODUÇÃO	1
2 CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NOS EDIFÍCIOS	4
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	4
2.2 CONSUMOS DOMÉSTICOS	5
2.3 OUTROS CONSUMOS URBANOS.....	7
3 ALGUMAS MEDIDAS PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA NOS EDIFÍCIOS	9
3.1 CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS	9
3.2 CAMPANHAS DE CONSCIENCIALIZAÇÃO/MOTIVAÇÃO	9
3.3 REDUÇÃO DE PERDAS NOS SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	10
3.4 REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO NA DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA.....	11
3.5 USO DE DISPOSITIVOS DE UTILIZAÇÃO MAIS EFICIENTES	13
3.5.1 Considerações gerais.....	13
3.5.2 Autoclismos	14
3.5.3 Amplificadores da velocidade de descarga.....	15
3.5.4 Misturadoras termostáticas	16
3.5.5 Outros dispositivos de redução de caudal	16
3.6 APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	18
3.6.1 Considerações gerais.....	18
3.6.2 Níveis de precipitação no território nacional	18
3.6.3 As utilizações possíveis e a economia	19
3.7 REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS PROVENIENTES DE BANHOS E DUCHES.....	22
4 CONCLUSÕES.....	25
BIBLIOGRAFIA	31

PROPOSTA DE MEDIDAS
PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA
NOS EDIFÍCIOS

ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1 – Consumos domésticos de água nos edifícios [5]	5
Quadro 2 – Repartição dos consumos médios diários	6
Quadro 3 – Consumos domiciliários médios anuais por habitante.....	7
Quadro 4 – Consumos de água em diferentes tipos de edifícios [7].....	8
Quadro 5 – Perdas devido a fugas em torneiras/autoclismos [8].....	10
Quadro 6 – Impacte de uma fuga no consumo mensal de água num agregado	11
Quadro 7 – Valores dos caudais face aos níveis de pressão	12
Quadro 8 – Redução do consumo de água pela adopção de autoclismos de 6 l e 3 l de volume de descarga	15
Quadro 9 – Redução do consumo de água pela adopção de autoclismos de volume de descarga de 4 l e 2,5 l	16
Quadro 10 – Redução de consumo em duches por utilização de chuveiro com emulsor/redutor de caudal	17
Quadro 11 – Poupança introduzida com o aproveitamento de água da chuva (habitação em edifícios unifamiliares)	21
Quadro 12 – Poupança introduzida com o aproveitamento de água da chuva (habitação em edifícios multifamiliares).....	21
Quadro 13 – Poupança introduzida com o aproveitamento de água da chuva (Campus do LNEC)	22
Quadro 14 – Poupança introduzida com o aproveitamento de águas residuais provenientes de duches (habitação em edifícios unifamiliares).....	23
Quadro 15 – Poupança introduzida com o aproveitamento de águas residuais provenientes de duches (habitação em edifícios multifamiliares).....	24
Quadro 16 – Consumo anual de um agregado familiar sem medidas de poupança	28
Quadro 17 – Consumo anual de um agregado familiar com medidas de poupança	28

PROPOSTA DE MEDIDAS
PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA
NOS EDIFÍCIOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 – Consumo de água em diferentes países europeus [2].....	2
Figura 2 – Consumo de água potável em diferentes países europeus [2]	2
Figura 3 – Distribuição dos consumos urbanos	4
Figura 4 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação de edifício multifamiliar.....	6
Figura 5 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação de edifício unifamiliar	7
Figura 6 – Consumos domésticos por dispositivos de utilização	14
Figura 7 – Amplificador da velocidade de descarga [9]	15
Figura 8 – Reguladores/redutores de jacto/caudal	17
Figura 9 – Precipitações médias anuais [10].....	19
Figura 10 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação em edifício multifamiliares	20
Figura 11 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação em edifício unifamiliares.....	21
Figura 12 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação em edifícios multifamiliares	23
Figura 13 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação em edifícios unifamiliares.....	23

PROPOSTA DE MEDIDAS
PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA
NOS EDIFÍCIOS

1 INTRODUÇÃO

Enquanto no período de 1900 a 2000 se verificou um crescimento demográfico mundial de cerca de três vezes, o consumo de água com as actividades humanas, industrial e agro-pecuária, neste mesmo período, cresceu cerca de seis vezes [1].

Acresce ainda que estes mesmos factores são uma fonte de contaminação dos recursos hídricos, com a consequente redução qualitativa desses mesmos recursos.

Considerando a importância da água em todo o ecossistema, e que os recursos existentes, a serem mantidos os hábitos actuais, são insuficientes, uma parte muito significativa da humanidade, corre o risco de não dispor de água para satisfação das suas necessidades básicas. Neste sentido, a tomada de medidas, quer a nível internacional, quer de âmbito nacional, para obviar a este efeito tornam-se indispensáveis.

A figura 1 permite visualizar os consumos de água nos diferentes países da Europa; a sua análise leva-nos a constatar que, apesar do nosso baixo desenvolvimento comparativo, somos um dos países com uma das mais elevadas taxas de consumo global por habitante. Já no que se refere ao consumo de água destinada ao consumo humano (água potável), Portugal apresenta o valor mais baixo a nível europeu (ver figura 2).

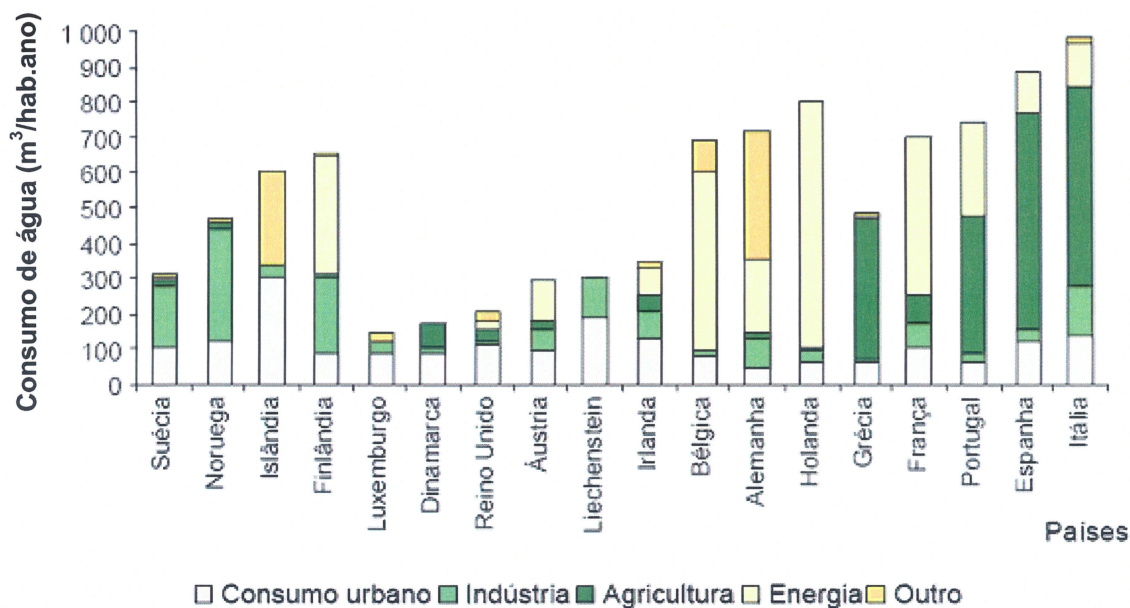


Figura 1 – Consumo de água em diferentes países europeus [2]

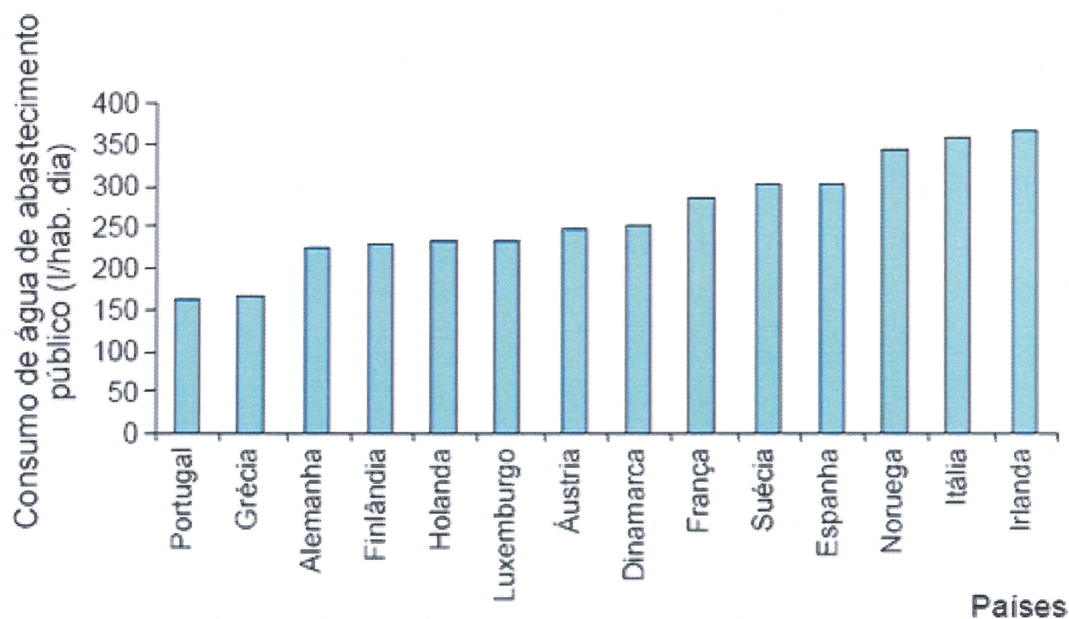


Figura 2 – Consumo de água potável em diferentes países europeus [2]

A análise das figuras 1 e 2 permite concluir que existe uma relação directa entre o nível de desenvolvimento, nas suas diferentes vertentes, quer social, quer económico, e o consumo de água potável, o que aponta para que o consumo em Portugal tenha tendência para o crescimento. Neste sentido, torna-se premente a tomada de medidas no sentido do consumo mais racional da água, considerando os pressupostos referidos no início, que indiciam tendência para o aumento do consumo a nível nacional. Estas acções deverão assentar fundamentalmente: em primeiro lugar

na consciencialização e motivação das populações, através de medidas de carácter económico, quer de incentivo, através da concessão de subsídios para a aquisição de dispositivos e equipamentos de menor consumo e implementação de sistemas de reaproveitamento de águas consideradas como não potáveis, quer punitivas, através do aumento das tarifas praticadas, sempre que se verifiquem consumos para além dos valores considerados como necessários; em segundo lugar, através da adopção de medidas técnicas que conduzam à redução do consumo de água potável e de aproveitamento e de reutilização de águas não potáveis.

Com o presente documento pretende-se proceder à apresentação de um conjunto de medidas que conduzem a um uso mais eficiente da água nos edifícios, sem que no entanto sejam postos em causa, quer o desempenho funcional adequado dos equipamentos, quer os níveis de conforto e de saúde pública a proporcionar aos consumidores.

2 CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NOS EDIFÍCIOS

2.1 Considerações gerais

O consumo de água potável nas edificações está geralmente associado ao tipo de edifício, residencial, hoteleiro, quartel militar, etc., bem como às características das populações (pequenos ou grandes aglomerados populacionais), clima, hábitos, etc.

Nas situações em que se verifica a necessidade de proceder à acumulação de água na edificação para posterior distribuição, devido a imposição regulamentar ou a incapacidade do sistema público de abastecimento em assegurar as condições de fornecimento em termos de caudal e de pressão, a previsão dos consumos mínimos a considerar é geralmente realizada em função dos diversos aglomerados populacionais, para os casos de consumos domésticos (consumos por utilizador), e em função do tipo de edifício, utilização ou fim, para outras situações.

Nos casos em que o sistema público de distribuição assegura condições de fornecimento que possibilitam o desempenho funcional adequado dos dispositivos de utilização instalados na edificação, em termos de caudal e de pressão, os consumos estimados são função das características dos dispositivos de utilização considerados, os quais são, regra geral, designados por caudais instantâneos.

Para além de outros usos, os consumos domésticos constituem-se como a parcela mais significativa dos consumos urbanos, cerca de 45% do volume total de água consumida. A figura 3 ilustra a distribuição percentual dos consumos urbanos [3].

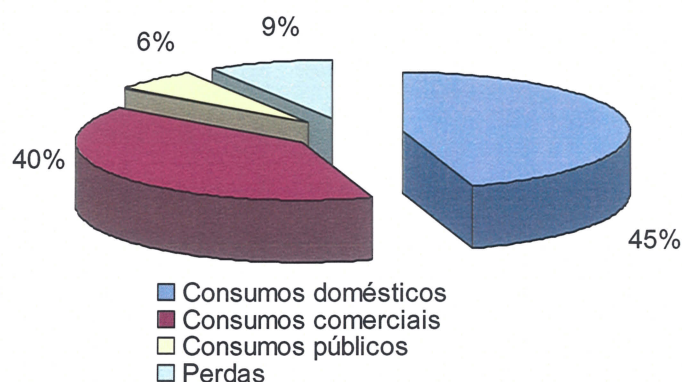


Figura 3 – Distribuição dos consumos urbanos

2.2 Consumos domésticos

Os consumos domésticos estão geralmente associados ao uso da água para beber, para cozinhar, para a higiene pessoal, para a limpeza dos espaços, para a lavagem de roupa, para a lavagem de loiça, para a descarga de autoclismos e para as actividades de jardinagem e de lavagem de veículos. Admite-se como garante de uma qualidade de vida aceitável, que cada ser humano necessita de cerca de 80 l de água por dia [4]; no entanto, este valor mínimo é, regra geral, significativamente ultrapassado nos grandes centros urbanos, oscilando entre os 120 l/hab.dia e os 150 l/hab.dia, podendo atingir os 200 l/hab.dia, de acordo com factores de ordem económica e social.

No quadro 1 apresentam-se os valores mínimos de consumo a considerar, de acordo com a regulamentação nacional [5], para situações em que seja necessário recorrer à acumulação de água nas edificações, os quais são expressos em função dos diversos aglomerados populacionais locais.

Quadro 1 – Consumos domésticos de água nos edifícios [5]

Volume (l/hab.dia)	População (n.º de habitantes)
80	1000
100	1000 a 10000
125	10000 a 20000
150	20000 a 50000
175	> 50000

Se bem que não existam a nível nacional dados estatísticos que caracterizem os consumos domésticos, considerando algumas análises efectuadas [6], os consumos referidos no quadro 2 não andarão, por certo, longe dos valores médios nacionais. Os consumos aí referidos permitem evidenciar a predominância, neste tipo de consumos, do consumo com as actividades de higiene pessoal (duches) e descargas de autoclismos, atingindo o somatório destas parcelas cerca de 62 % do total dos consumos domésticos no caso de edifícios do tipo multifamiliar e de cerca de 50 % no caso de edifícios unifamiliares (ver figuras 4 e 5).

Quadro 2 – Repartição dos consumos médios diários

Aparelhos/utilizações	Consumo (l/hab.dia)			
	Edifício multifamiliar		Edifício unifamiliar	
Lava-loiça, (cozinha+limpezas)	15	(12,5%)	15	(10,0%)
Máquina de lavar loiça	4	(3,3%)	4	(2,7%)
Máquina de lavar roupa	10	(8,3%)	10	(6,7%)
Duche	45	(37,5%)	45	(30,0%)
Lavatório+bidé	16	(13,3%)	16	(10,7%)
Autoclismo	30	(25,0%)	30	(20,0%)
Rega de jardim			28	(18,7%)
Lavagem de automóvel			2	(1,3%)
TOTAL/dia	120		150	

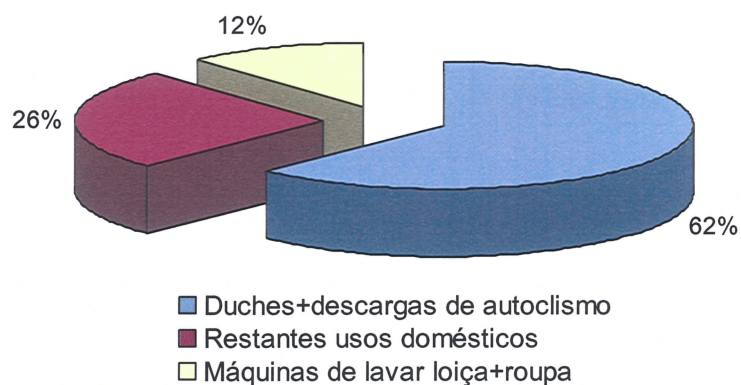


Figura 4 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação de edifício multifamiliar

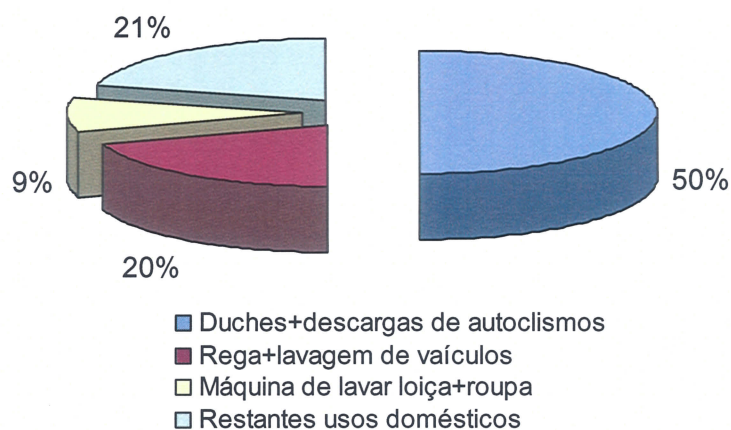


Figura 5 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação de edifício unifamiliar

Em termos de consumos anuais médios e considerando que cada habitante de uma habitação permanece nesta cerca de 330 dias/ano, teremos aproximadamente os valores contidos no quadro 3.

Quadro 3 – Consumos domiciliários médios anuais por habitante

Tipo de edifício	Consumo diário/hab (l)	Número de dias por ano	Consumo anual/hab (m ³)
Unifamiliar	120	330	40
Multifamiliar	150	330	50

2.3 Outros consumos urbanos

A regulamentação nacional [5] não faz alusão a valores de referência a considerar em termos de outros consumos urbanos, como sejam, os consumos em hotéis, escritórios, comércio, públicos, etc.. No entanto, encontra-se na bibliografia, um conjunto significativo de valores médios de consumo referentes a tipos de edificações não habitacionais, dos quais se registam alguns no quadro 4.

Quadro 4 – Consumos de água em diferentes tipos de edifícios [7]

Tipo de edifício	Volume de diário (l)
Hospitais	300 a 600/cama (*)
Hotelaria	70 a 300/hóspede
Restaurante	20 a 45/refeição
Escolas	10 a 50/aluno
Escritórios	15 a 50/funcionário
Prisões	100/detido
Indústria	80/operário
Garagem (lavagem)	200/veículo

(*) Alguns estudos revelam que por vezes estes consumos ultrapassam os 1000 l/cama.dia

3 ALGUMAS MEDIDAS PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA NOS EDIFÍCIOS

3.1 Considerações prévias

Como anteriormente foi referido, verifica-se a tendência para o crescimento do consumo de água potável em Portugal em termos de consumos do tipo doméstico. Neste sentido, torna-se urgente a tomada de medidas, a nível nacional, tendentes a atenuar ou a suprir esta tendência, considerando que os recursos são cada vez mais escassos.

Neste contexto, será seguidamente analisada a possível adopção de algumas medidas com o intuito atrás referenciado, baseadas, fundamentalmente, em quatro linhas de actuação: a primeira, e talvez a mais importante, constituída por medidas de consciencialização e de motivação das populações para esta questão; uma segunda, constituída por medidas de alteração dos níveis de pressão nas redes de distribuição prediais, bem como pelo recurso a dispositivos de utilização mais eficientes e a uma redução nos níveis de desperdício por perdas; uma terceira baseada no aproveitamento de águas pluviais; e, finalmente, uma quarta, que consiste na reutilização de algumas águas residuais.

3.2 Campanhas de consciencialização/motivação

À semelhança do que tem sido feito a nível nacional em termos de campanhas de sensibilização nos aspectos relacionados com a reciclagem dos lixos domésticos, que ao que tudo indica têm vindo a obter um assinalável êxito, também no caso dos níveis de consumo e de desperdício de água potável, se sugere a tomada de medidas do mesmo tipo.

Para além das campanhas de sensibilização, as quais se deverão basear no incentivo à redução do consumo e do desperdício, deverão ainda ser tomadas medidas de incentivo à instalação de equipamentos que conduzam à redução dos consumos, bem como à introdução de sistemas de aproveitamento das águas pluviais e de reutilização de alguns tipos de águas residuais domésticas, sendo, nestes dois últimos casos, necessário proceder à alteração e introdução de alguns requisitos

regulamentares no sentido de tornar viável a criação nos edifícios de sistemas de distribuição de água não potável.

Complementarmente, o custo da cubicagem da água potável consumida deveria ser penalizado nos casos em que os consumos verificados ultrapassem os níveis considerados como indispensáveis para uma boa qualidade de vida e de garantia da saúde pública. Considera-se ainda que este acréscimo de custos da água consumida deverá ser utilizado no fomento das medidas atrás mencionadas.

3.3 Redução de perdas nos sistemas prediais de distribuição de água

Uma parte muito significativa das perdas verificadas em sistemas prediais de distribuição de água, quer quente, quer fria, fica a dever-se a fugas através dos dispositivos de utilização instalados, por falta de estanquidade nos elementos de obturação. Neste sentido, este facto deverá constar das campanhas de sensibilização anteriormente referidas, através da enumeração das situações de falhas de estanquidade mais comuns, bem como a forma de as detectar e as medidas tendentes à sua resolução.

O quadro 5 dá uma ideia do volume do desperdício de água por falhas na estanquidade do sistema de obturação de torneiras ou autoclismos.

Quadro 5 – Perdas devido a fugas em torneiras/autoclismos [8]

Tipo de fuga	Consumo diário (l)	Consumo mensal (m³)
Gota a gota	67	2
Fio de água de 2 mm	333	10
Fio de água de 6 mm	3330	100

Para ilustrar o que poderá representar em termos de consumo de água o desperdício devido a uma fuga num qualquer dispositivo de utilização, considerando os valores contidos no quadro 5, quantifica-se no quadro 6 o acréscimo percentual do consumo mensal de um agregado familiar constituído por três pessoas em cuja habitação existe uma torneira com uma fuga do tipo fio de água de 2 mm.

Quadro 6 – Impacte de uma fuga no consumo mensal de água num agregado

N.º de pessoas do agregado familiar	Consumo diário por pessoa (l)	Consumo diário devido a perdas (fio de água de 2 mm) (l)	Consumo mensal do agregado familiar (m ³)	Consumo mensal devido a perdas (m ³)	Acréscimo no consumo devido às perdas (%)
3	80	333	7,2	10	139

Verifica-se assim que qualquer pequena fuga devida a uma falha na estanquidade num dispositivo de utilização, quando mal obturado, pode ter um impacte significativo no consumo mensal de água potável de um pequeno agregado familiar. Se se extrapolar uma situação deste tipo, por exemplo, para uma unidade do tipo hospitalar, em que por vezes existem inúmeras situações semelhantes por reparar durante intervalos de tempo bastante significativos, facilmente se concluirá o porquê dos valores relativos a consumos de água detectados por alguns estudos neste tipo de edifícios. Este tipo de análises possibilita a percepção do impacte que as perdas devidas a pequenas fugas assumem em termos de consumo de água potável nos nossos edifícios e a importância em termos ambientais que as mesmas poderão assumir.

3.4 Redução dos níveis de pressão na distribuição predial de água

De acordo com a regulamentação nacional aplicável [5], as pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50 kPa e 600 kPa. A regulamentação [5] refere ainda que, por razões de conforto e de durabilidade das tubagens, aquelas pressões devem oscilar entre 150 kPa e «300 kPa.

Sabe-se que numa dada secção o caudal de passagem varia com a raiz quadrada da pressão:

$$Q = K \sqrt{P}$$

em que:

Q – caudal escoado
 K – constante
 P – pressão estática

Se se considerar os caudais referentes a unidades habitacionais de tipologias T1 a T4 e que os serviços públicos de abastecimento de água asseguram pressões (P) da ordem dos 400 kPa à entrada destas habitações, através da análise do quadro 7 pode observar-se que se forem introduzidos redutores de pressão que conduzam a reduções (ΔP) respectivamente de 150 kPa, 200 kPa e 250 kPa, se obterão idealmente, isto é, se nas habitações consideradas não se verificassem consumos relativos a volumes fixos, como sejam, por exemplo, as descargas de autoclismos, reduções máximas nos caudais (Q_i) de escoamento que variam aproximadamente entre 21 % e 39 %. Acresce ainda o facto que, por via da redução dos níveis de pressão, as velocidades de escoamento sofrem um acentuado decréscimo, com a consequente redução nos níveis de ruído, bem como um menor desgaste nas tubagens e equipamentos, conduzindo a um melhor nível qualitativo de desempenho funcional e de durabilidade dos sistemas.

Quadro 7 – Valores dos caudais face aos níveis de pressão

Tipologia	WC (uni)	Cozinha (uni)	Caudal acumulado (l/s)	Caudal cálculo (l/s)	DN (mm)	Dint (mm)	v (m/s)	P (kPa)
T1/T2	1	1	1,55	0,68	25	27,3	1,17	400
T3	2	1	2,55	0,88	32	36	0,87	400
T4	3	1	3,55	1,03	32	36	1,01	400

Tipologia	DN (mm)	Dint (mm)	ΔP (kPa)	P-ΔP (kPa)	Q_i (l/s)	V (m/s)	Redução em % do caudal
T1/T2	25	27,3	150	250	0,54	0,92	21
T3	32	36	150	250	0,70	0,69	21
T4	32	36	150	250	0,82	0,80	21

Tipologia	DN (mm)	Dint (mm)	ΔP (kPa)	P- ΔP (kPa)	Qi (l/s)	V (m/s)	Redução em % do caudal
T1/T2	25	27,3	200	200	0,48	0,83	29
T3	32	36	200	200	0,63	0,61	29
T4	32	36	200	200	0,73	0,72	29

Tipologia	DN (mm)	Dint (mm)	ΔP (kPa)	P- ΔP (kPa)	Qi (l/s)	V (m/s)	Redução em % do caudal
T1/T2	25	27,3	250	150	0,42	0,72	39
T3	32	36	250	150	0,54	0,53	39
T4	32	36	250	150	0,63	0,62	39

3.5 Uso de dispositivos de utilização mais eficientes

3.5.1 Considerações gerais

A redução dos níveis de consumos poderá ser também conseguida pelo recurso a dispositivos de utilização mais eficientes, como sejam autoclismos de menores volumes de descarga e/ou de duplo comando, torneiras termostáticas para duchas, torneiras com dispositivos de redução de caudal, chuveiros com manípulo para interrupção rápida da abertura, chuveiros de reduzido caudal e amplificadores da velocidade de descarga em ramais de descarga ou colectores, etc.

No que se refere a máquinas de lavar quer de roupa, quer de loiça, a opção deverá ser pela utilização de equipamentos que utilizam menor volume de água por lavagem. No que se refere às máquinas de lavar loiça o seu consumo varia geralmente entre 12 e 54 litros por lavagem (considera-se como razoável um consumo de 20 l/lavagem), em função da sua capacidade; relativamente às máquinas de lavar roupa o seu consumo oscila entre 40 e 200 litros por lavagem (considera-se como razoável um consumo de 65 l/lavagem), em função da capacidade de carga.

A figura 6 ilustra a distribuição dos consumos domésticos em função dos diferentes tipos de utilizações considerados.

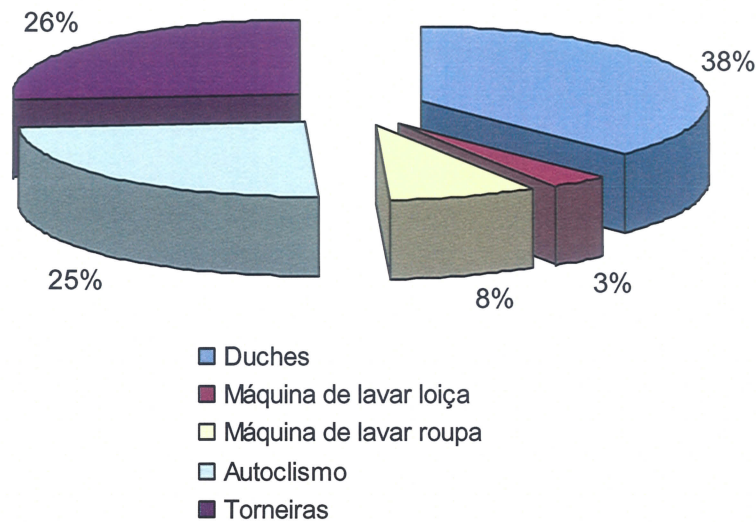


Figura 6 – Consumos domésticos por dispositivos de utilização (habitação em edifício multifamiliar – quadro 2)

3.5.2 Autoclismos

Como se verifica através da leitura do gráfico da figura 6, o volume de água consumida através de descargas de autoclismos constitui uma parte substancial dos consumos domésticos numa habitação em edifício multifamiliar, bem como em outros tipos de edifícios em que se verifique a permanência de pessoas, sendo da ordem dos 25 %. Neste sentido, torna-se importante a tomada de medidas que conduzam à redução do consumo de água associado a este tipo de utilização.

Uma parte significativa dos autoclismos que equipam as bacias de retrete instaladas nas nossas habitações tem um volume de descarga igual ou superior a 9 l (por vezes atingem os 15 l) e são do tipo de descarga única, o que leva a que mesmo em situações após a micção, em que o caudal de descarga para limpeza do aparelho sanitário poderia ser significativamente reduzido, devido às características dos aparelhos instalados o consumo é desproporcionado face à necessidade. Neste sentido, e uma vez que no mercado existem autoclismos de dupla função com volumes de descarga máxima à volta dos 6 l e mínima à volta dos 3 l (existem no mercado

equipamentos ainda de menor consumo, que poderão oscilar entre os 2,5 l e os 3,5 l), esta deverá ser sempre a solução a adoptar, uma vez que, como se poderá constatar através da observação dos valores contidos no quadro 8, a mesma por si só permite uma redução significativa de água em termos de consumos domésticos.

Quadro 8 – Redução do consumo de água pela adopção de autoclismos de 6 l e 3 l de volume de descarga

N.º de pessoas do agregado familiar	Consumo diário usando autoclismo de 9 l de descarga única	Consumo diário usando autoclismo de dupla descarga (6 l e 3 l)			Poupança em % por recurso a autoclismo de menor volume de descarga
		N.º de descargas/dia de 6 l/pessoa	N.º de descargas/dia de 3 l/pessoa	Consumo diário do agregado (l)	
3	96	1	2,6	41,4	57

3.5.3 Amplificadores da velocidade de descarga

Estes equipamentos possibilitam a utilização de autoclismo com volumes de descarga de 4 l/2,5 l, uma vez que permitem manter a eficácia dos sifões dos aparelhos sanitários (bacias de retrete), mesmo com estas descargas de volume reduzido, podendo também ser utilizados em casos de descargas de maior volume. A utilização deste equipamento poderá traduzir-se numa poupança relativamente ao contido no quadro 8 de 24 %.

A figura 7 ilustra um amplificador de velocidade de descarga.

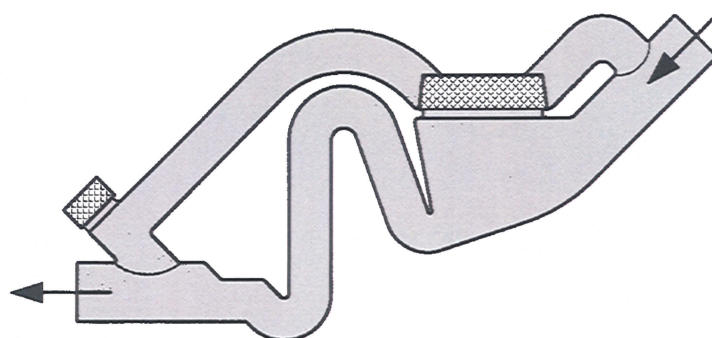


Figura 7 – Amplificador da velocidade de descarga [9]

Quadro 9 – Redução do consumo de água pela adopção de autoclismos de volume de descarga de 4 l e 2,5 l

Nº de pessoas do agregado familiar	Consumo diário usando autoclismo de 6 l e 3 l de descarga (l)	Consumo diário usando autoclismo de dupla descarga (4 l e 2,5 l)			Poupança em % por recurso a autoclismo de menor volume de descarga
		Nº de descargas/dia de 4 l/pessoa	Nº de descargas/dia de 2,5 l/pessoa	Consumo diário do agregado (l)	
3	41,4	1	2,6	31,5	24

A utilização destes equipamentos nos nossos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas (em ramais de descargas ou em colectores prediais) levanta contudo alguns problemas, uma vez que, em termos de legislação nacional [5], está vedada a dupla sifonagem. Esta situação deverá ser alvo de ponderação em termos de revisão dos conteúdos regulamentares aplicáveis, considerando que a bibliografia referente a este equipamento diz que o mesmo não põe em causa a eficiência dos sifões dos aparelhos sanitários se instalado nas condições aí descritas [9].

3.5.4 Misturadoras termostáticas

As misturadoras termostáticas possibilitam a regulação automática da temperatura de água quente na saída, uma vez que possuem um dispositivo que permite a fixação dessa mesma temperatura. Este tipo de dispositivos de utilização caracteriza-se, fundamentalmente, em termos de desempenho funcional, pela redução do intervalo de tempo necessário para obtenção da temperatura desejada da água, o que se poderá, eventualmente, traduzir-se em alguma poupança no consumo.

3.5.5 Outros dispositivos de redução de caudal

Uma parte das torneiras existentes no mercado já é dotada de reguladores do caudal de saída, aos quais geralmente está associada uma redução do caudal devido ao facto de estes equipamentos introduzirem uma perda de carga ao escoamento,

podendo ainda os mesmos dispor ou não de admissão de ar (no caso afirmativo serão designados por emulsores) (ver figura 8). Também os chuveiros podem ser dotados destes emulsores (geralmente reguláveis, que possibilitam a opção de utilização como chuveiro tradicional ou com jacto emulsionado, ver figura 8). Estes equipamentos permitem obter, por vezes, reduções no caudal de saída na ordem dos 40 %.



Figura 8 – Reguladores/redutores de jacto/caudal

As torneiras temporizadas são torneiras que dispõem de mecanismo que regulam o tempo de abertura da torneira, que desta forma limitam o volume de água escoado por actuação.

Os interruptores de débito em chuveiros são dispositivos que possibilitam a interrupção instantânea do débito sem necessidade de recorrer ao comando de abertura/fecho da torneira, o que nas misturadoras convencionais possibilita a manutenção da regulação da temperatura de saída.

Quadro 10 – Redução de consumo em duches por utilização de chuveiro com emulsor/redutor de caudal

N.º de pessoas do agregado familiar	Consumo diário usando chuveiros de 0,15 l/s de caudal (durante 5 min/pessoa) (l)	Consumo diário usando chuveiros de 0,10 l/s de caudal (durante 5 min/pessoa) (l)	Poupança em % por dia pelo recurso a emulsor/redutor no chuveiro
3	135	90	33

3.6 Aproveitamento das águas pluviais

3.6.1 Considerações gerais

O aproveitamento da água da chuva em meio urbano deverá ser encarado de forma a poder constituir-se como um meio de contribuição para o desenvolvimento de uma política de promoção do uso sustentável da água.

O armazenamento de águas pluviais e o seu posterior aproveitamento para fins domésticos e sanitários pode constituir-se em muitos casos como uma solução para ajudar na redução dos consumos de água potável, tendo em conta que os volumes de água da chuva captados poderão atingir percentagens da ordem dos 50 % destes consumos.

Estas águas poderão pois contribuir de forma significativa para a redução do volume de água a tratar e a distribuir, com os correspondentes ganhos económicos e ambientais.

3.6.2 Níveis de precipitação no território nacional

O conhecimento dos níveis de precipitação nas diferentes regiões do País torna-se indispensável para a análise da viabilidade do seu aproveitamento. Sendo Portugal um país de pequenas dimensões, poder-se-ia pensar existir uniformidade climática nas diferentes regiões; na verdade tal não se verifica, apontando-se como principais razões para a variabilidade climática a distância à orla marítima, as diferenças do relevo e a latitude.

No entanto, apesar das diferenças que se verificam quer em termos sazonais, quer em termos de médias anuais, constata-se alguma tendência para a uniformidade, salvo algumas situações pontuais, da precipitação nas diferentes localidades do território nacional, relativamente aos valores médios. Este comportamento permite-nos, sem grande margem de erro, estabelecer os volumes de água da chuva passíveis de captação, armazenamento e posterior utilização, nas diferentes regiões do território nacional.

Na figura 9 registam-se os valores das precipitações verificadas nas diferentes localidades do território nacional no período de 1961 a 1990.

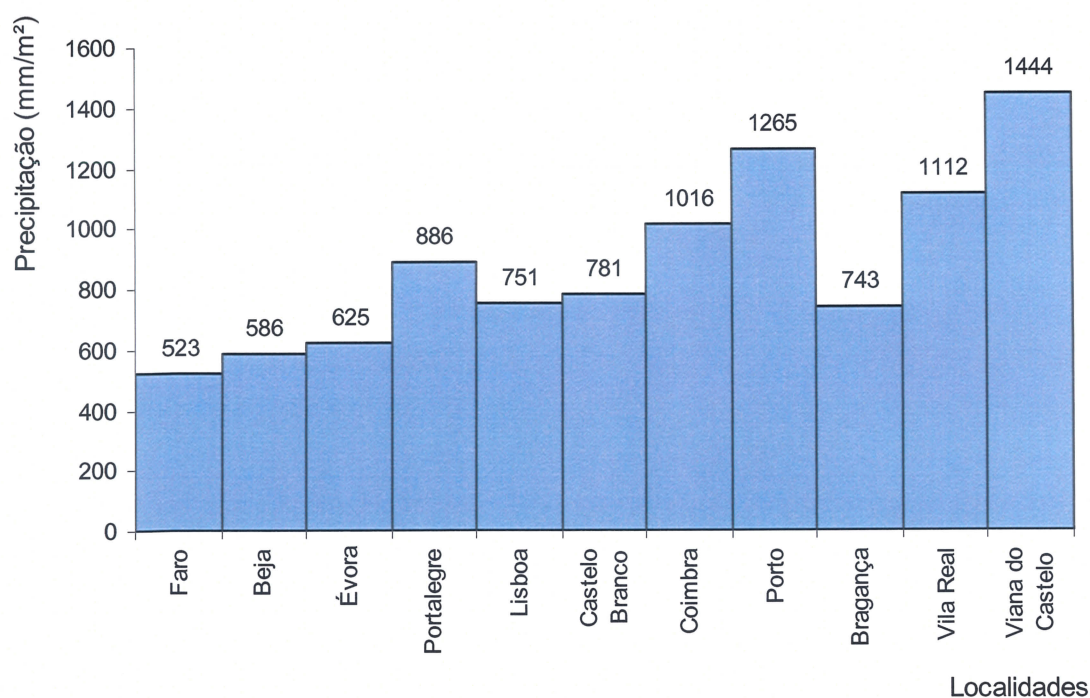


Figura 9 – Precipitações médias anuais [10]

3.6.3 As utilizações possíveis e a economia

As águas pluviais deverão ser consideradas como não potáveis, pelo que o seu uso deverá ser limitado ao abastecimento de sistemas de rega e de sistemas de combate a incêndios, à lavagem de pavimentos e veículos, descargas de autoclismos e a lavagem de roupa. A adoção destes sistemas de distribuição de água não potável levanta alguns problemas de carácter legal, uma vez que, em termos da legislação nacional [5; Artigo 86º], uma vez que está vedada a existência nas edificações de redes de distribuição de água não potável para alguns destes fins.

Artigo 86.º

Utilização de Água não potável

1 – A entidade gestora do serviço de distribuição pode autorizar a utilização de água não potável exclusivamente para lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndios e fins industriais não alimentares, desde que salvaguardadas as condições de defesa da saúde pública.

2 – As redes de água não potável e respectivos dispositivos de utilização devem ser sinalizados.

Como exemplo para o estabelecimento de uma análise comparativa, apresenta-se o aproveitamento destas águas num edifício de habitação unifamiliar com uma área de captação de cerca de 150 m², num edifício de habitação multifamiliar, de seis pisos, com duas habitações por piso de tipologia T3 com uma área de captação de cerca de 300 m², e nas edificações existentes no Campus do LNEC. Todos os edifícios estão situados na região de Lisboa. Considera-se ainda que cada habitação considerada é habitada por um agregado familiar de quatro pessoas, com consumo “per capita” de água de cerca de 120 l/hab.dia o que se traduz num consumo doméstico anual da ordem de 175 m³/agregado.ano. Se considerarmos a distribuição dos consumos domésticos referidos nas figuras 10 e 11, os consumos passíveis de serem satisfeitos com o aproveitamento da água da chuva representam cerca de 27 % no caso da habitação em edifício multifamiliar e de 90 % no caso da habitação em edifício unifamiliar (ver quadros 11 e 12). No caso do Campus do LNEC o aproveitamento da água da chuva representa cerca de 43 % da totalidade dos consumos (ver quadro 13), havendo neste caso a necessidade de analisar qual a percentagem do volume consumido passível de ser substituído por estas águas.

Os volumes de captação de água da chuva indicados englobam uma redução de cerca de 15% relativamente à capacidade total de captação, destinada a suprir perdas e lavagem das áreas de captação.

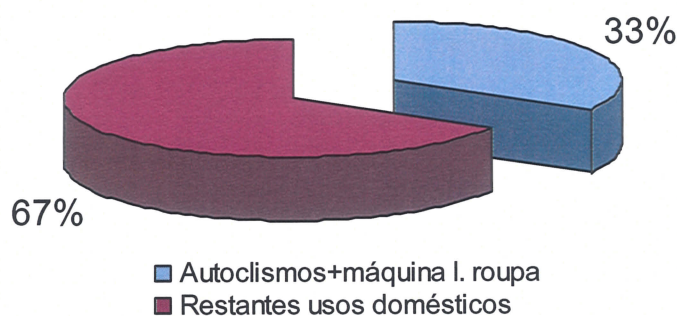


Figura 10 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação em edifício multifamiliares

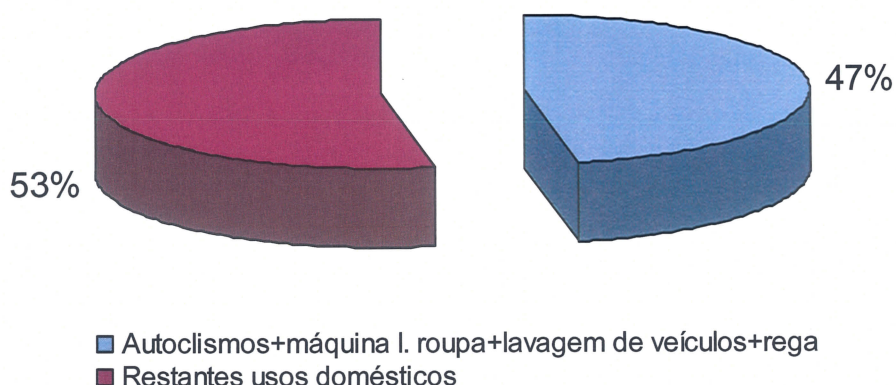


Figura 11 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação em edifício unifamiliares

Quadro 11 – Poupança introduzida com o aproveitamento de água da chuva (habitação em edifícios unifamiliares)

N.º de pessoas do agregado familiar	Consumo anual (12 meses) pelo agregado familiar passível de substituição por água pluvial (m ³)	Volume (anual) de pluviosidade captado através da cobertura e aproveitável (m ³)	Poupança anual em % pelo recurso a utilização de água pluvial
4	105	95	90

Quadro 12 – Poupança introduzida com o aproveitamento de água da chuva (habitação em edifícios multifamiliares)

N.º de pessoas dos agregados familiares	Consumo anual (12 meses) pelos agregados familiares passível de substituição por água pluvial (m ³)	Volume (anual) de pluviosidade captado através da cobertura e aproveitável (m ³)	Poupança anual em % por pelo recurso a utilização de água pluvial
48	695	191	27

Quadro 13 – Poupança introduzida com o aproveitamento de água da chuva
(Campus do LNEC)

Área das coberturas (m ²)	Volume de água consumido no LNEC no ano de 2001 (m ³)	Volume (anual) de pluviosidade captado através das coberturas e aproveitável (m ³)	Poupança anual em % pelo recurso a utilização de água da chuva
60281	88660	38480	43

A análise dos quadros anteriores permite constatar que o ganho obtido em unidades habitacionais em edifícios unifamiliares e em edifícios (ou conjunto de edifícios) de serviços ou industriais com grandes áreas de cobertura é muito mais significativo do que em habitações em edifícios multifamiliares, devido à diferença do valor da relação entre a área de captação de água pluvial e o número de pessoas, ou pelo tipo de utilizações, como é o caso dos edifícios de serviços ou industriais.

3.7 Reutilização de águas residuais domésticas provenientes de banhos e duches

O aproveitamento de algumas águas residuais domésticas como sejam as provenientes de duches ou equiparáveis, após tratamento adequado, poderá constituir-se como uma medida capaz de reduzir significativamente os consumos urbanos de água potável, através da sua reutilização em descargas de autoclismos, em sistemas de rega e em sistemas de combate a incêndios.

Como foi referido no ponto 3.6.3, a utilização destas águas em edifícios levanta alguns problemas de carácter legal, pelo que se justifica um estudo aprofundado destas situações, que conduza a uma definição adequada dos tipos de tratamento e dos parâmetros a que as mesmas deverão estar sujeitas, entre os quais se destacam: o bacteriológico, o aspecto e a capacidade de aderência, de modo a que estes elementos sejam introduzidos na nossa regulamentação de forma a viabilizar a utilização deste tipo de águas em edifícios como os de habitação.

Se considerarmos a distribuição dos consumos domésticos contidos nas figuras 12 e 13, os consumos passíveis de serem satisfeitos com o reaproveitamento das águas

residuais provenientes de duches de um agregado familiar de 4 pessoas representam cerca de 100 % no caso de habitação em edifícios multifamiliares e 75 % no caso de habitação em edifícios unifamiliares, da totalidade dos consumos nesse tipo de unidades habitacionais, passíveis de utilizar estas águas (quadros 14 e 15).

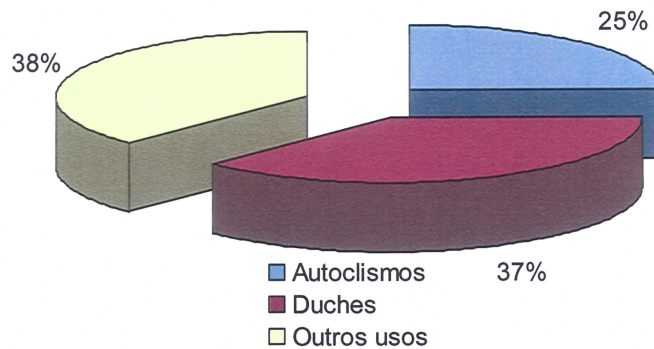


Figura 12 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação em edifícios multifamiliares

Quadro 14 – Poupança introduzida com o aproveitamento de águas residuais provenientes de duches (habitação em edifícios unifamiliares)

N.º de pessoas do agregado familiar	Consumo diário pelo agregado familiar passível de substituição por águas residuais (l)	Volume diário de águas residuais proveniente de duches (l)	Poupança diária em % pelo recurso a utilização de águas residuais
4	240	180	75

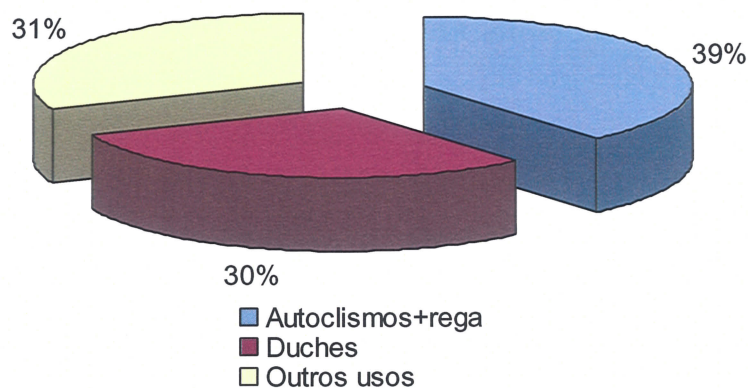


Figura 13 – Distribuição dos consumos domésticos em habitação em edifícios unifamiliares

Quadro 15 – Poupança introduzida com o aproveitamento de águas residuais provenientes de duches (habitação em edifícios multifamiliares)

N.º de pessoas do agregado familiar	Consumo diário pelo agregado familiar passível de substituição por águas residuais (l)	Volume diário de águas residuais proveniente de duches (l)	Poupança diária em % pelo recurso a utilização de águas residuais
4	120	180	100

4 CONCLUSÕES

O crescente aumento dos níveis de consumo de água potável em termos urbanos, associado a uma cada vez maior escassez de meios, quer em termos quantitativos, quer qualitativos, com o conseqüente aumento do custo da produção de água potável, deve levar-nos à tomada das medidas que têm vindo a ser referidas neste trabalho, no sentido da tentativa de reversão desta tendência.

A indispensável consciencialização das populações para esta realidade, a qual poderá ser feita através de campanhas de divulgação, deverá constituir-se como a primeira das prioridades. Para além destes aspectos relacionados com a consciencialização do problema, deverão ser tomadas medidas de incentivo, objectivando a poupança, nomeadamente através da concessão de subsídios para a aquisição de dispositivos e equipamentos de maior eficiência, e de sistemas de reaproveitamento de águas consideradas como não potáveis (águas pluviais e águas residuais domésticas provenientes de duchas e banhos, ou equiparáveis), quer de medidas de carácter punitivo, sempre que os consumos excedam os valores de referência a fixar, através do acréscimo de tarifas, os quais poderão ser utilizados na promoção dos incentivos anteriormente mencionados. Ainda neste contexto, dever-se-ão alertar as populações para o peso que algumas pequenas perdas, por deficiências de estanquidade, quer em dispositivos de utilização, quer em equipamentos ou tubagens, poderão assumir em termos de consumo, com o conseqüente alerta para a premência da sua correcção rápida, bem como recomendações, em termos de periodicidade e de processos expeditos, para a sua detecção, controlo e reparação.

Em termos técnicos, sugere-se a ponderação e análise de alguns critérios estabelecidos em termos regulamentares, no sentido de se imporem algumas limitações nos níveis de pressão na distribuição de água potável para valores que introduzam poupança significativas no consumo, bem como a possibilidade da utilização de águas não potáveis para determinados fins no abastecimento predial, entre os quais se destacam as descargas de autoclismos, os sistemas de rega, a lavagem de veículos, as lavagens de pavimentos, os sistema de combate a incêndios e a lavagem de roupa.

Neste contexto, surge a possibilidade do armazenamento de águas pluviais e do seu posterior aproveitamento, bem como a reutilização de alguns tipos de águas

residuais domésticas, como sejam as provenientes de banhos e duches ou equiparáveis, para fins sanitários e outros.

Opções deste tipo, para além de poderem contribuir, de forma significativa, para a redução do volume de água tratada a distribuir, com os correspondentes ganhos económicos e ambientais, ajudariam por certo as autarquias, face à expansão urbana verificada nos subúrbios das grandes cidades que tem feito aumentar exponencialmente os consumos, a garantir os níveis de abastecimento necessários com custos de investimento mais reduzidos.

As águas pluviais poderão ser utilizadas sem quaisquer restrições em sistemas de rega, em operações de limpeza, em descargas de autoclismos, em sistemas de combate a incêndios e em máquinas de lavar roupa; estas utilizações representam uma apreciável percentagem dos consumos urbanos/domésticos de água potável.

As águas residuais provenientes de duches ou equiparáveis, poderão ser utilizadas, após tratamento adequado, realizado localmente ao nível do edifício, em descargas de autoclismos, rega e, eventualmente, em sistemas de combate a incêndios, de forma e de molde a que nunca sejam postas em causa as garantias em termos de saúde pública.

O aproveitamento/reutilização destas águas deverá ser equacionado tomando por base a análise dos seguintes pressupostos: a possibilidade técnica da sua captação, armazenamento e tratamento (caso de águas residuais domésticas) e distribuição; a viabilidade económica face aos investimentos necessários à persecução dos objectivos a atingir e, finalmente, aos ganhos sociais que poderão ser obtidos pela adopção deste tipo de soluções.

No que se refere à sua viabilidade técnica, esta assume-se geralmente como possível, surgindo as principais dificuldades ao nível da criação da infra-estrutura de distribuição e armazenamento no interior da edificação.

No que concerne à sua viabilidade económica, e tendo em consideração a análise dos valores de poupança em termos de consumo através dos exemplos mostrados anteriormente, o aproveitamento de águas pluviais, para o caso de um conjunto de edificações com as características das existentes no campus do LNEC e para habitações em edifícios unifamiliares é significativamente mais atractivo do que para habitações em edifícios multifamiliares, uma vez que, em termos “per capita”, o aproveitamento destas águas é menos significativo em edificações com elevado número de pisos, que pressupõe um número elevado de ocupantes, devido à relação

área de captação/número de consumidores. Já no que se refere ao aproveitamento e à posterior reutilização de águas residuais domésticas provenientes de banhos e duchas, não existem diferenças significativas entre edifícios de habitação unifamiliares e multifamiliares.

A criação de infra-estrutura de aproveitamento destas águas *à posteriori* tem custos muito elevados comparativamente com uma situação em que as mesmas tenham sido equacionadas na fase de projecto/construção duma edificação. Neste sentido, preconiza-se que as entidades municipais fomentem nas novas edificações a instalação de sistemas de distribuição predial de água separativos (o que só será possível após a introdução de alterações ao presente documento regulamentar aplicável [5]), de modo que equipamentos como sejam máquinas de lavar roupa, autoclismos, fluxómetros e torneiras de lavagem possam ser servidos por água com outra origem que não a proveniente de estações de tratamento público.

Uma outra medida que se sugere poder ser tomada a nível municipal seria o fomento da criação de infra-estruturas comuns a conjuntos de edificações que possibilitassem a captação, armazenamento e posterior distribuição destas águas de forma a tornar o processo mais viável em termos económicos.

No quadro 16 apresenta-se o consumo anual previsível para um agregado familiar de 4 pessoas residente na região de Lisboa, numa habitação em edifício unifamiliar, com 150 m² de área de cobertura.

No quadro 17 apresenta-se o consumo anual previsível pelo mesmo agregado familiar, mas neste caso, considerando algumas medidas de poupança de água, entre as quais se destaca o aproveitamento da água pluvial captada através da cobertura e a introdução de dispositivos de redução de caudal em torneiras e chuveiros, as quais conduzem a uma poupança anual do consumo superior a 50 %.

Quadro 16 – Consumo anual de um agregado familiar sem medidas de poupança

Aparelhos/utilizações	Consumo (l/hab.dia)	Consumo (m ³ /hab.ano)	Consumo anual do agregado (m ³ /ano)
Lava-loiça (cozinha+limpezas)	15	5,5	220
Máquina de lavar loiça	4	1,5	
Máquina de lavar roupa	10	3,7	
Duche	45	16,4	
Lavatório+bidé	16	5,8	
Autoclismo	30	11,0	
Rega de jardim	28	10,0	
Lavagem de automóvel	2	0,7	

Quadro 17 – Consumo anual de um agregado familiar com medidas de poupança

Aparelhos/utilizações	Consumo (l/hab.dia)	Aproveitamento da água da chuva (m ³ /ano)	Consumo com poupança (m ³ /hab.ano)	Consumo anual do agregado (m ³)
Lava-loiça (cozinha+limpezas)	15	95	3,3	88
Máquina de lavar loiça	4		1,5	
Máquina de lavar roupa	10		3,7	
Duche	45		10,0	
Lavatório+bidé	16		3,5	
Autoclismo	30		Água pluvial	
Rega de jardim	28		Água pluvial	
Lavagem de automóvel	2		Água pluvial	

VISTOS

O Director do Departamento de
Edifícios



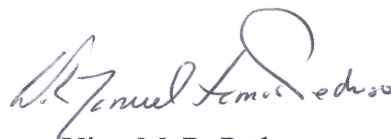
José A. Vasconcelos de Paiva

Chefe do Núcleo de Acústica, Iluminação,
Componentes e Instalações



João Carlos Viegas

AUTORIA



Vítor M. R. Pedroso

Engenheiro Civil

Assessor Principal

BIBLIOGRAFIA

1. ÁGUA – ASSOCIAÇÃO GUARDIÃ DA ÁGUA (www.agua.bio.br).
2. DIRECÇÃO GERAL DO AMBIENTE - Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (dme.uma.pt/people/faculty/herlander.lima/Doc%20ImpactesAmbientais/10Sistema%20Indicadores%20Desenvol%20Sustentave.).
3. ALMEIDA, M. C.; VIEIRA, P.; RIBEIRO, R. – Uso Eficiente da Água no Sector Urbano. Lisboa: Série Guias Técnicos LNEC/INAG/IRAR, 2006.
4. NIXON, S.C.; LACK, T.J.; HUNT, D.T.; LALLANA, C.; BOOSCHET, A.F. - Recursos hídricos na Europa: uma utilização sustentável. Copenhaga: Agência Europeia do Ambiente, 2000.
5. /P/ - Leis, decretos, etc. - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto-Regulamentar n.º 23/95). Lisboa, 1995.
6. VIEIRA, P; SILVA, A.M.; BAPTISTA, J. M.; ALMEIDA, M. C.; RIBEIRO, R. – Inquérito aos Hábitos de Utilização e Consumos de Água na Habitação. Anais do 10.º Encontro Nacional de Saneamento Básico. Braga: Universidade do Minho,, Setembro de 2002.
7. PEDROSO, V. M. R. – Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas. Lisboa: LNEC, 2000.
8. EPAL - Manual do Cliente (www.epal.pt).
9. CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT – Avis Technique 15/97-240 – Water Saving System. Bulletin des Avis Techniques n.º 389, Paris, Mai 1998.
10. INSTITUTO DE METEOROLOGIA (www.meteo.pt).
11. PEDROSO, V. M. R. – O Aproveitamento da Água da Chuva. Revista Águas&Resíduos, n.º 1, Maio/Agosto 2006.
12. PEDROSO, V. M. R. – O Aproveitamento da Água da Chuva em Meio Urbano. Revista Indústria e Ambiente, n.º 45, Maio 2007.
13. CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT – Eau Potable et Sanitaire - Guide pour les Économies d'Eau. Livraison 422, Cahier du CSTB, Paris, Septembre 2001.

14. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – Guidelines for Water Reuse. Washington: The Agency, September 2004.

